

Contenu des Ateliers



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore. Mise à jour juillet 2024

Votre parcours de formation

15 ateliers sont proposés sur 3 niveaux.

Commencer toujours votre parcours de formation avec le Voyage au Centre de l'Arbre.

Thématique I : Connaissance fondamentale de l'arbre

Voyage au Centre de l'Arbre vous découvrez une nouvelle vue approfondie de l'arbre, de ses associés et de leur fonctionnement. Vous vous procurez des outils pour le diagnostic de l'arbre ainsi que des techniques d'observation. L'ensemble des traitements y est abordé en fonction des observations réalisées lors de vos dissections ainsi que de vos observations macro et microscopiques.

Pendant votre Voyage au Centre de l'Arbre vous serez initié à la physiologie de l'arbre, son architecture, son anatomie. Cependant ces thèmes fondamentaux nécessitent une attention particulière d'où les cinq autres ateliers de la thématique I :

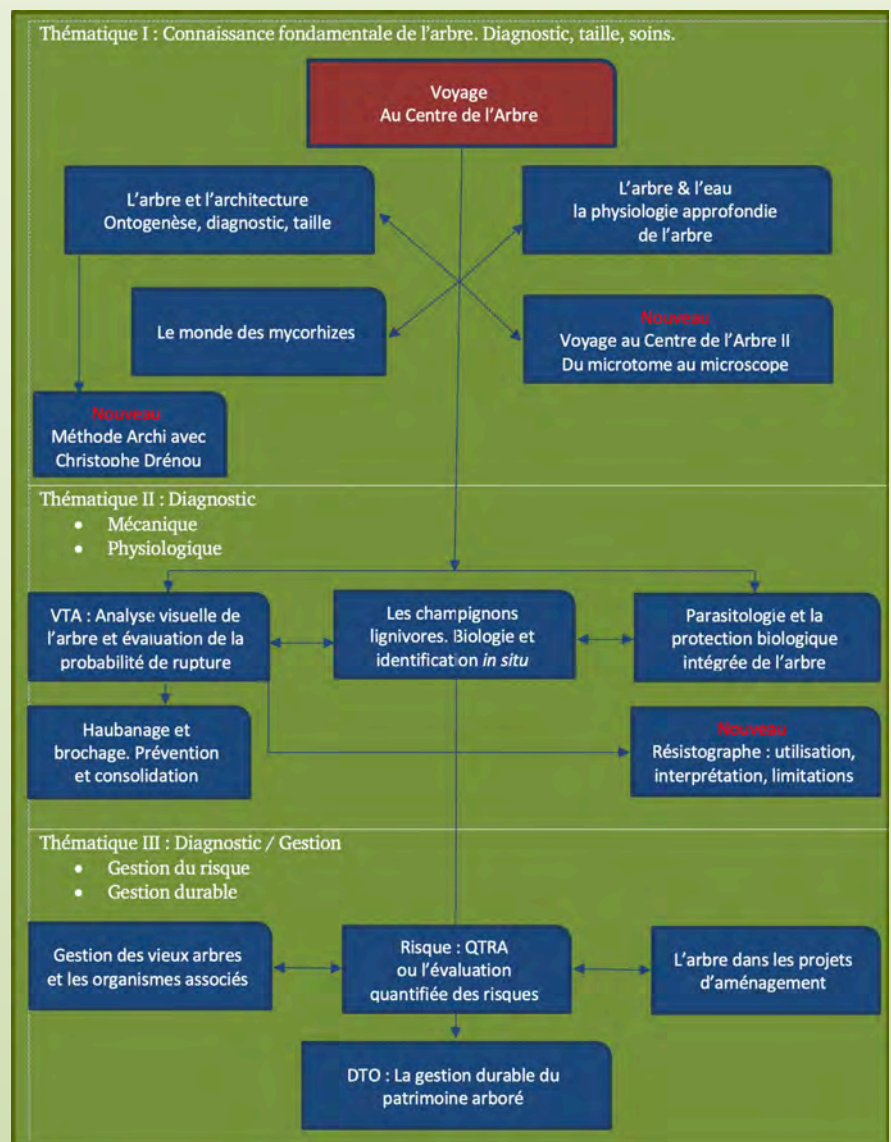
- L'architecture de l'arbre, ontogenèse, diagnostic, taille.
- L'arbre et l'eau. La physiologie approfondie de l'arbre.
- Le monde des mycorhizes
- Voyage au Centre de l'Arbre II. Du microtome au microscope. L'anatomie fonctionnelle du bois et de l'écorce.
- La méthode « Archi » de Christophe Drénou.

Thématique II : Diagnostic mécanique et physiologique

Les cinq modules de la thématique II traitent du diagnostic mécanique et des dysfonctionnements physiologiques de l'arbre ainsi que les agents pathogènes.

Thématique III : Gestion du risque et gestion durable

Les quatre ateliers proposés en thématique III traitent la gestion de l'arbre : risque, biodiversité et le projet d'aménagement. Le cursus s'achève méthodiquement par l'atelier DTO qui permet d'aborder le diagnostic et la gestion durable d'un patrimoine arboré entier en fonction de l'ensemble des éléments présentés lors des ateliers précédents.



N'hésitez pas à nous contacter lors du montage de votre projet afin de déterminer avec vous le parcours de formation le plus adapté à vos besoins

SOMMAIRE

I VOYAGE AU CENTRE DE L'ARBRE.....	5
II. L'ARCHITECTURE DE L'ARBRE, ONTOGENESE, DIAGNOSTIC, TAILLE.....	17
III. L'ARBRE ET L'EAU. LA PHYSIOLOGIE APPROFONDIE DE L'ARBRE.	25
IV. LE MONDE DES MYCORHIZES.....	35
V. VOYAGE AU CENTRE DE L'ARBRE II.....	44
VI. VTA - ANALYSE VISUELLE DE L'ARBRE ET EVALUATION DE L'ETAT MECANIQUE ...	55
VII. BIOLOGIE ET IDENTIFICATION DES CHAMPIGNONS LIGNIVORES	66
VIII. PARASITOLOGIE ET LA PROTECTION BIOLOGIQUE INTEGREE DE L'ARBRE.....	77
IX. QTRA EVALUATION QUANTIFIEE DES RISQUES ASSOCIES AUX ARBRES	86
X. LA GESTION DES VIEUX ARBRES ET DE LA BIODIVERSITE.....	95
XI. L'INTEGRATION DU PATRIMOINE ARBORE DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENT	106
XII. D.T.O. DIAGNOSTIC, TRAITEMENT, OBSERVATION. LA GESTION DURABLE DU PATRIMOINE ARBORE	122
XIII. LA METHODE ARCHI – FEUILLUS & RESINEUX	133
XIV. HAUBANAGE ET BROCHAGE. CONSOLIDATION ET PREVENTION.....	140
XV. LE RESISTOGRAPHE. UTILISATION-INTERPRETATION-LIMITATIONS	149

Contenu de formation

+

Voyage au Centre de l'Arbre (Depuis 1989)



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore. Mise à jour juillet 2024.

I

VOYAGE AU CENTRE DE L'ARBRE



Ici à Montréal



Et ici à Roubaix

Cet atelier emprunte son nom à partir d'une publication d'un article de notre regretté ami, le Dr Alex Shigo dans « The American Forestry Association » en 1986 « Journey to the Center of a Tree ». Le contenu est basé sur les formations que j'ai suivies avec le Dr. Shigo dans les années 1980 et 1990. Le premier atelier « Voyage au Centre de l'Arbre » que j'ai animé, était à l'Université de Jussieu, Paris VII, pour un groupe d'experts forestiers. Depuis, j'ai animé cet atelier plus de 160 fois pour les professionnels de l'arbre. Le contenu a été constamment modifié afin de tenir compte de l'évolution de la science et des techniques.

GENERALITES

Prérequis

Une connaissance en biologie : biologie cellulaire, photosynthèse, respiration. Fonctionnement global de l'arbre.

Grande motivation essentielle.

Motifs de la formation

- Un nouveau regard sur les arbres.
- Une connaissance directement applicable dans l'expertise, la gestion et les soins aux arbres.
- Un partage de la passion et de la découverte.
- Un voyage dans le monde de l'arbre offrant des perspectives nouvelles.
- Pédagogie originale de l'Atelier de l'Arbre : la dissection de l'arbre entier.

Objectif général

Améliorer l'efficacité professionnelle par l'approfondissement de la compréhension du système arbre : un organisme vivant, sensible, capable de réactions dynamiques.

Résultats et produits attendus

A la suite de cet atelier le participant sera capable :

1. De mieux « lire » l'arbre.
2. D'adapter les interventions courantes en fonction de la biologie de l'arbre.
3. D'utiliser les techniques proposées pour l'appréciation de l'état de santé de l'arbre.
4. D'utiliser des nouvelles méthodes pour le soin aux arbres.

Public visé

Arboristes, experts et bureaux d'études, Service espaces verts (ingénieurs, techniciens), architectes paysagistes...

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Cependant les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthode

Les cours comprennent des dissections macro et microscopiques des parties constitutives de l'arbre, suivies de discussions sur ce qui a été observé. Étude sur place de l'arbre en forêt et de l'arbre en ville. Les besoins et les intérêts du groupe guident le programme, et le travail du jour s'appuie sur le travail de la veille. L'outillage va de la tronçonneuse au scalpel en passant par la loupe binoculaire et le microscope. Présentation de nouveaux concepts sur la biologie de l'arbre et discussion de leurs implications sur le traitement et la gestion des arbres.

- Démonstration de techniques macro et microscopiques pour l'évaluation et le diagnostic de l'arbre
- Présentation des informations les plus récentes sur la biologie et la physiologie de l'arbre
- Démonstration de techniques pour le soin, le diagnostic et la gestion de l'arbre.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

1. Des séances questions-réponses pendant la formation.
2. Correction des croquis et schémas par le participant pendant la formation.
3. Un QCM à la suite de la formation.

Durée

4 jours

Intervenant

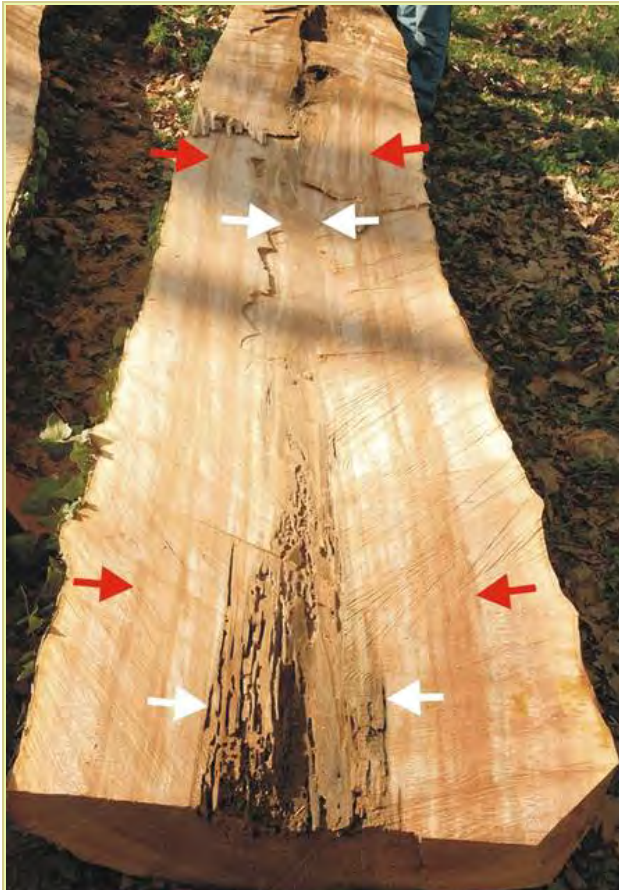
William Moore

Dans cet atelier nous disséquons des arbres petits et des très grands (quand possible). Des observations macroscopiques et microscopiques sont effectuées. C'est la meilleure façon de comprendre l'arbre.



Ce platane a subi une blessure au collet lorsqu'il était jeune, comme signifié par la colonne de bois coloré (flèches blanches), formé à la suite de la blessure. Des champignons et des insectes ont colonisé le bois au niveau de la blessure, néanmoins ils restent bien compartimentés par les mécanismes de protection et de défense de l'arbre.

Plus tard, l'arbre a subi d'autres infections à la suite de l'élagage des branches à une dizaine de mètre du sol (la flèche jaune montre un exemple). Ces ouvertures ont été colonisées par le champignon *Inonotus hispidus*. Ce champignon a initié d'autres colonnes de bois coloré indiqués par les flèches rouges. Ce champignon possède des astuces lui permettant de contourner les mécanismes de défense de l'arbre, la colonne de bois coloré augmente en amplitude. Néanmoins, chez le platane, la plupart du temps ce champignon n'évolue que très lentement. Cet arbre, encore en bon état, présente une niche idéale pour la flore et la faune du parc. Intéressant, la colonne de bois coloré se dégrade rapidement à proximité des colonies d'*I. hispidus*.



CONTENU EN DETAIL

Module 1 : Le système arbre

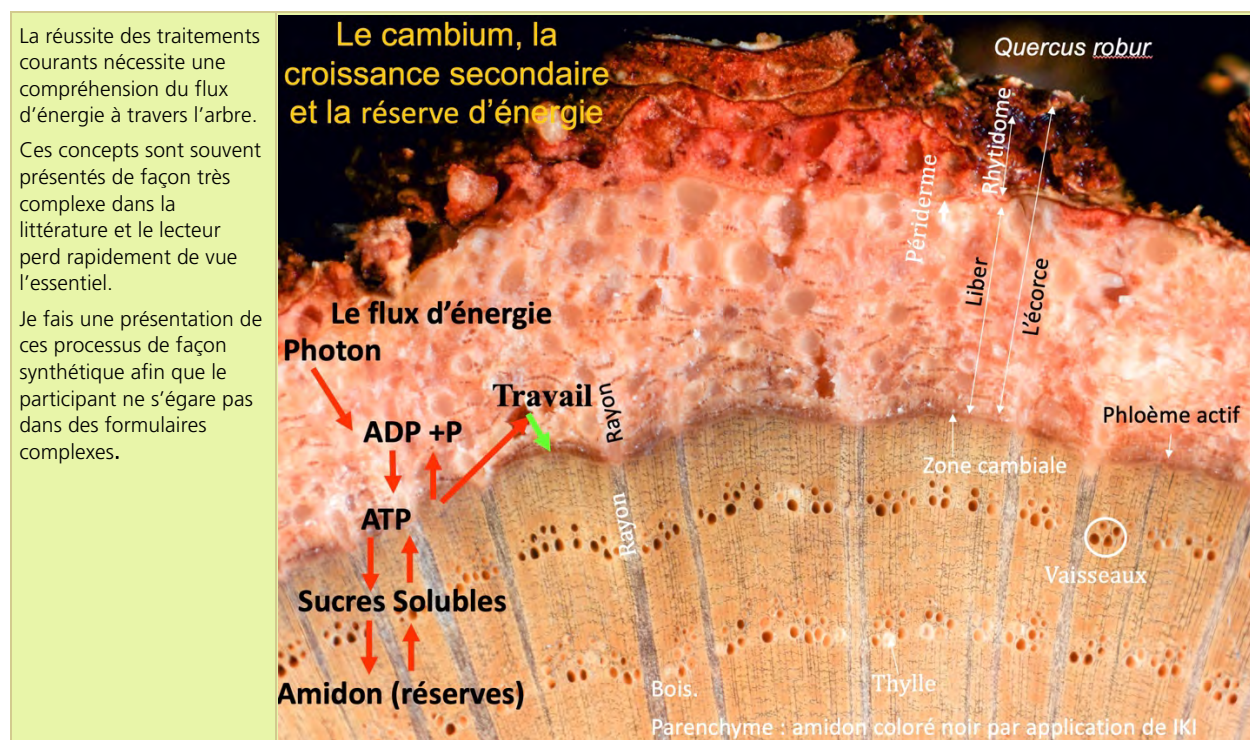
Objectifs

1. Comprendre l'arbre comme un système.
2. Comprendre le flux d'énergie du soleil, des feuilles au sol.

Contenu

- La notion de système et de thermodynamique (présentation simplifiée).
- Énergie potentielle et énergie cinétique.
- ATP / ADP.
- Le photon, la photosynthèse et la sève phloémienne.
- La respiration.
- Mise en réserve de l'énergie. Récupération des réserves.
- Les méristèmes.
- Le budget énergétique de l'arbre. Notion de source et puits.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	William Moore



Module 2 : La biologie du bois et de l'écorce

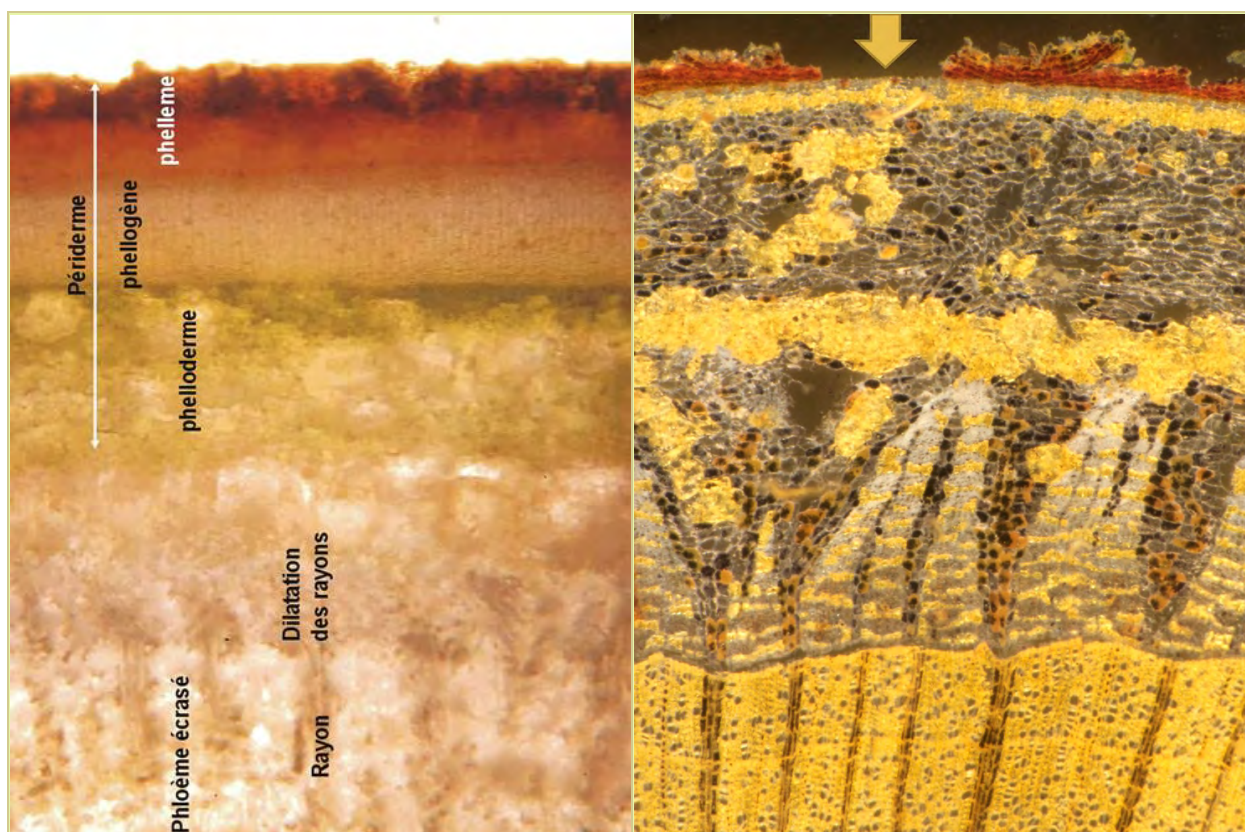
Objectifs

1. Comprendre le fonctionnement des méristèmes, l'anatomie et la physiologie du bois et de l'écorce.

Contenu

- Le bois et l'écorce et la notion de tissu composé.
- Structure et fonctionnement des différents tissus du bois et de l'écorce.
- L'apoplasme et le symplasme.
- Évolution du bois : bois des gymnospermes, bois des angiospermes.
- Bois à zones poreuses, bois à pores diffus, bois intermédiaire, le bois des conifères : adaptations écologiques.
- Comment la sève xylémienne monte du sol jusqu'aux feuilles.
- Cavitation : hivernale / estivale.
- Choix de l'espèce à planter selon les conditions hydriques du site et le type de système vasculaire.
- Anatomie du liber et transport de la sève phloémienne.
- Le périderme et la formation du rhytidome.
- Influence des acquis sur les soins, les traitements et le diagnostic de l'arbre.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
8 h	Exposés en salle. Dissections et observations macro et microscopiques. Observations <i>in situ</i> .	W. Moore



La compréhension du bois et de l'écorce est essentielle pour la réussite de toute sorte d'intervention chez l'arbre.

La préparation de gauche : section transversale du liber et du périderme d'un Ailante, a été réalisée par un participant à Voyage au Centre de l'Arbre au CFPPA de Nérac en 2002.

Le périderme est le « talon d'Achille » de l'arbre. Le phellème doit se fissurer (photo à gauche, magnolia) à cause de la croissance interne, d'où un point d'entrée pour de nombreux types d'agents pathogènes. Les interventions de taille doivent être effectuées dans les périodes où les risques de fissuration sont moindres.

Module 3 : Les racines et leurs soins

Objectifs

1. Comprendre la biologie et le fonctionnement du système racinaire.
2. Connaître et comprendre les racines fines : les mycorhizes.
3. Connaître et comprendre les traitements bénéfiques pour les racines et leurs associés.
4. Connaître les pratiques culturelles courantes néfastes pour les racines.

Contenu

- Dissection des systèmes racinaires. Observation macro et microscopiques des racines ligneuses et des racines non ligneuses.
- Préparation des mycorhizes pour observation.
- Assimilation de l'eau et des sels minéraux et formation de la sève xylemienne.
- Traitements racinaires : fertilisation, le mulch, plantation, taille.
- Effets des graminées et des systèmes d'arrosage automatiques sur le fonctionnement des racines.
- Compaction du sol, tranchées, et conditions anaérobiques, fonctionnement des racines.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
5 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Cette préparation effectuée lors de l'atelier, montre un mycorhize chez un pin. La largeur réelle est environ 1,5mm. La longueur totale des hyphes associées aux mycorhizes d'un pin âgé de deux ans est d'environ 4500m ! Le même arbre sans mycorhizes présente une longueur racinaire totale de 5,4m. Un arbre sans mycorhizes est un arbre malade. Les mycorhizes figurent parmi les premières parties de l'arbre à dépérir suite aux élagages trop lourds ou suite à la compaction du sol. La meilleure façon de se rendre compte de la fragilité de ces structures est d'effectuer des préparations microscopiques.



Module 4 : Protection et défense

Objectifs

1. Comprendre comment l'arbre se défend et se protège.
2. Connaître l'influence des mécanismes de défense sur le traitement et le soin de l'arbre.

Contenu

- Le bois de protection : vrai cœur, faux cœur, bois coloré, cœur mouillé.
- Ratio énergie/masse, masse statique, masse dynamique.
- L'arbre : une plante fortement compartimentée.
- CODIT et mécanismes de défense. Le renforcement des compartiments préexistants par les barrières physico-chimiques. La zone de réaction et la zone de barrage.
- Le bois, le micro-environnement et les micro-organismes.
- Les agents pathogènes latents.
- Problèmes associés à la compartimentation.
- Fissures : démarrage et évolution.
- Les astuces des micro-organismes, les chancres pérennes.
- Traitements des plaies et les blessures. Traitement des cavités.
- Stimulation de la formation de la cal.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
7 h	Exposés en salle. Dissections et observations macro et microscopiques. Observations <i>in situ</i> . Si possible, dissection d'un arbre creux ou visite des arbres en ville.	W. Moore

La protection et la défense chez l'arbre sont de vastes thématiques. Les diagnostics, la gestion et les traitements doivent en tenir compte.

Ce chêne a subi une blessure qui a détruit près de 80% de la zone cambiale. La blessure s'est refermée, cependant le processus de fermeture a créé de nombreuses microfissures. Ces fissures ne seront pas contenues dans ce type de configuration, elles se propageront toujours vers la zone cambiale à cause des différentes contraintes subies. Ceci donnera lieu à « l'arbre gelé », appellation erronée dans la plupart des cas.

Pour les arbres de production, ou pour les arbres d'agrément, les implications sont énormes.



Module 5 : L'élagage

Objectifs

1. Comprendre l'anatomie des branches, des fourches et des rejets.
2. Comprendre comment élaguer une branche, une fourche, ou un rejet.

Contenu

- Introduction à l'architecture de l'arbre et l'ontogenèse.
- Positionnement des branches, les fourches et les rejets dans le cycle de développement de l'arbre.
- Anatomie des branches, des tiges codominantes et des rejets.
- L'élagage des branches, des tiges codominantes et des rejets.
- L'élagage des ramifications mortes.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle. Dissections et observations macro et microscopiques. Observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Les branches de ces arbres ont été élaguées correctement. Il n'y aura pas de problème interne. Il est inutile de mastiquer les plaies de taille.

Vous pouvez reconnaître un bon élagueur en regardant la forme des bourrelets mis en place par l'arbre suite à l'élagage.

Ici encore nous avons à faire à un vaste sujet. Forestier ou arboriste grimpeur, gestionnaire ou expert, la réussite de la taille dépend d'une compréhension des différents types de ramifications chez l'arbre, leur anatomie et leur fonction.



Module 6 : Le vieillissement de l'arbre. Pourquoi un arbre ne peut-il pas vivre éternellement ?

Objectifs

1. Comprendre le vieillissement de l'arbre.
2. Comprendre pourquoi les arbres ne vivent pas éternellement malgré leurs méristèmes.
3. Comprendre l'influence du vieillissement sur les traitements.

Contenu

- L'hypothèse peau – cœur et le rapprochement des courbes énergie potentielle / énergie cinétique.
- Stades de développement et la notion de senescence.
- Influence sur les traitements : la taille et le soin de l'arbre tout au long de sa vie.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Aucun arbre ne peut vivre éternellement, malgré le fait qu'il possède des méristèmes qui génèrent chaque année de nouvelles structures.

L'arbre n'est pas comme un animal qui doit entretenir ces organes existants, car tous les ans, chez l'arbre, de nouvelles structures, jeunes, reprennent les fonctions des anciennes structures.

Quels sont donc les processus physiologiques soulignant le vieillissement de l'arbre ?

L'hypothèse peau – cœur, suggère qu'il s'agit d'un problème du rapport énergie/masse.

La compréhension du vieillissement chez l'arbre est un élément essentiel pour la réussite de toutes sortes d'interventions et pour la gestion à long terme de l'arbre.



I VACA - DEROULEMENT

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
Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire
<p>Introduction au système arbre</p> <ul style="list-style-type: none"> Le concept du système Le flux d'énergie des feuilles aux racines Les méristèmes Le budget énergétique <p>Anatomie fonctionnelle du bois</p> <ul style="list-style-type: none"> Le bois, un tissu composé L'apoplasme et le symplasme Les différents types de système vasculaire Arbres à zones poreuses 	<p>Anatomie fonctionnelle de l'écorce</p> <ul style="list-style-type: none"> Le liber Le périderme Le rhytidome Transport de la sève phloémienne dans le liber <p>Anatomie fonctionnelle du bois</p> <ul style="list-style-type: none"> Transport de la sève xylémienne Cavitation Zones poreuse / pores diffus : le pour et le contre Zones poreuse / pores diffus : choix d'essence 	<p>CODIT et mécanismes de défense</p> <ul style="list-style-type: none"> Les différents types de bois de protection Les 4 niveaux de compartimentation Le bois, le micro environnement et les micro-organismes Dissection et examen des blessures Fissures : démarrage et évolution Les agents pathogènes latents 	<p>Les ramifications</p> <ul style="list-style-type: none"> Introduction à l'architecture de l'arbre L'ontogenèse Branches, fourches et rets : leur place dans l'architecture et l'ontogenèse de l'arbre Anatomie des branches, des tiges co-dominantes et des rejets L'élagage des branches, des tiges co-dominantes et des rejets
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Sortie	Sortie	Sortie	Laboratoire
<p>Étude des arbres en forêt</p> <ul style="list-style-type: none"> Fonctionnement de l'arbre Elagage naturelle Introduction au système racinaire Collection des racines <p>Laboratoire</p> <p>Anatomie fonctionnelle du bois</p> <ul style="list-style-type: none"> Arbres à pores diffus Le bois des conifères 	<p>Laboratoire</p> <p>Le système racinaire</p> <ul style="list-style-type: none"> Dissection des systèmes racinaires Observation des racines ligneuses et des racines non ligneuses (mycorhizes) <p>Traitements racinaires</p> <ul style="list-style-type: none"> Fertilisation Le mulch Plantation, taille 	<p>Étude des arbres de parc</p> <ul style="list-style-type: none"> Observation et discussions 	<p>Le vieillissement de l'arbre</p> <ul style="list-style-type: none"> Pourquoi les arbres meurent ? La taille et les soins de l'arbre au cours de sa vie

Contenu de formation

II

L'architecture de l'arbre Ontogénèse, diagnostic, taille (Depuis 1997)



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore juillet 2024

II. L'ARCHITECTURE DE L'ARBRE, ONTOGENESE, DIAGNOSTIC, TAILLE

Les chercheurs ouvrent leurs laboratoires : UMR AMAP CIRAD / INRA de Montpellier

Chaque branche précisément à sa place.



GENERALITES

Prérequis

Formation Voyage au Centre de l'Arbre fortement recommandée. Sinon, merci de lire attentivement le contenu de Voyage au Centre de l'Arbre et de vérifier que vous maîtrisez les thèmes abordés.

Motifs de la formation

D'un bourgeon sort une tige qui commence à se ramifier. Le jeune arbre commence à se développer et le nombre de ramifications augmente. Lorsqu'on observe la couronne d'un vieil arbre en bon état, on constate que c'est quelque chose d'extrêmement organisé, chacune des milliers de branches se trouvent exactement à une place précise et nulle part ailleurs. Comment se fait-il que la ramification s'ordonne aussi précisément ? Pourquoi les branches ne poussent-elles pas dans tous les sens ?

Il en résulte que l'architecture représente un outil remarquable de diagnostic, les désordres de l'arbre se manifestent couramment par une désorganisation de son architecture. Le type de ramification se modifie avec l'âge, c'est donc un outil pour connaître le stade de développement d'un arbre. Le type de ramification se modifie également sous les effets de stress divers, c'est donc aussi un outil pour l'évaluation de l'état de santé d'un arbre.

Certains des axes sont destinés à rester avec l'arbre tout au long de sa vie cependant, la plupart, sont élagués à court ou moyen terme. Une connaissance de l'architecture permet de choisir quelles branches supprimer sans perturber le développement de l'arbre. Dans ce cas, l'architecture sert d'outil pour la taille de l'arbre et pour l'élaboration des CCTP : le type d'axe à élaguer peut-être défini de façon claire et simple.

Ce sujet mérite une étude en profondeur, et où mieux qu'à Montpellier étudier avec l'équipe de chercheurs célèbres Francis Hallé et Roelof Oldeman, qui ont été les initiateurs de cette science. Vous trouverez une équipe de première qualité, passionnée et pédagogue, qui répondra à la plupart de vos questions.

Objectifs généraux

1. Comprendre comment un arbre édifie sa couronne, de la naissance à la mort.
2. Savoir utiliser l'architecture comme outil de diagnostic de santé.
3. Savoir utiliser ses connaissances en architecture pour réussir la taille de l'arbre.

Résultats et produits

Cet atelier permettra au participant d'être capable de :

1. D'identifier le stade ontogénétique d'un arbre.
2. D'apprécier le bilan énergétique d'un arbre
3. De poser un diagnostic physiologique à partir de l'architecture.
4. D'apprécier du besoin en taille.

Public visé

Tous les métiers ayant trait à l'arbre (chefs de service espaces verts, ingénieurs, techniciens, arboristes, experts, architectes paysagistes, forestiers...).

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle. Observation micro et macroscopiques en salle. Études *in situ*.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

4. Des séances questions-réponses pendant la formation.
5. Correction des croquis et schémas par le participant pendant la formation.
6. Un QCM à la suite de la formation.

Évaluation 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.

Durée

4 jrs

Intervenants

Yves Caraglio assisté par William Moore.

