

ANNEXE 1

Revue de littérature sur l'autécologie des principales espèces de compétition
d'importance pour la régénération forestière au Québec.
(document de 46 pages – présent sur le CD)

Une importante revue de littérature a été réalisée en 1995 par R. Jobidon (Jobidon 1995), qui dresse le portrait de l'autécologie des principales espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec. Des extraits présentés entre guillemets et en retrait dans les sections suivantes proviennent de cette revue de littérature. Les passages écrits en gras représentent les points saillants de la revue de littérature.

Notons que l'érable de Pennsylvanie n'est pas traité dans la revue de littérature de R. Jobidon. Les informations présentées dans les tableaux synthèse proviennent de Burns et Honkala (1990).

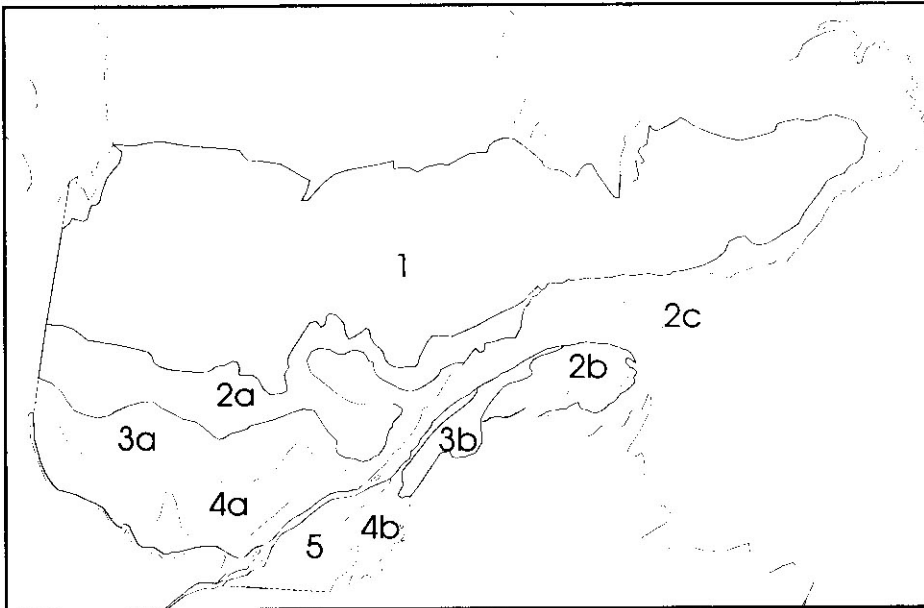
a) **Bouleau blanc**

« 1. Habitat

« **DISTRIBUTION.** Espèce boréale nord-américaine. Depuis l'Alaska jusqu'au Labrador et à Terre-Neuve et vers le sud, jusqu'en Pennsylvanie et en Idaho. Au Québec, l'aire du bouleau à papier s'étend jusqu'au 6e degré de latitude. La présence du bouleau à papier est susceptible d'être problématique dans les régions d'aménagement forestier 1, 2, 3 et 4. » **(Figure X)** (Jobidon 1995).

Figure 1 : Délimitation et définition des grandes régions d'aménagement forestier au Québec

LES GRANDES RÉGIONS D'AMÉNAGEMENT FORESTIER



RÉGIONS D'AMÉNAGEMENT FORESTIER

- 1 Abitibi-Nord, Mistassini, Manicouagan
- 2a Abitibi-Centre, Hautes-Laurentides, Côte-Nord
- 2b Gaspésie-Intérieure
- 2c Île-d'Anticosti
- 3a Abitibi-Sud, Basses-Laurentides, Saguenay-Lac-Saint-Jean
- 3b Bas-Saint-Laurent, Gaspésie-Côtière
- 4a Témiscamingue, Basses-Laurentides, Mauricie
- 4b Estrie, Beauce
- 5 Bas-Outaouais, Basses-Terres-du-Saint-Laurent

DOMAINES BIOCLIMATIQUES

Forêt coniférienne	1	Pessière à épinette noire
	2a,b	Sapinière à épinette noire Sapinière à bouleau blanc
	2c	Pessière à épinette blanche et sapin
Forêt mixte	3a,b	Bétulaie à bouleau jaune et sapin Sapinière à bouleau jaune
	4a,b	Érablière à érable à sucre et bouleau jaune
Forêt feuillue	5	Érablière à érable à sucre et tilleul ou caryer

Le territoire d'étude est localisé dans la région 2a (sapinière à épinette noire) et est donc directement concerné par les problèmes d'envahissement du bouleau blanc. En fait, 71 % des relevés réalisés dans la région 2a sont marqués par la présence du bouleau blanc (Jobidon 1995).

« **STATION. Le bouleau à papier se retrouve sur des sols de toutes textures et de toutes positions topographiques,** mais il est des plus prospères sur les sols loameux, profonds, frais et bien drainés. Il croît et se développe bien à diverses températures du sol. La croissance en hauteur varie de bonne à excellente avec des températures du sol variant de 19° C à 31 ° C. La croissance racinaire est optimale à une température du sol de 23° C, alors que la pénétration racinaire augmente avec une augmentation de la température (Heninger et White 1974). **Il croît mieux et plus rapidement sur un sol minéral recouvert d'un humus que sur un loam sableux ou sur du bois en décomposition** (Winget et Kozlowski 1965). Par ailleurs, il croît davantage si des débris de bois sont incorporés au sol minéral, comme source d'éléments nutritifs et pour la rétention d'eau (Perala et Alm 1990). Il se développe de préférence sur des stations dont le pH est supérieur à 5,0. **Il se rencontre le plus fréquemment sur des dépôts glaciaires.** De manière générale, **le drainage varie de bon à imparfait.** Il est principalement associé à des stations où un humus de type mor se développe dans les régions 1 et 2.

« Pour les régions où l'espèce est le plus susceptible de compromettre l'établissement de la régénération, le bouleau est principalement associé à une origine de feu et de coupe totale dans la région 2a.

« **EXIGENCES EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS.** Généralement, le bouleau tolère un sol modérément acide, mais se développe aussi sur des sols calcaires (Fowells 1965). Il nécessite une teneur moyenne à élevée en calcium et en magnésium dans le sol. C'est une **espèce exigeante en éléments nutritifs, ce qui peut expliquer sa croissance rapide et sa capacité à dominer une station riche** (Chapin *et al.* 1983). Il est sensible à la disponibilité en phosphate (Chapin *et al.* 1983) et une insuffisance ou un excès d'azote réduisent sa croissance (Bjorkbom 1973a,b).

« Les litières formées par le bouleau ont un pH relativement élevé, une concentration élevée en éléments minéraux et un faible rapport du carbone sur l'azote, ce qui constitue des conditions favorables à la décomposition et à la mise en circuit des éléments nutritifs (Troth *et al.* 1976). En Abitibi, près du lac Duparquet, Paré *et al.* (1993) ont étudié les concentrations en matière organique et en éléments nutritifs dans les dépôts organiques de peuplements issus de feux, suivant une chronoséquence de 231 ans. **Il appert que la présence du bouleau à papier dans les peuplements matures contribue au maintien de taux élevés de minéralisation de l'azote, contrairement à des peuplements purs de conifères qui présentent une plus faible disponibilité en azote. La présence d'une litière d'espèces feuillues, dont celle du bouleau à papier qui possède un faible rapport du carbone sur l'azote, augmente la qualité générale de la litière du parterre forestier et contribue ainsi à maintenir une disponibilité élevée en azote** (Paré *et al.* 1993).

« **EXIGENCES EN EAU. Le bouleau à papier croît plus fréquemment sur les sols frais ou secs.** À l'intérieur de son aire de distribution, **il tolère des variations relativement marquées du régime annuel de précipitations.** En Alaska, par exemple, il se retrouve sur des stations dont la précipitation annuelle moyenne est de 300 mm, alors que dans l'Est, il se trouve associé à des stations recevant jusqu'à 1520 mm (Safford *et al.* 1990). **Sa meilleure croissance se situe sur des sols très bien drainés** (Haeussler et Coates 1986). On l'observe moins souvent sur un sol humide (Fowells 1965). En fait, **le bouleau est une espèce sensible à la fois à la sécheresse ou à un excès d'eau dans le sol,** en plus d'être un consommateur inefficace de l'eau. La faible profondeur d'enracinement atteinte par un individu adulte (soit en moyenne 0,5 m (Pomerleau et Lortie 1962)) peut aussi expliquer sa sensibilité à un assèchement du sol. Des semis de bouleau à papier âgés de 150 et de 230 jours ont réagi à une inondation induite par une diminution significative du rapport racine sur tige, résultat d'une inhibition de la croissance, de la dégradation des racines et de la chute des feuilles (Tang et Kozlowski 1983).

« **EXIGENCES EN LUMIÈRE. Le bouleau à papier est intolérant à l'ombre** (Fowells 1965). Dans la forêt du nord, il se mêle naturellement au tremble et aux conifères. **Il doit s'élever au-dessus des autres sous peine de disparaître** (Marie-Victorin 1964).

« **Un jeune semis de bouleau n'exige pas une pleine lumière solaire pour croître, contrairement à un individu plus âgé**, quoique Marquis *et al.* (1964) aient noté que de jeunes (un an) semis de bouleau blanc se développent mieux sur des stations ensoleillées qu'ombragées. Logan (1965) a démontré que **le bouleau à papier croît au mieux à 45 % de pleine lumière solaire**. La croissance racinaire est proportionnelle à l'intensité lumineuse. Une augmentation de l'ombrage a pour effet d'allouer plus de produits courants de la photosynthèse aux tiges, aux dépens des racines, entraînant une diminution du rapport racine sur tige (Logan 1965). La croissance du bouleau est favorisée par des jours longs et est discontinuée par des jours courts (Powell 1976).

« Pour le Minnesota, Bakuzis et Hansen (1959) ont classé les exigences relatives du bouleau à papier suivant une échelle de un (exigence la plus faible) à cinq (exigence la plus élevée). Les valeurs obtenues pour l'eau, les éléments nutritifs, la chaleur et la lumière sont respectivement de 2.9, 2.1, 1.7 et 5.0.

« 2. Caractéristiques physiologiques, morphologiques ou phénologiques

« **REPRODUCTION SEXUÉE**. Le bouleau à papier produit des semences dès l'âge de 15 ans et atteint son rendement maximum à l'âge de 40 à 70 ans. **Les graines ont une durée de vie estimée entre deux et cinq ans, quoiqu'elles puissent demeurer viables dans le sol durant de nombreuses années**. Graber et Thompson (1978) ont démontré que des graines de bouleau blanc enfouies dans l'humus de peuplements âgés de 95 ans et de plus de 200 ans (ne contenant pas de bouleau blanc) ont conservé une capacité germinative. Archibold (1979) souligne également que des semences ont conservé leur viabilité dans des sols, même après le passage d'un feu. Par ailleurs, il semble y avoir une relation directe entre l'occurrence d'une bonne année semencière et la capacité germinative (Bjorkbom *et al.* 1965). À l'inverse, Moore et Wein (1977) n'ont pas trouvé de semences viables de bouleaux (*Betula* sp.) enfouies dans les couches organiques de peuplements. La viabilité du pollen est de courte durée, même à une température de 2 à 5° C (Alam et Grant 1971). En conditions d'entreposage, la germination des graines augmente jusqu'à la quatrième année, pour ensuite décroître jusqu'à la douzième où, après ce temps, de nombreux lots ne possèdent plus de semences viables (Clausen 1975).

« **Les meilleures années semencières chez le bouleau ont une fréquence de retour**, quoique variable, **de deux à trois ans** (Bjorkbom *et al.* 1965, Godman et Mattson 1976). La production moyenne annuelle de semences est de l'ordre de 250 graines déposées par mètre carré. Toutefois, Bjorkbom *et al.* (1965) notent que lors d'excellentes années semencières, la production de semences peut varier de 17 à 36 millions de graines à l'acre (1 acre = 4 047 m², ce qui représente de 4 200 à 8 900 graines/m²), bien que des valeurs encore supérieures aient été enregistrées (Perafa et Alm 1990). **Les graines sont dispersées au cours des mois d'automne à des distances relativement faibles du point d'émission**. Alors que Vézina et Roberge (1981) notent une **distance de propagation de 200 m**, Bjorkbom (1971) estime que **10 % des semences atteignent une distance de propagation de 50 m**, et Perala et Alm (1990) précisent que **seulement 4 % des semences atteignent une distance variant de 50 à 90 m**.

« La germination des graines a lieu après la fonte des neiges, le printemps suivant la dispersion, ou encore au cours de l'été après des pluies importantes. **La germination est optimale avec un ombrage partiel, une grande disponibilité en eau et des températures modérées** (Clautice *et al.* 1979, Marquis 1966). **Les graines germent mieux sur un sol minéral ou un sol minéral où la matière organique est incorporée, que sur un humus; une litière fraîche ne constitue pas un bon lit de**

germination (Marquis *et al.* 1964, Perala et Alm 1990). Dans des conditions contrôlées, les graines germent facilement à la lumière, à une température de 20 à 25°C et sans traitement préalable, qui sera toutefois nécessaire à des températures inférieures (5 à 10°C). Dans des conditions naturelles, la survie du semis dépend des mêmes exigences que la germination, quoique sa croissance soit optimale sur un humus, là où la disponibilité en éléments nutritifs est plus grande.

« **REPRODUCTION VÉGÉTATIVE. Le bouleau blanc peut produire de nombreux rejets de souches à partir de bourgeons dormants situés à la base de la tige. Ces rejets émergent après une coupe ou un feu. Le bouleau blanc perd progressivement sa capacité à produire des rejets, à compter de l'âge de 40 à 60 ans** (Perala et Alm 1990). Cinq ans après un brûlage d'un parterre de coupe, Perala (1974) a dénombré en moyenne dix rejets de bouleau par souche, dont la hauteur moyenne des rejets dominants était de trois mètres. Le nombre de rejets produits augmente avec le diamètre de la tige-mère jusqu'à une classe de diamètre intermédiaire. Dix saisons de croissance après une coupe, Bjorkbom (1972) a dénombré en moyenne 5,7 rejets de bouleau à papier par souche, où les plus hauts rejets mesuraient en moyenne 3,9 m. Un an après la coupe de tiges de bouleau blanc âgées d'environ 12 ans dans la région de Pohénégamook au Québec, nous avons dénombré 7,5 rejets par souche dont la hauteur moyenne était de 36,0 cm.

« **CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT.** Parvenu à maturité, le bouleau blanc est un grand arbre pouvant atteindre 30 m de hauteur et un diamètre de plus d'un mètre. **Sa longévité maximale est de 100 à 140 ans et il est à maturité entre 60 et 90 ans** (Safford 1983). Le semis croît la première année de 7 à 10 cm (Fowells 1965), mais peut exceptionnellement atteindre 40 cm (Marquis 1966). **Après trois ans, la hauteur du semis peut atteindre 70 cm** (Fowells 1965), quoique des valeurs inférieures aient été enregistrées (32 cm après trois ans) par Grant et Thompson (1975). **La croissance des rejets de souche est beaucoup plus importante que celle des semis, atteignant 60 cm la première année et 1,5 m à l'âge de trois ans** (Haeussler et Coates 1986).

« Au cours d'une étude portant sur la régénération naturelle après une coupe dans le nord-est de l'Ontario, Brumelis et Carleton (1988) mentionnent que les plus fortes croissances annuelles en hauteur chez le bouleau à papier sont associées à des stations ayant un faible rapport du carbone sur l'azote (inférieur à 25), alors que la croissance de l'épinette noire est avantagée sur des stations ayant un rapport élevé du carbone sur l'azote. La croissance en hauteur du bouleau à papier se poursuit sur une portion seulement de la période sans gel (contrairement au cerisier de Pennsylvanie qui peut exploiter toute cette période) (Marks 1975). Par ailleurs, une augmentation du CO₂ atmosphérique pourrait avoir un effet significatif positif sur la croissance du bouleau à papier et donc augmenter son potentiel compétitif par rapport à d'autres espèces, le cas échéant (Bazzaz *et al.* 1990).

« 3. Considérations d'aménagement

« **APRÈS UNE COUPE. Le bouleau à papier est susceptible d'occuper une station après une coupe soit à partir de semis soit à partir de rejets de souches; il fait couramment partie du cortège d'espèces de transition, quoiqu'il forme une partie du couvert dominant après plusieurs dizaines d'années** (Hibbs 1983). **Le recrutement du bouleau à papier par des semis est assuré en laissant sur pied des tiges pouvant produire des semences; autrement, la faible distance de dispersion des semences exige la présence d'arbres semenciers à proximité de l'aire de coupe.** À la suite de leurs travaux réalisés au Québec, Déry et Bélanger (1994) soulignent **l'importance de ne pas conserver les tiges de bouleau à papier sur les parterres de coupe pour ainsi réduire le recrutement par semis.** Selon ces auteurs, une telle approche devrait être mise en application suivant une échelle relativement importante pour ainsi considérer une dispersion accrue des semences à la surface d'un couvert de neige. Dans le New Hampshire, Leak (1988) a trouvé une plus grande abondance de bouleau à papier en régénération après une coupe totale d'un couvert feuillu, qu'après une coupe à diamètre limité ou des coupes sélectives. Un an après la coupe d'un peuplement feuillu

dans le Maine, White (1991) souligne que le recrutement du bouleau à papier s'est réalisé principalement par la germination de semences. Par contre, Scheiner *et al.* (1988) rapportent qu'après une coupe et le brûlage des déchets, le recrutement du bouleau à papier s'est effectué par voie végétative et par semis.

