

# Contenu de formation

## VII

### Biologie et identification des champignons lignivores (Depuis 1999)



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 :

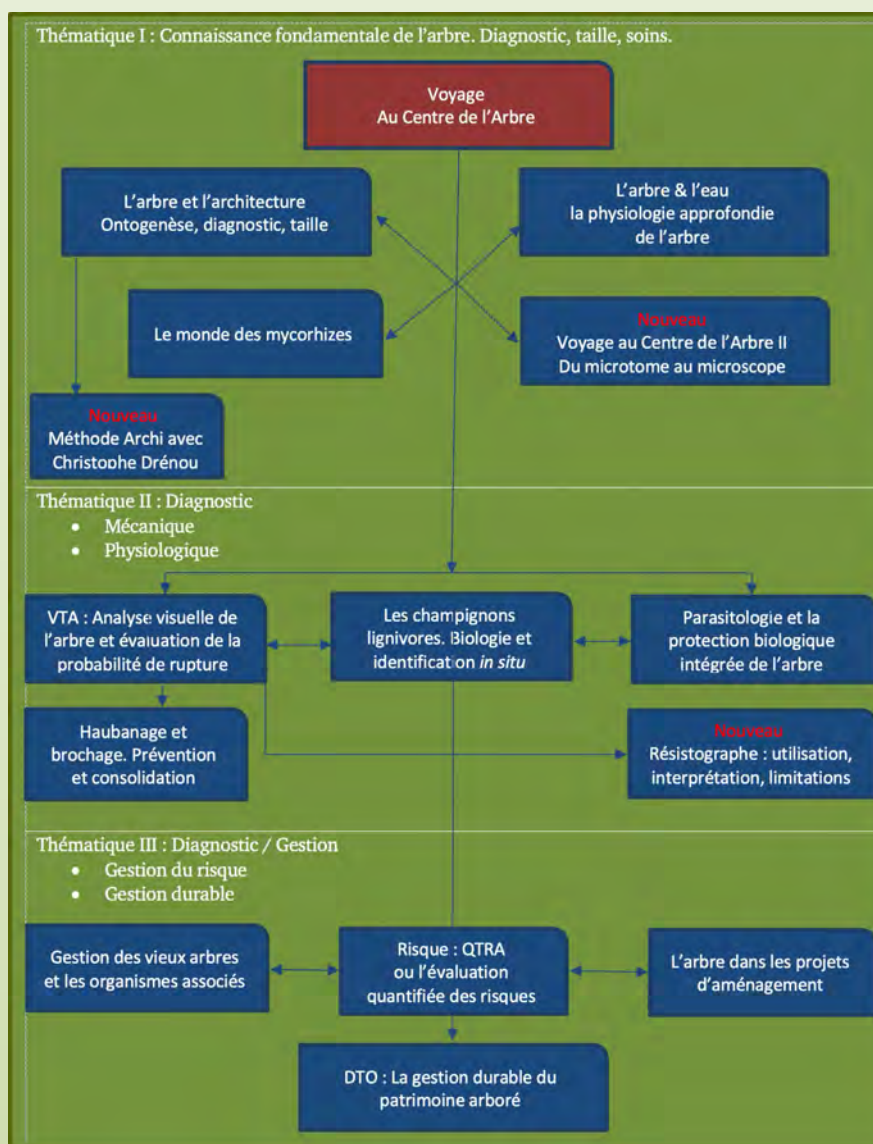
- L'architecture de l'arbre, ontogenèse, diagnostic, taille.
- L'arbre et l'eau. La physiologie approfondie de l'arbre.
- Le monde des mycorhizes
- Voyage au Centre de l'Arbre II. Du microtome au microscope. L'anatomie fonctionnelle du bois et de l'écorce.
- La méthode « Archi » de Christophe Drénou.

## 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>VII. BIOLOGIE ET IDENTIFICATION DES CHAMPIGNONS LIGNIVORES</b>	<b>4</b>
<b>Généralités</b>	<b>4</b>
Prérequis	4
Motifs de la formation	4
Objectifs généraux	4
Résultats et produits attendus	4
Public visé	4
Accessibilité aux personnes handicapées	4
Méthodes	5
Évaluation de la satisfaction des participants	5
Évaluation des acquis	5
Durée	5
Intervenants	5
<b>Contenu en détail</b>	<b>7</b>
Module 1 : Taxonomie des champignons	7
Module 2 : La biologie des champignons lignivores	7
Module 3 : L'arbre, un château fort	8
Module 4 : Les différents types de pourriture et leurs implications dans le diagnostic de l'arbre	8
Module 5 : L'interface hôte/champignon dans l'arbre vivant	9
Module 6 : Les astuces des champignons lignivores	10
Module 7 : Évaluation de l'évolution de la pourriture dans le temps.	10
Module 8 : Identification des champignons lignivores par leurs caractéristiques macroscopiques (carpophores)	11
Module 9 : Identification des champignons lignivores par leurs caractéristiques microscopiques	12
<b>VII. Biologie des champignons lignivores - Déroulement</b>	<b>13</b>

## 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. Ils se retrouvent 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. 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

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 :

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

Quatre jours.

#### Intervenants

William Moore et Darroch 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 à la suite des 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 substances 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 de 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

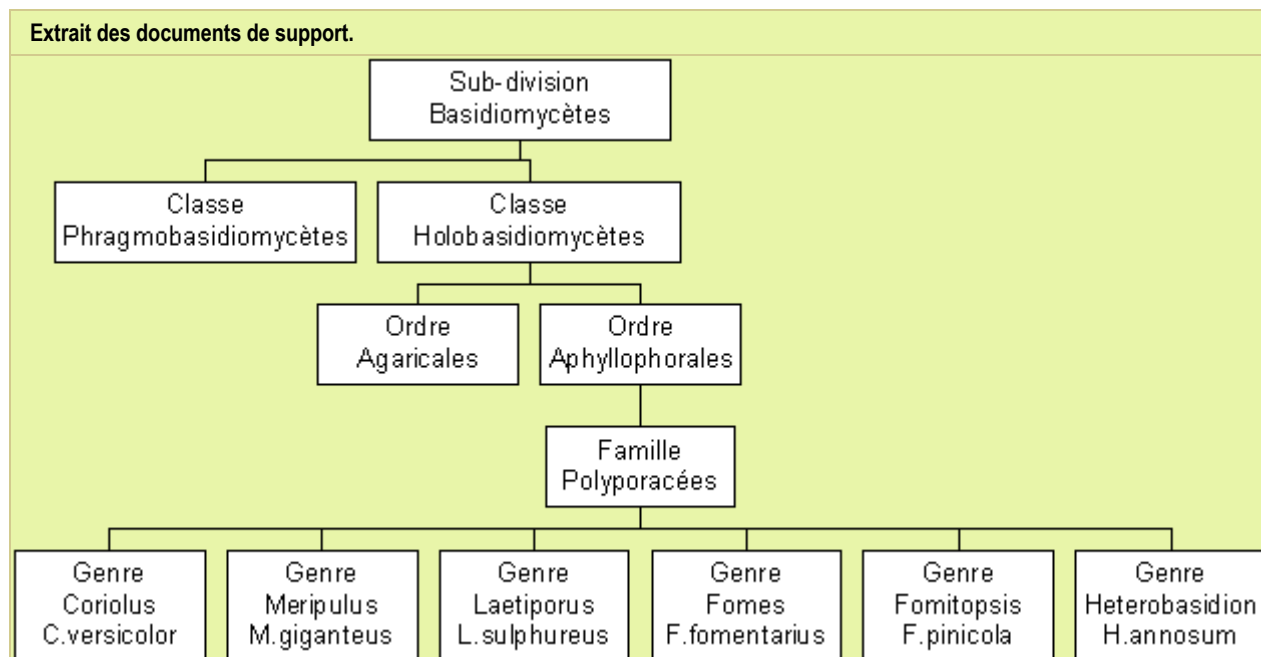
#### Objectifs

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



### 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	Intervenants
2h	Exposé en salle.	William Moore. Darroch 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	Intervenants
3 h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques	William Moore. Darroch 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 molle par des ascomycètes, ou par des basidiomycètes.
- Types de dégradation en fonction de la relation hôte/champignon
- Description macro et microscopique des pourritures provoquées par différents champignons.
- Conséquences pour le diagnostic.

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

#### Extrait des documents de support. Pourriture marron cubique.

Ce type de pourriture est provoqué 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.

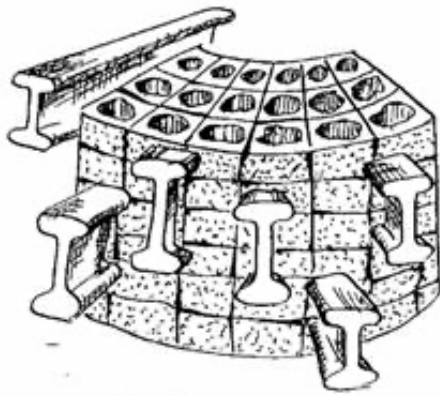
Les hyphes (H) sont situées dans le lumen. Peroxyde d'hydrogène et fer, émise par les hyphes, diffusent à travers la S3 et provoquent des réactions d'oxydation dans les molécules de cellulose.



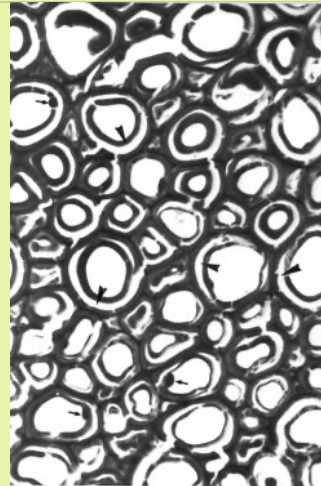


Pourriture marron cubique (d'après C. Mattheck).

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



**pourriture brune**  
**destruction de la cellulose**



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

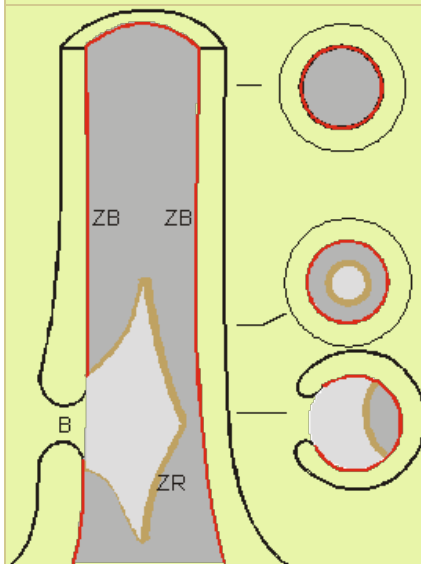
### Objectif

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

### Contenu

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

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



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



Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
2 h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques	William Moore. Darroch 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	Intervenants
1 h	Exposé en salle. Observations macro et microscopiques	William Moore. Darroch 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 pathogénèse.

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



Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
1 h	Exposé en salle.	William Moore. Darroch Moore.

Module 8 : Identification des champignons lignivores par leurs caractéristiques macroscopiques (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> .	William Moore. Darroch 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

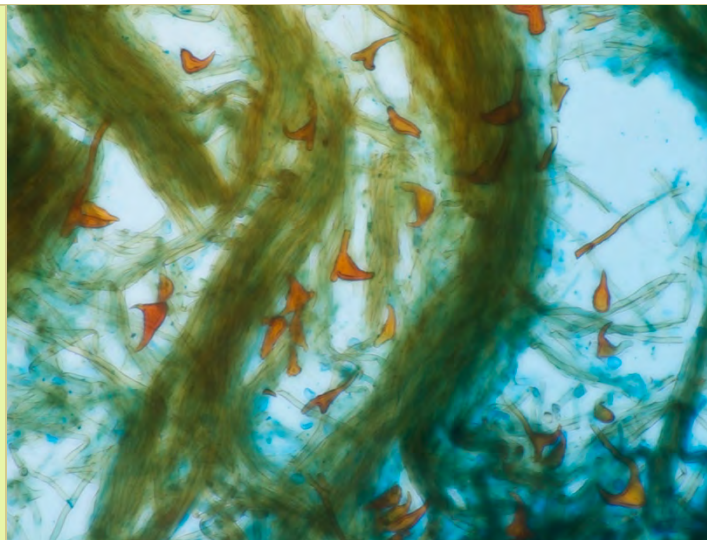
- Morphologie des spores.
- Structure des carpophores : monomitique, dimitique, trimitique.
- Présence des *setae*.

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