CONTENU EN DETAIL

Module 1 : Du bourgeon à l'unité architecturale

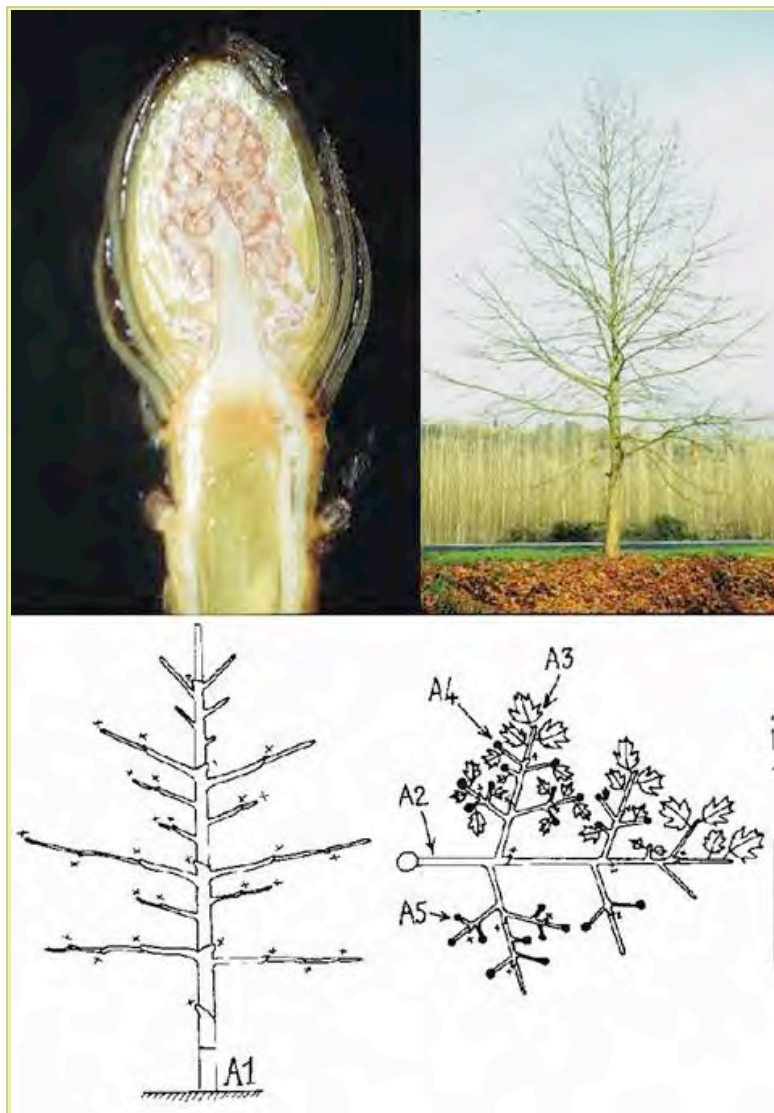
Objectifs

1. Connaître la terminologie et les principes de bases.
2. Comprendre comment la première unité architecturale se développe.

Contenu

- Rappel des notions fondamentales en biologie de l'arbre.
- La pousse annuelle et le polycyclisme. L'unité de croissance et le module.
- Ramification : développement différé, développement immédiat.
- Ramification : acrotonie et basitonie.
- Types d'axes : phyllotaxie.
- Développement de la première unité architecturale.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
8 h	Exposés en salle. Observation avec loupe binoculaires. Étude <i>in situ</i> .	Yves Caraglio



Module 2 : De l'unité architecturale à l'arbre adulte et l'arbre sénéscent

Objectif

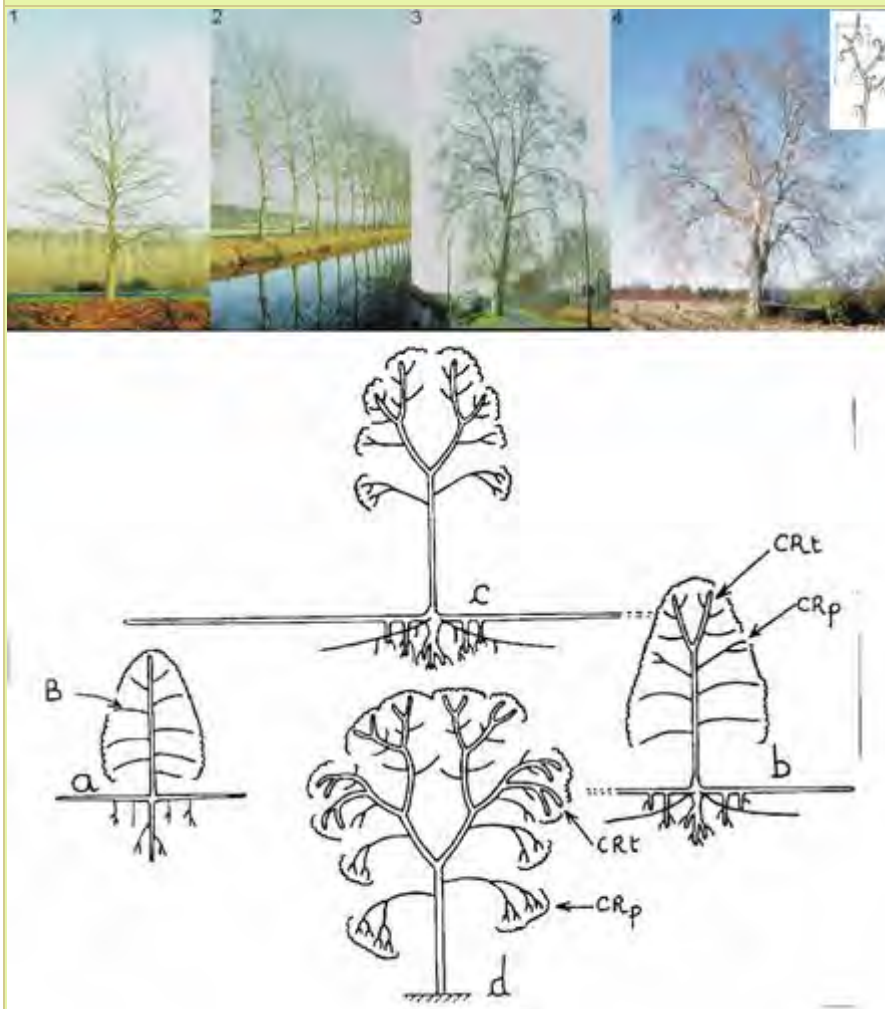
Comprendre comment l'arbre édifie sa couronne.

Contenu

- Le modèle architectural.
- Les stratégies de réitération et de gigantisme.
- Présentation des modèles architecturaux les plus courants chez les arbres.
- La réitération séquentielle, la réitération partielle, la métamorphose.
- La réitération séquentielle et la construction de la cime.
- Exemples à travers quelques espèces des pays tempérés et des pays tropicaux.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
8 h	Exposés en salle. Étude <i>in situ</i> .	Yves Caraglio

1. Arbre juvénile. 2. Arbre jeune. 3. Arbre adulte. 4. Arbre sénéscent
(Photo 4 Christophe Drenou, autres photos W. Moore)



Module 3 : L'architecture et le vieillissement de l'arbre

Objectif

Connaître les caractéristiques morphologiques des arbres âgés.

Contenu

- La réitération séquentielle et sa simplification.
- L'unité architecturale minimale.
- L'unité architecturale terminale.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
6 h	Exposés en salle. Étude <i>in situ</i> .	Yves Caraglio



Module 4 : L'architecture, un outil pour le diagnostic et la taille de l'arbre

Objectifs

1. Savoir utiliser l'architecture dans un diagnostic.
2. Savoir utiliser l'architecture pour la taille de l'arbre.

Contenu

- Les stades de développement morphologique de l'arbre sain (récapitulatif).
- Effet de stress physiologique sur l'architecture de l'arbre (facteurs biotiques et facteurs abiotiques).
- Effet des perturbations mécaniques sur l'architecture de l'arbre (intempérie, taille, mutilation).
- La réitération traumatique.
- Reconstruction de la cime chez les arbres mutilés.
- Reconstruction de la cime chez les arbres fortement stressés ou dépérissant.
- La réaction de l'arbre à la taille.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
4 h	Exposés en salle. Étude <i>in situ</i> .	Yves Caraglio



Dépérissant, pas sénéscent.

II. L'ARCHITECTURE DE L'ARBRE - DEROULEMENT

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
Laboratoire	Laboratoire	Salle	Salle
<p>Du bourgeon à l'unité de croissance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le bourgeon • La pousse annuelle et phyllotaxie • Polycyclisme • Ramification, différé et immédiat • Acrotonie, basitonie • Classification des axes • Orthotropie et plagiotropie 	<p>Construction de la cime</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réitération séquentielle, totale et partielle • Réitération vs gigantisme • Métamorphose • Modèles architecturaux de quelques especes communs 	<p>Le vieillissement</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simplification de l'unité architectural • Le concept de l'unité minimale • L'arbre senescent <p>Modification des architectures selon l'environnement</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forêt • Parc • Sous bois 	<p>Diagnostic Architectural</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réaction de l'arbre au stress • Réitération traumatique • Le dépérissement <p>L'arbre « taillé »</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réaction de l'arbre à la taille • Reconstitution de la cime
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Salle	Sortie	Sortie	Salle
<p>De l'unité de croissance à l'unité architecturale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Croissance sympodiale et croissance monopodiale • Ramification • Unité architecturale • Modèles architecturaux 	<p>Observation des arbres <i>in situ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse et dessin des arbres au stades jeune de développement 	<p>Observation des arbres <i>in situ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse et dessin des arbres au stades avancées de développement 	<p>Études de cas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Table ronde

Contenu de formation

III

L'arbre et l'eau La physiologie approfondie de l'arbre (Depuis 1998)



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

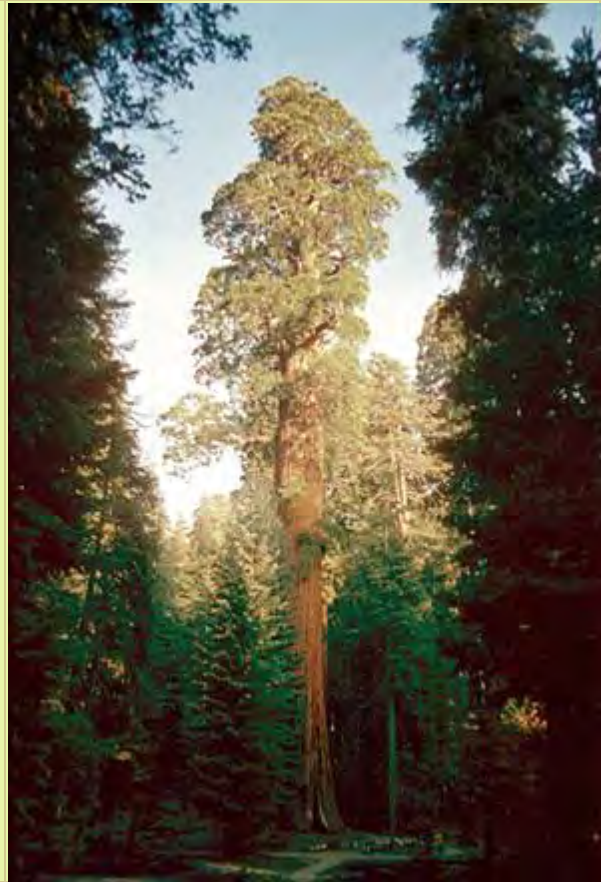
©William Moore juillet 2024

III. L'ARBRE ET L'EAU. LA PHYSIOLOGIE APPROFONDIE DE L'ARBRE.

Les chercheurs ouvrent leurs laboratoires avec le PIAF, à l'INRA de Clermont Ferrand.

L'eau est transportée à de grandes hauteurs chez les arbres, à des pressions de -30 bars, voire plus. Comment l'eau reste-t-elle stable dans de telles conditions ?

L'homme n'est pas encore capable de construire des pompes à aspiration aussi efficace que celle de l'arbre, nous arrivons à aspirer l'eau à une hauteur de 10 mètres à peine.





Atelier de l'Arbre. « L'arbre et l'eau : la physiologie approfondie de l'arbre. »,

Clermont Ferrand. Du 02/06/2015 au 05/06/2015

haut : Marceau Bourdarias, Tété Barigah, François Merle, Thierry Améglio, André Lacoite, Hervé Cochard, William Moore, Jezabel Saumur, François Dauchez, Céline Levrard, Jean-Christophe Dhainaut, Frédéric Hoguet, Renzo Jimenez-Herrada.

bas : Marien Chomette, François Steiner, Ghylaine Collard, Philippe Trouillet, Pierre Bazin, Vincent Chan Ti Kiong

GENERALITES

Prérequis

Formation Voyage au Centre de l'Arbre fortement recommandée. Sinon, merci de lire attentivement le contenu du Voyage au Centre de l'Arbre et de vérifier que vous maîtrisez les thèmes abordés.

Motifs de la formation

Un arbre est composé d'au moins 60 % d'eau. La compréhension de l'arbre en tant que système hydraulique est indispensable pour le diagnostic, les soins et la gestion de l'arbre tout au long de sa vie, qu'il s'agisse de la réussite de nouvelles plantations ou de la réussite du traitement d'un chêne centenaire.

Vous avez peut-être déjà vu dans l'atelier VTA comment l'état hydrique d'un arbre est important dans le comportement biomécanique de l'arbre et qu'il joue un rôle dans la chute estivale de branche. Dans cet atelier vous allez voir que l'état hydrique est à l'origine de bien d'autres problèmes par exemple l'apparition de nécroses en bande chez des plantations récentes et parfois anciennes. Ce phénomène est de plus en plus courant et présente un intérêt majeur aujourd'hui.

Chaque fois qu'une branche est élaguée le système vasculaire est perturbé. Si l'élagage est effectué au cours d'une mauvaise période phénologique, de graves dégâts peuvent être provoqués, ceci est lié au régime hydrique de l'arbre. Pour certaines interventions, même l'heure du jour, peut être importante.

Dans cet atelier vous trouverez également la réponse à l'énigme de la montée de la sève brute : comment se fait-il que la sève monte à des hauteurs vertigineuses alors que la pression dans les vaisseaux est négative. Avec la chambre à pression vous allez mesurer des pressions négatives jusqu'à -30 bars ! Comment se fait-il que l'eau reste stable à de telles pressions ? On peut se demander aussi, comment les cellules vivantes du bois n'explosent pas ?

Afin de mieux comprendre ce sujet à la fois fondamental et passionnant, l'équipe du PIAF, à l'INRA de Clermont-Ferrand, ouvrent leurs laboratoires. A l'aide de nombreuses expériences, inventions, mécanismes et bricolages ingénieux spécialement élaborés pour ces trois jours, ils expliqueront le monde complexe de l'arbre, l'eau et la physiologie.

Objectifs généraux

1. Comprendre l'arbre en tant que système hydraulique.
2. Comprendre le rôle de l'eau dans la physiologie de l'arbre.
3. Savoir diagnostiquer l'état hydrique d'un arbre et d'apprécier les besoins en eau d'un arbre.
4. Connaître l'influence de la taille sur le système vasculaire de l'arbre.
5. Connaître les effets du changement climatique sur la physiologie de l'arbre.
6. Comprendre le rôle de l'eau dans la formation de « brûlures » et des « nécroses orientées ».
7. Savoir choisir les essences adaptées en fonction du changement climatique et en fonction des conditions hydriques du site.

Résultats

A la suite de cet atelier le participant sera capable :

1. De comprendre de façon approfondie le rôle de l'eau dans la physiologie de l'arbre.
2. De diagnostiquer l'état hydrique d'un arbre.
3. De mieux gérer les ressources d'eau.
4. De choisir les essences adaptées au site lors de la conception de nouvelles plantations.
5. De lutter contre la formation de nécrose orientée.

Public Visé

Tous les métiers ayant trait à l'arbre (chefs de service espaces verts, ingénieurs, techniciens, arboristes, experts, architectes paysagistes, forestiers...).

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle et travaux en laboratoire.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

7. Des séances questions-réponses réalisées pendant la formation.
8. Un QCM réalisé suite à la formation.

Durée

4 jours

Intervenants

Intervenants : Thierry Ameglio, Têtè Barigah, Hervé Cochard, Jean-Louis Julien, André Lacointe.
Animation : William Moore.

CONTENU EN DETAIL

Module 1 : L'eau de la molécule à la cellule végétale


Objectifs

1. Comprendre les caractéristiques de l'eau.
2. Comprendre le rôle de l'eau dans la cellule végétale.

Contenu

- Structure et propriétés de l'eau.
- Les phases liquide, gazeuse et solide de l'eau.
- Notions de pression, tension, capillarité.

- Le potentiel hydrique.
- L'eau et la cellule, pression osmotique, turgescence, plasmolyse.
- La plante artificielle.
- Les fonctions de l'eau chez les végétaux.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
6 h	Exposé en salle. Expériences en laboratoire	Jean-Louis Julien, Têtè Barigah
<p>Pierre Cruiziat (décédé) montre au groupe comment mesurer le potentiel hydrique d'une branche à l'aide d'une chambre à pression. Des chambres à pression portatives existent aussi. Elles permettent de connaître les besoins en eau d'un arbre. Ce système est plus efficace que les tensiomètres couramment utilisés car ils mesurent le potentiel hydrique de l'arbre et non pas du sol. Si la pression devient trop négative, il y a risque de dysfonctionnement du système vasculaire voire de rupture du symplasme et de mortalité des tissus.</p>		

Module 2 : L'eau, de la cellule à l'arbre

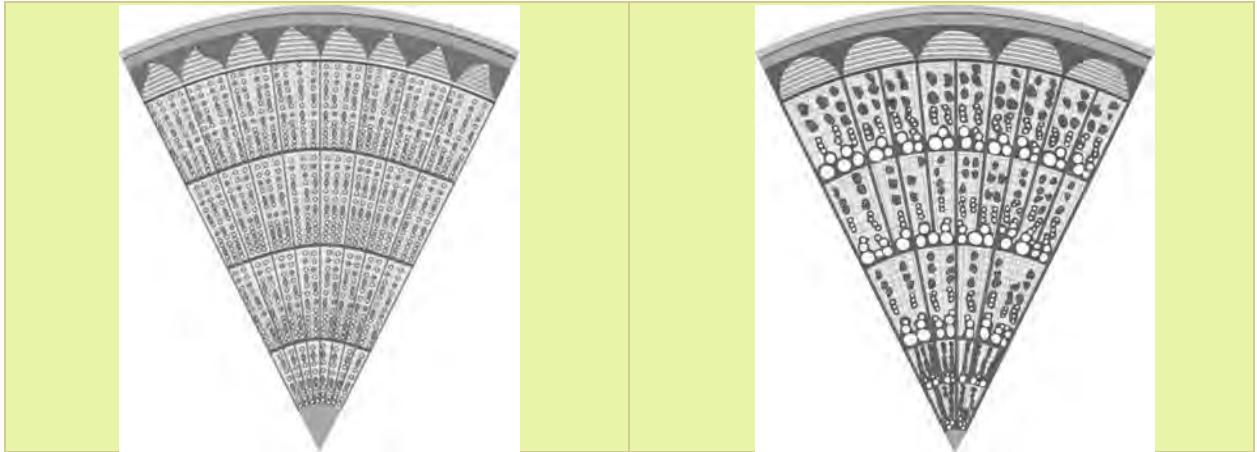
Objectif

1. Comprendre l'arbre en tant que système hydraulique.

Contenu

- L'arbre en tant que système hydraulique.
- Anatomie des tissus impliqués dans la circulation de l'eau, du sol à l'atmosphère.
- Mécanismes de transport de la sève brute.
- Le continuum sol - plante – atmosphère.
- Évapotranspiration.
- Embolie et cavitation.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
6 h	Exposés en salle. Expériences en laboratoire	Hervé Cochard



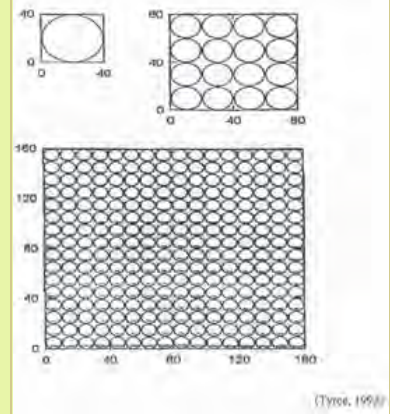
Les arbres à pores diffus (gauche), présentent de nombreux vaisseaux de petit diamètre. Les arbres à zones poreuses (droite), présentent de gros vaisseaux dans le bois initial et des petits vaisseaux dans le bois final (illustrations W. Moore©).

Les gros vaisseaux du bois initial chez les arbres à zones poreuses peuvent présenter un diamètre 10 fois plus grand que les vaisseaux du bois final ou les vaisseaux des arbres à pores diffus.

Chaque fois que le diamètre d'un vaisseau double, la quantité d'eau transportée (à pression égale), est multipliée par un facteur de 16. Ceci signifie qu'un arbre a besoin de 160 vaisseaux pour faire le même travail qu'un vaisseau de diamètre 4 fois plus grand (diagramme ci-contre). Ou qu'il faut 1016 vaisseaux du bois final chez le chêne pour faire le même travail qu'un vaisseau du bois initial !

Alors quel est l'intérêt des petits vaisseaux chez l'arbre, si les grands sont aussi efficaces ?

La réponse à cette question vous aidera à choisir les essences les mieux adaptées aux différents sites que vous rencontrez.



Module 3 : Le transport de la sève élaborée et le flux des réserves d'énergie

Objectifs

1. Connaître les mécanismes de transport de la sève phloémienne.
2. Connaître la phénologie de mise en réserve.

Contenu

- Anatomie des tissus impliqués dans la circulation de la sève phloémienne.
- Mécanismes de transport de la sève élaborée.
- La mise en réserve et la mobilisation des réserves le long de l'année (sucres solubles, amidon).

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle. Expériences en laboratoire	André Lacointe

Jean-Louis Julien et Tètè Barigah, dispositif pour illustrer la pression osmotique.



Module 4 : L'arbre hivernal

Objectifs

1. Comprendre le rôle de l'eau et des réserves dans le passage à la période hivernale.
2. Comprendre la formation des nécroses en bande (« brûlures » du soleil).
3. Comprendre pourquoi la taille est néfaste pour certaines essences pendant les périodes froides.

Contenu

- Mise en « dormance » de l'arbre.
- La physiologie hivernale : pressions positives, mécanismes et fonction.
- La formation des nécroses en bandes et les possibilités de traitements préventifs.
- La rupture du symplasme.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle. Expériences en laboratoire	Thierry Ameglio

Module 5 : Les effets de la taille sur le système vasculaire de l'arbre

Objectif

1. Comprendre les effets de l'élagage sur le système vasculaire et les autres composants du bois

Contenu

- Réaction des tissus de l'arbre suite à la taille.
- Influence de l'état hydrique de l'arbre sur les incidences de la taille.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle. Expériences en laboratoire	Hervé Cochard

Utilisation de colorant pour visualiser le trajet de la sève xylémienne.



Module 6 : Appréciation des besoins hydriques des arbres

Objectif

1. Connaître les outils disponibles pour l'appréciation de l'état hydrique de l'arbre.

Contenu

- Utilisation de la chambre à pression portable, des tensiomètres et des appareils pour mesurer les fluctuations du diamètre des branches.
- L'irrigation. Excès et manque d'eau (symptômes, mesures...).
- L'influence des gazons sur la vigueur de l'arbre.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
3 h	Exposés en salle. Expériences en laboratoire	Têtè Barigah

Module 7 : Changement climatique

Objectifs

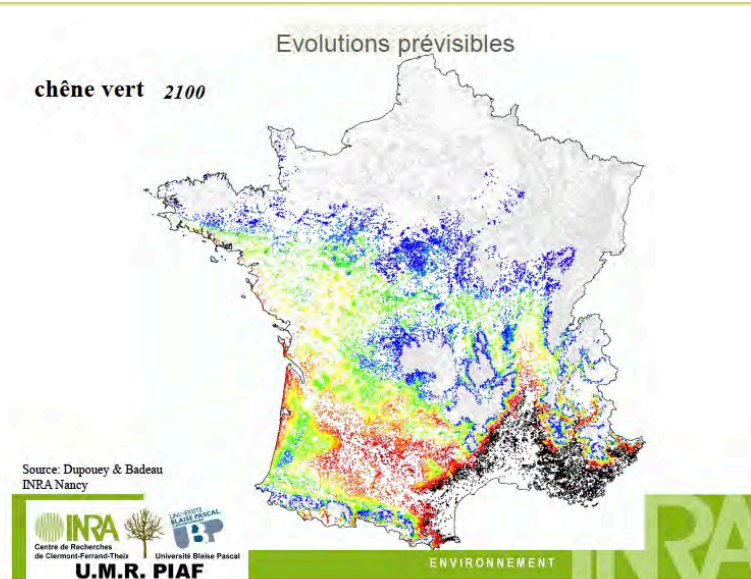
1. Définir le changement climatique.
2. Définir les enjeux.
3. Savoir choisir des espèces à planter en fonction du changement climatique.

Contenu

- Hypothèses sur les causes du changement climatique.
- Caractéristiques du changement climatique.
- Les effets du changement climatique sur la physiologie des arbres en pays tempéré.
- Les effets du changement climatique sur la répartition des espèces.
- Y a-t-il des essences vouées à la disparition ?
- Implication sur le choix des espèces.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
3 h	Exposé en salle	Thierry Ameglio - Hervé Cochard

Effets du réchauffement climatique sur le chêne vert.



III. L'ARBRE L'EAU. LA PHYSIOLOGIE APPROFONDIE DE L'ARBRE – DEROULEMENT

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	Laboratoire	Salle	Salle
<p>L'eau et la cellule</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure et propriétés de l'eau • Les phases liquide, gazeuse et solide de l'eau • Notions de pression, tension, capillarité • Le potentiel hydrique • L'eau et la cellule, pression osmotique, turgescence, plasmolyse • La plante artificielle 	<p>Travaux pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesure du potentiel hydrique avec la chambre de pression. <p>Salle</p> <p>Les voies et les mécanismes de la circulation de l'eau dans</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le trajet de l'eau du sol à l'atmosphère • Mécanismes de circulation • Cavitation et embolie • Les différents types de système vasculaire <p>L'élagage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que se passe-t-il dans la vascularisation quand on coupe une branche ? 	<p>Stress hydrique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indicateurs biologiques de l'état hydrique. <p>L'arbre en hiver</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le fonctionnement hydrique de l'arbre en hiver • La résistance au gel • Les chancres orientés 	<p>La sève élaborée</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assimilation • Anatomie fonctionnelle du liber • Transport de la sève élaboré • Mise en réserve de l'énergie • Fluctuation des réserves tout au long de l'année
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire	Salle
<p>Travaux pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesure du potentiel hydrique avec la chambre de pression : exposé sur le principe de la mesure puis mesures sur le terrain. <p>Le sol</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le sol comme réservoir d'eau 	<p>Travaux pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Travaux pratiques sur le cours du matin <p>Salle</p> <p>Sécheresse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conséquences physiologique d'une sécheresse 	<p>Travaux pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extraction de la sève brute : rameau froid/chaud • Osmolarité <p>Salle</p> <p>Compétition pour l'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compétition pour l'eau entre les arbres et la végétation qui les entoure • Conséquences en terme de gestion. 	<p>Le changement climatique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Y a-t-il un changement climatique ? • Les effets du changement climatique sur les arbres • Implications sur le choix des essences <p>Synthèse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Table ronde

Contenu de formation

IV

Le monde des mycorhizes Nutrition – protection – communication



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore. Mise à jour juillet 2024

IV. LE MONDE DES MYCORHIZES

Quatre jours avec Franck Richard (intervenant principal), William Moore et Darroch Moore.

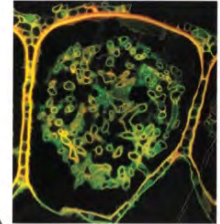
Prérequis :

- Formation Voyage au Centre de l'Arbre.
- Lecture du livre « La symbiose mycorhizienne » de Jean Garbaye.

Synthèses

La symbiose mycorhizienne
Une association entre les plantes
et les champignons

Jean Garbaye



Quæ

Les champignons, plus grands que les arbres. Dessin de Ted Green.



GENERALITES

Prérequis

1. Formation Voyage au Centre de l'Arbre fortement recommandée. Sinon, merci de lire attentivement le contenu du Voyage au Centre de l'Arbre et de vérifier que vous maîtrisez les thèmes abordés.
2. Lecture du livre « La symbiose mycorhizienne » de Jean Garbaye.

Motifs de la formation

Jean Garbaye :

« La "racine sans mycorhize" n'existe pas, ou seulement dans des cas très particuliers Comme on dit en Français : "C'est l'exception qui confirme la règle". Et comme on dit en Anglais : "Trees have no roots ; they have mycorrhizae".

La santé des arbres est étroitement liée aux champignons mycorhiziens, par exemple :

- Absorption d'eau
- Absorption des sels minéraux
- Défense
- Protection
- Redistribution des métabolites entre arbres
- Communication entre arbres

Il s'agit des structures minuscules, formées par la colonisation d'une racine non ligneuse en cours de développement par un champignon mycorhizien. Ces structures sont fragiles et sont facilement endommagées par la compaction du sol, asphyxie, fongicides, pollution, élagages sévères, à titre d'exemple. Il s'agit d'une symbiose obligatoire, sans mycorhize il n'y aurait tout simplement pas d'arbre sur la planète.

Très souvent, lorsqu'un arbre est malade, ce n'est pas l'arbre qu'il faut traiter, mais les champignons mycorhiziens. Si on veut des arbres en bonne santé, il faut inévitablement en tenir compte.

Nous étudions les mycorhizes dans l'atelier « Voyage au Centre de l'Arbre », mais ce sujet est d'une telle importance qu'il mérite un atelier spécifique.

Objectifs généraux

1. Savoir ce que c'est « la symbiose »
2. Connaître en profondeur la biologie des mycorhizes
3. Connaître la diversité des mycorhizes
4. Connaître le fonctionnement des ectomycorhizes
5. Connaître le fonctionnement des endomycorhizes
6. Savoir observer les mycorhizes
7. Savoir protéger les mycorhizes
8. Savoir améliorer la mycorhization des arbres

Résultats et produits

A la suite de cet atelier le participant sera capable :

1. De diagnostiquer l'état des mycorhizes d'un arbre, qu'il s'agisse d'une plantation récente ou d'un vieil arbre, en milieu urbain ou en forêt.
2. De choisir parmi une panoplie d'outils les traitements les mieux adaptés pour stimuler et optimiser la mycorhization.
3. De répondre à la question « est-ce que l'introduction au sol des propagules des mycorhizes comme vendues dans le commerce, est efficace ? ».

Public visé

Tous les métiers ayant trait à l'arbre : chefs de service espaces verts, ingénieurs, techniciens, arboristes, experts, architectes paysagistes, forestiers, passionnés de l'arbre

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle. Observation micro et macroscopiques en salle. Études *in situ*.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

9. Des séances questions-réponses pendant la formation.
10. Correction des croquis et schémas par le participant pendant la formation.
11. Un QCM suite à la formation.

Durée

4 jours

Intervenants

Quatre jours avec Franck Richard (intervenant principal), William Moore et Darroch Moore.

Le Dr. Franck Richard, votre intervenant principal.

Franck est professeur en biologie et écologie à l'Université de Montpellier où il est chargé du parcours de Master 1 Écosystèmes.

Chercheur dans les systèmes mycorhiziens depuis 2004, l'année d'obtention de son doctorat à l'Université Paul Sabatier à Toulouse.

Frank a participé à 69 publications scientifiques sur le sujet et a écrit 5 chapitres dans les livres.

Pédagogue de renom, Frank nous amènera dans le monde fascinant des mycorhizes pendant quatre jours qui comprennent :

- Des exposés en salle,
- Collecte observation des échantillons en forêt et en ville
- Traitement des échantillons pour observation par loupe binoculaire et par microscope.

Par la suite Frank nous parlera des applications pratiques en milieu urbain en particulier le diagnostic et le traitement du sol.



CONTENU EN DETAIL

Module 1 : Introduction au concept

- L'origine du concept
- Les plantes et les champignons
- Les racines
- La symbiose
- Morphologie, diversité et distribution des mycorhizes dans le règne végétal

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle. Observation avec loupe binoculaire x10 à x40) et au microscope (x100 à x1000). Étude <i>in situ</i> .	Franck Richard assisté par William Moore.et Darroch Moore.

C'est un phénomène mondial.

Ici ectomycorhize sur *Pinus longaeva*, à 3000m d'altitude dans les montagnes Blanches de Californie. Photo W. Moore.



Module 2 : Introduction aux racines

Objectifs

1. Connaître les deux différents types de racines de base

Contenu

- Racines ligneuses et racines non ligneuses (éphémères)
- Structures primaires et structures secondaires
- La formation du cambium et du phellogène
- La ramification
- L'infection par champignon mycorhizien

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
3 h	Exposés en salle. Observation avec loupe binoculaires. Étude <i>in situ</i> .	Franck Richard assisté par William Moore. et Darroch Moore.



Module 3 : Les ectomycorhizes

Objectifs

1. Connaître la biologie des ectomycorhizes
2. Connaître la diversité des ectomycorhizes
3. Savoir identifier les ectomycorhizes
4. Savoir préparer des échantillons pour observation à la loupe binoculaire et microscope.

Contenu

- Collecte des échantillons en forêt et en milieu urbain
- Préparation des échantillons pour observation microscopique
- Observation par microscope et présentation Powerpoint.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
7 h	Exposés en salle. Observation avec loupe binoculaire x10 à x40) et au microscope (x100 à x1000). Étude <i>in situ</i> .	Franck Richard assisté par William Moore.et Darroch Moore.

Ici ectomycorhize sur *Picea abies*, Suisse.
Photo W.Moore.



