

Le Mélèze et l'Arolle

La distillation comme moyen de valorisation des
ressources naturelles alpines



par Cilgia Chazal

Remerciements :

Un grand merci à :

M. Roland Métral, ingénieur forestier à Martigny, pour son aide et pour tous les documents qu'il m'a transmis et qui m'ont été très utiles,

A l'équipe de la Distillerie de Bassins pour leurs précieuses informations,

A Matthieu Berthod pour son coup de crayon et à Christian Meichtry pour son coup d'œil,

A Yann pour son aide et son soutien,

A toutes les plantes sans qui nous ne serions pas ici.

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	5
2	Les arbres	6
2.1	Qu'est-ce qu'un arbre ?	6
2.1.1	Les racines.....	7
2.1.2	Le tronc	8
2.1.3	Les feuilles	9
2.1.4	Les fleurs	11
2.1.5	Les graines et les fruits.....	12
2.2	Conifères Gymnospermes.....	12
2.2.1	Quelques particularités des Gymnospermes.....	13
2.2.2	Le Valais et les Alpes valaisannes	15
2.2.2.1	Le climat.....	16
2.2.2.2	Les sols	16
2.2.2.3	Les étages de végétation	16
2.2.3	Le Mélèze, Larix decidua.....	18
2.2.3.1	Particularités	26
2.2.3.2	Utilisations ménagères et artisanales	27
2.2.3.3	Utilisations médicinales.....	29
2.2.3.4	Symbolisme et croyances populaires	31
2.2.4	L'Arolle ou Arole, Pinus cembra	33
2.2.4.1	Particularité	38
2.2.4.2	Utilisations	40
2.2.4.3	Utilisations ménagères et artisanales	41
2.2.4.4	Utilisations médicinales.....	41
2.2.5	Arolle et Mélèze, deux arbres emblèmes du Valais.	42
3	Essences, huiles essentielles et modes d'extraction	44
3.1	Bref résumé géo-historique de l'aromathérapie dans le monde	44
3.2	Qu'est-ce une essence ?	46
3.2.1	Comment et où les plantes les fabriquent-elles ?.....	46
3.2.2	Synthèse des molécules aromatiques	47
3.2.3	Botanique et espèces aromatiques	47
3.2.4	Spécification botanique.....	48
3.2.5	Choix du végétal	48
3.2.6	Récolte.....	48
3.2.7	Législation pour la cueillette de plantes sauvages	49
3.2.8	De l'essence à l'huile essentielle, les méthodes, les procédés d'extraction	49
3.2.9	Garanties sur l'extraction	51
3.2.10	Chémotypes.....	51
3.2.11	Familles chimiques	52
3.2.12	Rendements des plantes aromatiques	52
3.2.13	Propriétés physiques des HE et des essences	53
3.2.14	Garanties de l'HE.....	53
3.2.15	Contrôles qualités HE	53
3.3	Distillation spécifique des conifères	54

4	Partie expérimentale : la distillation du mélèze et de l'arolle et autres conifères.....	56
4.1	Les distillations.....	57
4.1.1	Première distillation 08 juin 2010, Mélèze, Larix decidua	59
4.1.2	Deuxième distillation 25 juin 10, Pin sylvestre, Pinus sylvestris.....	59
4.1.3	Troisième distillation 09 juillet 10, Epicéa, Picea abies	60
4.1.4	Quatrième distillation 24 juillet 10, Arolle, Pinus cembra	61
4.1.5	Cinquième distillation 06 août 10, Mélèze, Larix decidua	62
4.1.6	Sixième distillation 11 septembre 10, Arolle, Pinus cembra.....	62
4.1.7	Ressenti personnel	63
5	Résultats et discussion	64
5.1	Rendements des différentes distillations.....	64
5.2	Composition des huiles essentielles.....	66
5.2.1	Les terpènes, la principale famille chimique des HE de conifères	67
5.2.2	Propriétés des principaux composants de l'HE d'arolle et de mélèze.....	68
6	Conclusion et perspectives.....	71

1 Introduction

Plusieurs facteurs ont influencé le choix du sujet de mon travail de fin de formation à l'Ecole de Plantes Médicinales d'Evolène. Tout d'abord, j'avais envie d'étudier une plante locale et sauvage. Le mélèze s'est imposé de lui-même, j'ai en effet côtoyé ce magnifique arbre durant toute mon enfance en Valais et c'était pour moi une bonne occasion de partir à sa découverte. En réfléchissant de façon plus approfondie, j'ai réalisé que depuis que je travaille dans l'aromathérapie, il n'est pas chose aisée de se procurer de l'huile essentielle de mélèze. Qui plus est, celle que l'on trouve sur le marché provient en général d'Autriche ou de France. Ceci me semblait bien dommage étant donné que cette essence fait partie intégrante de nos forêts alpines. Ainsi, à partir du constat que les plantes aromatiques de nos montagnes ne sont que peu exploitées dans nos régions, j'ai décidé d'intégrer la distillation du mélèze à mon sujet. Suite à une suggestion de l'école, j'ai ajouté l'arolle à mon mémoire ; ce qui s'est avéré être une très bonne idée. Cet arbre est plus rare et reste encore, de nos jours, très méconnu. C'est ainsi que je disposais d'un sujet passionnant sur ces deux arbres emblèmes de la région du Valais.

Après un bref rappel de botanique sur les arbres en général et les Gymnospermes en particulier, le chapitre 2 développe les particularités et les utilisations anciennes et actuelles du mélèze et de l'arolle. Nous verrons que, bien que disposant de propriétés intéressantes, beaucoup d'applications et d'utilisation des ces arbres ont été quasi ou complètement abandonnées.

Le chapitre 3 parle des huiles essentielles : leur origine biologique, leur histoire, et les techniques d'extraction.

La seconde partie du mémoire est la partie expérimentale. Le chapitre 4 décrit mes expériences de distillation. Dans le chapitre 5, vous découvrirez les analyses et les résultats de ces expériences. Par exemple, les différences de rendement des différentes plantes distillées, ainsi que la composition de certaines huiles essentielles obtenues.

2 Les arbres

2.1 Qu'est-ce qu'un arbre ?

Pour commencer, je vais tout d'abord faire un rappel sur les **arbres** en général, puis plus spécifiquement sur les **conifères**, pour enfin arriver aux deux essences que j'ai choisies : le **mélèze** (*Larix decidua*), et l'**arolle** (*Pinus cembra*). Il est important de bien saisir la nature, le fonctionnement et l'habitat d'un arbre avant de se pencher sur un individu en particulier.

Qu'est-ce qu'un arbre ? Cette question simple n'est pourtant pas si évidente. On trouve un grand nombre de définitions différentes pour ce mot. La plus simple et intuitive me paraît la suivante : « *L'arbre est un végétal ligneux, pouvant atteindre de très grandes dimensions, dont la tige (appelée tronc) est dénudée à la base et munie de branches et de feuilles à son sommet (nommé cime).* »¹.

Il est bon de rappeler que l'arbre est un être vivant, on l'oublie si souvent ! Son immobilité apparente est trompeuse. « *Comme tous les êtres vivants, l'arbre se nourrit, respire, se reproduit et meurt.* »².

Je vais d'abord parler des différents systèmes et de leurs organes pour ensuite aborder les tissus spécifiques constituant ces organes. Sans tomber dans l'anthropocentrisme, il est bon de rappeler que les animaux et les plantes ont des ancêtres communs et que de ce fait, il existe énormément de points communs entre notre organisme et celui des végétaux.

L'arbre est constitué de plusieurs parties fondamentales :

- **les racines,**
- **le tronc et les branches,**
- **les feuilles,**
- **Les fleurs et fruits.**

Ces parties composent seules ou ensemble les différents systèmes de l'arbre (végétatif, reproductif et racinaire).

¹ [1], p.514

² [2], p.11

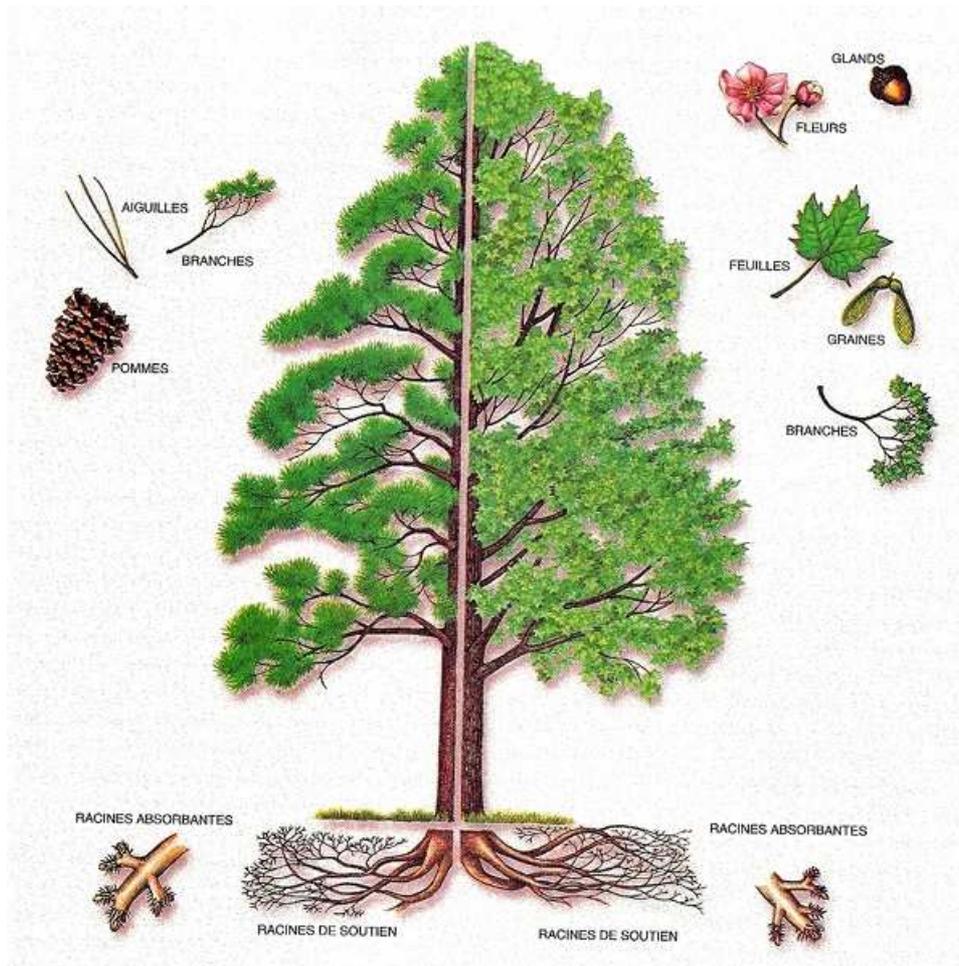


Schéma d'un arbre avec les racines tiré de : Pour la science, *dossier hors série : de la graine à la plante*, janvier 2000.

2.1.1 Les racines

L'appareil racinaire est composé de plusieurs types de racines, de tailles différentes. Elles sont divisées en **racines primaires** et **racines secondaires** qui elles-mêmes se divisent en **radicelles**, coiffées de **poils absorbants**. Pour remplir au mieux leurs fonctions, les racines sont aidées par des champignons et des bactéries. On peut parler de symbiose. Les **mycorhizes** sont souvent très nombreuses sur les racines des conifères. Les fonctions des racines sont :

- fixer l'arbre au sol,
- puiser les différents nutriments du sol (eau, sels minéraux). C'est au niveau des poils absorbants que l'assimilation de l'eau et des éléments nutritifs a lieu.
- stocker les substances de réserve.
- élaborer la sève brute ascendante.

Il existe différents types d'enracinement, en voici quelques exemples :

- les essences à racines pivotantes (noyer, chêne, pin, mélèze),
- les essences à racines obliques (orme, hêtre, sapin),

- les essences à racines traçantes (épicéa, bouleau, douglas).

Les **racines à pivot** pénètrent en profondeur et assurent ainsi une bonne stabilité à l'arbre. Les **racines obliques** rayonnent en tous sens dès la base du tronc. Les **racines traçantes** sont plus superficielles et s'étalent horizontalement dès la base du tronc.

La superficie totale d'un système racinaire peut souvent dépasser la superficie de l'arbre aérien !

2.1.2 Le tronc

Le tronc et les branches sont le **squelette**, la charpente de l'arbre. Grâce à un **système circulatoire** à double sens, le tronc relie l'appareil racinaire à l'appareil foliaire. C'est grâce à des canaux que les sèves brute et élaborée circulent du bas vers le haut et du haut vers le bas respectivement. « Toutes les parties de l'arbre sont parcourues de vaisseaux qui constituent l'équivalent de notre propre système circulatoire. Un double courant de fluides irrigue l'ensemble. »³

Le **bois** est une subtile combinaison de cellulose et de lignine qui permet à l'arbre de s'élever vers le ciel. « *La croissance du tronc s'effectue aussi bien en hauteur qu'en épaisseur. Les zones responsables de ce processus sont : l'apex des branches pour l'allongement, le cambium et le phellogène pour l'épaississement.* »⁴

L'**écorce** ou liège est une protection pour l'arbre contre d'éventuelles attaques extérieures (insectes, humidité...). Le **liber** ou phloème permet l'acheminement de la sève élaborée grâce à son réseau conducteur descendant. Le **cambium** est la fine partie qui se situe entre le bois et le liber ou phloème qui permet à l'arbre de croître en largeur en produisant de nouvelles cellules : vers l'intérieur de nouveaux éléments pour le bois et vers l'extérieur de nouveaux éléments pour le liber. Le **xylème** est chargé de la circulation de la sève brute. Le bois jeune se trouve vers l'extérieur, le bois plus ancien vers l'intérieur. La vascularisation de l'arbre se fait dans le bois jeune. Avec le temps, les canaux vasculaires se bouchent, ce bois deviendra un bois de soutien, le **bois de cœur** ou **duramen**. L'**aubier** est un bois récent, plus clair et plus tendre, qui est conducteur de sève.

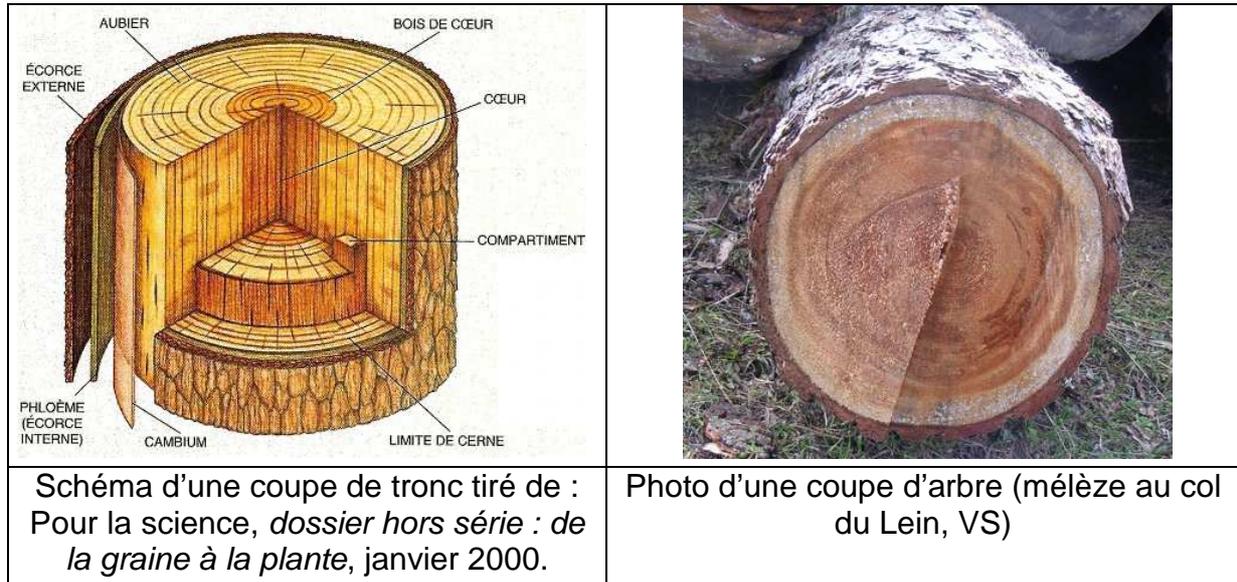
La **sève ascendante** ou **sève brute** est constituée d'eau et de sels minéraux puisés par les poils absorbants au niveau des racines. Cette sève est "aspirée" vers le haut de l'arbre par un effet de répercussion de l'évaporation au niveau des feuilles et elle circule dans les vaisseaux du bois le plus récent. La **sève élaborée** est beaucoup moins fluide que la brute. Ce sont les vaisseaux du **liber**, placés juste en dessous de l'écorce qui se chargent de sa diffusion.

Les **résineux** ne possèdent pas de véritables vaisseaux. Leur architecture intérieure est beaucoup plus simple que celle des feuillus. Elle comporte deux éléments : les **trachéides** et les **rayons ligneux**. Les trachéides servent au transport vertical des sèves brutes et élaborées ; elles ont aussi un rôle de maintien de l'arbre. Les rayons

³ [25], p. 57

⁴ [3], p.13

ligneux sont des cellules plus petites et horizontales qui communiquent avec les trachéides.



Les **résines** et les liquides visqueux sont différents de la sève, ils ne contiennent pas d'éléments nutritifs ni d'eau utilisables par les tissus. Ces sucres sont en fait comme des **pansements** pour l'arbre, ils durcissent à l'air et servent à colmater les blessures. Certaines substances contenues dans la résine sont également des répulsifs d'insectes déprédateurs. Les résines possèdent très souvent des propriétés **antiseptiques**. « Les **résines** dérivent de l'oxydation des essences. Elles sont présentes dans les différents organes de l'arbre et sont une des caractéristiques des résineux. Chez certaines espèces, elles s'accumulent dans des **canaux sécréteurs** spécialisés du bois, verticaux ou horizontaux. C'est le cas des pins, épicéas, mélèzes ou douglas. Chez d'autres espèces, elles apparaissent dans des canaux traumatiques consécutifs à une blessure (sapins, tsugas, séquoias). [...] Sur les jeunes tiges, la résine est omniprésente sous l'écorce. Elle joue un grand rôle dans le **processus de cicatrisation**, prête à recouvrir et protéger les plaies en cas d'accident. Chez le douglas et de nombreux sapins, l'écorce jeune est hérissée de **poches de résine** qui éclatent au moindre choc. »⁵

2.1.3 Les feuilles

La feuille est comme un mini arbre. Le **pétiole** en est le tronc, le **limbe** le feuillage et les **nerveux** les branches. Ce petit arbre est éphémère (quelques mois) mais de si grande importance ! Grâce à la feuille, l'arbre mange, digère, respire, transpire. « La feuille est la peau de l'arbre et sa bouche [...], enfin son estomac. »⁶. Les trois fonctions fondamentales de la feuille sont :

- la respiration,
- la photosynthèse chlorophyllienne,
- la transpiration.

⁵ [28], p. 94

⁶ [1], p. 521

Pour la **respiration**, la feuille dispose de stomates, du grec *stoma* qui veut dire bouche. Ils permettent les échanges gazeux avec l'air ambiant. Chez les végétaux, la respiration n'est que cellulaire, les animaux disposent en plus d'une respiration pulmonaire. « *La respiration cellulaire est une réaction chimique d'oxydoréduction (échange d'électrons) qui fournit l'énergie nécessaire à une cellule pour fonctionner. Elle nécessite :*

- un carburant (glucose ou acide aminé) qui provient souvent de la dégradation du saccharose issu de la photosynthèse.*
- un comburant, le dioxygène (O₂).»⁷*

Chimiquement, on note cette réaction de la façon suivante :



glucose	oxygène	sac à dos à énergie vide	dioxyde de carbone	eau	sac énergie plein	énergie pour le fonctionnement des cellules
---------	---------	--------------------------	--------------------	-----	-------------------	---

Formulée d'une façon différente cela signifie que : « La respiration est le processus par lequel les cellules vivantes décomposent les molécules de glucose et libèrent de l'énergie potentielle chimique emmagasinée.»⁸

La **photosynthèse** est le processus qui permet à la plante de transformer le CO₂ de l'air en la matière organique qui compose la plante.

Chimiquement, on note cette réaction de la façon suivante :



dioxyde de carbone	eau	soleil	glucose	oxygène	eau
--------------------	-----	--------	---------	---------	-----

Les substances ainsi produites sont ensuite transformées en d'autres substances comme les protéines, les vitamines, les hormones, la cellulose, qui sont des briques indispensables à la croissance et à la survie de la plante.

La **transpiration** permet à l'eau de s'évacuer par les stomates, sous forme de vapeur d'eau, ce processus crée une **circulation** des liquides continue entre les racines et les feuilles.

Il existe un grand nombre de formes de feuilles et de dispositions de feuilles qui servent de critères de distinction très utiles à la détermination botanique des plantes. L'organe de détermination le plus fiable reste cependant la fleur.

⁷ [4], Wikipédia http://fr.wikipedia.org/wiki/Respiration_cellulaire

⁸ [5], p.3

2.1.4 Les fleurs

Les fleurs sont les organes de reproduction des Spermaphytes, catégorie des végétaux dont font partie les arbres qui sont l'objet de ce mémoire.

Chez l'arbre, la reproduction peut être sexuée ou asexuée. La reproduction asexuée, ou reproduction végétative, est utilisée en dernier recours quand les conditions sont particulièrement difficiles pour la reproduction de l'arbre. Il existe différents modes de **reproduction asexuée** : le drageonnage, le marcottage, le rejet de souche, le bouturage... Le principe général est que la plante souche crée une copie conforme d'elle-même pour assurer sa pérennité.

La **reproduction sexuée**, qui nous intéresse plus particulièrement, a lieu grâce à la fleur. Elle permet le mélange des différents gènes et donc une amélioration de l'espèce contrairement à la reproduction asexuée.

