

# PHYSIOLOGIE

La physiologie des sapins concerne plusieurs processus tels que la nutrition, la respiration, la croissance et le développement. Les composantes de l'arbre incluant l'apparence, les racines, l'écorce, les branches, les bourgeons et les cônes, seront directement influencées par les pratiques culturelles. Une bonne compréhension de la physiologie des arbres favorise des actions appropriées tout au long du cycle de vie.

## Apparence

De forme pyramidale, le sapin a un feuillage persistant et un tronc droit. Bien qu'il puisse atteindre jusqu'à 15 mètres de hauteur, il est récolté entre 1,83 mètre (6 pieds) et 2,44 mètres (8 pieds) lorsqu'il est cultivé comme arbre de Noël. Il est taillé annuellement, ce qui limite sa hauteur et lui confère un feuillage dense.

## Racines

Le système racinaire du sapin est latéral et superficiel : la majorité des racines se situe dans les 30 premiers centimètres du sol. Les racines absorbantes se limitent habituellement à la circonférence de l'arbre. Les racines du sapin ne tolèrent pas les sols où le taux d'humidité est élevé. Ainsi, les arbres risquent de dépéris s'ils sont exposés à un sol saturé en eau sur une trop longue période. Toutefois, le niveau de tolérance aux sols humides varie selon les espèces : le sapin baumier est plus tolérant que le sapin Fraser.



Profondeur d'enracinement

## Écorce

L'écorce du sapin est mince, lisse et passe du vert au gris avec le temps. Elle est parsemée de bulles de résine odorante. Des canaux résineux permettent à l'arbre de se protéger contre les infections en scellant les plaies causées par les insectes, les bris mécaniques ou lors de la chute des aiguilles, des cônes et des branches.



Écoulement de résine par les canaux résineux

## Branches

Les branches du sapin, aussi appelées rameaux, sont verticillées, c'est-à-dire qu'elles sont disposées en cercle autour du tronc. Elles se développent à partir des bourgeons situés sur les pousses de l'année précédente



Disposition des branches autour du tronc

## Aiguilles

Les feuilles du sapin, soit les aiguilles, sont aplatis, sans pétiole, étroites et persistantes durant quatre ou cinq ans. L'apex des aiguilles est pointu et entaillé. Sur le rameau, les aiguilles sont opposées et légèrement dressées, formant ainsi un « V » pour le baumier ou un éventail dans le cas du Fraser. Le dessus des aiguilles est vert foncé, le dessous est vert bleuté et comporte deux lignes blanchâtres bien définies. La disposition des aiguilles et leur couleur varient selon l'espèce. D'autres facteurs peuvent affecter la couleur des aiguilles, comme l'état phytosanitaire de l'arbre, la variabilité génétique et la fertilité du sol.



Étalement des aiguilles du sapin baumier sur le rameau



Dessus d'une pousse de sapin baumier



Dessous d'une pousse de sapin baumier

## Bourgeons

Il existe deux types de bourgeons : végétatifs et reproducteurs.

### Bourgeons végétatifs

Même si les bourgeons deviennent visibles vers la mi-juillet, tout un processus est déjà enclenché depuis plus de trois mois. C'est un processus complexe qui permet de comprendre l'impact de la taille sur le développement des arbres. On reconnaît deux types de bourgeons végétatifs, apicaux et latéraux, selon leur position sur le rameau.

### Bourgeons apicaux

Les bourgeons apicaux, situés aux extrémités des pousses, sont dominants et responsables du développement de la tige et des pousses. Leur dominance s'explique par la production d'une hormone, l'auxine, qui limite le développement des autres bourgeons de la pousse. Ce phénomène se nomme la dominance apicale. Parmi les bourgeons apicaux, on retrouve aussi les bourgeons terminaux; situés au sommet, ils produisent la tête de l'arbre et sont composés d'environ cinq ou six bourgeons.



Tête avec bourgeons terminaux

Par la taille de l'arbre, on élimine la dominance apicale et on favorise la croissance des pousses latérales; de ce fait, la densité du feuillage augmente et l'apparence du sapin s'en trouve améliorée (voir fiche [Taille](#)).



Bourgeons latéral et apical

## Bourgeons latéraux

Les bourgeons latéraux sont situés sur la pousse annuelle et sont responsables de la ramification, c'est-à-dire de la croissance des tiges latérales. Sur le sapin baumier, le nombre de bourgeons latéraux est plus élevé que sur le sapin Fraser.

La croissance des bourgeons végétatifs est divisée en sept stades de développement. La notion de stade est principalement utilisée lors du dépistage et du contrôle des insectes et des maladies.

Stade I	Stade I+	Stade II	Stade III	Stade III+	Stade IV	Stade V
Bourgeons collants	Bourgeons gonflés recouverts d'une membrane	Bourgeons gonflés avec extrémité découverte	Aiguilles exposées, mais non étalées	Aiguilles qui s'écartent de la base de la pousse	Aiguilles qui commencent à s'étaler	Aiguilles étalées et pousses qui allongent
						

Schéma 1. Stades de développement des bourgeons du sapin

## Développement des bourgeons

Le cycle de croissance des bourgeons se divise en trois phases (voir graphique 1) :

### Phase 1

Au début d'avril commence l'élongation de la tige et des feuilles à l'intérieur du bourgeon. À l'intérieur de ces pousses en formation, des ébauches de bourgeons commencent déjà à se former. Cette première phase se termine à la mi-mai lors de l'éclosion du bourgeon (débourrement), mais la température printanière joue un rôle important : plus il fait chaud, plus cette phase est rapide.

### Phase 2

Cette phase correspond à la croissance de la pousse. Elle débute à l'éclosion des bourgeons et se termine vers la mi-juillet. Pendant la phase 2, de nouvelles ébauches de bourgeons continuent à se former sur les pousses qui allongent. Plus la pousse est longue, plus le nombre de bourgeons latéraux est élevé. Certains bourgeons, surtout ceux situés près de l'apex des pousses, deviennent plus vigoureux et volumineux et poursuivent leur développement. D'autres vont ralentir et arrêter leur développement pour devenir des bourgeons latents; ce sont eux qui prennent la relève lorsque des bourgeons meurent comme lors d'un gel. Les bourgeons latents sont plus nombreux dans la partie terminale des pousses.

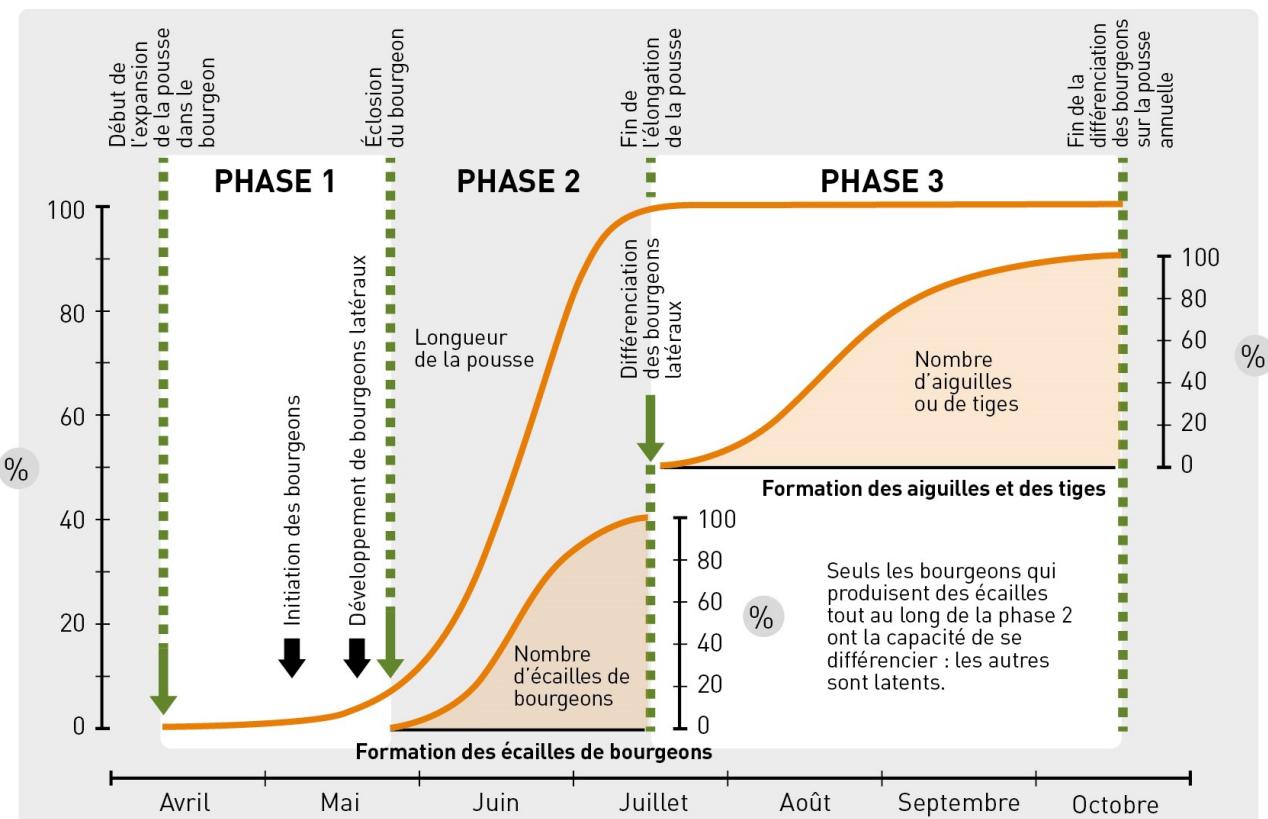
### Phase 3

Cette phase commence vers la mi-juillet et se termine à la fin octobre. D'un point de vue physiologique, le début de cette phase est la meilleure période pour tailler (voir fiche [Taille](#)). Pendant cette phase, les bourgeons indifférenciés grossissent et s'enrobent graduellement d'une résine cireuse protectrice. Une différenciation s'opère alors à l'intérieur des nouveaux bourgeons avec l'initiation des aiguilles ou des tiges. À la fin octobre, les bourgeons sont complètement matures, et contiennent toutes les ébauches de tiges et d'aiguilles pour l'année suivante.



Les dessins représentent des bourgeons latéraux, récoltés dans un même arbre en 1968. Pour chaque date, le dessin du haut correspond au bourgeon (ou à la pousse) complet alors que celui du bas représente ce même bourgeon (ou cette même pousse) après une coupe transversale.

Schéma 2. Stades de développement des bourgeons d'un sapin baumier



## Bourgeons reproducteurs

Il existe deux types de bourgeons reproducteurs : femelles et mâles. Ils se retrouvent sur le même arbre et produisent les cônes. Les bourgeons reproducteurs femelles sont situés sur le tiers supérieur de l'arbre tandis que les bourgeons mâles se trouvent à partir du milieu jusqu'au sommet de l'arbre. Les bourgeons reproducteurs mâles sont différents des bourgeons femelles. Les mâles sont très petits, nombreux et situés sous les pousses. Ils sont identifiables dès leur formation à la fin de l'été alors que les bourgeons reproducteurs femelles sont identiques aux bourgeons latéraux, mais différenciables à partir du débourrement.

Le processus de développement et de différenciation des bourgeons reproducteurs est déclenché par un signal hormonal l'été précédent l'apparition des cônes. Il est influencé par des conditions environnementales stressantes comme une sécheresse ou un sol saturé en eau.



Cônes mâle et femelle sur un sapin Fraser



Bourgeons de cônes mâles



Cônes mâles

## Cônes



Cônes femelles de sapin Fraser

Au printemps, les bourgeons reproducteurs forment des cônes afin d'enclencher le processus de reproduction. Dans le dernier tiers du mois de mai, le vent transporte le pollen des cônes mâles vers les ovules des cônes femelles. Ainsi, aucun insecte ne participe à la pollinisation. Les cônes mâles disparaissent rapidement au début de l'été tandis que les cônes femelles poursuivent leur développement jusqu'à la maturation des graines vers la fin d'août et le début de septembre. Une fois à maturité, les graines se dispersent et seul l'axe central du cône demeure. Cet axe peut rester dans l'arbre plusieurs années.



Cônes femelles laissés dans l'arbre

Il est possible de distinguer les cônes femelles du sapin Fraser de ceux du baumier par la présence de bractées, des petites feuilles modifiées se situant près de la graine. Chez le sapin Fraser, les bractées sont donc très visibles contrairement au baumier qui a des bractées peu apparentes, sauf la sous-espèce *phanerolepis*.



Cône femelle avant la floraison



Débourrement d'un cône femelle



Cônes femelles avec bractées apparentes sur Fraser ou *phanerolepis*



Cône femelle sans bractées du sapin baumier

Dans un cycle de production d'arbres de Noël, l'apparition des cônes est possible dès la cinquième année. Les sapins baumiers produisent plus rarement des cônes, contrairement aux sapins Fraser, qui eux en produisent beaucoup. Selon les observations, certains individus peuvent contenir des centaines de cônes. La présence des cônes femelles affecte l'apparence et la qualité du sapin Fraser. En effet, les bourgeons reproducteurs femelles remplacent les bourgeons végétatifs, ce qui diminue la densité du feuillage dans le tiers supérieur des arbres. Ces cônes doivent être enlevés chaque année (voir fiche [Taille](#)).



Floraison d'un cône femelle



Cône femelle en juin



Début de maturation d'un cône femelle



Cône femelle à maturité en octobre

## Graines

Chaque graine possède une aile lui permettant d'être dispersée par le vent de septembre jusqu'au printemps. La distance de dispersion est relativement courte, soit environ 70 mètres, mais peut doubler si le sapin est exposé aux vents. Dans les sites naturels aménagés, il est suggéré de laisser des arbres matures afin de favoriser une régénération naturelle des arbres issus des graines.



Arbre mature conservé pour ses graines



Semences d'arbre de Noël

## Aoûtement

L'aoûttement est un processus naturel qui permet à l'arbre de s'endurcir afin de se protéger contre les rigueurs de l'hiver. Il débute en août et se poursuit durant tout l'automne. Pendant l'aoûttement, les rameaux deviennent plus ligneux et les bourgeons se recouvrent d'une couche cireuse. Des réserves nutritives sont accumulées dans les racines, les rameaux et les bourgeons de l'arbre.

Certains facteurs peuvent nuire au processus d'aoûttement et augmenter la sensibilité des tissus au gel durant l'hiver, comme une sécheresse à l'automne, une fertilisation azotée tardive ou un automne chaud.

[Retour vers la table des matières](#)

## Références

- Bigras, F.J. et Colombo, S. (2001). *Conifer Cold Hardiness*. Springer Publishing.
- Ectomycorhize. (2017, 22 novembre). Dans Wikipédia, l'encyclopédie libre. Repéré le 14 mai 2018 à <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ectomycorhize>
- Futura Planète. (s. d.). Bourgeon. Repéré à <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/botanique-bourgeon-12057/>
- Owens, J. (2015). Conifères. Encyclopédie canadienne. Repéré à <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/coniferes>
- Pinophyta. (2018, 25 juin). Dans Wikipédia, l'encyclopédie libre. Repéré le 14 mai 2018 à <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pinophyta>
- Powell, G. R. (1982). Shoot and Bud Development in Balsam Fir: Implications for Pruning of Christmas Trees. Repéré à <http://pubs.cif-ifc.org/doi/pdfplus/10.5558/tfc58168-4>
- Répertoire Québec nature. (2013). Sapin baumier (*Abies balsamea*). Repéré à [http://repertoirequebecnature.com/vasculaires/Abies\\_balsamea.html](http://repertoirequebecnature.com/vasculaires/Abies_balsamea.html)
- Ressources naturelles Canada. (2015). Sapin baumier. Repéré à <https://aimfc.rncan.gc.ca/fr/arbres/fiche/80>

## Rédaction et collaboration

### Auteurs

André Pettigrew, agronome, consultant

### Révision technique

Christian Lacroix, agronome, MAPAQ

Dominique Choquette, agronome, MAPAQ

Emilie Turcotte-Côté, agronome, Club agroenvironnemental de l'Estrie

Jacinthe Drouin, agronome, Fertior

### Édition et mise en page

Amélie Labonté, conseillère en communication,  
MAPAQ

Christiane Bessette, conseillère en communication,  
MAPAQ

Emma Archambault, stagiaire en communication,  
MAPAQ

Frédérique Auclair, stagiaire en communication,  
MAPAQ

Julie Marcoux, technologue agricole, MAPAQ

### Photographie

André Pettigrew, agronome, consultant

Dominique Choquette, agronome, MAPAQ

Julie Marcoux, technologue agricole, MAPAQ

Jacinthe Drouin, agronome, Fertior

### Graphisme

Hugo Bellavance, designer graphique, MAPAQ

Ce projet a été réalisé grâce au soutien financier du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, en vertu de l'entente Canada-Québec Cultivons l'avenir 2.