Module 4 : Les endomycorhizes

Objectifs

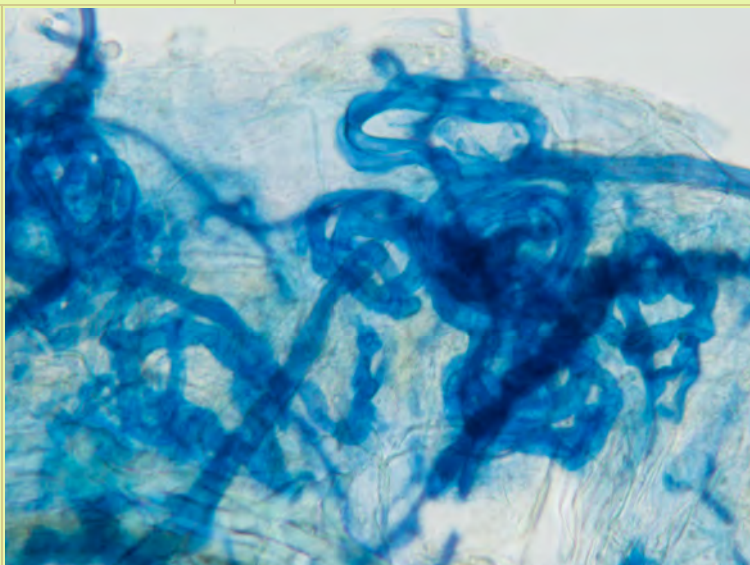
1. Connaître la biologie des endomycorhizes
2. Connaître la diversité des endomycorhizes
3. Savoir identifier les endomycorhizes

Contenu

- Collecte des échantillons en forêt et en milieu urbain
- Préparation des échantillons pour observation microscopique
- Observation par microscope des échantillons préparés à l'avance à l'Atelier de l'Arbre

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
7 h	Exposés en salle. Observation avec loupe binoculaire x10 à x40) et au microscope (x100 à x1000). Étude <i>in situ</i> .	Franck Richard assisté par William Moore.et Darroch Moore.

Hyphes de champignon endomycorhizien chez le pommier. X1000. Photo William Moore.



Module 5. Diagnostic et traitement : sylviculture et arboriculture

Objectifs

1. Savoir apprécier l'état des mycorhizes chez un arbre
2. Connaître les limites d'un diagnostic
3. Savoir quand il est nécessaire de faire intervenir un spécialiste
4. Connaître les techniques pour protéger le réseau mycorhizien
5. Connaître les techniques disponibles pour améliorer la mycorhization

Contenu

- Évaluation du potentiel d'inoculum mycorhizien du sol
- Fonctions enzymatiques, outils basés sur l'analyse de l'ADN (quantification et composition des communautés).
- Y a-t-il, ou risque-t-il d'y avoir déficit ?
- Est-il nécessaire d'en tenir compte et d'agir ?
- Comment agir ?
- Quelles sont les précautions culturales à prendre ?
- Est-il envisageable d'inoculer ? Avec quoi ?
- Qui peut le faire ?
- Comment ne pas se faire bernier par des marchands sans scrupules ?

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
6 h	Exposés en salle. Étude <i>in situ</i> .	Franck Richard assisté par William Moore.et Darroch Moore.

75 espèces d'ectomycorhize identifiées dans une chênaie en Lorraine.



(Courty *et al.*, 2008)



LE MONDE DES MYCORHIZES – DEROULEMENT

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
Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire
<p>Histoire :</p> <ul style="list-style-type: none"> La découverte des mycorhizes au fil du temps <p>Les racines</p> <ul style="list-style-type: none"> Structures primaires et secondaires Développement du cambium et du phéllogène <p>Les racines ligneuses</p> <ul style="list-style-type: none"> Le squelette porteur Anatomie fonctionnelle <p>Les racines fines</p> <ul style="list-style-type: none"> L'appareil absorbant La symbiose La diversité <p>Introduction aux mycorhizes</p> <ul style="list-style-type: none"> Absorption de l'eau et des sels minéraux Rôle de protection et de défense L'allélopathie Rôle de communication entre les arbres La symbiose 	<p>Les ectomycorhizes</p> <ul style="list-style-type: none"> Morphologie Diversité Identification Fonctionnement Rôle dans les écosystèmes naturels Distribution dans les écosystèmes anthropisés Interactions avec les autres organismes du sol Réseaux ectomycorhiziens 	<p>Les endomycorhizes</p> <ul style="list-style-type: none"> Morphologie Diversité Identification Fonctionnement Interactions avec les autres organismes du sol 	<p>Applications pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> Méthodes d'analyse des symbioses et de leur rôle : fonctions enzymatiques, outils basés sur l'analyse de l'ADN (quantification et composition des communautés) <p>Utilisation des réseaux mycorhiziens</p> <ul style="list-style-type: none"> Quelles perspectives dans l'espace urbain ? <p>Évaluation des potentialités de sol :</p> <ul style="list-style-type: none"> Quels outils disponibles ? À quel prix ? Pour qui ? <p>Observation des endomycorhizes préparés Jrs II et III</p> <ul style="list-style-type: none"> Microscope x 100 à x 1000 Photographie des ectomycorhizes
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Sortie	Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire
<p>Sortie en forêt</p> <ul style="list-style-type: none"> Observation et collecte des racines et ectomycorhizes en forêt Observation et collecte du sol agricole Trempage des échantillons 	<p>Sortie : arbres d'ornement</p> <ul style="list-style-type: none"> Observation et collecte des racines arbres endomycorhiziens Observation et collecte des nodosités et des actinorhizes <p>Laboratoire</p> <ul style="list-style-type: none"> Rincage des échantillons des ectomycorhizes Première phase du traitement des échantillons des endomycorhizes (cuisson à la potasse, rinçage, acidification). 	<p>Laboratoire</p> <p>Ectomycorhizes. Traitement des échantillons pour observation</p> <ul style="list-style-type: none"> Nettoyage Découpage Coloration Montage pour microscope <p>Observation</p> <ul style="list-style-type: none"> Loupe compte fil x 10 Loupe binoculaire x 10 à 40 Microscope x 100 à x 1000 Photographie des mycorhizes via loupe trinoculaire et microscope trinoculaire <p>Endomycorhizes</p> <ul style="list-style-type: none"> Suite aux rinçages et traitements pour observations Jr IV 	<p>Applications pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> Problématique des terres fertiles en ville. Progrès de la stimulation de la mycorhization en milieu dans les parcs et jardins. Stimulation du réseau mycorhizien Inoculation : le pour et le contre Mulch en surface Mulching vertical <p>Aspects divers</p> <ul style="list-style-type: none"> Les mycorhizes et la phytoremédiation des sols Les mycorhizes et la production de champignons comestibles

Contenu de formation

V

Voyage au Centre de l'Arbre II



Guide des Ateliers
Responsable pédagogique : William Moore
©William Moore juillet 2024

V. VOYAGE AU CENTRE DE L'ARBRE II

De la tronçonneuse au microtome au microscope.

Anatomie fonctionnelle des feuilles et du bois et de l'écorce.

Quatre jours avec William Moore et Darroch Moore.

Couverture : *Acer pseudoplatanus*, aubier, plan tangentiel, tracé d'un point méristématique dormant. x 400.

GENERALITES

Prérequis

Formation Voyage au Centre de l'Arbre I : obligatoire.

Motifs de la formation

Cet atelier offre un voyage inédit à l'intérieur de la tige ligneuse (aérien et sous terrain) permettant une compréhension subtile de l'arbre.

Les observations macroscopiques seront réalisées sur les échantillons préparés à l'avance et sur des échantillons disséqués à la tronçonneuse pendant la formation. Les observations microscopiques seront réalisées par les participants eux-mêmes dans notre laboratoire à l'aide de microtomes et de microscopes (agrandissement x100 à x1000) les participants créeront des images magnifiques !

Les tissus primaires et secondaires des arbres gymnospermes angiospermes seront étudiés avec minutie selon les plans transversaux, radiaux et tangentiels et suite à l'application des colorants pour la mise en valeur de la lignine, de la cellulose et de l'amidon. La lumière polarisée sera utilisée pour distinguer les parois cellulaires primaires et les parois cellulaires secondaires. La zone de réaction et la zone de barrage (CODIT), seront étudiées de la même manière ainsi que le bois de réaction chez les gymnospermes et les angiospermes.

Le fonctionnement de l'ensemble des tissus sera détaillé tout au long des observations à l'aide des projections d'images des échantillons préparées par le groupe à l'aide d'un microscope trinoculaire et par des présentations PowerPoint : croissance radiale, support, transport de la sève xylémienne, transport de la sève phloémienne, transport radial, mise en réserve de l'énergie (sucres solubles, amidon), embolie hivernale et embolie estivale, compartimentation, défense, protection.

Chaque participant amènera une étude succincte dendrochronologie d'un arbre sain et d'un arbre malade.

Les participants peuvent photographier leurs échantillons à l'aide de microscope trinoculaire et apprendre à traiter leurs images (Helicon focus, Lightroom).

Objectifs généraux

1. Savoir utiliser le microtome
2. Savoir utiliser les colorants divers pour l'observation des échantillons préparés par microtome
3. Savoir monter et conserver les échantillons
4. Connaître et comprendre en détail l'anatomie fonctionnelle du bois et de l'écorce des conifères, des feuillus à zones poreuses et des feuillus à pores diffus, racines et troncs.
5. Connaître en détail l'anatomie fonctionnelle du bois de réaction chez les gymnospermes et les angiospermes.
6. Connaître en détail l'anatomie fonctionnelle de la zone de réaction et la zone de barrage chez les gymnospermes et les angiospermes.
7. Savoir réaliser une étude succincte dendrochronologie
8. Savoir photographier, traiter et archiver les images

Microscopie permettra au participant de mieux diagnostiquer les arbres. Elle permettra aux enseignants d'être plus performant en pédagogie et de transmettre des méthodes et connaissances à leurs élèves. Chaque participant recevra à la suite de la formation un document PDF reprenant les plus belles images prises pendant la formation.

Public visé

Enseignants, bureau d'études, étudiants, arboristes, forestiers, passionnés de l'arbre.

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Entraînement dans les techniques de microscopie en laboratoire. Observations par microscope x 100 à x 1000. Études *in situ*.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

12. Des séances questions-réponses pendant la formation.
13. Correction des croquis et schémas par le participant pendant la formation.
14. Un QCM suite à la formation.

Durée

4 jours

Intervenants

William Moore assisté par Darroch Moore

CONTENU EN DETAIL

Module 1 : Le matériel. La jeune tige de conifère.

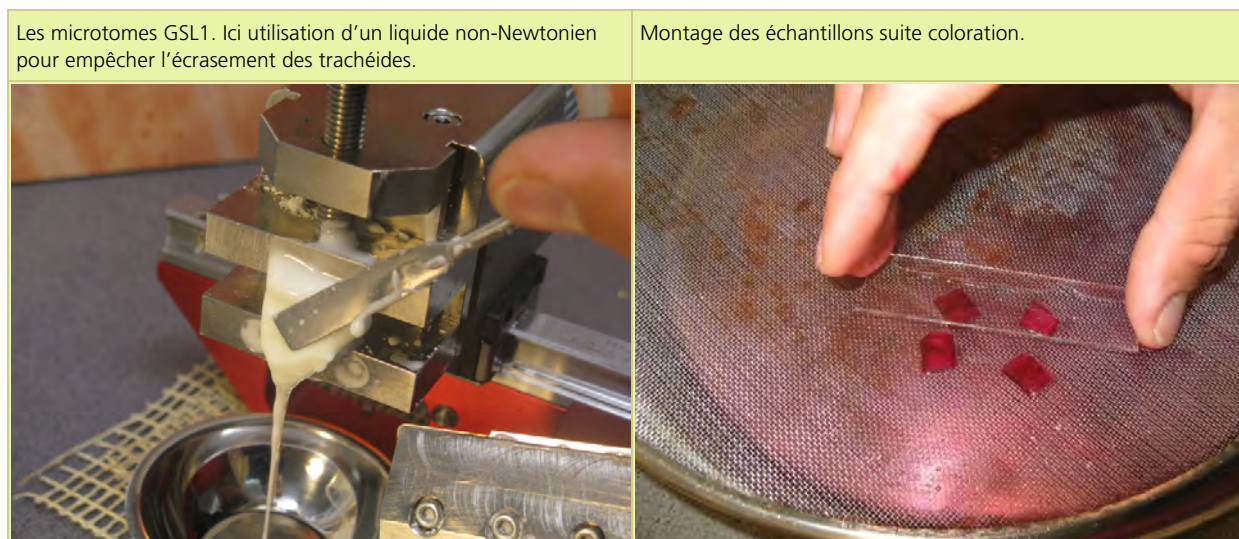
Objectifs

1. Connaître le microtome et son utilisation.
2. Connaître le microscope et son utilisation.
3. Savoir préparer et monter les échantillons pour observation.
4. Savoir prendre des photos avec le microscope trinoculaire.

Contenu

- Démonstration de l'utilisation du microtome.
- Traitement et coloration des échantillons, montage sur lamelle avec couvre objet.
- Démonstration de l'utilisation du microscope.
- Connaître l'anatomie fonctionnelle de la jeune tige de conifère.
- Discussion sur les applications pratiques.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle. Observation au microscope x100 à x1000.	William Moore assisté par Darroch Moore



Module 2 : La feuille, la photosynthèse et la respiration

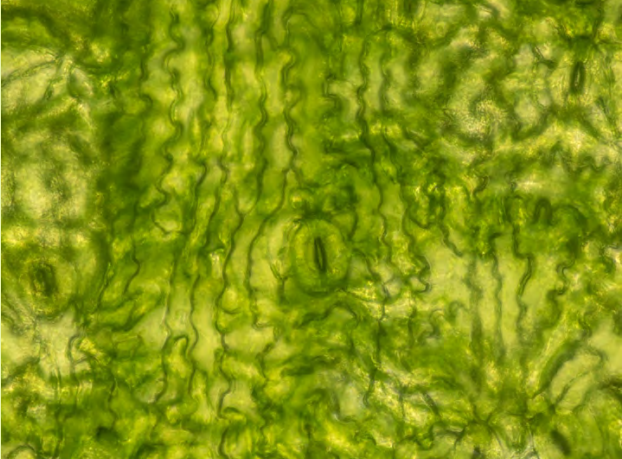
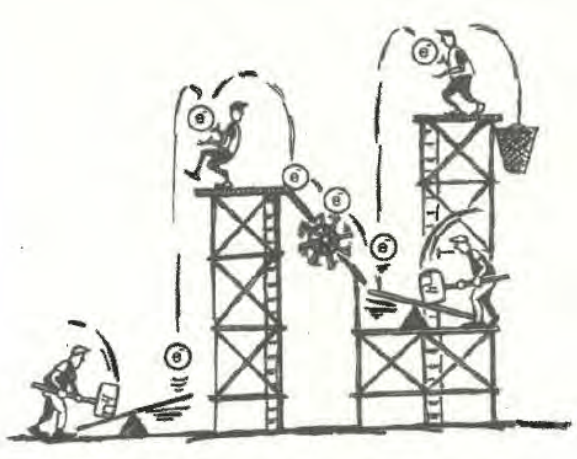
Objectifs

1. Connaître la structure et le fonctionnement des feuilles.
2. Connaître la photosynthèse et la respiration en détail.
3. Savoir préparer et monter les échantillons pour observation.

Contenu

- Préparation et montage des échantillons.
- Observation des tissus, les chloroplastes et les stomates.
- Anatomie fonctionnelle des tissus observés.
- Discussion sur les applications pratiques.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle. Observation au microscope x100 à x1000.	William Moore assisté par Darroch Moore

<i>Ginkgo biloba</i> . Stomates x 400	La photosynthèse (David Allan Walker)
	

Module 3 : Le bourgeon, la jeune tige d'angiosperme et le développement du cambium et du phellogène

Objectifs

1. Connaître la structure d'un bourgeon et la jeune tige d'angiosperme.
2. Connaître la formation du cambium.
3. Connaître le développement de la jeune tige.
4. Savoir préparer et monter les échantillons pour observation.

Contenu

- Préparation et montage des échantillons.
- Observations des bourgeons et de la jeune tige.
- Anatomie fonctionnelle des tissus observés.
- Discussion sur les applications pratiques.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle. Observation au microscope x100 à x1000.	William Moore assisté par Darroch Moore

Le cambium et les tissus secondaires dans le bourgeon.	Le cambium et la jeune tige. Lumière polarisée.
	

Module 4 : Les gymnospermes : la tige âgée et les racines ligneuses

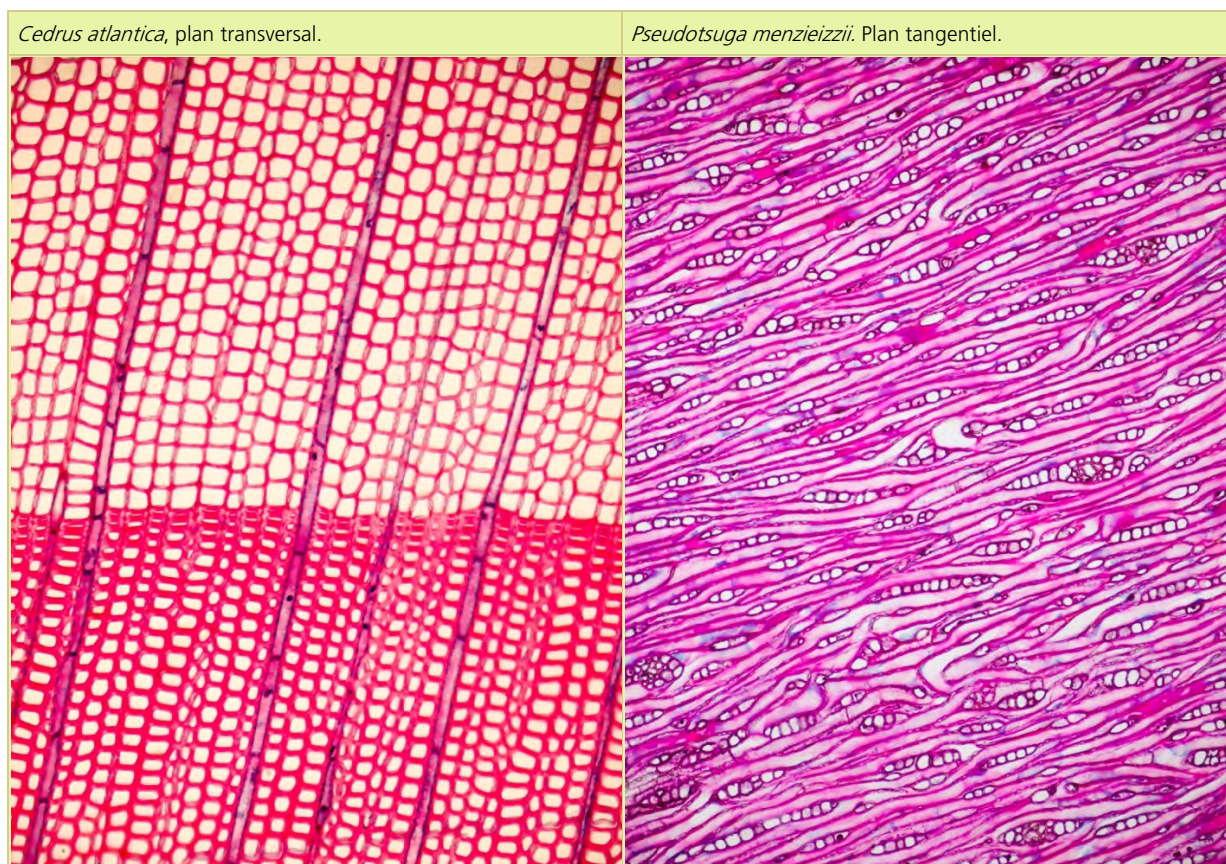
OBJECTIFS

1. Connaître et comprendre l'anatomie fonctionnelle des troncs et racines des conifères

Contenu

- Préparation des échantillons en plan transversal, radial et tangentiel.
- Observations : trachéides, parenchyme radial et axial, canaux résinifères radiales et axiaux, cambium, tubules criblés, phellème, phellogène phelloderme.
- Fonctionnement des différents tissus.
- Discussion sur les applications pratiques.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle. Observation au microscope x100 à x1000.	William Moore assisté par Darroch Moore



Module 5 : Les angiospermes : la tige âgée et les racines ligneuses

Objectifs

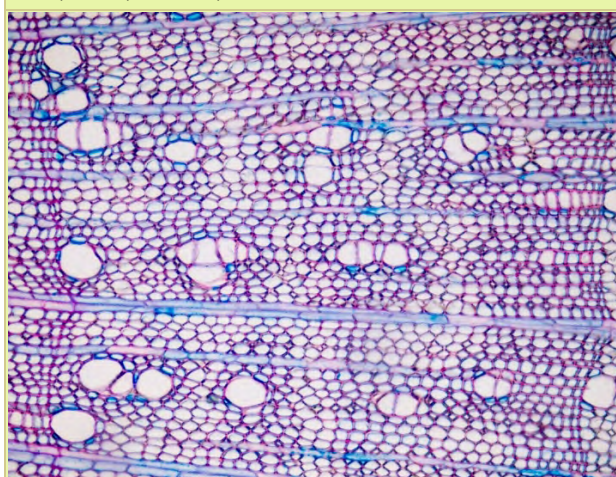
1. Connaître et comprendre l'anatomie fonctionnelle de la tige âgée et des racines ligneuses de l'angiosperme.

Contenu

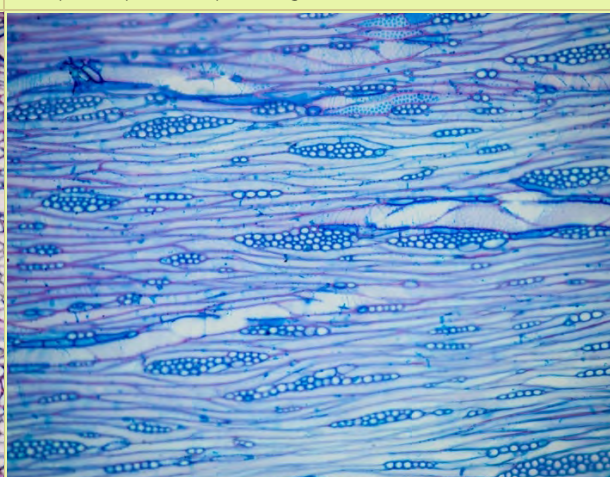
- Préparation des échantillons en plan transversal, radial et tangentiel.
- Observations : vaisseaux, parenchyme radial et axial, fibres, trachéides, cambium, tubules criblés, cellules compagnes, phellème, phellogène phelloderme.
- Observation du duramen.
- Fonctionnement des différents tissus.
- Discussion sur les applications pratiques.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle. Observation au microscope x100 à x1000.	William Moore assisté par Darroch Moore

Acer pseudoplatanus, plan transversal.



Acer pseudoplatanus, plan tangentiel.



Tilia x europea, section transversale, aubier cambium et écorce.



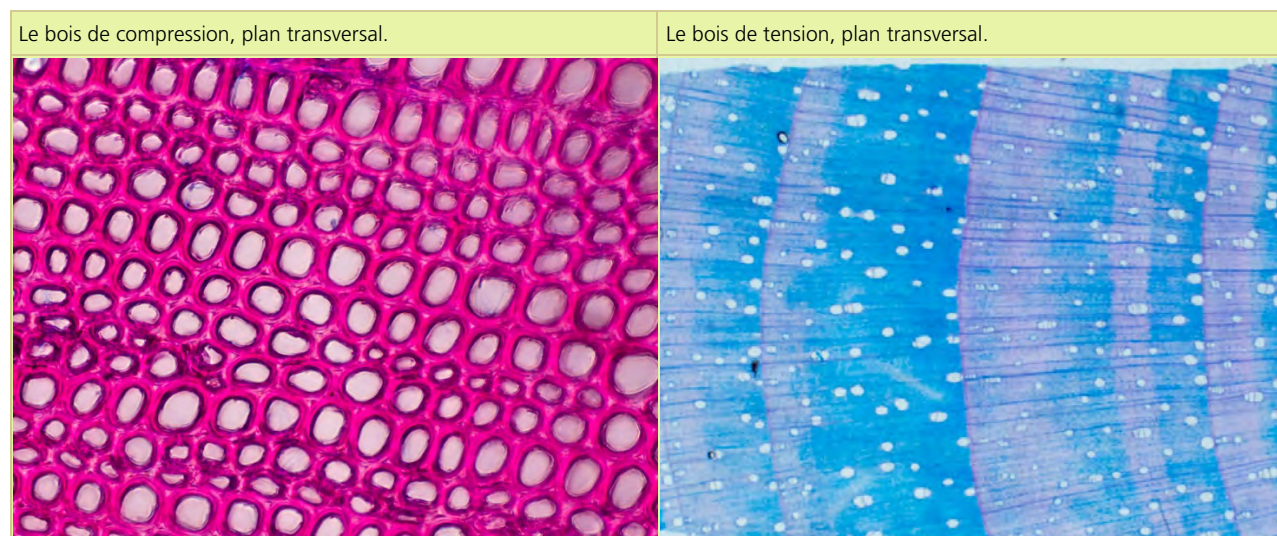
Module 6 : Le bois de réaction

1. Connaître l'anatomie fonctionnelle du bois de réaction : bois de compression chez les conifères, bois de tension chez les feuillus.
2. Connaître la formation du bois réaction.

Contenu

- Préparation des échantillons en plan transversal, radial et tangentiel.
- Observations.
- Anatomie fonctionnement des différents tissus.
- Discussion sur les applications pratiques.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle. Observation au microscope x100 à 1000.	William Moore assisté par Darroch Moore



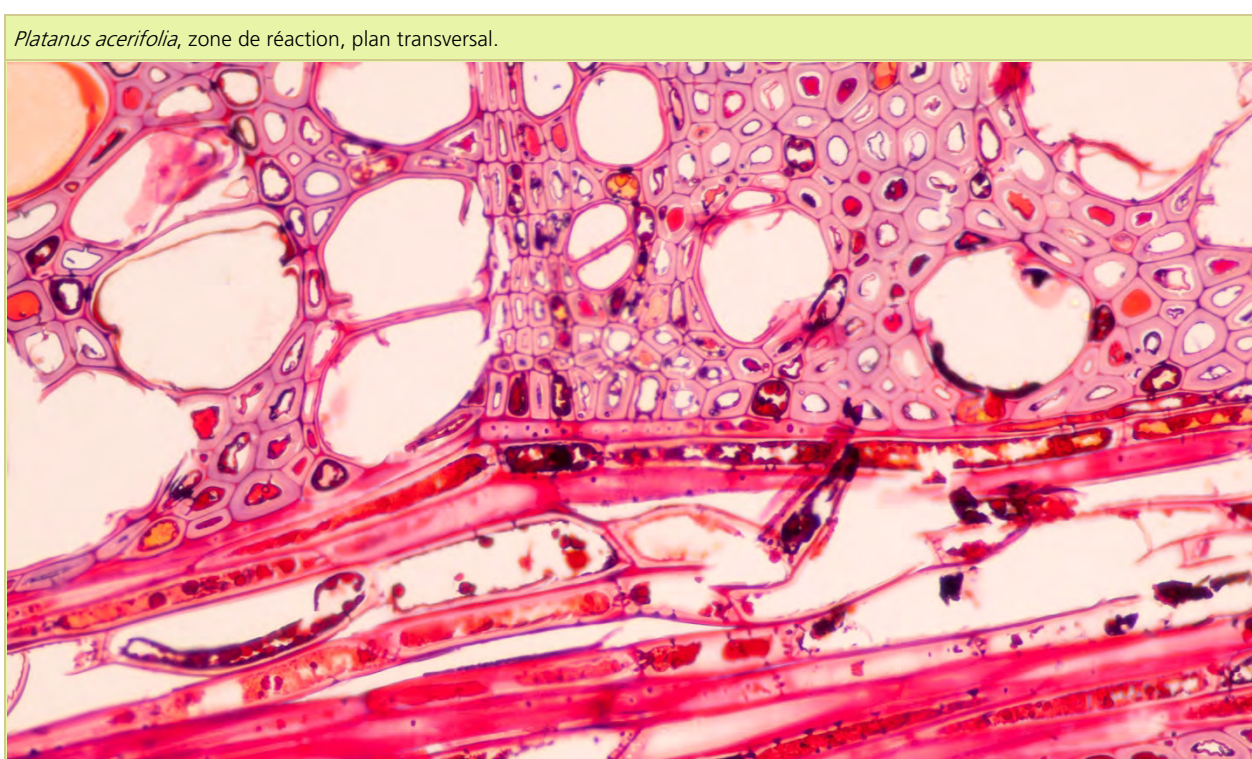
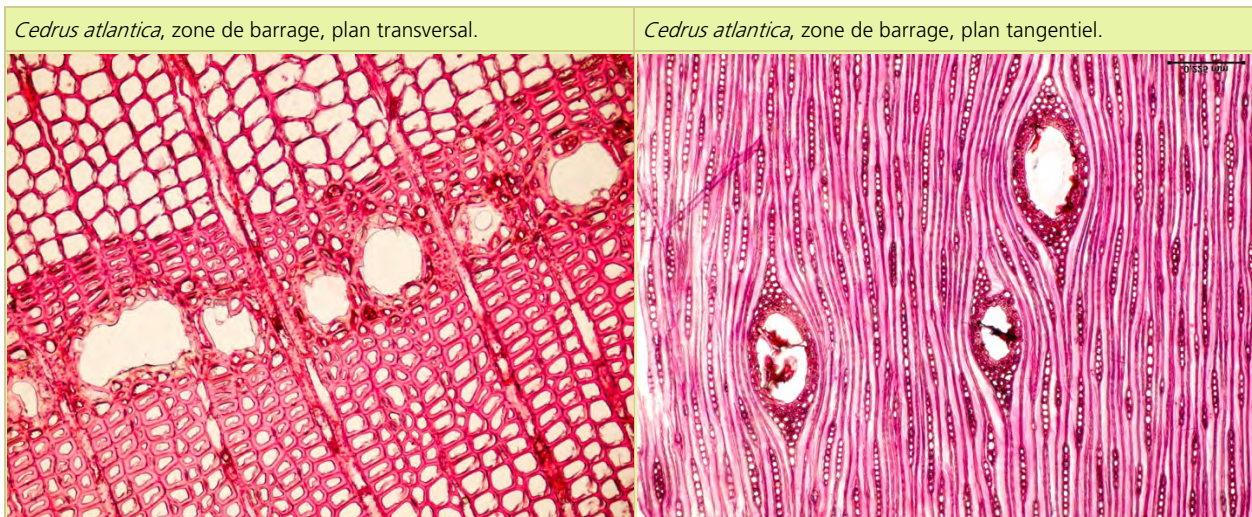
Module 7 : La zone de réaction et la zone de barrage

3. Connaître pour comprendre l'anatomie fonctionnelle de la zone de réaction et la zone de barrage chez les angiospermes et les gymnospermes.

Contenu

- Préparation des échantillons en plan transversal, radial et tangentiel.
- Observations : modification des structures au sein des barrières de protection.
- Fonctionnement des différents tissus.
- Discussion sur les applications pratiques.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle. Observation au microscope x100 à 1000.	William Moore assisté par Darroch Moore



Module 8 : La dendrochronologie

Objectifs

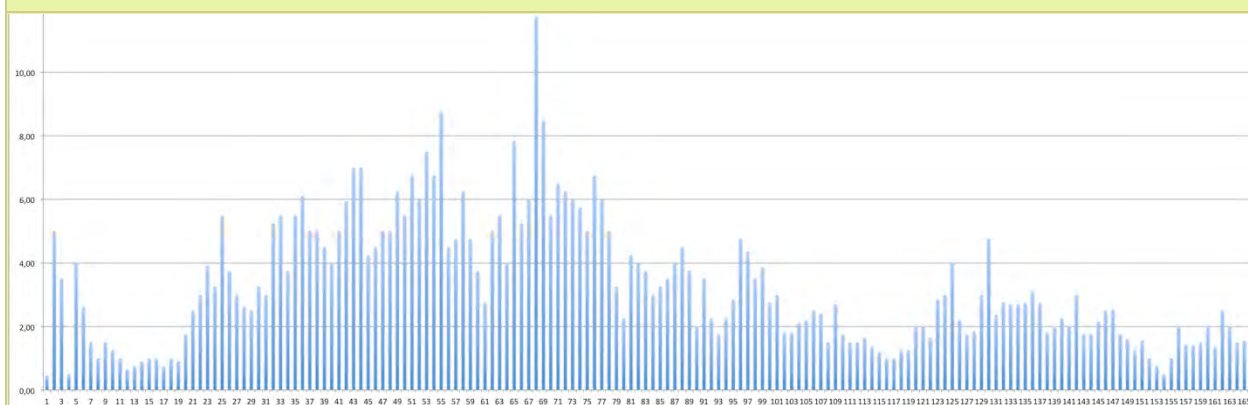
1. Savoir réaliser une étude dendrochronologique d'un arbre sain et d'un arbre malade

Contenu

- Prise de carotte à l'aide de la tarière de type « Pressler ».
- Préparation des carottes pour observation.
- Mesure des cernes de croissance à l'aide de loupe binoculaire et de microscope.
- Saisie des données sur tableur
- Présentation et interprétation des résultats.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
6 h	Exposés en salle. Observations au loupe binoculaire et au microscope.	William Moore assisté par Darroch Moore

Platanus x acerifolia. Croissance radiale de ses 165 ans.



