

### 1.1 DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE



Figure 1 : *Pinus banksiana* Lambert

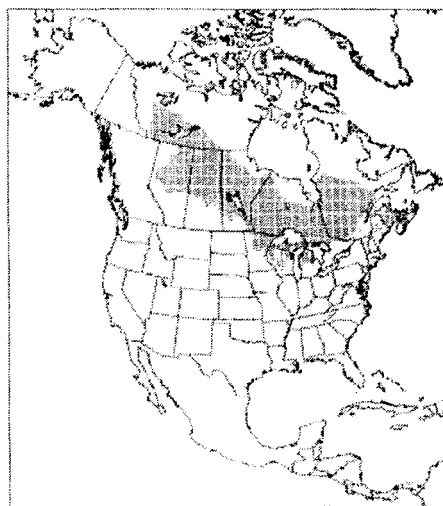
Le pin gris est un conifère de la famille des pinacées. Sa forme et sa hauteur dépendent de son habitat, en particulier de la composition du sol. Dans un sol sablonneux et riche, sa hauteur peut atteindre 20 mètres et le diamètre de son tronc presque 60 centimètres. Cependant, les individus mesurent de 12 à 18 mètres et ont un diamètre variant entre 20 et 30 centimètres [Hosie, 1979]. Le pin gris est une espèce adaptée au feu. En effet ses cônes éclatent à la grande chaleur d'un incendie et dispersent leurs graines capables de germer en moins de 10 jours [Marie-Victorin, 1995].

### 1.2 HABITAT ET DISTRIBUTION

À l'échelle du Canada, le pin gris présente une vaste distribution. De l'Île du Cap Breton en Nouvelle-Écosse jusqu'à la rivière Mackenzie dans les Territoire du Nord-Ouest, les

peuplements mixtes ou purs de pin gris s'étendent sur de vastes étendues du territoire canadien [Rudolph, 1990].

Le pin gris est un arbre essentiellement boréal qui pénètre très loin au nord, presque à la limite des arbres dans la péninsule labradorienne. Le sol du Saguenay-Lac-Saint-Jean est un endroit propice à la prolifération des peuplements de pin gris. Les sols composés d'alluvions et de sable lui conviennent. Il est absent dans les régions calcaires et argileuses. Le pin gris manifeste une préférence pour les terrains siliceux brûlés. On le retrouve en grande quantité dans la région de l'Abitibi et dans les zones siliceuses de Kamouraska [Marie-Victorin; 1995].

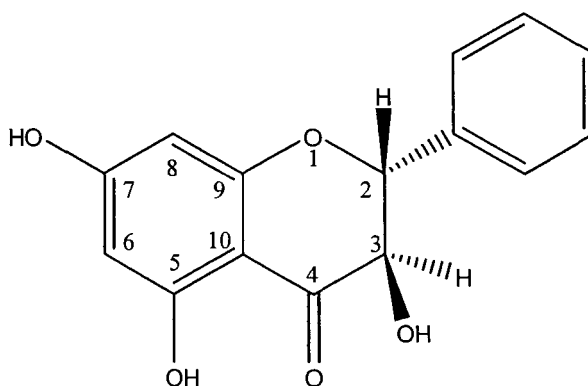


**Figure 2 :** Distribution du *Pinus banksiana* Lamb. [Thompson, 1999]

### **1.3 UTILISATION PAR L'INDUSTRIE FORESTIÈRE**

Le pin gris représente 10 % du volume des résineux coupés par l'industrie forestière. Il sert de bois de charpente, de traverses de chemin de fer, de poteaux et est utilisé plus

marginale par la fabrication du papier. Depuis quelques années, l'industrie forestière québécoise replante jusqu'à 31,6 millions de plants de pin gris par année, ce qui représente environ 20 % de son effort de reboisement. Depuis 25 ans, 450 millions de plants ont été mis en terre. L'un des freins à l'utilisation plus importante du pin gris par l'industrie des pâtes et papier tient à la présence de pinobanksine (Figure 3) un composé dans le bois qui entraîne une coloration jaunâtre du papier [Chapman, 1974; Law, 1994].