« **Un débardage par arbres entiers produit une certaine scarification du sol favorable à la germination et à la croissance du bouleau** (Safford 1983).

« Une étude comparative de la végétation ligneuse de 131 peuplements issus de coupes à blanc de pessières à épinette noire et de 250 peuplements régénérés à la suite de feux naturels a été réalisée en Ontario par Carleton et MacLellan (1994). Il appert de façon évidente que le type et l'intensité des perturbations en forêt boréale déterminent des patrons de rétablissement différents. Ainsi, **le bouleau est plus fréquent et abondant dans les peuplements issus de coupes dominés par le tremble, suivi des peuplements dominés par le sapin baumier et issus de coupes anciennes ou des plus vieux feux.**

« **PRÉPARATION DU TERRAIN. Une scarification où la couche organique de surface est incorporée au sol minéral est hautement bénéfique à la germination de graines de bouleau à papier et à sa croissance**, au même titre qu'un brûlage des déchets de coupe (Bjorkbom 1972). Perala et Alm (1989) notent qu'après la dispersion des semences, une préparation du terrain permet d'incorporer la matière organique au sol minéral; facilite un léger enfouissement des semences de bouleau à une profondeur idéale pour la germination; maîtrise la végétation de transition, en ayant pour résultat de créer des conditions favorables à son établissement.

« Bjorkbom (1972) mentionne que dix saisons de croissance après la coupe, le nombre moyen de tiges de bouleau à papier (provenant de semis) et la hauteur moyenne atteignent respectivement 4 800 tiges à l'acre (1 acre = 4 047 m²) et 2,2 m après un brûlage, comparativement à 3 300 tiges à l'acre et 1,5 m après un scarifiage par disques. Une situation inverse prévalait au cours des premières années après le traitement. Au terme de la période d'étude (10 ans), l'auteur a dénombré en moyenne 2 000 tiges à l'acre de 2,2 m de hauteur sur les stations coupées seulement, ce qui indique que des **préparations du terrain avantagent la venue de cette espèce en créant des conditions favorables à la germination et à la croissance du semis.** À la suite d'une perturbation (coupe, préparation du terrain), il a été démontré, en Alaska, que la majorité (88 % des semis présents, cinq ans après la coupe et la préparation du terrain) du recrutement a lieu la première année, ce qui indique que **ce recrutement se fait à partir des semences dispersées l'automne ou l'hiver précédant la coupe** (Safford *et al.* 1990).

« Marquis *et al.* (1964) soulignent que des conditions idéales à la germination du bouleau à papier (soit un sol minéral et un micro-site ombragé) ne sont pas les mêmes pour sa croissance (soit une couche organique très peu perturbée et beaucoup de lumière).

« Une **préparation du terrain conduit généralement à réduire le nombre de rejets.** Par exemple, Bjorkbom (1972) a dénombré 121 rejets à l'acre (1 acre = 4047 m²) après une coupe d'hiver, 27 sur les parcelles brûlées et 13 sur les parcelles préparées par disques.

« Densmore et Page (1992) ont étudié la venue d'une régénération naturelle de bouleau à papier en relation avec la qualité du substrat et la végétation de compétition, après une scarification. Ils notent que le bouleau à papier ne s'établit pas sur des couches organiques de plus de deux centimètres d'épaisseur. La croissance du bouleau est optimale sur la lisière de la partie scarifiée ou sur l'horizon A du sol, et médiocre sur l'horizon B. Les graminées et herbacées entravent sérieusement l'établissement du bouleau à papier (Densmore et Page 1992). **Aucune préparation du terrain, qu'elle soit mécanique ou chimique, ne restreint la croissance du bouleau à papier** (Ohmann 1982). Un an après diverses préparations mécaniques du terrain, Jobidon (1990) n'a relevé la présence du bouleau à

papier qu'après le passage d'une pelle en V.

« **DÉGAGEMENT MANUEL. Après un dégage­ment manuel, il se régénère rapidement par rejets de souche** (Fowells 1965). Deux ans après la coupe du bouleau à papier au Québec, dans le cadre d'une étude portant sur le dégage­ment mécanique d'une régénération forestière, le FRDF (1988) rapporte que les mois de juillet et d'août occasionnent les plus forts taux de mortalité des rejets, suivis des mois de juin et de septembre. La croissance en hauteur des rejets est également la plus faible lorsque les tiges-mères ont été coupées en juillet et en août. La hauteur de coupe des tiges-mères peut également influencer le taux de mortalité subséquent des rejets. À cet égard, le FRDF (1988) rapporte des taux de mortalité, deux ans après la coupe, de 65, 82, 67 et 27 % pour des hauteurs de coupe de 0 (niveau du sol), 15, 45 et 75 cm, respectivement. Toutefois, il y a une relation directe entre la hauteur de coupe et le nombre de rejets produits après deux ans. À une hauteur de coupe au niveau du sol (0 cm), 3,1 rejets ont été dénombrés en moyenne, comparativement à 5,0 pour une coupe effectuée à 75 cm. **Plus la hauteur de coupe augmente, plus la hauteur relative des rejets par rapport au sol augmente.**

« **Une coupe manuelle en saison feuillée (juillet à septembre) conduit à une meilleure croissance des conifères, en raison d'un moins fort dynamisme des rejets, comparativement à d'autres périodes de coupe** (Jobidon et Charette 1992).

« **DÉGAGEMENT CHIMIQUE.**

• « **2,4-D.** Le bouleau à papier peut être **facilement maîtrisé** par l'application du 2,4-D (Chemagro Corporation 1953, Ohmann 1982). Toutefois, un mélange de 2,4-D et de 2,4,5-T n'a pas permis de maîtriser le bouleau à papier à long terme (Wood et Dominy 1988).

• « **Glyphosate.** Le bouleau à papier est **très susceptible** au glyphosate (Sutton 1984, Pitt *et al.* 1992). Une dose de 2,24 kg i.a./ha est suffisante pour le maîtriser (Sutton 1978).

• « **Triclopyr.** L'application du triclopyr peut maîtriser le bouleau à papier. Toutefois, il est **peu susceptible au triclopyr en traitement basal** (Maass et Arsenaault 1986). Une **application foliaire de triclopyr le maîtrise très bien** (Perala 1980).

« **4. Interférence avec les espèces cultivées**

« **Une coupe effectuée en hiver, dans laquelle des individus de bouleau blanc demeurent sur pied, peut entraîner de sérieux problèmes de suppression des conifères en régénération après quelques années** (Ker 1981, Piene 1981). Dans l'est de Québec, Ruel (1992) souligne qu'**une régénération naturelle de sapin baumier est supprimée par un couvert de feuillus de lumière, dont le bouleau à papier.**

« **Il nuit considérablement à la croissance et à la survie des résineux en bas âge (5-10 ans). À la suite de la récolte d'une bétulaie, la régénération du bouleau à papier compétitionne fortement avec les conifères, notamment par l'interception de la lumière. Une préparation de terrain favorise la germination des graines du bouleau faisant compétition avec les résineux** (Haeussler et Coates 1986). Les feuilles d'une litière fraîche de bouleau blanc sont susceptibles d'endommager la régénération résineuse ou de l'empêcher de s'établir (Gregory 1966). **La germination de graines des pins gris, rouge et blanc, du thuya et de l'épinette blanche est significativement inhibée par une litière de bouleau blanc** (Ahlgren et Ahlgren 1981).

« Par ailleurs, **un couvert de feuillus de lumière, y compris le bouleau à papier, dans de jeunes plantations de conifères crée un abri favorable aux lièvres qui broutent les conifères** (Parker

1984).

« En Abitibi, Longpré *et al.* (1994) ont montré que le bouleau, associé (jusqu'à un maximum de 5 m²/ha) à des peuplements de pin gris, favorise la croissance en diamètre de celui-ci. Les auteurs émettent l'hypothèse que cet effet bénéfique d'une espèce compagne est davantage attribuable à une meilleure disponibilité en lumière pour le pin gris qu'à une plus grande disponibilité en éléments nutritifs, comparativement à un peuplement pur de pin gris; cet effet bénéfique n'a pas été observé dans le cas du peuplier faux-tremble même s'il améliore tout autant la disponibilité en éléments nutritifs.

« 5. Rôle dans l'écosystème

« **Le bouleau à papier participe au prélèvement et à la mise en circuit des éléments minéraux** (MacLean et Wein 1977a) **favorisant le maintien de la fertilité du sol** (Haeussler et Coates 1986). Comme il a été mentionné précédemment (voir la section portant sur les exigences en éléments nutritifs) et sur la base des travaux de Tappeiner et Alm (1975), la litière d'un peuplement de bouleau est relativement riche (comparativement à un peuplement de pin rouge ou d'autres conifères) en calcium, potassium, magnésium, phosphore et bore et relativement réduite en manganèse, aluminium, fer et zinc. Les taux plus élevés sont attribuables à un rythme de décomposition plus rapide que pour une litière de conifères.

« **Un peuplement en régénération de bouleau à papier sert de lieu de broutage à l'orignal et au chevreuil durant l'été** (Aldous 1952, Safford et Jacobs 1983). **En hiver, le bouleau contribue pour plus de 31 % au régime alimentaire de l'orignal** (McNicol et Gilbert 1980). Toutefois, l'orignal préfère, en ordre, les saules et le tremble au bouleau blanc, qui est moins digestible que les deux premières espèces (Schwartz *et al.* 1988). Lorsqu'il est brouté en début de saison, une nouvelle feuillaison peut survenir, mais ces feuilles plus petites sont généralement moins broutées par l'orignal, probablement en raison d'une teneur accrue de substances allélochimiques de défense (Miquelle 1983). Par ailleurs, des gouttelettes de résine s'accumulent davantage sur les ramilles juvéniles que sur des ramilles matures et leur confèrent un certain niveau de défense contre le broutage (Bryant *et al.* 1983). Ces gouttelettes sont notamment constituées de triterpènes (les acides papyriférique et pendulique) (Taipale *et al.* 1994). En Ontario, Brusnyk et Gilbert (1983) ont estimé, sur une période de deux ans, que parmi dix espèces broutées par l'orignal, le noisetier, le bouleau à papier, l'érable à épis, le tremble et les saules ont représenté environ 87 % de la consommation. Pour une station, cette étude a classé le bouleau au cinquième rang de préférence des dix espèces considérées. Au Québec, en Abitibi-ouest, Bourque (1982) a étudié de près la nutrition hivernale de l'orignal et souligne que l'essentiel du régime alimentaire (98,3 %) repose sur 15 espèces. Alors que les saules occupent de loin la première place (38,3 %), le bouleau blanc vient en troisième position avec 6,8 %. Newton *et al.* (1989) ont classé le bouleau à papier comme étant une espèce préférée ou commune à la diète hivernale du chevreuil et de l'orignal. En Gaspésie, Crête et Bédard (1975) soulignent que l'érable à épis, le sapin baumier, le noisetier et le bouleau à papier constituent l'essentiel de la diète hivernale de l'orignal. Dans l'état du Maine, Crawford (1982) a démontré que **les feuilles du bouleau contribuent pour respectivement 9,3 % et 4,3 % aux régimes alimentaires estival et automnal du chevreuil**. Une autre étude réalisée dans le Maine sur des stations défoliées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, ou défoliées puis coupées, ou défoliées, coupées puis brûlées, ou encore intactes, montre qu'en moyenne le bouleau à papier représente 5,6 et 7,0 % du poids frais total des espèces consommées par le chevreuil et l'orignal respectivement (Crawford *et al.* 1993).

« C'est aussi **une source importante de nourriture pour le castor, les oiseaux et les petits animaux** (Haeussler et Coates 1986, Safford et Jacobs 1983). **Après le peuplier faux-tremble, le bouleau est une espèce préférée du castor pour ses ouvrages**. Une étude réalisée dans le Parc des Grands Jardins indique que le diamètre moyen des individus prélevés est de 16,7 cm, les plus petits individus n'étant

que rarement utilisés (Bordage et Filion 1988). Toutefois, une étude récente a montré que le bouleau blanc n'est pas utilisé préférentiellement tant pour la construction du barrage que pour servir à l'alimentation hivernale du castor (Doucet *et al.* 1994). Au Vermont, Runde et Capen (1987) ont noté que **la mésange à tête noire utilise des cavités du bouleau pour y faire son nid**. Contrairement à plusieurs autres espèces, celle-ci n'est pas endommagée (dommages observés à l'écorce) ni fréquentée durant l'hiver par le porc-épic (Tenneson et Oring 1985).

« **Les bourgeons et l'écorce servent de nourriture hivernale aux lièvres**. Une étude alimentaire du lièvre démontre qu'il existe un gradient latitudinal de préférence. Les ramilles matures sont consommées par les lièvres sans égard à leur origine géographique, alors qu'ils semblent faire une discrimination à l'endroit des ramilles juvéniles sur la base de leur origine; cette préférence diminue avec une augmentation de la latitude (Swihart *et al.* 1994). Les travaux de Bryant *et al.* (1994) de même que ceux cités précédemment démontrent clairement l'existence d'un patron biogéographique de défense contre les brouteurs (notamment le lièvre) en milieu boréal. Les conclusions générales sont que la variation climatique qui s'est développée à travers l'Amérique du Nord subarctique après l'âge glaciaire a produit un patron géographique de l'évolution de la faune. Les effets sur la végétation ont influencé l'intensité du broutage sélectif par les mammifères en hiver, conduisant à un gradient biogéographique de défense chimique au stade juvénile contre le broutage hivernal.

« Lorsque le bouleau à papier exerce une compétition parfois forte à l'endroit d'une régénération résineuse sur certaines stations, il devient une espèce cultivée sur d'autres. Une étude à long terme a démontré les possibilités de cultiver une régénération naturelle de bouleau à papier, pour autant qu'elle soit dégagée des tiges de compétition en bas âge (LaBonte et Nash 1978, LaBonte et Leso 1990). Même en effectuant des travaux qui stimulent la germination et la croissance juvénile du bouleau, il faudra le dégager rapidement de la compétition exercée par les framboisiers et le cerisier de Pennsylvanie pour assurer son établissement (Marquis 1965). Des plantations de bouleau à papier peuvent aussi être envisagées, mais en y apportant de grands soins (Bjorkbom 1972).» (Jobidon 1995)

b) Peuplier faux-tremble

« 1. Habitat

« **DISTRIBUTION**. Espèce boréale nord-américaine. Depuis l'Alaska jusqu'au Labrador et à Terre-Neuve et vers le sud, jusqu'en Ohio et en Arizona. Au Québec, l'aire du peuplier faux-tremble s'étend jusqu'au 54° degré de latitude. Sa présence est susceptible d'être problématique dans les régions d'aménagement forestier 2a, 2b, 3, 4 et 5. » (Figure X présentée dans la section du bouleau blanc) (Jobidon 1995)

Le territoire d'étude est localisé dans la région 2a (sapinière à épinette noire) et est donc directement concerné par les problèmes d'invasion du peuplier faux-tremble. En fait, 25 % des relevés réalisés dans la région 2a sont marqués par la présence du peuplier faux-tremble, ce qui correspond à l'une des régions d'aménagement du Québec les plus envahies par cette essence (Jobidon 1995).

« **STATION**. Il s'accommode de sols variés, quoique sa croissance soit optimale sur un sol composé de limon sableux ou graveleux. Il préfère les sols modérément ou bien drainés (Hosie 1980). Il se retrouve fréquemment sur un dépôt fluvio-glaciaire et lacustre. Il se développe en abondance sur les sols argileux où il atteint de grandes dimensions (Fowells 1965, Vézina et Roberge 1981). Le bois de meilleure qualité (plus forte densité) est produit sur des stations bien drainées dont le sol a un contenu élevé en particules fines. Cette espèce est adaptée à se développer sur des stations nordiques et présente une forte résistance au gel (Foote 1983) quoique le développement de drageons nécessite une température relativement élevée (Johansson et Lundh 1988). À l'intérieur de son aire de distribution, il se retrouve associé à une échelle très large de régime thermique et de précipitation.

Pour les régions où l'espèce est le plus susceptible de compromettre l'établissement de la régénération, le tremble est principalement associé à une origine de feu dans la région 2a. Il se retrouve majoritairement sur des dépôts glaciaires. À une plus faible fréquence, il se retrouve aussi sur des dépôts lacustres dans la région 2a. Il est principalement associé à des stations où un humus de type mor se développe et à un degré moindre un moder. Ces stations sont caractérisées par un sol (horizon B) de texture variant de moyenne à grossière où le drainage varie de bon à imparfait dans la région 2a.