Module 9 : La photographie

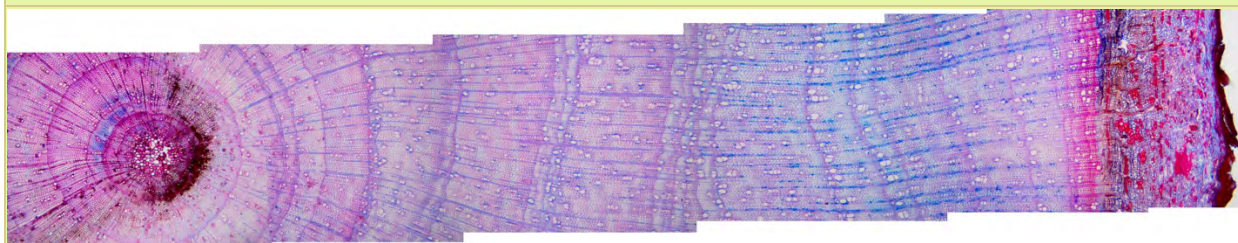
Objectifs

1. Savoir prendre des photos via loupe trinoculaire et microscope trinoculaire.
2. Savoir traiter les images.
3. Savoir classer les images.

Contenu

- Prise de photo.
- Démonstration de la technique de « Stacking », logiciel Hélicon Focus.
- Démonstration de la technique de réassemblage d'images. Logiciel Photoshop.
- Démonstration des méthodes de classement et d'archivage. Logiciel Lightroom.
- Mesure des cernes de croissance à l'aide de loupe binoculaire et de microscope.

Acer pseudo platanus. Plan transversal réalisé à partir de six images.



Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle. Travaux pratiques.	William Moore assisté par Darroch Moore

V. VOYAGE AU CENTRE DE L'ARBRE II. DEROULEMENT.

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
Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire
<p>Apprentissage</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilisation du microtome et microscope Préparation coloration et montage des échantillons Observation de jeune tige de gymnosperme <p>Les feuilles</p> <ul style="list-style-type: none"> Préparation des échantillons Observation des stomates et des chloroplastes. La photosynthèse, la respiration et la mise en réserve, approfondie. 	<p>Les gymnospermes. Anatomie fonctionnelle des troncs et des racines. Suite séance précédente.</p> <p>Les angiospermes. Anatomie fonctionnelle des troncs et des racines.</p> <ul style="list-style-type: none"> Préparation coloration et montage des échantillons <p>Observations</p> <ul style="list-style-type: none"> Anatomie fonctionnelle des tissus observés. 	<p>La zone de réaction</p> <ul style="list-style-type: none"> Préparation coloration et montage des échantillons <p>Observations</p> <ul style="list-style-type: none"> Anatomie fonctionnelle des tissus observés. <p>La zone de barrage.</p> <ul style="list-style-type: none"> Fonction et formation du bois de réaction Préparation coloration et montage des échantillons <p>Observations</p> <ul style="list-style-type: none"> Anatomie fonctionnelle des tissus observés 	<p>Dendrochronologie</p> <ul style="list-style-type: none"> Préparation des échantillons pour observation. La coloration des échantillons. <p>Observations</p> <ul style="list-style-type: none"> Mesure de la croissance radiale à la loupe binoculaire
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Laboratoire	Laboratoire	Sortie	Laboratoire
<p>Le bourgeon et le cambium</p> <ul style="list-style-type: none"> Préparation des sections transversales Observation du cambium et son développement dans le bourgeon Observation de la jeune tige d'angiosperme <p>Les gymnospermes. Anatomie fonctionnelle des troncs et des racines.</p> <ul style="list-style-type: none"> Préparation coloration et montage des échantillons <p>Observations</p> <ul style="list-style-type: none"> Anatomie fonctionnelle des tissus observés. Photographie des échantillons de la journée 	<p>Les angiospermes. Anatomie fonctionnelle des troncs et des racines âgés. Suite séance précédente.</p> <p>Le bois de réaction</p> <ul style="list-style-type: none"> Fonction et formation du bois de réaction Préparation coloration et montage des échantillons <p>Observations</p> <ul style="list-style-type: none"> Anatomie fonctionnelle des tissus observés. <p>Photographie</p> <p>Photographie des échantillons de la journée</p>	<p>Dendrochronologie</p> <ul style="list-style-type: none"> Prise de carotte à l'aide de tarière. <p>Observations in situ</p> <ul style="list-style-type: none"> Discussion du fonctionnement global de l'arbre in-situ 	<p>Dendrochronologie</p> <ul style="list-style-type: none"> Présentation et interprétation des résultats (Excel) <p>Photographie</p> <ul style="list-style-type: none"> Classement et archivage des images <p>La littérature et les associations</p> <ul style="list-style-type: none"> Présentation des ouvrages et associations pertinants au sujet

Contenu de formation

VI - VTA

Analyse visuelle de l'arbre
et
évaluation de l'état
mécanique
(Depuis 1991)



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore. Mise à jour juillet 2024

VI. VTA - ANALYSE VISUELLE DE L'ARBRE ET EVALUATION DE L'ETAT MECANIQUE

La biomécanique, le diagnostic visuel, la détection des défauts, l'évaluation de l'état mécanique.



L'arbre de gauche montre les symptômes d'un risque imminent de rupture. Pour la personne avertie les symptômes sont bien marqués. Aucun sondage n'est nécessaire. L'abattage de l'arbre a été formellement interdit, il est tombé deux semaines plus tard, heureusement sans dommages corporels.

Des catastrophes illustrées par la photo de droite, peuvent être évitées par des contrôles réguliers effectués par une personne avertie.
Photo Roy Finch, expert Britannique.

GENERALITES

Prérequis

Formation Voyage au Centre de l'Arbre fortement recommandée. Sinon, merci de lire attentivement le contenu du Voyage au Centre de l'Arbre et de vérifier que vous maîtrisez les thèmes abordés.

Motifs de la formation

La chute d'un arbre ou d'une partie de l'arbre est une préoccupation majeure du gérant. L'identification des défauts pouvant entraîner une rupture repose dans la capacité de reconnaître les symptômes visuels de défauts mécaniques internes ou externes. Ces symptômes sont parfois très subtils et visibles seulement par une personne avertie. Une compréhension du comportement biomécanique de l'arbre est essentielle pour comprendre le développement des symptômes et l'évolution des défauts. À la suite de la détection d'un symptôme des outils simples ou sophistiqués sont employés pour vérification et pour la mesure de l'ampleur du défaut. Ces outils sont plus au moins efficaces et l'opérateur doit être au courant de leurs limites. D'autre part, ces outils sont plus au moins intrusifs (percement), une bonne lecture de l'arbre permet de minimiser le nombre de perforations effectuées.

Cet atelier repose en grande partie sur les travaux de Professeur Claus Mattheck et son équipe, au Centre de Recherche Nucléaire de Karlsruhe en Allemagne. La recherche qu'il mène avec son équipe depuis de nombreuses années, a permis d'établir la méthode VTA pour le diagnostic de l'état mécanique des arbres et de créer des logiciels utilisés pour *optimiser* la forme de certaines pièces mécaniques. (Voitures et broches chirurgicales sont maintenant conçues en tenant compte de lois physiques qui régissent les arbres !).

Cet atelier comprend également une présentation et des applications de la méthode SIA (Statique Intégrée de l'Arbre) de Lothar Wessolly. Les méthodes **VTA** et **SIA** sont comparées et critiquées, en particulier les seuils de sécurité proposés par ces deux auteurs.

La pratique de la méthodologie de Claus Mattheck, depuis 1993 et l'utilisation depuis 1982 de toute une gamme d'instruments pour la détection de la pourriture dans le bois, ont permis à William Moore d'établir une étude comparative des différents outils et méthodologies et d'écrire plusieurs articles sur le sujet.

Objectifs généraux

1. Comprendre le comportement biomécanique de l'arbre.
2. Connaître les symptômes visuels des défauts internes des arbres.
3. Connaître les outils de diagnostic couramment utilisés.
4. Connaître les différentes méthodes couramment utilisées pour l'évaluation de la gravité d'un défaut.
5. Connaître les techniques pour diminuer la probabilité de rupture.

Résultats et produits attendus

A la suite de cet atelier le participant sera capable :

1. De comprendre le comportement biomécanique de l'arbre.
2. De reconnaître les symptômes visuels de défauts.
3. De mener une investigation sur l'amplitude d'un défaut, tout en minimisant le nombre de sondages.
4. D'effectuer une cartographie de la section analysée.
5. De choisir parmi différentes méthodes pour l'évaluation de la gravité d'un défaut.

Public visé

Tous les métiers ayant trait à l'arbre (Service des Espaces Verts (ingénieurs, techniciens), arboristes, experts, architectes paysagistes...

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle 50%. Études *in situ* 50%.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

15. Des séances questions-réponses pendant la formation.
16. Un QCM suite à la formation.

Durée

4 jours

Intervenant

William Moore

CONTENU EN DETAIL

Module 1 : Principes de base

Objectif

1. Connaître les contraintes physiques agissantes sur l'arbre.

Contenu

- Révision : structure et fonction du bois et de l'écorce.
- La contrainte de compression.
- La contrainte de tension.
- Le moment de flexion.
- La contrainte de cisaillement.
- La fibre neutre.
- Le moment géométrique d'inertie.
- La contrainte de torsion.
- Les contraintes associées aux encoches.
- La structure du bois d'un point de vue biomécanique : les contraintes de croissance, le rôle des rayons.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle	W. Moore

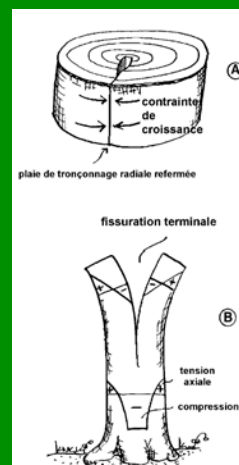
Il existe dans le bois des précontraintes associées à la croissance. Les précontraintes renforcent un bois d'un point de vue mécanique.

La contrainte de croissance

Après une coupe de scie radiale dans une rondelle de bois vert, le bois se comprime latéralement. Il y a donc une précontrainte *circonférentielle* à l'intérieur du tronc qui agit comme une contrainte de compression sur la surface du tronc.

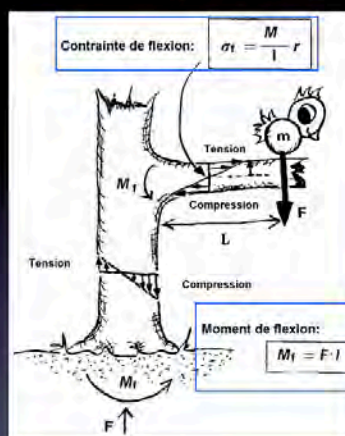
Après une coupe longitudinale dans un tronc vert, le tronc s'écarte au niveau de la coupe. Il y a donc une précontrainte *longitudinale* à l'intérieur du tronc qui agit sur la surface comme une contrainte de tension sur la surface du tronc.

Les précontraintes sont dues à l'expansion latérale et à la contraction longitudinale pendant le développement des cellules.



Principes de base en science physique : présentation simple !

Le moment de flexion et la fibre neutre



- Moment de flexion (M_f) :
 $M_f = F \times L$
- Contrainte de flexion (σ_f) :
 $(M_f / I) \times r$
(I : moment géométrique d'inertie qui caractérise la forme de la section)
- Fibre neutre : $\sigma_f = 0$

Les contraintes de flexion sont portées principalement par l'extérieur de la branche.

Module 2 : Le comportement biomécanique de l'arbre : l'arbre, un organisme mécaniquement optimisé.

Objectifs

1. Comprendre le comportement biomécanique de l'arbre à travers les axiomes du Prof. Claus Mattheck.
2. Comprendre le flux de la force du vent, des feuilles au sol, et l'axiome de la contrainte constante.
3. Comprendre comment l'arbre optimise sa forme externe et la qualité du bois interne selon les contraintes subies.
4. Comprendre comment l'arbre minimise la longueur de ses bras de levier.
5. Comprendre la notion d'échec prévisible et d'échec imprévisible.

Contenu

- Notions fondamentales : contraintes de compression, de tension, de torsion et de cisaillement. Singularités et flux des forces.
- Facteurs de sécurité.
- La contrainte de la croissance et le bois de réaction.
- La structure de la paroi cellulaire et le modèle bois/béton armé. Le rôle des rayons et le modèle bois/tour.
- La dégradation de la paroi cellulaire et modes de rupture du bois. Les différents types de pourriture : pourritures blanches simultanées et sélectives, marron cubiques et alvéolaires.
- Présentation d'exemples d'échecs prévisibles et d'échecs imprévisibles.
- La chute de branche en période estivale, un échec généralement imprévisible. Facteurs causaux.

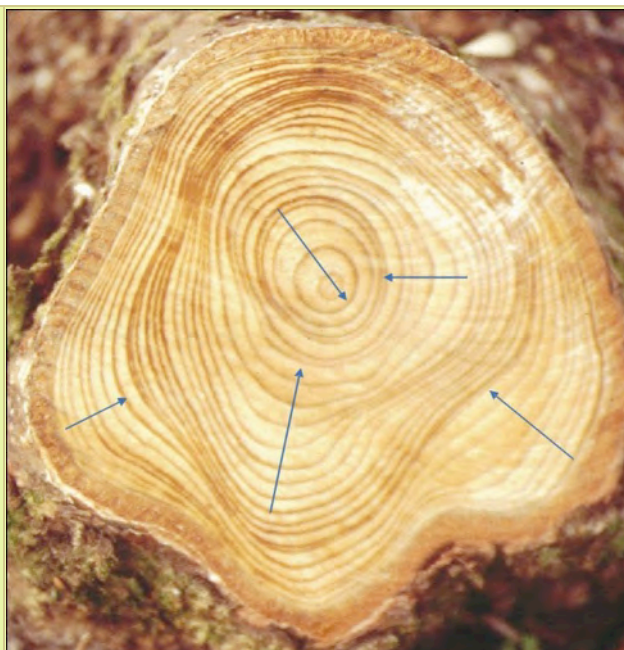
Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

La biomécanique est un sujet qui devient rapidement très complexe. Dans cet atelier les principes de bases sont présentés en utilisant un minimum de mathématiques pour illustrer les types de contraintes subies par un arbre.

La forme externe de l'arbre et la qualité locale interne du bois sont modifiées en fonction des contraintes subies. L'historique des contraintes peut être lu en observant les cernes de croissance.

L'arbre est continuellement en train d'optimiser sa forme en fonction de la contrainte subie.

La compréhension de ces phénomènes chez l'arbre sain est importante car elle explique le développement des symptômes lorsqu'un défaut se développe.



Module 3 : Développement des symptômes et l'analyse visuelle de l'arbre

Objectifs

1. Connaître les symptômes visuels des défauts mécaniques
2. Savoir effectuer une analyse visuelle de l'arbre

Contenu

La méthode VTA : développement et reconnaissance des symptômes associés aux :

- Cavités et pourritures symétriques.
- Cavités et pourritures asymétriques.
- Fissures longitudinales.
- Écorces incluses.
- Défauts racinaires.
- Arbres inclinés.
- Inclinaisons progressives.
- Poutres à risque.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
8 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Lors d'un atelier VTA un chêne debout a été diagnostiqué, suite à une analyse visuelle, comme présentant trois fissures associées à une ancienne blessure.

Vérification faite, l'analyse visuelle avait effectivement abouti à un diagnostic adéquat !



Module 4 : Seuils de sécurité et évaluation de la probabilité de rupture

Objectifs

1. Connaître les seuils de sécurité couramment employés pour l'évaluation de risque.
2. Connaître les limitations des seuils de sécurité.

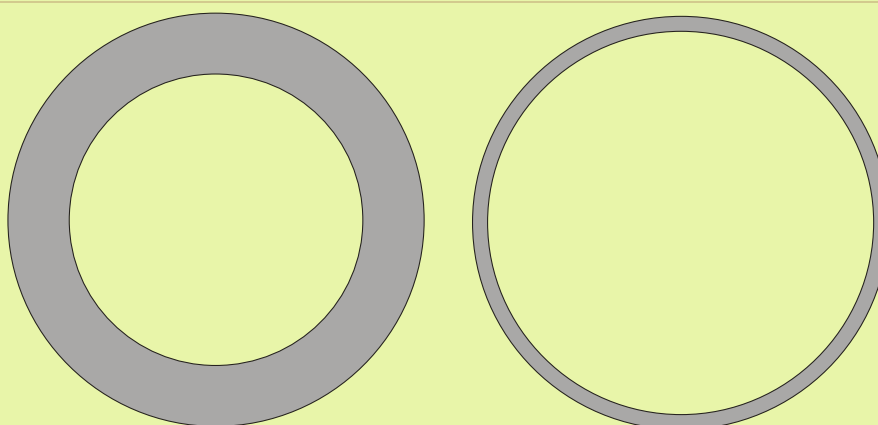
Contenu

- Présentation des seuils de sécurité concernant : pourritures et problèmes de développement des racines de support, cavités et pourritures symétriques, cavités et pourritures asymétriques, le rapport hauteur / diamètre.
- L'évolution des seuils de sécurité depuis 1963, Wagener, Willis, Mattheck, Wessolly (SIA Statique intégré de l'arbre).
- Les complications posées par les multiples défauts.
- Évaluation des risques associés aux écorces incluses.
- Application de la méthode SIA. Comparaison et critique constructif des seuils SIA et VTA.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
3 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

L'évaluation du risque présenté par un défaut est souvent déterminée en comparant les résultats du diagnostic aux seuils de sécurité publiés par différents auteurs. A l'heure actuelle, il y a un grand conflit sur ce sujet.

Dans ce module, l'historique de l'évolution de ces seuils est tracé depuis les années 1960 et les différents seuils sont critiqués. La mauvaise application des seuils peut être catastrophique (élagages, abattages sans raison réelle, échec mécanique).



VTA : 70% creux. Réduction en volume requise.

SIA : 93% creux, 100% sûr sous ouragan.

Module 5 : Les outils de diagnostic

Objectifs

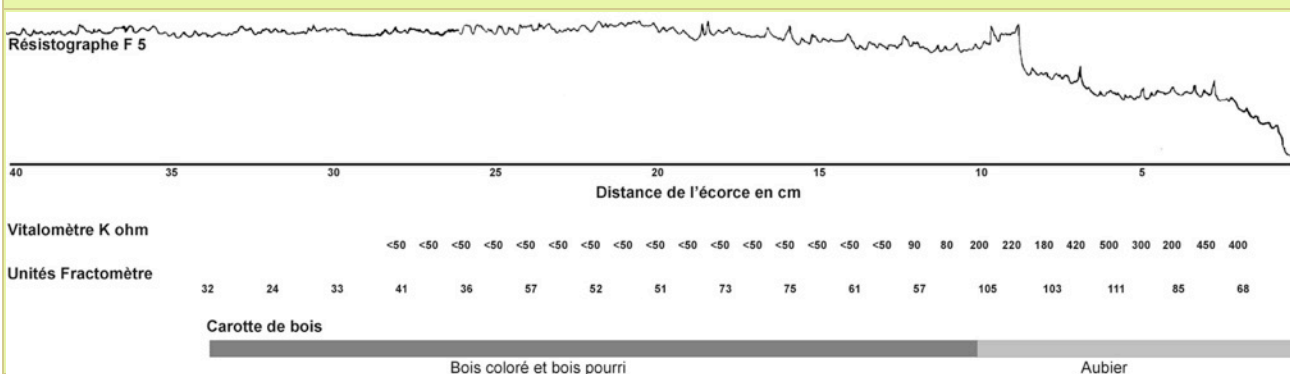
1. Connaître les outils utilisés pour le diagnostic de l'état de l'arbre
2. Connaître les limitations et les problèmes associés à chaque outil
3. Savoir interpréter les résultats

Contenu

- Présentation et utilisation des outils de diagnostic :
 - Tige métallique
 - Marteaux
 - Portable Compression Meter (PCM)
 - Shigomètre
 - Tarière
 - Marteau à ondes sonores
 - Decay Detecting Drill
 - Résistographes : M300, F400 et PD 400
 - Fractomètre
- Les appareils à tomographie sont présentés en diaporama.
- Étude des arbres sains *in situ*. Bois à zones poreuses, bois à pores diffus, conifères. Interprétation des résultats obtenus.

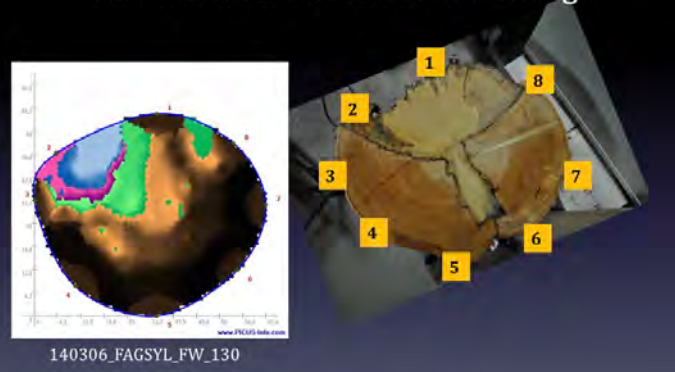
Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
3 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Des outils plus ou moins sophistiqués sont souvent utilisés pour approfondir un diagnostic. Chaque outil a ses limitations. La courbe du Résistographe indique un bois d'excellente qualité pour du chêne. Les valeurs du Shigomètre indiquent des altérations majeures, confirmées par les faibles valeurs obtenues avec le Fractomètre, qui indiquent une perte considérable en robustesse.



Chaque méthode a ses limitations.

Tomographie d'un hêtre atteint par Armillaire : ou les limites des outils de sondage



Module 6 : L'investigation approfondie

Objectifs

1. Savoir mener une investigation approfondie suite à la découverte d'un symptôme
2. Savoir enregistrer les résultats
3. Savoir effectuer une cartographie d'un défaut

Contenu

- Sondage ? Où sonder ? Comment procéder à un sondage et comment minimiser le nombre de sondages effectués.
- Enregistrement des données sur fiches et cartographie des défauts
- Étude des arbres présentant des défauts *in situ*.
- Il s'agit des sujets présélectionnés par le groupe pendant le module 3.
- Interprétation des résultats obtenus.
- Évaluation de la probabilité de rupture.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
6 h	Exposés en salle, observations in situ.	W. Moore

La lecture de l'arbre permet de détecter les symptômes de défauts internes.

Ce platane présente des symptômes d'une cavité asymétrique. La confirmation de ce défaut a été effectuée par deux sondages avec un Marteau à Ondes Sonores.

Un seul sondage par tarière a permis de localiser l'endroit où la paroi résiduelle est la plus mince. Sans analyse visuelle, trouver l'endroit où la paroi est la plus réduite est comme chercher une épingle dans le foin. L'arbre risque de finir comme un gruyère.

La bonne lecture de l'arbre permet de minimiser le nombre de sondages nécessaires.



Module 7 : Traitements pour réduire le risque associé à un défaut

Objectif

1. Connaître les différents types de gestion et les traitements pour minimiser les risques

Contenu

- Le risque : introduction à la méthode QTRA (Évaluation Quantifiée du Risque).
- Interventions sur la cible.
- L'haubanage. Les matériaux utilisés. Le positionnement des haubans, systèmes simples et systèmes complexes. Haubanage de « rétention ».
- Renforts.
- Supports.
- Taille : éclaircie, réductions de couronnes légères et réductions de couronne sévères. Le pour et le contre.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Étais, haubans et mulch pour ce chêne de 1100 ans en Grande Bretagne.



VI. VTA - DEROULEMENT

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	Sortie
<p>Le comportement biomécanique de l'arbre</p> <ul style="list-style-type: none"> • La structure du bois d'un point de vue biomécanique • Contraintes : compression, tension, cisaillement, torsion • Singularités • La contrainte de la croissance • Facteur de sécurité <p>Les 5 axiomes du Prof. Claus Mattheck</p> <ul style="list-style-type: none"> • La méthode VTA et l'axiome de la contrainte constante • Adaptations mécaniques de l'arbre • Le rôle des rayons et le modèle bois/tour • La chute de branche en période estivale • La structure de la paroi cellulaire et le modèle bois/béton armé • Les différents types de pourriture : pourritures blanches, simultanées, marron cubiques et molles 	<p>L'analyse visuelle de l'arbre</p> <p>Le guide VTA page par page</p> <p>Cavités et pourritures</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cavités symétriques et cavités asymétriques • Cavités ouvertes • Seuils de sécurité t/R • Flambage de la fibre <p>Fissures</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formation de fissures ; • La corne de bouc, et CODIT • La gélivure. • Fissures longitudinales • Fissures multiples • Fissures spirales <p>L'assise racinaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Morphologie • Inclinaison progressif • Dégradation par champignons lignivores • Dommages suite aux aménagements <p>Seuils de sécurité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seuils de sécurité : H/D • Méthode SIA • Critique constructive SIA / VTA 	<p>Le guide VTA page par page, suite ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'arbre incliné • La poutre à risque • L'inclinaison progressive • L'écorce incluse • Les chancres pérennants <p>Sondage ? Où sonder ?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enregistrement des données • Cartographie du tronc • Présentation des résultats <p>Eudes de cas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Présentations en salle 	<p>Diagnostic visuel et approfondi des arbres <i>in situ</i></p>
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Sortie	Sortie	Sortie	Salle
<p>Présentation des outils de diagnostic</p> <ul style="list-style-type: none"> • Étude des arbres sains in situ. Bois à zones poreuses, bois à pores diffus, conifères • Interprétation des résultats obtenus • Observations des adaptations mécaniques 	<p>Diagnostic visuel et approfondi des arbres <i>in situ</i></p> <p>Risque</p> <p>Introduction à la méthode QTRA (Évaluation Quantifiée du Risque)</p>	<p>Diagnostic visuel et approfondi des arbres <i>in situ</i></p>	<p>Traitements</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cibles • Haubanage • Renforts • Supports • Taille

Contenu de formation

VII

Biologie et identification des
champignons lignivores
(Depuis 1999)



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore juillet 2024

VII. BIOLOGIE ET IDENTIFICATION DES CHAMPIGNONS LIGNIVORES

GENERALITES

Prérequis

Formation Voyage au Centre de l'Arbre fortement recommandée. Sinon, merci de lire attentivement le contenu du Voyage au Centre de l'Arbre et de vérifier que vous maîtrisez les thèmes abordés.

Motifs de la formation

Une vue approfondie des relations entre les champignons pathogènes et l'arbre, leur identification et leur influence sur le diagnostic et le suivi à long terme de l'arbre.

Les arbres sont les êtres les plus grands de notre planète et ceux qui vivent le plus longtemps, cependant leur survie est étroitement liée aux organismes les plus petits du monde. Des microorganismes qui interagissent avec l'arbre de plusieurs façons : symbiotique, saprophytique, pathogénique, on les trouve à tous les niveaux, des feuilles jusqu'aux racines, de l'intérieur jusqu'à la surface. Les champignons lignivores sont dotés d'enzymes capables de dégrader le bois.

Dans la majorité des cas, les zones infectées par les champignons lignivores sont compartimentées par l'arbre et les altérations sont peu significatives pour la santé de l'arbre. Cependant, grâce aux astuces développées par les champignons lignivores, ou à cause des faiblesses de l'arbre ou d'un changement des conditions de l'environnement du sujet, les pourritures se propagent parfois et la santé de l'arbre peut être menacée, soit par un échec mécanique soit par un dysfonctionnement des processus physiologiques, d'où un sujet majeur d'intérêt pour le gérant de l'arbre.

La question est souvent posée : est-ce que tel champignon est dangereux pour l'arbre ? La réponse est complexe : *Inonotus hispidus* (Bull. ex Fr.) Karst sur platane ne génère que très rarement des ruptures alors que chez le frêne les ruptures sont courantes. Pourquoi ? Pour bien comprendre ce qui se passe il est nécessaire de comprendre la nature du bois, la nature des champignons et comment ils interagissent.

Objectifs généraux

1. Connaître la biologie des champignons lignivores de l'arbre
2. Connaître en profondeur l'interaction entre les arbres et les champignons lignivores
3. Savoir identifier les champignons lignivores par leurs carpophores
4. Savoir utiliser une clé d'identification et des outils simples : loupe binoculaire, tests chimiques
5. Savoir utiliser un microscope pour détermination des caractéristiques simples

Résultats et produits attendus

A la suite de cet atelier le participant sera capable :

1. D'utiliser les clés d'identification macroscopique
2. De comprendre les limitations des différents types de clefs d'identification (macroscopiques, microscopiques, clefs mixtes).
3. D'identifier la plupart des champignons lignivores courants.
4. De comprendre l'interaction entre les champignons lignivores et l'arbre.
5. De se prononcer sur l'évolution d'une infection.

Public visé

Arboristes, experts et bureaux d'études, Service espaces verts, ingénieurs, techniciens, architectes paysagistes....

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle. Observation micro et macroscopiques en salle. Études *in situ*.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

17. Des séances questions-réponses pendant la formation.
18. Correction des croquis et schémas par le participant pendant la formation.
19. Un QCM suite à la formation.

Durée

Quatre jours.

Intervenant

William Moore.

Extrait des documents de support

Fomes fomentarius (L.:Fr.) Fr. Amadouvier

Généralités

Europe du nord, Amérique du nord, Japon, Chine.

Hêtre, platane, tilleul, peuplier, érable, bouleau, parfois chêne.

Fructifications :

Carpophores pérennes.

Croûte : variation en couleur de gris argenté à presque noir suite aux variations du génotype et aux conditions climatiques locales.

Confusion possible avec *Phellinus ignarius* (L. :Fr.) Quél.

Utiliser le test « caustic potash » sur la croûte : un changement de la coloration du liquide vers le rouge sanguin indique la présence de substance fomentariol ce qui confirme *F. fomentarius*.

Spores :

Blanches. De mai à juin un carpophore peut produire jusqu'à 887.000.000 spores / heure. Hallucinogènes.

Possibilité de produire des chlamydospores dans le bois, particulièrement chez le hêtre.

Pourriture :

Pourriture blanche type 2.

Présence des lignes de démarcation (couches pseudo sclérotiques), dans le bois colonisé.

Fissures longitudinales et en circonférence remplies d'une matière gélatineuse ou d'épaisses couches blanches d'hyphes. La fissuration provoquée soit par l'action du vent, soit par l'action du champignon, permet l'évolution rapide du mycélium dans un aubier desséché.

NB : capacité de digestion du pollen, ce qui permet au mycélium d'obtenir de l'azote.



CONTENU EN DETAIL

Module 1 : Taxonomie des champignons

Objectifs

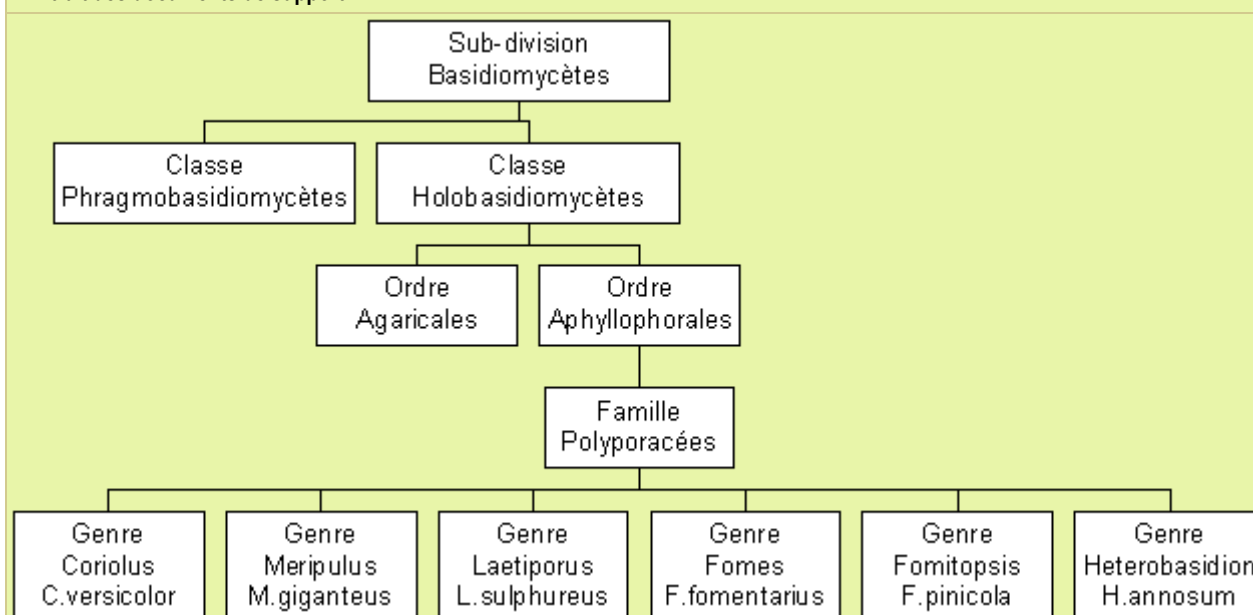
1. Connaître la place des champignons dans les royaumes des organismes vivants
2. Connaître la taxonomie des champignons lignivores

Contenu

- Nomenclature des champignons
- L'emplacement des champignons lignivores parmi les autres champignons

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposé en salle.	W. Moore

Extrait des documents de support.