**Figure 3 :** Structure moléculaire de la pinobanksine

#### 1.4 COMPOSITIONS CHIMIQUES CONNUES DES PARTIES DE *PINUS BANKSIANA*

Les premières publications touchant la composition chimique du pin gris ont paru dans les années 1930. On trouvera au tableau 1 une synthèse des principales molécules isolées dans les différentes parties de *Pinus banksiana* de 1930 à nos jours.

#### 1.4.1 La résine

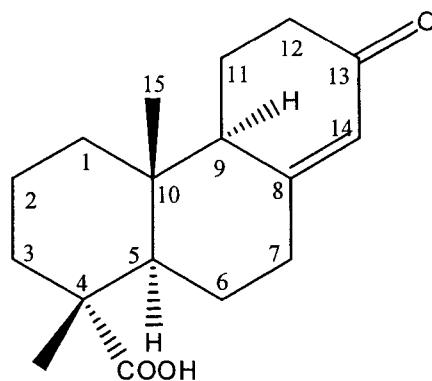
Les premières molécules isolées de la résine du pin gris furent des acides résiniques, des acides gras et des stérols (tableau 1). La résine contient aussi une certaine quantité de monoterpènes volatils [Hippert, 1931].

#### 1.4.2 L'écorce

Les travaux sur l'écorce ont conduit à l'identification d'un bon nombre de terpènes. Cette partie de l'arbre semble très riche en diterpènes, surtout en acides résiniques (tableau 1).

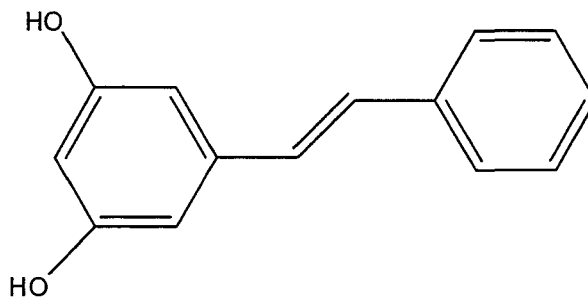
#### 1.4.3 Les aiguilles

Depuis une trentaine d'années, des chercheurs canadiens tentent de comprendre pourquoi *Neodiprion rufifrons* et *Neodiprion swainei* se nourrissent presque exclusivement d'aiguilles matures plutôt que des aiguilles issues de l'année. Ces chercheurs ont postulé que les compositions chimiques des « vieilles » aiguilles et des aiguilles d'un an étaient différentes. C'est ainsi qu'ils ont constaté des variations dans la composition en acides résiniques des aiguilles. Par différents tests biologiques, ils ont identifié l'acide 13-keto-8(14)podocarpène-18-oïque (figure 4) comme étant la molécule responsable de ce choix par les insectes [Ikeda, 1977]. Des acides phénoliques ainsi que des acides résiniques ont aussi été isolés à partir des aiguilles (voir tableau 1).



**Figure 4 :** Structure moléculaire de l'acide 13-keto-8(14)podocarpene-18-oïque

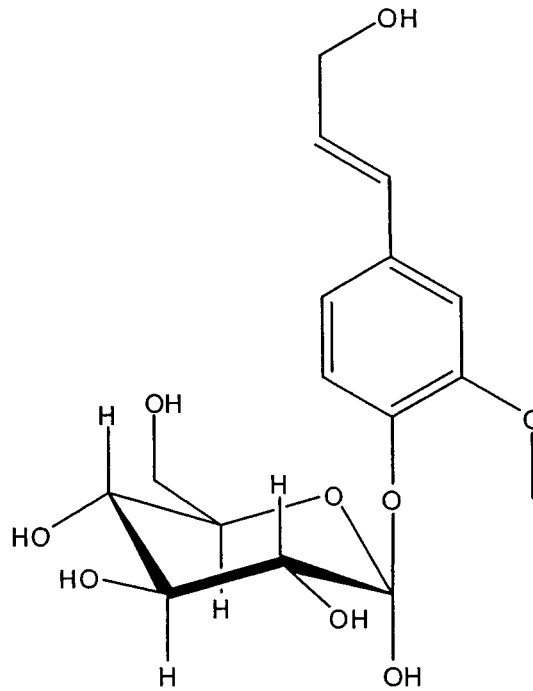
#### 1.4.4 Le bois



**Figure 5 :** Structure moléculaire de la pinosylvine

Les premiers polyphénols ont été isolés en 1943 par Erdtman. En 1951, l'équipe de Lindstedt confirma la présence de trois polyphénols et isola à son tour un stilbène bien connu, la pinosylvine (Figure 5). En 1963, des progrès majeurs furent réalisés par Rudloff et Sato. L'analyse par chromatographie en phase gazeuse de l'huile essentielle de bois de cœur mit en évidence 17 composés volatils. Onze de ces pics étaient identifiés comme des monoterpènes (voir tableau 1). L'extrait acétonique du bois de pin gris a une composition assez complexe. Trois types de molécules furent isolés : les phénoliques, les acides ainsi que les glycérides. La présence de coniférine-E (Figure 6) et de sucre apparaît aussi au

tableau 1. Des travaux parus en 2004 montrent la relation entre l'activité antibactérienne de l'extrait acétonique du bois et la présence de stilbènes [Lindberg, 2004].



**Figure 6** : Structure moléculaire de la coniférine-E

**Tableau 1** : Molécules identifiées à partir de *Pinus banksiana*, selon la famille, 1930-2007

Famille	Nom	Partie	Référence
Acide gras	acide oléique	Résine	[Hibbert and Phillips 1931]
		Bois	[Rudloff, 1963]
	acide linoléique	Résine	[Hibbert and Phillips 1931]
		Bois	[Rudloff, 1963]
	acide linoléinique	Résine	[Hibbert and Phillips 1931]
	acide lignocérique	Résine	[Buchanan et al, 1959].
	acide linoléinique	Bois	[Rudloff, 1963]
acide palmique	Bois	[Rudloff, 1963]	
acide stéarique	Bois	[Rudloff, 1963]	
Flavanoïde	pinocembrine	Bois	[Erdtman, 1943].
	pinobanksine	Bois	[Erdtman, 1943].
	quercetin	Écorce	[Rowe, 1971]
	6-methylquercetine	Écorce	[Rowe, 1971]
	6-methylmyricetin	Écorce	[Rowe, 1971]
	dihydroquercetine	Écorce	[Rowe, 1971]
	dihydromyricetin	Écorce	[Rowe, 1971]
	catechol	Écorce	[Rowe, 1971]
vanillin	Écorce	[Rowe, 1971]	
Phénylpropane	coniferine-E	Bois	[Savidge, 1989]
	acide ferrulique	Écorce	[Bower, 1969]
Stilbène	monométhyle éther de pinosylvine	Bois	[Erdtman, 1943].
		Écorce	[Bower, 1966]
	pinosylvine	Bois	[Lindstedt, 1951]
	cis-monométhyléther de pinosylvine	Écorce	[Rowe, 1969]
trans-monométhyléther de pinosylvine	Écorce	[Rowe, 1969]	
Sucre	arabinose	Bois	[Hattonm, 1993]
	xylose	Bois	[Hattonm, 1993]
	mannose	Bois	[Hattonm, 1993]
	galactose	Bois	[Hattonm, 1993]
	glucose	Bois	[Hattonm, 1993]
Autres métabolites	acide malique	Aiguille	[Sarkar, 1979]
	acide quinique	Aiguille	[Sarkar, 1979]
	acide shikimique	Aiguille	[Sarkar, 1979]
	acide syringique	Aiguille	[Sarkar, 1979]
	acide benzoïque	Bois	[Rudloff, 1963]
	glycérol	Bois	[Rudloff, 1963]
	vanillin	Écorce	[Rowe, 1971]

Famille	Nom	Partie	Référence
Monoterpène	$\alpha$ -pinène	Résine	[Hibbert and Phillips 1931]
		Bois	[Rudloff, 1963]
	L- $\beta$ -pinène	Résine	[Haagen-Smit et al, 1950]
		Bois	[Rudloff, 1963]
	camphène	Bois	[Rudloff, 1963]
	myrcène	Bois	[Rudloff, 1963]
	limonène	Bois	[Rudloff, 1963]
	$\beta$ -phellandrène	Bois	[Rudloff, 1963]
	$\gamma$ -terpinène	Bois	[Rudloff, 1963]
	cis-p-Menthan-8-ol	Bois	[Rudloff, 1963]
$\alpha$ -terpinol	Bois	[Rudloff, 1963]	
Diterpène	agathadiol	Écorce	[Bower, 1966]
	torulosol	Écorce	[Bower, 1966]
	13-épitrorulosol	Écorce	[Bower, 1966]
	oxyde de manoyl	Écorce	[Bower, 1966]
		Bois	[Pichette, 1998]
	(+)-13-epimanoyl oxide	Écorce	[Bower, 1966]
	(-)-13-epimanoyl oxide	Écorce	[Bower, 1966]
	dehydroabietol	Écorce	[Bower, 1969]
	18-norabieta-8,11,13-trien-4-ol	Écorce	[Rowe, 1971]
	19-norabieta-8,11,13-trien-4-ol	Écorce	[Rowe, 1971]
	pimaradiène	Écorce	[Rowe, 1971]
	isopimaradiène	Écorce	[Rowe, 1971]
	$\delta$ -cadinène	Écorce	[Rowe, 1971]
	dehydrojuvabione	Bois	[Pichette, 1998]
	manool	Bois	[Pichette, 1998]
	Z-abienol	Bois	[Pichette, 1998]
	isoabienol	Bois	[Pichette, 1998]
	néoabienol	Bois	[Pichette, 1998]
pimaral	Bois	[Pichette, 1998]	
7-ketodehydroabietol	Écorce	[Bower, 1969]	
Acide résinique	acide abiétique	Résine	[Hibbert and Phillips 1931]
		Bois	[Rudloff, 1963]
		Aiguille	[Beth, 1984]
	acide pimarique	Résine	[Hibbert and Phillips 1931]
		Bois	[Rudloff, 1963]
	acide sandaracopimarique	Bois	[Rudloff, 1963]
		Aiguille	[Ikeda, 1977]
	acide isopimarique	Bois	[Rudloff, 1963]
		Aiguille	[Beth, 1984]
	acide déhydroabiétique	Bois	[Rudloff, 1963]
		Écorce	[Bower, 1969]
		Aiguille	[Ikeda, 1977]
	acide 7-ketodehydroabietique	Écorce	[Bower, 1969]
acide néoabiétique	Bois	[Rudloff, 1963]	
	Aiguille	[Ikeda, 1977]	
acide 13-keto-8(14)podocarpin-18-ol	Aiguille	[Ikeda, 1977]	
acide levopimarique	Aiguille	[Ikeda, 1977]	
acide palustrique	Aiguille	[Ikeda, 1977]	
Stérol	phytostérol	Résine	[Hibbert and Phillips 1931]
		Écorce	[Bower, 1966]
	campesterol	Écorce	[Bower, 1966]
	dihydrocampesterol	Écorce	[Bower, 1966]
	$\beta$ -sitosterol	Bois	[Rudloff, 1963]
	$\Delta^4$ -stigmastèn-3-one	Écorce	[Bower, 1966]
$\Delta^4$ -campesten-3-one	Écorce	[Bower, 1966]	
Triterpène	serratènediol	Écorce	[Bower, 1966]
	episerratènediol	Écorce	[Bower, 1966]
	diepiserratènediol	Écorce	[Bower, 1966]
	episerratènediol-21 monométhyl éther	Écorce	[Bower, 1966]