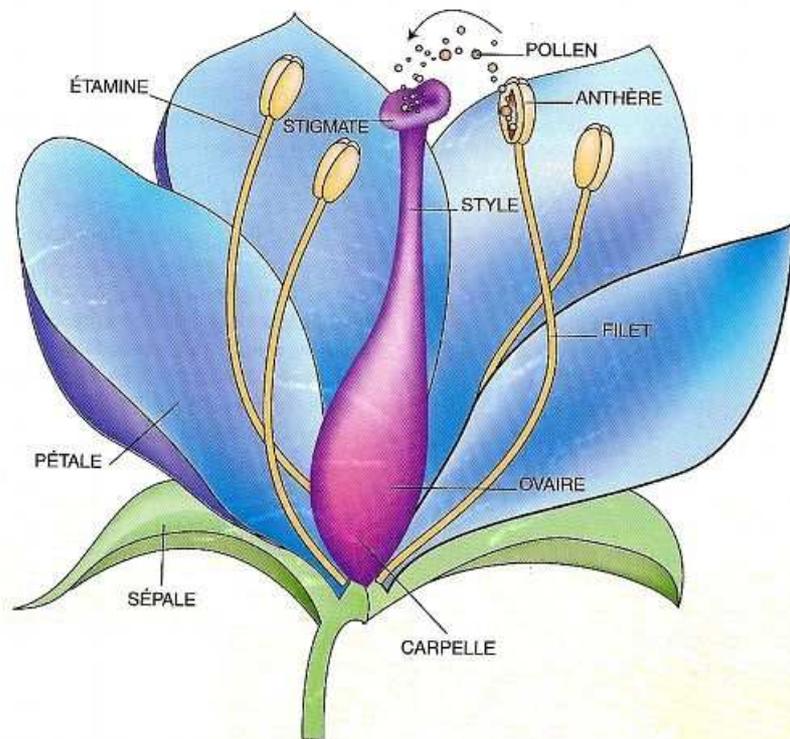


Schéma d'une fleur tiré de : Pour la science, *dossier hors série : de la graine à la plante*, janvier 2000.

La plupart des arbres possèdent des **fleurs unisexuées** (fleurs mâles et femelles séparées), les autres possèdent des fleurs **bisexuées** ou **hermaphrodites**. On parle d'espèces **dioïques** quand les fleurs unisexuées sont portées par différents pieds, et d'espèces **monoïques** quand l'arbre porte sur le même pied les fleurs unisexuées des deux sexes. Le terme **hermaphrodite** est utilisé pour les arbres portant des fleurs disposant à la fois des gamètes mâles et femelles comme par exemple pour le merisier, l'érable ou le tilleul.

L'arbre atteint sa maturité sexuelle après plusieurs années, le mélèze par exemple ne fleurira qu'aux environs de sa 15^{ème} année. Pour l'arolle, il faudra patienter plus longtemps, aux environs de ses soixante ans ! Le pollen libéré par les **anthères**, organes sexuels mâles de la fleur, peut être transporté par différents modes vers le

carpelle, organe sexuel femelle. On dit que la pollinisation est **anémophile** quand le vent est le transporteur du pollen (cas du mélèze et de l'arolle). On parle de pollinisation **entomophile** quand les insectes se chargent du transport.

Une fois le grain de pollen déposé sur le **stigmate**, il va "germer" et traverser le style jusqu'à l'ovaire pour ainsi pouvoir féconder l'ovule. Après la fécondation, les ovaires se transforment en **fruits**, les ovules en **graines**.

C'est entre autres au niveau des fleurs, mais pas uniquement, que nous pouvons différencier le groupe des **Angiospermes** du groupe des **Gymnospermes** dont font partie les conifères.

Gymnos vient du grec et veut dire nu, **sperma** graine. Cela illustre bien les organes reproducteurs des Gymnospermes, ils ne possèdent pas d'ovaire, leurs ovules sont nus et portés par des cônes. **Angio** en grec veut dire vase, **petite urne**, ce qui image bien l'organe sexuel des plantes à fleurs ou Angiospermes dont les ovules sont renfermés dans un ovaire. L'évolution des organes de reproduction des Angiospermes par rapport aux Gymnospermes assure de meilleures conditions de survie et de développement à la graine.

2.1.5 Les graines et les fruits

Les graines contenues dans les fruits assurent la **dissémination** de l'espèce. Cette dernière ne peut avoir lieu sans l'aide de différents acteurs. En règle générale, les graines sont disséminées par le vent (anémochorie), c'est le cas du mélèze. Cependant, les animaux sont également utiles pour le transport des graines (zoochorie), l'arolle en est un très bel exemple. Une fois la graine tombée au sol, et que les différents facteurs environnementaux sont propices à la **germination**, celle-ci aura lieu. Un jeune arbre va pouvoir croître et perpétuer l'espèce.

2.2 Conifères Gymnospermes

Les Gymnospermes ou conifères doivent leur nom aux **cônes** porte-fruits qui portent leurs ovules et leurs graines. Leur âge d'or est la période du Jurassique à l'ère secondaire. *« Ils seraient apparus, il y a 360 millions d'années en apportant une innovation biologique révolutionnaire : la graine. Botaniquement, cette particularité, associée à l'absence de fruit vrai, les fait appartenir à l'ordre des Gymnospermes. Cette adaptation innovante va leur permettre de progresser et de faire face aux périodes de sécheresse de la fin du Carbonifère avec beaucoup plus de réussite que les archaïques cryptogames (fougères, prêles...) »*⁹.

⁹ [7], p.34

Les conifères se subdivisent en 7 familles :

- Taxodiacées
- Podocarpacees
- Cupressacées
- Araucariacées
- Taxacées
- Céphalotaxacées
- Pinacées

2.2.1 Quelques particularités des Gymnospermes

Particularités des organes reproducteurs :

- Ils ont une **sexualité aérienne**, indépendante de l'eau, ce sont d'ailleurs les premiers à avoir réussi à se reproduire sans eau ! Ils ne possèdent pas à proprement parler de fleurs, leurs organes sexuels sont fixés à des écailles groupées : « *Suivant l'angle où on les considère, ce sont encore des rameaux feuillés ou déjà des cônes, c'est-à-dire de futurs porte-graines.* »¹⁰.
- Les "fleurs" mâles sont souvent appelées **chatons**, ils disposent d'étamines, groupées serrées en spirale tout autour d'un axe central. Les sacs polliniques sont deux renflements qui libéreront une fine poussière jaune claire, le pollen. C'est là que l'on trouve les gamètes mâles. Chaque petit cône mâle constitue une fleur unique. Les cônes femelles que l'on appelle **cônelet** sont également constitués d'écailles insérées en spirale sur un axe. Le cône femelle est une inflorescence, chaque écaille fertile constitue une fleur à elle seule. L'"ovaire" est unique et contient deux ovules. « *Ceux-ci seront fécondés par les grains de pollen provenant d'un autre arbre et qui passeront entre deux écailles du cône, mais ne deviendront des graines prêtes à germer que deux ans plus tard dans beaucoup d'espèces.* »¹⁰



Photo des fleurs mâles et femelles du mélèze

- « *De même qu'on ne pouvait guère appeler fleur l'assemblage d'écailles fertiles des Conifères, qui était en fait un rameau constitué de feuilles transformées, de même ne peut-on parler à propos des cônes de fruits. Le cône femelle mûr n'est en effet qu'un porte-graines, puisque celles-ci n'y sont enveloppées d'aucun péricarpe. Le jeune rameau femelle, le cônelet, est déjà un cône en puissance ; l'organe sexuel femelle, une fois fécondé, se*

¹⁰ [1], p.525

transforme à peine, il grossit seulement et ne passe pas par le stade intermédiaire de fruit. »¹⁰

- La fécondation, très rapide chez les Angiospermes, peut durer beaucoup plus longtemps chez les Gymnospermes, elle est même différée chez certaines espèces. « Ainsi, assez courte chez le pin sylvestre, elle peut durer des mois et jusqu'à 1 ou même 2 ans chez le pin maritime, car, lorsque le tube pollinique parvient jusqu'à l'oosphère, celle-ci, plus jeune, n'est point encore en état de le recevoir. De même la maturation de la graine et du cône fécondé qui la contient est-elle souvent très longue ; comme chacun le sait le cône subsistera très longtemps sur l'arbre avant de libérer ses graines. »¹¹

Autres particularités :

- Les Gymnospermes ont un **potentiel de longévité exceptionnel**. « Décidément, les feuillus sont des gourmands qui aiment les sols riches et poussent trop vite pour devenir millénaires. Leur large tronc témoigne plus de leur appétit que de leur âge. En fait, tous les records de longévité sont détenus par des conifères [...] Pour vivre vieux, il faut croître lentement. »¹².
- Des feuilles aciculaires ou **aiguilles**, longues, étroites et souvent linéaires et coriaces. De plus, elles sont en règle générale persistantes. Les aiguilles ont une durée de vie comprise entre deux à dix ans, ensuite un renouvellement progressif s'opère.
- En plus de la sève, ils possèdent de la **résine**. « Ce n'est pas sans raison qu'on les qualifie de "résineux". Leurs branches et leurs troncs sont truffés de conduits remplis d'une résine toxique et indigeste, prête à noyer champignons, moisissures, insectes et autres parasites. »¹²

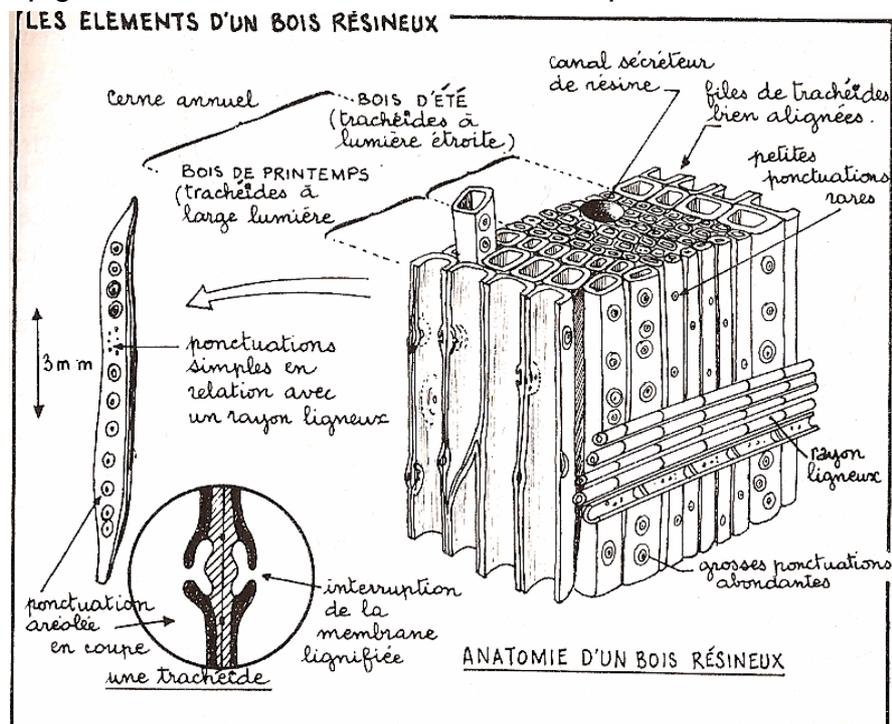


Schéma de l'anatomie d'un bois résineux tiré de [25] Connaître les arbres, p. 79

¹¹ [1], p.530

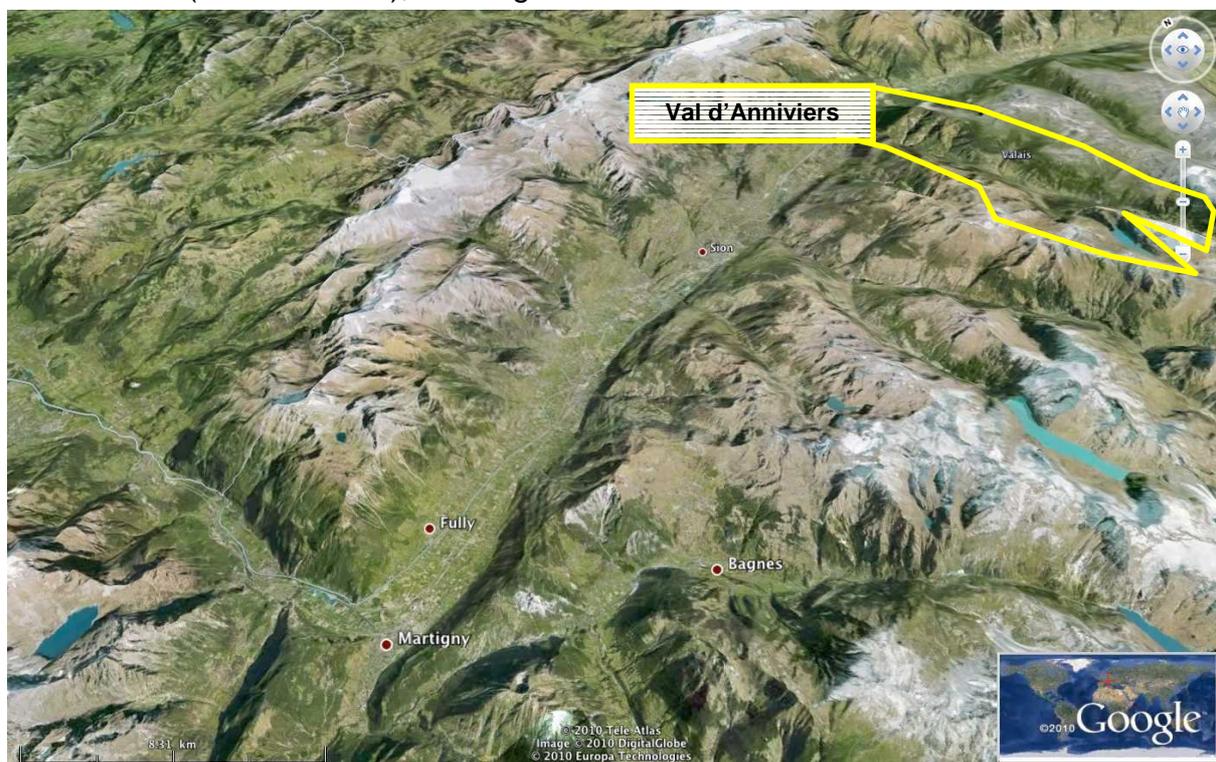
¹² [8], p.6 et 8

2.2.2 Le Valais et les Alpes valaisannes

Avant de décrire les deux essences choisies, à savoir le mélèze et l'arolle, il faut tout d'abord bien saisir l'environnement dans lequel ils évoluent. Je vais développer les différents aspects des Alpes valaisannes car c'est dans cette région que j'ai pu observer et apprendre à connaître ces arbres.



Ci-dessus photo satellite du Valais, ci-dessous vue d'une partie des Alpes valaisannes (Valais central), © GoogleEarth.



2.2.2.1 Le climat

Le Valais bénéficie d'un climat continental caractéristique : ses hivers sont froids, ses étés secs et les variations de températures y sont importantes. Le Valais est la région de Suisse où il pleut le moins. Ce canton jouit de beaucoup d'ensoleillement (plus de 2'000 heures d'ensoleillement annuel dans la région de Sierre par exemple). Si la vallée du Rhône est relativement sèche, cela peut grandement varier dans les vallées latérales. Il faut noter que les précipitations augmentent avec l'altitude, alors que la température diminue avec elle (-0.6 °C par 1 00 m).

2.2.2.2 Les sols

Le sol est le résultat de la dégradation des roches par l'activité de l'atmosphère (pluie, vent...) et des végétaux (captation des minéraux...). Le sol est composé de différents **horizons** qui apparaissent lorsque l'on effectue une coupe verticale du sol :

- L'horizon A est principalement composé du produit de la dégradation des végétaux, l'**humus**. Suivant l'acidité des plantes, l'humus est plus ou moins actif dans la dégradation des végétaux.
- L'horizon B résulte de la transformation de la **roche** sous-jacente par des processus physiques et chimiques. « *Des minéraux ont été détruits ; d'autres ont été créés. C'est le cas de certaines argiles et des hydroxydes de fer qui donnent à cet horizon une couleur brun-ocre.* »¹³ C'est principalement dans cet horizon que le système racinaire des plantes se développe. Les sols peu développés de l'étage nival ne possèdent pas d'horizon B.
- L'horizon C désigne la **roche-mère** à partir de laquelle se forment les autres horizons. Pour schématiser grossièrement on distingue deux types principaux de roches-mères, celles qui contiennent des **roches calcaires** à tendance basique et les **roches siliceuses** (granit, gneiss) à tendance acide.

On distingue souvent les plantes calciphiles des plantes acidophiles cependant, « *Il faut toutefois considérer cette distinction avec prudence, car de nombreuses espèces n'ont en fait pas de préférence marquées.* »¹³

Les sols de montagne où l'on trouve les conifères sont souvent des **podzols**. C'est un type de sol acide même sur du calcaire. Il est constitué d'une litière peu décomposée, d'un humus très acide dû à la décomposition des conifères et des Ericacées. Son horizon B est riche en oxyde de fer, d'où sa couleur brune. Ces sols sont impropres à l'agriculture.

2.2.2.3 Les étages de végétation

Pour comprendre comment fonctionne la végétation dans une région de montagne comme le Valais, il est nécessaire de connaître les différents **étages de végétation**. Il y a un grand nombre de variations d'un étage à l'autre, tant au niveau des températures, des précipitations que de la longueur de la période d'ensoleillement. « *La période de végétation raccourcit en gros de 7 jours par élévation de 100 m.* »¹³ Ceci illustre bien l'influence de l'altitude sur la végétation.

¹³ [10], p.12, 17-18 et 27.

- **Etage collinéen** : C'est l'étage des **feuillus** du Bas-Valais avec le chêne rouvre et le pédonculé, le chêne pubescent se trouve plutôt en Valais central.
- **Etage montagnard** : Dans le Bas-Valais, l'étage montagnard se trouve dans la zone des brouillards, on y trouve plutôt le hêtre et le sapin. Le Valais central, au climat plus sec, les a remplacés par le pin sylvestre. C'est aussi l'étage des **prairies de fauche** et certaines cultures y sont encore possibles, comme certaines céréales (seigle) et certains arbres fruitiers (cerisiers).
- **Etage subalpin** : C'est l'étage des **forêts de résineux** et des couloirs à avalanches. Dans le Bas-Valais, l'essence dominante de ces forêts est l'épicéa. Ailleurs, le mélèze l'accompagne. L'arolle, lui se trouve plutôt sur les hauteurs bien ensoleillées de la chaîne alpine et plus particulièrement de la chaîne pennine. C'est à cet étage également que l'on trouve les **mayens**, anciens lieux de résidence saisonniers des Valaisans. Au-dessus des zones de forêts, cette zone se termine habituellement par des landes de rhododendrons ou de genévriers nains.
- **Etage alpin** : Les pelouses rares avec leurs 1001 fleurs font la richesse de cet étage. C'est l'étage des **alpages** qui s'installeront sur les meilleures terres afin de nourrir leurs bêtes. On y trouve aussi une végétation spécifique aux éboulis, aux crêtes, aux rochers et aux pentes sèches.
- **Etage nival** : On y trouve plus que les **mousses**, les **lichens** et les **algues**, avec quelques exceptions pour les plantes à fleurs qui trouvent des endroits bien protégés ou des microstations.

La limite supérieure de la forêt, la zone de transition entre l'étage subalpin et alpin est appelée la "**zone de combat**".

L'altitude varie en fonction de l'exposition au soleil. On appelle le versant bien exposé l'**adret**, et le versant plutôt à l'ombre l'**ubac**.

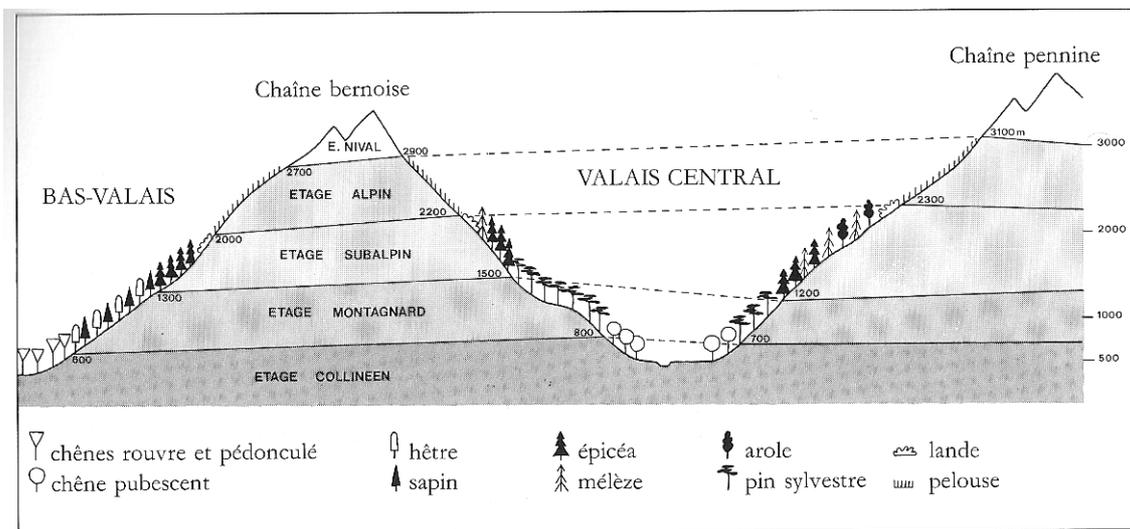


Schéma théorique des étages de végétation sur un profil nord-sud à travers les Alpes valaisannes¹³.

Après avoir brièvement décrit leur royaume, je vais maintenant m'intéresser au mélèze et à l'arolle, ces deux emblèmes des Alpes valaisannes.

2.2.3 Le Mélèze, *Larix decidua*

Classification botanique	
Sous-embranchement :	Gymnospermes
Ordre :	Pinales
Famille :	Pinacées
Genre:	Larix
Espèce :	Larix decidua Miller ou <i>europaea</i> DC

On trouve différentes **espèces** de mélèzes, on en compte environ une quinzaine:

1. <i>Larix chinensis</i> Mill.	8. <i>Larix lyallii</i> Parl.
2. <i>Larix czekanowskii</i> Szafer	9. <i>Larix maritima</i> Sukaczev
3. <i>Larix decidua</i> Mill.	10. <i>Larix mastersiana</i> Rehder & E.H. Wilson
4. <i>Larix gmelinii</i> (Rupr.) Kuzen.	11. <i>Larix occidentalis</i> Nutt.
5. <i>Larix griffithii</i> Hook. f.	12. <i>Larix potaninii</i> Batalin
6. <i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	13. <i>Larix sibirica</i> Ledeb.
7. <i>Larix laricina</i> (Du Roi) K. Koch	14. <i>Larix stenophylla</i> Sukaczev

Source : www.ubio.org

L'espèce qui m'intéresse plus particulièrement est celle que l'on trouve en Valais : **Larix decidua**. « *L. decidua* comprend plusieurs races aux comportements écologiques différents : race des Alpes autrichiennes, race des Sudètes et des Tatras (République tchèque, Pologne du sud), race de Pologne occidentale, race des Alpes continentales. Cette dernière est très résistante au froid, accepte de grandes amplitudes thermiques et une courte saison de végétation (3-4 mois). »¹⁴ C'est probablement cette dernière race qui vit dans les Alpes suisses.