Module 2 : La biologie des champignons lignivores

Objectif

1. Savoir ce qu'est un champignon

Contenu

- Les hyphes et le mycélium. Fonctionnement, développement.
- Cytologie et morphologie des champignons.
- Conditions nécessaires pour la croissance des champignons.
- Stratégies de colonisation des champignons pathogènes : les stratégies « rudérales », « d'opportunisme », « stress tolérance » .
- Les endophytes.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2h	Exposé en salle.	W. Moore

Module 3 : L'arbre, un château fort

Objectif

1. Comprendre le bois comme milieu pour la croissance des champignons lignivores

Contenu

- Organisation du bois : le bois des gymnospermes, le bois des angiospermes.
- La paroi cellulaire.
- Barrières passives.
- Le bois de protection

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
3 h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques	W. Moore

Module 4 : Les différents types de pourriture et leurs implications dans le diagnostic de l'arbre

Objectif

1. Comprendre les différents types d'altérations du bois

Contenu

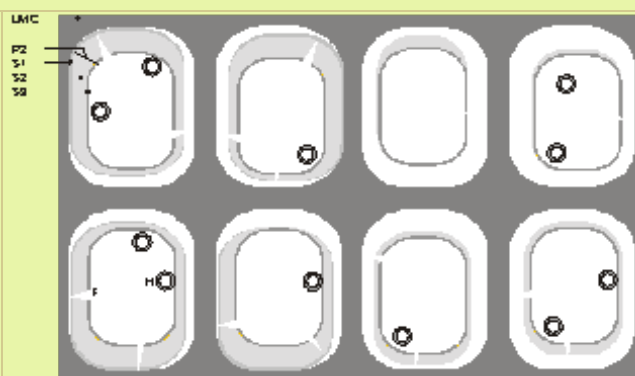
- Structure de la paroi cellulaire et conséquence de l'attaque par les champignons, dégradation
- Classification classique des types de pourriture : pourriture marron, pourriture blanche, (par délignification sélective ou par pourriture simultanée), pourriture alvéolaire par des ascomycètes, ou par des basidiomycètes.
- Types de dégradation en fonction de la relation hôte/champignon
- Descriptions macro et microscopique des pourritures provoquées par différents champignons.
- Conséquences pour le diagnostic.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
3h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques	W. Moore

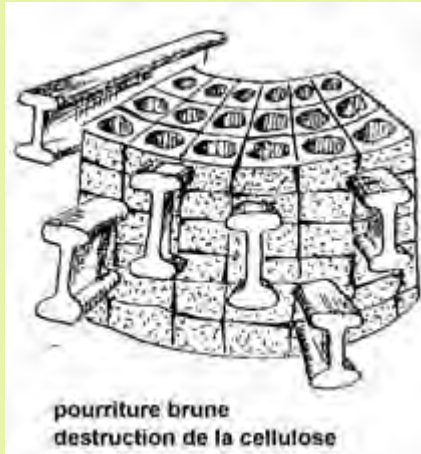
Extrait des documents de support. Pourriture marron cubique.

Ce type de pourriture est provoquée uniquement par les basidiomycètes et est rencontrée principalement chez les conifères par exemple *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat., mais elle est aussi courante chez des feuillus (*Laetiporus sulphureus* (Bull. ex Fr.) Murr., sur robinier et chêne pédonculé par exemple. Le *Fomitopsis pinicola* (Schwarze. Fr.) Karst., attaque des conifères, par exemple, épicéa, et les feuillus, par exemple, le hêtre.

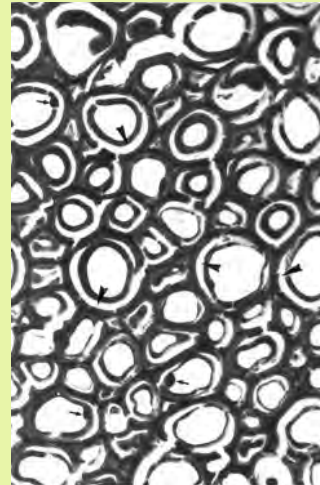
Les hyphes (H) sont situés dans le lumen. Peroxyde d'hydrogène et fer, émise par les hyphes, diffusent à travers la S3 et provoquent des réactions d'oxydation dans les molécules de cellulose.



Pourriture marron cubique (d'après C. Mattheck).



Pourriture marron cubique, robinier infecté par *Laetiporus sulphureus* (d'après F. Schwarze).



Module 5 : L'interface hôte/champignon dans l'arbre vivant

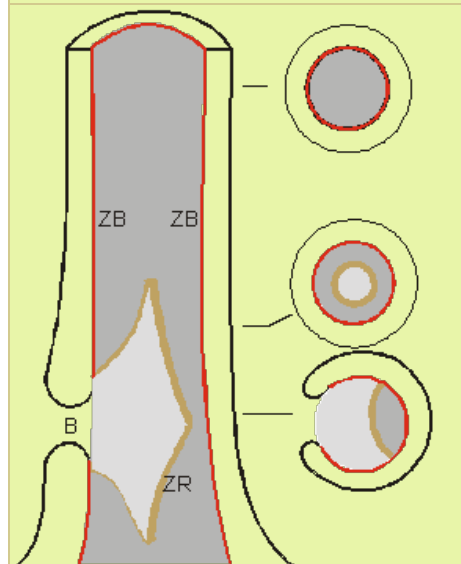
Objectif

1. Comprendre comment le bois vivant se modifie face au champignon lignivore

Contenu

- Appréciation du concept de CODIT.
- Présentation d'un nouveau modèle des parois 1 à 4.
- Compartimentation dans l'écorce.

Développement d'une colonne de nourriture et formation du bois coloré.



Heterobasidion annosum compartimenté dans une racine de sapin de Douglas. Pourriture alvéolaire.



Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques	W. Moore

Module 6 : Les astuces des champignons lignivores

Objectif

Comprendre comment les champignons lignivores traversent les défenses de l'arbre.

Contenu

- La capacité des champignons à briser la zone de réaction.
- La capacité des champignons à briser la zone de barrage.
- La fissuration, les chancres pérennes, la chirurgie, l'élagage.

Kretzschmaria deusta. Contournement de la zone de réaction par évolution chancreuse dans l'écorce. Marronnier d'Inde.



Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques	W. Moore

Module 7 : Évaluation de l'évolution de la pourriture dans le temps.

Objectif

Connaître les facteurs influençant l'évolution des champignons lignivores

Contenu

- Reproduction et dissémination.
- Predisposition et vulnérabilité.
- Facteurs limitant le développement d'une infection.
- L'inoculum et son potentiel.
- Le triangle de la pathogenèse.

Plusieurs infections par *Heterobasidion annosum* dans une racine de sapin de Douglas.



Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
1 h	Exposé en salle.	W. Moore - D. Rose

Module 8 : Identification des champignons lignivores par leurs caractéristiques microscopiques (carpophores)

Objectif

1. Savoir identifier les champignons lignivores par leurs carpophores

Contenu

- Morphologie des carpophores : la morphologie ; le stipe, le trama, la croûte, la couche fertile.
- Présentation de différents types de clefs.
- Apprentissage de clefs simples pour l'ID des carpophores
- Utilisation d'outils simples : loupe, tests chimiques

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
12 h	Exposés en salle. Travaux pratiques en salle. Observation macroscopique. Observations microscopiques. Observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Dans ce module le participant apprend à caractériser et décrire les différentes structures des carpophores.



Module 9 : Identification des champignons lignivores par leurs caractéristiques microscopiques

Objectifs

1. Connaître les caractéristiques microscopiques courantes utilisées pour l'identification des champignons lignivores.
2. Connaître les clefs pour l'identification des champignons lignivores par leurs caractéristiques microscopiques.

Contenu

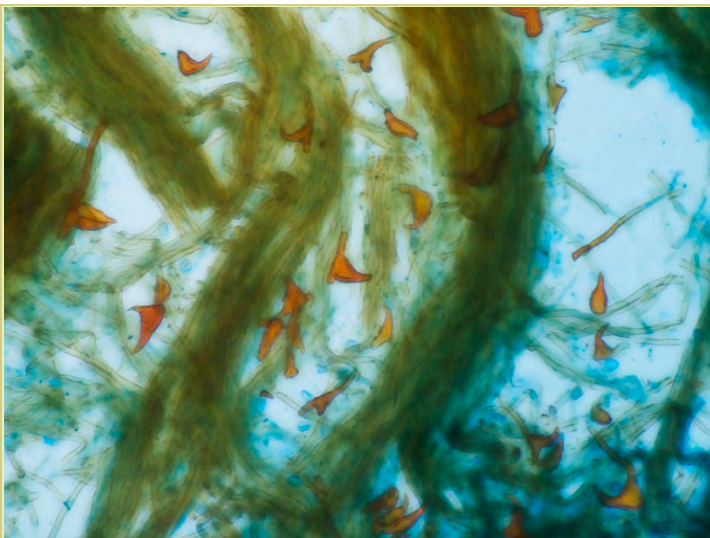
- Morphologie des spores.
- Structure des carpophores : monomitique, dimitique, trimitique.
- Présence des *setae*.
- Introduction à la clef de Stalpers (ID des champignons en culture).

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
3 h	Exposé en salle. Observations microscopiques en salle.	William Moore.

Parfois il est nécessaire de procéder à des observations microscopiques pour l'identification d'un champignon, par exemple pour observation des spores, des *setae* (photo) ou des hyphes.

Dans ce module le participant apprend à utiliser des techniques relativement simples.

Des méthodes plus complexes sont introduites pour ceux qui veulent aller plus loin et effectuer des cultures des champignons.



VII. BIOLOGIE DES CHAMPIGNONS LIGNIVORES - DEROULEMENT

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
Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire
<p>Qu'est-ce qu'un champignon</p> <ul style="list-style-type: none"> • Taxonomie • Hyphes • Carpophores <p>Le bois</p> <ul style="list-style-type: none"> • Révision • Le micro environnement du bois • La structure de la paroi cellulaire en détail <p>Le champignon dans le bois</p> <ul style="list-style-type: none"> • pourritures blanches • pourritures simultanées, pourritures cubiques • pourritures molles • pourritures alvéolaires • marron cubiques et alvéolaires <p>Les réactions de l'arbre</p> <ul style="list-style-type: none"> • CODIT : révision • L'écorce et le périderme nécrophylactique • Pourritures chancreuses 	<p>Identification des carpophores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptif détaillé des carpophores • Les différents types de clef utilisés <p>Travaux pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des caractéristiques macroscopiques pour l'identification des carpophores. 	<p>Travaux pratiques suite ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des caractéristiques macroscopiques pour l'identification des carpophores. 	<p>Identification des carpophores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les caractéristiques microscopiques simples. <p>Travaux pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des caractéristiques microscopiques simples pour l'identification des carpophores.
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Laboratoire	Sortie	Sortie	Laboratoire
<p>Travaux pratiques sur les présentations du matin</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observations macro et microscopiques du mycelium, des hyphes et les conidies • Observations microscopiques du bois 	<p>Identification et diagnostic <i>in situ</i></p>	<p>Identification et diagnostic <i>in situ</i></p>	<p>Travaux pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des caractéristiques microscopiques simples pour l'identification des carpophores. • Utilisation des caractéristiques microscopiques complexes pour l'identification des carpophores (La clef de Stalpers)

Contenu de formation

VIII

Parasitologie
et la protection biologique
intégrée de l'arbre
(Depuis 1998)



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore juillet 2024

VIII. PARASITOLOGIE ET LA PROTECTION BIOLOGIQUE INTEGREE DE L'ARBRE



La lutte biologique : « utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles aux productions végétales »

(source OILB-1971)

Les difficultés de mise en œuvre sur un patrimoine arboré :

- la grande diversité des problèmes parasitaires et le manque de solutions biologiques (notamment pour les organismes nouvellement introduits),
- l'approvisionnement et les délais d'acheminement,
- les espaces verts par rapport aux serres sont des milieux ouverts où la majorité des facteurs est incontrôlable (variations brutales de la température et de l'humidité),
- les coûts de mise en œuvre.

La lutte intégrée : « système qui, compte tenu du milieu particulier et de la dynamique des populations des espèces considérées, utilise toutes les techniques et les méthodes appropriées de façon aussi compatible que possible, en vue de maintenir les populations de ravageurs à des niveaux où ils ne causent pas de dommages »

(source FAO-1972)

La Protection Biologique Intégrée (PBI) utilise en priorité la protection biologique et en complément la lutte chimique, tout en intégrant les autres méthodes de protection (mécanique, génétique, prophylactiques ...)

Les produits de traitement utilisés sont dits « compatibles » c'est à dire qu'ils respectent les auxiliaires introduits et naturels. La PBI se caractérise par le maintien d'un équilibre entre les auxiliaires et les ravageurs sur la culture.

GENERALITES

Prérequis

Formation Voyage au Centre de l'Arbre fortement recommandée. Sinon, merci de lire attentivement le contenu du Voyage au Centre de l'Arbre et de vérifier que vous maîtrisez les thèmes abordés.

Motifs de la formation

Sous certaines conditions les arbres sont soumis aux maladies induites par des agents pathogènes, par l'environnement local ou par l'homme. Ces maladies peuvent être plus au moins néfastes à l'arbre (santé, esthétique). Les parasites sont parfois nuisibles à l'homme. Les traitements phytosanitaires couramment employés peuvent être bénéfiques pour l'arbre cependant ils sont parfois nuisibles à l'environnement, parfois nuisibles pour l'arbre et parfois nuisibles pour l'homme. Cet atelier comprend une étude des facteurs prédisposant les arbres aux maladies, l'étude des différents types de maladie et l'interaction entre l'arbre et les agents pathogènes. Une démarche de diagnostic est proposée. Le concept de lutte intégrée est étudié. Le pour et le contre des produits phytosanitaires y sont discutés.

Note : cet atelier ne traite pas des champignons lignivores qui sont étudiés en détail dans les autres ateliers.

Objectifs généraux

- | | |
|--|---|
| 1. Comprendre les facteurs prédisposant l'arbre aux maladies. | 4. Connaître l'interaction entre l'arbre et les parasites courants. |
| 2. Connaître l'interaction entre l'arbre et les agents pathogènes. | 5. De procéder à une investigation sanitaire. |
| 3. Connaître la biologie des parasites courants. | 6. De mettre en place une stratégie de lutte intégrée. |

Résultats et produits attendus

A la suite de cet atelier le participant sera capable :

1. D'identifier les facteurs anthropiques, biotiques et climatiques responsables de la détérioration de la santé de l'arbre.
2. D'identifier de nombreux agents pathogènes courants.
3. De choisir ce dont il a besoin dans une panoplie d'outils de lutte, afin de minimiser les traitements chimiques.

Public visé

Arboristes, experts et bureaux d'études, Service espaces verts, ingénieurs, techniciens, architectes paysagistes....

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle. Observations micro et macroscopiques en salle. Études *in situ*.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

20. Des séances questions-réponses pendant la formation.

21. Correction des croquis et schémas par le participant pendant la formation.
22. Un QCM suite à la formation.

Durée

4 jours

Intervenants

Pierre Aversenq, Chlorophyl'Assistance. William Moore.

CONTENU EN DETAIL

Module 1 : Concepts fondamentaux

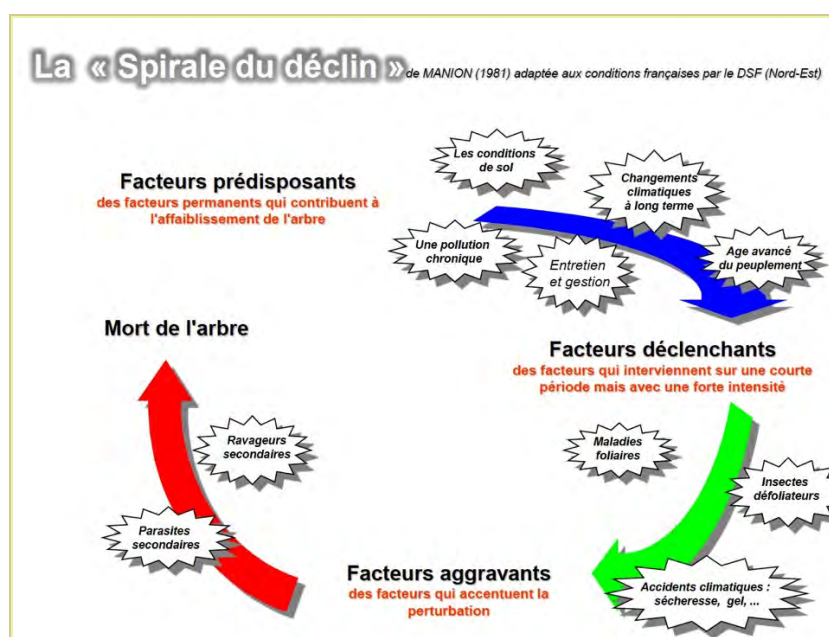
Objectifs

1. Comprendre les termes : pathologie, stress, santé, agent pathogène primaire et agent pathogène secondaire, parasite.
2. Connaître les facteurs prédisposant l'arbre aux maladies liées aux facteurs biotiques, abiotiques et anthropiques.

Contenu

- Définition et explication des termes et des concepts utilisés pour décrire l'état de santé de l'arbre comme pour décrire les différents types de pathologies de l'arbre.
- Étude des facteurs prédisposant l'arbre aux états pathologiques liés aux facteurs biotiques, abiotiques ou anthropiques. La spirale du déclin.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
2 h	Exposés en salle.	Pierre Aversenq. William Moore.



Module 2 : Les désordres associés aux facteurs abiotiques et anthropiques

Objectif

1. Savoir reconnaître des problèmes de santé liés aux facteurs abiotiques et anthropiques.

Contenu

- Désordres physiologiques liés aux facteurs climatiques (gel, brûlures du soleil, sécheresse, ...).

- Désordres physiologiques associés aux activités de l'homme (empoisonnement, traitements phytosanitaires, techniques de culture,).

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
5 h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques en salle. Observations <i>in situ</i> .	Pierre Aversenq.

Module 3 : Les maladies associées aux facteurs biotiques

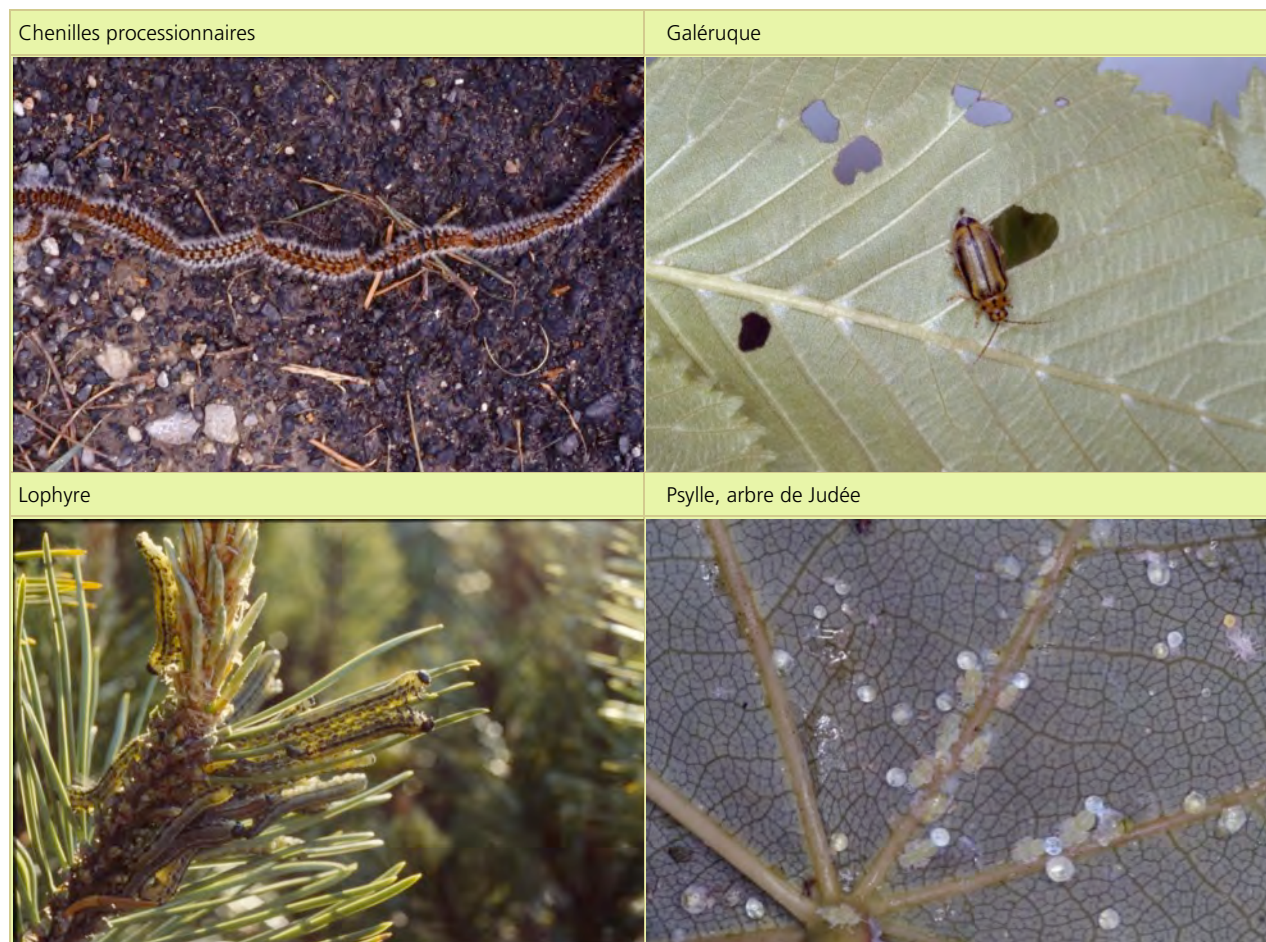
Objectifs

1. Connaître les différents types de maladie de l'arbre associés aux facteurs biotiques.
2. Connaître la biologie de quelques maladies associées aux parasites et aux ravageurs courants (insectes, acariens, champignons et bactéries).

Contenu

- Maladies foliaires, maladies des rameaux, chancres, maladies vasculaires, maladies racinaires. Cycles de vie et phénologie. Interactions hôte – pathogène.
- Études de cas de quelques maladies communes et de maladies nouvelles.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
10 h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques en salle. Observations <i>in situ</i> .	Pierre Aversenq.



Module 4 : Les maladies vasculaires

Objectifs

1. Connaître les différents types de maladie de l'arbre associés aux maladies vasculaires.
2. Connaître la biologie de quelques maladies vasculaires courantes.

Contenu

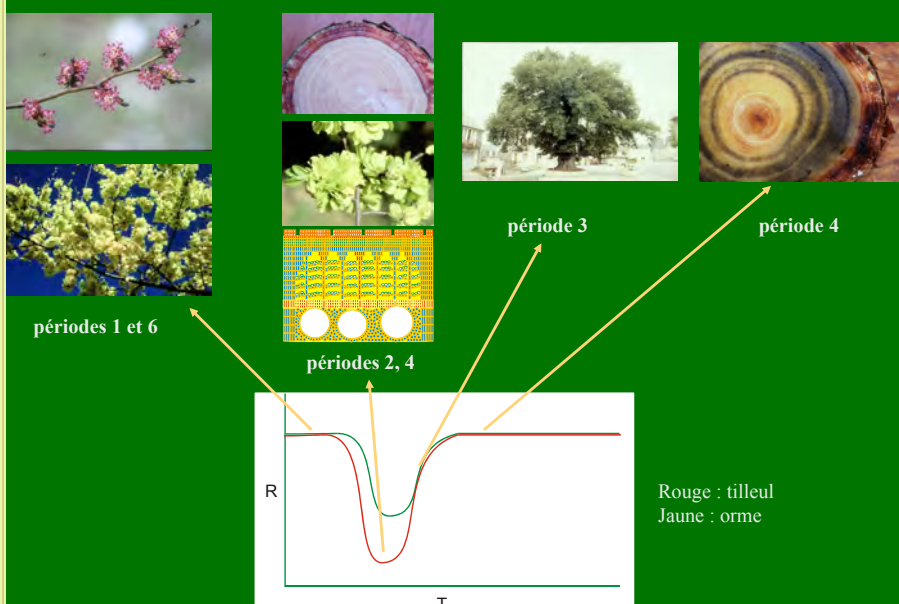
- Le chancre coloré du platane.
- La graphiose de l'orme.
- Les verticillioses.
- La chalarose du frêne.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques en salle. Observations <i>in situ</i> .	William Moore.

Phénologie. Il y a des périodes de l'année où l'arbre est plus vulnérable qu'à d'autres. Pareil pour les agents pathogènes. La compréhension de la phénologie de l'arbre et des agents pathogènes est d'une importance fondamentale lors de la mise en place des stratégies de prévention.

Ci-contre, la phénologie de l'orme et la courbe de fluctuation des réserves de métabolites.

Eléments en biologie et phénologie de l'orme



Module 5 : Les maladies chancreuses corticales

Objectifs

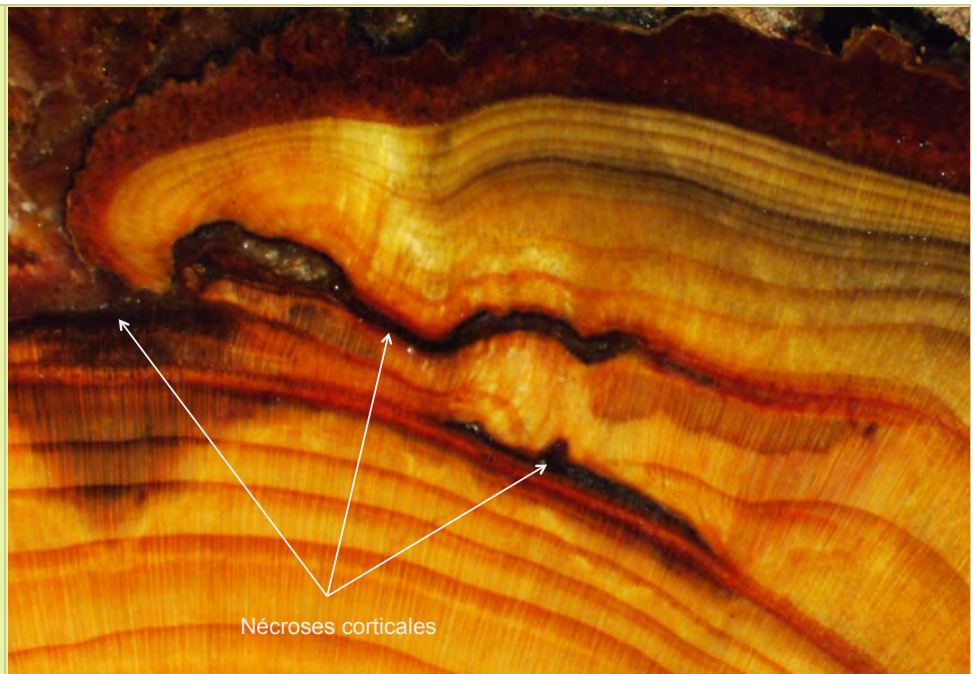
1. Connaître le mode de fonctionnement des maladies chancreuses corticales.
2. Connaître la biologie de quelques maladies chancreuses corticales courantes.

Contenu

- Le *Botryosphaeria* chez le séquoia.
- Le *Phacidium* chez le cèdre.
- Le chancre du châtaignier.
- L'armillaire.
- *Massaria* chez le platane.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
3 h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques en salle. Observations <i>in situ</i> .	William Moore.

Le *Phacidium coniferarum* provoque des lésions corticales chez les cèdres sous stress. La compartimentation répétée est souvent à l'origine de fissuration circonférentielle et radiale.



Module 6 : Méthodes et traitements

Objectifs

1. Savoir procéder à une investigation sanitaire.
2. Savoir mettre en place une stratégie de lutte intégrée.
3. Connaître la littérature.

Contenu

- Présentation de méthodologie diagnostique
- Diagnostic in situ.
- Les moyens de lutte : les bio pesticides, substances naturelles à l'origine minérale, les micro-organismes, les nématodes parasites, phéromones, pièges mécaniques, taille sanitaire

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
4 h	Exposé en salle. Observations <i>in situ</i> .	Pierre Aversenq. William Moore.

Laminarine

Origine et composition :

La laminarine est un principe actif naturel extrait d'une algue brune, la laminarie digitée (*Laminaria digitata*). Elle pousse à faible profondeur sur des substrats rocheux. Elle est présente dans l'Atlantique Nord. Elle est récoltée de mai à octobre.

Mode d'action et usages :

La structure moléculaire de la laminarine est proche de celle des produits de dégradation des parois cellulaires émis par les champignons pathogènes. Appliquée sur la partie aérienne des plantes la laminarine est reconnue comme un signal d'attaque ce qui déclenche des mécanismes de défense.

La plante est ainsi protégée lorsque l'attaque réelle survient. Le mode d'action de la laminarine est proche de celui d'un vaccin. La laminarine est une substance élictrice.

Cellule saine

La laminarine active les défenses

Les 3 voies de défense se mettent en place

1. Renforcement de la paroi
2. Production d'antibiotiques
3. Production d'enzymes

Laminarine

La structure moléculaire de la laminarine est proche de celle des produits de dégradation des parois cellulaires émis par les champignons pathogènes. Appliquée sur la partie aérienne des plantes la laminarine est reconnue comme un signal d'attaque ce qui déclenche des mécanismes de défense.

La plante est ainsi protégée lorsque l'attaque réelle survient. Le mode d'action de la laminarine est proche de celui d'un vaccin. La laminarine est une substance élictrice.

Formule chimique: $n=25-30 \text{ C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$

Les Pyréthrinés naturels

Origine et composition :

Les pyréthrinés naturels sont extraits d'une espèce de chrysanthème cultivée dans les régions tropicales (Kenya, Tanzanie), *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Elles sont souvent associées à un surfactant le piperonyl butoxyde.

Les pyréthrinés se dégradent rapidement au contact de la lumière (la demi-vie du produit varie d'1/2 heure à 1 heure en fonction de l'intensité de la lumière). Les pyréthrinés ont été synthétisés à partir du noyau acide des pyréthrinés mais la photo stabilité de la molécule a été fortement améliorée.

Mode d'action et usages :

Les pyréthrinés naturels agissent par contact. Elles pénètrent par les téguments et perturbent l'influx nerveux des insectes. Elles provoquent une hyper-excitation suivie d'une paralysie rapide (effet knock-down). Leur action est de courte durée et certains individus survivent. Elles sont utilisées pour combattre de très nombreux ravageurs (puces, acariens, larves défoliatrices).

Les pyréthrinés ne sont pas toxiques pour l'homme et les animaux à sang chaud. Par contre, elles le sont fortement pour l'ensemble des insectes et les poissons. Elles se dégradent rapidement dans l'environnement.

Le savon potassique

Origine et composition :

Le savon potassique communément appelé « savon noir » est constitué d'acides gras naturels (huile de lin, huile d'olive ...) et de sels potassiques pouvant provenir de cendres végétales.

Il est disponible sous forme liquide ou en pâte molle. Sa dilution varie de 1 à 3%.

Mode d'action et usages :

Le savon noir est un détergent présentant une certaine efficacité insecticide. Il agit par contact sur de nombreux insectes à corps mou et de petite taille. Les coléoptères adultes ainsi que les larves de grande taille sont épargnées. Les sels d'acide gras pénètrent la cuticule de l'insecte et perturbent sa structure. L'enveloppe externe étant endommagée sa perméabilité est modifiée. Il s'ensuit une déshydratation du corps de l'insecte et son dessèchement complet en moins de 24 heures. Une fois sec le savon n'est plus efficace.

Le savon noir est un produit entièrement biodégradable.

Le savon noir est également utilisé comme additif (mouillant).

Homologation : aucune

Conditions de mise en œuvre :

- Effectuer une pulvérisation de qualité (insecticide de contact).
- Eviter de traiter les végétaux affaiblis et en état de stress.
- Ne pas traiter les plantes à feuillage duveteux ni les fougères.
- Vérifier au préalable l'absence d'auxiliaires car le traitement n'est pas sélectif.
- Effectuer le mélange dans de l'eau tiède.

VIII. PARASITOLOGIE - DEROULEMENT

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
Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire	Laboratoire
Introduction <ul style="list-style-type: none"> • Terminologie • L'arbre et ses agresseurs • Facteurs abiotiques • Facteurs biotiques • Facteurs anthropiques • La spirale du déclin 	Acariens et insectes piqueurs et phyllophages <ul style="list-style-type: none"> • Insectes piqueurs • Insectes phyllophages 	Insectes xylophages et maladies associées aux champignons et virus <ul style="list-style-type: none"> • Insectes xylophages • Maladies foliaires • Maladies racinaires 	Les maladies vasculaires <ul style="list-style-type: none"> • Les verticillioses • La graphiose de l'orme • Le chancre coloré du platane
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Sortie	Laboratoire	Sortie	Laboratoire
Diagnostic des arbres <i>in situ</i> Laboratoire <ul style="list-style-type: none"> • Acariens et insectes piqueurs et phyllophages 	Suite des travaux du matin	La démarche du diagnostic <ul style="list-style-type: none"> • Investigations in situ. 	Les maladies chancreuses des rameaux et du jeune bois <ul style="list-style-type: none"> • La maladie chancreuse du séquoia • Le chancre du châtaignier • Le phacidium des conifères

Contenu de formation

IX

Évaluation quantifiée des
risques associés aux arbres



IX. QTRA

EVALUATION QUANTIFIEE DES RISQUES ASSOCIES AUX ARBRES

Note : QTRA est une méthode soumise à licence renouvelable annuellement à la société QTRA Ltd au prix d'environ 100€ par an. Pour participer à cette formation et accéder à la licence vous devez signer le contrat d'agrément. Les frais d'inscription comprennent l'abonnement à la licence pour la première année.