« **EXIGENCES EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS.** Le tremble se développe bien sur des sols riches en bases (Allen et Peet 1990). La croissance sur un sol sablonneux est souvent lente en raison de teneurs réduites en éléments minéraux et en eau. Il est le plus souvent associé à des stations où un humus de type mull ou moder se développe (Fowells 1965).

« **Le tremble est reconnu pour améliorer la qualité d'une station;** son feuillage, son bois et son écorce ont une teneur élevée en potassium (Minore 1979), de sorte que **sa litière participe activement à redistribuer des éléments nutritifs** (notamment le calcium, le magnésium et l'azote) à la surface du sol (Fowells 1965). Toutefois, James et Smith (1977) soulignent que l'accumulation totale de tous les éléments est particulièrement faible chez le tremble (103,5 kg/ha), comparativement aux quantités mesurées dans d'autres forêts feuillues. En Abitibi, près du lac Duparquet, Paré *et al.* (1993) ont étudié les concentrations en matière organique et en éléments nutritifs dans les dépôts organiques de peuplements issus de feux, suivant une chronoséquence de 231 ans. Il appert que la présence du peuplier contribue à maintenir une forte disponibilité en calcium, comparativement à celle mesurée sous des peuplements purs de conifères.

« **EXIGENCES EN EAU.** Le tremble est relativement tolérant à divers régimes hydriques (Haeussler et Coates 1986), mais atteint une **croissance optimale sur des stations humides**. Fralish (1972) souligne que **l'eau du sol est le facteur le plus important pour expliquer la croissance relative du tremble**. Une nappe phréatique inférieure à 0,6 m ou de plus de 2,5 m de profondeur limite la croissance (Perala 1990). En état de stress hydrique, le peuplier est plus sensible au pathogène *Hypoxylon mammatum*, en raison d'une production réduite de composés inhibiteurs (cathécol, salicortine et salicine) (Kruger et Manion 1994).

« **EXIGENCES EN LUMIÈRE.** Le tremble est une espèce intolérante à l'ombre. Dans la forêt expérimentale de Duchesnay, Goulet et Bellefleur (1986) signalent que les feuilles du tremble, à l'instar de celles de l'érable rouge, ne s'adaptent pas à l'ombre et que ces espèces ne produisent pas à la fois des feuilles de lumière et d'ombre. Les feuilles pourront présenter un certain ajustement lorsqu'elles sont légèrement dans des conditions ombragées; autrement, elles ne pourront pas réagir adéquatement à un ombrage plus important et l'espèce sera remplacée, dans la succession, par d'autres espèces plus tolérantes.

« **Le peuplier ne peut pas se reproduire sous son propre couvert** (Ohmann 1982). **Il forme de jeunes peuplements purs dans bien des régions, mais les résineux et les feuillus plus tolérants à l'ombre lui succèdent généralement** (Hosie 1980). **Une grande quantité de lumière lui est nécessaire pour produire des drageons et leur assurer une forte croissance** (Haeussler et Coates 1986) **et un bon développement racinaire** (Johansson et Lundh 1988).

« Pour le Minnesota, Bakuzis et Hansen (1959) ont classé les exigences relatives du peuplier faux-tremble suivant une échelle de un (exigence la plus faible) à cinq (exigence la plus élevée). Les valeurs obtenues pour l'eau, les éléments nutritifs, la chaleur et la lumière sont respectivement de 2.0, 2.3, 2.1 et 4.2.

« 2. Caractéristiques physiologiques, morphologiques ou phénologiques

« **REPRODUCTION SEXUÉE.** Le tremble commence à produire des semences entre sa dixième et sa vingtième année, un arbre adulte pouvant produire jusqu'à 1,6 millions de graines en une année. Le pollen est transporté par le vent, entre les clones. **La période de récurrence des bonnes années semencières est d'environ six ans**, quoique les arbres femelles produisent des semences chaque année (Godman et Mattson 1976). **Les semences sont dispersées, par le vent principalement, durant une période de 3 à 5 semaines, sur des distances de plusieurs kilomètres. La reproduction par semences est cependant assez délicate du fait de leur courte période de viabilité (deux à trois semaines) et des conditions d'humidité nécessaires à la germination des semences matures** (Zasada 1971, Haeussler et Coates 1986); elles n'ont pas de période de dormance. **La germination et la survie des semis sont au mieux dans des conditions de forte humidité, sur un sol minéral ou un humus, là où les températures sont modérées, le drainage bon et la compétition pour la lumière faible ou nulle** (Barnes 1966, McDonough 1979). La germination est optimale à des températures variant de 10 à 21 ° C; une température excédant 27° C devient néfaste (Mueggler 1984). Sur la base des travaux de McDonough (1979), **les cinq conditions optimales de germination sont** : 1) *la température* : de 2 à 30° C; avec ou sans lumière et sans relation avec la vigueur du clone d'origine; le temps nécessaire à la germination augmente rapidement avec une baisse de la température en-dessous de 5° C; pour les graines germées à 20° C, la meilleure croissance de la tige est atteinte à 20° C et celle des racines entre 10 et 20° C, au cours du premier mois; 2) *l'eau* : le taux de germination décroît significativement et rapidement à compter d'un potentiel en eau du substrat de -2,3 bars et est complètement inhibé à -7,8 bars; un apport constant d'eau est nécessaire pour assurer la survie du jeune semis; 3) *la profondeur d'enfouissement de la graine* : au delà de 2 mm et sans tenir compte de la température, le taux de germination décroît rapidement; 4) *la nature du substrat* : si l'eau est en quantité suffisante, un sol minéral procure de meilleurs résultats qu'une litière, peut-être en raison de substances allélopathiques; 5) *l'entreposage* : un entreposage au réfrigérateur est recommandé. Dans la nature, la survie des semis est généralement très faible, mais dès l'âge d'un an, le tremble peut se reproduire végétativement.

« **REPRODUCTION VÉGÉTATIVE.** **La reproduction végétative par drageonnement et rejets du collet est de loin le mode le plus commun chez le tremble** (Schier 1981). **La reproduction par drageons est stimulée par le brassage du sol et par la chaleur, une fois la dominance apicale rompue** (Steneker 1974, Maini et Horton 1966). **Généralement, les drageons émergent à moins de 10 m de l'arbre-mère** même si les racines latérales atteignent 25 m de longueur; les drageons émergent des racines qui ont un diamètre variant de 0,5 à 2,5 cm et situées de 4 à 12 cm sous la surface du sol.

« Le développement de drageons est supprimé par les auxines transportées depuis les parties aériennes de l'arbre. Lorsque le transport des auxines est réduit ou discontinué, à la suite d'une coupe, d'un feu ou d'une défoliation de l'arbre, le niveau d'auxines dans les racines diminue. De plus, les cytokinines ne peuvent plus quitter les racines, ce qui augmente le rapport des cytokinines sur les auxines et stimule le drageonnement (Schier *et al.* 1985). Une proportion importante de la variation saisonnière du nombre de drageons produits s'explique par la teneur en auxines des racines-mères et par le clone étudié (Schier 19735). En général, la teneur en auxines est la plus élevée en juin, période correspondant à une forte croissance aérienne, et la plus faible en automne lorsque les arbres entrent en dormance hivernale (Schier 1973b). **Ainsi un drageonnement intense est associé à une faible teneur en auxines, ce qui survient à l'automne.** Cette régulation hormonale de la formation des drageons semble liée à la température. Une température du sol variant de 22 à 25° C est optimale pour la production de drageons, mais un surplus d'eau peut l'inhiber (Bell 1991). Il semble qu'un seuil de 16° C soit nécessaire pour stimuler la formation de drageons (Hungerford 1988). **La lumière n'est pas nécessaire à la formation des drageons mais devient rapidement essentielle pour assurer leur croissance.**

« **CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT.** Le peuplier faux-tremble atteint une hauteur variant de

13 à 20 m et un diamètre de 20 à 25 cm. **Bien que ce soit une espèce de grande longévité (200 ans), la pourriture envahie la tige entre l'âge de 55 et 90 ans, conduisant à son déclin** (Haeussler et Coates 1986). Au Utah, des mesures continues de parcelles permanentes établies en 1913 - 1914 dans des peuplements de tremble âgés de 40 à 70 ans, permettent de préciser que **la surface terrière culmine à l'âge de 80 ans puis décroît à compter de 100 ans**; au fur et à mesure que le peuplement vieillit, le nombre de tiges diminue. De plus, il est intéressant de noter que les peuplements éclaircis entre les âges de 40 et de 70 ans renferment à maturité plus de tiges, mais plus petites, et affichent une plus grande surface terrière que les peuplements qui n'ont pas été éclaircis (Mueggler 1994).

« **Si les conditions de germination sont favorables et selon les stations, le semis atteint 5 à 8 cm de hauteur la première année, de 0,7 à 1,5 m la troisième année et 4,5 m la dixième année.** Selon Vézina et Roberge (1981), la croissance annuelle moyenne est de 60 cm. Cependant, Schier et Johnston (1971) ont étudié la croissance en hauteur de trois clones de peuplier au Utah, âgés de 33, 68 et 83 ans, et ont mesuré une croissance annuelle de 23,2 cm, 11,6 cm et 18,9 cm respectivement. Des études ultérieures réalisées sur d'autres clones confirment ces rythmes annuels de croissance en hauteur (Schier et Zasada 1973).

« Le peuplier, à l'instar d'autres feuillus de lumière de début de succession (peuplier à grandes dents et cerisier de Pennsylvanie) peut croître durant toute la saison comprise entre les gels (Marks 1975). Toutefois, la chute des feuilles peut survenir suivant des écarts de plusieurs jours entre les clones, ce qui aide à les délimiter (Steneker et Wall 1970).

« **Les drageons produits en grand nombre à la suite d'une coupe ou d'un feu peuvent atteindre deux mètres la première année, pour ensuite connaître un rythme de croissance annuel de 30 à 60 cm** (Steneker 1976). Les drageons demeurent reliés au système racinaire d'origine et plus ou moins dépendants de celui-ci, mais forment de nouvelles racines principales qui peuvent atteindre 4,7 m en dix semaines (Perala 1990). **La compétition intraspécifique équilibre la densité du jeune peuplement issu de drageons** (Garrett et Zahner 1964, Steneker 1976). Il importe de noter que la diminution de la densité d'une population n'est pas le seul fait de la compétition. Shepperd (1993) a clairement démontré que la mortalité (ou la survie) de drageons survient chez des groupes plutôt que chez des individus et principalement à l'âge de trois ans. Ces groupes de drageons sont en contact les uns avec les autres par des connections racinaires qui peuvent persister au moins 14 ans. Avec le vieillissement, les tiges deviennent indépendantes même si les connections demeurent. Dans des tremblaies âgées de 8, 14, 32 et 63 ans, toutes issues de coupes et régénérées naturellement, Ruark et Bockheim (1988), dans le nord du Wisconsin, ont trouvé que la production culmine entre les âges de 18 et 32 ans.

« Le système racinaire du tremble est très étendu; généralement, les racines se retrouvent entre 1,0 et 1,5 m dans le sol, mais peuvent pénétrer jusqu'à 2,2 m et s'étendre sur plusieurs mètres (Haeussler et Coates 1986).

« 3. Considérations d'aménagement

« **APRÈS UNE COUPE. Le peuplier envahit très rapidement le parterre d'une coupe à blanc** (White 1991) **et la densité maximale de drageons est atteinte après deux ans** (Ek et Brodie 1975). La vigueur de la régénération est plus grande dans les stations récoltées en hiver, comparativement aux récoltes d'été (Bates *et al.* 1993). Toutefois, Peterson *et al.* (1989) notent que l'effet de la saison de coupe devient négligeable après deux à trois ans. Cet effet de courte durée peut être attribué au fait qu'après une coupe d'hiver, les drageons bénéficient d'une saison de croissance entière, comparativement à une coupe effectuée en été. Toutefois, Ek et Brodie (1975) ayant tenu compte de ce facteur dans leur étude, ont noté 17 % moins de drageons lorsque la coupe est effectuée l'été plutôt que l'hiver, après deux saisons de croissance. D'autres études montrent une situation inverse, où le

drageonnement a été plus intense à la suite d'une coupe d'été, comparativement à une coupe d'hiver (Bella 1986, Bella et DeFranceschi 1972), ce qui peut être attribué à des conditions plus favorables (moins de compétition interspécifique et une plus forte température du sol).

« Une étude comparative de la végétation ligneuse de 131 peuplements issus de coupes à blanc de pessières à épinette noire et de 250 peuplements régénérés à la suite de feux naturels a été réalisée en Ontario par Carleton et MacLellan (1994). Il appert de façon évidente que le type et l'intensité des perturbations en forêt boréale déterminent des patrons de rétablissement différents. Ainsi, le tremble est, de loin, plus fréquent et abondant (nette dominance) dans les peuplements issus de coupe que dans ceux issus de feux.

« L'âge de coupe du peuplement-mère est susceptible d'influencer la venue par drageonnement d'un second peuplement, ce qui a des conséquences sur les stations où le tremble est cultivé en courtes rotations. D'un point de vue physiologique, la période minimale de rotation pendant laquelle le drageonnement peut être maintenu est de 15 ans (Berry et Stiell 1978, Perala 1979, Stiell et Berry 1986). Plus la rotation est de courte durée, plus la probabilité d'occurrence de la pourriture racinaire causée par l'armillaire (*Armillaria mellea*) augmente (Stanosz et Patton 1987a,b, Stiell et Berry 1986).

« La production de drageons, un an après la coupe, peut atteindre 150 000 tiges/ha bien qu'une forte compétition en élimine une quantité importante au cours des cinq premières années. Des densités de 10 000 tiges/ha à l'âge de 10 à 15 ans sont toutefois relativement communes (Doucet 1989). Ces drageons demeurent dépendants du système racinaire de l'arbre-mère; ils apparaissent au cours des deux années suivant la coupe et peuvent atteindre un mètre de hauteur la seconde année (Schier et Campbell . 1978). En Abitibi, Lavertu *et al.* (1994) ont notamment étudié le taux d'établissement, de croissance et de mortalité juvénile de drageons issus de coupes forestières. Après deux saisons de croissance, les auteurs notent une production moyenne estimée à 37 541 drageons par hectare, où la mortalité a varié de 32 à 62 % la première année et de 9 à 27 % la seconde année. Un an après la coupe, les drageons ont atteint des hauteurs variant de 95 à 149 cm entre les diverses parcelles d'étude et de 175 à 289 cm après trois ans. Dans une forêt mixte, le peuplier produit entre 12 400 et 14 800 tiges/ha de drageons après une coupe (Perala 1972). Toutefois, ce nombre est fortement réduit durant le développement du jeune peuplement de tremble, résultat d'une forte compétition; le taux de mortalité est en relation directe avec la densité initiale des drageons (Bella et DeFranceschi 1972, Ek et Brodie 1975), plus qu'avec la qualité du site (Bates *et al.* 1989). Même si le peuplement coupé ne renferme que très peu de tiges de peuplier, ses drageons peuvent occuper la station pour autant que la densité du système racinaire soit adéquate (Schier *et al.* 1985). Les études de Doucet (1979), réalisées dans la région de Rimouski, indiquent qu'une régénération du tremble sera obtenue pour autant que le peuplement renferme au moins 5 m²/ha de surface terrière en peuplier avant la coupe et que l'espacement entre les tiges ne dépasse pas 8 à 10 m.

« Bien que la compétition intraspécifique explique une part importante de la mortalité juvénile des drageons, des dommages causés par des insectes et des maladies (brûlure des pousses, galles et chancres) sont une cause importante de mortalité (Perala 1984). Sur les stations où le tremble est cultivé, Perala (1984) recommande d'attendre au moins l'âge de quatre ans pour effectuer une première sélection de tiges d'avenir, car des drageons dominants ou codominants peuvent rapidement perdre leur statut privilégié à la suite de dommages.

« À la suite d'une coupe et d'un brûlage dirigé, Scheiner *et al.* (1988) ont montré que le tremble n'envahit la station que par reproduction végétative. Une défoliation importante occasionnée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana*) favorise la venue de feuillus de lumière, dont le tremble (Batzer et Popp 1985). Douze ans après une coupe partielle (67 % du couvert enlevé), Schier et Smith (1979) ont dénombré 61 % moins de drageons que sur les stations coupées complètement; la croissance y était de 13 % inférieure. » (Jobidon 1995)

Doucet (1998) *in* Peterson et Peterson (1992) a montré qu'une coupe partielle permet également d'inhiber de manière importante le taux de drageonnement, et cela pour 2 principales raisons : (1) les tiges rémanentes continuent de produire de l'auxine qui circulent au niveau du système racinaire et inhibe la production de drageons au niveau des tiges récoltées et (2) l'ombre générée par les tiges résiduelles nuit à la croissance des jeunes drageons qui sont fortement intolérants.