¹⁴ [9], p.500



Mélèze au printemps (juin 2010)



Mélèze en été (août 2010)



Mélèze en automne (octobre 2009)



Mélèze en hiver (février 2010)

Etymologie : Les origines et les définitions du mot **Larix** varient d'une source à l'autre. Larix ne serait pas d'origine latine mais alpine, et plus précisément d'origine rhétique : *Larix vient du celte Lar, gras, en raison de l'abondante production de résine.* »¹⁵ Pour d'autres, le latin aurait intégré le nom gaulois de l'arbre : Larix. Le mot **decidua**, en latin, fait référence à ses aiguilles caduques ou décidues, mot qui signifie qui se détache et tombe selon un rythme saisonnier selon le Petit Robert.

L'origine du mot **mélèze** serait dauphinoise ou savoyarde selon les sources. « *Le mot mélèze, quant à lui, peut avoir deux origines : soit le celtique mel- (hauteur, colline), soit le mel latin, mot signifiant miel dont serait dérivés les noms dauphinois melze ou mélèze (1552).* »¹⁶ Ou encore : « *Le mot "mélèze" a d'ailleurs longtemps été du genre féminin, on disait "une mélèze", d'un mot issu du patois savoyard qui a subi le sort de tous les autres noms d'arbres, devenus masculins en entrant dans le dictionnaire.* »¹⁷

Description générale de l'essence : Ce gracieux et élégant conquérant, appelé arbre de lumière par son impérieux besoin de soleil, est un véritable pionnier des sols neufs. Il ouvre la voie à d'autres arbres et permet ainsi à la forêt de reconquérir de nouveaux espaces.

« *Les mélèzes sont des demoiselles arbres. De sveltes jeunes filles en robe légère, qui escalent en se jouant des montagnes enneigées. Des reines de l'hiver à l'allure dansante et au caractère bien trempé, qui ne craignent ni l'air glacial de Sibérie ni les blizzards de l'Alaska.* »¹⁷

« *Ils sont tous habités de la même grâce aérienne, de la même souplesse dansante. Ce sont des arbres pour les poètes, des arbres à rêver qui vous enchanteront partout où ils s'élèvent.* »¹⁷



Port : Cet élégant et majestueux conifère au port pyramidal peut atteindre des hauteurs variant de **30 à 50 m**. Il est droit, élancé et sa tige se prolonge jusqu'au sommet. Sa cime est plutôt conique et peu serrée durant ses jeunes années, elle s'arrondit avec les années. Les branches sont insérées irrégulièrement et peuvent frôler le sol. Les extrémités des branches peuvent se redresser parfois verticalement.

Branches et rameaux : Les branches sont soit étalées, soit réfléchies et portent des rameaux longs, effilés, souvent pendants, et des rameaux courts tuberculeux, terminés par une rosette de feuilles. Les branches sont étalées mais non verticillées. « *Les branches latérales ne sont pas systématiquement disposées en étages successifs, ou verticilles, comme chez de nombreux conifères. Fines et souples,*

¹⁵ [3], p.33

¹⁶ [17], p.68

¹⁷ [20], p.9 et 91

réparties de façon plus irrégulière le long du tronc, elles participent à cette élégance qui est la marque du mélèze. Tout comme chez le cèdre, les aiguilles du mélèze poussent sur deux sortes de rameaux : les auxiblastes, ou rameaux longs, responsables de l'allongement annuel, qui portent des aiguilles disposées en spirale. Ces auxiblastes se ramifient ensuite en rameaux courts, les brachyblastes, qui poussent latéralement. »¹⁸

Feuilles : Ses aiguilles sont **caduques**, le mélèze est le seul conifère d'Europe à perdre ses aiguilles. « *Une adaptation au froid qui en fait l'arbre le plus apte à supporter les longs hivers des climats continentaux. »¹⁸*

« Le mélèze est nu pour affronter le vent glacial. Voilà qui lui évite de se charger d'un épais fardeau de neige et de casser sa cime comme cela arrive souvent à l'épicéa. »¹⁹

« C'est sans doute parce que les ancêtres des mélèzes ont dû autrefois affronter des climats extrêmes en Asie qu'ils ont retenu cette solution de survie hivernale. »²⁰ En effet, la perte des aiguilles permet l'arrêt total de la photosynthèse donc de l'absorption d'eau. Ceci permet d'éviter le gel de l'eau dans les tissus de l'arbre et ainsi protéger l'arbre de cassures internes, voire de sa mort.

Les **aiguilles** sont souples, douces, et fragiles, elles sont d'un vert éclatant au printemps. Elles sont disposées en faisceaux de 20 à 40 sur des rameaux courts, elles forment comme de petites touffes parsemées le long des rameaux. « *En été, son feuillage vert tendre tranche agréablement avec les tons sombres des autres résineux. A fin octobre, il vire au jaune. L'or des couronnes piège les rayons du soleil. Dans les paysages alpins, mille flammes s'allument sur le fond des ombres qui s'allongent. »²¹*



Fleurs : Le mélèze est un arbre **monoïque**, il possède les deux sexes sur un même pied. Les chatons mâles et femelles se trouvent sur le même rameau, ils poussent au bout des brachyblastes. Les **chatons mâles** sont jaunes, tournés vers le bas, ce qui facilite la dispersion du pollen. La pollinisation est **anémophile**. Les femelles sont rouge carmin ou framboise et sont placées en petits cônes dressés verticalement avec une rosette d'aiguilles à la base. Elles possèdent déjà la forme du cône en version réduite. Selon le Flora Helvetica, il fleurit tous les **3, 4 ou 5 ans**. Sa floraison a lieu d'avril à juin et varie en fonction de sa situation géographique. Selon les stations, la première fructification peut varier entre la quatorzième et quinzième année de l'individu. Sa première floraison a lieu vers **15 ans** environ et c'est à ce moment-là que le mélèze atteint sa maturité sexuelle. « *Une fois fécondées, les*

¹⁸ [20], p.13 et 14

¹⁹ [8], p.8 à 13

²⁰ [25], p.73

²¹ [10], p.139-140

corolles femelles se referment. Leurs écailles virent au vert puis au brun tout en s'épaississant pour protéger leurs futures graines. »¹⁹



De la fleur au cône (d'avril à octobre).

Cônes : Le cône adulte est ovoïde, de couleur marron clair avec de fines écailles, il se dresse à maturité. Le cône vide peut rester des années sur l'arbre. Sa maturation est annuelle. « *Les cônes lentement mûrissent. Le mélèze ne consent à libérer ses graines qu'une année après la fécondation.* »¹⁹ Les cônes vides peuvent rester longtemps sur les rameaux.

Graines : Ses graines sont petites et possèdent des ailes courtes non détachables.



« *Ses graines légères sont munies de deux petites ailes qui leur permettent de faire des kilomètres dans les airs. Elles germent rapidement, s'arriment solidement au sol friable avant de tendre leurs doigts en direction du ciel.* »¹⁹ Elles sont mûres à l'automne et se dispersent durant les jours chauds. Le mélèze en garde la plus grande partie en réserve pour le printemps suivant, ceci afin d'assurer sa reproduction mais aussi pour le plaisir des animaux.

Ecorce : Son écorce peut devenir très épaisse, jusqu'à 30 cm et peut parfois représenter de **16 à 24 %** du diamètre du tronc. « *Les animaux utilisent parfois les fentes naturelles de l'écorce de mélèze. On appelle alors ces fentes des forges.* »²² L'écorce est également un efficace bouclier de protection contre les chutes de pierre, le soleil et le gel et même des insectes et des champignons.

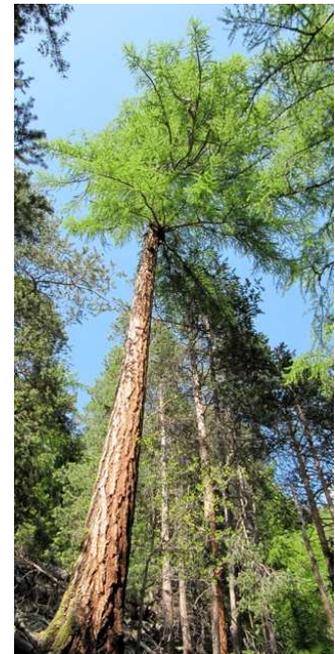


Résine : C'est une poix plutôt fluide et collante de couleur transparente. Son odeur est fraîche, montante avec une note résineuse caractéristique des conifères. Elle a longtemps servi à confectionner la **térébenthine de Venise**, dite baume de Venise. La résine était récoltée en faisant un trou à la tarière dans le tronc et l'on posait des baquets au sol, cette technique s'appelle le gemmage.

Bois : Son bois est dur et nerveux, il faut dire qu'il est constitué en majorité de **duramen** (bois de cœur) de teinte brun rougeâtre à orangé avec un aubier clair. Il fournit un matériau de construction de qualité exceptionnelle. Il ne nécessite aucun traitement car son bois résiste aux pourritures et aux insectes. (cf. chapitre utilisations). C'est à son bois si solide qu'il doit son appellation de « chêne de montagne » (cf. § 2.1.2).

Racines : « *L'appareil radicaire du mélèze commun est puissant, en pivot, et s'insinue profondément dans le sol. Cet arbre possède également de grandes racines latérales : c'est la raison pour laquelle il est souvent employé pour consolider un sol.* »²³

Croissance : « *Le mélèze met les bouchées doubles pour grimper jusqu'au ciel. C'est le début d'une folle course qui va durer une cinquantaine d'années et lui permettre d'atteindre quinze mètres de haut. En montagne, aucun autre arbre ne pousse aussi vite. Mais avec l'âge, le mélèze va s'assagir, à tel point qu'il lui faudra ensuite plusieurs dizaines d'années pour chaque mètre supplémentaire.* »²⁴ Les arbres très anciens ne sont généralement pas beaucoup plus hauts que les "jeunes" de 100 ans.



Localisation et répartition : C'est une essence commune des **Alpes**, elle pousse à l'**étage subalpin** entre 1200 et 2400 mètres. Le mélèze est présent au cœur de la chaîne alpine de la France à l'Autriche et plutôt dans les Alpes internes où il est protégé des grisailles océaniques. On le trouve plutôt sur les versants à exposition nord, les ubacs,

²² [11], p.20

²³ [3], p.33

²⁴ [8], p.9

lorsqu'il se trouve à basse ou moyenne altitude. Et en altitude, on le trouvera plutôt sur des versants plus ensoleillés, les adrets. On dit que le mélèze est un **arbre pionnier** car il peut facilement pousser sur des **éboulis** ou s'installer sur des sols neufs. Grâce à ses aiguilles mortes, il va permettre à d'autres plantes de croître sur ces terrains peu hospitaliers. « *On dit que le mélèze est un arbre conquérant qui prépare la forêt future.* »²⁵

« *Le mélèze occupe prioritairement les sites où les accidents naturels sont fréquents. Les ruissellements, le ravinement, les avalanches, les incendies, les glissements de terrains, toutes les calamités qui mettent le sol à nu sont pour lui de précieuses alliées, car ce rustique aime les terres vierges, les sols incultes délaissés par les autres essences.* »²⁶



Arbres pionniers : mélèzes dans des éboulis (ci-dessous) et le long d'un torrent (ci-contre).



Climat : Le mélèze est un **arbre de lumière**, il craint le brouillard et l'humidité, mais supporte bien les hivers froids et les grandes amplitudes de températures. « *A étudier sa répartition de plus près, on s'aperçoit qu'il pousse bien là où le nombre de jours de brouillard est inférieur à 20 par an et là où l'humidité relative de l'air reste en dessous de 75 %.* »²⁷ « *Le mélèze ne redoute pas les longs hivers et résiste bien à la sécheresse. Mais il lui faut pour s'épanouir une centaine de jours de ciel bleu par année. Il ne supporte pas l'humidité et déteste le brouillard.* »²⁴

Sol : Le mélèze se développe sur des sols d'origine géologique variée, il lui faut cependant un bon approvisionnement en eau ainsi qu'une bonne aération du sol. « *Il apprécie les sols minéraux bien aérés, où l'eau ne stagne pas. C'est le principal*

²⁵ [11], p.8

²⁶ [20], p.43

²⁷ [10], p.141

colonisateur des moraines, des éboulis et des pâturages peu chargés en altitude. »²⁸
 « Intraitable sur le chapitre de l'éclaircissement, il est peu regardant sur la nature du sol. Il supporte le froid sans rechigner et s'adapte parfaitement aux sols pauvres et incultes des pentes les plus escarpées. Les substrats les plus variés lui conviennent, à condition qu'ils ne soient pas gorgés d'eau. Ce pionnier intrépide préfère les moraines et les éboulis pierreux aux sols fertiles des vallées, et s'accroche jusqu'à la limite du glacier, loin devant les ultimes avancées de la forêt. »²⁹

Forêt de mélèzes : Appelée **mélézain** ou **mélézein**. Contrairement à la plupart des autres conifères, le mélèze au feuillage clair laisse passer la lumière, ce qui permet à d'autres plantes de croître à ses côtés. « *Arbre de lumière par son amour du soleil, le mélèze l'est aussi par la clarté de son tendre feuillage.* »³⁰ « *Les botanistes appellent généralement zone de « pré-bois » la forêt de mélèze parce que c'est une forêt claire qui abrite souvent de belles pelouses.* »³¹ « *Grâce à son couvert léger, le mélèze permet de conserver la flore du pâturage et même d'augmenter la production fourragère dans les régions sèches.* »²⁸. Grâce à cela, le mélézain est un écosystème particulièrement riche en plantes, oiseaux et mammifères de toutes sortes. « *De nombreux oiseaux montagnards accompagnent le mélèze. Suivant les cas, il leur fournit le gîte, le couvert... ou parfois les deux. La sittelle utilise ses grosses racines comme forge, la mésange alpestre niche cachée entre ses rameaux, le bec-croisé vient déguster ses graines délicieuses, le casse-noix surveille son territoire sur sa plus haute branche.* »³⁰

Les compagnons du mélèze sont souvent **l'arole et l'épicéa**. « *Nos deux compères sont en réalité les pires ennemis du mélèze. Ces arbres au feuillage sombre supportent de grandir à l'ombre. Le jour viendra où ils lui voleront son soleil.* »³⁰ « *Comme nous l'avons vu, le mélèze se rencontre le plus souvent en forêts mélangées avec l'épicéa et l'arole. Il lui arrive même de pousser aux côtés du pin sylvestre, comme c'est le cas au Catogne, à Chandolin ou à Visperterminen.* »²⁸ On assiste parfois à de véritable compétition entre ces essences. **Ci-contre**, un arolle et un mélèze rivalisent pour une place au soleil.



Maladies, parasites et hôtes : Le mélèze peut être victime de différents parasites, ce sont d'ailleurs ses ennemis les plus redoutables. La **tordeuse grise** (*Semasia diniana*, *Eucosma* ou *Zeiraptera griseana*) en fait partie. Ce parasite attaque les forêts de mélèzes tous les sept à dix ans. « *Le mélézein se dessèche car les arbres sont attaqués par la tordeuse, un petit papillon ne dépassant pas deux centimètres. [...] Ces chenilles se nourrissent en mangeant la base des aiguilles de mélèze et*

²⁸ [10], p.140 et 145

²⁹ [20], p.22

³⁰ [8], p.9 et 16

³¹ [11], p.12, 22 et 26

elles défeuillent l'arbre partiellement. »³¹ Heureusement que le plus grand nombre en sortira tout de même vivant. Il est également sensible aux pucerons du genre **Chermes** et au **chancre** causé par un champignon redoutable, la **pézize** du mélèze (*Dasyscypha wilkomii*, *Lachnellula willkommi*) qui peut entraîner d'importantes malformations sur le tronc. Un petit coléoptère, le coléophore du mélèze est également un ennemi du mélèze, ces dégâts sont parfois confondus avec ceux de la tordeuse.

Les **pucerons** sont également des hôtes du mélèze : « *Les pucerons, parfois si abondants que les arbres dégoulinent de leurs déjections sucrées, ne semblent pas l'affecter outre mesure. Ils ont d'ailleurs leur utilité dans l'équilibre de la forêt, en fournissant par ce miellat une nourriture de choix aux fourmis et à divers insectes consommateurs de nectar.* »³²

« *Letharia vulpina, l'un des rares lichens qui soit toxique, était autrefois utilisé pour empoisonner les appâts destinés aux loups et aux renards. Ce lichen coloré croît exclusivement sur les mélèzes.* »³³

2.2.3.1 Particularités

Outre ses feuilles caduques le mélèze possède d'autres particularités intéressantes.

Longévité : « *Le record pour l'Europe est actuellement détenu par une poignée de très vieux mélèzes qui ont résisté aux avalanches, aux incendies et à la scie à bras. On les trouve disséminés dans quelques vallées des Alpes. Certains auraient jusqu'à 1500 ans.[...]* »³³

Le plus vieux représentant des mélèzes de Ballavaux, un alpage situé au-dessus d'Isérables a entre 800 et 1000 ans (**photo ci-contre**).

Caractère unique : « *Si ce montagnard endurci fuit la compagnie - même celle de ses semblables - il prend des proportions splendides quand on lui laisse assez de place. En réalité, chaque mélèze exprime une personnalité unique dans sa forme, dans l'architecture de ses branches*



³² [20], p.45 et 53

³³ [8], p. 8, 9 et 16

généreuses, dans son tronc élancé ou tourmenté. »³³ En observant un sapin blanc ou un épicéa, on retrouve une grande ligne commune entre différents individus, le mélèze au contraire aime garder une originalité, une personnalité et des traits bien à lui. Chaque mélèze est très différent d'un individu à l'autre.

Arbre pionnier, conquérant : Après avoir préparé le terrain et rendu le sol propice à la croissance d'autres essences, le mélèze n'a plus qu'à céder sa place à d'autres, comme par exemple à l'épicéa qui le dérangera par son ombre. *« Est-ce à dire que cet aventurier est perpétuellement voué à l'errance ? Pas partout, heureusement. A la limite altitudinale de la forêt, là où la continentalité du climat est fortement marquée, exagérée par la proximité des glaciers, quand la période de végétation est très courte, les avalanches et les éboulis fréquents, il dispose de conditions qui lui permettent de se maintenir et de se régénérer naturellement. Ce que l'épicéa lui concède volontiers. »*³².

2.2.3.2 Utilisations ménagères et artisanales

Bois : Le bois dur et **imputrescible** du mélèze est un matériau idéal pour les charpentes. Sa densité, de 0.6 à 0.7 g/cm³ en fait un des bois résineux les plus lourds. Ses qualités seraient dues à sa forte teneur en résine. En montagne, les toitures doivent être capables de supporter le poids important de la neige, le mélèze est donc approprié pour l'élaboration de bardeaux, tavillons ou ancelles. Son bois est également très **résistant à l'eau** c'est pourquoi on l'utilise également pour la construction navale ; il est d'ailleurs comparable au teck. *« On a ainsi retrouvé dans l'embouchure de la Neva des navires coulés il y a plus de mille ans, dont le bois, en mélèze, était encore sain et résistait aux instruments qui découpaient la coque. »*³⁴ *« Comme le chêne, il présente la propriété de devenir de plus en plus ferme quand il est immergé sous l'eau de manière permanente »*³⁵ On fabrique des fontaines, des abreuvoirs et même des gouttières en bois de mélèze. *« Un tronc vidé peut se transformer en bassin de fontaine. S'il est creusé sur toute sa longueur, on obtient une grande rigole en bois, un « bazot » qui, emboîté dans d'autres éléments semblables, conduira l'eau partout dans la montagne. C'est ainsi que l'on a construit les bisses en Valais. [...] Le bois de mélèze se prêtait à toute sorte d'usages, des masques du Lötschental jusqu'aux cercles à fromage, aux barattes ou aux seilles... »*³⁶ *« Les cuiviers pour conserver la choucroute étaient faits en mélèze. Les brantes à lait, sortes de bassines transportables sur le dos, étaient en mélèze. Le bois des toitures également. [...] Les*



³⁴ [3], p.33

³⁵ [17], p.72

³⁶ [8], p.23

tonneaux à vin étaient souvent en bois de mélèze. »³⁷ Ce procédé est encore utilisé aujourd'hui, la célèbre œnologue Madeleine Gay réalise d'ailleurs une cuvée spéciale élevée en fût de mélèze.



Ci-dessus, une toiture en bardeaux de mélèze.

Sciure : « [...] Les œufs par exemple, se conservaient deux à trois mois s'ils étaient posés, la pointe vers le bas, dans une couche de sciure de mélèze sèche. [...] »³⁸

Ecorce : « L'écorce riche en tan, était réduite en poudre et servait à tanner les peaux, les transformant en basane. Une tannerie existait à Arvieux en Queyras. »³⁸ En Sibérie, ses couches les plus intérieures, riches en tanin, remplaçaient le levain.³⁹

Cendres du bois : « Les cendres du bois, de préférence de mélèze, étaient utilisées pour la grande lessive. Autrefois, les gens les utilisaient pour blanchir le linge. »³⁷

Aiguilles, cônes et brindilles : les aiguilles servaient de litière. « Les aiguilles elles-mêmes étaient ramassées sur le sol à l'automne pour servir de litière dans les étables et économiser la paille toujours trop rare, en prévision d'un hiver long. C'est ce que l'on appelait faire melueï en patois utilisé dans la vallée de Vallouise. »³⁸ « On allait ramasser les aiguilles pour la litière. Pour absorber le purin, car il n'y avait pas assez de paille. »³⁷

« Les feuilles fournissent une substance purgative appelée « manne de Briançon » »⁴⁰ « A noter qu'une matière blanche et sucrée, sécrétée par les aiguilles de mélèze, était récoltée et utilisée en pharmacie sous le nom de manne de Briançon que M. Lancelot célébrait en 1721 comme l'une des Sept merveilles du Dauphiné. »³⁸ « Il s'agit d'un voile très fin que l'on pouvait voir le matin sur les forêts de mélèzes dans les Hautes-Alpes. Ce voile était composé de grains sucrés et blancs provenant de déjections de pucerons se nourrissant de la sève des mélèzes constituant un miellat récolté par les abeilles. »⁴¹ « Si la manne de Briançon a connu une certaine vogue comme substance médicinale, elle est considérée aujourd'hui comme une calamité par les apiculteurs de la région. Car les abeilles butinant dans le mélezein se rabattent sur la manne lorsqu'elles ne trouvent plus suffisamment de nectar à butiner dans les fleurs. Et elles élaborent avec ce miellat un miel grossier, granuleux, qui cristallise au bout de quelques jours, un miel totalement impossible à extraire. »⁴²

Les brindilles et les cônes sont très utiles pour l'allumage du feu.