QTRA NIVEAU I. POUR LE DEBUTANT

GENERALITES


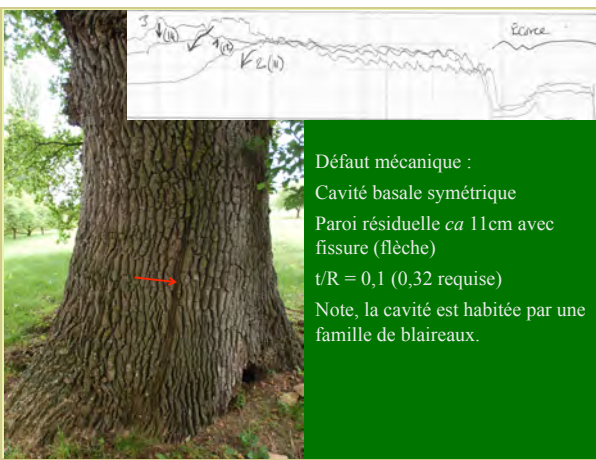

Prérequis

Formations Voyage au Centre de l'Arbre et VTA fortement recommandées. Sinon, merci de lire attentivement les contenus et de vérifier que vous maîtrisez les thèmes abordés.

Motifs de la formation

VTA et l'évaluation de l'état mécanique est une chose, mais y a-t-il vraiment un risque ?

Chaque fois que vous montez dans une voiture, la probabilité d'être tué ou gravement blessé et, en moyenne en France, légèrement inférieure à 1/8 000. Mais quelle est la probabilité d'être tué ou blessé par un arbre qui tombe ou par la chute d'une de ses branches ? La méthode QTRA permet d'évaluer de façon mathématique et simple les risques associés aux basculements et aux ruptures chez l'arbre. Elle élimine la subjectivité, permet une prise de décision et aboutit à une allocation raisonnée des ressources.

 <p>Exemple 1. Chêne pédonculé. Jardin privé H 30 x C 585 Très bon état physiologique</p>	 <p>Défaut mécanique : Cavité basale symétrique Paroi résiduelle ca 11cm avec fissure (flèche) $t/R = 0,1$ (0,32 requise) Note, la cavité est habitée par une famille de blaireaux.</p>
 <p>La cible principale : Chemin communal avec une circulation moyenne de 40 véhicules par jour</p>	<h3>Que faut il faire ?</h3> <ul style="list-style-type: none">• Abattage ?• Réduction sévère ?• Réduction légère ?• Rien ? <h3>Calculons :</h3> <p>Cible modérée : 1/720 Potentiel d'impact maximum : 1/1 Probabilité de rupture : 1/1 000 $1/720 \times 1/1 \times 1/1000 = 1/720\ 000$</p>

Objectifs généraux

1. Savoir ce qu'est le « risque »
2. Connaître les composants du risque associés aux arbres : la cible, le potentiel d'impact et la probabilité de rupture
3. Savoir calculer la probabilité de risque associé à un arbre (VTA nécessaire)
4. Savoir mettre en place un programme de gestion de risque d'un patrimoine arboré

Résultats et produits attendus

A la suite de cet atelier le participant sera capable :

1. De calculer le risque associé à un arbre en cas de rupture ou de basculement.
2. De mettre en place un programme de gestion de risque d'un patrimoine arboré.

Public visé

Arboristes, experts et bureaux d'études, Service espaces verts, ingénieurs, techniciens, architectes paysagistes....

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle 50%. Études *in situ* 50%.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

23. Des séances questions-réponses pendant la formation.
24. Correction des croquis et schémas par le participant pendant la formation.
25. Un QCM suite à la formation.

Durée

2 jours

Intervenant

William Moore



CONTENU EN DETAIL

Module 1 : Le risque

Objectif

1. Savoir ce qu'est le risque.

Contenu

- Les composants du risque.
- La quantification mathématique du risque.
- Les composants du risque associés aux arbres : la cible, le potentiel d'impact, la probabilité de rupture.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposés en salle	W. Moore
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <h3 style="text-align: center;">Seuils de risque</h3> <p>QTRA risque de dommage 1/10,000</p> <p>Un seuil tolérable, ou acceptable pour le public en général (mais le risque doit être ALARP) (As Low As Reasonably Practicable)</p> <p>QTRA risque de dommage 1/1,000,000</p> <p>Un seuil acceptable pour le public en général (nous n'avons pas besoin de prendre Alarp en considération)</p> </div> <div style="width: 48%;"> <h3 style="text-align: center;">Les Composantes</h3> <div style="text-align: center;"> <p>Potentiel d'impact Cible Probabilité d'échec</p> <p>Risque = Conséquence x Probabilité</p> </div> </div> </div>		

Module 2 : La cible

Objectif

1. Savoir évaluer la cible

Contenu

- Les piétons et la probabilité d'occupation de l'espace
- La voirie, la circulation et la probabilité de l'occupation de l'espace
- La valeur monétaire de la cible
- Les cibles multiples
- Facteurs climatiques

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle	W. Moore
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> </div> <div style="width: 48%;"> <h3 style="text-align: center;">La calculatrice manuelle</h3> <div style="margin-top: 10px;"> <p>Anglais Français</p> <p>Target Cible</p> <p>Size Taille</p> <p>Failure Echec</p> <p>Indice de risque</p> <p>Il s'agit d'une réciproque. Il faut multiplier par 1 000 pour obtenir le Risque de Dommage</p> </div> </div> </div>		
Évaluation des différentes cibles autour d'un arbre à défaut mécanique.		La calculatrice manuelle pour utilisation <i>in situ</i> .

Module 3 : Le potentiel d'impact

Objectif

1. Savoir évaluer le potentiel d'impact.

Contenu

- Le potentiel d'impact.
- Comment calculer le potentiel d'impact associé à une branche ou à l'arbre.
- Évaluation du potentiel d'impact.
- Modification du potentiel d'impact pour branches dépérissantes ou mortes.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle	W. Moore

Parfois un diagnostic approfondi arbre par arbre n'est pas nécessaire.



Définissons les cibles : forte circulation de voirie, forte fréquentation par piétons, maisons.
 Probabilité cible: maximale : 1/1.
 Potentiel d'impact maximal : 1/1.
 Probabilité de rupture : réaliste 1/100 ; optimiste 1/1 000.
 Calcul du risque de dommage :
 $1/1 \times 1/1 \times 1/100 = 1/100$,
 ou pour être optimiste :
 $1/1 \times 1/1 \times 1/1\,000 = 1/1\,000$.
 Dans l'hypothèse la plus optimiste, la probabilité de risque est de 1/1 000. Clairement, cette zone est prioritaire pour le gérant.
Une expertise détaillée arbre par arbre ne paraît pas nécessaire.

Module 4 : La probabilité de rupture

Note : cette partie fait objet de la formation VTA, analyse visuelle de l'arbre, 4 jours.

Objectif

1. Savoir ce que c'est la probabilité de rupture.

Contenu

- Exemples des évaluations de la probabilité de rupture : pourritures, inclusions, fissures, bois mort.....

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle	W. Moore

Exemple de calcul.

Bois mort dans un parcours acrobatique en hauteur.

Exemple 3

Parcours acrobatique en hauteur avec 28000 visiteurs par an dont 15 000 adultes). Le parc est fermé lors des intempéries.
 Les pins maritimes présentent beaucoup de branches basses mortes de 10 à 20cm de diamètre pour un parcours adulte. Quel est le risque pour les utilisateurs?
 Les utilisateurs passent environ 30 secondes sur les plateformes.
 Cible en heures d'occupation par an :
 $(15\,000 \times 30) / 360 = 1\,250$ hrs/an. Soit une probabilité d'occupation de 1/7 (8 760 hrs par an / 1 250)
 Potentiel d'impact modéré : 1/8,6
 Probabilité de rupture : 1/500 (pessimiste)
 $1/7 \times 1/8,6 \times 1/500 = 1/30\,100$
 Introduisons le fait que le parc est fermé pendant les intempéries :
 $1/7 \times 1/8,6 \times 1/500 \times 1/10 = 1/301\,000$



Module 5 : Mise en pratique de la méthode QTRA

Objectifs

Savoir utiliser la méthode QTRA à différents niveaux :

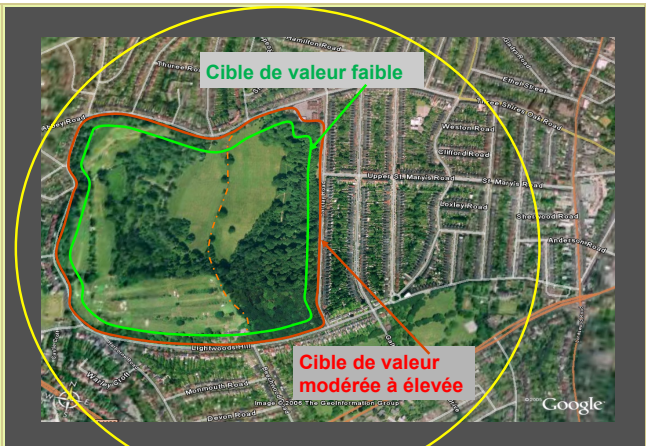
1. L'arboriste
2. Le gérant de patrimoine arboré
3. L'expert

Contenu

- Travaux pratiques *in situ*
- La calculatrice manuelle QTRA
- L'outil informatique QTRA

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
7 h	Travaux pratique <i>in situ</i> .	W. Moore

Votre diagnostic est guidé par la cible.



IX. QTRA - DEROULEMENT

Jour I	Jour II
Matin : 08.30 – 12.30	Matin : 08.30 – 12.30
Salle	Salle
<p>Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définition des termes • L'historique • La cible, le potentiel d'impact et la probabilité de rupture <p>La cible</p> <ul style="list-style-type: none"> • La voirie et la circulation • Les piétons • Les valeurs monétaires • Évaluation des probabilités <p>Le potentiel d'impact</p> <ul style="list-style-type: none"> • Appréciation du potentiel d'impact • Évaluation des probabilités 	<p>La probabilité de rupture</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'arbre sain • Défauts • Évaluation des probabilités <p>Affinement de la méthode</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facteurs météo • Cibles multiples • Potentiel d'impact réduit
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Sortie	Sortie
<p>Application <i>in situ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des cibles • Évaluation du potentiel d'impact 	<p>Application <i>in situ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des cibles • Évaluation du potentiel d'impact • Évaluation de la probabilité de rupture • Évaluation du risque
Salle	Salle
<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des cibles • Analyse des résultats sélection des zones nécessitant une inspection détaillée 	<p>Récapitulatif</p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthèse

QTRA NIVEAU II. POUR UTILISATEURS LICENCIES

Devenir un utilisateur de niveau avancé de la méthode QTRA.

Perfection de votre diagnostic.

Objectifs Pédagogiques

Le participant :

- Développera sa compréhension du contexte de risque dans lequel l'état structurel des arbres est évalué.
- Développera sa compréhension de l'étude et du compte-rendu selon la méthode QTRA.
- Étalonnera ses estimations de « Probabilité d'échec de l'arbre » avec les autres participants.
- Sera capable d'informer les décisions relatives à la gestion des arbres selon les seuils de risque et les objectifs et priorités du gestionnaire.

Public visé

Utilisateurs de la méthode QTRA.

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthode

Exposés en salle. Travaux pratiques in situ.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

1. Des séances questions-réponses pendant la formation.
2. Un test suite à la formation.

Le participant devra remplir un test à livre ouvert à son propre rythme, au plus tard une semaine après la fin de la formation. Le test comprendra une gamme de questions conçue pour déterminer son niveau de compréhension de la méthode et de son application. Certaines d'entre elles sont des questions à choix multiple, d'autres des questions ouvertes. L'inscription à titre d'utilisateur avancé de la méthode QTRA pendant une période de trois ans nécessite d'obtenir un score de 80% minimum. Après cette période de trois ans, l'utilisateur devra recommencer la formation et représenter le test pour confirmer son statut d'utilisateur avancé.

Durée

Deux jours

Intervenant

Mike Ellison, avec traduction consécutive par William Moore

CONTENU

Sessions d'intérieur :

- Structurer, mettre en œuvre et consigner les évaluations du risque posés par les arbres selon la méthode QTRA
- Études de cas
- Calculer les bénéfices et le coût des mesures de contrôle du risque pour prendre des décisions de gestion du risque
- La valeur et l'importance d'une politique de gestion du risque
- Établir un contrat de QTRA avec un client
- Élaborer un processus de QTRA au sein d'un établissement

Sessions d'extérieur

- Évaluation du risque posé par les arbres
- Exercices d'évaluation de la probabilité d'échec

Contenu de formation

X

La gestion des vieux arbres et de la biodiversité (Depuis 1997)



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore juillet 2024

X. LA GESTION DES VIEUX ARBRES ET DE LA BIODIVERSITE



Vieilles trognes en milieu urbain, ville d'Angers. Un patrimoine en voie de disparition préservé.

GENERALITES

Prérequis

Formation Voyage au Centre de l'Arbre fortement recommandée. Sinon, merci de lire attentivement le contenu du Voyage au Centre de l'Arbre et de vérifier que vous maîtrisez les thèmes abordés.

Motifs de la formation

L'arbre n'est pas seulement un arbre. Il abrite, interagit et interfère avec des centaines de milliers d'autres organismes, y compris l'homme. Tous font partie d'un système. Le bon fonctionnement du système dépend des connexions entre les parties qui le constituent. Gérer des arbres implique aussi d'être averti de cet univers infiniment complexe.

Le vieillissement de l'arbre est accompagné par un enrichissement de la flore et la faune qui lui sont associées, par exemple avec la formation de cavités et de bois mort. De tels arbres sont souvent abattus en milieu fréquenté par le public d'où un appauvrissement de la biodiversité dans nos espaces verts, et la disparition d'arbres de grande valeur. Il s'agit donc d'un patrimoine menacé, un patrimoine qui retrace parfois l'histoire des hommes sur plusieurs dizaines, centaines, voire des milliers d'années en des endroits privilégiés.

D'autre part, plus un arbre vieilli, plus il est vulnérable aux changements de son environnement proche. Les soins d'un vieil arbre nécessitent donc une bonne compréhension de sa spécificité biologique.

Objectifs généraux de l'atelier

1. Connaître les caractéristiques biologiques des vieux arbres.
2. Savoir ce qu'est la biologie de la conservation.
3. Connaître l'importance de la gestion du bois mort et de l'ensemble de la flore et de la faune associées à l'arbre. L'intégrer dans la réalisation des plans de gestion et les programmes de travail.
4. Connaître les techniques de gestion des vieux arbres, du bois mort et de leurs associés.

Résultats et produits attendus

A la suite de cet atelier le participant sera capable :

1. De connaître la grande valeur des vieux arbres dans nos espaces verts.
2. D'adapter ses préconisations et traitements afin de mieux soigner l'arbre et ses associés.
3. De mieux intégrer le vieil arbre dans un milieu fréquenté par le public.
4. De gérer le bois mort.
5. D'augmenter la biodiversité et en diminuant les frais de gestion.

Public visé

Tous les métiers ayant trait à l'arbre : chefs de service espaces verts, ingénieurs, techniciens, arboristes, experts, architectes paysagistes, forestiers...

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle. Études de vieux arbres *in situ*.

Évaluation de la satisfaction des participants

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

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

26. Des séances questions-réponses pendant la formation.
27. Correction des croquis et schémas par le participant pendant la formation.
28. Un QCM suite à la formation.

Durée

4 jours.

Intervenants

Gill Butler, Woodland trust.

Ted Green, Veteran Trees.

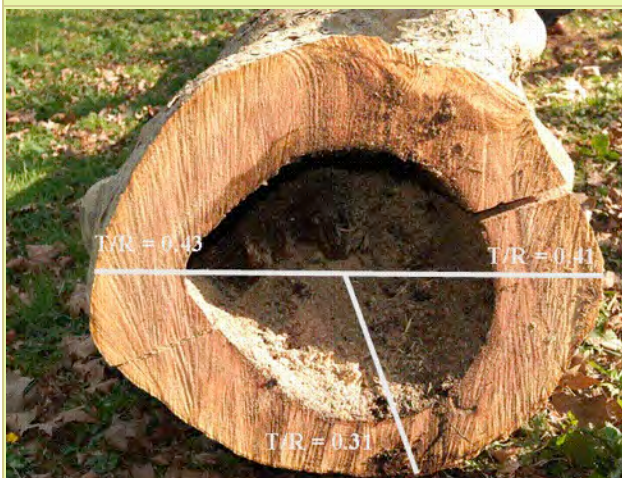
Mickaël Jézégou, Conseil Général, Côtes d'Armor.

Guy Lemperière, biologiste, Université de Caen.

William Moore, Atelier de l'Arbre.

RISQUE. Cet arbre de parc urbain a été condamné à « l'abattage immédiat » suite à une expertise. Il s'agissait d'un arbre en bonne santé, la couronne avait été réduite en volume par une réduction légère. Où vont aller maintenant les insectes, chauves-souris, pics et hiboux ? Tous les autres arbres creux du parc ont été traités de la même façon.

Arbre très creux de 400 ans, debout, et encore pour longtemps. Côtes d'Armor.



CONTENU EN DETAIL

Module 1 : Qu'est-ce qu'un vieil arbre ? Quelles sont ses particularités ?

Objectif

1. Connaître les caractéristiques biologiques des vieux arbres.

Contenu

- Évolution morphologique : architecture et forme. Évolution interne : développement de la flore interne, comme de la flore et la faune associées aux feuilles et aux racines.
- Le vieillissement physiologique : hypothèse peau/cœur.
- Le vieillissement de l'arbre et la croissance vers le bas.
- La coévolution des champignons et les arbres.
- Les pourritures et la formation des cavités.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
5 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	William Moore. Ted Green.

Ce vénérable chêne (Côtes d'Armor) a près de 900 ans. Il a été conduit en têtard jusque dans les années 1900, boule à zéro tous les quinze ans pendant environ 800 ans ! Ce qui ne l'a pas empêché d'arriver à un âge très respectable. Devant un arbre pareil, on peut se poser des questions sur les techniques de taille. Quelles sont aussi les caractéristiques biologiques de tels arbres ?



Module 2 : Les arbres anciens, un patrimoine particulier

Objectif

Mieux connaître ce patrimoine particulier que sont nos vieux arbres : les Côtes d'Armor.

Contenu

- Historique des arbres têtards dans les Côtes d'Armor.
- Un patrimoine qui possède une richesse biologique exceptionnelle.
- La gestion des vieux arbres dans le département des Côtes d'Armor.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	Michael Jezegou

Module 3 : Les arbres anciens, un patrimoine particulier

Objectif

Mieux connaître ce patrimoine particulier que sont nos vieux arbres : Grande Bretagne.

Contenu

- L'origine des arbres anciens.
- L'histoire de l'arbre et le paysage.
- Comparaison de la Grande Bretagne avec d'autres pays d'Europe et dans le monde.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	Jill Butler.

Combien de personnes dans un chêne creux ?	Un record Européen ?
	

Module 4 : La biologie de la conservation

Objectifs

1. Éléments de la biologie de la conservation.
2. La biodiversité.
3. Le bois mort, partie intégrante du système arbre.

Contenu

- Comprendre ce que c'est la biologie de la conservation et la biodiversité.
- Comprendre la dégradation du bois mort et son intégration au sol.
- Connaître l'habitat présenté par le bois mort.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
7 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	Guy Lemperière. Ted Green.

L'arboriste Jacques Debœuf, admire cette impressionnante masse de bois mort formée suite à l'effondrement d'un ancien têtard. La réserve naturelle de la forêt de Fontainebleau a été créée à la demande d'artistes qui ne trouvaient plus d'arbres ni de bois mort de caractère à dessiner. Le bois mort est beau.



Module 5 : Le rôle des insectes

Objectifs

1. Connaître les bases de la biologie des populations d'insectes.
2. Connaître l'importance des vieux arbres et du bois mort pour les insectes.

Contenu

- Entomologie, notions fondamentales.
- Rôle des insectes dans l'écosystème.
- Dynamique des populations d'insectes.
- Protection des insectes (protection des vieux arbres *via* les insectes) : la législation Européenne.
Techniques de gestion des populations d'insectes.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	Guy Lemperière. Ted Green.

Larves de Pic prune. Ces insectes ont besoin de très vieux arbres à cavités (de l'ordre de 300 à 500 ans) pour leur reproduction. C'est donc une espèce menacée de disparition car les vieux arbres à cavités sont de plus en plus rares. Ces insectes et leurs niches écologiques sont protégés par la législation Européenne.



Module 6 : Écologie du paysage et écologie urbaine

Objectifs

1. Comprendre la notion de l'écologie du paysage
2. Comprendre la notion de l'écologie urbaine

Contenu

- Les vieux arbres dans l'écologie du paysage.
- Éléments en écologie urbaine.
- La biodiversité et la dynamique des populations.
- Le corridor, connectivité et fragmentation.
- La législation (Natura 2000, Régionale, Nationale, Européenne, Mondiale).
- Protection des vieux arbres via les espèces protégées.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
4 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	Guy Lemperière

Module 7 : Inventaire et gestion des vieux arbres

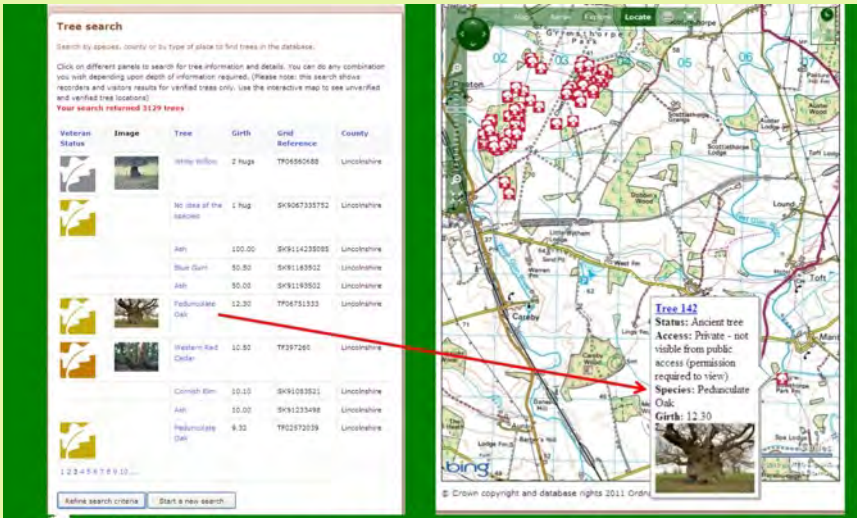
Objectif

Connaître les inventaires en ligne et les méthodes de recensement et de gestion des vieux arbres en Grande Bretagne.

Contenu

- Présentation de la base de données en ligne : « Tree Register »
- La chasse aux arbres d'intérêt spécial : la création d'inventaires et l'enregistrement des données.
- L'analyse des données et la gestion durable des arbres anciens à l'échelle du paysage.
- La création de plantations pour les arbres anciens du futur

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	Jill Butler. Mickaël Jézégou.



Tree search
Search by species, county or by type of place to find trees in the database.
Click on different panels to search for tree information and details. You can do any combination you wish depending upon depth of information required. (Please note: this search shows registers and visitors results for verified trees only. Use the interactive map to see unverified and verified tree locations)
Your search returned 11,29 trees

Image	Tree	Girth	Grid Reference	County
	Wetzel Willow	2 ft 6 in	TN0650482	Lincolnshire
	No idea of the location	1 ft 6 in	SK906733752	Lincolnshire
	Ash	100.00	SK9114235085	Lincolnshire
	Blue Gum	50.00	SK91143502	Lincolnshire
	Ash	50.00	SK91143502	Lincolnshire
	Pedunculata Oak	12.00	TN06751333	Lincolnshire
	Wetzel Red Cedar	10.00	TN06751333	Lincolnshire
	Cornish Elm	10.10	SK91083521	Lincolnshire
	Ash	10.00	SK91023488	Lincolnshire
	Pedunculata Oak	6.32	TN02572039	Lincolnshire

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...

[Refine search criteria](#) [Start a new search](#)

Tree 142
Status: Ancient tree
Access: Private - not visible from public access (permission required to view)
Species: Pedunculata Oak
Girth: 12.50

**On line, live recording
Images of trees
Searchability**

WOODLAND TRUST

Module 6 : PPP (Problèmes associés à la Pression du Public) et outils de gestion

Objectifs

1. Connaître les conflits de gestion des vieux arbres
2. Connaître des outils de gestion permettant de mieux intégrer un vieil arbre dans un site
3. Connaître les techniques de soins des vieux arbres (taille, haubanage, supports, traitement des racines)
4. Savoir créer des arbres à cavité

Contenu

- Le conflit écologique et la sécurité publique. La pression exercée par l'homme sur l'environnement de l'arbre
- Gestion et techniques :
 - Diagnostic : rappel des méthodes de diagnostic couramment pratiquées. Erreurs couramment commises.
 - Élagage : taille des vieux arbres. Création de têtards. Restauration de têtards.
 - Haubanage et supports : systèmes et mise en place.
 - Techniques pour la gestion du bois mort.
 - Techniques pour la création d'arbres à cavités.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
4 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	T. Green. W. Moore.

Des efforts ont été faits pour intégrer ce vieux chêne dans un projet d'aménagement. Est-ce que les mesures sont suffisantes ?



X. GVA - DEROULEMENT

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
<p>Spécificité biologique des vieux arbres.</p> <ul style="list-style-type: none"> Le vieillissement physiologique, hypothèse peau / cœur Évolution interne : développement de la flore interne Évolution morphologique, architecture et forme Le vieillissement de l'arbre et la croissance vers le bas. La coévolution des champignons et les arbres. Les pourritures et la formation des cavités. 	<p>La biologie de la conservation</p> <ul style="list-style-type: none"> Eléments de la biologie de la conservation <p>Le bois mort</p> <ul style="list-style-type: none"> Typologie Modes de dégradation Rôle dans l'écosystème 	<p>Écologie du paysage</p> <ul style="list-style-type: none"> Les vieux arbres dans l'écologie du paysage Eléments en écologie urbaine La biodiversité et la dynamique des populations Le corridor, connectivité et fragmentation <p>La législation</p> <ul style="list-style-type: none"> Natura 2000 Régionale, Nationale, Européenne, Mondiale Protection des vieux arbres via les espèces protégées 	<p>Gestion du bois mort et soins aux vieux arbres</p> <ul style="list-style-type: none"> A la recherche des vieux arbres L'inventaire Gestion du bois mort Création des habitats pour la flore et la faune Conservation et gestion des vieux arbres et des trognes. Création de nouveaux trognes et une agroforesterie d'avenir. Zones de protection
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Sortie	Sortie	Sortie	Sortie
Visite d'arbres anciens	Dégradation du bois mort Écologie des cavités	Visite d'arbres anciens	Les vieux arbres en milieu urbain
Salle	Salle		
<p>Les trognes. Un patrimoine particulier.</p> <ul style="list-style-type: none"> L'origine des arbres anciens. L'histoire de l'arbre et le paysage. Comparaison de la Grande Bretagne avec d'autres pays d'Europe et dans le monde. 	<ul style="list-style-type: none"> L'inventaire et la gestion des vieux arbres du Côtes d'Armor 		

Contenu de formation

XI

L'intégration du patrimoine arborescent dans les projets d'aménagement



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore juillet 2024

XI. L'INTEGRATION DU PATRIMOINE ARBORE DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENT



Roubaix. Une réussite grâce à la volonté des élus et d'une équipe pluridisciplinaire : un arboriste conseil, un architecte paysagiste et un bureau d'études.

GENERALITES

Prérequis

Formation Voyage au Centre de l'Arbre fortement recommandée. Sinon, merci de lire attentivement le contenu du Voyage au Centre de l'Arbre et de vérifier que vous maîtrisez les thèmes abordés.

Motifs de la formation

Les arbres procurent de multiples bénéfices en milieu urbain, par exemple :

- Ils offrent un impact visuel : l'adoucissement d'un paysage autrement « dur », la mise en valeur de l'architecture.
- Ils marquent le passage des saisons et offrent des habitats pour la flore et la faune locales.
- Ils améliorent le confort général : écrans, ombrage, rafraîchissement par temps estival, diminution de la vitesse du vent et des turbulences, interception de la neige et de la pluie, atténuation du bruit...

Pendant toute leur vie, les arbres sont vulnérables aux perturbations de leur environnement, aux blessures et aux maladies. Les travaux de construction exercent des contraintes plus au moins fortes sur les arbres. Un arbre centenaire peut être endommagé et entraîné dans un dépérissement irréversible en l'espace de quelques minutes.

Environ 50% des études menées par l'Atelier de l'Arbre sont liées aux dégâts occasionnés aux arbres suite aux travaux d'aménagement. Trop souvent les arbres sont ignorés par les élus et les concepteurs de projet. Le résultat est très souvent catastrophique : arbres malades et mourants, abattages, remplacements, infrastructures à refaire. L'argent est inutilement gaspillé, ce qui est un outrage pour le contribuable.

Afin d'intégrer un patrimoine arboré dans un projet d'aménagement, il est impératif d'intégrer un bureau d'études spécialisé en arboriculture dès la première réflexion sur le projet et de faire suivre l'ensemble des travaux conduits à proximité des arbres par un spécialiste. Les racines, les troncs et les houppiers des arbres, leur développement actuel et futur, doivent être pris en considération.

Cet atelier est conçu pour aider la prise de décisions en ce qui concerne les arbres existants et les plantations nouvelles dans la conception du projet, les travaux de démolition et de construction. A cet égard, nous nous appuyons sur la norme anglaise (BS, British Standard) :

BS 5837, 2012. Trees in relation to design, demolition et construction - Recommendations. (Les arbres en relation avec la conception d'un aménagement, la démolition et la construction – Recommandations).

Objectifs généraux

- 1) Connaître le protocole d'intégration :
 - a) Avant-projet : le site, l'inventaire et le premier programme de protection.
 - b) Avant travaux : résolution des problèmes, approbation, identification des mesures de protection.
 - c) Le cahier des clauses techniques.
 - d) Pendant et à la conclusion des travaux : surveillance et mise en œuvre des interventions spécifiées. Recommandations pour la gestion future.
- 2) Savoir évaluer la Zone de Protection Racinaire.
- 3) Connaître les techniques pour réussir l'intégration de l'arbre dans l'aménagement.

Résultats et produits attendus

A la suite de cet atelier le participant sera capable :

- D'établir un plan d'intégration du patrimoine arboré dans un projet d'aménagement.

Public visé

Gestionnaires de l'arbre d'agrément, architectes paysagistes, architectes, bureaux d'études en arboriculture, entreprises de travaux paysagers, entreprises de travaux arboricoles, entreprises de travaux publics.

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle. Études *in situ*.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

- 29. Des séances questions-réponses pendant la formation.
- 30. Correction des croquis et schémas par le participant pendant la formation.
- 31. Un QCM à la suite de la formation.

Durée

3 jours

Intervenant

William Moore



Joli aménagement, mais quelques années plus tard cet arbre meurt, les autres présentent un avenir douteux.

CONTENU EN DETAIL

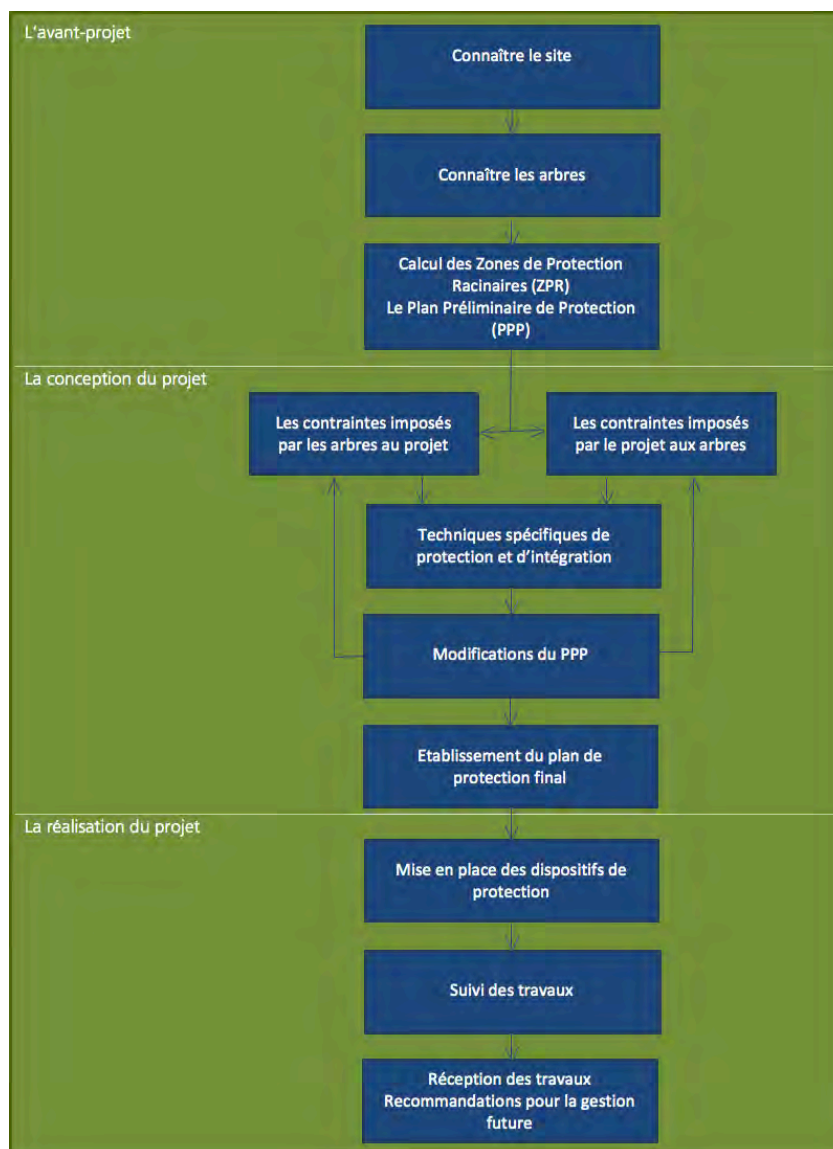
Module 1 : Vue d'ensemble

Objectif

Connaître les différentes étapes du projet d'intégration.