« Une aire de coupe comprenant une grande quantité de résidus peut parfois aider à réduire le drageonnement à cause de l'ombrage créé ou des plus basses températures du sol (Steneker 1976), mais cet effet n'est souvent que de courte durée, le temps nécessaire aux débris pour se décomposer (Zasada et Tappeiner 1969). En Saskatchewan, Bella (1986) a montré que l'effet produit par les différentes densités initiales des résidus de coupe sur la densité du tremble avait disparu après 17 ans. » (Jobidon 1995)

Le principal stimulus du drageonnement après une coupe totale, suivie du retrait des déchets de coupe et d'une perturbation du sol est l'augmentation de la température du sol (Peterson et Peterson 1992).

« **PRÉPARATION DU TERRAIN. Un scarifiage a pour effet de stimuler le drageonnement** (Ohmann 1982), **puisqu'il permet d'obtenir de meilleures conditions de température du sol et d'ensoleillement.** En Abitibi, près du lac Duparquet, Lavertu *et al.* (1994) ont étudié les relations entre le stade successional du peuplement coupé, le scarifiage (enlèvement manuel au râteau de la couche organique de surface pour exposer le sol minéral) et la production de drageons au cours des trois années subséquentes. Il appert qu'il n'existe pas de lien entre le stade successional du peuplement, le nombre de tiges de tremble dans celui-ci ou la densité racinaire du tremble et la production et la croissance des drageons. Ces résultats indiquent le potentiel de régénération du tremble même lorsque le peuplement est en position avancée dans la succession (présence importante de conifères). Les parcelles scarifiées produisent significativement plus de drageons que les parcelles témoins et davantage aux premiers stades successionnels; la scarification a permis d'atteindre des températures du sol plus élevées, ce qui a stimulé le drageonnement.

« **Un traitement qui éliminerait le système racinaire pourrait assurer la maîtrise du peuplier** (Haeussler et Coates 1986). **Une régénération moins abondante est parfois corrélée avec une augmentation du nombre d'ornières et de l'intensité du scarifiage du sol** (Bates *et al.* 1993). À titre d'exemple, une expérience réalisée dans le nord de l'Alberta par Sidhu *et al.* (1993) montre qu'**une préparation intensive du terrain (double passage d'un disque) conduit à des réductions hautement significatives de la densité des tiges de tremble, mesurées au cours des trois années après le traitement.** » (Jobidon 1995)

Une expérience menée par Ehrentraut et Brander (1990) *in* Peterson et Peterson (1992) a montré également un contrôle de la repousse du tremble sur sites humides scarifiés avec un scarificateur à disques préalablement à la plantation d'épinettes blanches. Ce contrôle de la végétation de compétition a duré une période d'au moins 5 ans, période pendant laquelle l'épinette blanche a pu atteindre 1,5 m. Un scarificateur à charrue peut également réduire du tiers la densité du tremble (Peterson et Peterson 1992).

« **Un scarifiage réalisé tôt au printemps ou tard à l'automne favorise la survie et la croissance de drageons, comparativement à un scarifiage d'été** (Perala 1972).

« En général, **le peuplier produit rapidement des drageons à la suite du mélange des couches organique et minérale et de l'exposition au soleil** (Perala 1972). **Le peuplier est favorisé sur les stations scarifiées par disques et dégagées par méthode manuelle, ou non dégagées; il est**

davantage restreint sur les stations préparées par méthode chimique et aussi dégagées par méthode chimique (Ohmann 1982). **Une préparation du terrain qui blesse le système racinaire du peuplier peut restreindre la densité et la vigueur des drageons, résultat d'une infection plus étendue par l'armillaire.** Dans le nord de l'Ontario, Weingartner (1980) a noté qu'une scarification avec barils et chaînes effectuée avant le drageonnement a conduit à une forte augmentation de la densité et de la distribution spatiale des drageons.

« **DÉGAGEMENT MANUEL. La coupe à toutes périodes de l'année résulte en une croissance rapide des drageons. Les drageons apparaissent rapidement après la coupe ou au printemps de la saison suivante si la coupe est effectuée en période de dormance** (Steneker 1976, Mueggler 1984). Une coupe réalisée durant la saison de croissance tend à diminuer le nombre de drageons (Sutton 1984). Toutefois, Steneker (1976) note que l'effet de la saison de coupe devient négligeable après deux à trois ans. Bella (1986) a aussi rapporté ce fait, cinq ans après la coupe. **La production de drageons est proportionnelle à l'intensité du dégagement** (Fowells 1965). » (Jobidon 1995).

Un dégagement réalisé sur des drageons âgés de moins de 5 ans a pour effet de provoquer une augmentation des drageons par rapport à la densité initiale, sur une période d'au moins 3 ans (Perala et Laidly 1989 *in* Peterson et Peterson 1992).

Un annelage des rémanents réduit l'émergence des drageons. L'annelage représente une alternative économique et environnementale aux traitements chimiques, si l'on souhaite supprimer le peuplier faux-tremble dans un peuplement mélangés. L'annelage consiste à retirer complètement l'écorce et le cambium autour du tronc de l'arbre, empêchant alors la circulation des produits de la photosynthèse vers les racines. L'annelage pour être efficace, doit être réalisé sur une profondeur de 0.3 cm environ et sur une tranche d'écorce large de 2 cm environ. Il doit être pratiqué lorsque les réserves des racines sont à leur plus bas, c'est à dire tôt au printemps ou à l'été (Peterson et Peterson 1992).

« Bancroft (1989) rapporte qu'un annelage réalisé entre les mois de mai et d'octobre, en Colombie-Britannique, a entraîné 89 % de mortalité après quatre ans; une autre étude a montré qu'aucun rejet n'est apparu, un an après un annelage réalisé en juin. Au Utah, Schier et Smith (1979) ont trouvé qu'un annelage de toutes les tiges de peuplier d'une station a d'abord stimulé la venue de drageons. Après quatre ans, seulement 6 % des drageons étaient toujours vivants; après 12 ans, la station d'annelage n'avait que 307 drageons mesurant plus d'un mètre à l'hectare, comparativement à 14 320 drageons/ha sur une station de coupe totale. La stimulation initiale observée après un annelage s'explique par une augmentation temporaire du rapport des cytokinines sur les auxines. La mortalité subséquente s'explique par la détérioration des systèmes racinaires, et la diminution des réserves, les tiges prenant de un à trois ans pour mourir (Schier et Smith 1979). » (Jobidon 1995)

Le broyage constitue une autre option permettant de contrôler temporairement la compétition de tremble dans des jeunes plantations d'épinettes. Holmsen (1989) *in* Peterson et Peterson (1992) a réalisé une expérience en Alberta qui a montré des résultats concluants. Avant traitement, les tiges de feuillus à éliminer mesuraient 195 cm, avec un diamètre de 1,8 cm, alors que les plants d'épinette mesuraient 31,6 cm avec un diamètre de 28,6 cm. La densité des tiges feuillues étaient comprise entre 32 600 et 39 500/ha. Un broyage réalisé à 2 hauteurs différentes (71 et 83 cm) a permis de réduire les tiges feuillues jusqu'à une densité finale comprise entre 2 945 et 5 363 tiges/ha. Le coefficient de distribution des semis d'épinette ne s'est pas avéré différents d'avant le traitement : moins de 1 % des semis ont subi des dommages suite au passage du broyeur. De plus, l'ombrage provenant des trembles résiduels est bénéfique aux semis d'épinette en limitant les risques de brûlures. Un an après le broyage des trembles, on observe une repousse des tiges

broyées. Par contre, les tiges broyées constituent la porte d'entrée des champignons *Venturia* ssp et *Cytospora* ssp. Holmsen s'attend finalement à ce que les effets du broyage soient temporaires.

« DÉGAGEMENT CHIMIQUE.

- « **2,4-D. Le peuplier est quelque peu tolérant à ce produit.** Steneker (1976) a observé que l'application n'avait détruit que la partie aérienne. Après deux applications à une dose de 2,2 kg/ha, Bowes (1975) a obtenu un taux de maîtrise de 90 %. **Cette même dose appliquée par voie terrestre ou aérienne ne maîtrise cependant pas le drageonnement** (Bowes 1981). Une combinaison de deux traitements (feu + 2,4-D) donne de bons résultats (Bailey et Anderson 1979). Bowes (1991) a montré qu'un traitement au 2,4-D combiné à du dicamba appliqué sur des repousses de tremble de deux à quatre ans est efficace pour une maîtrise à long terme de l'espèce (cinq ans) et tout aussi efficace que deux ou trois applications annuelles consécutives. Bancroft (1989) rapporte que **des injections de 2,4-D produisent des effets variables, tant sur la défoliation que sur la venue de drageons.**
- « **Glyphosate. Le tremble est particulièrement sensible au glyphosate** (Sutton 1984). Une dose de 1,0 kg i.a./ha est nécessaire pour le maîtriser. **La meilleure période de pulvérisation se situe de la mi-juillet à la fin d'août** (Sutton 1984, Perala 1985). L'injection de 2,0 ml/cm du diamètre de l'arbre donne également de bons résultats (Wile 1981). Bancroft (1989) rapporte les résultats de nombreuses études qui témoignent du succès obtenu par l'injection de glyphosate dans la tige du peuplier, par la défoliation obtenue ou l'émergence de drageons. **Sept ans après un traitement au glyphosate**, Whaley et Johnson (1992) ont constaté **un retour du peuplier par drageonnement n'excédant pas 8 000 tiges/ha.** Au Nouveau-Brunswick, après une saison de croissance, Pitt *et al.* (1992) ont obtenu des résultats satisfaisants (réduction de plus de 60 % du couvert) de maîtrise du peuplier à la suite d'une application aérienne de glyphosate. De faibles doses de glyphosate (0,04 à 0,5 kg/ha) appliquées deux fois sur une période de deux ans conduisent à un certain niveau de maîtrise du peuplier (Stasiak *et al.* 1991); les auteurs n'ont cependant pas évalué si le niveau atteint est suffisant pour une croissance optimale de l'espèce cultivée.
- « **Triclopyr. Le triclopyr maîtrise le peuplier faux-tremble.** Maass et Arsenault (1986) ont démontré, dans le Maine, que le tremble a une susceptibilité moyenne au triclopyr appliqué en mai, juillet ou en août. Toujours dans le Maine, McCormack *et al.* (1981) notent que le triclopyr appliqué à des doses de 2,2 et 4,5 kg/ha conduit à une maîtrise efficace de *P. tremula*, dans des régénérations naturelles d'épinettes rouge et blanche, de pin blanc et de sapin baumier. Par ailleurs, Perala (1980) souligne que du 2,4-D additionné de picloram conduit à une meilleure maîtrise du tremble que le triclopyr utilisé seul ou en combinaison avec l'un ou l'autre ou les deux de ces produits à la fois. »

« 4. Interférence avec les espèces cultivées

« **Le peuplier faux-tremble est un sérieux compétiteur pour les conifères en régénération. La forte densité et la croissance rapide du peuplement de tremble contribuent à diminuer l'établissement des résineux intolérants à l'ombre. Dans une plantation âgée de moins de dix ans, le tremble cause une forte compétition aux semis, principalement par l'interception de la lumière incidente, et aussi pour l'espace racinaire et aérien, les drageons ayant déjà l'avantage d'un système racinaire établi et développé** (Lees 1966). **Des conifères qui poussent sous un couvert de peuplier sont sujets à de sérieux dommages mécaniques** (Kittredge et Gevorkiantz 1929), notamment lorsque les cimes se rejoignent (Lees 1966). **De plus, les litières du peuplier faux-tremble exercent une activité allélopathique inhibitrice à l'endroit de la germination de plusieurs espèces, y compris des conifères** (Younger *et al.* 1980, Ahlgren et Ahlgren 1981). En milieu boréal, le tremble et le pin gris sont souvent deux espèces associées au stade juvénile de la régénération. **Une étude réalisée en Ontario a démontré que le tremble peut rapidement (trois ans) compromettre la croissance et la survie du pin gris** (Farnier *et al.* 1988). Sur des stations situées en Alberta et en Saskatchewan, Lieffers *et al.* (1993) ont démontré qu'**une semaine seulement après la coupe du**

tremble pour dégager une régénération d'épinette blanche, cette espèce a montré une augmentation de sa capacité photosynthétique, même si elle était supprimée (conditions ombragées) depuis environ six ans.

« 5. Rôle dans l'écosystème

« Le peuplier contribue au maintien de la stabilité du sol. Il participe au prélèvement et à la mise en circulation d'éléments nutritifs, en particulier le calcium, le magnésium et l'azote (Bartos et DeByle 1981, Haeussler et Coates 1986). **Le temps nécessaire à la mise en circulation des éléments nutritifs contenus dans les litières est toutefois important en regard de la productivité de la station.** Dans le nord du Minnesota, des études portant sur le taux de décomposition d'une litière de tremble, montrent que la demi-vie des branches varie de 1 à 12 ans alors que celle du tronc varie de 2 à 14 ans.

« Le chevreuil et l'orignal broutent le jeune peuplier. Un broutage intensif par le chevreuil peut même compromettre la venue d'un second peuplement de tremble (Mueggler et Bartos 1977). À court terme, Campa *et al.* (1992) ont étudié l'effet d'un broutage simulé sur le tremble et notent que les caractéristiques générales du peuplement ne sont pas altérées. La hauteur optimale que doit avoir le tremble pour constituer une source alimentaire estivale pour les jeunes chevreuils est de 1,58 m, et de 3,19 m pour les adultes (Rogers et McRoberts 1992); au-delà de ces dimensions, le tremble n'est plus accessible à l'animal. Une étude réalisée dans le Maine sur des stations défoliées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, ou défoliées puis coupées, ou défoliées, coupées puis brûlées, ou encore intactes, montre que le peuplier faux-tremble est moyennement brouté par le chevreuil (3,4 % du poids frais total des espèces consommées au cours d'un été) et brouté au-dessus de la moyenne par l'orignal (5,0 % du poids frais total des espèces consommées au cours d'un été) (Crawford *et al.* 1993). Une autre étude de préférence alimentaire réalisée dans le Maine, montre que les feuilles vertes du peuplier représentent 3,6 % de l'alimentation du chevreuil au cours des mois d'été (juillet et août) (Crawford 1982). Dans le sud-ouest du Québec (près de Rigaud), Brown et Doucet (1991) ont trouvé que le tremble n'est que peu mais régulièrement brouté par le chevreuil.

Au Québec, en Abitibi-Ouest, Bourque (1982) a étudié de près la nutrition hivernale de l'orignal et souligne que **l'essentiel du régime alimentaire (98,3 %) repose sur 15 espèces**. Alors que les saules occupent de loin la première place (38,3 %), **le tremble occupe la seconde place avec 11,1 %**. Dans une étude de préférence alimentaire réalisée en début d'hiver chez l'orignal, Zach *et al.* (1982) ont montré que le peuplier vient en cinquième position, après le cornouiller, le sapin, les saules et l'érable rouge. En Ontario, Brusnyk et Gilbert (1983) ont estimé, sur une période de deux ans, que parmi dix espèces broutées par l'orignal, le noisetier, le bouleau à papier, l'érable à épis, le tremble et les saules ont représenté environ 87 % de la consommation. Pour une station, cette étude a classé le peuplier au huitième rang de préférence des dix espèces.

« La régénération contribue aussi à la nourriture des campagnols, lièvres, castors et gélinottes. Les feuilles du peuplier constituent une nourriture appréciée des **porcs-épics** qui, en hiver, mangent son écorce (Banfield 1974). Cependant, des dommages à l'écorce causés par le porc-épic ne sont qu'occasionnellement observés et cet animal ne se retrouve que rarement sur le tremble durant la saison hivernale (Tenneson et Oring 1985). Les travaux de Bryant *et al.* (1994) démontrent clairement l'existence d'un patron biogéographique de défense contre les brouteurs (notamment le lièvre) en milieu boréal. Les conclusions générales sont que la variation climatique qui s'est développée à travers l'Amérique du Nord subarctique après l'âge glaciaire a produit un patron géographique de l'évolution de la faune. Les effets sur la végétation ont influencé l'intensité du broutage sélectif par les mammifères en hiver, conduisant à un gradient biogéographique de défense chimique au stade juvénile contre le broutage hivernal.

« **Le castor utilise le tremble comme nourriture et aussi pour ses ouvrages.** En Ontario, dans le parc Algonquin, Doucet *et al.* (1994) ont trouvé que le tremble est davantage conservé comme source de nourriture hivernale alors que d'autres espèces (des conifères et l'aulne rugueux) sont préférées pour la construction du barrage. Au cours d'une étude réalisée dans le nord du Minnesota, Johnston et Naiman (1990) ont montré que le diamètre maximum du tremble coupé par le castor est de 43,5 cm; la moyenne est cependant plus faible (10,2 à 13,9 cm). Les auteurs concluent que la consommation sélective par le castor aura pour effet de modifier la composition du peuplement au profit d'espèces évitées comme l'aulne rugueux ou l'épinette blanche. Malgré une valeur nutritionnelle plus élevée (contenu en protéines seulement), le castor évite les jeunes drageons et leur préfère des individus adultes, probablement à cause d'une substance secondaire de défense non identifiée qui se trouve en plus grande concentration chez de jeunes individus (Basey *et al.* 1990). Une autre étude, réalisée cette fois dans le Parc des Grands Jardins, indique aussi que le peuplier est une espèce préférée par le castor. Le diamètre moyen des individus prélevés est de 21 cm (Bordage et Filion 1988). Doucet et Fryxell (1993) ont démontré que la préférence du castor pour le peuplier est attribuable à un comportement qui cherche à maximiser l'énergie en choisissant une diète optimale.