³⁷ [12], p.200, 209 et 220

³⁸ [11], p.28, 29 et 221

³⁹ [30], p. 806

⁴⁰ [1], p.241

⁴¹ http://fr.wikipedia.org/wiki/Sept_merveilles_du_Dauphin%C3%A9

⁴² [20], p.68, 69 et 72

Résine : « L'histoire de cette térébenthine spéciale remonte aux années 1420, époque à laquelle les peintres de l'entourage des frères Van Eyck introduisent un nouvel ingrédient dans la composition des peintures : de l'huile de lin additionnée d'une térébenthine particulièrement visqueuse et limpide, obtenue à partir de la résine de mélèze. La peinture ainsi préparée durcit mieux, sèche plus vite, et peut être appliquée en couches plus épaisses. »⁴² C'est d'ailleurs grâce à cette invention qu'une nouvelle technique apparaît en peinture, elle permet aux tableaux de gagner en profondeur. « De cette époque datent deux courants fondamentaux, qui ont persisté jusqu'à nos jours : la peinture lisse et plate, héritage des médiévaux et des artistes florentins, qu'on retrouve chez les surréalistes comme Dalí ou Magritte, et la peinture en épaisseur où s'imprime la marque des outils et du geste du peintre. Véronèse, Delacroix, Van Gogh, et aussi Pollock ou Soulages sont des maîtres de cette technique. »⁴² « La résine de mélèze (extraite de mai à septembre) a la propriété de rester fluide. Elle servait à préparer des vernis et des laques ; des peintres comme Van Eyck et Rubens l'utilisaient sous le nom de térébenthine de Venise, en mélange avec l'essence de lavande aspic pour diluer la couleur. »³⁸ On suppose que certaines œuvres ont pu traverser le temps grâce à l'utilisation de cette résine. Ci-dessus, une reproduction de la toile "**les époux Arnolfini**" de **Jan Van Eyck**, peinte en 1434.



2.2.3.3 Utilisations médicinales

Remèdes populaires :

«[...] Lors de coupes en forêt, les Anniviards se munissaient toujours d'une boîte pour récupérer la résine qui s'écoule. On l'appliquait telle quelle pour retirer les épines et échardes des doigts, mais elle entre aussi dans la composition de pommades. [...] »⁴³

« La résine de mélèze serait efficace pour soigner les furoncles et les panaris. [...] Dans les Vallées de Bagnes, Entremont et Trient, la résine de mélèze se voit attribuer des vertus désinfectantes. En même temps elle apaise la douleur et " elle est très très efficace" ».⁴³

« Lorsque l'on coupe un mélèze, on trouve à l'intérieur une couche blanche entourant le bois. Il s'agit d'un champignon qui aurait des propriétés hémostatiques. Si l'on se blesse avec une scie ou une hache, il faut l'appliquer sur la plaie pour arrêter le sang. [...] »⁴³

« [...] Dans votre jardin, il y a sûrement un conifère quelconque : sapin, mélèze ou pin. On y trouve toujours des bourgeons en train de s'ouvrir ou encore fermés, prêts

⁴³ [12], p.58, 63, 75, 141 et 150

pour l'année suivante. Cueillez-en quelques-uns et mâchez-les lentement, toute la journée, en changeant de temps en temps de bourgeon. Votre catarrhe disparaîtra en quelques jours. [...] »⁴⁴

Chez les Amérindiens le mélèze était également utilisé comme remède : « *L'écorce interne du tamarack s'utilisait en cataplasme pour soigner les brûlures, les gelures, les blessures infectées et les coupures profondes. Le thé d'aiguilles de mélèze, riche en vitamine C, servait aux Amérindiens à se prémunir du scorbut et fut autrefois employé par les premiers explorateurs des territoires du Nord. »⁴⁵*

Remèdes populaires vétérinaires :

Autrefois, la résine était souvent utilisée dans des formules à usage vétérinaire. On la mélangeait à de la vaseline et on obtenait ainsi une pommade vulnérable qui pouvait remplacer le Baume du Pérou.⁴⁶

« Lors de pertes blanches, signe d'une infection de la matrice, il faut faire avaler à la vache une boule de résine de mélèze de la grosseur d'une noix une fois par jour. Le traitement dure de deux à trois semaines. La résine s'emploie aussi pour soigner les veaux qui ont l'estomac dérangé. »⁴³

« Les cendres de mélèze sont également employées pour soigner une infection au sabot. [...] »⁴³

Utilisations médicinales actuelles :

Les **huiles essentielles de conifères** (pin, sapin, épicéa, pruche, douglas, mélèze...) ont en commun les propriétés de stimuler les forces physiques de l'individu, de faciliter tous les échanges gazeux au sein de l'organisme (poumons-sang et sang-cellules). Ce sont d'excellents antiseptiques de l'air ambiant et de bons immunostimulants.

De nos jours, le mélèze est principalement utilisé sous forme d'**huile essentielle**. Actuellement sur le marché, on trouve de l'huile essentielle de résine (térébenthine) et d'aiguilles de mélèze, toutes deux issues de la distillation.

« La térébenthine de mélèze (dite de Venise) a été administrée en usage interne contre la blennorragie et les lésions ulcératives des reins et de la vessie ainsi que comme diurétique ; elle entraine également dans la composition de pommades. »⁴⁷

Ses propriétés médicinales et ses indications sont : « *Hyperhémiant antiseptique, fluidifiant des sécrétions bronchiques. En usage externe, dans les rhumatismes et névralgies et les traitements des maladies catarrhales des voies respiratoires. »⁴⁷*

« [...] Le mélèze a été traditionnellement utilisé contre la grippe et le rhume, comme stimulant et expectorant, comme laxatif et fébrifuge, contre l'anémie, contre les brûlures, pour désinfecter les plaies infectées et comme analgésique. »⁴⁸

L'huile essentielle d'aiguilles de mélèze a les propriétés suivantes : « *antiseptique, anti-infectieuse (pneumocoques) ++ et neurotonique (recharge apportant un état de*

⁴⁴ [15], p.34

⁴⁵ [20], p.77

⁴⁶ [30], p.806

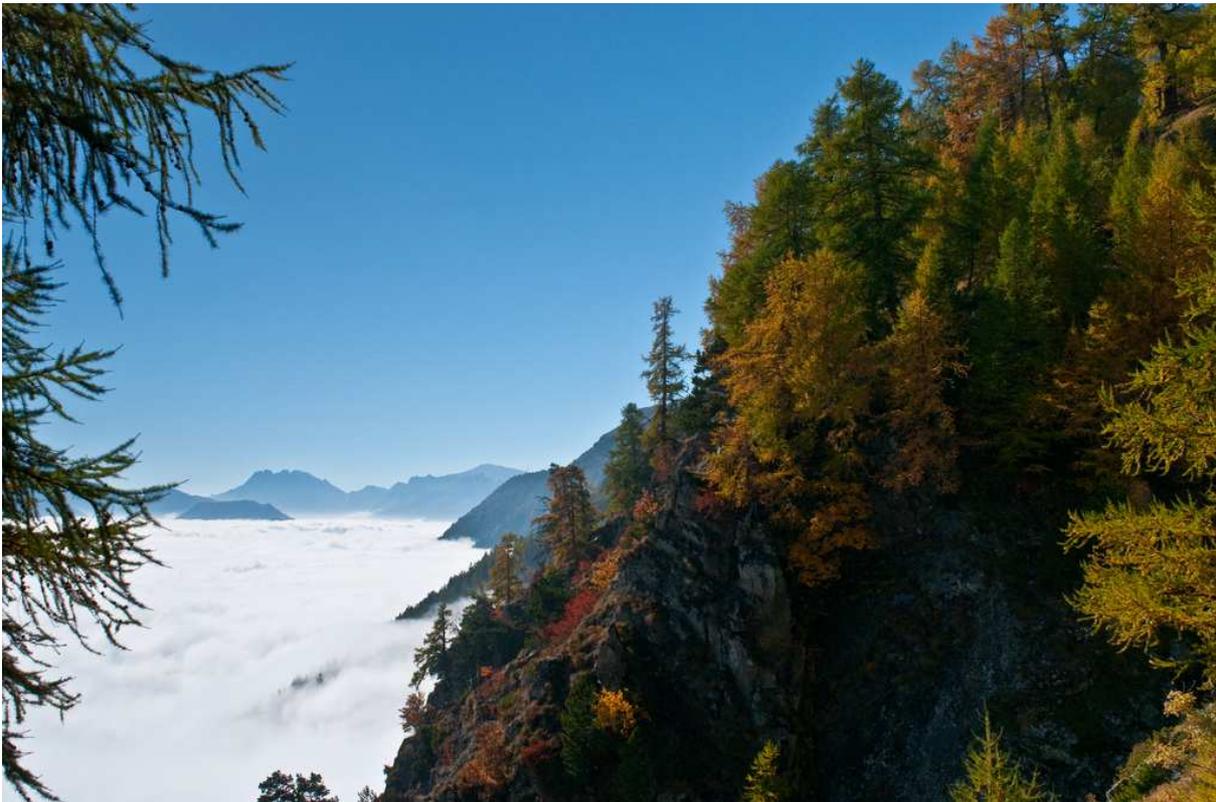
⁴⁷ [14], p.155

⁴⁸ [13], p.45

relaxation, action sur le cervelet ?) +++ »⁴⁹ Ces indications sont les suivantes : « Bronchite +, pneumonie ++, fatigue nerveuse ++, dystrophie osseuse + »⁴⁹

L'huile essentielle de rameaux avec aiguilles de mélèze a des propriétés vivifiantes et rafraîchissantes très appréciées après une grosse journée de travail. De plus, elle fortifie notre résistance en général. Elle convient très bien à une utilisation dans les saunas.

Selon M. Böhning, au niveau physique, l'huile essentielle de mélèze est un « *antiseptique pulmonaire et génito-urinaire et immunostimulant* ». Au niveau énergétique, le mélèze amène au « *centrage, à la verticalité, défatigue et est un excellent antidépresseur* ». Elle permet de lâcher régulièrement l'ancien, tout en conservant ses racines. « *Verticalité, sans s'embarrasser du superflu, garder la mémoire tout en se laissant muer régulièrement pour faire renaître du nouveau.* »⁵⁰



Forêt avec des mélèzes flamboyants en automne (photo de Christian Meichtry).

2.2.3.4 Symbolisme et croyances populaires

« *Une plante peut être associée à un endroit et ainsi devenir un symbole. La lûje dou pang, le « mélèze du pain », était un de ces lieux. Lors de la transhumance, les Anniviards s'arrêtaient toujours à mi-chemin, à Fang, pour donner du pain au mulet. En même temps la famille se ravitaillait à cet endroit. Tout le monde disait alors : « On s'arrête au mélèze du pain ». »⁵¹*

« *Il est au Tyrol un très vieux mélèze qui, suivant la rumeur populaire, aurait connu d'innombrables incendies de forêt sans jamais avoir souffert du feu ; en maints*

⁴⁹ [16], p.390

⁵⁰ [29], p 48, 52, 56

⁵¹ [12], p.239

endroits, une image ou une statue « miraculeuse » sont fixées au tronc d'un mélèze et encore aujourd'hui invoquées contre l'incendie. En d'autres lieux, des rameaux de mélèze fraîchement feuillus ornent portes et fenêtres le 30 avril, pour éloigner de la maison les sorcières et leurs mauvais sorts. Dans la nuit de la Pentecôte, une branche de mélèze est utilisée pour signaler le domicile des jeunes filles mises à l'index par les garçons du village. Un fragment d'écorce pendu au cou des enfants était réputé les protéger du mauvais œil. En cas de rage de dent, il suffit, paraît-il, d'extraire la dent cariée et de l'enfoncer dans l'écorce d'un tronc de mélèze, du côté ombragé est-il précisé, pour être dans l'avenir à l'abri de cette affliction. Enfin, on peut se débarrasser d'un goitre d'une manière radicale. Il suffit d'écorcer annulairement un jeune mélèze, au cours d'une nuit de nouvelle lune. Quand l'arbre est mort, le goitre a disparu ! »⁵²

« Les peuples des régions septentrionales, de l'Alaska au Kamtchatka, considèrent le mélèze comme un présent du Grand Esprit. »⁵³

Après soixante-neuf ans de mariage, on fête les noces de mélèze.



Mélèzes en automne (photo de Christian Meichtry).

⁵² [17], p.68

⁵³ [20], p.11

2.2.4 L'Arolle ou Arole, *Pinus cembra*

Classification botanique	
Sous-embranchement :	Gymnospermes
Ordre :	Pinales
Famille :	Pinacées
Genre :	<i>Pinus</i>
Espèce :	<i>Pinus cembra</i> Linné



Le genre *Pinus* compte environ **120 espèces**. Dans le sous-genre *Strobus*, on trouve la section *Cembra* qui comprend uniquement les pins aux **aiguilles groupées par cinq**.

Dans la sous-section *Cembra*, on trouve **5 sous-espèces de pins** :

- *Pinus cembra* ssp. *cembra*
- *Pinus cembra* ssp. *siberica*
- *Pinus cembra* ssp. *pumila*
- *Pinus cembra* ssp. *koraiensis*,
- *Pinus cembra* ssp. *albicaulis*.

Étymologie : **Cembro** et **cembra** seraient d'origine italienne et le mot **arolle** qui est utilisé entre autres en Valais serait d'origine prélatine selon le Larousse des Arbres⁵⁴. « *Le Grand Robert le fait remonter à un mot préroman, arua, qui serait à rapprocher du latin ravicellus qui signifiait "pignon de pin au miel".* »⁵⁵

Description générale de l'essence : Ce vigoureux et robuste montagnard aime la vie en solitaire et ne craint pas les froids extrêmes. C'est un pionnier des sols d'altitude, il est un peu le gardien de la montagne, il en est le dernier rempart boisé. Appelé également pin cembro ou "pin des Alpes", on lui donne de nombreux autres noms : alvier, auvier, arve, espouve, hévoux... L'arolle est un conifère atteignant en moyenne **20 mètres** de hauteur. Il est l'**arbre symbole de la haute montagne**, il pousse entre 1500 et 2500 mètres d'altitude, on peut même parfois le trouver à 3000 mètres si les conditions le permettent !

« *Cette espèce tenace est comme le symbole de l'indépendance d'esprit des paysans trapus qui, avec une conviction tranquille, s'entêtent à mener la rude vie des villages de hautes montagnes, et la préfèrent encore aux commodités citadines de la vallée. [...]* On peut penser que c'est avec la même détermination que l'arolle s'est

⁵⁴ [1], p.322

⁵⁵ [19], p.15

installé dans la zone où le combat pour la survie est le plus acharné. C'est à coup sûr ce tempérament qui explique l'affection toute particulière que les montagnards portent à cette essence, spécialement en Suisse. »⁵⁶

Port : Ce petit arbre est très souvent **trapu** surtout lorsqu'il pousse à haute altitude car son tronc devient alors noueux et tordu. Il possède une cime allongée et pyramidale dans ses premières années, puis celle-ci va s'arrondir, elle est souvent multiple, ce qui lui confère parfois un port bizarre. *« Où est leur cime ? Il n'y en a pas, ou plutôt trois ou quatre qui partagent le sommet : c'est la forme dite "candélabre", typique de ces arbres de haute altitude. »⁵⁷* Sa hauteur varie entre 15 et 25 mètres de hauteur. Selon l'altitude, il peut prendre la forme de buisson bas. *« L'on ne saurait dire ce qu'évoquent leurs formes bizarres : monstres ou géants endormis, oubliés au cours de la création, sculptures fantomatiques que le génie de la montagne aurait éparpillées sur la lande dans cet environnement de solitude qui annonce le monde minéral. »⁵⁷*

Branches et rameaux : Les branches sont horizontales et, en général, elles se redressent aux extrémités. Les rameaux sont courts. *« Dans certaines conditions, les aroles présentent presque toutes les branches rassemblées du même côté, opposé au vent, les autres ayant été éliminées sous l'effet de la neige soufflée et du poids des congères. C'est la forme dite "en étendard" que l'on rencontre au sommet des vallonnements et sur les crêtes. »⁵⁷*

Feuilles : Il est l'unique pin en France et en Suisse à posséder des **aiguilles groupées par cinq**. En Europe, il existe deux autres espèces de pins aux aiguilles groupées par cinq (*Pinus peuce*, *Pinus siberica*). Ses aiguilles sont aciculaires et persistantes, de couleur verte dessus et légèrement bleutées, voir blanchâtres sur le dessous. Elles mesurent de 5 à 12 cm. Elles sont rigides et entourées d'une enveloppe. Le feuillage est dense et foncé. Attention à ne pas le confondre avec le pin Weymouth (*Pinus strobus*), espèce introduite et cultivée qui possède également des aiguilles groupées par cinq.



Fleurs : L'arolle est un arbre **monoïque**. Les cônes mâles ou **chatons** sont placés à la base des nouvelles pousses de l'année, ils sont de couleur plutôt jaunâtre. Les cônes femelles ou **cônelets** se dressent aux extrémités et sont de teinte rouge-violet. Leur éclosion a lieu en mai, voir en juin et juillet pour les individus de haute montagne. La pollinisation est **anémophile**.

⁵⁶ [17], p.91

⁵⁷ [19], p.32 à 40



Cônes : Ses cônes globuleux de 5 à 9 cm ont une forme de toupie. On les trouve plutôt au sommet de l'arbre. Ils sont dressés sur les rameaux, soutenus par une courte tige et passent du violet-bleu au brun rouge une fois arrivés à maturité. Les écailles triangulaires sont minces et serrées avec souvent des perles de résine suintant à la surface, elles possèdent un mucron clair, une pointe courte qui ressort légèrement. Les cônes sont mûrs entre l'automne de la deuxième année et le printemps de la troisième année, c'est à ce moment-là

qu'ils tomberont, sans libérer leurs graines, car ils sont **indéhiscents**. « *Si les cônes ont besoin de deux années pour se former et pour mûrir, il y a en principe une production tous les ans.* »⁵⁷

Graines : Les graines sont assez grosses et mesurent environ 1 cm. Elles ne sont pas ailées et ne possèdent aucun moyen d'être transportées par le vent. D'où l'importance des animaux et du **casse-noix** (*Nucifraga caryocatactes* L., photo ci-dessous) en particulier, cet oiseau, un corvidé voisin du geai, est très friand des graines d'arolle qu'il cache. Certaines de ces graines ne seront pas récupérées par l'oiseau et pourront donc germer. C'est ainsi qu'il contribue à la dissémination des graines de l'arolle et à la perpétuation de l'espèce. Ceci n'a pas toujours été compris, en Suisse, jusqu'en 1948, des primes étaient proposées aux chasseurs qui abattaient des casse-noix, pensant qu'ils étaient responsables de la baisse de la croissance de l'arolle. La régénération se fait donc grâce à l'intervention des animaux, on nomme ceci la **zoochorie**. 90 % de la production des graines de l'arolle serait prélevée par le casse-noix. « *Ce sont des milliers et des milliers de cachettes que chacun de ces oiseaux dissémine ainsi chaque année ; d'abord dans la forêt de mélèzes et d'aroles, mais aussi au-delà, en aval et en amont [...]* »⁵⁸ Les écureuils, les pics et la sitelle se régaleront des 10 % restant, selon une estimation. Le casse-noix possède une poche sublinguale lui permettant de transporter de 30 à 100 graines en même temps.



L'oiseau est capable de retrouver ses caches même sous une épaisse couche de neige et peut creuser jusqu'à un mètre d'épaisseur pour déterrer ses graines ! Dans 80 % des cas, il tombe directement sur ses caches ; sa mauvaise mémoire serait donc une légende. « *Il dispose d'une mémoire particulièrement performante, qui, travaillant de pair avec le sens de l'orientation très fin que possèdent tous les*

⁵⁸ [19], p. 45 et 46

oiseaux, lui permet de retrouver et d'exploiter une grande partie de ses cachettes de graines [...] »⁵⁸ C'est donc durant les années à forte production de graines, lorsque l'oiseau n'aura pas eu besoin de consommer toutes ses réserves, que la forêt d'arolles a le plus de chance de se régénérer. Les années d'abondance auraient lieu cycliquement, tous les six à sept ans. Les jeunes pousses se retrouvent souvent groupées par deux ou dix et un grand nombre de ces arbres pousse ensemble.

La fructification apparaît entre **cinquante** et **soixante ans**, sa maturité sexuelle n'est donc pas atteinte avant. Les graines sont comestibles et possèdent des valeurs nutritionnelles très intéressantes. On peut en obtenir une huile par pression des graines. Elles sont appelées "noix d'arolle". « *La récolte des graines d'arolle, particulièrement dans les communes de Haute-Engadine, a toujours été sévèrement réglementée. [...] C'était d'ailleurs une consommation strictement locale et familiale, qui n'était qu'exceptionnellement commercialisée, à l'occasion de festivités publiques ; on prétend que les jeunes femmes s'en montraient particulièrement friandes. [...] Cette coutume était d'ailleurs conditionnée par l'irrégularité de la fructification des arolles, qui ne se produit que tous les quatre à cinq ans.[...]* »⁵⁹

Ecorce : l'écorce est dans un premier temps lisse et mince, dans les tons gris-vert (photo de gauche). Avec les années elle s'épaissit, elle devient rugueuse, crevassée et de couleur tirant vers le marron (photo de droite). La résine y suinte souvent chez les vieux sujets. L'écorce contient du tanin.

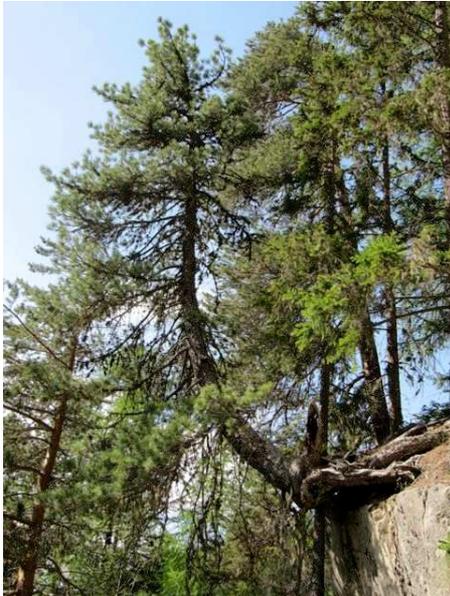


Bois : son bois est tendre, léger et homogène, de couleur blanche. Il est utilisé en ébénisterie, pour la sculpture et l'élaboration de bardeaux. « *Son bois, s'il est dépourvu de nœuds, est utilisé pour les travaux de tournage, dans la marqueterie ou dans l'industrie du meuble.* »⁶⁰ La résine contiendrait des **molécules insectifuges**, d'où la résistance de son bois aux différentes attaques parasitaires. « *Moi, j'ai des*

⁵⁹ [17], p.96

⁶⁰ [3], p.34

meubles en bois d'arolle et j'ai jamais eu de mites. »⁶¹ Il est principalement utilisé pour la sculpture et l'ébénisterie, il est beaucoup moins adapté à la construction de charpentes ou de bâtiments. Le bois dégage une odeur agréable, miellée selon certains. C'est un bois rare et cher. En brûlant, il ne dégage pas énormément de chaleur, mais beaucoup de clarté grâce à sa forte teneur en résine.



Racines : il possède un **puissant système racinaire** qui lui permet de s'installer sur des zones rocheuses, de pénétrer dans les fissures et de croître même sur un bloc de pierre.

Croissance : « *L'arolle est un arbre à la croissance lente ; en un an et demi, il ne mesure que 1.5 m de long et sa partie aérienne environ 60 cm de large. »⁶² « Il termine sa croissance en hauteur vers l'âge de deux cents ans, mais son diamètre continue à croître jusqu'à la fin de sa vie, qui peut dépasser huit siècles. »⁶³*

Localisation et répartition : L'arolle se trouve à l'**étage subalpin supérieur**, de 1500 à 2500 mètres d'altitude. Il affectionne les hautes vallées alpines, de préférence en ubac. Il formera la dernière ceinture d'arbres dans la "**zone de combat**", zone de transition entre la forêt et l'étage supérieur de pelouses et de rochers. On le trouve principalement dans les montagnes de l'Europe centrale, plus spécifiquement dans les Alpes. En Asie, il est plus représenté.

Climat : « *Cet arbre rustique résiste aux conditions climatiques particulièrement rudes qui sévissent en haute montagne et s'accommode d'une période de végétation très courte (2 mois 1/2). »⁶⁴ « Un peu moins exigeant que le mélèze pour la lumière, il se régénère volontiers dans les forêts clairsemées. »⁶⁵ « Enfin, en ce qui concerne l'exposition, l'arolle manifeste aussi une assez large tolérance. Certains auteurs ont même proposé de le définir comme une espèce de pénombre. Il tolère bien en effet les expositions d'ombre, mais d'un autre côté on observe que l'ensoleillement favorise sa croissance, tant que la chaleur et la sécheresse ne lui font pas courir trop de risques. Il n'est absolument pas adapté aux climats chauds et secs de type méditerranéen. »⁶⁶*

Sol : « *On dit l'arolle lié aux sols évolués, riche en humus. En réalité, il peut s'implanter en même temps que le mélèze sur des sols minéraux comme les moraines récentes du glacier d'Aletsch. Mais dans ces conditions, il souffre d'une mortalité élevée, par dessèchement du substrat. C'est pourquoi, il lui faut*

⁶¹ [12], p.200

⁶² [3], p.34

⁶³ [17], p. 92 à 99

⁶⁴ [2], p.52

⁶⁵ [10], p.139

⁶⁶ [19], p.64

normalement une bonne couche d'humus, capable de retenir l'humidité beaucoup mieux que n'importe quelle surface caillouteuse. »⁶⁵ « Malgré sa rusticité, l'arolle est plus exigeant qu'on pourrait le croire quant aux qualités du sol. Plus que le mélèze, il apprécie un terrain assez profond, riche en humus et quelque peu acide. Mais il peut se montrer très frugal en d'autres stations. Par contre, aucune autre essence ne supporte comme lui les variations extrêmes de température. »⁶³ « Sous ce rapport, le pin cembro n'est pas très exigeant, ou du moins pas exclusif en ce qui concerne la nature de la roche mère. Si à l'intérieur de son aire naturelle on relève une fréquence plus élevée de peuplements sur des roches siliceuses, gneiss, granit, grès, schistes lustrés..., certains sont installés aussi sur des terrains calcaires, en particulier quand ceux-ci sont recouverts d'une bonne couche humifère. »⁶⁷

Forêts : Nommées **cembraies** ou **arolières** selon les sources. On peut partager la forêt d'arolles et de landes associées en deux grands groupes :

- L'arolière à rhododendron et myrtille qui est la plus répandue. Elle se situe généralement sur les pentes à longue durée d'enneigement.
- L'arolière à genévrier nain se trouve plutôt sur des pentes sèches et bien ensoleillées.

« [...] Autour des troncs renversés des ancêtres éclatent la flore des rhododendrons, les genévriers nains et la bruyère, la horde de fleurs alpines, que butine le vol chaotique des papillons. [...] »⁶³.

« [...] L'arole forme des forêts pures en quelques endroits (Arolla, Tortin, Zermatt...), mais il se mélange le plus souvent au mélèze, à l'épicéa et parfois même au sapin blanc (Hohtenn). »⁶⁸

Ses compagnons de jeu : « A cette altitude (2000 m, n.d.a.), l'arole n'a plus comme compagnons, selon que l'orientation de la pente favorise la fraîcheur ou la xéricité, que des mélèzes ou des pins à crochets, les deux le plus souvent. »⁶⁷

Maladies : « [...] Par contre, l'arbre ne souffre guère des quelques parasites entomologiques : chenilles tordeuses ou mineuses des aiguilles, attaques accidentelles de quelques scolytides ou longicornes xylophages. En fait, les ennemis principaux de cette noble essence sont encore ceux qui accompagnent l'homme : les incendies plus ou moins accidentels, le surpâturage et le tourisme. [...] Le pin cembro est d'une façon générale beaucoup plus sensible aux maladies provoquées par les champignons qu'aux attaques des insectes. »⁶³

2.2.4.1 Particularité

L'arolle par son caractère unique possède de nombreuses singularités.

Croissance lente : « En vingt ans, il ne grandit que d'un mètre, en raison de la très courte période de végétation de son habitat (2-3 mois). »⁶³

⁶⁷ [19], p.30, 35 et 63

⁶⁸ [10], p.139 et 141

Longévité : « Certains Aroles, à Aletsch ou à Zermatt par exemple, dépassent mille ans d'âge. On peut les considérer comme les plus vieux arbres du pays. »⁶⁸ « Pour une circonférence de deux mètres du tronc, l'arole dépasse souvent quatre siècles. Pour trois mètres six siècles, pour quatre mètres, près de huit siècles... »⁶⁷

Résistance exceptionnelle au froid et aux conditions extrêmes : « Sa résistance au froid est exceptionnelle et encore mal comprise : il supporte des températures de -40°C ! »⁶⁹ « En hiver, les aiguilles d'arole groupées par cinq se resserrent les unes contre les autres formant des bouquets compacts qui protègent les jeunes pousses. »⁷⁰ Ceci est une des raisons qui explique leur extraordinaire résistance aux températures extrêmes.

Etonnant pouvoir de régénération lors de blessure, ceci est certainement dû à sa forte teneur en résine. « Il donne en brûlant peu de chaleur, mais beaucoup de clarté, du fait de sa forte teneur en résine, et il a servi autrefois à confectionner des chandelles. »⁷¹

Arbre pionnier de haute altitude et gardien de la forêt et de la montagne : « Il est précieux pour les services qu'il rend plus qu'aucune autre espèce arborescente en contribuant à maintenir la couverture forestière à son niveau le plus élevé sur les versants des Alpes. Il constitue le dernier rempart contre l'érosion et le recul de la forêt en altitude. »⁷¹ « Il fut le fort Atlas qui pour quelques mille ans, soutint les pentes du sud si rapides et si ravinees. A mi-hauteur du précipice, il étreignait le roc, comme d'une griffe d'aigle ou de condor, arrêtait les torrents de pierre. La montagne pendait sur lui... »⁷¹

Graines comestibles et délicieuses : « Une tradition pleine de charme du val d'Anniviers est la cueillette des moungnètt, les pins d'arolle. Le procédé est simple mais nécessite un certain savoir-faire. Au mois d'octobre, il faut grimper sur l'arbre et taper les cônes qui se trouvent au bout des plus hautes branches afin de les faire tomber. Les gens se munissaient d'un bout de bois qu'ils attachaient avec une lanière autour du bras pour qu'ils ne puissent pas tomber. Les pins d'arolle tombés par terre étaient récoltés et mis à sécher au grenier pendant un à deux mois. Ils étaient tout collants de résine et les Anniviards les étalaient sur de la sciure ou du papier. Lorsqu'arrivait l'hiver avec ses longues soirées au coin du feu, on mangeait les graines de pommes de pins d'arolle en se racontant des histoires. Les pommes de pins d'arolle se ramassaient tous les quatre ans, « lors de l'année de votations en Valais ». C'est le temps qu'il faut aux fruits de l'arbre pour arriver à maturité. »⁷²

Symbiose avec le casse-noix : l'exemple de cette symbiose entre le végétal et l'animal est exceptionnel, on peut parler d'**interdépendance**, de **coadaptation** ou de **mutualisme**. « Le casse-noix moucheté présente un certain nombre d'adaptations, tant morphologiques (forme du bec, poche sublinguale), que biologique (adaptation à l'altitude, précocité de la reproduction). Son instinct de subsistance lui fait participer

⁶⁹ [10], p.139

⁷⁰ [26], p. 32 et 33

⁷¹ [19], p.71, 78 et 84

⁷² [12], p.187

activement à la reproduction d'une espèce qui lui fournit sa nourriture et son milieu de vie. Il est considéré comme "édificateur de sa propre biocénose" (Reimers Crocq, 1978). L'arolle s'est également adapté par des caractères particuliers : attrait des cônes par leur taille, leur couleur vive, la richesse nutritive de leurs graines et par la perte des ailes sur les graines etc. »⁷³

En l'absence du casse-noix, même dans des conditions climatiques adaptées, l'arolle a beaucoup de peine à se ressemer par lui-même.

Fragilité de l'arolle : c'est un costaud vulnérable. Il est sensible à la **pollution**. Les pluies acides causent de nombreux dégâts sur les forêts, en attaquant les racines d'arolles. L'ozone serait également un des facteurs majeurs dans la disparition de nombre de ces arbres.

2.2.4.2 Utilisations

Bois : le bois d'arolle est **le bois du sculpteur** par excellence. Sa souplesse, sa tendresse lui confèrent tous les avantages pour une utilisation dans cet art. A l'époque, les montagnards artisans occupaient leurs longues soirées d'hiver à travailler l'arolle. Ils fabriquaient toutes sortes d'objets comme des coffres, des bancs, des bahuts... En Suisse, on l'utilisait énormément pour lambrisser les pièces. *« Comme ce bois se façonne sans peine, se scie, se rabote, se ponce bien, aussi noueux qu'il puisse être, il convient pour des lambris, des plafonds et des meubles de toutes sortes. Sa beauté nue lui suffit, point de peinture, de teinture ou de laque. Plus il vieillit et plus se manifeste la chaleur de ses tons contrastés. »⁷⁴* Il est très peu utilisé en construction. *« Quoique riche en résine et résistant bien aux intempéries, il n'est pas employé en constructions extérieures, en raison de ses qualités limitées en flexion et compression. »⁷⁴* Et également en raison de son coût. Le bois d'arolle est un bois coûteux car il est rare et afin de pouvoir bénéficier de pièces de bois d'assez grandes dimensions, il va falloir chercher et sélectionner les arbres les moins torturés possible. On peut l'acquérir difficilement et sur commande uniquement.

« On travaillait dans des seaux en arolle. Moi j'avais trente vaches à traire à la main en 1942. »⁷⁵

« Sa légèreté en fait un matériau de choix pour la confection des fameux masques folkloriques de la vallée de Loetschen en Valais, particulièrement du « Roitschäggätä » plus grand que nature. »⁷⁴

Aiguilles : *« Les bourgeons et les jeunes branches d'arolle ont des aiguilles très serrées. Ils se prêtent par conséquent bien comme filtre à lait. On procède de la même manière que pour le chiendent. Il faut faire une boule de « pompons » d'arolle, environ cinq à six par cuvier, et le placer dans le trou. Le lait est versé dans le cuvier, passe à travers les bourgeons et est ainsi filtré. »⁷⁵*

⁷³ [18]

⁷⁴ [17], p.102 et 103

⁷⁵ [12], p.200 et 215

Racines : « L'arolle est une autre essence à usages multiples. Les gens employaient même les racines. Lors de l'abattage d'un arolle, ils récupéraient les racines, les coupaient en morceaux et les séchaient pour les utiliser comme allume-feu. Certains faisaient des fagots de racines sèches d'arolle qu'ils appelaient téya en patois et les vendaient au marché de Sierre. »⁷⁶

2.2.4.3 Utilisations ménagères et artisanales

« L'arolle était beaucoup utilisé pour la fabrication des meubles et des récipients. Le bois d'arolle répand une bonne odeur et il est utilisé pour l'habillage intérieur de nombreux chalets de montagne. »⁷⁶

2.2.4.4 Utilisations médicinales

Remèdes populaires :

Mes recherches ne m'ont pas permis de trouver de sources faisant mention de remèdes populaires à base d'arolle. En revanche, l'utilisation de l'arolle comme insectifuge (antimites par exemple, mentionné plus haut) est connue. Sans être au sens strict un remède, l'arolle contribue au bien-être et à la prévention de maladies dont les insectes peuvent être les vecteurs.

Utilisations médicinales actuelles :

J'ai également eu de la peine à trouver des informations concernant les utilisations médicinales actuelles de l'arolle. J'ai cependant pu trouver plusieurs entreprises commercialisant de l'huile essentielle d'aiguilles d'arolle, sans pour autant en connaître les propriétés. D'autres la vendent en mélange insectifuge sous forme de spray. J'ai également trouvé une entreprise qui vend des coussins remplis de copeaux de bois d'arolle qui selon eux calme et permettrait de réduire le rythme cardiaque durant le sommeil. Ils proposent également un spray d'ambiance à base d'arolle. Force est de constater que l'arolle est commercialisé sans que l'on connaisse réellement ses propriétés. Ceci a renforcé mon envie de faire plus de recherches sur cet arbre et ses propriétés.



Un arolle au-dessus d'Arolla

⁷⁶ [12], p.200, 222

2.2.5 Arolle et Mélèze, deux arbres emblèmes du Valais.

Pour conclure sur le sujet de ces deux magnifiques essences des Alpes, j'aimerais mettre en lumière les points suivants :

« Deux arbres admirables ont fait la vie de la contrée, l'héroïque et robuste arolle, qui, laissé à lui-même, durerait presque éternellement, le souriant mélèze, renouvelé sans cesse, et qui, verdissant chaque année, simule la jeunesse éternelle. »⁷⁷.

« Le mélèze résiste à l'hiver en perdant ses aiguilles. En été, son feuillage d'aiguilles courtes et légères tamise la lumière sans l'arrêter. Sous son couvert, les jeunes pousses d'arolle peuvent se développer facilement, si bien que les deux espèces non seulement se supportent, mais semblent même se compléter. »⁷⁸

« Par ailleurs l'arbre craint peu les insectes. [...] Les aiguilles de l'arolle peuvent être aussi occasionnellement rongées par la tordeuse du mélèze dans les forêts mixtes quand le mélèze subit les attaques de ce parasite. Mais le pin cembro résiste beaucoup mieux que son compagnon et les chenilles de la tordeuse ne migrent en général sur l'arolle que lorsque les mélèzes sont totalement défoliés. »⁷⁸ Sa résine semble donc bel et bien contenir **des molécules au pouvoir insectifuge**.

« Les hommes de montagne n'ont donc cessé pour toutes sortes de raisons de favoriser le mélèze aux dépens de l'arolle, d'où la distribution actuelle de ce pin, sporadique, localisée, et vraisemblablement très réduite à l'intérieur de son aire naturelle. »⁷⁸



Deux arolles (gauche) et deux mélèzes (droite) au-dessus du lac bleu, Arolla, juillet 2010.

⁷⁷ J. Michelet in [19] p.37

⁷⁸ [19], p.38, 70 et 80

« L'arole et le mélèze constituent les forêts les plus élevées dans les régions internes des Alpes, caractérisées par un ensoleillement important, supérieur à la moyenne, et par des froids hivernaux très vifs. Tous deux se restreignent à la chaîne Alpine et aux Carpathes, mais s'apparentent à des essences sibériennes. S'il fallait décider d'un arbre-emblème pour le Valais, c'est certainement l'arole qu'il faudrait choisir. En effet, nombre de nos pâturages boisés doivent leur beauté à ces grands arbres sombres se détachant sur fond de sommets enneigés. »⁷⁹

« En résumé, le mélèze ressemble à l'arole pour les conditions de vie, mais s'en distingue par plusieurs avantages significatifs : croissance plus rapide, dispersion des graines plus facile, exigence moindre par rapport au sol. Indispensable à la construction et favorable au maintien de la prairie en sous-bois, il était mieux toléré que l'arole ou l'épicéa. En outre, il profite des clairières et des pâturages boisés créés par l'homme. Voilà sans doute pourquoi le mélèze représente 21 % de la surface forestière du canton et l'arole 3 % seulement. »⁷⁹

Ces citations illustrent bien les différences, les forces et les faiblesses de ces deux conifères qui vivent en étroite relation dans les Alpes valaisannes.

⁷⁹ [10], p. 139 et 140

3 Essences, huiles essentielles et modes d'extraction

3.1 Bref résumé géo-historique de l'aromathérapie dans le monde

Avant de parler de modes d'extraction et d'huiles essentielles, il est nécessaire de comprendre pourquoi les hommes utilisent les plantes et en extraient différentes substances. Les **plantes aromatiques** sont utilisées depuis des millénaires dans le monde entier.

On peut découper leur histoire en quatre grandes périodes :

1. Les plantes aromatiques ont été d'abord utilisées dans l'**alimentation**, ensuite sous forme de **macérations** et enfin en **infusions** ou en **décoctions**.
2. Les plantes aromatiques étaient **brûlées** ou mises en **macération** dans une huile végétale. Cette période est intimement liée aux pouvoirs des odeurs.
3. C'est lors de la troisième période qu'apparaît le terme d' "**huile essentielle**" et que la technique de distillation est créée et développée.
4. Au cours de la période moderne, les composants des huiles essentielles sont étudiés ainsi que leur aspect physique, chimique, biochimique et même électronique afin d'établir une thérapie scientifique.

L'**aromathérapie** est une branche de la phytothérapie. Elle utilise les huiles essentielles issues de la distillation des plantes aromatiques pour traiter les pathologies.

L'histoire de l'aromathérapie est aussi ancienne, voir même plus ancienne que l'apparition des humains sur terre. Les animaux l'utilisaient déjà avant nous ! Les aborigènes sur le continent australien avaient recours aux plantes aromatiques il y a plus de 30'000 ans. Ils utilisaient déjà le très fameux Melaleuca alternifolia (Tea tree) dans leur vie de tous les jours. Les Melaleucas et leurs huiles essentielles sont d'une importance capitale dans l'arsenal thérapeutique de la médecine aromatique.

On a retrouvé de nombreux écrits et objets prouvant l'utilisation des plantes aromatiques dans de plusieurs régions et à des époques remontant à plus de **7'000 ans** avant notre ère.

Les trois grandes zones géographiques de l'utilisation des plantes aromatiques (civilisations aromatiques) sont : l'Inde, la Chine et le Bassin méditerranéen.

L'**Inde** est une des régions du monde les plus riches en plantes aromatiques, elle les utilise dans la médecine ayurvédique. Les huiles essentielles agissent directement sur le Prana (souffle de vie).

La **Chine** possède la plus ancienne pharmacopée phyto-aromatique : le Pen Tsao. Cette médecine associe les bienfaits des plantes médicinales ainsi que leurs huiles essentielles à l'acupuncture et aux massages.

La **civilisation égyptienne**, durant la période des pharaons, était la plus avancée en matière d'utilisation des huiles essentielles. Les Egyptiens utilisaient énormément de plantes aromatiques pour les embaumements et connaissaient les propriétés antibactériennes des huiles essentielles. Ils contribuèrent largement aux développements techniques et diffusèrent leurs connaissances en la matière.

La **Grèce** profita des connaissances des Egyptiens et les fit connaître dans tout le bassin méditerranéen. **Hippocrate**, né en 460 avant J.-C., est le père de la

médecine occidentale, il évoque dans ses nombreux ouvrages les plantes médicinales.

Les **Romains**, grâce aux Grecs, répandirent l'usage et les connaissances des plantes aromatiques dans tout le monde antique.

Les **Arabes** ont considérablement amélioré la technique de la distillation et ont fait avancer les sciences et plus particulièrement la chimie. C'est aux Arabes que l'on pourrait attribuer le titre de "*Fondateurs de l'aromathérapie*".⁸⁰ Abu Ali ibn Sina, dit **Avicenne**, né en 980, a mis au point l'**alambic** et la technique de la distillation. Il est le premier à avoir produit une huile essentielle pure, celle de la Rosa centifolia.

Nous avons gardé de nombreuses connaissances et techniques remontant à cette époque, certaines sont encore utilisées de nos jours. La méthode de distillation qu'Avicenne inventa n'a pas beaucoup évolué depuis plus de dix siècles !

Après la chute de l'Empire romain, l'Europe traverse une période troublée. Il faut attendre le 12^{ème} siècle pour que l'aromathérapie réapparaisse et s'installe en Europe. C'est en rentrant des **Croisades** que les chevaliers rapportèrent les découvertes arabes en Europe.

Entre le 15^{ème} et le 17^{ème} siècle, les huiles essentielles étaient largement utilisées. Sous le règne de Louis XVI, on se parfumait énormément aux huiles essentielles afin de masquer les odeurs nauséabondes de l'époque. Lors des grandes **épidémies** de peste, des plantes aromatiques étaient brûlées afin de combattre l'infection.

En 1887, les travaux de **Chamberland** en France donnèrent des résultats importants quant à l'efficacité des huiles essentielles sur les germes.