Contenu

Le processus d'intégration, depuis l'avant-projet jusqu'à la réception des travaux en fin de projet.



Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposé en salle.	W. Moore

Module 2 : Un travail d'équipe

Objectif

Connaître les différents interlocuteurs du projet.

Contenu

Le processus d'intégration peut nécessiter l'intervention de plusieurs personnes ou corps de métier, par exemple : élus, gérants des espaces verts, bureaux d'études/expert en arboriculture, géomètre, pédologue, ingénieur spécialisé, architecte, architecte paysagiste, entreprises d'élagage et de soins aux arbres, entreprises de travaux en espaces verts, entreprises de travaux publics.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposés en salle.	W. Moore

Module 3 : Avant-projet. Connaître le site.

Intervenants (au besoin) : géomètre, pédologue, arboriste conseil.

Objectif

Connaître le site et les éléments à prendre en considération.

Contenu

Classification du site (monuments historiques, zone boisée classée...). Le plan topographique. Les structures en dur et les réseaux existants. Le drainage. Le sol. L'exposition. Les moyens d'accès. Le positionnement des arbres.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Module 4 : Rappel de la biologie de l'arbre : Le fonctionnement global de l'arbre.

Objectif :

Connaître le fonctionnement global de l'arbre.

Contenu :

- Les méristèmes. La croissance. La compartimentation. Le budget énergétique. Le vieillissement et les stades ontogénétiques.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Module 5 : Rappel de la biologie de l'arbre : La morphologie du système racinaire.

Objectifs :

Savoir évaluer la localisation du système racinaire.

Contenu :

- Les racines fines et les mycorhizes. Les racines maîtresses de soutien. La morphologie du système racinaire en fonction des facteurs climatiques et édaphiques. Méthodes de diagnostic.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposé en salle	W. Moore

Module 5 : Avant-projet. Connaître les arbres. L'inventaire arboricole.

Intervenant : arboriste conseil.

Objectif

Connaître les caractéristiques du patrimoine arboré.

Contenu

- Les paramètres à prendre en considération. L'inventaire arboricole. L'analyse des données.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Module 6 : Avant-projet. Choix des arbres à intégrer au projet.

Intervenants (au besoin) : élus, gérant, arboriste conseil.





















































































Objectif

Savoir choisir les arbres méritant d'être intégrés au projet.

Contenu

Paramètres à prendre en considération : La durée de vie, l'état sanitaire, l'impact paysager, valeurs ornementales diverses, valeur écologique, risque...

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Conduite choisie : A remplacer						
Station	Arbre	Essence	Stade	Forme	Etat : phys / méc	Profil risque
1	9	Aesculus hippocastanum	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	10	Tilia x europea	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
Total : 2						
Conduite choisie : Maintien en forme semi libre						
Station	Arbre	Essence	Stade	Forme	Etat : phys / méc	Profil risque
1	1	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	2	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	3	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	4	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	5	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	6	Tilia x europea	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	7	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	8	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	11	Tilia x europea	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	12	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	13	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	14	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	15	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	16	Tilia x europea	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	17	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	18	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	19	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	20	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
1	21	Platanus acerifolia	5 : Adulte	Semi libre : étêtée ancienne	 	 
Total : 19						

Module 7 : Avant-projet. Établissement du Plan de Protection Préliminaire des arbres

Intervenant : Arboriste conseil.

Objectifs

Savoir calculer l'envergure de la Zone de Protection Racinaire (ZPR).

Savoir préparer le Plan de Protection Préliminaire des arbres (PPP).

Contenu

- Calcul de l'envergure des ZPR en fonction des paramètres suivants : paysage souterrain, sol, pente, drainage, état physiologique et stade ontogénétique de l'arbre, et gestion antérieure.
- Préparation PPP.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, diagnostic des arbres <i>in situ</i>	W. Moore



Module 8 : Conception du projet. Contraintes imposées au projet par les arbres à prendre en considération par le concepteur

Intervenants : Le concepteur accompagné par l'arboriste conseil.

Objectif

Connaître les paramètres associés aux arbres qui pourraient influencer la conception.

Contenu

- ZPR.
- Mensurations actuelles et futures.
- Caractéristiques particulières liées à l'espèce.
- Ombrage.
- Dommages indirects, en particulier sur les sols dont la composante argileuse est rétractable : les effets de l'enlèvement ou de l'ajout d'arbres à proximité de nouvelles fondations.
- Dommages directs : frottement des branches contre les façades, déformation des aménagements par les racines, réseaux souterrains, évacuations d'eau.
- Conflits futurs : ombre portée sur les bâtiments par les arbres. Mensurations à taille adulte.



Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposé en salle.	W. Moore

Module 9 : Conception du projet. Contraintes imposées par le projet aux arbres à prendre en considération par le concepteur.

Intervenants : Le concepteur accompagné par l'arboriste conseil.

Objectif

Savoir prévoir l'impact actuel et futur des nouvelles installations.

Contenu

- ZPR : par défaut, tout aménagement doit être tenu en dehors de la ZPR. C'est parfois impossible, des mesures spécifiques d'ingénierie et de protection doivent alors être mises en œuvre.
- A éviter : intrusions répétées dans la ZPR.
- Les paramètres à prendre en considération : la classification du site (ZBC), les incompatibilités potentielles entre les arbres et le projet ; l'accès au site et les zones de travail : les effets des opérations sur la valeur des arbres (élagage des branches basses pour accès ; la hauteur des arbres (grues) ; les dommages potentiels à la couronne par les véhicules, les échafaudages. Dans certaines de ces conditions, il sera peut-être nécessaire d'augmenter la ZPR. Infrastructures pouvant impacter les arbres : servitudes pour engins ; sécurité routière ; stockage des déchets, éclairage ; panneaux solaires ; caméras de surveillance...

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2h	Observations <i>in situ</i> .	W. Moore



Module 10 : Conception du projet. La proximité des aménagements avec les arbres. Facteurs divers à prendre en considération par le concepteur.

Intervenants : Le concepteur accompagné par l'arboriste conseil.

Objectifs

Connaître les diverses contraintes qui pourraient influencer la conception du projet.

Contenu

- Les effets d'écran procurés par les arbres pour masquer un paysage indésirable (chemin de fer, architectures douteuses).
- Microclimat : bénéfices climatiques locaux procurés par les arbres.
- Nuisances saisonnières associées aux arbres : perte des pièces (feuilles, fruits, rameaux), bouchage des évacuations des eaux, trottoirs glissants.....

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2h	Exposé en salle	W. Moore



Les ZPR sont parfois très contraignantes pour le projet. Si elles ne peuvent être respectées, il faut réfléchir...

Module 11 : Évaluation de l'impact du projet sur le patrimoine arboré

Objectif

Savoir évaluer l'impact des propositions sur les arbres.

Contenu

- Évaluation des arbres perdus du fait des activités potentiellement nuisibles menées à proximité des arbres.
- Sélection des arbres qui pourront être raisonnablement intégrés au projet.
- Identification des méthodes spécifiques pour la sauvegarde des arbres.
- Préparation des documents de synthèse.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1h	Exposé en salle	W. Moore

Module 12 : Nouvelles plantations

Objectif

Savoir intégrer des nouvelles plantations au projet d'aménagement

Contenu

- Les objectifs des nouvelles plantations.
- Choix des espèces à planter.
- Nouvelles plantations à proximité des constructions
- Nouvelles plantations à proximité des routes
- Nouvelles plantations à proximité des réseaux aériens et souterrains

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2h	Exposé en salle	W. Moore



Le choix de l'espèce doit tenir compte des conditions édaphiques (plantation en échec)...



...et du développement futur de l'arbre ; cet arbre serait abattu.

Module 13 : Le plan de protection des arbres.

Objectif

Savoir réaliser un plan de protection arboricole.

Contenu

Préparation du plan du site montrant les mesures de protection : barrières, accès temporaires dans les zones d'exclusion, protection du sol, tenir compte des processus de construction à proximité des barrières de protection des arbres (accès du site, parking du personnel, intensité de l'activité, espace pour l'excavation des fondations, disponibilité des techniques de construction spécifiques, espace requis pour les installations temporaires, changements de niveau du sol, espace nécessaire pour travailler, espace pour des cabines temporaires, type et intensité des travaux dans les ZPR, espace pour le stockage des matériaux).

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1h	Exposé en salle	W. Moore

Module 14 : Techniques spécifiques pour l'intégration.

Intervenants (au besoin) : Arboriste conseil accompagné ingénieurs des bureaux d'études spécialisés.

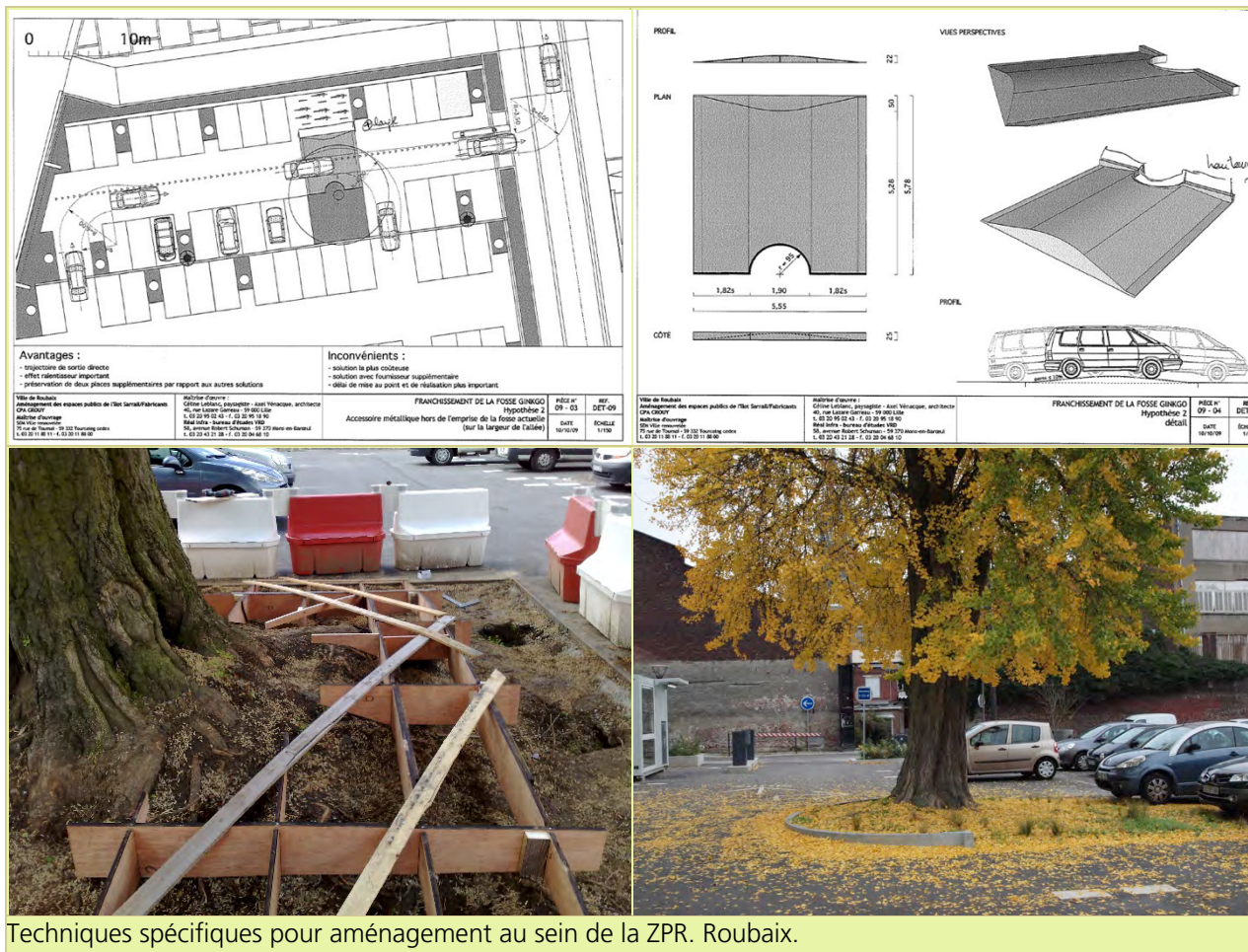
Objectif

Savoir réaliser un CCTP pour la mise en œuvre des mesures de protection.

Contenu

- L'enlèvement des structures existantes et des revêtements durs.
- L'installation de la protection temporaire du sol.
- La pose de réseaux souterrains par forage horizontal.
- Installation de nouveaux revêtements durs.
- Fondations spécifiques.
- Murs de rétention.
- Préparation pour travaux paysagers.
- Les barrières de protection.
- Les techniques de décompactations.
- Le mulching.
- Programme de suivi des travaux.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2h	Exposé en salle	W. Moore



Module 15 : Mise en place du plan de protection et suivi des travaux.

Intervenants (au besoin) : Arboriste conseil, bureaux d'études spécialisés.

Objectifs

Savoir planifier et surveiller les travaux.

Contenu

- Mise en place des dispositifs de protection
- Programme de suivi des travaux.
- Les documents à produire.
- Modification des mesures de protection au besoin.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1h	Exposé en salle	W. Moore



Module 16 : La fin des travaux.

Intervenant : Arboriste conseil.

Objectif

Savoir faire le bilan du projet.

Contenu

- Évaluation du projet.
- Conseil pour la gestion future.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1h	Exposé en salle	W. Moore

XI. AMENAGEMENT - DEROULEMENT

Jour I	Jour II	Jour III
Matin 08 :30 – 12 :30	Matin 08 :30 – 12 :30	Matin 08 :30 – 12 :30
Salle	Salle	Salle
<p>Vue d'ensemble</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les étapes du projet d'intégration du début à la fin. <p>Un travail d'équipe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les interlocuteurs <p>Le site</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sol, exposition, drainage, topographie • Structures et réseaux existants • Accès • Positionnement des arbres <p>Les arbres</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rappel du fonctionnement global de l'arbre • La morphologie du système racinaire 	<p>Choix des arbres à intégrer au projet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paramètres à prendre en considération <p>Le plan de protection préliminaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etablissement des Zones de Protection Racinaires • Contenu et présentation du plan de protection préliminaire • Présentation cartographique <p>Etudes de cas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exemples de plans de protection préliminaires 	<p>La conception du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les contraintes imposées par les arbres à prendre en considération • Les contraintes imposées aux arbres à prendre en considération <p>Techniques spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le forage horizontal pour pose des réseaux • Les fondations sur pilotis • Les plateformes suspendues • Techniques de décompaction • Le mulching • Les barrières de protection <p>Préparation du plan de protection</p> <ul style="list-style-type: none"> • Présentation • Cartographie
Après-midi 14 :00 -17 :30	Après-midi 14 :00-17 :30	Après-midi 14 :00-17 :30
Salle	Sortie	Salle
<p>Les arbres</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'inventaire arboricole <p>Sortie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visite de site 	<p>Étude <i>in situ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Localisation des racines • Etablissement des ZPR 	<p>Le suivi du chantier</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise en place des dispositifs de protection • Visites du site • Imprévus • Réception à la fin du projet • Recommandations pour la gestion future <p>Étude <i>in situ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Visite des sites d'aménagement

Contenu de formation

XII D.T.O.

Diagnostic, traitement, observation.

La gestion durable du



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore juillet 2024

XII. D.T.O.
DIAGNOSTIC, TRAITEMENT, OBSERVATION.
LA GESTION DURABLE DU PATRIMOINE ARBORE



GENERALITES

Prérequis

Formation Voyage au Centre de l'Arbre fortement recommandée. Sinon, merci de lire attentivement le contenu du Voyage au Centre de l'Arbre et de vérifier que vous maîtrisez les thèmes abordés. Formations VTA et QTRA recommandées.

Motifs de la formation

Voici l'occasion de concrétiser les acquis de l'ensemble des ateliers proposés par l'Atelier de l'Arbre. Pour un diagnostic compréhensif et une facilité de communication avec les opérateurs. Apprentissage de la méthode DIA, Diagnostic Intégré de l'Arbre, de William Moore.

Le diagnostic, l'élaboration d'un plan de gestion ou d'une expertise nécessitent une méthodologie. Dans cet atelier vous apprendrez à effectuer un Diagnostic Intégré de l'Arbre (DIA), étape par étape à travers le modèle des Zones de l'Arbre qui a été conçu pour vous guider dans votre démarche de diagnostic, ce modèle sert de grille de lecture pour l'appréciation de l'état de santé de l'arbre. Le modèle intègre les concepts vus dans les autres ateliers proposés (d'où la notion DIA). La méthodologie DIA permet de façon logique, d'effectuer la synthèse de l'ensemble des observations faites à différents niveaux, et de se prononcer sur l'état global de la santé d'un arbre. Dans le cas de groupes d'arbres ou d'alignements, des analyses d'ensemble sont nécessaires afin de connaître les profils d'état de santé mécanique et physiologique de l'ensemble des sujets ainsi que le profil de risque. Un programme de travail peut être élaboré suite à l'appréciation de ces analyses en fonction des objectifs de gestion.

Objectifs généraux de la formation

1. Apprendre à mettre en application ses connaissances en biologie de l'arbre dans l'établissement d'un diagnostic, d'un inventaire et d'un plan de travail.
2. Apprentissage à la méthode D.I.A. : Diagnostic Intégré de l'Arbre.
3. Apprendre à communiquer clairement et simplement les résultats d'un diagnostic.
4. Apprendre à faire le suivi à long terme des arbres.
5. Savoir structurer un rapport d'expertise ou un plan de gestion.

Résultats et produits attendus

A la suite de cet atelier le participant sera capable :

1. D'être méthodique dans ses démarches de diagnostic.
2. D'être méthodique dans l'élaboration d'un plan de gestion, et d'un plan de travail.
3. De structurer un rapport d'expert ou un plan de gestion.
4. De communiquer clairement et simplement les résultats d'un diagnostic.
5. D'établir un budget pluriannuel.

Public visé

Tous les métiers ayant trait à l'arbre (chefs de service espaces verts, ingénieurs, techniciens, arboristes, experts, architectes paysagistes, forestiers...).

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Le stagiaire apprend pas à pas par une formation théorique ce qu'est une méthode de diagnostic. Peu à peu il se familiarise avec le vocabulaire et l'application de la méthode (exercices pratiques et discussions). Ses connaissances sont validées par le contrôle des données saisies sur le terrain et par la présentation des résultats en salle (application de la méthode DIA pour les arbres d'alignement, arbres isolés et arbres en groupe).

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

- 32. Des séances questions-réponses pendant la formation.
- 33. Correction des croquis et schémas par le participant pendant la formation.
- 34. Un QCM suite à la formation.

Durée

4 jours

Intervenant

William Moore

Le modèle des Zones est une grille pour aider à la lecture de l'arbre.

La Zone I est la Zone la plus dynamique de l'arbre et se déplace dans l'espace.

Ci-contre, on constate la migration progressive de la Zone I vers les Zones II et III (croissance vers le bas), suite à des perturbations racinaires.



CONTENU EN DETAIL

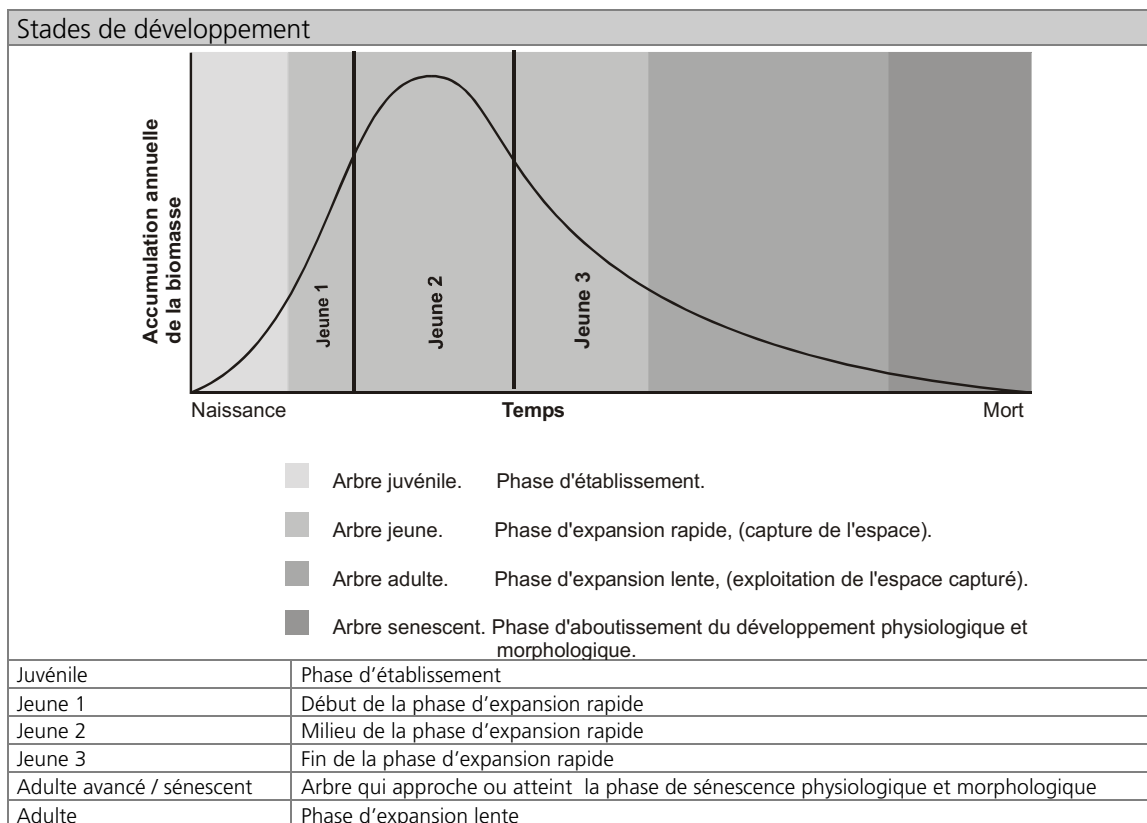
Module 1 : Le vieillissement de l'arbre et les stades de développement

Objectifs

1. Comprendre le vieillissement de l'arbre
2. Connaître les stades de développement de l'arbre, de la naissance à la mort
3. Comprendre la différence entre dépérissement et sénescence

Contenu

- Le vieillissement de l'arbre et l'hypothèse peau/cœur.
- Comparaison de différentes méthodes pour la définition de l'âge physiologique et des stades de développement.
- Définition des stades de développement pour l'utilisation dans le diagnostic.
- Les stades de développement en fonction de la stratégie écologique, pionnière, nomade, dryade.



Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposé en salle, diagnostic des arbres <i>in situ</i> .	W. Moore

Module 2 : Le modèle des Zones de l'Arbre

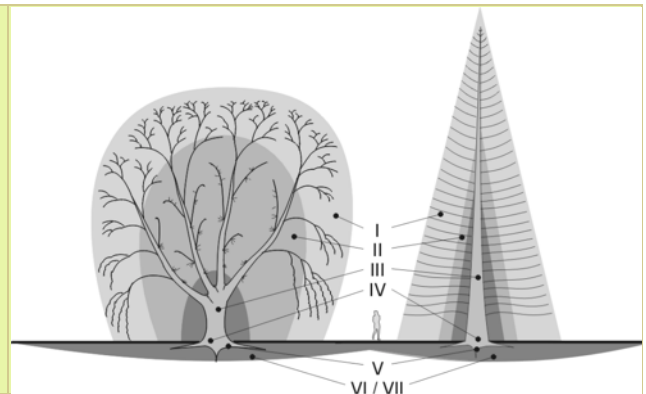
Objectif

1. Savoir utiliser le modèle des zones de l'arbre comme grille de lecture lors d'un diagnostic.

Contenu

- Présentation du modèle des zones de l'arbre.
- Critères de définition des zones de l'arbre : fonctionnement, anatomie, morphologie, masse dynamique/masse statique, architecture, présence d'associés.
- Intercalage et stades de développement.
- L'architecture et le vieillissement de l'arbre.
- Modification du modèle sous les effets de stress physiologique.
- Migration de la Zone I.
- Cartographie de l'arbre. Observation d'arbres sains, d'âges différents.

Le modèle des Zones de l'Arbre aide à comprendre le développement, le vieillissement et la biologie de l'arbre.
Lors d'un diagnostic chaque zone est étudiée et aucune partie de l'arbre n'échappe à l'investigation.



Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
5 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Module 3 : Définition des termes et établissement des échelles pour la classification de l'état de santé de l'arbre et les risques présentés pour l'homme ou ses biens.

Objectifs

1. Connaître la terminologie
2. Connaître les échelles DIA pour la classification de l'état de santé de l'arbre et le risque.
3. Savoir utiliser les échelles dans un diagnostic.






Contenu

- Définition des termes : vitalité, vigueur, stress, contrainte, santé, défaut mécanique, dysfonctionnement physiologique, et risque.
- Présentation des échelles pour décrire l'état de santé physiologique et mécanique d'un arbre.
- Présentation des échelles pour décrire les risques associés aux ruptures.
- Récapitulatif de la méthode QTRA (Évaluation quantifiée des risques associés aux arbres).

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposé en salle, diagnostic des arbres <i>in situ</i> : jardin public, alignements routiers.	W. Moore

Dans ce module les termes couramment utilisés sont définis. Étonnant, dans la littérature de nombreux ouvrages traitent du diagnostic de la santé de l'arbre mais un seul auteur tente de proposer une définition. Il est difficile d'évaluer la santé si on ne sait pas de quoi il s'agit !

Ce tableau montre la gradation de l'état mécanique utilisée pour les arbres d'ornement. Cinq gradations sont utilisées pour l'ensemble des échelles DIA, ceci permet l'analyse détaillée d'un peuplement, sans être trop touffu, ni trop simple. D'autre part, ceci est conforme aux autres corps de métier qui utilisent généralement 5 niveaux pour décrire le risque.

Code couleur / état	Facteur de sécurité	Typification du défaut.
 Excellent	Facteur de sécurité intact.	Pas de défaut mécanique ou petits défauts, par exemple petites éraflures de l'écorce, petites cavités où la paroi résiduelle est très éloignée des valeurs critiques.
 Bon	Facteur de sécurité partiellement diminué. La charge de service est inférieure à la charge de ruine.	Défaut mécanique présent, mais non significatif. Par exemple cavités symétriques où la paroi résiduelle est encore éloignée des valeurs critiques.
 Moyen	Facteur de sécurité totalement diminué. La charge de service est à peu près égale à la charge de ruine.	Défaut mécanique présent. Un facteur déclenchant est nécessaire pour engendrer un échec. Par exemple cavités où la paroi résiduelle est proche des valeurs critiques.
 Mauvais	La charge de service est supérieure à la charge de ruine.	Défaut mécanique présent. Un facteur déclenchant est nécessaire pour engendrer un échec. Par exemple cavités où la paroi résiduelle se situe un peu au-dessous des valeurs critiques.
 Très mauvais	La charge de service est largement supérieure à la charge de ruine.	Défaut mécanique présent. L'arbre risque de se briser sous son propre poids ou par une faible contrainte. Par exemple cavités où la paroi résiduelle se situe largement au-dessous des valeurs critiques.

Module 4 : La méthode Diagnostic Intégré de l'Arbre (DIA).

Objectif

1. Savoir procéder à un diagnostic de façon systématique.

Contenu

- Présentation de la méthode DIA.
- Observation de base.
- Classification des problèmes décelés.
- Facteurs déterminants.
- Notions : d'état mécanique général, d'état physiologique général et d'état de santé global.
- Élaboration de fiches d'inventaire, comparaison des différentes méthodes d'inventaire.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposé en salle.	W. Moore

Module 5 : Application de la méthode DIA in situ

Objectif

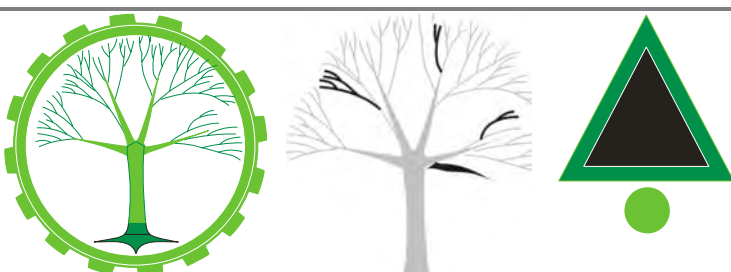
Savoir utiliser la méthode DIA.

Contenu

Diagnostic des arbres *in situ*, parc, alignement, arbres isolés.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
12h	Observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Exemple d'une fiche individuelle (Icône du centre ® William Moore).

10	Essence	<i>Platanus acerifolia</i>								
	C x H	257 x 36	H/D	27						
	Stade	Adulte								
	Forme	Semi - libre								
	Cible	5								
										

Conduite minimale : Maintien en forme semi libre

Date	Commentaires	Phys.	FD	Méc.	FD	BM	Risque	
							Act.	Rev.
01/04/2002	Zone I	Anthracnose (<i>Apiognomonia venata</i>) : perte des feuilles 25%.	B	x		2	2	0
01/04/2002	Charpente					2	2	0
01/04/2002	Charpente	Chancre <i>Inonotus hispidus</i> , 15m du sol E. t/R 0,47		B	x		0	0
01/04/2002	Tronc	Blessure basale SE ; 60cm x 90cm, ancien impact voiture		B	x		0	0

En 4 étapes, méthodiques et logiques, la méthode DIA permet l'évaluation de l'état de santé général de l'arbre et le risque présenté par un arbre.

4. Détermination de l'état de santé global
le risque immédiat
et le réversibilité du risque



Module 6 : De l'inventaire au plan de gestion et au programme de travail pluriannuel

Objectifs

1. Savoir présenter les données dans un inventaire et dans un document de synthèse
2. Savoir utiliser les données pour l'établissement d'un plan de gestion et d'un programme de travail.

Contenu

- Présentation de la fiche individuelle d'un arbre dans un inventaire.
- Analyse des résultats d'un inventaire : synthèse des données de l'inventaire.
- Analyse des données de synthèse et présentation des résultats.
- Mise en contexte : quels sont les objectifs de la gestion ? Quelles sont les contraintes pour la gestion ?
- Établissement d'un programme de travail et établissement d'un budget pluriannuel en fonction des objectifs de gestion et des contraintes imposées pour la gestion.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4h	Exposé en salle	W. Moore

Dans l'application utilisée dans cet atelier, chaque étape du diagnostic (1 à 4) peut être analysée en fonction de la résolution des informations requises.

Profil de santé			Etat mécanique		
Etat physiologique			Etat	Nbs	%
Etat	Nbs	%			
A	87	30,63%	A	165	58,10%
B	174	61,27%	A-	7	2,46%
B-	11	3,87%	B+	1	0,35%
C	7	2,46%	B	88	30,99%
C-	2	0,70%	B-	13	4,58%
D	3	1,06%	C+	3	1,06%
			C	3	1,06%
			D	4	1,41%
Totaux	284	100,00%	Totaux	284	100,00%

L'analyse des tableaux de synthèse et l'intégration des objectifs de gestion permettent l'élaboration d'un plan de gestion et d'un programme de travail. Les résultats peuvent être présentés d'une multitude de façons.

Module 7 : Rédaction de documents : expertise, plan de gestion

Objectif

1. Savoir structurer un rapport d'expertise ou un plan de gestion
2. Savoir créer des documents clairs, simples à lire et fonctionnels

Contenu

- Le protocole scientifique pour l'investigation d'un problème.
- Application du protocole scientifique dans une investigation et dans la rédaction du document.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1h	Exposé en salle	W. Moore

Les codes couleurs utilisés dans la méthode DIA permettent une lecture rapide des résultats et facilitent la communication entre vous et vos différents interlocuteurs.

Les échelles pour l'évaluation de la santé de l'arbre et le risque présenté par l'arbre, de la méthode DIA, sont annexées à la Norme Française pour le diagnostic des arbres sur les parcours acrobatiques : AFNOR 1/11/2003. Structures et équipements sportifs. ISBN 2-12-139011-1. Parcours acrobatiques en hauteur (PAH), XP S 52-902-1).

Ce plan DIA permet au propriétaire du PAH d'identifier les arbres présentant des risques, la réversibilité des risques par traitement « doux », et l'état physiologique des arbres.