« **Un couvert dense de peuplier constitue un abri d'hiver pour le lièvre** (Banfield 1974). Il sert aussi d'endroit de nidification. Dans le sud-est du Vermont, Runde et Capen (1987) soulignent que **la mésange à tête noire utilise des cavités du peuplier pour y faire son nid.** »

« Enfin, il est intéressant de souligner qu'autrefois, **les vastes populations de bison de l'Ouest canadien contribuaient, par leur occupation du territoire (brouillage et piétinement), à circonscrire l'aire de répartition du tremble. La disparition de ces troupeaux a encouragé, depuis les cent dernières années, l'extension du peuplier** (Campbell *et al.* 1994). » (Jobidon 1995)

c) Érable rouge

1. Habitat

« **DISTRIBUTION.** Espèce tempérée du nord-est américain. Depuis le sud-est du Manitoba jusqu'à Terre-Neuve et vers le sud, jusqu'en Floride et au Texas. Au Québec, l'aire de l'érable rouge s'étend jusqu'au 50e degré de latitude. Les deux variétés se rencontrant dans toute l'aire québécoise de l'espèce. La présence de l'érable rouge est susceptible d'être problématique dans les régions d'aménagement forestier 4 et 5 ainsi que sur certaines stations de la région d'aménagement 3. » (Jobidon 1995).

Le territoire d'étude est localisé principalement dans la région 4a (érablière à érable à sucre et bouleau jaune) et dans une moindre mesure dans les régions 5 (érablière à érable à sucre et tilleul ou caryer) et 3a (bétulaie à bouleau jaune et sapin). **Le territoire d'étude est donc concerné par des problèmes importants d'envahissement de l'érable rouge.** En effet, 70, 79 et 53 % des relevés réalisés respectivement dans les régions 4a, 5 et 3a sont marqués par la présence du framboisier, alors que la fréquence maximale observée au Québec est de 81 % dans la région d'aménagement 4b (Jobidon 1995).

« **STATION.** L'érable rouge peut croître sur des sols de toutes textures, dans toutes les situations topographiques et sur toutes catégories de pente. Au sein d'une région donnée, il se développe mieux et atteint de grandes dimensions sur les sols loameux profonds et humides. Une étude de la végétation du contrefort des Laurentides montre que l'érable rouge, en général, se retrouve sur des stations mal drainées et pauvres en éléments minéraux et occupe une situation topographique intermédiaire. De plus, **il est associé aux communautés les plus récemment perturbées** (Gauthier et Gagnon 1990).

Une étude réalisée dans le nord du Michigan (Palik et Pregitzer 1992) montre que l'érable rouge est une espèce très souvent présente en fin de succession en sous-étage de forêts de peuplier à grandes dents (*Populus grandidentata*) et de chêne. Ces auteurs ont étudié cinq peuplements et trouvé que l'érable rouge dominait le sous-étage, suivant deux classes d'âge définies. Un premier groupe provient de rejets qui se sont établis au début de la période; le second groupe découle de semis qui se sont établis entre 30 et 35 ans après le début de l'installation du peuplement. Ces auteurs concluent que l'érable rouge s'adapte à des conditions temporaires défavorables, tire profit d'une augmentation de la disponibilité des ressources environnementales, en raison d'une diminution de la vigueur de l'étage dominant, et qu'il atteindra éventuellement une position dominante.

Dans le sud du Québec, Côté et Fyles (1994) ont étudié la teneur en éléments nutritifs de litières de nombreuses espèces associées à des peuplements climaciques d'érable à sucre. **La litière de feuilles d'érable rouge (et aussi d'érable à sucre) est très acide (pH 4) et pauvre en éléments nutritifs.** À titre comparatif, le pH de la litière de feuilles de tilleul d'Amérique (*Tilia americana* L.) est d'environ 6 (Côté et Fyles 1994).

Pour les régions où l'espèce est le plus susceptible de compromettre l'établissement de la régénération, l'érable rouge est principalement associé à des origines naturelles et, en plus, de coupe totale dans la région d'aménagement 5, et davantage à des feux qu'à des coupes totales dans les régions 4a et 3a; dans cette dernière, une origine de feu prédomine sur toute autre. Il se retrouve **majoritairement associé à des dépôts glaciaires et secondairement à un substratum rocheux dans les régions 3a et 4a**, alors qu'il est **plus fréquent de le retrouver sur des dépôts marins dans la région 5**. Il se retrouve surtout sur des stations où un humus de type mor ou moder se développe quoique ce dernier type prédomine dans la région 5 où il est parfois associé à un muli. Ces stations sont caractérisées par un sol (horizon B) de texture grossière ou moyenne; cette dernière classe prédomine dans les régions 3b et 4b. Il est plus fréquemment associé à un **drainage bon et modéré dans les régions 3a et 4a et à un drainage variant de bon à imparfait dans la région 5**.

EXIGENCES EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS. L'érable rouge s'accommode d'une station pauvre mais sa croissance diminue dans cet environnement. Par exemple, il atteint 21,6 m à l'âge de 50 ans sur une station riche du Michigan tandis qu'il atteint 13,6 m pour le même âge sur une station pauvre (Erdmann *et al* 1988). Ces auteurs ont aussi noté que les concentrations foliaires en P, Ca et Mg sont significativement plus élevées chez l'érable rouge provenant d'une station riche, comparativement à une station pauvre.

Il est adapté à se développer facilement sur des stations riches en azote sous forme de nitrate, par exemple à la suite d'une perturbation où la nitrification augmente et à dominer ou co-dominer dans des peuplements de stations riches.

EXIGENCES EN EAU. Il se développe à son optimum sur des terrains d'alluvions inondés au printemps (Marie-Victorin 1964). Il préfère un milieu sec à humide, où le drainage est relativement bon. Une inondation importante peut entraîner la mort des jeunes plants (Jones *et al* 1989). Un stress hydrique peut restreindre la croissance en hauteur de l'érable rouge, et d'autant plus que ce stress se poursuit sur une longue période de temps (Fredericksen *et al.* 1993). **Toutefois, l'érable rouge est un utilisateur très efficace de l'eau dans des conditions modérées d'assèchement** (Roberts *et al.* 1980). D'ailleurs, des études à long terme réalisées sur des parcelles permanentes situées dans les états du Massachusetts et de New York montrent que même si une période de sécheresse, notamment celle qui a prévalu de 1962 à 1966, est susceptible de provoquer des mortalités en cime, l'impact n'est pas suffisant pour empêcher l'érable rouge d'occuper une position dominante (Lorimer 1984).

EXIGENCES EN LUMIÈRE. L'érable rouge est une espèce semi-tolérante à l'ombre. La croissance diminue au fur et à mesure que la compétition pour la lumière augmente entre les

tiges. Horn (1985) a montré que **des semis d'érable rouge ont une croissance proportionnelle à la quantité de lumière reçue et qu'une ouverture du couvert favorise la croissance.** L'érable rouge peut toutefois persister de nombreuses décennies sous un couvert dominant (Palik et Pregitzer 1992). Il est un utilisateur efficace des ressources environnementales, dont la lumière, l'eau et l'azote (Fredericksen *et al.* 1993).

Dans la forêt expérimentale de Duchesnay, Goulet et Bellefleur (1986) signalent que **les feuilles de l'érable rouge, à l'instar de celles du peuplier faux-tremble, ne s'adaptent pas l'ombre et que ces espèces ne produisent pas à la fois des feuilles de lumière et des feuilles d'ombre.** Les feuilles pourront présenter un certain ajustement lorsqu'elles sont légèrement en condition ombragée; autrement, elles ne pourront pas réagir adéquatement à un ombrage plus important et l'espèce sera remplacée, au cours de la succession, par des plus tolérantes.

À l'instar de plusieurs autres espèces également tolérantes à l'ombre, McGee (1986) a observé, au Tennessee, que chez l'érable rouge le débourrement survient de six à quinze jours plus tôt chez des individus sous un couvert forestier que chez ceux qui se retrouvent dans des aires de coupe récente, bien exposées à la pleine lumière solaire. **Cette caractéristique confère un avantage certain à ces espèces qui, dans des conditions normalement ombragées, peuvent commencer à croître avec une plus grande quantité de lumière disponible tout en étant protégées par le couvert contre le vent et le gel ou le froid.** Toutefois, les causes biologiques de cette caractéristique ne semblent pas être connues (McGee 1986).

Pour le Minnesota, Bakuzis et Hansen (1959) ont classé les exigences relatives de l'érable rouge suivant une échelle de un (exigence la plus faible) à cinq (exigence la plus élevée). Les valeurs obtenues pour l'eau, les éléments nutritifs, la chaleur et la lumière sont respectivement de 1,9, 2,3, 2,6 et 3,4.

2. Caractéristiques physiologiques, morphologiques ou phénologiques

REPRODUCTION SEXUÉE. La reproduction est assurée par des disamares. **La germination a généralement lieu au printemps immédiatement après la dispersion et n'exige pas de conditions très rigoureuses.** Un Sol minéral humide semble constituer un excellent lit de germination, bien qu'une couche organique de surface (débris de feuilles) n'inhibe pas la germination ou la survie du semis (Walters et Yawney 1990). **Le jeune semis est tolérant à l'ombre et survit sous un peuplement durant un à quatre ans, à moins de bénéficier d'une ouverture du couvert; un recrutement relativement constant assure la présence de l'espèce.** Au Tennessee, Farmer et Cunningham (1981) rapportent que des graines d'érable rouge peuvent germer au moment de leur dispersion au printemps ou encore l'année suivante. **La viabilité des samares peut atteindre de deux à cinq ans. Les semences sont dispersées surtout par le vent jusqu'à une distance maximale de 110 m.**

Sur des stations xériques, la reproduction sexuée est limitée par la faible production de semences et par la faible survie des semis; sur des stations mésiques, la reproduction sexuée est plus abondante et la survie des semis est meilleure (Sakai 1990a). Les résultats de cette étude supportent le fait qu'après une perturbation sur une station xérique, la venue de l'érable rouge se réalise principalement par voie végétative, alors que sur une station mésique ou humide, la venue se réalise par reproduction végétative suivie d'une reproduction sexuée.

D'après Godman et Mattson (1976), **les bonnes et les meilleures années semencières surviennent à un intervalle de quatre ans.** L'érable rouge produit une quantité relativement importante de semences. Des individus de 5 à 20 cm de DH,P peuvent produire de 12 000 à 91 000 semences; Abbott (1974) souligne qu'un individu de 30 cm de DHP a produit environ un million de semences. **La production de semences est stimulée par une fertilisation.** Dans la région de Trois-Rivières,

Houle (1994) souligne, après une étude approfondie de quatre ans, d'une part, que **la dispersion des semences se réalise sur une courte période, allant de juin au début de juillet** et, d'autre part, que la pollinisation peut être limitée par la disponibilité des insectes pollinisateurs au cours des années de forte production florale. Parmi toutes les espèces étudiées, Houle (1994) note que **seul l'érable rouge montre une relation significative positive entre la dispersion des semences, les réserves de semences dans le sol et les patrons de distribution et d'abondance des semis**. Au cours d'une étude portant sur les réserves de semences enfouies dans le sol de peuplements feuillus (bouleau et érable) dans le New Hampshire, Graber et Thompson (1978) n'ont trouvé qu'**un faible nombre (dix) de semences viables dans un peuplement âgé de 95 ans, et aucune dans un peuplement âgé de plus de 200 ans, ce qui laisse présager que le recrutement de cette espèce par un mode de graines enfouies est très peu probable**. Ces résultats rejoignent ceux de Marquis (1975) qui souligne que **des semences d'érable rouge peuvent demeurer viables dans l'humus durant une période de deux à cinq ans**.

REPRODUCTION VÉGÉTATIVE. En plus de pouvoir se régénérer par semis, l'érable rouge est l'une des espèces qui se reproduit le mieux par rejets de souche. Au Nouveau-Brunswick, Lees (1981) souligne que **de nouveaux rejets se nourrissent à partir de racines saines existantes et développent rapidement de nouvelles racines**. L'auteur conclut qu'au moins trois générations de rejets de souche vigoureux peuvent se développer sur le même système régénérateur de racines. Il souligne que des rejets âgés, jusqu'à 70 ans, étaient à la fois supportés par de nouvelles racines et des racines de générations précédentes.

Les tiges coupées en début de saison de croissance sont plus sujettes à produire des rejets l'année même que les tiges coupées en fin de saison de croissance. Après environ un mois de croissance des rejets, la production d'hormones de croissance semble suffisante pour inhiber l'émergence des bourgeons dormants restants (Wilson 1968).

CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT. L'érable rouge peut atteindre de 22 à 28 m de haut et il peut vivre 200 ans, mais après 80 ans, son taux de croissance se réduit considérablement (Vézina et Roberge 1981). Toutefois, Lorimer (1984) souligne que ces ralentissements sont souvent causés par des feux ou du verglas et que sur les parcelles de terrain étudiées, de grands individus présentent un taux de croissance corrélé positivement avec la taille. Par exemple, en Pennsylvanie, Hough et Forbes (1943) ont retrouvé des individus âgés de 290 ans. **Alors que l'érable à sucre est l'une des premières espèces à amorcer sa croissance au printemps, l'érable rouge suit de seulement quelques jours.** Au cours d'une étude, Jacobs (1965) a observé que **50 % de l'élongation était atteinte après une semaine et 90 % après 54 jours**. La croissance radiale débute relativement tard dans la saison mais se réalise rapidement (Jacobs 1965). A trois ans, les semis peuvent avoir une hauteur de 1 à 1,5 m, mais souvent ils ne dépassent pas 70 cm.

La grande plasticité de cette espèce à croître sous diverses conditions édaphiques et situations topographiques est en bonne part attribuable à l'adaptation de son système racinaire à ces conditions. Par exemple, sur une station très humide, l'érable rouge forme une racine principale courte et de nombreuses et longues racines latérales; l'inverse se produit sur une station sèche. Les racines latérales se forment dans les premiers 25 cm du sol. Les racines ligneuses peuvent atteindre une longueur de 25 m (Lyford et Wilson 1964).

À l'instar d'autres espèces, celle-ci se développe et croît avec une association mycorhizienne qui lui confère d'intéressants bénéfices, qui se traduisent principalement en termes de croissance. Par exemple, Kormanik *et al.* (1982) ont obtenu, après une saison de croissance, des semis d'environ 34 cm de hauteur et 0,63 cm de diamètre lorsqu'associés à *Glomus spp.*, comparativement à 8,3 cm de hauteur et 0,24 cm de diamètre pour des semis témoins non mycorhizes.

Les rejets croissent, au cours des premières années, deux fois plus rapidement que les semis (Vézina et Roberge 1981). Les meilleurs rejets se rencontrent habituellement là où des érables rouges de 40 à 50 ans ont été coupés pendant la saison dormante à une hauteur de 15 à 25 cm au-dessus du sol. **Les rejets peuvent atteindre 90 cm de hauteur la première année** (Vézina et Roberge 1981).

3. Considérations d'aménagement

APRÈS UNE COUPE. Les coupes peuvent augmenter la présence de l'érable rouge sur des stations où seules des tiges éparses se trouvaient auparavant (Burns et Honkala 1990). **L'établissement de l'érable rouge à la suite d'une perturbation se fait essentiellement par rejets de souche** (Sakai 1990a). **Une coupe effectuée en hiver en laissant sur pied des individus d'érable rouge peut entraîner de sérieux problèmes de suppression des conifères en régénération après quelques années** (Ker 1981, Piene 1981). La compaction du sol qui parfois résulte de travaux de coupe ou d'aménagements récréatifs (sentiers pédestres) peut entraîner des effets négatifs sur l'infiltration d'eau dans le sol et sur la croissance radiale de l'érable rouge (Donnelly et Shane 1986).

PRÉPARATION DU TERRAIN. Une préparation du terrain de faible intensité suivie d'un dégagement mécanique tendent à favoriser l'érable rouge. Par contre, une préparation du terrain par voie chimique suivie de dégagements manuels et chimiques combinés tendent à restreindre l'érable rouge (Ohmann 1982). Dans le sud des États-Unis, une préparation du terrain par fragmentation des débris suivie d'un brûlage a maîtrisé complètement la venue de l'érable rouge après trois saisons de croissance (Haywood 1993).

DÉGAGEMENT MANUEL. Après une coupe manuelle, le nombre de rejets d'érable rouge produits par souche, deux ans après la coupe, s'accroît proportionnellement au diamètre à la souche de l'arbre-mère pour atteindre environ 25 rejets pour une tige de 23 cm, puis décroît (Solomon et Blum 1967). Mroz *et al.* (1985) ont trouvé que la production de rejets est liée au diamètre de la souche et indépendante de la qualité de la station ou d'un apport d'engrais. De plus, **la longueur des rejets d'une souche est indépendante du nombre de rejets mais augmente avec la qualité de la station.** Toutefois, contrairement à Solomon et Blum (1967), cette étude-ci a été réalisée sur un très grand nombre d'individus et montre clairement que la production de rejets, après deux ans, augmente avec le diamètre de la souche jusqu'à 40 cm (environ 30 rejets produits), puis décroît. Lamson (1976) rapporte **un nombre moyen de rejets vivants de 11,1 et 5,5 par tige, 8 et 12 ans respectivement après la coupe de la tige-mère.** Le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) moyen des rejets et la hauteur totale moyenne sont respectivement de 5,3 cm et 6,6 m après 8 ans, et atteignent 8 cm et 9,5 m, 12 ans après la coupe de la tige-mère. Ces observations proviennent de mesures de placettes-échantillons situées dans le nord de la Virginie (Lamson 1976).

Une autre étude a montré qu'**après dix saisons de croissance, il y a en moyenne 6,3 rejets d'érable rouge par souche, et que la hauteur moyenne des plus grands rejets est de 3,44 m** (Bjorkbom 1972). Un an après la coupe de tiges d'érable rouge âgées d'environ 12 ans dans la région de Pohénégamook au Québec, nous avons dénombré une moyenne de 4,9 rejets par souche, mesurant 89,1 cm de hauteur.

Pour atteindre une croissance minimale des rejets, il est préférable de couper durant la saison de croissance active, soit après le début de la croissance printanière et avant l'arrêt de la croissance de fin d'été. Toutefois, cet effet de la date de coupe n'est que de courte durée (une ou deux saisons de croissance après la coupe). Après trois saisons de croissance, il y aurait en moyenne 6,2 rejets par souche, toutes dates de coupe confondues. Deux ou trois coupes répétées dans une même saison de croissance n'ont pas produit d'effets différents qu'une seule coupe (à l'exception du bouleau gris qui a été bien maîtrisé par cette technique) (Kays et Canham 1991).

DÉGAGEMENT CHIMIQUE.

2,4-D. Une application de 2,4-D combinée à du picloram entraîne un certain niveau de maîtrise de l'émergence des rejets d'érable rouge sur des stations de coupe d'hiver (Lewis *et al.* 1985). Les travaux de Bramble et Byrnes (1983) font état de **l'efficacité à long terme du 2,4-D combiné à du 2,4,5-T.**

Glyphosate. Les travaux de D'Anieri *et al.* (1990) ont démontré que **l'érable rouge est difficilement maîtrisé par le glyphosate.** Les traitements de septembre effectués avant la chute des feuilles ont procuré les meilleurs résultats, en raison de la période qui correspond à la résorption d'éléments nutritifs et à l'accumulation de réserves en hydrates de carbone au niveau racinaire. Alors que d'autres travaux (Lewis *et al.* 1985, Minogue *et al.* 1984) ont aussi démontré **la difficulté de maîtriser cette espèce avec du glyphosate,** Chase *et al.* (1990) soulignent avoir **obtenu un niveau de maîtrise satisfaisant avec une dose aussi faible que 2,33 l/ha.** Bien que le glyphosate pénètre relativement bien la feuille de l'érable rouge (la feuille agit en écran plus ou moins perméable à l'entrée d'un herbicide foliaire), une quantité relativement faible se retrouve au niveau des racines, ce qui signifie que le niveau de tolérance est à la fois le résultat de l'absorption foliaire et des caractéristiques liées à la translocation, à tout le moins chez l'érable rouge (Green *et al.* 1992).

Triclopyr. Dans le Maine, Maass et Arsenault (1986) ont obtenu **une maîtrise adéquate de l'érable rouge avec du triclopyr en traitement basal.** Sur des stations où la coupe a eu lieu l'été, en Virginie, Lewis *et al.* (1985) ont obtenu une bonne maîtrise des rejets de l'érable rouge avec des traitements de souche au triclopyr. Dans le Maine, McCormack *et al.* (1981) ont obtenu **d'excellents résultats de maîtrise des rejets de souche de l'érable rouge avec du triclopyr** (4,5 kg dans 37 litres d'eau par hectare) **appliqué par hélicoptère au début du mois d'août;** le suivi d'efficacité s'est poursuivi jusqu'à trois ans après le traitement et a montré que la régénération naturelle d'épinettes blanche et rouge, de sapin baumier et de pin blanc a été bien dégagée. Perala (1980) a obtenu des résultats similaires au Minnesota dans des plantations d'épinette blanche.

4. Interférence avec les espèces cultivées

L'érable rouge est une espèce pionnière qui est plus tolérante à l'ombre et de longévité supérieure que les espèces venant en premier dans la succession. **Comme il vient en deuxième rang dans la succession, il s'agit d'un compétiteur moins sérieux que le peuplier faux-tremble et le cerisier de Pennsylvanie.** Cependant, lorsqu'il est présent avant les travaux forestiers, sa forte capacité de produire des rejets en fera une espèce de compétition très agressive à l'endroit de la régénération (White 1991), **principalement pour la lumière.**

L'érable rouge nuit à la croissance et à la survie des conifères en régénération; McCormack *et al.* (1981) ont noté que des dégagements ont permis à l'épinette rouge, au sapin baumier et au pin blanc d'occuper l'espace dominant au profit de l'érable rouge.

Elliott et White (1993) ont démontré que **l'érable rouge était l'espèce la moins compétitrice parmi celles étudiées (cerisier de Pennsylvanie et érable de Pennsylvanie) à l'endroit du pin rouge (*Pinus resinosa*) en plantation.** Ces auteurs notent toutefois avoir eu recours à des semis d'érable rouge pour leurs expériences, au lieu de rejets qui ont un rythme de croissance supérieur et que dans ce cas, les résultats auraient pu être tout autres.

5. Rôle dans l'écosystème

Quoique pouvant être un sérieux compétiteur sur certaines stations, l'érable rouge est avantagement cultivé sur d'autres (Townsend *et al.* 1993) **et répond très bien à une sylviculture visant à améliorer la qualité des tiges** (Lamson 1976, Erdmann *et al.* 1985). Lorsqu'il est planté sur des terres abandonnées par l'agriculture, l'érable rouge subit les effets adverses de la

compétition exercée par les broussailles, pour les ressources du sol si elles sont en faibles quantités et pour la lumière sur des stations plus riches (Putz et Canham 1992). De plus, il est très susceptible à des dommages, pouvant entraîner la mortalité, par le campagnol (Ostfeld et Canham 1993).

Martin et Tritton (1991) soulignent l'importance de certaines espèces capables de se régénérer par rejets de souches après une coupe forestière. Elles contribuent au rétablissement de conditions microclimatiques de la station, jouent un rôle transitoire vers le développement d'une nouvelle forêt et participent au prélèvement et à la mise en circuit des éléments nutritifs après une perturbation (MacLean et Wein 1977a). Toutefois, les travaux de Côté et Fyies (1994) dans le sud du Québec montrent bien que **l'acidité et la pauvreté des litières de l'érable rouge ne permettent pas d'espérer une quelconque amélioration des sols de stations climaciques dominées par l'érable à sucre et l'érable rouge.**

Bien que ce ne soit pas pour lui une espèce préférée, l'orignal broute l'érable rouge (Parker et Morton 1978). Abell et Gilbert (1974) ont par ailleurs classé l'érable rouge comme intermédiaire au niveau de sa digestibilité pour le chevreuil. L'érable à épis et le sorbier sont des espèces préférées à l'érable rouge par le chevreuil (Hughes et Fahey 1991 a). Pour leur part, Carter *et al.* (1975) ont classé **l'érable rouge comme étant de faible qualité nutritive pour la faune.** La digestibilité de la cellulose contenue dans la pousse annuelle (la cellulose représente 28,7 % de l'échantillon sec) s'établit à 14,6 %, valeur au-dessous de la moyenne (16,9 %) de 18 espèces broutées par le chevreuil et rencontrées dans l'état de New York. La digestibilité des autres composantes, à l'exception des hémicelluloses, est également inférieure à la moyenne (Robbins et Moen 1975). Toutefois, dans le New Hampshire, Pékins et Mautz (1988) ont montré que les feuilles de rejet d'érable rouge à l'automne sont susceptibles de fournir une quantité appréciable (soit 46,5 % par unité de poids sec) d'énergie métabolisable.

Une étude de préférence alimentaire du chevreuil, réalisée dans le New Hampshire, montre que l'érable rouge compte pour une proportion importante (11 % de la diète estivale et que les feuilles de rejets ont une valeur nutritive supérieure à celle des feuilles de semis ou de gaules (Pékins et Mautz 1989)..

La hauteur maximale que doit avoir l'érable rouge pour constituer une source de nourriture estivale pour les jeunes chevreuils est de 0,92 m, et de 1,97 m pour les adultes (Rogers et McRoberts 1992); **au-delà de ces dimensions, l'érable rouge n'est plus accessible à l'animal.** Canham *et al.* (1994) ont réalisé des simulations de broutage par le chevreuil, par des tailles plus ou moins importantes des pousses annuelles effectuées sur des individus de milieux ombragés ou dégagés. Les résultats indiquent qu'en milieu ombragé, l'érable rouge est susceptible de demeurer longtemps accessible à l'animal. Au contraire, en milieu dégagé, il pourra facilement dépasser une hauteur critique au broutage par le chevreuil.

Dans le sud-ouest du Québec (près de Rigaud), Brown et Doucet (1991) ont trouvé qu'**au cours de la saison hivernale, l'érable rouge est à l'occasion fortement brouté par le chevreuil, surtout lorsque celui-ci ne retrouve pas ses espèces favorites.** Une autre étude réalisée dans le Maine sur des stations défoliées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, ou défoliées puis coupées, ou défoliées, coupées puis brûlées, ou encore intactes, montre qu'**en moyenne l'érable rouge ne participe que moyennement à la diète alimentaire du chevreuil** (2,8 % du poids frais total des espèces consommées au cours d'un été), mais constitue l'espèce la plus broutée par l'orignal (13,3 % du poids frais total des espèces consommées au cours d'un été) (Crawford *et al.* 1993).

Dans sa diète alimentaire, le castor n'utilise que très peu l'érable rouge (Johnston et Naiman 1990) qui, malgré une valeur énergétique relativement élevée, est peu digestible (Doucet et Fryxell 1993). Le cas échéant, Jenkins (1980) a montré la relation inverse existant entre le diamètre des individus coupés et leur distance de la rive. Ce sont généralement les individus dont la diamètre à la

souche varie de 2,5 à 6,2 cm qui sont coupés par le castor (Jenkins 1975). En Ontario, dans le parc provincial Algonquin, Doucet *et al.* (1994) soulignent que le castor utilise de préférence certaines espèces feuillues, dont les érables rouge et à sucre, comme source de nourriture hivernale, et des conifères, en plus de l'aune rugueux, pour la construction du barrage. **Contrairement à plusieurs autres espèces, celle-ci n'est pas endommagée (dommages observés à l'écorce) ni fréquentée durant l'hiver par le porc-épic** (Tenneson et Oring 1985). D'autre part, au Vermont, Runde et Capen (1987) soulignent que **la mésange à tête noire utilise les cavités de l'érable rouge pour y faire son nid.** » (Jobidon 1995).

d) Cerisier de Pennsylvanie

« 1. Habitat

« **DISTRIBUTION.** Espèce boréale nord-américaine. La variété *pennsylvanica* se rencontre depuis la Colombie-Britannique et les Territoires du Nord-Ouest jusqu'au Labrador et à Terre-Neuve et vers le sud jusqu'en Caroline du Nord. Au Québec, l'aire du cerisier de Pennsylvanie s'étend jusqu'au 56° degré de latitude. Sa présence est susceptible d'être problématique dans les régions d'aménagement forestier 2b, 3, 4 et à un degré moindre dans la région 2a. » (Figure X présentée dans la section du **bouleau blanc**) (Jobidon 1995)

Le territoire d'étude est localisé dans la région 2a (sapinière à épinette noire) et est donc concerné par les problèmes d'envahissement du cerisier de Pennsylvanie. En fait, 27 % des relevés réalisés dans la région 2a sont marqués par la présence du cerisier de Pennsylvanie, alors que la fréquence maximale observée au Québec est de 31 % dans la région d'aménagement 3a (Jobidon 1995).

« **STATION.** Le cerisier de Pennsylvanie se retrouve rarement dans la forêt parvenue à maturité. On le trouve surtout dans les éclaircies, les brûlis, les secteurs récemment déboisés et le long des rivières (Hosie 1980), où il forme un couvert dense, seul ou en association avec d'autres espèces de feuillus de lumière de transition. Il peut croître sur différents types de sol avec un faible pourcentage d'occupation. À l'intérieur de son aire de distribution, il se retrouve sur des stations dont le nombre annuel moyen de jours où la température est inférieure à 0° C varie de 90 à 180 et où les précipitations annuelles moyennes varient de 410 à 2030 mm (Wendel 1990).

« **Il est principalement associé à des dépôts glaciaires.** Il se retrouve surtout sur des stations où un humus de type mor ou moder se développe. Ces stations sont caractérisées principalement par des sols (horizon B) de texture moyenne et grossière où le drainage varie de bon à imparfait.

« **EXIGENCES EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS.** Le cerisier croît habituellement sur une station caractérisée par une teneur en éléments minéraux variant de pauvre à moyennement riche. Il occupe généralement un sol dont le pH varie de 5,0 à 6,0 (Spurway 1941), mais se retrouve aussi sur des stations de pH 4,0. Le cerisier est une espèce adaptée à des cycles de perturbation et présente une exigence élevée en azote pour supporter sa forte productivité (Covington et Aber 1980), qui d'ailleurs augmente avec une augmentation de la disponibilité en N, P et K (Elliott et White 1993).

« Dans le New Hampshire, Hughes et Fahey (1994) notent que 15 ans après une perturbation, le parterre forestier reçoit une quantité relativement importante de débris ligneux de cerisier et de feuilles, tous deux faibles en azote, ce qui conduit à un taux de décomposition plus lent et susceptible d'influencer les processus de succession. L'arrivée relativement rapide de débris ligneux de cerisier reflète sa courte espérance de vie et peut-être aussi son faible potentiel de compétition pour des ressources environnementales limitées au moment où d'autres espèces font leur apparition.

« **EXIGENCES EN EAU.** Le cerisier de Pennsylvanie se développe sur des stations moyennement sèches (Bell 1991).

« **EXIGENCES EN LUMIÈRE.** Il est très intolérant à l'ombre (Fulton 1974).

« 2. Caractéristiques physiologiques, morphologiques ou phénologiques

« **REPRODUCTION SEXUÉE.** Le cerisier de Pennsylvanie est une espèce typique du mode de reproduction par graines enfouies (Marks 1974, Scheiner *et al.* 1988). Il produit des semences qui demeurent viables de 75 à 150 ans (Graber et Thompson 1978). Ces résultats rejoignent ceux de Marquis (1975) qui souligne que les semences demeurent viables dans l'humus durant de nombreuses décennies, ce qui explique le mode de recrutement de cette espèce après une perturbation. Les travaux de ces auteurs indiquent toutefois que 71,1 % des graines récoltées dans des sols provenaient de peuplements âgés de 95 ans et moins et qu'il est difficile d'établir une tendance nette de possibilité de germination entre 95 et 200 ans. La majeure partie des graines qui ont germé provenaient de la couche d'humus H, plus particulièrement dans des peuplements âgés (Graber et Thompson 1978). **Après une coupe dans le Maine, White (1991) souligne que le cerisier n'envahit la station que par reproduction sexuée.** Marks (1974) a dénombré une possibilité de 2 761 500 fruits par hectare et par année produits par un peuplement pur de cerisier. Il a également déterminé à 49,4 le nombre de graines enfouies par mètre carré dans le parterre d'une forêt non perturbée par hectare et par année produits par un peuplement pur de cerisier. Une autre étude estime une variation de 1 à 111 le nombre de graines viables enfouies par mètre carré dans le sol de peuplements de divers âges (Marks 1974). **La propagation des semences est assurée par les petits mammifères et les oiseaux** (Fulton 1974). L'augmentation de la nitrification après une coupe favorise la germination des graines (Auchmoody 1979), ce qui indique qu'une fertilisation azotée sous forme de nitrate avant la récolte finale pourrait réduire la banque de semences viables enfouies et par conséquent réduire la venue de cette espèce après une coupe.

« **REPRODUCTION VÉGÉTATIVE.** Le cerisier peut aussi se reproduire par drageonnement ou par rejets de souche (Fulton 1974), une fois les tiges-mères en place. Dans la région de Pohénégamook, nous avons mesuré qu'une tige coupée de cerisier (âgée d'environ 12 ans) produit en moyenne 5,2 rejets par souche de 76,2 cm de hauteur après un an.

« **CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT.** Le cerisier atteint une hauteur moyenne de 10 à 12 m et une espérance de vie d'environ 25 à 30 ans. Dans le New Hampshire, Bicknell (1982) rapporte que l'accroissement annuel en hauteur atteint un sommet de 1,4 m par année à l'âge de trois ans. De plus, Bicknell (1982) note que la croissance en hauteur se poursuit durant toute la saison de croissance et l'espèce conserve ses feuilles physiologiquement actives sur une période de temps plus longue à l'automne, que des espèces qui apparaissent plus tard dans la succession (Amthor *et al.* 1990). Mou *et al.* (1993) soulignent que **le système racinaire du cerisier peut s'étendre à plusieurs mètres de la tige pour explorer un grand volume de sol et y retrouver des micro-sites plus fertiles.** Marks (1974) note que des peuplements âgés de 4 à 14 ans ont un système racinaire peu profond, généralement de moins de 36 cm, mais bien étendu.

« 3. Considérations d'aménagement

« **APRÈS UNE COUPE.** Le cerisier émerge très rapidement et vigoureusement du sol après une coupe (Fulton 1974) où, sur certaines stations, il forme une composante importante des nouvelles tiges (White 1991). **Plus la densité de la régénération du cerisier est élevée, plus la hauteur totale des plants et leur croissance relative en hauteur est réduite, en raison d'une compétition intraspécifique qui débute dès les premières années après la coupe** (Shabel et Peart 1944). Huit ans après une coupe forestière, Leak (1988) souligne que le cerisier est plus abondant sur des stations

de coupe totale, comparativement à des stations de coupe à diamètre limité. En 1938 dans le centre de la Nouvelle-Angleterre, un ouragan a détruit 253 000 hectares de forêt, principalement des peuplements de pin blanc. Le cerisier de Pennsylvanie a été la première espèce dominante avec 5000 tiges par hectare. Après dix ans, il a progressivement décliné pour disparaître en 1978, après 40 ans (Hibbs 1983).

« Une étude comparative de la végétation ligneuse de 131 peuplements issus de coupes à blanc de pessières à épinette noire et de 250 peuplements régénérés à la suite de feux naturels a été réalisée en Ontario par Carleton et MacLellan (1994). Il appert de façon évidente que le type et l'intensité des perturbations en forêt boréale déterminent des patrons de rétablissement différents. Ainsi, **le cerisier est plus fréquent et plus abondant dans les peuplements issus de coupes que chez ceux issus de feux.**

« Dans le New Hampshire, Mou *et al.* (1993) ont étudié les patrons de succession au cours des six années qui ont suivi une coupe forestière avec un sol non perturbé, un sol scarifié ou un sol fortement perturbé (couche minérale exposée). **Après un an, il y a significativement plus de cerisier sur les stations fortement perturbées (119 800 tiges à l'hectare) que sur les stations non perturbées (43200 tiges à l'hectare).** Le même patron demeure après 6 ans avec toutefois une quantité moindre de tiges à l'hectare, en raison d'une forte compétition intraspécifique.

« À la suite d'une mortalité dans un couvert forestier causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans l'état du Maine, Osawa (1994) a établi une relation entre deux groupes d'espèces végétales (sapin, épinette et bouleau à papier pour l'un et cerisier de Pennsylvanie et framboisier pour l'autre) qui se sont régénérés différemment selon un gradient de perturbation du couvert. Il appert que le cerisier, à l'instar du framboisier, se régénère et croît davantage là où la mortalité du sapin est de l'ordre de 100 %.

« Au Nouveau-Brunswick, Wall (1986) note que le nodule noir du cerisier (*Apiosporina morbosa*) dans de jeunes peuplements de cerisier (âgés de 1 à 9 ans) survient plus tôt après une coupe qu'après un feu et que cette maladie tend à devenir plus prononcée chez les plus gros sujets dominants que chez des sujets supprimés. Le nodule noir est susceptible d'entraîner la mort d'individus atteints gravement. Il semblerait que l'espèce investisse peu dans la production de substances de défense, ce qui expliquerait sa susceptibilité élevée à des insectes et pathogènes (Hughes et Fahey 1994).

« En Abitibi au Québec, Harvey et Bergeron (1989) notent qu'après une coupe, le cerisier de Pennsylvanie se retrouve principalement sur des stations où la texture voisine celle d'un loam sableux avec un humus d'environ huit centimètres.

« **PRÉPARATION DU TERRAIN. En général, les espèces de transition qui se régénèrent par semences enfouies sont plus abondantes sur les stations perturbées où la matière organique de surface a été enlevée** (Roberts et Dong 1993). Ces auteurs ont noté une plus grande densité (tiges/m²) de cerisier sur les stations perturbées, comparativement aux stations où la surface du sol est demeurée intacte; toutefois, ces différences avaient disparues la troisième année. Dans le New Hampshire, Thurston *et al.* (1992) ont étudié, sur une période de 18 ans, les facteurs responsables de l'établissement et de la survie de la régénération feuillue dans deux bassins de 12 et 36 ha de superficie qui, avant la coupe, supportaient des peuplements composés d'érable à sucre, de hêtre et de bouleau jaune. Un et deux ans après la perturbation, la densité du cerisier était principalement et positivement associée à l'intensité de la scarification et, à un degré moindre, négativement associée à l'abondance des débris de coupe grossiers. La corrélation positive avec la scarification n'est pas surprenante et s'explique par le mode de recrutement du cerisier (semences enfouies dont la germination est stimulée par la nitrification); l'association négative avec l'abondance des débris s'explique par un manque d'espace pour le cerisier là où ces débris sont les plus abondants. Dix-huit ans après la perturbation, les caractéristiques physiques de la station qui prévalaient après la coupe (la scarification et

principalement l'abondance des débris de coupe grossiers) expliquent davantage la densité du cerisier, par rapport à la densité mesurée après un an. En somme, les auteurs soulignent l'importance qu'il convient d'attribuer aux facteurs physiques de la station pour comprendre les patrons d'établissement des espèces de début de succession, et aux facteurs biotiques (présence de semences, de semis ou de rejets) en ce qui a trait aux patrons d'établissement d'espèces plus avancées dans la succession.

« **Comparativement à une densité de 43 200 tiges à l'hectare, un an après une coupe où le sol n'est pas perturbé, Mou *et al.* (1993) en ont dénombré 134 600 sur des parcelles scarifiées (sans exposition du sol minéral). Les mêmes valeurs atteignent respectivement 22 600 et 53 900 tiges à l'hectare après six ans.** Ils ont noté un taux de germination du cerisier de 83 tiges par m² sur des stations non perturbées et de 297 tiges par m² sur des stations scarifiées. Toutes espèces confondues, l'accumulation de biomasse après six ans était semblable sur les parcelles non perturbées et scarifiées mais supérieure à celle des parcelles fortement perturbées (sol minéral exposé).

« **Le cerisier est avantagé après un scarifiage par disques ou râteaux, suivi d'un dégagement manuel; il est moins abondant sur les stations qui n'ont pas été préparées ou qui ont été préparées par une méthode chimique (Ohmann 1982).**

« **DÉGAGEMENT MANUEL. La coupe du cerisier ne fait que stimuler les repousses.** Aldous (1952) a rapporté des **augmentations de taux de croissance de 88 à 121 %, après quatre années de coupes successives. Une coupe manuelle en saison feuillée (juillet à septembre) conduit aux meilleures réactions de croissance de conifères, en raison d'un moins fort dynamisme des rejets, comparativement à d'autres périodes de coupe (Jobidon et Charette 1992).** Les mois de juillet et d'août sont les plus propices pour couper le cerisier, alors que le taux de mortalité des rejets est le plus élevé, comparativement à des coupes effectuées en juin, septembre et octobre. Il en va de même pour la croissance en hauteur des pousses (FRDF 1988). **La hauteur du point de coupe exerce une influence significative sur la mortalité subséquente des rejets.** Le FRDF (1988) a testé quatre hauteurs de coupe, soit 0 cm (au niveau du sol), 15 cm, 45 cm et 75 cm, qui ont respectivement conduit à des taux de mortalité de 31, 62, 21 et 11 % des rejets; **la coupe à 15 cm du sol donne les meilleurs résultats.** La longueur totale des rejets n'est pas influencée par la hauteur du point de coupe; toutefois, la hauteur relative moyenne des rejets par rapport au sol s'accroît avec une augmentation de la hauteur de coupe.

« **DÉGAGEMENT CHIMIQUE.**

- « **2,4-D. Le cerisier est très susceptible au 2,4-D et il peut être facilement maîtrisé (Chemagro Corporation 1953, Fulton 1974).** Un traitement de souche du cerisier ne maîtrise pas complètement la venue de rejets, neuf ans après l'application (Bjorkbom 1972).
- « **Glyphosate.** Une dose de glyphosate variant de 0,56 à 2,24 kg i.a./ha assure **une excellente maîtrise du cerisier pour une période d'un an (Anonyme 1988).** Une dose de 2,2 à 4,5 kg/ha procure une défoliation de 90 % (MacKasey 1983). Six ans après une application foliaire de glyphosate à une dose de 4,0 kg i.a./ha, Sutton (1984) a mesuré des rejets de souches de 50 cm de hauteur.

« Dans le Maine, McCormack *et al.* (1980) ont obtenu **une maîtrise variant de bonne à excellente de plusieurs espèces, dont le cerisier, à la suite d'une application aérienne de glyphosate.** Stasiak *et al.* (1991) ont étudié l'effet d'une double application, en autant d'années, de glyphosate à de faibles doses (0,04 à 0,5 kg/ha) sur la maîtrise du cerisier. Après deux ans, les doses inférieures à 0,5 kg/ha n'ont entraîné qu'une très faible mortalité du cerisier; à une dose de 0,5 kg/ha, la mortalité a atteint 38 %, alors qu'à une dose standard (2,1 kg/ha), la mortalité a atteint 90 %.

- « **Triclopyr**. Le cerisier de Pennsylvanie est très susceptible à un traitement basal de triclopyr effectué en mai, en juillet ou en août (Maass et Arsenault 1986). Une application aérienne de triclopyr à des doses de 2,2 et 4,5 kg/ha a procuré une très bonne maîtrise du cerisier, sur des stations en régénération naturelle d'épinettes rouge et blanche, de pin blanc et de sapin baumier (McCormack *et al.* 1981).

« 4. Interférence avec les espèces cultivées

« **Le cerisier nuit à la croissance des semis résineux s'il n'est pas maîtrisé** (Jablanczy 1979). La compétition se situe au niveau de l'eau, des éléments nutritifs et de la lumière. Ruel (1992) note que le sapin baumier demeurera sous couvert et ne pourra s'affranchir de cette compétition que s'il est dégagé. Dans une étude portant sur les effets compétitifs de feuillus de lumière à l'endroit du pin rouge en plantations, White et Elliott (1992) notent que par son très fort indice de surface foliaire et sa forte productivité (exprimée en terme d'accumulation de biomasse), **le cerisier exerce une compétition sérieuse à l'endroit du pin rouge.**

« Safford et Filip (1974) soulignent que le cerisier a largement bénéficié d'une fertilisation (appropriation importante d'éléments nutritifs), au détriment de la régénération de bouleaux blanc et jaune. De même, Marquis (1965) note que **la présence du cerisier dans un parterre de coupe de trois ans nuit énormément à la régénération des bouleaux blanc et jaune.**

« 5. Rôle dans l'écosystème

« **Le cerisier est l'une des composantes alimentaires de l'orignal et du chevreuil** (McNicol et Gilbert 1980, Aldous 1952), **quoique sa qualité nutritive soit considérée comme intermédiaire** (Carter *et al.* 1975). L'orignal broute le cerisier en toutes saisons (Timmermann et McNicol (1988). Toutefois, lorsqu'une nouvelle feuillaison apparaît après un premier broutage, ces nouvelles feuilles sont généralement évitées par l'orignal, en raison d'un contenu élevé en glucosides cyanogénés (substance allélochimique de défense) (Miquelle 1983). **Tant le chevreuil que l'orignal préfèrent les plants les plus grands** (mesures effectuées au cours des deux années qui ont suivi une coupe forestière et l'envahissement par le cerisier). Les plants broutés présentent ensuite une plus grande croissance relative en hauteur que ceux qui ne le sont pas, de sorte qu'ils conservent un statut dominant. Ce patron de réaction au broutage n'a cependant lieu que sur les stations légèrement (3 tiges/m²) ou modérément (13 tiges/m²) occupées par le cerisier; les plants des stations denses (55 tiges/m²) en cerisier n'ont pas de croissance compensatoire après un broutage et ne peuvent donc pas regagner une position dominante (Shabel et Peart 1994).

« Sur une station en Ontario, une étude de préférence alimentaire de l'orignal a classé le cerisier au sixième rang de préférence parmi dix espèces (Brusnyk et Gilbert 1983). Une étude réalisée dans le Maine sur des stations défoliées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, ou défoliées puis coupées, ou défoliées, coupées puis brûlées ou encore intactes, montre qu'**en moyenne le cerisier de Pennsylvanie est l'espèce la plus broutée par le chevreuil** (8,1 % du poids frais total des 35 espèces broutées) et très broutée par l'orignal (7,0 % du poids frais total des 28 espèces broutées) (Crawford *et al.* 1993). Au Québec, en Abitibi-Ouest, Bourque (1982) a étudié de près la nutrition hivernale de l'orignal et souligne que l'essentiel du régime alimentaire (98,3 %) repose sur 15 espèces. Alors que les saules occupent de loin la première place (38,3 %), le cerisier de Pennsylvanie vient en huitième position avec 4,2 %.

« **Le castor utilise à l'occasion le cerisier pour la construction de sa hutte** (Fulton 1974). Plusieurs petits mammifères et oiseaux (25 espèces) mangent le fruit du cerisier (Marks 1974, Fulton 1974). Les bourgeons sont mangés par les gélinottes (Fulton 1974).

« **Après une coupe, la venue du cerisier de Pennsylvanie contribue au prélèvement et à la mise en circuit des éléments minéraux** (Marks 1974). Cependant, le cerisier est une espèce à la fois exigeante et très productive, ce qui peut, à long terme, entraîner des retombées négatives sur la productivité de la station (Covington et Aber 1980). D'autre part, Marks (1974) souligne que **le cerisier peut facilement occuper tout l'espace après une coupe forestière, aux dépens d'autres espèces et aussi aux dépens d'une diversité floristique. Tant pour le chevreuil (DelGiudice *et al.* 1991) que pour l'orignal (Timmermann et McNicol 1988), la diversité de l'alimentation, autant que la disponibilité, est importante pour assurer une diète équilibrée; ces auteurs recommandent d'ailleurs de recourir à des pratiques d'aménagement qui favorisent l'établissement d'une flore variée** (Siderits 1975). » (Jobidon 1995)

e) Érable à épis

« **1. Habitat**

« **DISTRIBUTION.** Espèce tempérée du nord-est américain. Depuis la Saskatchewan jusqu'au Labrador et à Terre-Neuve et vers le sud jusqu'en Géorgie. Au Québec, l'aire de l'érable à épis s'étend jusqu'au 51° degré de latitude. Sa présence est susceptible d'être problématique dans les régions d'aménagement forestier 2b, 3, 4 et 5. » (Figure X présentée dans la section du bouleau blanc) (Jobidon 1995)

Le territoire d'étude est localisé dans la région 2a (sapinière à épinette noire) et est donc concerné dans une moindre mesure par les problèmes d'envahissement de l'érable à épis. En fait, 35 % des relevés réalisés dans la région 2a sont marqués par la présence de l'érable à épis (Jobidon 1995), alors que la présence maximale observée est de 80% dans la région 3b.

« **STATION.** L'érable à épis préfère les sols riches (Vincent 1965b). Il vit bien sur des terrains humides bien drainés, le long des ravins et sur les flancs des coteaux humides (Vincent 1965b). Il occupe plus fréquemment des sols frais et à texture moyenne appartenant aux classes: LA, LSA et AS (Bell 1991). L'érable à épis est une espèce associée à des peuplements feuillus ou mixtes, formant une strate arbustive plus ou moins importante (Vincent 1965b, Leak 1974, Willis et Johnson 1978, Sutton 1993) et le plus souvent sur des stations mésiques (Ohmann 1982).

« Il se retrouve majoritairement associé à des dépôts glaciaires et en plus à des dépôts de pente dans la région 2b. Il se retrouve surtout sur des stations où un humus de type mor ou moder se développe. Ces stations sont caractérisées par des sols (horizon B) de texture moyenne ou grossière où le drainage est bon ou modéré dans la région 2b.

« **EXIGENCES EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS.** Il se retrouve en grand nombre sur des stations ayant une teneur élevée en éléments minéraux (Bell 1991). Toutefois, sa contribution à la biomasse foliaire totale d'un peuplement de transition est modeste (Covington et Aber 1980). Par ailleurs, la grande capacité de son système racinaire à explorer l'humus (de grosses racines peuvent s'étendre jusqu'à 4,6 m de la base de la tige) laisse supposer que l'espèce est relativement exigeante en éléments nutritifs. Le niveau d'éléments nutritifs peut être un des facteurs qui limitent la croissance de cet érable, plus que le niveau d'humidité (Bell 1991).

