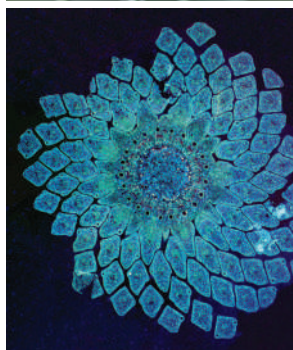
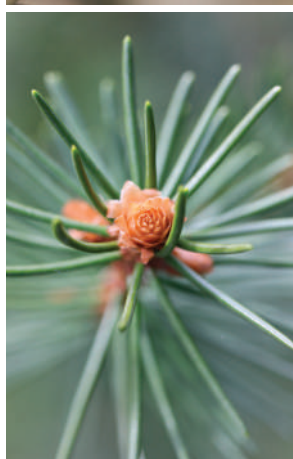






# SE CONSTRUIRE



Le bourgeon hivernal protège sous ses écailles les **jeunes feuilles du printemps**, miniatures et plissées, bien rangées pour optimiser l'espace. Elles sont douillettement serrées les unes contre les autres dans un nuage de poils blancs, la **bourre** qui leur tient chaud.

Dans le cas d'un conifère comme l'épicéa, les aiguilles minuscules s'alignent le long de **spirales** élégantes, tassées dans le bourgeon. Toutes ces futures feuilles et aiguilles sont ancrées sur une **petite colline** au cœur du bourgeon qui est une **tige miniaturisée**, rangée, télescopée comme une antenne radio.

Au sommet de la colline se trouve un massif de cellules éternellement juvéniles qui fabriquent les feuilles et la tige : c'est le **méristème**.

Lors du **débourrement** du bourgeon au printemps, la tige miniature **se déploie et s'allonge** tandis que les jeunes feuilles **se déplient et grandissent**. Le méristème reprend alors son **activité de division cellulaire** et poursuit l'allongement de la jeune branche feuillée.

De la germination au grand arbre, les mensurations augmentent chaque année (c'est la **croissance**) et les organes se multiplient (c'est l'**organogenèse**). L'ensemble constitue le **développement** qui a lieu durant toute la vie de l'arbre, recommençant à chaque printemps.