XII. D.T.O. - DEROULEMENT

Jour I	Jour II	Jour III	Jour IV
Matin 08.30 - 12.30	Matin 08.30 - 12.30	Matin 08.30 - 12.3	Matin 08.30 - 12.30
Salle	Salle	Salle	Sortie
<p>Le modèle des Zones de l'Arbre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stades de développement pour un arbre sain de la naissance à la mort • Biomasse et énergie consommation et énergie réserves • Stratégies de survie : nomade, dryade, pionnière, stratégie écologique • Architecture 	<p>La méthode Diagnostic intégrée de l'Arbre (DIA)</p> <ul style="list-style-type: none"> • La santé de l'arbre, définition des termes • Vitalité, vigueur et santé • Echelles pour l'évaluation de l'état de santé physiologique d'un arbre • Risque • Élaboration de fiches d'inventaire • Application de la méthode : études de cas 	<p>Groupe présentation des résultats</p> <p>Sortie</p> <p>Étude d'un patrimoine arboré</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnostic des arbres <i>in situ</i> • Utilisation des outils de diagnostic • Utilisation des fiches d'inventaire et fiches de station 	<p>Étude d'un patrimoine arboré</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnostic des arbres <i>in situ</i> • Utilisation des outils de diagnostic • Utilisation des fiches d'inventaire et fiches de station
Après-midi 14.00-17.30	Après-midi 14.00-17.30	Après-midi 14.00-17.30	Après-midi 14.00-16.00
Sortie	Sortie	Sortie	Salle
<p>Travaux pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observation d'arbres sains d'âges différents • Méthode de dessin • Dessin des arbres sains de différents âges <p>Salle</p> <ul style="list-style-type: none"> • VTA : récapitulatif des symptômes externes des défauts internes 	<p>Étude d'un patrimoine arboré</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnostic des arbres <i>in situ</i> • Utilisation des outils de diagnostic • Utilisation des fiches d'inventaire et fiches de station 	<p>Étude d'un patrimoine arboré</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suite matin 	<p>Groupe présentation des résultats</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le suivi à long terme des arbres • Comment synthétiser et communiquer les résultats d'un inventaire • Rédaction d'une étude

Contenu de formation XIII

La méthode ARCHI Feuillus & résineux



Guide des Ateliers
Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore. Mise à jour juillet 2024

XIII. LA METHODE ARCHI – FEUILLUS & RESINEUX

Quatre jours avec Christophe Drénou, assisté par William Moore.

GENERALITES

Prérequis

Formations « Voyage au Centre de l'Arbre I » et « Architecture, Ontogenèse et Taille » : obligatoires.

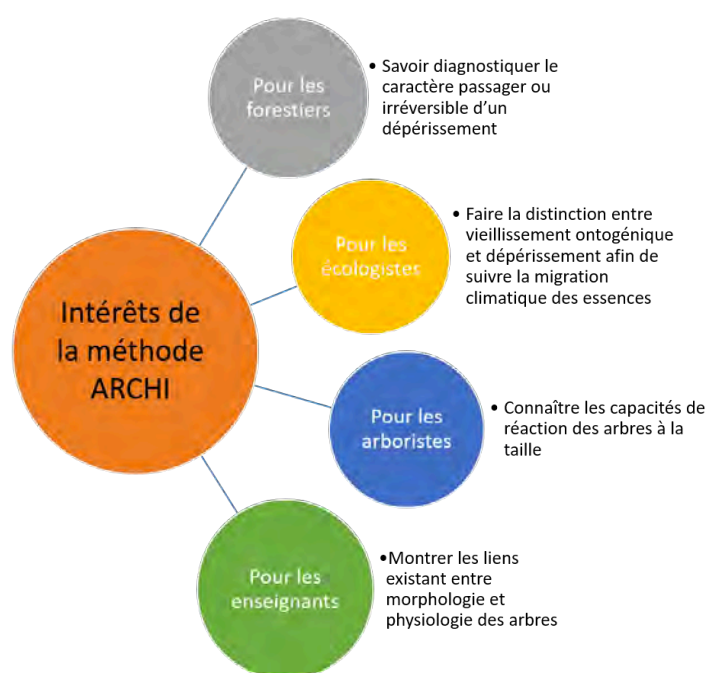
Motifs de la formation

Avec le changement climatique, les vagues de dépérissement des arbres sont de plus en plus rapprochées. Jusqu'alors, après le constat d'un dépérissement, seule l'observation des symptômes était mise en œuvre pour décider de l'avenir des sujets touchés. Dans ces conditions, les arbres les plus « stressés » (à branches mortes, cimes sèches ou feuillage à coloration anormale) étaient souvent condamnés, sans réelle évaluation de leur capacité de réaction.

La méthode ARCHI, développée par le CNPF depuis 2010, permet de diagnostiquer les anomalies du développement (écarts à la normale), mais aussi d'anticiper les processus de résilience (retours à la normale).

La méthode ARCHI est un protocole d'observation de l'architecture aérienne des arbres. Elle sert à reconnaître le stade de développement d'un végétal et à diagnostiquer son état physiologique.

La méthode Archi change entièrement notre relation à l'arbre. Elle nous oblige à prendre en considération la cinétique lente du végétal, donc à savoir attendre, surveiller, anticiper et planifier. Elle donne les moyens d'adapter les interventions aux états physiologiques. Enfin, elle permet de nuancer certains jugements pessimistes en estimant le potentiel de résilience des arbres stressés.



Objectifs généraux

Comprendre la méthode ARCHI.

Savoir utiliser la méthode ARCHI afin de :

- Connaître le passé d'un arbre (stade de développement et écarts à la normale)
- Évaluer son état présent (état physiologique)
- Pronostiquer son avenir (potentiel de réaction)

Résultats et produits

Les connaissances acquises pendant cet atelier procurent au participant la capacité de diagnostiquer le stade ontogénétique d'un arbre, son état physiologique et son potentiel d'avenir.

Public visé

Enseignants, bureaux d'études, étudiants, arboristes, forestiers, chercheurs et passionnés de l'arbre.

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Entraînement aux techniques de diagnostic en salle. Application de la méthode ARCHI *in situ*.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

35. Des séances questions-réponses pendant la formation.
36. Correction des croquis et schémas réalisés par le participant pendant la formation.
37. Un QCM réalisé pendant la formation.

Durée

4 jours

Intervenants

Christophe Drénou assisté par William Moore

CONTENU EN DETAIL

Module 1 : Connaissances de base en ontogénèse des arbres

Objectifs

Connaître les stades de développement chez les arbres

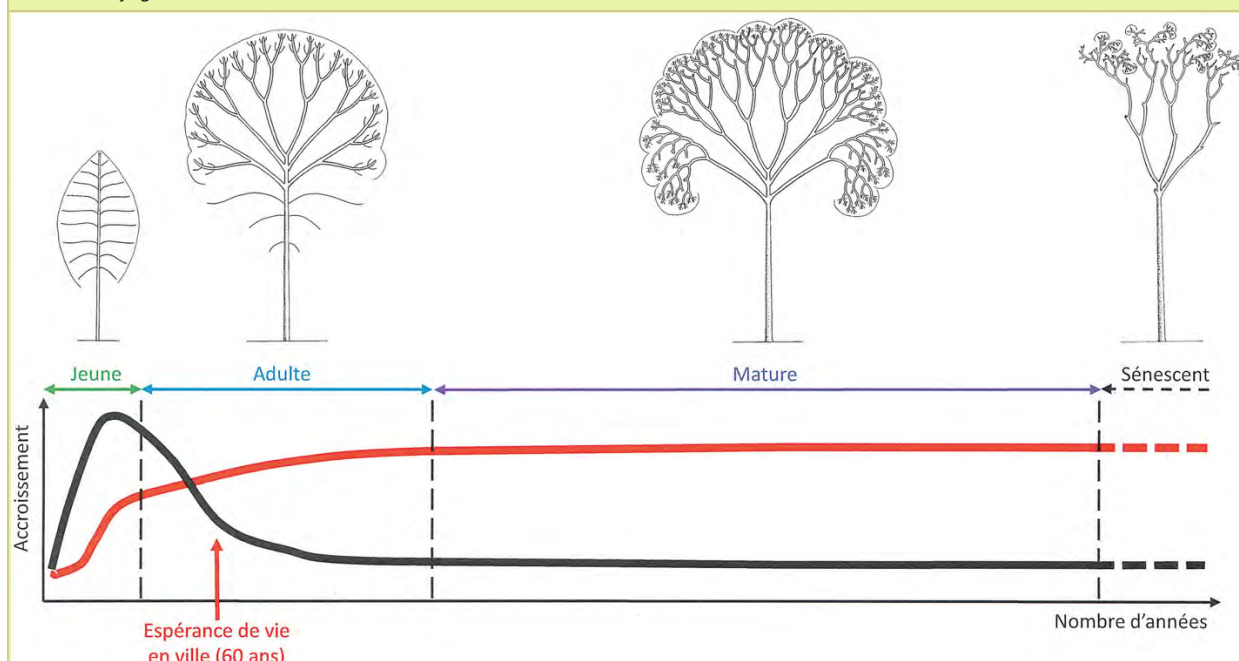
Contenu

- Descriptif de l'ontogénèse chez les arbres
- QCM
- Correction du QCM

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Études en salle et <i>in situ</i> . QCM.	Christophe Drénou.

Ontogénèse et croissance.

Courbe noire : longueur moyenne des pousses de l'année en cime. Courbe rouge : surface du cerne de l'année à la base du tronc. La correspondance entre les courbes et le nombre d'années (axe des abscisses) varie en fonction des espèces et des stations (sol, climat). L'espérance de vie indiquée est une moyenne à dire d'expert en milieu urbain (d'après Nicolini et al., 2001). Dessin C. Drénou. La Garance voyageuse no. 138.



Module 2 : Lecture morphologique et schématisation de branches coupées de différentes essences.

Objectifs

1. Savoir délimiter les entre-nœuds.
2. Savoir délimiter les unités de croissance.
3. Savoir délimiter les modules.
4. Savoir calculer l'âge d'une branche.
5. Savoir reconnaître les différentes catégories d'axes.

Contenu

- Découpage d'arbre et examen visuel des structures.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Travaux pratiques en salle et <i>in situ</i> .	Christophe Drénou.

Module 3 : Les écarts et les retours à la normale

Objectif

Savoir identifier les voies de passages obligatoires de la vie d'un arbre et savoir les différencier des événements facultatifs.

Contenu

- Les écarts à la normale.
- Les retours à la normale.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Jeu de 22 cartes, chaque carte représentant un stade de développement et un état physiologique. But du jeu : reconstituer l'histoire (ou les histoires) d'un arbre. Séparation des participants en 2 ou 3 groupes.	Christophe Drénou

Module 4 : L'image 1 et l'image 2

OBJECTIF

Savoir décomposer l'architecture d'un arbre en deux images (séquentielle et réactionnelle).

Contenu

- Exercices d'observation et de schématisation d'arbres adultes. Séparation du groupe en binômes.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle. Observations in situ. Chaque binôme présente « son » arbre au reste du groupe. Correction.	Christophe Drénou

Maxime Lemonnier procède à l'examen visuel d'un châtaignier avant diagnostic et en schématise l'architecture. En noir : l'image 1, en rouge : l'image 2. Photo Damien Champain. La Garance voyageuse no. 138.



Maxime Lemonnier procède à l'examen visuel d'un châtaignier avant diagnostic et en schématise l'architecture. En noir : l'image 1, en rouge : l'image 2. Photo Damien Champain. La Garance voyageuse no. 138.



Module 5 : Les clefs ARCHI

OBJECTIF

Savoir utiliser les clés ARCHI

Contenu

- Notation d'une vingtaine d'arbres à l'aide des clés de détermination des types ARCHI.
- Discussion sur les applications pratique.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle. Observations in situ. Correction des 20 arbres notés.	Christophe Drénou.

Espèces	Clés de diagnostic ARCHI
Chênes pédonculé, sessile et pubescent, Chênes vert et liège et Hêtre	1 clé unique
Châtaignier en taillis, futaie ou verger	1 clé unique
Platane	1 clé
Douglas	1 clé
Sapin pectiné	1 clé
Épicéa commun	1 clé
Pins sylvestre, de Salzmann, à crochet, laricio de Corse et Pin maritime	1 clé unique
Cèdre de l'Atlas	1 clé

XIII. LA METHODE ARCHI. DEROULEMENT.

	ARCHI Feuillus		ARCHI Résineux	
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4
Matinée 08.30 à 12.30	1 L'image n°1 2 L'image n°2 3 Les images 1 & 2	5 Analyse de branches 6 Jeu de cartes 7 Les clés ARCHI	11 Qu'est-ce qu'un résineux ? 12 Trois modes de développement 13 Les écarts à la normale	16 Schématisation d'arbres sains et dépérissant
Après-midi 14.00 à 17.00 14. Fin 16.00	4 Schématisation d'arbres sains et dépérissant	8 Notations ARCHI 9 Les applications 10 Validation de la méthode ARCHI	14 Analyse de branches 15 Les processus de restauration	17 Notations ARCHI 18 Études de cas 19 Bilan de la formation

Rouge : terrain Vert : exercices

Modalités pédagogiques

Modalités pédagogiques	Compétences visées et évaluation
QCM	Connaissances de base en ontogénèse des arbres Correction du QCM
Exercices de lecture morphologique et de schématisation sur des branches coupées de différentes essences.	Savoir délimiter les entre-nœuds, les unités de croissance et les modules ; Savoir calculer l'âge d'une branche. Savoir reconnaître les différentes catégories d'axes. Correction des exercices.
Jeu de 22 cartes, chaque carte représentant un stade de développement et un état physiologique. But du jeu : reconstituer l'histoire (ou les histoires) d'un arbre. Séparation des participants en 2 ou 3 groupes.	Savoir identifier les voies de passages obligatoires de la vie d'un arbre et savoir les différencier des événements facultatifs. Présentation des propositions de chacun des groupes à l'ensemble des participants. Correction.
Exercice d'observation et de schématisation d'arbres adultes. Séparation du groupe en binômes.	Savoir décomposer l'architecture d'un arbre en deux images (séquentielle et réactionnelle). Chaque binôme présente « son » arbre au reste du groupe. Correction.
Notation d'une vingtaine d'arbres à l'aide des clés de détermination des types ARCHI.	Savoir utiliser les clés. Correction des 20 arbres notés.

Contenu de formation

XIV

Haubanage et Brochage Prévention et Consolidation



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

©William Moore. Mise à jour juillet 2024

XIV. HAUBANAGE ET BROCHAGE. CONSOLIDATION ET PREVENTION.



Tilicium de grande valeur à défauts mécaniques complexes.

GENERALITES

Motifs de la formation

La pose des haubans et des broches sont deux solutions pour prévenir ou consolider la tenue mécanique d'un arbre ou d'une de ses parties. L'objectif étant de conserver l'intégrité d'un arbre, protéger les biens et/ou les personnes environnantes, en réduisant les risques associés.

Cependant, des systèmes d'haubans nécessitent des révisions régulières et le gérant peut être rapidement inondé par des programmes d'entretien de remplacement de systèmes vétustes, de desserrage des haubans. Ceci devient particulièrement problématique depuis les années 1990 avec l'invention des systèmes de sangles souples, facile à poser et moins coûteux que les anciens systèmes de perçage qui utilisaient des câbles statiques et fixations métalliques.

Des systèmes modernes mixtes intègrent les anciennes techniques de perçage avec des systèmes plus récents en matières statiques mais souples en déployant des matériaux récents. Il en ressort :

- Des systèmes plus respectueux à la biologie de l'arbre et à son comportement mécanique.
- Des systèmes à faible entretien.

D'autre part, les méthodes modernes de diagnostic de risque permettent une appréciation objective du risque et de diminuer le nombre de systèmes déployés.

Les différents systèmes d'haubanage sont comparés et critiqués, afin de comprendre leurs intérêts et leurs limites, et suscitez les possibilités d'évolution.

Tout au long de cet atelier, vous acquerez de la réflexion et de la méthodologie pour diagnostiquer, choisir, poser et suivre un système d'haubanage.

Prérequis

Formation Voyage au Centre de l'Arbre et VTA obligatoires.

Objectifs généraux

1. Savoir si un système de soutien est nécessaire.
2. Savoir concevoir un système de soutien.
3. Savoir poser un système de soutien.
4. Savoir suivre un système de soutien.

Résultats et produits attendus

A la suite de cet atelier, le participant sera capable de diagnostiquer une situation potentiellement nécessitant la pose d'haubans ou de broches, de concevoir un système de soutien, de mettre en place un programme de suivi et d'entretien.

Public visé

Tous les métiers ayant trait à l'arbre (Service des Espaces Verts (ingénieurs, techniciens), arboristes, experts, architectes paysagistes...

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. Par contre les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle 50%. Études et démonstrations *in situ* 50%.

Évaluation 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.

Évaluation des acquis

L'évaluation des acquis sera réalisée par :

38. Des séances questions-réponses réalisées pendant la formation.
39. Un QCM réalisé suite à la formation.

Durée

4 jours

Intervenants

William Moore, Atelier de l'Arbre.

Benoit de Reviers, entreprise Arbres et Solutions.

Contenu en détail

Module 1 : Principes en biomécanique, révision

Objectif

Ce module a pour objet de réviser les principes de base en biomécanique nécessaires pour : 1) Le diagnostic de l'état structurel de l'arbre et son évolution 2) Pour la conception des systèmes d'haubanage et de brochage.

Contenu

- Le flux des forces des feuilles au sol.
- Le moment de flexion.
- La fibre neutre.
- Le bois de compression.
- Le bois de tension.
- Le bois de compensation.
- Les contraintes liées aux encoches.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
4 h	Exposés en salle. Observations macroscopiques Observations microscopiques (bois de réaction)	W. Moore. B. de Reviers.



Trop d'haubans ! Inutiles.
Hauban mal posé et augmentation de la probabilité de rupture, flèche rouge.
Augmentation des contraintes dans le houppier et limitation de la thigmomorphogénèse.

Photos W.Moore.

Module 2 : Le diagnostic mécanique

Objectifs

Ce module a pour objet de :

1. Connaître les étapes de diagnostic
2. Évaluer les défauts, leur évolution et leur impact sur la tenue mécanique d'un arbre
3. Cataloguer des défauts pouvant entraîner la rupture d'organe porteur de charges.
4. De proposer des méthodes de diagnostic de gravité d'un défaut.
5. Connaître les paramètres à prendre en compte pour le choix d'un système d'haubanage

Contenu

- Les écorces incluses. Anatomie. Diagnostic.
- Les dégradations du bois. Symptômes. Diagnostic.

- Le défaut multiple. Symptômes. Diagnostic.
- Chaque intervention sur un arbre a des conséquences : balance bénéfice/risque.
- Introduction à la méthode QTRA (Évaluation quantifiée des risques associés aux arbres).

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
2 h	Exposés en salle.	W. Moore. B. de Reviers.
2 h	Étude <i>in situ</i> . Tilleul à La Lèbre.	W. Moore. B. de Reviers.



Tilleul à défauts complexes. Photos W.Moore.

Module 3 : Les systèmes d'haubanage et de brochage

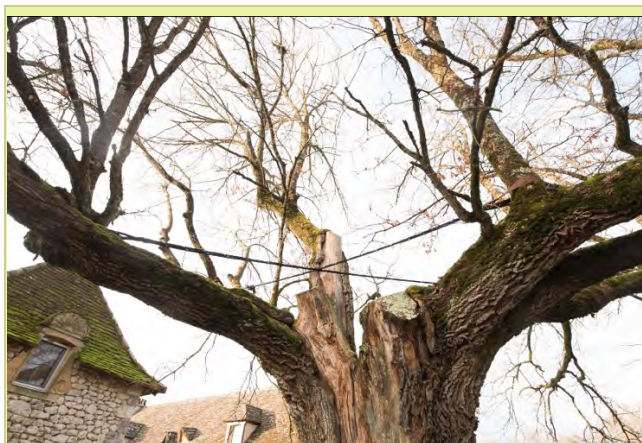
Objectifs

1. Connaître les matières utilisées.
2. Connaître les différents systèmes d'haubanage et de brochage.
3. Taille et haubanage.
4. Moyen de contrôle et de suivi.

Contenu

- Les matières :
 - Haubans textiles : matières, pose et suivi
 - Haubans métalliques : matières, pose et suivi
- Les systèmes :
 - Haubans dynamiques, matières, pose et suivi
 - Haubans semi-dynamique / semi-statique, matières, pose et suivi
 - Haubans statiques par sanglage, matières, pose et suivi
 - Haubans statiques par perçage, matières, pose et suivi
 - Interdépendance et complémentarité entre les systèmes

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4 h	Exposés en salle.	W. Moore. B. de Reviers.
6 h	TP in situ : conception d'un système	W. Moore. B. de Reviers.
3 h	TP in situ : Pose de système par brochage	B. de Reviers.



Système statique.



Système semi statique.



Des outils modernes et adaptés.

Photos W.Moore.



Suivie de la tension d'un système de haubanage.

Module 4 : Haubanage statique et semi statique par perçage

Objectifs

1. Comprendre l'impact des perçages sur la santé des arbres.

Contenu

- La compartimentation et les réactions dynamiques des arbres aux perçages.
- Techniques pour minimiser des problèmes éventuels.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
3 h	Exposés en salle, examen des échantillons de branches et des troncs percés.	W. Moore. B. de Reviers.



Faire des trous dans les arbres ?



Contrairement aux croyances populaires, les dégâts occasionnés par les perçages sont très faibles. Photos W.Moore.

Alex Shigo utilisait cette dissection pour illustrer les dommages liés aux perçages sont bien compartimentés par les arbres. Des personnes inscrupuleuses utilisent cette photo pour dire l'inverse !!! Photo Alex Shigo.

Haubanage statique par sanglage sur un *Sequoia sempervirens*.

Dans chaque intervention, la balance bénéfice/risque doit être à chaque fois considérée.

Les risques d'étranglement du bois, par appuie en tension de sangle sur la périphérie d'un axe, montrent que certaines solutions sont susceptibles d'aggraver des situations, et peuvent causer des problèmes de gestion et de suivi. (Photo B. de Reviers)



Module 5 : Diagnostic, calcul de la masse d'un arbre ou d'une charpentièr

Objectifs

Savoir calculer la masse d'un arbre ou d'une charpentièr pour dimensionner le matériel.

Contenu

Présentation de deux méthodes pour calculer la masse de la partie aérienne d'un arbre ou d'une charpentièr.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore

Module 6 : Limitations des systèmes d'haubanage et de brochage

Objectifs

Connaître les limitations et l'évolution des méthodes utilisées.

Contenu

Outils et matériaux pour l'haubanage.

Critique des systèmes couramment utilisés.

Évolutions possibles.

Discussions.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 h	Exposés en salle, observations <i>in situ</i> .	W. Moore. B. de Reviers.

XIV. HAUBANAGE / BROCHAGE - DEROULEMENT

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	Sortie
<p>Le comportement biomécanique de l'arbre. Révision des principes mécaniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le flux des forces des feuilles au sol <p>Adaptations mécaniques de l'arbre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le bois de compression. • Le bois de tension. • Le bois de compensation. • Les contraintes de flexion. • L'inertie et l'optimisation de la forme des organes porteurs. • Amortissement de masse. 	<p>Présentation des différents systèmes d'haubanage et de brochage.</p> <p>Présentation des outils de pose et de mesure des systèmes d'haubanage.</p> <p>Méthodes de calcul la masse d'un arbre ou d'une charpentièrè.</p>	<p>L'impact des perçages sur la santé de l'arbre.</p> <p>L'impact des sangles sur la santé de l'arbre.</p> <p>Limite des systèmes et réflexions d'amélioration.</p> <p>Introduction à la méthode QTRA.</p>	<p>Diagnostic des arbres <i>in situ</i>.</p> <p>Visite d'un cèdre au Parc Gamenson à Périgueux.</p> <p>Visite du chêne vert à Vesuna, Périgueux.</p>
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	
En salle	Sortie	Sortie	
<p>Appréciation des défauts mécaniques étapes du diagnostic par examen clinique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecorces incluses • Pourritures • Défauts complexes <p>Sortie</p> <p>TP : diagnostic de tilleul à écorce incluse à La Lèbre.</p>	<p>Travaux pratique :</p> <p>Pose de broches sur tilleul étudié en jour I.</p>	<p>Visite d'un tilleul au Château Ad Francos.</p>	

Contenu de formation

XV

Le Résistographe Utilisation Interpretation Limitations



Guide des Ateliers

Responsable pédagogique : William Moore

© William Moore juillet 2024

XV. LE RESISTOGRAPHE. UTILISATION-INTERPRETATION-LIMITATIONS

GENERALITES

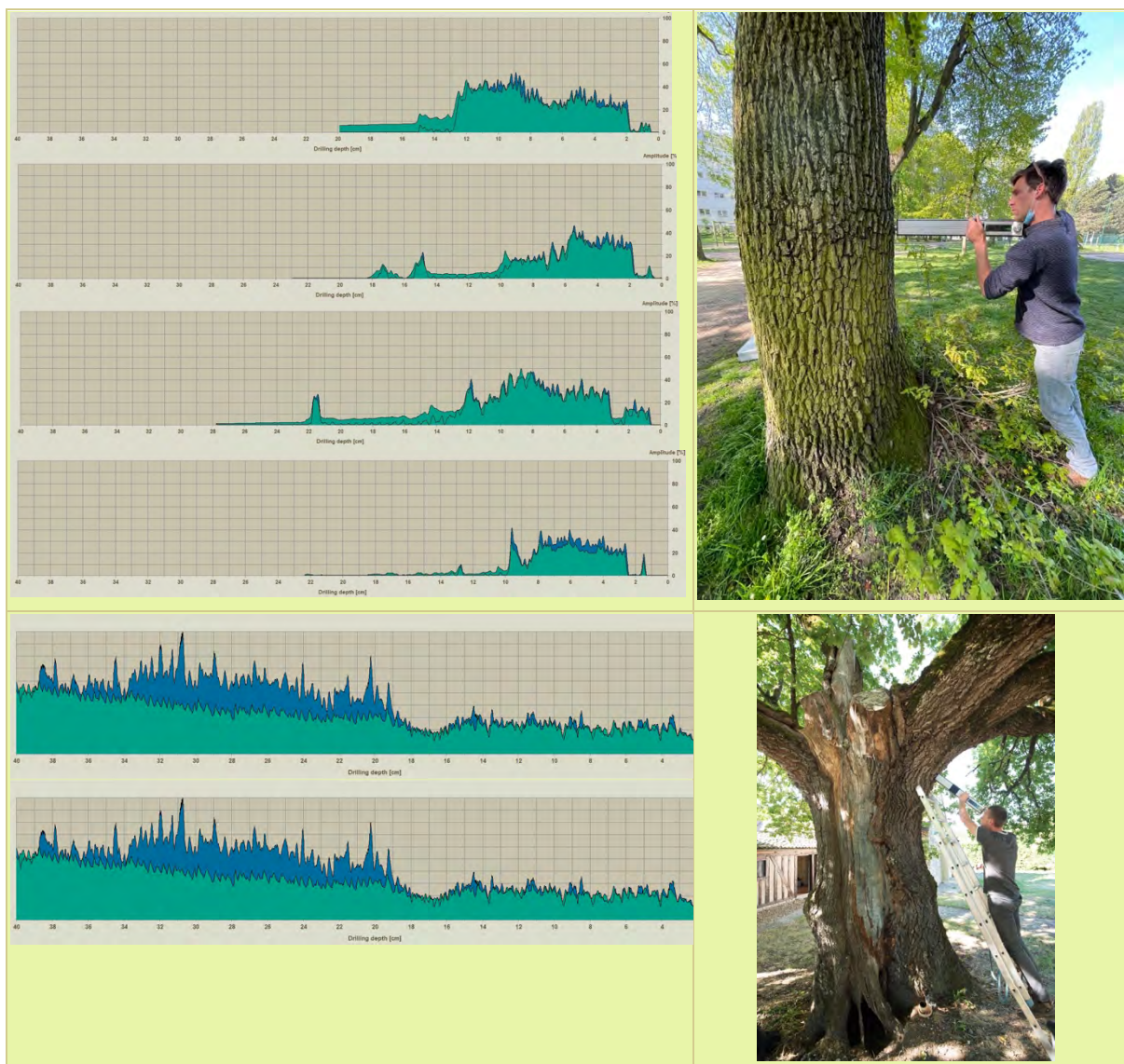
Prérequis

Atelier « Voyage au Centre de l'Arbre » recommandé, Atelier « VTA » obligatoire.

Motifs de la formation

Le Résistographe est un des outils le plus utilisé pour le diagnostic des défauts mécaniques des arbres. Le temps du sondage est court et il offre une représentation visuelle des résultats.

Souvent les courbes procurées sont relativement faciles à interpréter, cas en haut ci-dessous, mais parfois l'interprétation est difficile, cas d'en bas ci-dessous, voire impossible. Dans ce cas l'opérateur fera recours à des outils / méthodes complémentaires.



Objectifs généraux

1. Connaître le Résistographe, séries M, F et PD.
2. Savoir interpréter les résultats.
3. Connaître les limitations du Résistographe.
4. Savoir quoi faire lorsque les courbes sont difficiles à interpréter.

Résultats et produits

Cet atelier permettra au participant d'être capable de :

1. Mieux comprendre le fonctionnement de l'outil.
2. De bien interpréter les résultats.
3. D'identifier à quel moment il est nécessaire d'approfondir le diagnostic à l'aide d'autres méthodes.

Public visé

Arboristes, experts et bureaux d'études, Service des Espaces Verts, (ingénieurs, techniciens).

Accessibilité aux personnes handicapées

Nous n'avons jamais eu de demande de formation d'une personne en handicap. Néanmoins, les travaux de rénovation en cours tiennent compte de l'accessibilité aux personnes handicapées dans nos bâtiments. En revanche les visites sur terrain ne sont pas adaptées à certains types de handicap car elles se situent en forêt. Si vous avez besoin de plus d'information merci de nous contacter.

Méthodes

Exposés en salle 25%. Études *in situ* 75%.

Évaluation 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.

Durée

2 jours

Intervenant

William Moore

CONTENU EN DETAIL

Module 1 : L'historique et le développement du Résistographe

Objectif

1. Connaître les différents modèles du Résistographe et son évolution depuis les années 1990.

Contenu

- Le Résistographe M300.
- Le Résistographe F400.
- Le Résistographe PD400.
- Les avantages et les inconvénients des différents modèles.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposés en salle	W. Moore

Module 2 : Le Résistographe F400

Objectifs

1. Connaître l'utilisation du Résistographe F400.
2. Connaître les problèmes associés au Résistographe F400.

Contenu

- Présentation de Résistographe F400.
- Lecture des résultats.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposés en salle	W. Moore

Module 3 : Le Résistographe PD400

Objectifs

1. Connaître l'utilisation du Résistographe PD400.
2. Connaître les problèmes associés au Résistographe PD400.

Contenu

- Présentation du Résistographe PD400
- Lecture des résultats.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposés en salle	W. Moore

Module 4 : L'outil informatique

Objectif

1. Savoir utiliser l'outil informatique IML.

Contenu

- Le logiciel IML
- Le téléchargement des résultats.
- Lecture des courbes sur l'ordinateur.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Exposés en salle	W. Moore

Module 5 : Cartographie des organes sondés

Objectif

1. Savoir présenter les résultats.

Contenu

- Technique de cartographie, à l'échelle, des organes sondés.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1 h	Travaux pratique in situ.	W. Moore

Module 6 : Utilisation in situ

Objectif

1. Savoir mettre en œuvre le Résistographe *in situ*.

Contenu

- Enregistrement des résultats.
- Procuration des courbes de référence. Sondage des arbres sains : arbres à zones poreuses, à pores diffus et conifères.
- Lecture des courbes réalisées dans le bois de tension et le bois de compression.
- Lecture des courbes réalisées en pourriture : brunes, blanche Type I, blanche Type II, molle.
- Sondage des altérations / cavités asymétriques et symétriques.
- Sondage pour localiser les pourritures racinaires.
- Localisation des fissures.
- Outils complémentaires : la tarière de Pressler.
- Comparaison des résultats du F400 et du PD400.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
9 h	Travaux pratique in situ. Analyse des résultats en salle.	W. Moore

XV. LE RESISTOGRAPHE - DEROULEMENT

Jour I	Jour II
Matin : 08.30 – 12.30	Matin : 08.30 – 12.30
Salle	Salle / Sortie
<p>Introduction</p> <p>Le développement du Résistographe</p> <ul style="list-style-type: none"> • La série M • La série F • La série PD <p>L'utilisation du Résistographe</p> <ul style="list-style-type: none"> • La série F • La série PD <p>La cartographie des organes sondés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enregistrement des résultats • Présentation des résultats 	<p>Utilisation in situ</p> <ul style="list-style-type: none"> • TP in situ • Interpretations des résultats.
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
Sortie	Sortie
<p>Utilisation in situ</p> <ul style="list-style-type: none"> • TP in situ • Interpretations des résultats 	<p>Utilisation in situ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation in situ • Interpretations des résultats • Dissection des arbres sondés
Salle	Salle
<p>L'informatique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation du logiciel IML • Interpretation des courbes sur l'ordinateur • Classement et sauvegarde des courbes 	<p>Récapitulatif</p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthèse