

Contenu de formation

V

# Voyage au Centre de l'Arbre II



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 :

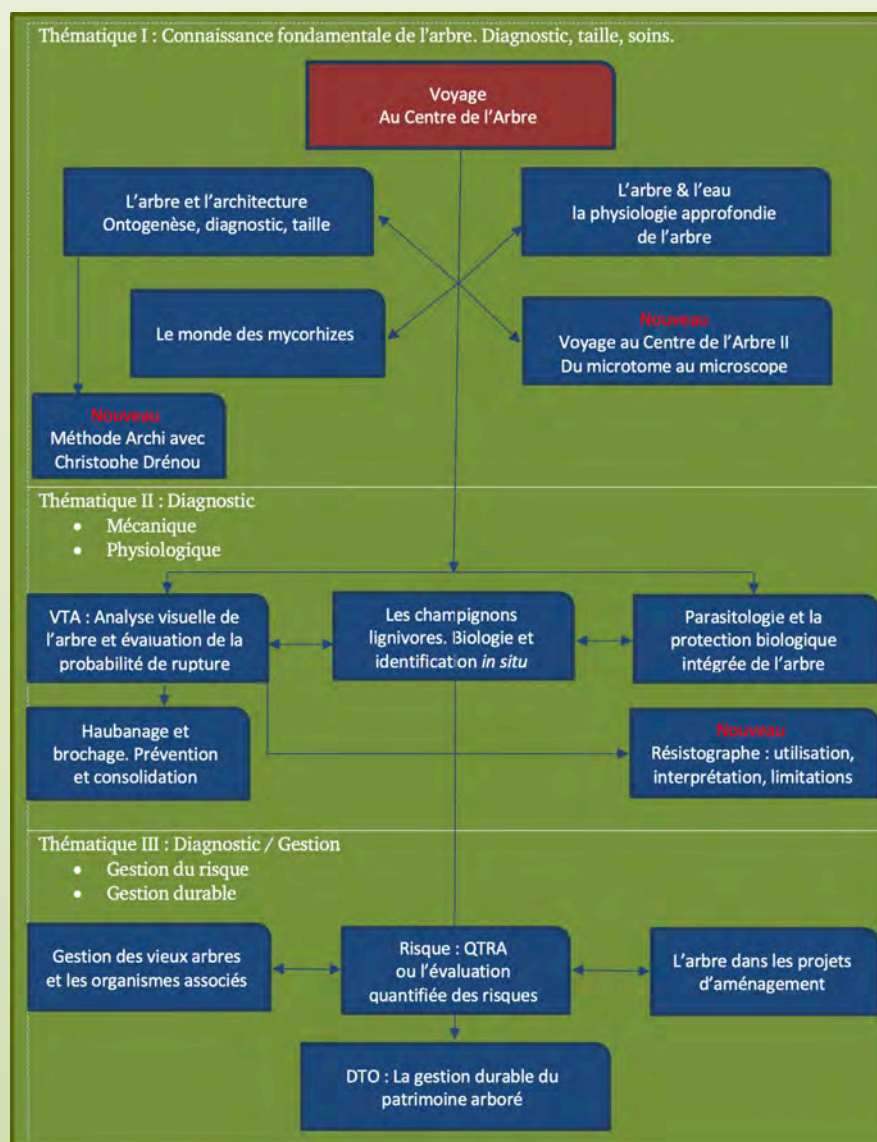
- L'architecture de l'arbre, ontogenèse, diagnostic, taille.
- L'arbre et l'eau. La physiologie approfondie de l'arbre.
- Le monde des mycorhizes
- Voyage au Centre de l'Arbre II. Du microtome au microscope. L'anatomie fonctionnelle du bois et de l'écorce.
- La méthode « Archi » de Christophe Drénou.

## 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

<b>V. VOYAGE AU CENTRE DE L'ARBRE II</b>	<b>4</b>
<b>Généralités</b>	<b>4</b>
Prérequis	4
Motifs de la formation	4
Objectifs généraux	4
Résultats et produits	4
Public visé	5
Accessibilité aux personnes handicapées	5
Méthodes	5
Évaluation de la satisfaction des participants	5
Évaluation des acquis	5
Durée	5
Intervenants	5
<b>Contenu en détail</b>	<b>6</b>
Module 1 : Le matériel. La jeune tige de conifère.	6
Module 2 : La feuille, la photosynthèse et la respiration	6
Module 3 : Le bourgeon, la jeune tige d'angiosperme et le développement du cambium et du phellogène	7
Module 4 : Les gymnospermes : la tige âgée et les racines ligneuses	8
Module 5 : Les angiospermes : la tige âgée et les racines ligneuses	9
Module 6 : Le bois de réaction	10
Module 7 : La zone de réaction et la zone de barrage	10
Module 8 : La dendrochronologie	11
Module 9 : La photographie	12
<b>V. Voyage au centre de l'arbre II. Déroulement.</b>	<b>13</b>

## 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

Résultats et produits

Les connaissances acquises pendant cet atelier procurent pour le participant une connaissance approfondie des cellules et tissus constituant le bois et l'écorce. L'acquisition des techniques en 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.

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.

#### 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 :

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

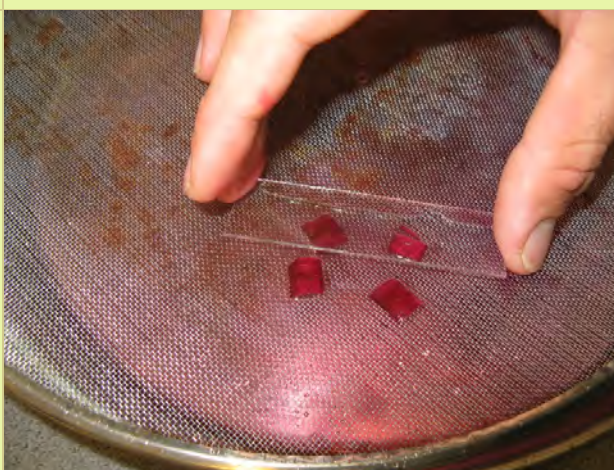
- Démonstration de l'utilisation du microtome.
- Traitement et coloration des échantillons, montage sur lamelle avec couvre objet.
- Démonstration de l'utilisation du microscope.
- Connaître l'anatomie fonctionnelle de la jeune tige de conifère.
- Discussion sur les applications pratiques.

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

Les microtomes GSL1. Ici utilisation d'un liquide non-Newtonien pour empêcher l'écrasement des trachéides.



Montage des échantillons suite coloration.



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



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

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 et Darroch Moore

Le cambium et les tissus secondaires dans le bourgeon.



This micrograph shows a bud with a central, lighter-colored, fibrous structure, likely the cambium, surrounded by darker, more granular secondary tissues. The overall appearance is somewhat fuzzy and greenish-yellow.

Le cambium et la jeune tige. Lumière polarisée.



This micrograph shows a cross-section of a young stem. The central part is a large, light-colored, fan-shaped area, likely the cambium, surrounded by a darker, more granular outer layer. The image is taken under polarized light, which highlights the structural details of the tissues.

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

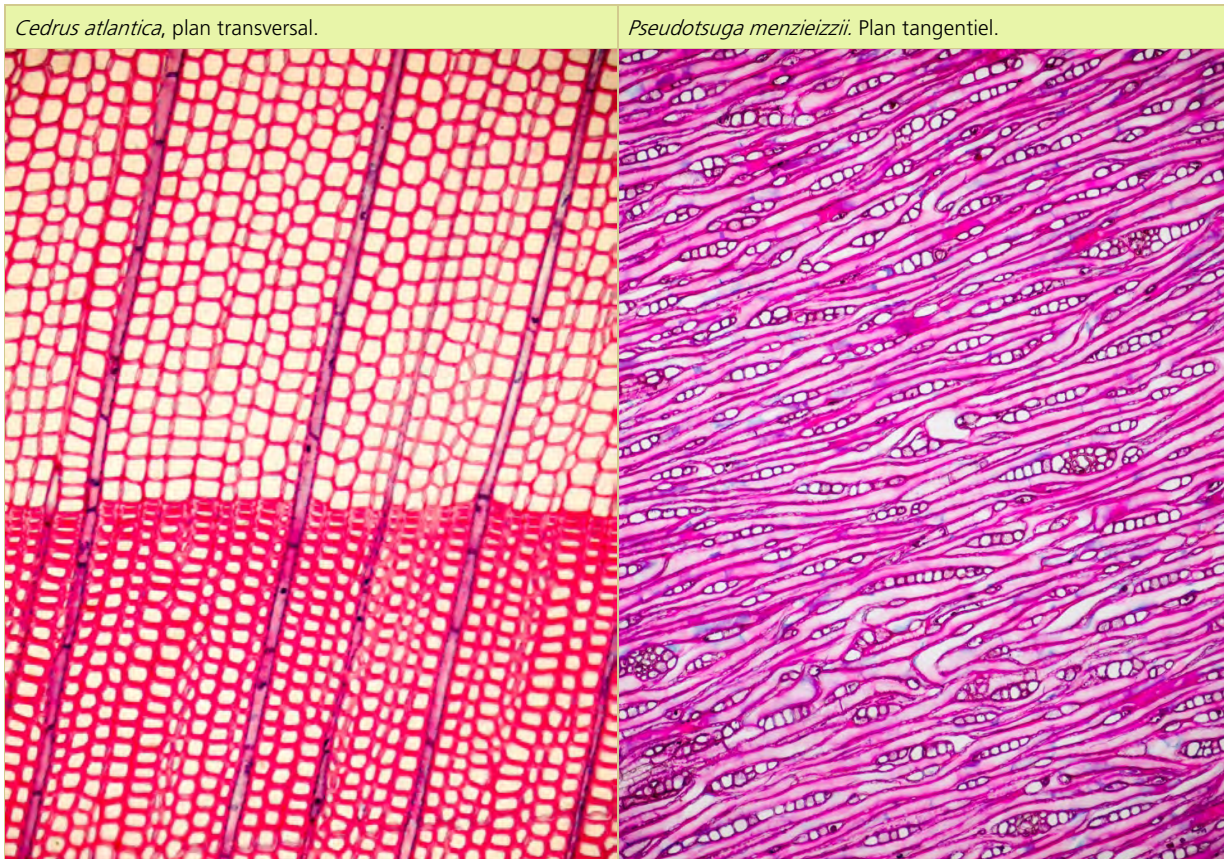
OBJECTIFS

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 et Darroch Moore





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

Objectifs

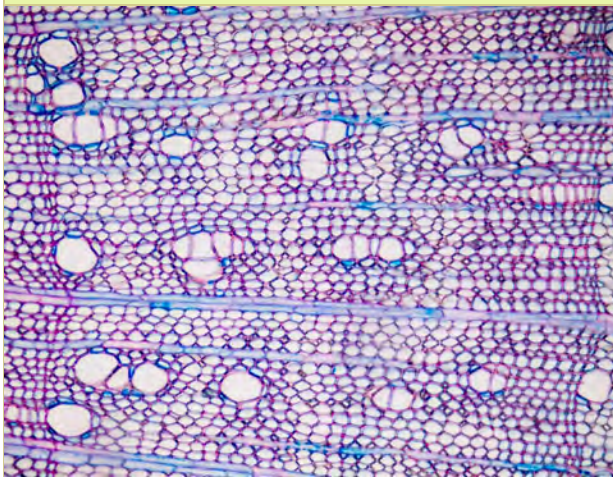
1. Connaître et comprendre l'anatomie fonctionnelle de la tige âgée et des racines ligneuses de l'angiosperme.

Contenu

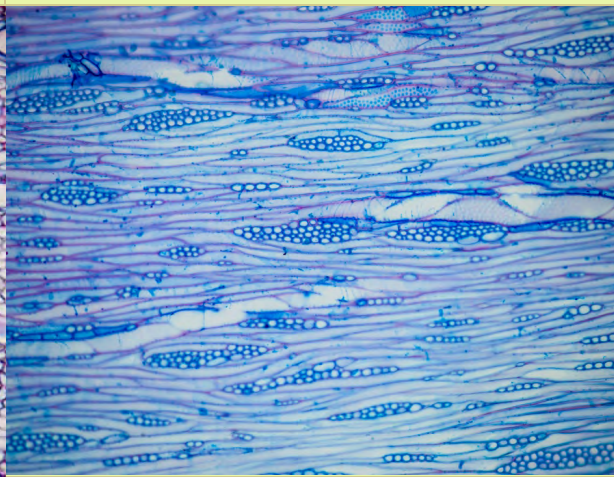
- Préparation des échantillons en plan transversal, radial et tangentiel.
- Observations : vaisseaux, parenchyme radial et axial, fibres, trachéides, cambium, tubules criblés, cellules compagnes, phellème, phellogène phelloderme.
- Observation du duramen.
- Fonctionnement des différents tissus.
- Discussion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

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

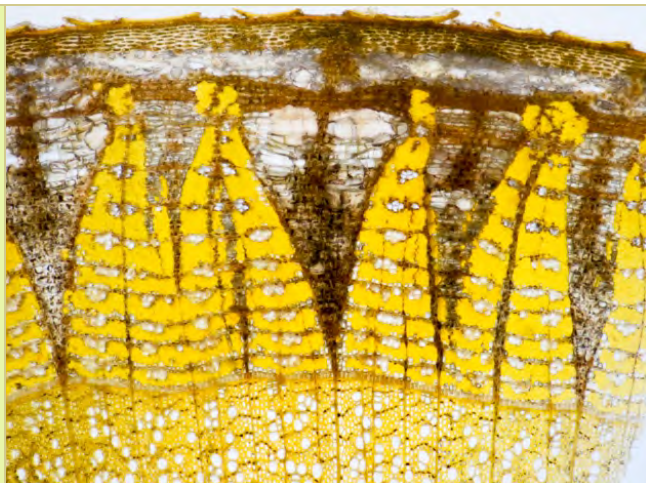
*Acer pseudoplatanus*, plan transversal.



*Acer pseudoplatanus*, plan tangentiel.



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



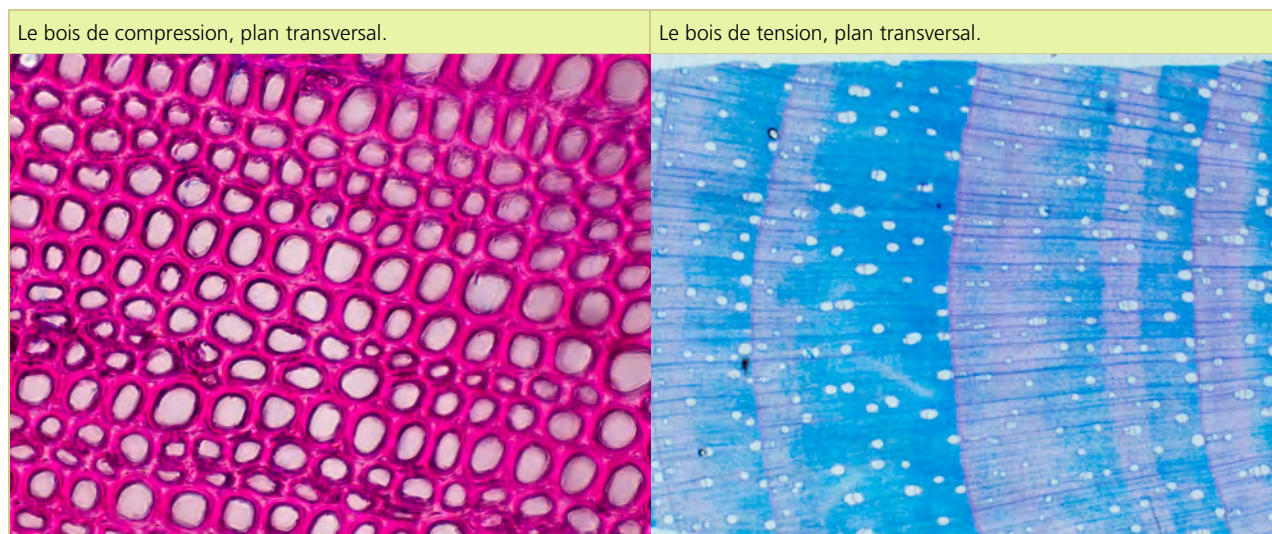
## Module 6 : Le bois de réaction

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 et 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.

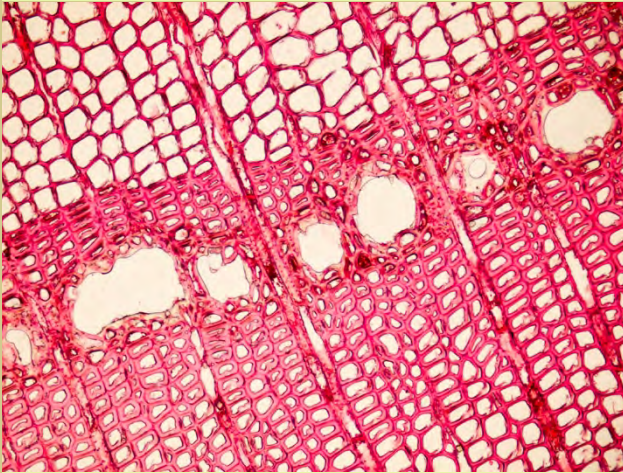
### Contenu

- 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 et Darroch Moore



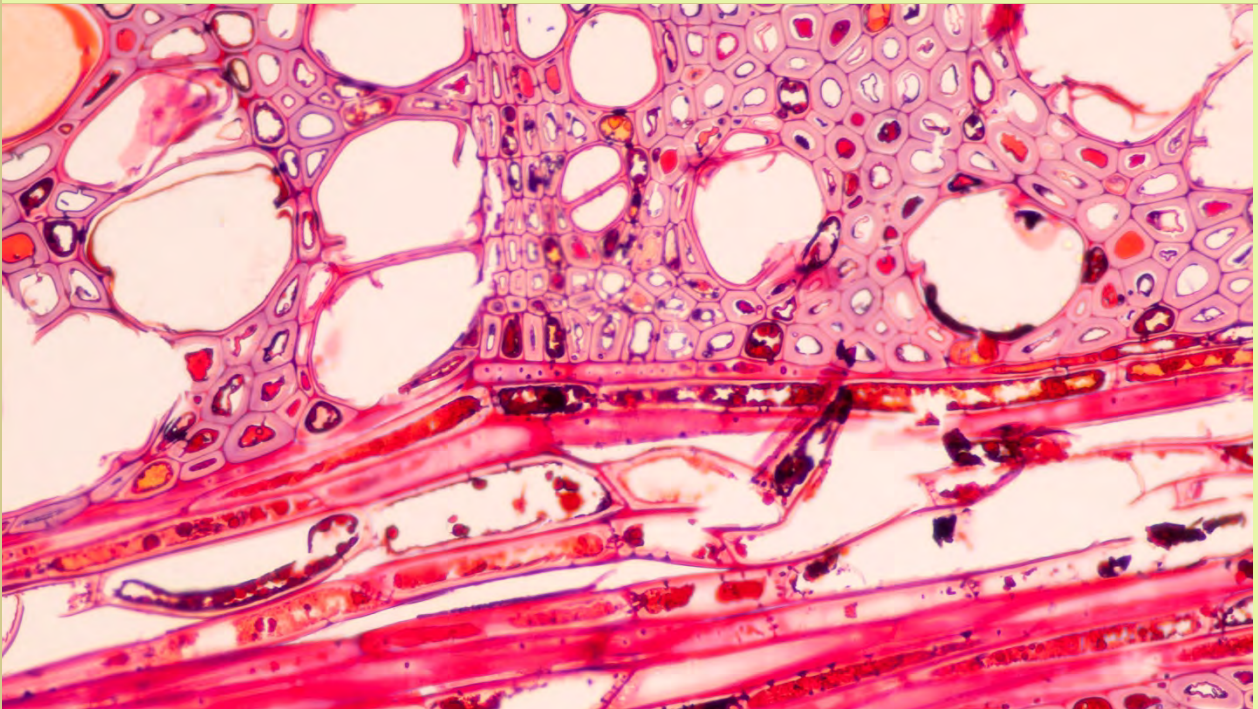
*Cedrus atlantica*, zone de barrage, plan transversal.



*Cedrus atlantica*, zone de barrage, plan tangentiel.



*Platanus acerifolia*, zone de réaction, plan transversal.



## Module 8 : La dendrochronologie

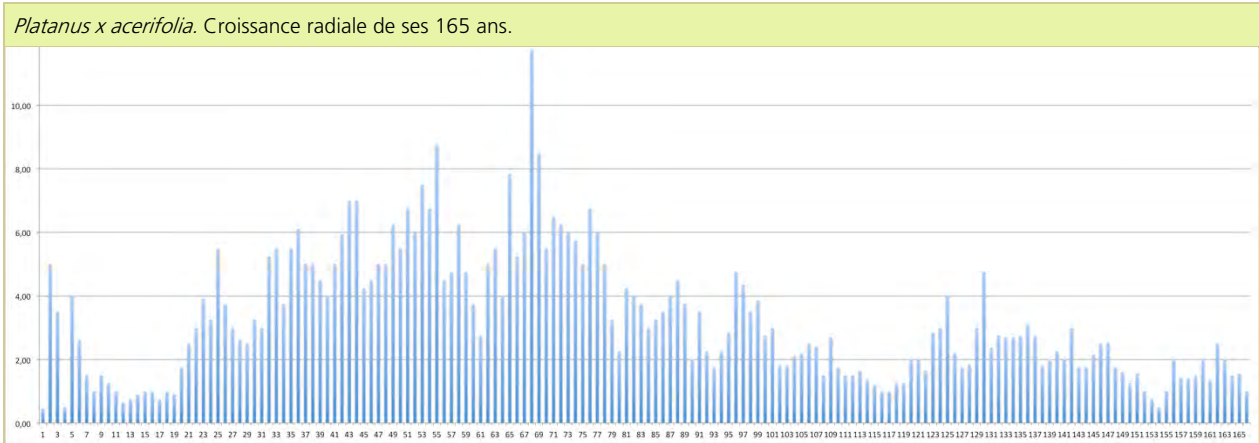
### Objectifs

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.	Darroch Moore



## 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.



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