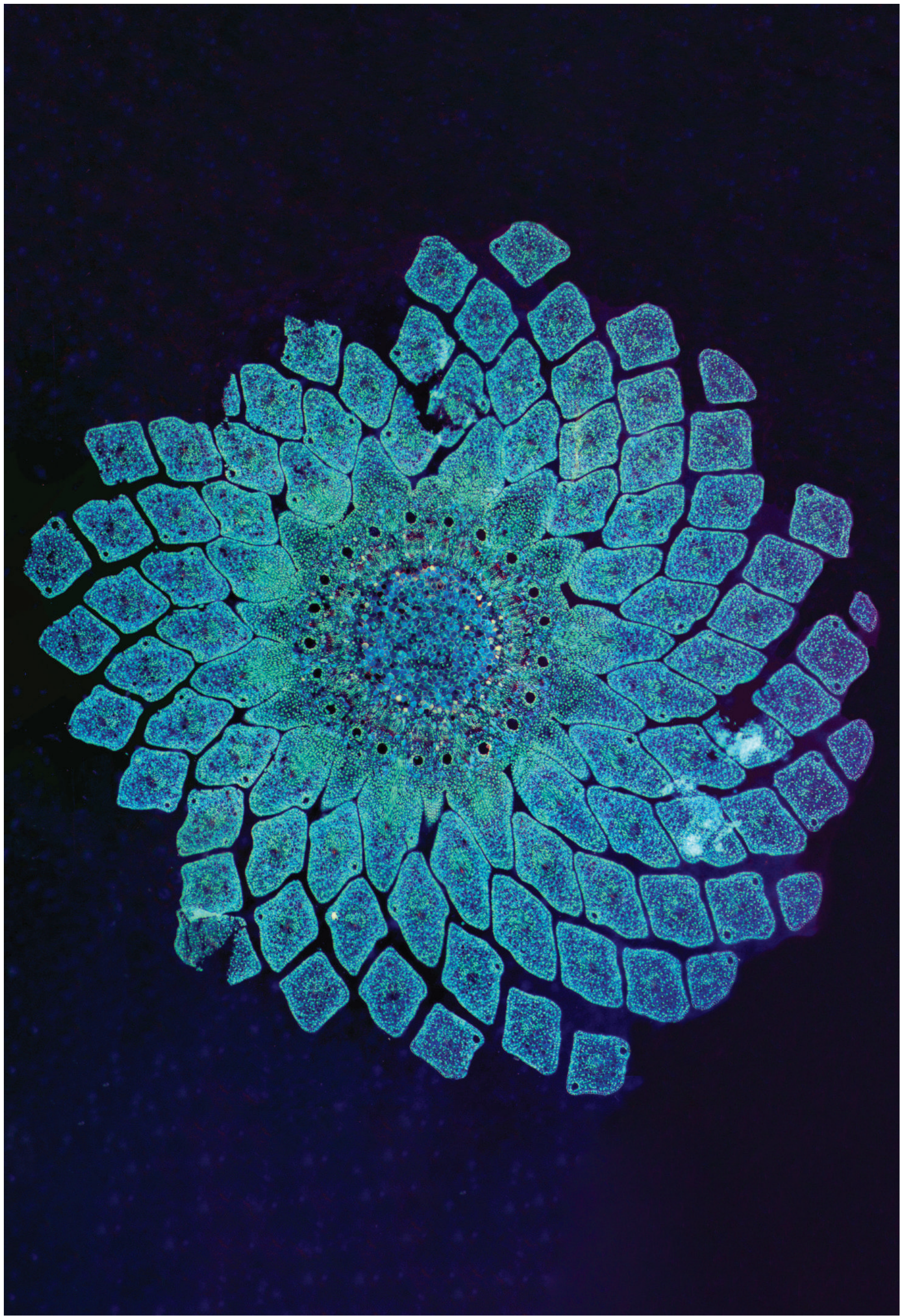
**Bourgeons de frêne**





**Bourgeon d'épicéa**





Au cœur du bourgeon d'épicéa





**Au cœur du bourgeon de marronnier** (haut : en coupe / bas : contenu déployé au printemps)





Allongement d'une jeune pousse de hêtre au printemps



# S'ÉPANOUIR



L'arbre est un être aérien, érigé, vertical, programmé pour se dresser **droit comme un i**. Une seule tige dominante emplie de bois (le **tronc**) porte haut le **houppier** (l'ensemble des branches).

La forme générale de l'arbre, son port, varie selon l'endroit où il pousse : en **futaie**, entouré de congénères, il **s'élève** et grimpe vers le ciel ; isolé en **sous-bois éclairci** ou en prairie, ses branches basses s'étalent à l'horizontale et le tronc est **plus court et plus épais**.

La forme d'un arbre est la résultante de la **perception du vent** et de la **lumière**.

La forme de l'arbre est aussi sculptée par les **voisins**. Dans une forêt équienne\*, les arbres denses semblent pousser comme des **pièces de puzzle**, laissant entre eux des chemins de ciel dépourvus de branches. La **timidité des houppiers** est due à une **perception** des arbres entre eux, probablement via des signaux **lumineux**, **chimiques** ou **mécaniques**.

La forme de l'arbre est aussi liée à son **approvisionnement** en eau et sels minéraux : le pin est un champion de la survie dans des conditions drastiques. Il se transforme alors en **bonzaï** naturel lorsqu'il pousse sur un pierrier ou sur une paroi verticale, **en absence (ou presque) de sol** !

\* Tous les arbres sont de la même essence et de même âge.





**Verticalité et tronc allongé du chêne de futaie**





**Verticalité et tronc court du chêne de prairie** (chêne de la Lambonnière, Orne)





**Timidité des cimes (hêtraie)**





Pin sylvestre « hors sol », sur pierrier

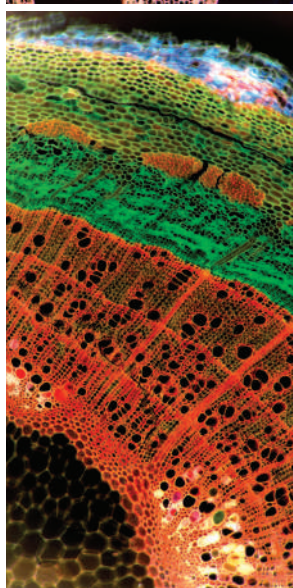
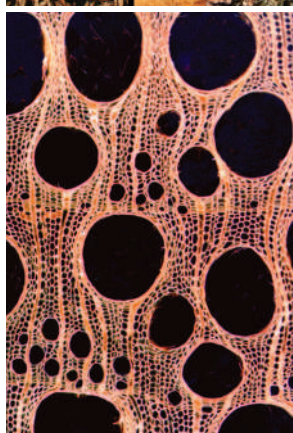




**Pin sylvestre acrobate sur paroi verticale**



# GROSSIR



Pour grossir, l'arbre s'emplit de **bois**. Le bois se fabrique chaque année juste sous l'écorce, par la division de cellules souches rassemblées en une pellicule très fine, le **cambium**. Le bois vivant périphérique, jeune, est l'**aubier** ; le bois central est plus âgé et mort, c'est le **duramen**. Toutes les **parois cellulodiques** des cellules sont imprégnées de **lignine** qui rigidifie et imperméabilise.

**Trois types cellulaires** constituent l'anatomie du bois d'aubier d'un feuillu :

- les **vaisseaux**, de gros tuyaux vides permettant l'ascension de l'eau minérale du sol jusqu'aux feuilles (fonction « **plomberie** » de l'arbre) ;
- les **fibres**, petites cellules aux parois épaisses rigidifiant les axes (fonction « **squelette** » de l'arbre) ;
- les **rayons ligneux**, cellules alignées traversant l'épaisseur du bois, seules cellules vivantes, gorgées de réserves carbonées d'amidon (fonction « **grenier** » de l'arbre ; les réserves carbonées servent l'hiver pour la lutte contre le gel et au printemps pour le débourrement).

Le bois n'est pas seulement « squelette », il est aussi « **muscle** ». Un arbre penché perçoit son inclinaison par rapport à la verticale et fabrique en réponse un **bois de réaction** sur une face de son tronc incliné. Ce bois provoque, par la mise en place de contraintes mécaniques très fortes, la **courbure** du tronc à la base et son **redressement** à la verticale. Chez les conifères, le bois « pousse » par le dessous ; chez les feuillus, il « tire » par le dessus.

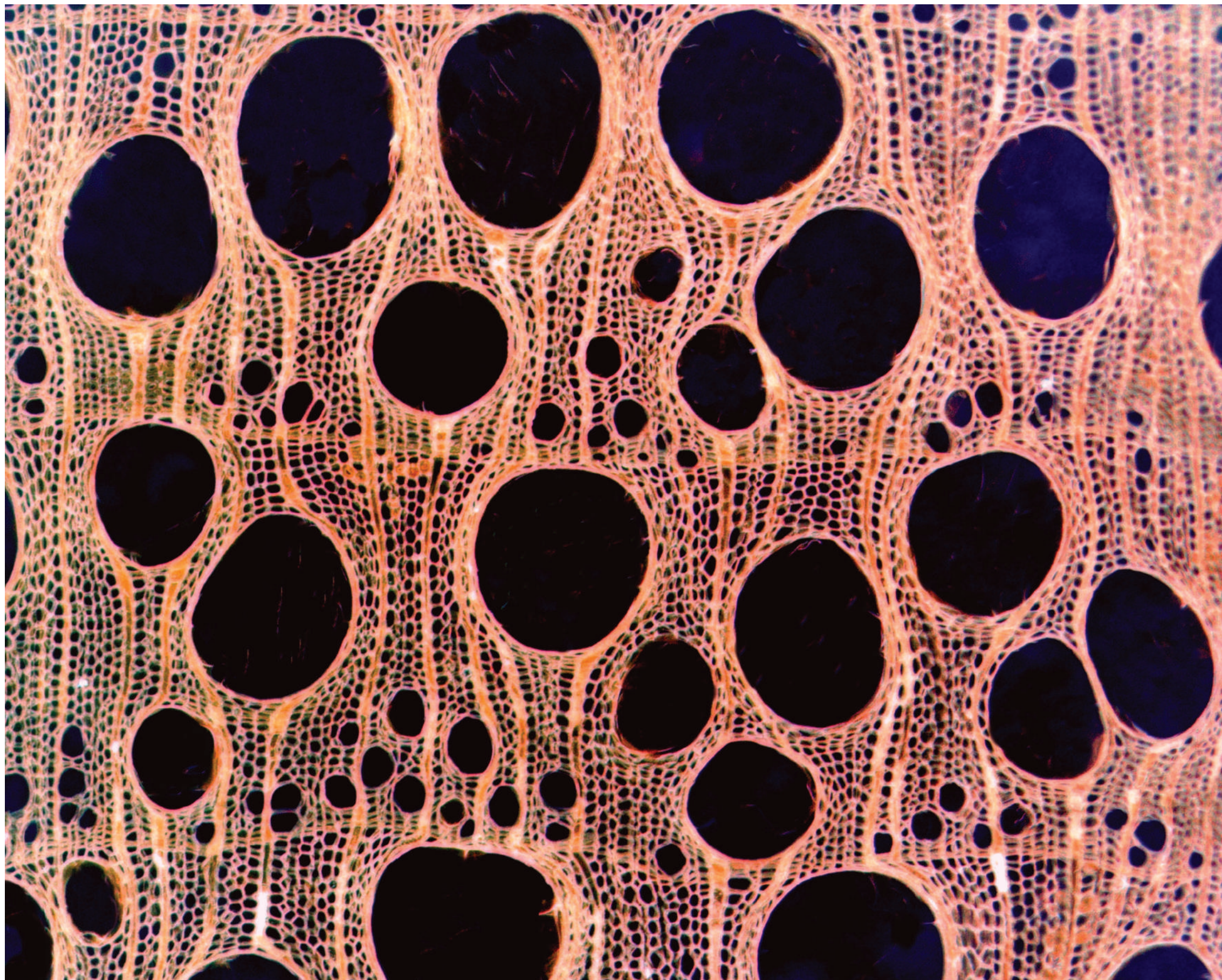
**Mais que s'est-il donc passé dans la vie de ce sapin coupé en octobre 2016 ?**





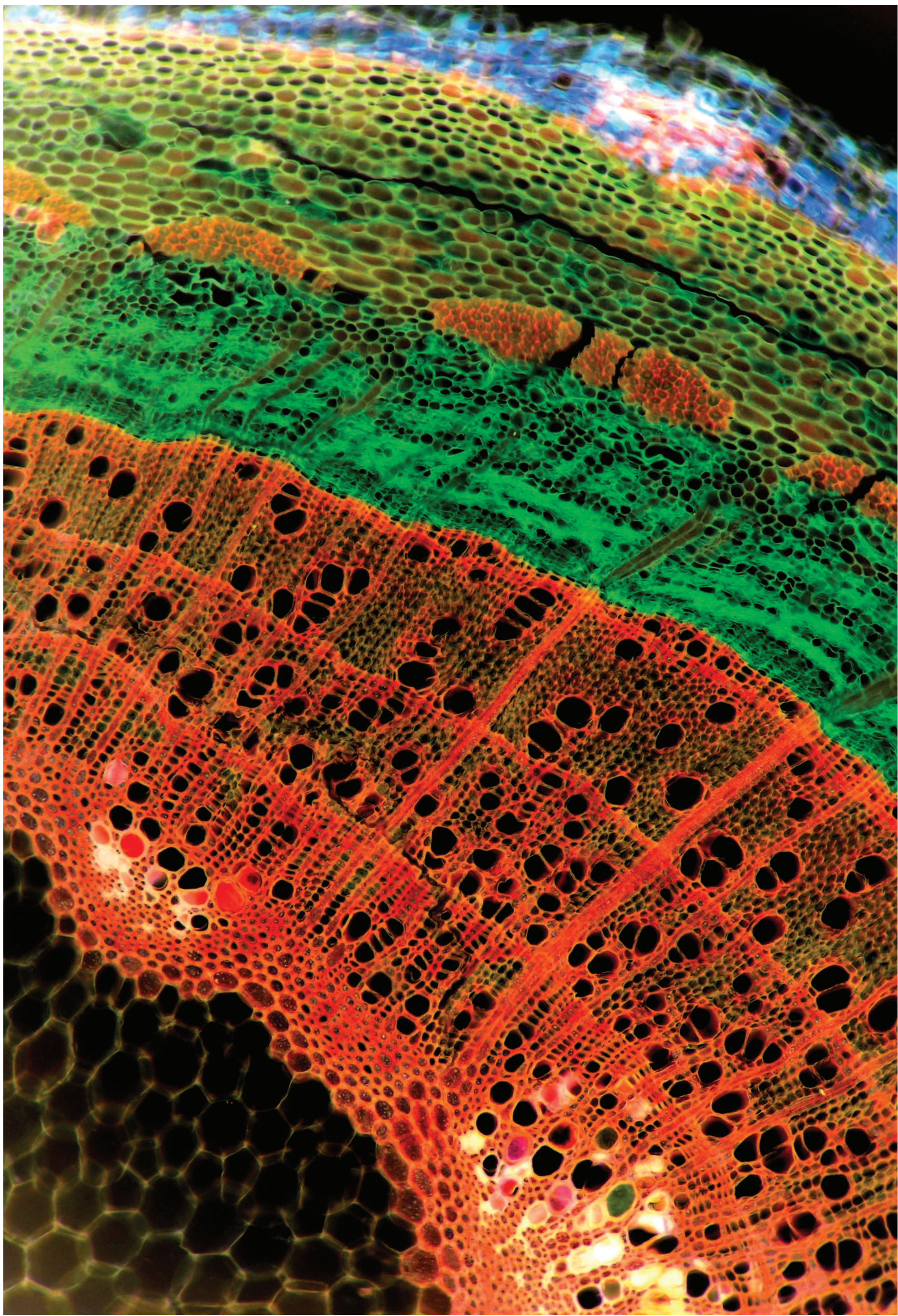
Bois de chêne





**Anatomie du bois de chêne** (coupe transversale, x400)





Anatomie d'une jeune branche d'érable (x40)





**Bois « muscles » d'un tronc de sapin, récolté en 2016** (bois de compression)

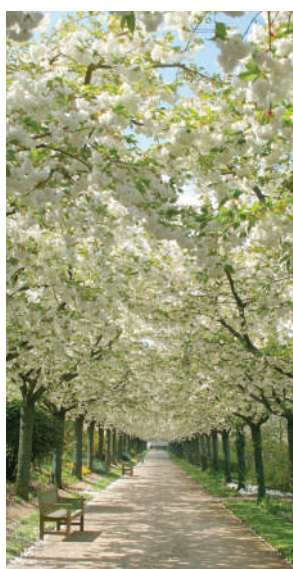




Troncs danseurs de mélèzes



# FLEURIR



L'arbre au printemps ne fait pas que grandir, il **fleurit** aussi. Spectaculaire chez les **cerisiers** ou les **pommiers**, la floraison reste discrète chez les **peupliers** ou les **bouleaux**.

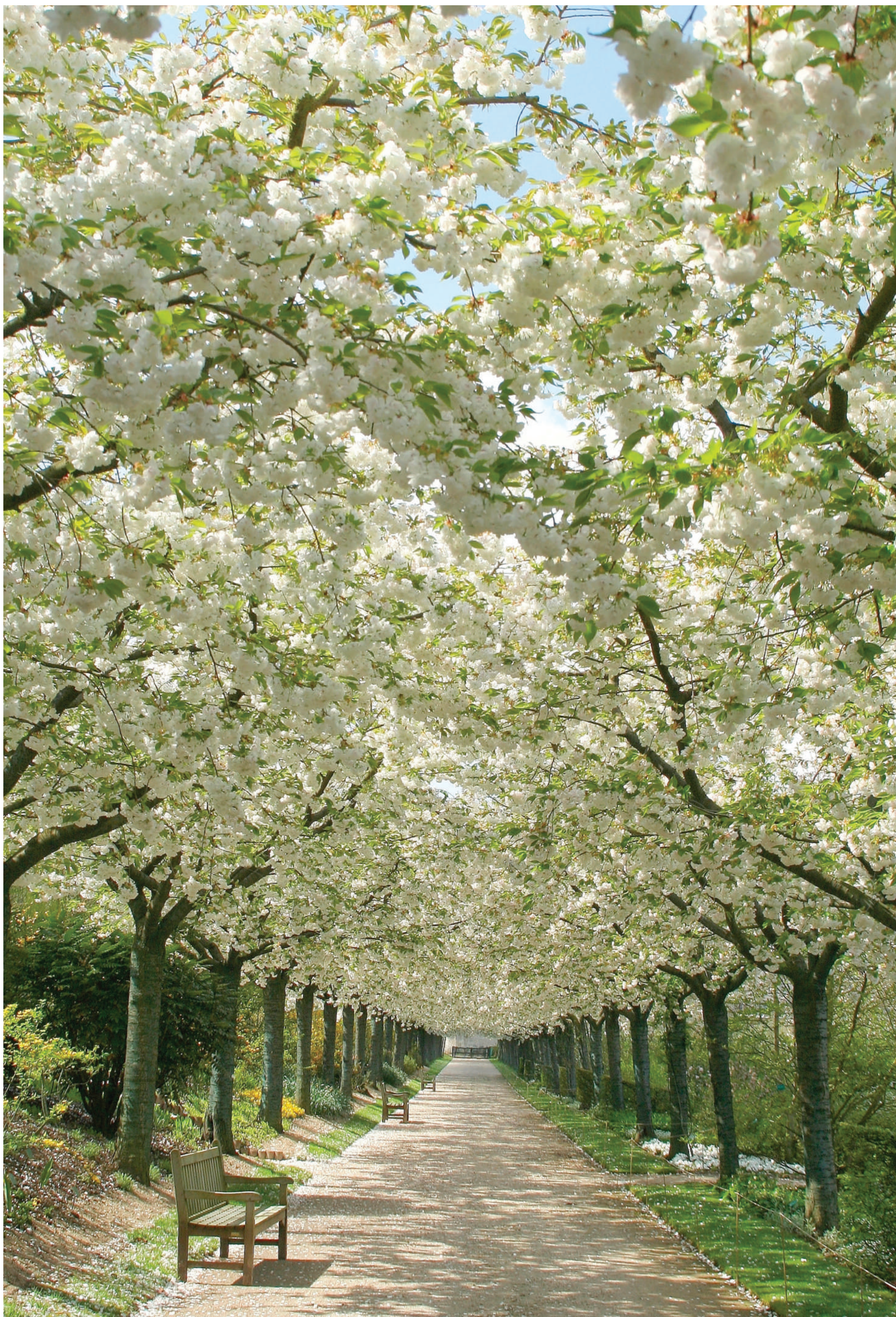
Parfois les sexes sont **séparés**, comme chez le peuplier (c'est une espèce **dioïque**) : il y a alors des arbres **mâles** et des arbres **femelles**. Les fleurs mâles du peuplier sont réduites à des **écailles rouges** portant des étamines gorgées de pollen, regroupées le long de l'axe du **chaton**.

Pour la plupart des arbres par contre, les deux sexes sont **portés par le même individu** (ce sont des espèces **monoïques**) mais parfois **séparés dans des fleurs distinctes** (on parle d'espèces monoïques **diclines**). Ainsi on trouve sur le même **bouleau** les chatons **mâles**, jaunes et pendants, et à côté les chatons **femelles**, dressés, verdâtres.

Chez les conifères, il n'y a pas de fleurs mais des **cônes**. Au printemps, les petits cônes femelles, nouveaux et minuscules, sont les futures « **pommes de pin** ».

Chaque fleur **fécondée** par un grain de pollen se transformera en **fruit** contenant une ou plusieurs **graines** contenant chacune un « bébé arbre », la génération future. **C'est ainsi que les pépins entrent dans les pommes...**





Floraison de cerisiers





**Fleur de pommier**





Floraison de peuplier mâle





Floraison de bouleau

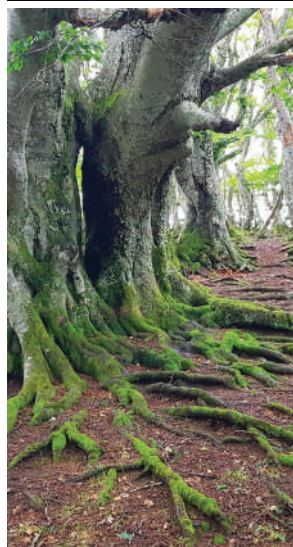
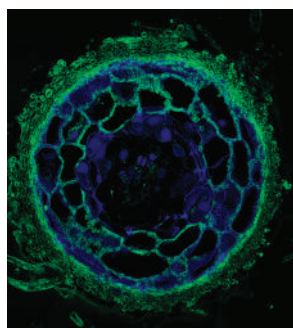




Cônes femelles de pin sylvestre



# PRODUIRE



En été, les feuilles tournent à plein régime. Ce sont des **capteurs solaires** : planes, étalées, elles sont **vertes** de chlorophylles, les pigments qui capturent l'**énergie lumineuse**.

Celle-ci est utilisée dans le processus de la **photosynthèse** qui fabrique des **sucres** à partir du **dioxyde de carbone** de l'air et de l'**eau** du sol. Un déchet est produit et rejeté : l'**oxygène**.

Les **racines** de l'arbre sont la partie immergée de l'iceberg. Les racines ne s'enfoncent pas très profondément dans le sol mais, superficielles, elles s'étalent à l'horizontale, parfois très loin du tronc. Les **pointes racinaires** absorbent l'eau et les éléments minéraux du sol. Elles sont aidées par les **champignons** du sol avec lesquels elles forment des organes chimères : les **mycorhizes**. Les filaments du champignon (*en vert sur la photo de microscopie\**) emballent la racine comme une chaussette et s'insinuent entre les cellules racinaires (*en bleu et noir*). C'est là qu'ont lieu les **échanges nutritifs** entre l'arbre et le champignon.

Le champignon assure la **nutrition minérale** de l'arbre en lui procurant l'eau du sol et les sels minéraux. L'arbre, chlorophyllien et donc photosynthétiseur, l'alimente en **sucres**. La mycorhization est donc une **symbiose**, association à bénéfices réciproques, une vraie vie de couple !

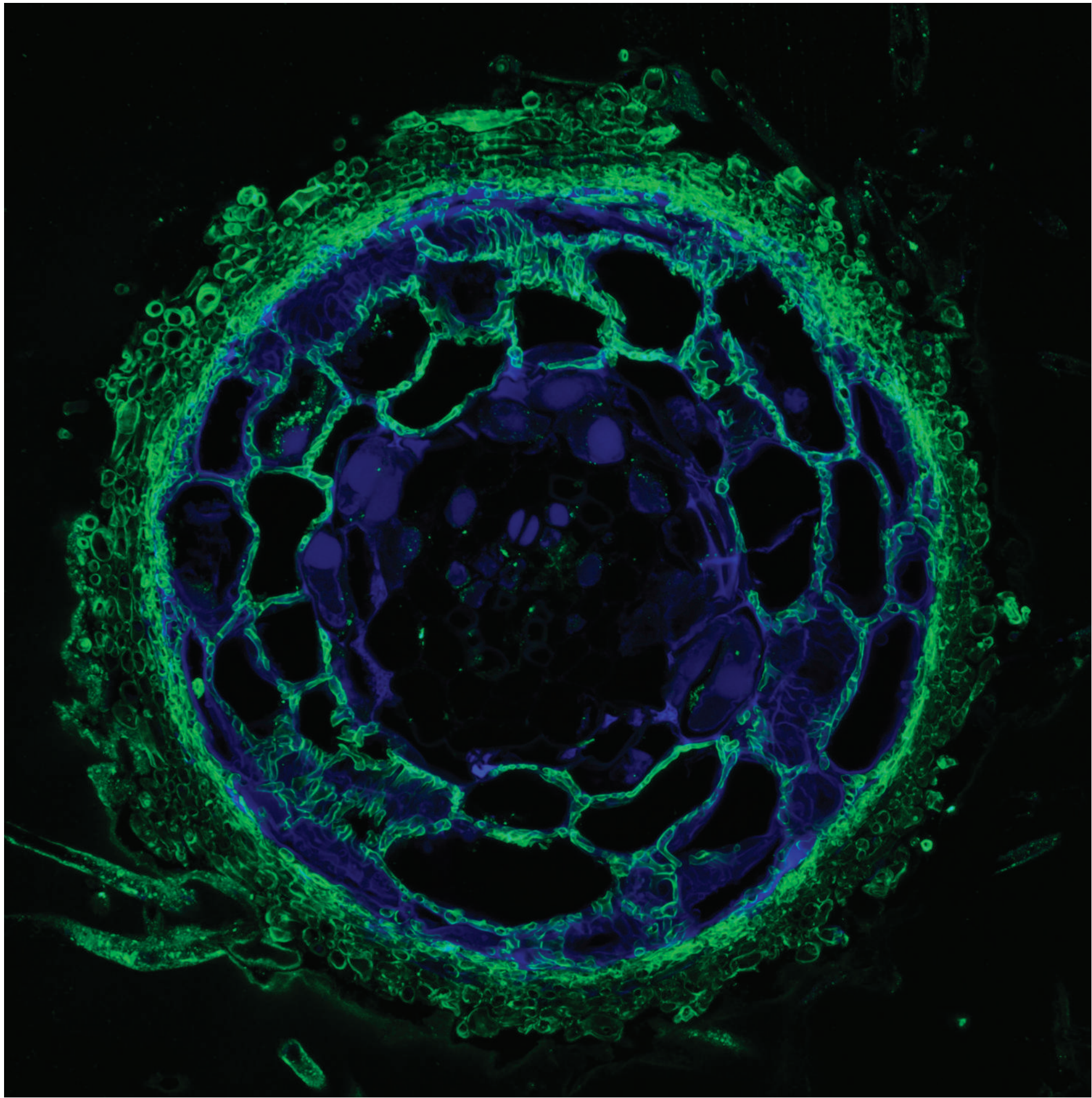
\*Coupe transversale d'une racine de pin mycorhizée par un champignon.  
© M. de Freitas Pereira/INRA/WSL





**Feuilles d'érable plane**





Anatomie d'une mycorhize de pin (x40)





Les feuilles, panneaux solaires





Racines affleurantes du hêtre



# S'ENDURCIR



En automne, lorsque les jours raccourcissent et les températures nocturnes fraîchissent, les feuilles vertes **changent de couleur** car les chlorophylles vertes sont **démantelées**. Les pigments accessoires **jaunes et oranges** sont alors démasqués.

Parfois même les feuilles **rougissent**, comme celles du liquidambar. Elles fabriquent alors des pigments rouges, les **anthocyanes**, en réponse au froid des nuits d'automne, alternant avec la douceur des journées ensoleillées.

Les produits de la dégradation de tous les constituants moléculaires de la feuille sont **réabsorbés** par l'arbre et c'est une feuille vidée, morte, qui se détachera de la branche.

Chez les **conifères**, les feuilles transformées en **aiguilles** coriaces ne tombent pas de manière synchrone à l'automne. Elles peuvent **résister au froid** de l'hiver sans geler, et peuvent ainsi vivre plusieurs années. Sauf chez le **mélèze**...

Sur les branches redevenues nues, les bourgeons fabriqués par l'arbre en été entrent en **dormance**, un sommeil profond qui les protège du froid et leur permet d'attendre le printemps suivant.





Quand les jours raccourcissent, le hêtre change de tons





Perdre le vert chez le chêne





Allumer le feu chez le mélèze

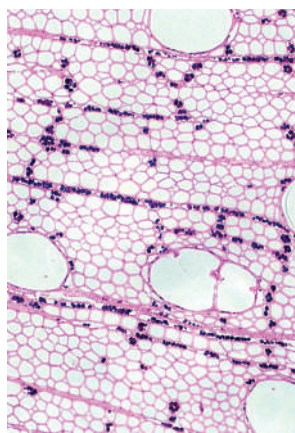




Rougir d'anthocyanes chez le Liquidambar



# SURVIVRE



Pendant l'hiver, l'arbre est au **ralenti**. Les feuilles fragiles ont été sacrifiées, les bourgeons sont en **dormance** et la production de bois stoppée. Les sèves ne circulent plus.

Les bourgeons sont bien **protégés du froid** et de la déshydratation par leurs **écailles**, blindées et imperméables, et par la **bourre** interne, des poils en abondance qui emmaillotent douillettement les jeunes ébauches foliaires.

Mais attention, **ralenti ne signifie pas absence d'activité !**

En période de gel, les réserves d'**amidon** constituées en été et accumulées dans le **bois\*** peuvent être remobilisées tous les jours en **petits sucres solubles** et injectés dans les tuyaux du bois : ils jouent le rôle d'**antigels**, empêchant la sève de geler.

Tout au long de l'hiver, les bourgeons **« comptabilisent »** les heures de froid (entre 0 et 7°C) pour atteindre le **seuil** nécessaire à leur sortie de dormance : entre 1 200 et 1 500 heures pour un pommier, à peine 200 pour un figuier. Le temps de nettoyer les **chromosomes** des cellules souches des bourgeons, comme une sorte de **remise à zéro** de leurs potentialités de croissance en vue du printemps suivant...

\*Coupe transversale de bois de noyer observée au microscope.  
© Nicole Brunel-Michac, laboratoire PIAF





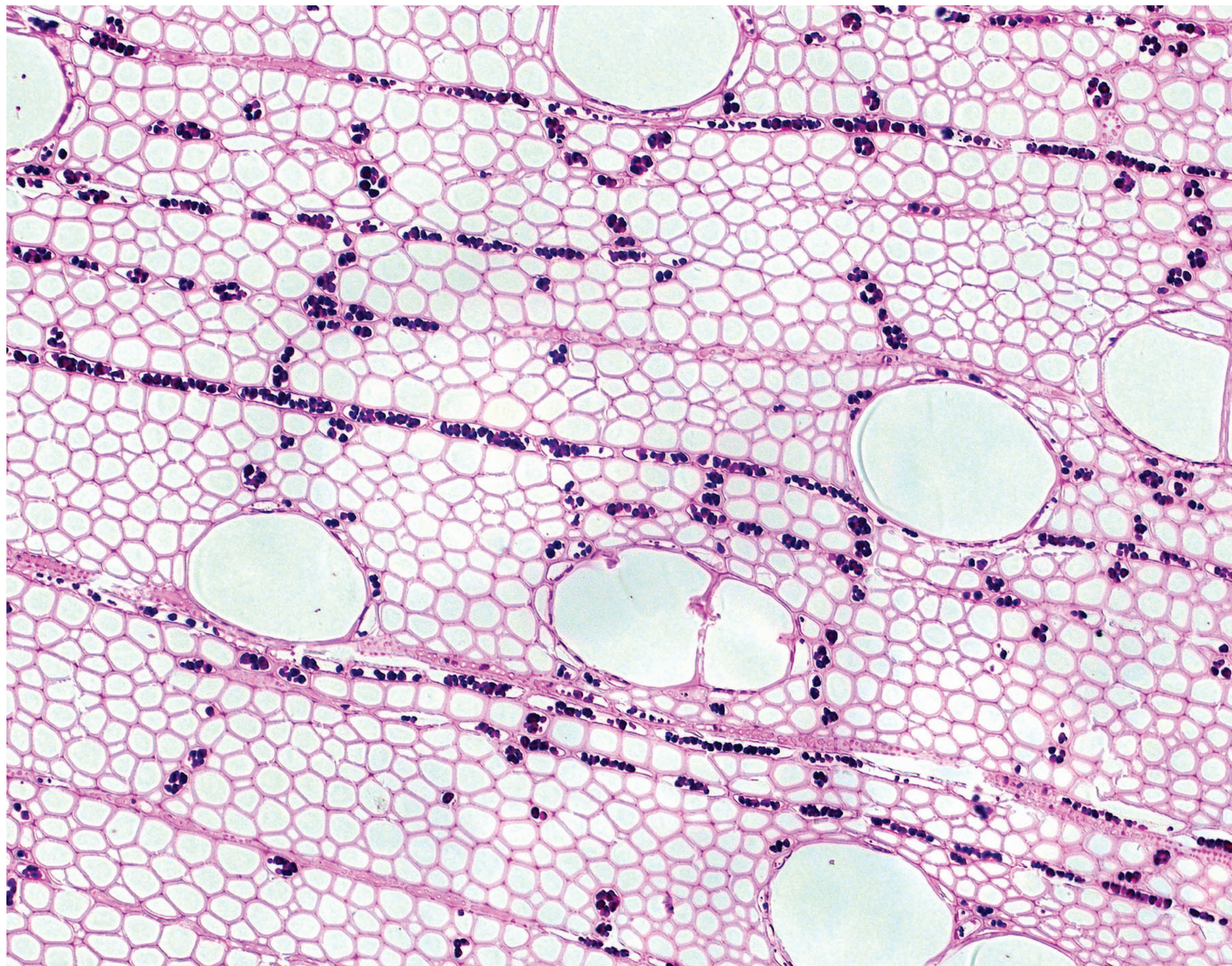
**Chêne givré**





Pinède hivernale monochrome





Réserves sucrées (en violet) du bois de noyer (x40)





**Tremble(r) de froid...** (bourgeons de tremble)