C'est avec **René-Maurice Gattefossé** né en 1881, le père de l'aromathérapie moderne, qu'en 1928 apparaît le terme "aromathérapie". Ce pharmacien chercheur a fait énormément avancer la recherche et les connaissances en matière d'aromathérapie. Il publia de nombreux ouvrages sur le sujet. Il se brûla la main lors d'une explosion dans son laboratoire et plongea celle-ci dans un bidon d'huile essentielle de lavande vraie. C'est ainsi qu'il découvrit fortuitement la rapidité du soulagement et de la cicatrisation apportée par cette huile essentielle. A partir de ce moment, il se mit à faire des recherches sur les propriétés des huiles essentielles.

A partir de 1930, on doit l'avancement de la médecine aromatique à différents professeurs et chirurgiens :

Sévelinge, un pharmacien, continuera dans la même direction les travaux de Gattefossé, mais dans le domaine de la médecine vétérinaire.

Durant les années à succès de l'antibiothérapie, on oublia quelque peu les huiles essentielles et leurs puissants pouvoirs. C'est grâce à **Jean Valnet** né en 1920, chirurgien militaire, que l'aromathérapie a pu renaître après ces mauvaises années.

Dans les années 70, l'aromathérapie scientifique fait un pas en avant grâce à **Pierre Franchomme** et ensuite **Daniel Penoël**. En collaboration avec de nombreux médecins, pharmaciens, biologistes, chercheurs, Pierre Franchomme a développé la notion de **chémo-type**, très importante pour l'utilisation et la connaissance des propriétés des huiles essentielles.

L'aromathérapie continue encore aujourd'hui à se développer. Des recherches sont faites, aussi bien au niveau de la chimie des huiles essentielles qu'au niveau énergétique ou même de la perception olfactive et des effets psychologiques qu'ont ces molécules odorantes sur nous.

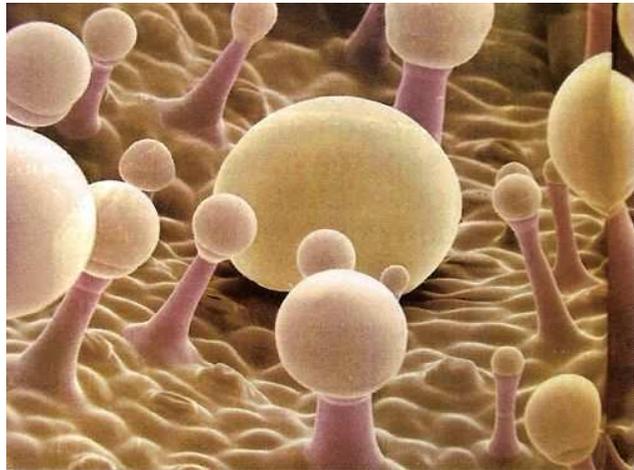
⁸⁰ [16], p.16

3.2 Qu'est-ce une essence ?

Une essence est une **substance aromatique** composée d'une ou plusieurs **molécules odorantes** possédant diverses propriétés. Certaines plantes sont capables d'en synthétiser, c'est pourquoi on les appelle plantes aromatiques. Les plantes élaborent des **essences** assez complexes, les essences à une ou deux molécules sont plutôt rares. Elles sont un mélange de molécules variées, comprenant en particulier des terpènes et des composés oxygénés (alcools, aldéhydes, cétones).

3.2.1 Comment et où les plantes les fabriquent-elles ?

Ces molécules aromatiques se trouvent dans trois principales sortes d'appareils sécréteurs : les **poils glandulaires épidermiques**, les **poches** et **canaux glandulaires schizogènes** et **schizolysigènes**. Par exemple, pour la Sauge officinale, au microscope à balayage, on peut voir sur la feuille de longs poils écailleux ainsi que des petits poils sphériques (**photo ci-contre**, tirée du cours Archimex). Les premiers sont des poils tecteurs et protecteurs (soleil, insectes...) et les seconds sont des cellules sécrétrices. En froissant la feuille, on casse ces cellules et les substances aromatiques peuvent se libérer. L'Eucalyptus globulus lui ne dispose pas de poils glandulaires mais de structures glandulaires dites schizogènes, caractéristiques de la famille des Myrtacées. Ces cellules sont le résultat d'une évolution particulière. Un fin canal relie cette poche à l'épiderme de la feuille permet, dans des conditions climatiques adéquates, à l'essence aromatique de s'échapper. Les Rutacées, et plus particulièrement les Citrus, possèdent des cellules sécrétrices similaires. Certains bois odorants également, comme les Lauracées par exemple. En ce qui concerne les **conifères** qui nous intéressent plus



particulièrement ici, il s'agit, comme pour les Abiétacées (Pinacées) et les Cupressacées, également de **glandes schizogènes**, plus précisément de **canaux** que l'on trouve au niveau des aiguilles et qui transportent l'oléorésine. **Ci-contre, une photo d'un rameau terminal d'arolle**, on peut y distinguer les canaux résinifères. Les glandes schizolysigènes sont présentes chez les Burséracées. Les cellules à essences d'une plante peuvent être **superficielles** ou **non superficielles**. Dans le cas de plantes à cellules sécrétrices superficielles, l'extraction

est facile et les essences sont assez facilement récupérables (ex. Menthes, Lavandin...). Les essences de plantes à cellules sécrétrices non superficielles sont plus difficilement extraites, il s'agit des bois, des graines. Une étape de transformation préalable, comme le broyage, est nécessaire avant l'extraction, ce qui est le cas des conifères. Les cellules sécrétrices peuvent se situer dans **différents organes** de la plante, végétatifs ou reproducteurs (feuille, fleur, graine, racine...). Ceci a une importance considérable en ce qui concerne la composition chimique de l'essence, l'huile essentielle obtenue peut considérablement varier en fonction de la partie distillée, même si l'on retrouve généralement un air de famille, comme pour le cas de la cannelle. Son écorce contient majoritairement des aldéhydes alors que ses feuilles contiennent plutôt des phénols. Ceci conditionne le choix de l'huile essentielle.

3.2.2 Synthèse des molécules aromatiques

Les **molécules terpéniques** sont pratiquement exclusives au règne végétal. Les cellules sécrétrices des feuilles ont avant tout un rôle dans la **photosynthèse**, mais elles sont également spécialisées dans la **synthèse d'essence**. La synthèse des essences ne peut avoir lieu sans énergie solaire. La chlorophylle est l'unité centrale de ce "laboratoire" microscopique. C'est à partir de là que se construisent les sucres à trois carbones (trioses) et ensuite les sucres à six carbones (hexoses). C'est grâce au rayonnement solaire que l'ADP est transformé en ATP (cf. La photosynthèse). La molécule de fructose donnera de l'énergie dans la mitochondrie pour permettre de nouvelles synthèses, dont celle de l'élaboration des molécules aromatiques.

Les deux voies principales pour la production des essences sont : la voie des **terpénoïdes** et des **phénylpropanoïdes**. La brique de base utilisée dans la voie des terpénoïdes est une molécule à cinq carbones, C_5H_8 , aussi appelée **hémiterpène** ou **isoprène**. La voie des phénylpropanoïdes est aussi appelée la voie aromatique car on y retrouve systématiquement la construction d'un cycle benzénique ou aromatique.⁸¹

3.2.3 Botanique et espèces aromatiques

« Parmi les 800.000 espèces végétales, les plantes aromatiques capables de synthétiser une essence sont peu nombreuses. Seul 10% du règne végétal en a la possibilité mais ces végétaux aromatiques montrent un degré de sophistication important. »⁸²

Quelques familles de plantes aromatiques importantes à citer :

- Les Lamiacées avec les lavandes, les thyms, les romarins, les menthes...
- Les Lauracées avec les cannelles, les lauriers, les Cinnamomum camphora...
- Les Myrtacées avec les eucalyptus, les mélaleuques, les myrtes...
- Les Astéracées avec les camomilles, les hélichryses, les armoises...
- Les Pinacées avec les pins, les cèdres, les sapins...
- Les Apiacées avec le fenouil, l'anis, la coriandre...
- Les Poacées avec les citronnelles, le palmarosa, le vétiver...

⁸¹ [22], p.4

⁸² [23], p.15

- Les Cupressacées avec les cyprès, les genévriers...
- Les Rutacées avec le citron, la bergamote, la mandarine, le petit-grain bigarade...

Et bien d'autres encore...

3.2.4 Spécification botanique

Avant de récolter une plante dans un but d'extraction, il est impératif d'avoir de bonnes connaissances en botanique et de bien connaître la plante qui sera utilisée. Il faut pouvoir certifier l'**espèce botanique** distillée. De plus, il faut respecter la dénomination scientifique latine afin d'éviter au maximum les confusions. Il faut donc connaître la **famille**, le **genre**, l'**espèce**, la sous-espèce, la variété cultivée (si culture), l'hybride (si nécessaire) de la plante récoltée.

3.2.5 Choix du végétal

On préférera **une plante sauvage** à une plante de culture ou pour le moins de culture biologique. « *Les plantes sauvages de montagnes présentent une odeur et une activité biologique extraordinaires dues, pour certaines, à leur forte teneur en esters aromatiques dont la synthèse est favorisée par l'altitude, l'ensoleillement, et la sécheresse, ou encore par la symbiose avec les autres plantes sauvages du biotope. Elles ne sont pas atteintes par la pollution agricole : engrais, pesticides et désherbants ; ces derniers passent à la distillation et altèrent l'huile essentielle.* »⁸³

Le choix se portera sur du « matériel végétal sain », c'est-à-dire le plus possible à l'abri de toutes pollutions (atmosphériques, pesticides, engrais chimiques...).

3.2.6 Récolte

Le moment idéal pour la cueillette doit être respecté, il varie en fonction de la plante récoltée. Il peut s'agir aussi bien d'une période dans l'année, d'une saison, que d'un moment dans la journée. « *Cette récolte a lieu au moment où certains organes de la plante sont les plus concentrés en essence. Cet instant varie fortement d'une espèce à l'autre tant et si bien qu'il est difficile, voire impossible, de cataloguer minutieusement ces moments opportuns. [...] La période végétative à laquelle la plante est récoltée est capitale parce que sa composition biochimique et donc ses propriétés thérapeutiques varient selon son cycle végétatif.* »⁸⁴ La plante doit être respectée dans son entier (biotope, ...), la récolte doit être faite dans les règles de l'art et ne doit donc pas dépasser certaines quantités. « *Lorsque l'on décide de récolter une plante, il faut évaluer sa densité sur la station et dans la région. Une plante peut être abondante en un lieu précis et rare sur l'ensemble du territoire.* »⁸⁵ « *Un arbre est un être vivant. Sa gestion doit se concevoir dans le respect de son équilibre, de sa santé et de son esthétique et cela pour notre propre épanouissement.* »⁸⁶ Il faut également se renseigner et se documenter le plus possible sur les utilisations passées de la zone de cueillette.

⁸³ [16], p.67

⁸⁴ [23], p.19

⁸⁵ [24], p.10

⁸⁶ [25], p. 301

Selon Joël Ruiz de la distillerie Abiessence, les facteurs importants influençant la plante sont :

- Le stade végétatif,
- La météorologie,
- L'heure de la journée,
- La phase de la lune.

3.2.7 Législation pour la cueillette de plantes sauvages

Il est nécessaire de faire une demande d'autorisation auprès de l'autorité cantonale avant d'entreprendre une cueillette à **but lucratif**. Pour une **cueillette dite familiale**, le code civil suisse (art.699) nous dit : « *Chacun a libre accès aux forêts et pâturages d'autrui et peut s'approprier baies, champignons et autres menus fruits sauvages, conformément à l'usage local.* » Il faut surtout veiller aux espèces protégées ou en voie d'extinction. En cas de doute, il est souhaitable de s'adresser aux autorités cantonales compétentes. Même pour les petites cueillettes, il est conseillé de s'annoncer ou se présenter au propriétaire du lieu.

3.2.8 De l'essence à l'huile essentielle, les méthodes, les procédés d'extraction

L'**huile essentielle** est le produit obtenu après distillation d'une plante aromatique qui contient des essences composées de différentes molécules aromatiques.

Je vais ici faire un bref tour d'horizon des différents procédés utilisés afin d'obtenir les précieuses molécules odorantes des plantes aromatiques.

- **L'expression à froid** : l'expression à froid est un procédé simple et mécanique, réservé aux agrumes. Il s'agit de briser les glandes sécrétrices d'essences se situant sur l'épicarpe du fruit des agrumes. Dans le cas des agrumes, on ne parle pas d'huile essentielle mais d'**essence d'agrumes**, celle-ci n'ayant subi aucune transformation biochimique.

Certains arbres produisent des substances liquides, qui, après incision du tronc, peuvent être récoltées et ne subissent pas de transformations particulières. Il s'agit des **baumes** (baume du Pérou...), des **oléorésines** (copaïba...) et des **gommo-oléorésines** (myrrhe, encens...).

- Principes de la **distillation** : « *On peut être surpris de la simplicité du procédé ; son principe repose sur une propriété étonnante de deux liquides non miscibles : bien que ne se mélangeant pas, ils peuvent bouillir à la même température ! Et qui plus est, cette température commune d'ébullition est inférieure à celle de chacun d'eux quand il est pur. Ainsi, les huiles organiques contenues dans les plantes peuvent bouillir à la pression atmosphérique et s'en échapper, à une température inférieure à 100°C... si on leur ajoute simplement de l'eau. Ils sont alors entraînés grâce à la vapeur d'eau à une température assez basse et constante, sans risque d'être dégradés par la chaleur. Le mélange de vapeur d'eau et de substances organiques est refroidi dans le serpentin de l'alambic (ou le réfrigérant à eau). En se condensant, les deux composés donnent souvent un mélange laiteux récupéré dans un récipient*

à trop plein appelé vase-florentin (ou essencier). Le distillat se clarifie et laisse apparaître deux liquides ; l'eau en général plus dense, se rassemble au fond du vase et le liquide organique, plus léger, surnage. C'est ce liquide huileux que l'on appelle l'huile essentielle. »⁸⁷

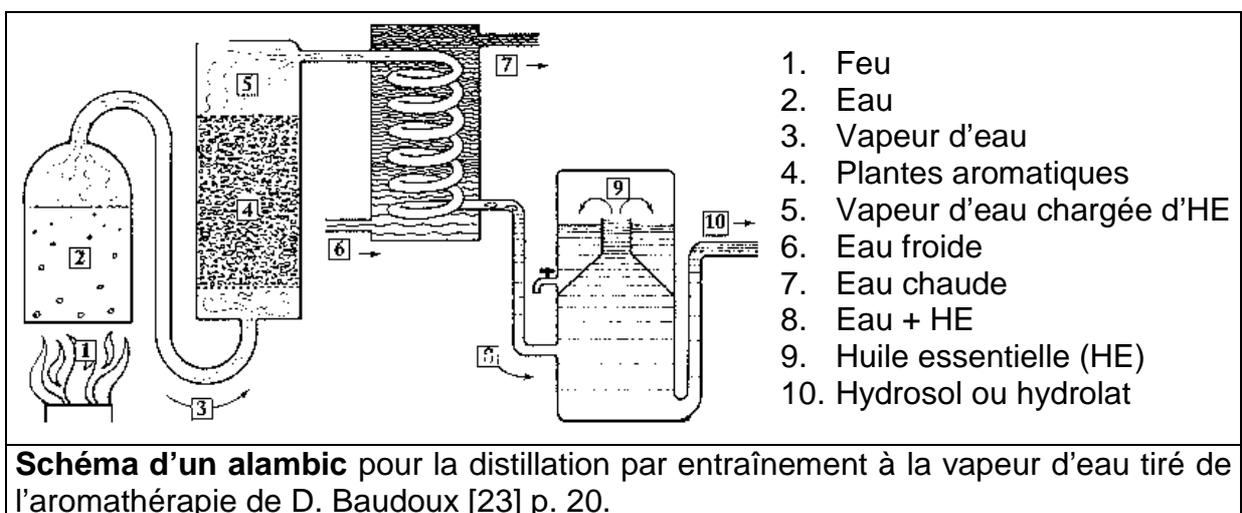
La distillation consiste à entraîner les substances aromatiques d'une plante grâce à la vapeur d'eau qui est utilisée pour séparer chaque composant de l'essence dont les volatilités diffèrent. Les essences sont un mélange de plusieurs substances chimiques majoritairement des **monoterpènes** et **sesquiterpènes** ainsi que leurs dérivés oxygénés. Leur degré d'évaporation se situe entre 150°C et 300°C. Grâce à l'addition des pressions de vapeur partielles de l'eau et des essences, les composants des essences s'évaporent à une température inférieure à 100°C et peuvent ainsi être entraînés par la vapeur d'eau. La température théorique d'évaporation d'une substance peut être déterminée par la loi de Dalton. **L'huile essentielle est le résultat de la recombinaison des molécules aromatiques qui ont pu être évaporées. Sa composition est en général différente de celle de l'essence.**

On distingue plusieurs méthodes de distillation pour l'obtention d'huiles essentielles :

- **L'hydrodistillation** est la technique la plus ancienne. Les plantes sont placées dans une cuve. La vapeur d'eau est produite dans cette même cuve. Il faut compter de 2 à 6 fois plus d'eau que de matière première. Il faut prêter attention à la température.

- Dans la **distillation par entraînement à la vapeur d'eau**, la vapeur d'eau est produite dans une chaudière extérieure qui est injectée dans la cuve. Avec cette méthode, la gestion de la température est plus aisée et permet d'éviter les problèmes d'hydrolyse d'esters. La distillation à la vapeur d'eau est le procédé le plus couramment utilisé et est surtout le procédé qui garantit les meilleures qualités d'une huile essentielle.

Dans les deux cas, on retrouve les deux phases dans l'essencier, l'huile essentielle de densité inférieure à celle de l'eau, surnage à la surface. L'eau qui a servi à la distillation et qui s'est chargée très légèrement (environ 3‰) en molécules aromatiques se nomme : l'**hydrolat**.



⁸⁷ [27], p. 42 et 43

- **Distillation à basse pression**, cette technique permet d'abaisser la température et réduire le temps de distillation.

-**Distillation avec cohobation**, l'hydrolat est réinjecté plusieurs fois dans le circuit de l'alambic. Cela permet d'économiser de l'eau et de limiter la perte des molécules les plus solubles dans l'eau (phénols par exemple). En effet, puisque l'eau réintroduite est déjà saturée de ces composants, ceux-ci vont passer directement dans l'HE plutôt que se dissoudre dans l'eau.

Il existe d'autres procédés d'extraction, pas ou plus utilisés en aromathérapie, ceci pour diverses raisons (utilisation de solvants, rendements médiocres...) que nous ne développerons pas ici :

- Enfleurage,
- Extraction aux solvants organiques (hexane, éthanol...),
- Extraction supercritique au CO₂,
- Hydrodistillation par micro-ondes.

3.2.9 Garanties sur l'extraction

Il existe plusieurs paramètres à respecter afin de conduire une distillation dans les meilleures conditions :

- Le **choix du matériel**, alambic de préférence en inox. Dans le cas de matériel en cuivre, les huiles essentielles risquent d'attaquer ce matériau.
- La **conduite de la chauffe** est très importante. A basse pression il est plus facile d'éviter les risques de suroxydation. La distillation doit s'effectuer à la pression atmosphérique.
- La **durée de la distillation** est également un paramètre important. En aromathérapie, nous utilisons la totalité de l'huile essentielle et non pas des fractions de l'huile essentielle comme en parfumerie. L'Ylang Ylang en est un bon exemple. En parfumerie la « fraction de tête » ou « extra » est utilisée pour son arôme subtil alors qu'en aromathérapie seule la « totale » est employée.
- La **qualité de l'eau** utilisée dans la distillation, à savoir qu'une eau trop calcaire va dégrader le matériel et l'utilisation de détartrants chimiques est à proscrire.

3.2.10 Chémotypes

Une plante qui pousse dans le sud de la France proche de la mer et une même plante poussant dans les Alpes ne possèdent pas la même composition chimique au niveau de leurs essences, cela se retrouve forcément au niveau de la composition de leurs huiles essentielles. Le **terroir** influence la plante. Par terroir, j'entends : la nature et la composition du sol, l'ensoleillement, l'altitude, le climat, la pluviométrie de l'année, ... L'environnement général de la plante lui donne son empreinte et ceci se répercute sur la synthèse de ses essences. Le chémotype est également appelé "type chimique" ou encore "race chimique". Les propriétés d'une plante varient considérablement en fonction du biotope, du stade végétatif de la plante, ainsi que de la partie distillée. Il est impératif de connaître la **provenance de la plante**,

l'organe producteur (racine, feuille, graine...) des essences ainsi que le **chénotype** afin de pouvoir utiliser une huile essentielle à bon escient.

Prenons l'exemple du *Thymus vulgaris* sa composition varie en fonction de sa provenance :

- pour les Thyms du littoral français, les phénols prédominent,
- pour les Thyms de Haute-Provence, du Languedoc et des Corbières, les alcools (linalol, géraniol...) sont dominants,
- pour ceux d'Espagne, il s'agit plutôt d'oxyde (1,8 cinéole) et des aldéhydes (citral).⁸⁸

La **chromatographie** est le moyen qui nous permet d'établir le **profil chimique** d'une huile essentielle, sa "carte d'identité" en quelque sorte. Un certain nombre de plantes utilisées en aromathérapie pour leurs huiles essentielles possèdent plusieurs chénotypes :

- *Rosmarinus officinalis* à 1,8 cinéole, à verbénone ou à camphre.
- *Myrtus communis* à 1,8 cinéole ou à acétate de myrtényle.

3.2.11 Familles chimiques

Il est très répandu de classer les HE par famille chimique selon leur composition. Une HE qui contient principalement des molécules comme du limonène, des pinènes, sera "rangée" dans la famille des monoterpènes. Cette classification est pratique et facilite la connaissance des propriétés et l'utilisation des HE. Cependant, selon certains, elle serait réductrice et collerait une seule étiquette aux HE qui peuvent contenir plus de cent composants ! Chaque molécule possède un rôle à jouer, même celles qui sont présentes en traces.

3.2.12 Rendements des plantes aromatiques

Ceci est extrêmement variable d'une espèce à l'autre. La connaissance des rendements des plantes aromatiques en huiles essentielles est un bon moyen d'éclairer le grand public quant à la quantité de matières première nécessaire pour leur élaboration. Ceci permet de se rendre compte de la raison pour laquelle les huiles essentielles sont des produits précieux et coûteux qu'il convient d'utiliser avec respect et parcimonie. Quelques exemples de rendements pour obtenir **1 kg d'huile essentielle**⁸⁸:

- 3500 à 4000 kg de pétales pour la rose de Damas ;
- 150 kg de sommités fleuries pour la lavande vraie ;
- 50 kg de sommités fleuries pour le lavandin grosso ;
- 6 à 7 kg de boutons floraux pour le clou de girofle.

Quelques exemples de rendements pour des **conifères** (pour obtenir 1 kg d'HE) :

- *Pinus sylvestris* : 500 à 1000 kg de rameaux,
- *Juniperus communis* ssp. *communis*, rameaux : 800 kg, bois : 200 kg

⁸⁸ [16] p. 54, 62 et 63

3.2.13 Propriétés physiques des HE et des essences

Ces propriétés varient en fonction de leurs constituants.

- Elles sont liquides, parfois visqueuses ou cristallisées.
- Elles sont volatiles et odorantes, ce qui les différencie des huiles grasses qui elles sont "fixes".
- Leur densité est plus faible que l'eau (sauf certaines comme la cannelle, le girofle...), elles flottent donc sur l'eau. La densité moyenne d'une huile essentielle est de 0,9 kg/l.
- Elles sont peu miscibles à l'eau, mais sont solubles dans les huiles grasses et dans les alcools à titres élevés.
- Elles sont actives sur la lumière polarisée (pouvoir rotatoire).
- Elles possèdent un indice de réfraction souvent élevé.

3.2.14 Garanties de l'HE

Après une simple décantation et une filtration, qui permet une parfaite séparation de l'eau et de l'huile essentielle ainsi que d'éventuelles impuretés, l'huile essentielle obtenue, doit être stockée dans des verres opaques ou des bidons d'aluminium vitrifiés et hermétiques, à l'abri de la lumière et au frais. Il s'agit d'éviter les problèmes d'oxydation et de polymérisation dus à l'air, la lumière et la chaleur. L'huile essentielle est ainsi stockée pour se "reposer" et "maturer" de 1 à 3 mois au minimum.

L'huile essentielle doit être **100 % naturelle**, totalement exempte de produits de synthèse, tels qu'émulsifiants ou autres conservateurs chimiques.

Elle doit être **100 % pure**, c'est-à-dire sans aucune adjonction d'autres huiles essentielles proches. Elles ne doivent en aucun cas être "coupées", "rallongées" au moyen d'autres huiles essentielles moins coûteuses ou toutes autres substances douteuses.

Elle doit être **complète ou totale**, c'est-à-dire que la distillation doit avoir été menée à bout afin de recueillir toutes les molécules, même celles de queue de distillation.

Elle ne doit pas être colorée ou décolorée, ni peroxydée, ni suroxydée, ni déterpénée.

3.2.15 Contrôles qualités HE

Afin de pouvoir réaliser les différents contrôles cités plus loin, il est nécessaire d'échantillonner chaque lot d'huile essentielle obtenu après distillation. Il existe différents contrôles de qualité, certains pourront être réalisés directement par le producteur et d'autres seront effectués par un laboratoire.

Le producteur peut effectuer les contrôles suivants:

- Les tests organoleptiques (couleurs, odeurs, saveur). Un producteur professionnel doit être en mesure de reconnaître si telle ou telle odeur correspond à tel produit. Il doit pouvoir discerner les différents chémotypes d'une même plante.
- Le contrôle de densité s'effectue à la pesée ou à l'aide d'un densimètre.

- L'indice de réfraction se réalise à l'aide d'un réfractomètre.
- Le test de solubilité dans l'alcool.
- Le test des points de fusion et d'ébullition.

Pour les analyses plus approfondies des huiles essentielles, il est préférable de faire appel à un laboratoire spécialisé qui pourra se charger des analyses suivantes :

- Pouvoir rotatoire effectué à l'aide d'un polarimètre.
- Chromatographie en phase gazeuse.

3.3 Distillation spécifique des conifères

Il n'est pas facile de trouver des informations spécifiques à la distillation des conifères. Cependant, en Suisse romande, j'ai pu rencontrer une équipe de professionnels qui distille, entre autres, plusieurs conifères. Il s'agit de la **Distillerie de Bassins**, au pied du Jura. C'est une entreprise familiale fondée en 1975 par Pierre Genevay et Karl Velan. Elle est actuellement dirigée par les familles Genevay et Guenin, et plus particulièrement par **Jean-Marc Genevay** et **Frédéric Guenin** pour la partie procédés et technique (**photo ci-contre**). Ils distillent du sapin blanc (*Abies alba*), de l'épicéa (*Picea abies*) et du sapin Nordmann (*Abies nordmanniana*) en qualité bio. J'ai assisté à plusieurs reprises à la distillation du sapin blanc. Les informations et l'expérience des ces visites sont riches et précieuses, elles sont plus vivantes que la lecture d'un ouvrage sur le sujet, c'est pourquoi je souhaite en parler.



La distillerie possède 3 cuves en inox de 4 m³ chacune, ce qui correspond à 4000 litres qu'ils peuvent charger avec 1 tonne de plante

chacune. Ils disposent d'une chaudière qui fabrique 1 tonne de vapeur d'eau par heure, on peut donc parler ici de distillation par entraînement à la vapeur d'eau.

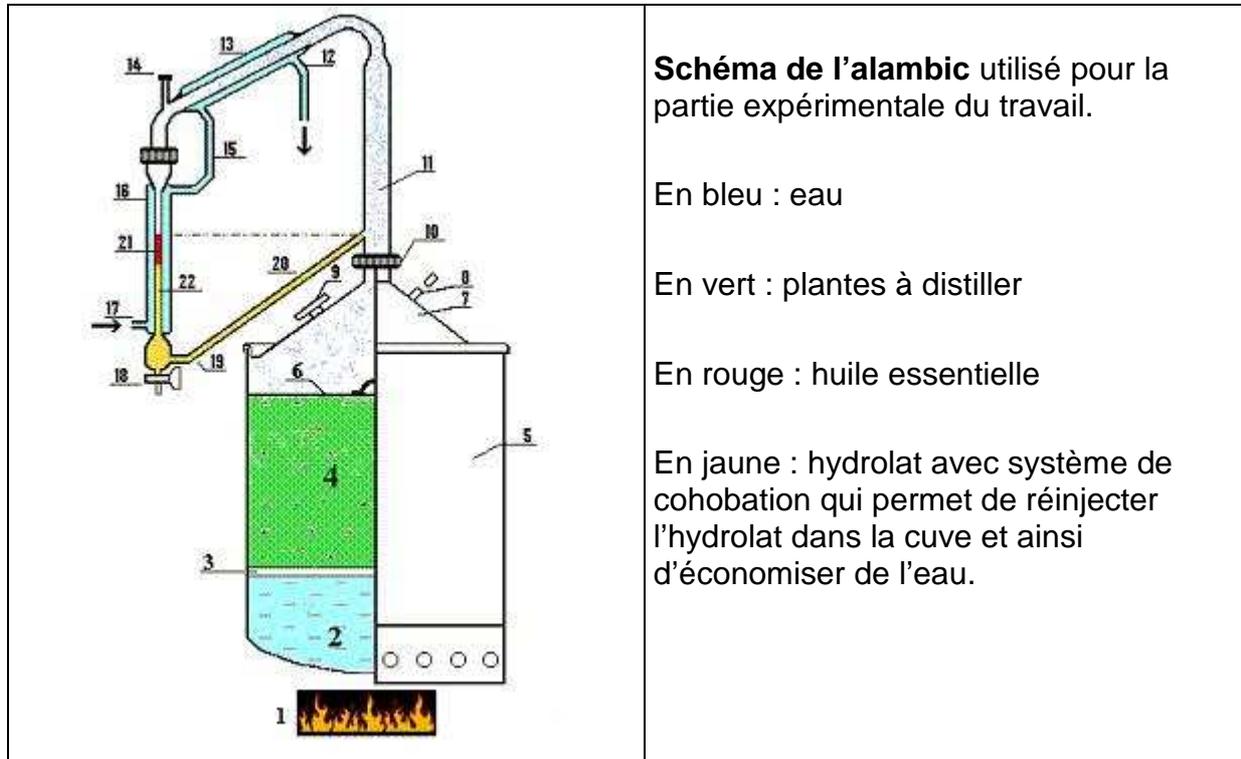
C'est au début du printemps et à l'automne que la récolte et les distillations de ces différents conifères ont lieu. Ils ne font pas de différence entre les saisons quant au rendement en huile essentielle. Je vais vous donner des informations concernant la distillation du sapin blanc. Après la récolte des branches (travail en association avec les forestiers), elles sont passées à la broyeuse afin d'ouvrir les cellules sécrétrices des huiles essentielles. Il ne faut pas trop broyer la matière première car il faut éviter la formation d'une "bouillie" de bois une fois en contact avec la vapeur d'eau. Ensuite les cuves sont chargées. Une cuve peut accueillir environ 1 tonne de branchages broyés. En ce qui concerne le sapin blanc, le rendement est d'environ 2 pour mille. Avec une cuite, ils obtiennent 2 kg d'huile essentielle de sapin blanc. Une distillation complète dure de 2 à 3 heures. Même si la majorité de l'huile essentielle est obtenue en début de distillation, il est important de conduire celle-ci jusqu'au bout afin de recueillir toutes les molécules constituant une huile essentielle de sapin blanc

de qualité. Pour l'année 2010, ils prévoient une fabrication totale de 30 à 40 litres d'huile essentielle de sapin blanc. Les déchets résultant de la distillation des conifères sont acides, ils peuvent être répandus sur des terrains alcalins ou pour la culture de plantes acidophiles (myrtilles, rhododendrons...).

La distillation est un art, tout comme la fabrication du vin. C'est un art empirique qui allie savoir-faire et alchimie des molécules odorantes. Des règles précises sont à respecter, mais comme tout art il y a une place importante réservée à la fantaisie et à la curiosité, à la passion et au respect des plantes.

4 Partie expérimentale : la distillation du mélèze et de l'arolle et autres conifères

Afin de pouvoir mener à bien mon expérience de distillation, j'ai investi dans du matériel. Mon choix s'est porté vers un alambic de 125 l qui permet de recueillir une quantité intéressante d'huile essentielle tout en restant maniable.



J'ai installé mon matériel aux mayens de Pramin, mon chalet d'enfance, situé à 1600 m d'altitude dans le Val d'Anniviers en Valais. Mon idée de départ consistait à distiller le mélèze et l'arolle à 3 périodes différentes, au printemps, en été et en automne pour ensuite pouvoir comparer les différents produits obtenus. La météo, les maladies ont quelque peu perturbés mes plans, mais dans l'ensemble l'idée reste la même. Pour réaliser mon projet j'ai collaboré avec mon compagnon Yann, il s'agit donc ici d'un travail d'équipe, il ne m'aurait pas été possible de le réaliser seule.

Pour la récolte des branches, avant et après chaque coupe, j'ai fait une demande et j'ai remercié l'arbre sur lequel nous avons prélevé des branches.

Lors de la distillation, je mesure la quantité d'HE condensée dans la colonne en verre tous les quarts d'heure. La distillation est arrêtée lorsque celle-ci n'augmente presque plus.

4.1 Les distillations

Les photos suivantes illustrent le déroulement d'une distillation :



1a-Branches de mélèze coupées



1b-Branches d'arolle coupées



2-Pesée des branches coupées



3- Chargement de la cuve



4- Fermeture de l'alambic



5- Distillation



6- Détail de la colonne de séparation.



7- Détail de l'interface HE / HA



8- Le mélèze avant et après la cuite



9- Nettoyage du matériel



10- Décantation HE et résidus HA



11- Flacon d'HE.

4.1.1 Première distillation 08 juin 2010, Mélèze, Larix decidua

La végétation est peu avancée cette année, dû à une météo pluvieuse et frileuse. Les aiguilles des mélèzes sont encore toutes petites et fines, peu développées. Déjà en coupant les branches, je m'aperçois que le bois contient peu de résine et que le bois coupé dégage peu d'essence et peu d'odeur. A ce stade-là, je pense que la saison n'est pas forcément idéale et que les essences seront plus présentes durant l'été ou l'automne.

Nous récoltons 9 kg de branches avec rameaux sur différents pieds (6 ou 7) tout autour du mayen. Nous prélevons 1 à 2 branches sur chaque pied en tenant compte de la taille de l'arbre. La récolte nous a pris environ 1 heure. Ensuite nous hachons grossièrement les rameaux et les aiguilles en tronçons de 5 à 10 mm à l'aide de sécateurs.

Nous chargeons la cuve, avec ces 9 kg de "copeaux". La cuve n'est pas totalement pleine. Nous avons au préalable versé 6.5 litres d'eau au fond de la cuve.

Après 2 heures de distillation, j'ai obtenu **9.62 ml ou 7.8 g (densité : 0.81 g/ml)** d'huile essentielle et une bonne quantité d'hydrolat, j'en ai récupéré 1000 ml.

Conclusions de la première cuite :

Le rendement n'est pas exceptionnel, 0.86 ‰. Selon la littérature, les résineux, en général, se situent plutôt entre 1 et 2 ‰. Je ne peux pas encore en déduire que ce résultat est le rendement normal du mélèze, pour les raisons climatiques évoquées plus haut et à cause du manque d'expérience.

L'HE obtenue avait une odeur particulière de "bouilli", de "vert" caractéristique des huiles essentielles fraîchement distillées. Sur le moment j'ai également pensé que cela était dû au stade végétatif peu avancé du mélèze et que ce n'était certainement pas le bon moment pour la distillation. Mais à partir du 22 juin, l'HE s'est déjà bien arrondie. Dans la littérature, on parle de laisser "reposer" ou "maturer" une HE au minimum 4 semaines après la distillation. Selon Abiessence (distillerie), la maturation doit être de 3 mois au minimum. Avec le temps, l'HE s'est encore bonifiée. Au débouché du flacon, son odeur est puissante. Elle me rappelle l'encens (*Boswellia carterii*), l'épinette noire (*Picea mariana*), elle se différencie nettement des autres résineux comme le sapin blanc, le pin sylvestre...l'odeur est moins montante, moins fraîche, mais plus profonde. En fond, son odeur me rappelle les sesquiterpènes de la myrrhe et de l'encens.

4.1.2 Deuxième distillation 25 juin 10, Pin sylvestre, Pinus sylvestris

Et oui je m'éloigne quelque peu du sujet mais ceci est parfois inévitable quand on travaille avec le vivant et le végétal ! Le choix du Pin sylvestre est un choix réfléchi et reste tout de même dans le sujet de la distillation des résineux qui m'intéresse dans un cadre plus large. A ce moment-là, le mélèze ne semble toujours pas très en forme et ses aiguilles sont toujours assez peu développées. Le printemps humide ne lui permet pas de s'épanouir normalement. C'est pour ces raisons que je décide de me tourner vers un autre conifère qui à l'air d'être à un stade végétatif plus avancé, en attendant que le mélèze retrouve son énergie. Je pense également à l'arolle mais finalement, étant donné sa rareté relative dans la région, je décide d'attendre la belle saison pour la distillation de ce dernier.

Nous récoltons 12 kg de branchages sur différents pieds. Il nous faut environ 2 heures pour la récolte et le hachage.

Après le chargement de la cuve, celle-ci est pratiquement pleine, il faudrait compter 15 à 16 kg de branches pour remplir totalement la cuve. Nous avons versé 5.7 litres d'eau au fond de la cuve.

La distillation a été stoppée après 3 heures. J'ai soutiré 2 litres d'HA durant la distillation après la première heure. J'ai obtenu **25.55 ml ou 21.77 g d'HE (densité : 0.852 g/ml)**.

Conclusions de la deuxième cuite :

Le rendement de 1.8 ‰ se rapproche d'un rendement normal de conifères.

L'HE obtenue possède également cette odeur typique des HE fraîchement distillées. Sinon, sa senteur est caractéristique du pin sylvestre, boisée et résineuse.

En nettoyant la cuve, j'ai pu observer quelques tâches de résine légèrement caramélisée sur les bords du fond de la cuve. J'en conclus que si l'on veut soutirer une quantité importante d'HA durant la distillation, il est nécessaire de mettre plus d'eau au départ dans la cuve afin d'éviter les risques de pyrolyse. Dans « l'aromathérapie exactement », on nous parle d'une quantité d'eau à ajouter dans la cuve variant de 2 à 6 fois la quantité de matière première. Il faut cependant veiller à ne pas trop en mettre afin de ne pas rallonger le temps de chauffe et le gaspillage d'énergie. Dans mon cas, ce facteur entre la quantité de matière et la quantité d'eau n'est pas applicable étant donné que l'on dispose d'un système de cohobation.

4.1.3 Troisième distillation 09 juillet 10, Epicéa, Picea abies

Toujours dans la même idée que pour le pin sylvestre, je décide d'attendre un peu pour le mélèze et l'arolle pensant que le plein été sera une meilleure saison pour leur distillation. Je choisis donc de distiller un autre conifère, l'épicéa. Il y en a quatre énormes juste derrière le chalet et leurs branches très étalées cachent la magnifique vue.

Nous récoltons 18 kg de branches, l'épicéa est très fourni et la cuve est pleine ! La récolte et le hachage nous prennent toujours le même temps soit environ 2 heures. Nous avons mis 12 litres d'eau au fond de la cuve.

Nous distillons pendant 3 heures 15. Après 2 heures de distillation, nous trouvons le rendement assez faible, on se demande si les branches ne sont pas trop tassées et empêchent la vapeur de circuler normalement. Nous décidons d'ouvrir la cuve. Malheureusement, suite à une mauvaise manipulation l'HA et l'HE s'échappent par le tube de cohobation et se répandent sur le sol. Nous perdons environ la moitié de l'HE ! Les erreurs font avancer... enfin, j'espère ! Lors de l'ouverture de la cuve, nous ne remarquons pas de problème particulier. Par la suite, j'ai appris, en discutant avec des distillateurs de résineux que l'épicéa possède un rendement plus bas que le pin sylvestre par exemple, pas étonnant que nous trouvions le rendement faible.

J'ai soutiré 2 litres d'HA et extrait au total (sans la perte d'HE) **16.2 ml ou 14.7 g d'HE d'une densité de 0.91 g/ml**.

Conclusions troisième cuite :

Sans la perte d'HE, le rendement aurait approché les 0.9 ‰.

L'HE d'épicéa possède une odeur typique de conifères, plutôt verte avec une légère note rappelant le cyprès. Je n'ai pas trouvé beaucoup d'informations concernant les propriétés de cette HE.

4.1.4 Quatrième distillation 24 juillet 10, Arolle, Pinus cembra

La récolte se fait sur les quatre arolles devant le mayen. Nous prélevons 2 à 3 branches par pied.

Nous obtenons 12.5 kg de branches que nous hachons à la main comme à l'accoutumée.

Au préalable, nous mettons de l'eau à chauffer sur le potager de la cuisine. Nous versons 10 litres d'eau préchauffée dans le fond de la cuve. Ceci est une première et semble jouer un rôle positif sur le déroulement de la distillation, en effet celle-ci démarre beaucoup plus rapidement. Sur les conseils de Gattefossé, nous isolons également la partie verticale du col de cygne pour éviter que la condensation de la vapeur ne commence déjà dans cette partie et fasse refluer une partie de l'HE vers la cuve. Vers 13 heures l'alambic est prêt à démarrer. Après un quart d'heure déjà, la distillation commence ! Le rendement de l'arolle semble incroyable. Après 2 heures 50, je récupère environ 80 ml d'HE ! L'arolle nous réserve de bonnes surprises malgré le fait que je ne dispose que de très peu d'informations concernant sa distillation et son HE. Cette distillation est riche en émotions, nous regardons la colonne se remplir et les gouttes tomber, très fascinés par la quantité obtenue.

La distillation a été stoppée après 3 heures. **J'ai obtenu 76.2 ml ou 65.98 g (densité : 0.87 g/ml)** d'huile essentielle et environ 2 litres d'hydrolat.

Conclusions quatrième cuite :

Son rendement de 5.27 ‰ est exceptionnel ! Je savais que l'arolle était un arbre riche en résine mais je ne m'attendais pas à un tel résultat ! Le mélèze, qui est également relativement riche en résine devrait normalement se rapprocher d'un rendement similaire, mais les mauvais facteurs climatiques de cette année semblent l'avoir affaibli.

L'HE obtenue possède une odeur très fine, montante et pétillante. Elle rappelle le citron vert, la limette, la mandarine verte et plus particulièrement le zeste de ces agrumes. Elle rappelle aussi le Pin sylvestre. La note de « bouilli » est là mais après quelques semaines elle s'estompe, les notes citronnées s'effacent un peu également pour laisser la place à quelque chose de plus vert, légèrement poivré. Les notes de fond me rappellent le Cèdre de l'Atlas.

4.1.5 Cinquième distillation 06 août 10, Mélèze, Larix decidua

Les mélèzes ne semblent toujours pas très en forme, **les aiguilles sont jaunes-brunes, comme brûlées et desséchées** (photo ci-contre). Nous décidons de refaire un essai malgré tout, le dernier pour cette année.

Nous récoltons seulement 8 kg de branchage afin de faire une petite cuite.

Nous rencontrons quelques problèmes de fuite de vapeur au début de la distillation. Le col de cygne est isolé comme pour la dernière distillation de l'arolle. Nous supposons que cela est dû au fait que nous n'avons pas lancé le circuit d'eau de refroidissement assez tôt. Avec l'isolation du col de cygne, il semble nécessaire de refroidir dès 60°C. Très rapidement, nous nous apercevons que la quantité d'HE



n'est pas là. Nous mettons un terme à la distillation après 1h45, je suis un peu déçue mais consciente du fait que le mélèze n'est pas dans son état normal.

La quantité d'HE obtenue est assez moyenne, **6.76 ml ou 5.75 g (densité : 0.85 g/ml)** et environ 1.5 litres d'HA.

Conclusions cinquième cuite :

Le rendement est de 0.71 ‰. Ceci démontre bien la mauvaise santé du mélèze. Je ne pense pas redistiller du mélèze cette année. Quelques semaines après cette distillation, j'ai rencontré le garde-forestier de la région d'Anniviers et j'en ai profité pour lui demander de quoi souffraient les mélèzes. Selon lui, un champignon, *Meria laricis*, se développe fréquemment après un printemps humide, mais les arbres s'en remettent normalement assez bien. Je pense avoir une bonne partie de l'explication du mauvais état du mélèze et des faibles rendements des distillations de celui-ci.

4.1.6 Sixième distillation 11 septembre 10, Arolle, Pinus cembra

La récolte se fait une deuxième et dernière fois sur les quatre arolles devant le mayen. Nous prélevons 2 à 3 branches par pied.

Nous récoltons 8 kg de branches que nous hachons à la main comme à l'accoutumée.

Nous remplissons la cuve d'eau préchauffée. Après ces quelques expériences de distillation, nous avons en effet pu constater qu'en chauffant l'eau au préalable, nous gagnons du temps et la distillation s'opère beaucoup plus vite. Nous supposons également que l'Arolle contient un bon nombre de molécules légères qui doivent rapidement se faire entraîner par les molécules d'eau (cf. § 3.2.8), la chromatographie nous certifiera cela. Cette distillation se déroule à nouveau très bien et le rendement de l'Arolle est toujours aussi important, voire plus important.

La distillation dure 3h15 et nous décidons d'y mettre un terme lorsque la quantité d'HE obtenue stagne. J'obtiens **66.96 ml ou 56.25 g (densité : 0.840 g/ml)** d'huile essentielle et plus de 2 litres d'hydrolat.

Conclusions sixième cuite :

Son rendement de 7.03 ‰ est encore meilleur que lors de la première distillation de l'Arolle. A ce stade, je ne peux pas encore tirer de conclusions sur le pourquoi de cette augmentation de rendement. Cette amélioration du rendement est-elle due à la saison ou au perfectionnement de notre technique de distillation ? Ou les deux ? Lors de ma rencontre avec des distillateurs spécialisés dans les résineux en Auvergne, j'ai appris, que le moment idéal pour la distillation des ces arbres-là n'est pas forcément l'été. Selon eux, il est préférable de distiller au printemps ou à l'automne voire même plus tard avant le gel ou juste après le dégel. L'été étant la période durant laquelle les arbres synthétisent les essences en lien étroit avec la photosynthèse, ce ne serait donc pas le moment où ils les mettent en circulation. Ils seraient plutôt sur le mode de la fabrication et du stockage. Ceci reste encore à confirmer, car cette explication ne prend pas en compte le fait que les essences servent en partie à éloigner les parasites qui sont justement très présents en été. De plus, les distillateurs traditionnels ne distillent pas de conifères en été car ils sont occupés avec d'autres plantes saisonnières. Ainsi, ils réservent plutôt les conifères pour les entre-saisons.

Comme lors de la première distillation d'arolle, l'HE obtenue possède, après production et sans maturation, une odeur très fraîche et pétillante de zeste d'agrumes.

4.1.7 Ressenti personnel

J'ai pris beaucoup de plaisir à découvrir et à travailler avec ces deux arbres. Le fait de vivre l'élaboration d'un produit depuis le choix de la plante jusqu'à son utilisation à but thérapeutique s'est révélée très gratifiante.

Premièrement j'ai apprécié l'expérience technique qui permet d'obtenir, à partir d'un arbre, un extrait odorant composé d'une multitude de molécules aux propriétés médicinales.

Outre cet aspect purement technique et artisanal, ce travail m'a permis de réaliser que chaque arbre est un individu unique doté d'une personnalité propre avec qui l'échange est à chaque fois riche en expériences.

Travaillant depuis des années avec les huiles essentielles, me retrouver dans le rôle de la distillatrice, activité se rapprochant de l'alchimie, a été pour moi une expérience palpitante que je compte renouveler.

5 Résultats et discussion

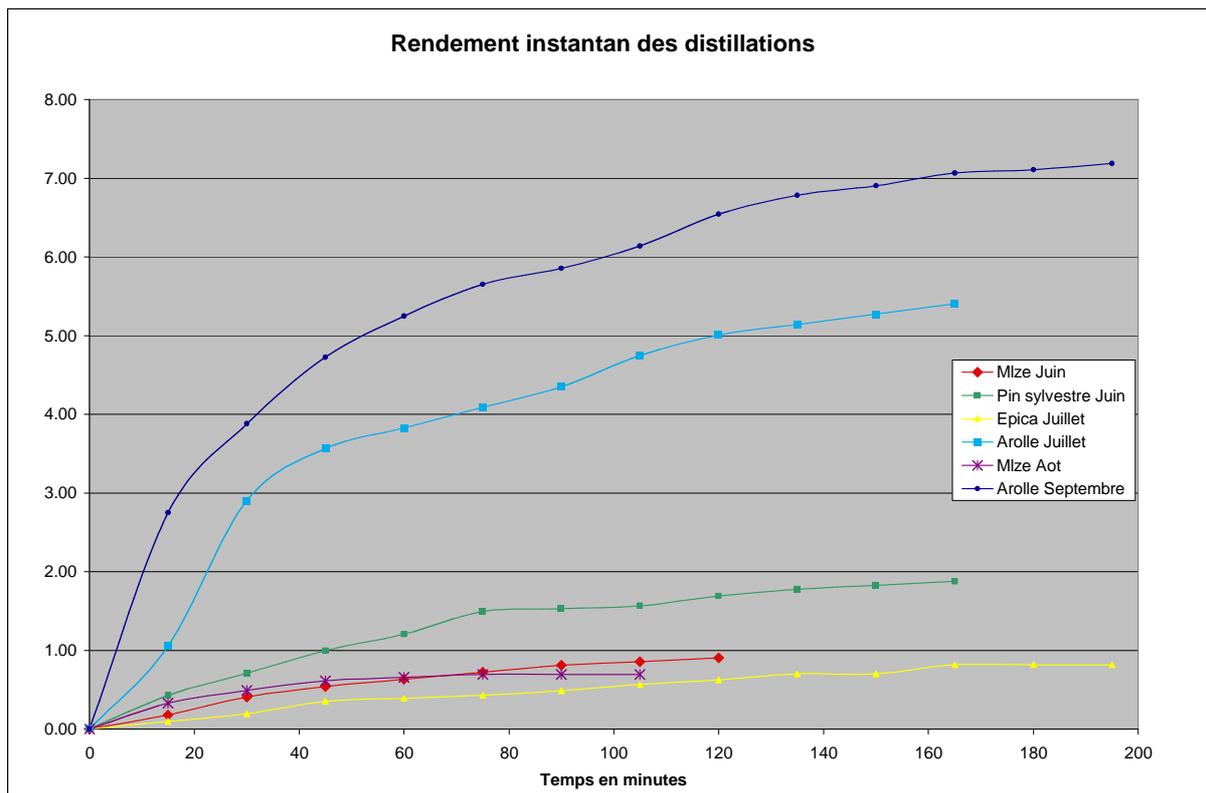
L'idée de départ du mémoire était de comparer l'évolution du rendement et de la composition des HE obtenues au fil des saisons. Cela s'est avéré difficile pour le mélèze en raison des problèmes évoqués ci-dessus (champignon et mauvaise saison). Je peux néanmoins tirer quelques conclusions des 6 distillations effectuées.

5.1 Rendements des différentes distillations

J'ai relevé les quantités d'HE tous les quarts d'heure lors des différentes distillations. Le but de ceci était de savoir quand arrêter la distillation, c'est-à-dire à partir de quel moment le rendement de la distillation n'augmente plus. Afin de pouvoir comparer toutes les distillations entre elles, il faut rapporter la lecture des quantités (ml) d'HE au poids de branches distillées. Le graphique ci-dessous donne l'évolution du rendement en fonction du temps.

Le calcul du rendement instantané se fait avec la formule suivante :

$$\text{Rendement} = (\text{ml mesuré tous les 15 min}) \times (\text{densité HE en g/ml}) / (\text{kg de branches distillées})$$



Graphique de l'évolution de rendement de distillation en fonction du temps.

Arolle

Sur le graphique ci-dessus, nous pouvons constater que l'arolle possède un rendement bien supérieur aux autres arbres.

Nous pouvons également observer que la majeure partie des molécules est récupérée en début de distillation, on peut en déduire qu'un grand nombre des molécules composant l'HE d'arolle sont des molécules de tête.

Nous pouvons noter une amélioration de la quantité ainsi que de la qualité (se référer à la chromatographie) entre l'été et l'automne.

Mélèze

Le rendement du mélèze est faible par rapport à ce qui était espéré. Le mélèze est un arbre riche en résine, il devrait normalement se rapprocher du rendement de l'arolle ou pour le moins du pin sylvestre.

Nous ne remarquons pas de changement quantitatif notable entre le printemps et l'été, ceci semble étonnant au regard des informations récoltées auprès des différents distillateurs rencontrés.

Ces résultats sont très certainement dû à cette mauvaise année pour le mélèze (cf.§ 4.1.1 et 4.1.5).

Pin sylvestre

Il bénéficie d'un bon rendement selon les critères des conifères (environ 2 ‰).

Epicéa

Rendement plus faible que les autres conifères certainement dû à sa faible teneur en résine.

5.2 Composition des huiles essentielles

Pour connaître la composition des huiles essentielles distillées, j'ai fait réaliser une analyse chromatographique en phase gazeuse pour trois d'entre elles.. Les composants présents à plus de 2 % sont en gras dans le tableau ci-dessous, une description détaillée de leurs propriétés est développée plus loin.

Constituants	Arolle juillet	Arolle septembre	Mélèze juin
	%	%	%
α -PINENE	57.71	55.64	35.35
β -PINENE	8.35	8.62	12.21
β -PHELLANDRENE	15.8	15.94	6.88
Δ^3 -CARENE	0.52	0.42	4.66
GERMACRENE D	3.43	3.55	4.62
ACETATE DE BORNYLE	0.27	0.39	3.01
Trans-PINOCARVEOL	0.03	0.02	2.56
β -MYRCENE	1.24	1.28	2.45
MYRTENAL			1.79
CAMPHENE	1.78	1.69	1.66
LIMONENE	2.94	2.61	1.33
PINADIENE	0.01	0.01	1.32
δ -CADINENE	1.37	1.63	1.27
α -COPAENE + α - CAMPHOLENE ALDEHYDE			1.02
p-CYMENE	0.04	0.03	0.91
MYRTENOL			0.91
VERBENONE + MENTHADIENOL ISOMERE			0.76
PINOCARVONE			0.67
γ -CADINENE	0.72	0.83	0.59
LINALOL + ALCOOL ALIPHATIQUE			0.52
MENTHATRIENE ISOMERE			0.51
β -CARYOPHYLLENE	0.2	0.14	0.5
p-MENTHA-1,2-DIEN-8-OL			0.47
Autres constituants	5.62	6.96	13.06
Nombre total de constituants	65	86	141

Tableau donnant les constituants présents à un pourcentage supérieur à 0.5 % pour au moins une des trois huiles essentielles analysées, ainsi que le nombre total de constituants pour chaque HE.

5.2.1 Les terpènes, la principale famille chimique des HE de conifères

Les principaux constituants des HE de mélèze et d'arolle font partie de la famille chimique des **terpènes**, il est donc indispensable d'en faire un bref résumé ⁸⁹.

Les terpènes sont les molécules les plus courantes que l'on trouve dans les HE, ils sont composés d'arrangements **d'hémiterpènes** (ou isoprène, C₅H₈) qui sont les briques de base des composants des HE. Ces molécules ont souvent été considérées comme de simples molécules de remplissage. A tort, car elles possèdent un grand nombre de propriétés médicinales intéressantes, certaines recherches leur attribuent même des propriétés antitumorales. Les terpènes sont composés principalement de **carbone et d'hydrogène** et sont séparés en trois sous-groupes :

- Les **monoterpènes** à dix carbones C₁₀ (pinènes, carènes, limonène...),
- les **sesquiterpènes** C₁₅ (β-caryophyllène, α-humulène, farnesènes...),
- les **diterpènes** C₂₀, sont beaucoup plus rares.

Les propriétés générales des **monoterpènes** sont :

- | | |
|---------------------------------|---|
| - tonique et stimulant général, | - antalgique, |
| - immunostimulant, | - stimulant des cortico-surrénales, |
| - lymphotonique, | - anti-infectieux (surtout en diffusion atmosphérique). |
| - anti-dépresseur, | |
| - mucolytique léger, | |

Les propriétés générales des **sesquiterpènes** sont :

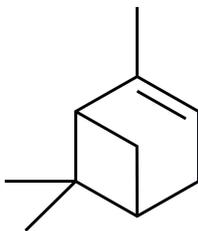
- | | |
|---|---|
| - antiallergique, | - stimulant du foie, de la rate et du pancréas, |
| - anti-inflammatoire puissant dû à plusieurs sesquiterpènes polyinsaturés comme le germacrène, le pubérolène... | - calmant, |
| | - hypotenseur, |
| - antalgique, | - spasmolytique, |
| | - immunostimulant. |

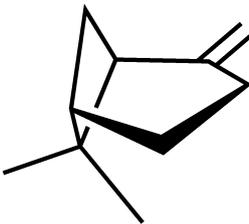
D'un point de vue de leur toxicité, il faut relever les points suivants :

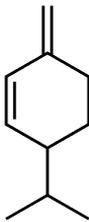
- En usage externe, les terpènes peuvent occasionner des réactions cutanées (rougeurs, irritations...). Il est possible d'atténuer ces effets indésirables en les diluant dans une huile végétale.
- Les HE de térébenthines présentent une certaine néphrotoxicité.
- Les personnes allergiques devront être particulièrement prudentes.

⁸⁹ Les informations ci-dessous sont tirées de [16] l'aromathérapie exactement, p 237 et du cours « Un peu de chimie appliquée pour l'emploi des HE » de Marc Ivo Böhning.

5.2.2 Propriétés des principaux composants de l'HE d'arolle et de mélèze

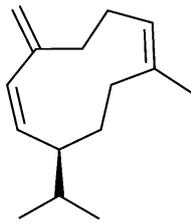
α-PINENE	
Famille chimique : monoterpène bicyclique	
Formule brute : $C_{10}H_{16}$	
Masse molaire : 136.2 g/mol	
Propriétés ⁹⁰ : antiseptique, contre l'hypersécrétion bronchique	

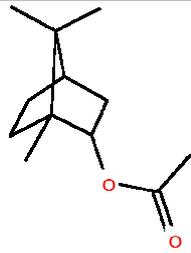
β-PINENE	
Famille chimique : monoterpène bicyclique	
Formule brute : $C_{10}H_{16}$ (isomère de l' α -pinène)	
Masse molaire : 136.2 g/mol	
Propriétés ⁹⁰ : antiseptique	

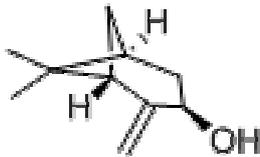
β-PHELLANDRENE	
Famille chimique : monoterpène monocyclique	
Formule brute : $C_{10}H_{16}$	
Masse molaire : 136.2 g/mol	
Propriétés ⁹⁰ : odeur de menthe poivrée légèrement citronnée	

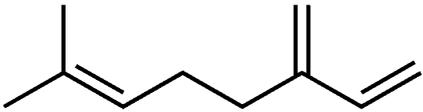
Δ^3-CARENE	
Famille chimique : monoterpène bicyclique	
Formule brute : $C_{10}H_{16}$	
Masse molaire : 136.2 g/mol	
Propriétés ⁹⁰ : composant principal des térébenthines, utilisé pour synthétiser le menthol	

⁹⁰ Informations sur les propriétés des molécules tirées des articles respectifs de wikipédia.

GERMACRENE D	
Famille chimique : sesquiterpène	
Formule brute : C ₁₅ H ₂₄	
Masse molaire : 204.3 g/mol	
Propriétés ⁹⁰ : anti-microbien et insecticide, joue aussi un rôle dans les phéromones des insectes. Anti-inflammatoire.	

ACETATE DE BORNYLE	
Famille chimique : monoterpène acyclique	
Formule brute : C ₁₂ H ₂₀ O ₂	
Masse molaire : 196.2 g/mol	
Propriétés ⁹⁰ : propriétés légèrement sédatives, odeur typique et fraîche de résineux.	

Trans-PINOCARVEOL	
Famille chimique : alcool terpénoïde	
Formule brute : C ₁₀ H ₁₆ O	
Masse molaire : 152.2 g/mol	
Propriétés ⁹⁰ : prévient les cancers du sein.	

β-MYRCENE	
Famille chimique : monoterpène	
Formule brute : C ₁₀ H ₁₆	
Masse molaire : 136.2 g/mol	
Propriétés ⁹⁰ : odeur plaisante, molécule utilisée comme précurseur dans la chimie de synthèse.	

LIMONENE	
Famille chimique : monoterpène monocyclique	
Formule brute : C ₁₀ H ₁₆	
Masse molaire : 136.2 g/mol	
Propriétés ⁹⁰ : antiseptique et antitumoral. Utilisé dans les insecticides naturels. Molécule chirale : le D-limonène a une odeur d'orange et de citron, le L-limonène a une odeur de pin et de térébenthine. La nature produit plutôt du D-limonène.	

En décortiquant les molécules composant l'HE de **mélèze**, nous retrouvons effectivement les principales propriétés déjà connues de son HE, à savoir antiseptique pulmonaire, fluidifiant des sécrétions bronchiques, anti-inflammatoire, stimulant tout en relaxant...

On retrouve un **grand nombre de molécules identiques dans les HE d'arolle et de mélèze**, celles-ci se trouvent certes dans des proportions différentes mais peuvent déjà nous aiguiller sur les propriétés générales de l'HE d'arolle. Elle semble être également un bon antiseptique pulmonaire. Les molécules de limonène et de germacrene D semblent expliquer, en partie, ses propriétés insectifuges. Sa composition générale est moins complexe que celle du mélèze (86 composants contre 141) mais cette HE semble cependant très prometteuse et il reste encore beaucoup à découvrir.

6 Conclusion et perspectives

Les conifères sont très présents dans nos régions alpines. On dispose de nombreuses espèces différentes de conifères, notamment de mélèzes, dans de bonnes proportions, et d'arolle, dans une moindre mesure.

Le bois qui en découle, est une matière première qui est bien exploitée, cependant les autres matières premières découlant de la coupe de ces arbres, comme les aiguilles, la résine, les branches ne le sont que rarement et sont en général considéré comme des déchets. Ce mémoire démontre que l'hydrodistillation, procédé relativement simple et flexible, permet de tirer parti des rameaux de conifères et d'en extraire des huiles essentielles.

Cette expérience nous montre qu'il est ainsi tout à fait possible d'obtenir des huiles essentielles de nos plantes alpines et d'encore mieux valoriser les ressources naturelles locales.

L'HE de mélèze a des propriétés connues fort intéressantes. L'arolle semble prometteur de par son rendement important en HE et la forte teneur de celle-ci en monoterpènes.

De plus, la qualité des huiles essentielles alpines est incontestable de part situation géographique et climatique ainsi que leur environnement préservé des diverses pollutions.

Cette expérience s'est avérée concluante. Il reste encore des recherches et des expériences supplémentaires à mener afin de pouvoir produire des quantités suffisantes pour pouvoir commercialiser des huiles essentielles de conifères des Alpes suisses.

Ce travail de mémoire m'a permis de poser les bases d'un projet professionnel dont je poursuis la réalisation et qui, j'espère, devrait voir le jour prochainement.

Références bibliographiques :

- [1] Jacques Brosse, Larousse des Arbres, Dictionnaire des arbres et arbustes, Larousse, édition 2005.
- [2] Marie-Luce Hubert et Jean-Louis Klein, Connaître les Arbres, S.A.E.P., 1991.
- [3] B. Ticli et A.B : Frigerio, Encyclopédie des Arbres de France et d'Europe, Editions de Vecchi S.A., 1995.
- [4] http://fr.wikipedia.org/wiki/Respiration_cellulaire
- [5] Ecole de Plantes Médicinales L'Alchémille, Cours de Botanique, 1ère année, Cours 2.
- [6] Ecole de Plantes Médicinales L'Alchémille, Cours de Botanique, Les Arbres, 2ème année.
- [7] La Garance Voyageuse, Revue du monde végétal N°58, Eté 2002
- [8] La Salamandre, Revue naturelle N°141 Spécial mi llénaire, Editions Naturelles Sàrl, Décembre 2000 et Janvier 2001
- [9] Elisabeth & Jérôme Jullien, Guide écologique des arbres, Editions Sang de la Terre, 2009
- [10] Philippe Werner, Connaître la Nature en Valais, La Flore, Editions Pillet, 1988
- [11] Jean-Pierre Jaubert, Le Mélèze, PEMF, 1992.
- [12] Sabine Brüscheweiler, Plantes et Savoirs des Alpes, L'exemple du val d'Anniviers, Editions Monographic SA, 1999
- [13] Phytothérapie, de la recherche à la pratique, Volume 7, N°1, Springer, Février 2009
- [14] Willi Schaffner, Barbara Häfelfinger, Beat Ernst, Compendium de Phytothérapie, Arboris-Verlag, 1992
- [15] A. Vogel, Le Petit Docteur, Editions A. Vogel, 1952
- [16] Pierre Franchomme, Daniel Penoël, l'aromathérapie exactement, Roger Jollois, 2001
- [17] Paul Guggenbühl, Nos bois, Editions Delta et Spes, 1983
- [18] O. Bourdin, Régénération particulière L'arole, texte fournit par le Service des forêts de l'Etat du Valais
- [19] Claude Crocq, le pin arole, "le nom de l'arbre", Actes sud, 2000
- [20] Alain Pontoppidan, le mélèze, "le nom de l'arbre", Actes sud, 2002
- [21] Archimex, Conduite d'une production d'Huile Essentielle, Formation du 15 et 16 décembre Paris
- [22] Ecole des Plantes Médicinales L'Alchémille, Cours d'aromathérapie, Biochimie des huiles essentielles Cours N°1,
- [23] Dominique Baudoux, L'aromathérapie Se soigner par les huiles essentielles, Editions Amyris, 2002
- [24] Ecole des Plantes Médicinales L'Alchémille, Cours de cueillette des plantes sauvages
- [25] Bernard Fischesser, Connaître les arbres, Nathan, 1995
- [26] La Salamandre, Revue naturelle N°132, Editions Naturelles Sàrl, Juillet 1999
- [27] Brigitte Proust, Petite géométrie des parfums, Editions du Seuil, 2006
- [28] Philippe Riou-Nivert, Les résineux , Tome 1 : Connaissance et reconnaissance, 2^{ème} édition, Institut pour le développement forestier, 1996
- [29] Marc Ivo Böhning, Aromathérapie énergétique, Les huiles essentielles et les chakras, Editions à la Carte, Octobre 2005
- [30] Pierre Leutaghi, Le Livre des Arbres, Arbustes et Arbrisseau, Actes Sud, 2004