« **EXIGENCES EN EAU.** La forte densité des racines dans l'humus traduit une demande élevée en eau (Vincent 1965b).

« **EXIGENCES EN LUMIÈRE.** L'érable à épis peut se développer au soleil ou à l'ombre. Toutefois, il croît plus rapidement sur une station partiellement ombragée (van Dersal 1938). Cette espèce semi-tolérante nécessite à peu près la même quantité de lumière que le sapin baumier

(Post 1969). Il peut survivre plusieurs années sous un couvert mais il prend avantage lors d'une éclaircie du peuplement (Vincent 1965b). **Cette espèce est adaptée à vivre sous un couvert grâce à l'exploitation qu'elle fait des percées de soleil dans le couvert, par une forte reproduction végétative et une croissance horizontale des branches** (Lei et Lechowicz 1990).

« Pour le Minnesota, Bakuzis et Hansen (1959) ont classé les exigences relatives de l'éérable à épis suivant une échelle de un (exigence la plus faible) à cinq (exigence la plus élevée). Les valeurs obtenues pour l'eau, les éléments nutritifs, la chaleur et la lumière sont respectivement de 3.5, 2.4, 1.7 et 1.4.

« 2. Caractéristiques physiologiques, morphologiques ou phénologiques

« **REPRODUCTION SEXUÉE. L'éérable à épis ne se reproduit que très peu par semences** (Lei et Lechowicz 1990) même s'il en fournit de grandes quantités (Post 1965). **Les semis de cette espèce ne s'établissent pas facilement sur une litière d'espèces feuillues et ne survivent que sur un sol minéral** (Post 1965). La majorité des semis meurent avant d'avoir atteint un diamètre au collet de 1,3 cm et sont suivis d'une ou plusieurs tiges qui se développent à partir de bourgeons dormants (Vincent 1965b).

« **REPRODUCTION VÉGÉTATIVE. L'éérable à épis se reproduit aisément par rejets au niveau du collet de la racine** et par marcottage de branches basses qui viennent en contact avec le sol (Post 1965) mais jamais par drageonnement (Post 1965), comme on l'a supposé autrefois (Krefting *et al.* 1956). La reproduction par marcottage chez l'éérable à épis est un phénomène marginal car une branche donnée doit être forcée, par l'action de la neige, de la glace ou de débris de coupe, de se retrouver à la surface du sol (Post 1965). La région du collet racinaire comporte un grand nombre de bourgeons dormants situés sous l'écorce de la tige et ils poussent progressivement vers l'extérieur, suivant la croissance en diamètre de la tige. Bien que la majorité de ces bourgeons demeurent en dormance, certains amorcent une croissance chaque année, dont une faible portion formera de nouvelles tiges (Vincent 1965b). Par ailleurs, les tiges-mères dépérissantes forment davantage de nouvelles tiges par rejet que des tiges-mères saines et vigoureuses (Vincent 1965b). La reproduction par boutures de tiges ou de racines est pratiquement impossible, même avec un traitement hormonal (Post 1969).

« **CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT.** L'éérable à épis atteint parfois une hauteur de 7 à 8 m et un diamètre de 6 à 17 cm. Toutefois, **sa hauteur moyenne est en général de 3 m.** La surface terrière peut atteindre de 2 à 4 m²/ha (Vincent 1953). En Ontario, Vincent (1965b) a dénombré sur diverses stations une possibilité de 33 200 à 111 000 tiges à l'hectare d'éérable à épis, provenant de 7 900 à 8 300 clones à l'hectare. **La période de croissance rapide en hauteur se situe entre 5 et 10 ans** et varie selon les stations étudiées de 17 à 40 cm par année, en moyenne de 27 cm par année (Vincent 1965b). **Des travaux réalisés dans le parc provincial de Mastigouche, au Québec, par Vallée *et al.* (1976) montrent que 5 à 25 ans après la coupe de peuplements feuillus, mélangés ou de conifères, on y retrouve respectivement en moyenne 2 515, 8870 ou 900 tiges d'éérable à épis à l'hectare.** En Gaspésie, après la coupe d'un peuplement de sapin baumier et de bouleau jaune, Bédard *et al.* (1978) ont dénombré après 8, 10 et 12 ans un nombre moyen de respectivement 10 600, 23 500, et 18 550 tiges d'éérable à épis mesurant plus de 0,6 m de hauteur à l'hectare; la hauteur moyenne de ces tiges était respectivement de 2, 1,5 et 1,9 m. Un grand nombre de racines fines émergent près du collet racinaire et s'étendent à une distance de 0,6 à 1,2 m. De plus grosses racines s'étendent jusqu'à une distance de 4,6 m (Vincent 1965b). » (Jobidon 1995)

« 3. Considérations d'aménagement

« **APRÈS UNE COUPE. L'éérable à épis possède l'aptitude à croître sous couvert** (Leak 1974, Sutton 1993) **et à devenir dominant lorsqu'il est dégagé** (Post 1965). Une coupe sélective favorise le

développement de l'érable à épis (Krefting 1953). Dix ans après diverses coupes sélectives de peuplements de feuillus nordiques au Michigan, Willis et Johnson (1978) ont notamment dénombré 2 600 tiges d'érable à épis à l'hectare qui, avec d'autres espèces, ont entravé l'établissement de semis de bouleau jaune. **Après une coupe à blanc, en l'espace de dix ans, l'espèce peut former un couvert forestier supérieur à trois mètres de hauteur** (Vincent 1953, 1965b, Baskerville 1961). **La repousse, après une coupe à blanc, se fait essentiellement par rejets de souche au niveau du collet racinaire** (Post 1965). **Cette reprise vigoureuse des rejets compte pour beaucoup dans la stabilité des peuplements qui peuvent se maintenir sur certaines stations, de 30 à 60 ans. À la suite d'une coupe, la venue de l'érable à épis s'effectue presque exclusivement par voie végétative et peu de tiges résiduelles sont nécessaires pour assurer un envahissement rapide** (Vincent 1965b). L'ouverture d'un couvert par la tordeuse des bourgeons de l'épinette favorise l'envahissement du parterre par l'érable à épis, limitant les possibilités d'établissement d'une régénération résineuse (Batzer et Popp 1985). **Au Québec, la coupe de peuplements feuillus, mélangés ou résineux comportant de l'érable à épis en sous-couvert conduit généralement à sa prolifération** (Vallée *et al.* 1976, Bédard *et al.* 1978). En Abitibi, Harvey et Bergeron (1989) ont retrouvé l'érable à épis après des coupes aussi bien sur des stations argileuses (densité = 7 679 tiges/ha) que sur des stations de loam sableux (densité = 8 725 tiges/ha); dans tous les cas, l'épaisseur de la couche d'humus était faible.

« Une étude comparative de la végétation ligneuse de 131 peuplements issus de la coupe à blanc de pessières à épinette noire avec celle de 250 peuplements régénérés à la suite de feux naturels a été réalisée en Ontario par Carleton et MacLellan (1994). Il appert nettement que le type et l'intensité des perturbations en forêt boréale déterminent des patrons de rétablissement différents. Ainsi, l'érable à épis est plus fréquent et abondant dans les peuplements dominés par le sapin baumier associé au bouleau blanc et issus de coupes anciennes ou des plus vieux feux.

« **PRÉPARATION DU TERRAIN. Une préparation du terrain qui retire de la station les tiges d'érable à épis séparées en profondeur de leurs racines a pour résultat de très bien maîtriser cette espèce; autrement, un envahissement est prévisible par la venue de rejets ou de marcottes** (Post 1969). Il est préférable d'éviter une préparation du terrain où la tige de l'érable à épis est seulement cassée, ce qui pourrait stimuler la venue des rejets (Post 1969). En Ontario, Wood et Dominy (1988) ont dénombré 1 100 tiges d'érable à épis à l'hectare après 19 ans sur des blocs préparés au tambour, comparativement à 600 tiges à l'hectare sur des blocs préparés aussi au tambour mais ensuite traités par un mélange de 2,4-D et 2,4,5-T; après la même période, il n'y avait aucune tige d'érable à épis sur les blocs préparés à la lame de terrassement. Ohmann (1982) souligne qu'**une préparation chimique du terrain suivie après quelques années d'un dégagement manuel combiné à un traitement chimique (opérations combinées) sont susceptibles de maîtriser à long terme la venue de l'érable à épis.**

« **DÉGAGEMENT MANUEL. La coupe manuelle ou mécanique de tiges d'érable à épis résulte en une prolifération de tiges émergeant du collet racinaire et n'est donc pas un moyen approprié de le maîtriser** (Post 1965, 1969, Vincent 1965b). À la suite d'une coupe manuelle à la hache de tiges d'érable à épis au Nouveau-Brunswick, Baskerville (1961) a dénombré une quantité inférieure de tiges à l'hectare un an après la coupe, suivie d'une augmentation progressive jusqu'à quatre ans après la coupe.

« Deux ans après la coupe de tiges d'érables à épis dans l'est du Québec, réalisée en juillet et en août, la mortalité a atteint respectivement 61 et 68 %, comparativement à 29, 13 et 0 % de mortalité pour des coupes effectuées en juin, septembre ou octobre (FRDF 1988). Ces valeurs ne sont toutefois pas significatives au plan statistique et doivent être considérées d'un point de vue indicatif seulement. Après deux ans, le nombre moyen de rejets par tige coupée s'établit à environ 1.7 avec une hauteur totale variant de 48.7 à 76.4 cm. **La période de coupe n'a aucune influence sur le nombre de rejets produits ou sur la croissance en diamètre ou en hauteur des rejets** (FRDF 1988). Un an après des coupes successives répétées à courts intervalles (1 à 24 heures), le FRDF (1988) n'a noté aucun effet significatif (ni même de tendances) sur la production et la croissance de rejets. **La hauteur du point**

de coupe a toutefois une influence significative sur la mortalité des souches qui atteint 78 % après deux saisons de croissance chez l'érable à épis coupé à 15 cm du sol, comparativement à 69, 63 et 29 % pour des hauteurs de coupe de 0, 45 et 75 cm respectivement. **La hauteur du point de coupe a aussi une influence sur le dynamisme des rejets**, mesuré après deux saisons de croissance. À une hauteur de coupe de 15 cm, la production moyenne de rejets atteint 1.9, alors qu'elle se situe à 2.4, 3.5 et 4.4 rejets par tige coupée à 0 (niveau du sol), 45 ou 75 cm du sol, respectivement (FRDF 1988). La croissance en diamètre et en hauteur des rejets n'est pas influencée par la hauteur du point de coupe; plus la hauteur du point de coupe est élevée, plus la hauteur relative des rejets par rapport au sol est élevée. Le diamètre initial des tiges d'érable à épis ne semble pas influencer le dynamisme des rejets de souche (FRDF 1988).

« **Une coupe manuelle en saison feuillée (juillet à septembre) conduit à une meilleure croissance des conifères**, en raison d'un moins fort dynamisme des rejets, comparativement à d'autres périodes de coupe (Jobidon et Charette 1992).

« **DÉGAGEMENT CHIMIQUE.**

• « **2,4-D. L'érable à épis est résistant au 2,4-D**, et par conséquent, il est très difficile à maîtriser de cette façon (Ohmann 1982, Kennedy et Jordan 1985). Le dégagement d'une régénération de sapin baumier avec un mélange de 2,4-D et de 2,4,5-T a permis d'obtenir de forts taux de croissance 28 ans après le traitement (MacLean et Morgan 1983). Post (1965) souligne que **l'érable à épis est difficile à maîtriser chimiquement en raison de sa capacité à se reproduire végétativement, et cela peut même stimuler sa vigueur reproductrice** (Hosier 1974).

• « **Glyphosate.** Avec des doses de 2,24 à 4,48 kg i.a./ha, appliquées au milieu et à la fin du mois d'août, Sutton (1978) a obtenu **d'excellents résultats**. Toutefois, Pitt *et al.* (1993) notent que la qualité de maîtrise obtenue varie selon la préparation utilisée.

• « **Triclopyr.** L'érable à épis est **susceptible au triclopyr**. Une étude réalisée au Nouveau-Brunswick montre que le **triclopyr est tout aussi efficace pour maîtriser l'érable à épis que le glyphosate, même à des doses inférieures** (Pitt *et al.* 1993).

« **4. Interférence avec les espèces cultivées**

« **L'érable à épis mature peut supprimer les épinettes et les sapins durant une période de 35 ans** (Vincent 1965b). Batzer et Popp (1985) ont montré que **l'érable à épis, accompagné d'autres espèces de transition, sont responsables de l'échec d'établissement du sapin baumier**. Lorsqu'il est dégagé de l'érable à épis, le sapin baumier croît rapidement et l'effet bénéfique dure au moins jusqu'à 32 ans après le traitement (MacLean et Morgan 1983). **Un couvert relativement dense d'érable à épis intercepte la majeure partie du rayonnement solaire, au détriment des espèces sous le couvert. La demande en eau par le système racinaire de l'érable à épis inhibe la germination des résineux** (Vincent 1965b). **Les feuilles de l'érable à épis forment une litière qui retarde la germination des résineux, particulièrement les épinettes** (Post 1965). Des coupes sélectives effectuées dans le nord du Michigan en vue de régénérer le bouleau jaune ont favorisé l'envahissement de l'espace par diverses espèces de transition, dont l'érable à épis, avec pour résultat un échec de régénération de l'espèce désirée (Willis et Johnson 1978).

« **Dans des plantations résineuses, l'érable à épis peut rapidement devenir un problème sérieux, non seulement par l'effet compétitif qu'il exerce, mais aussi par la nourriture et l'abri qu'il procure aux lièvres qui broutent les jeunes pousses des conifères** (Parker 1984).

« **5. Rôle dans l'écosystème**

« **L'érable à épis est une composante du régime alimentaire de l'orignal** (Peek 1974), qui en mange l'écorce et les ramilles (Hosier 1974). L'érable à épis fait partie de la diète alimentaire de l'orignal en toutes saisons (Timmermann et McNicol 1988) et est considéré comme **une espèce préférée ou communément broutée** (Newton *et al.* 1989). Une étude réalisée en Gaspésie a permis de montrer que l'érable à épis est très fréquemment brouté par l'orignal durant l'hiver (Crête et Bédard 1975, Bédard *et al.* 1978). Par contre, une autre étude réalisée au Manitoba montre que l'érable à épis vient au quatrième rang des espèces préférées par l'orignal, peu importe le sexe ou l'âge de l'animal (Zach *et al.* 1982). En Ontario, Brusnyk et Gilbert (1983) ont estimé, sur une période de deux ans, que parmi dix espèces broutées par l'orignal, le noisetier, le bouleau à papier, l'érable à épis, le tremble et les saules ont représenté environ 87 % de la consommation. Pour une station, cette étude a classé l'érable à épis au septième rang de préférence des dix espèces. Une autre étude a montré que parmi les espèces étudiées, l'érable à épis est celle qui, broutée en début de saison, développe le plus facilement une nouvelle feuillaison, mais constituée de feuilles plus petites et alors peu fréquemment broutées par l'orignal, probablement en raison de substances allélochimiques de défense (Miquelle 1983). Au Québec, en Abitibi-ouest, Bourque (1982) a étudié de près la nutrition hivernale de l'orignal et souligne que l'essentiel du régime alimentaire (98,3 %) repose sur 15 espèces. Alors que les saules occupent de loin la première place (38,3 %), l'érable à épis vient au douzième rang avec seulement 1,9 %, suivi de près par le sapin baumier à 1,8 %. Il importe toutefois de préciser que des comparaisons de diète sont toujours précaires à avancer du fait de la disponibilité et de la diversité de la nourriture (Timmermann et McNicol 1988) et aussi du temps écoulé depuis une coupe forestière. Une étude réalisée au Nouveau-Brunswick démontre que le broutage par l'orignal ou le chevreuil est plus fréquent sur des stations où la coupe date de deux ans ou moins (Telfer 1972). À la suite de diverses perturbations dans le Maine, Crawford *et al.* (1993) ont évalué que l'érable à épis n'a représenté que 0,8 % du poids frais total des espèces consommées par l'orignal durant l'été, et aucun broutage par le chevreuil n'y a été constaté.

« **Le chevreuil broute fréquemment l'érable à épis qui est souvent considéré comme une espèce préférée** (Krefting *et al.* 1955, DelGiudice *et al.* 1991). Lorsque l'érable à épis demeure sur la station après une coupe forestière, la production de ramilles augmente par un facteur de 3,5 et le contenu en protéines (qualité nutritive) augmente d'environ 63 % après un an. Toutefois, après trois ans, le contenu en protéines est équivalent à celui du témoin (ramilles prélevées en forêt intacte) (Hughes et Fahey 1991 a). La biomasse foliaire de l'érable à épis s'accroît avec une augmentation de la hauteur des tiges. La hauteur maximale des tiges qui permet un broutage par de jeunes chevreuils est de 1,29 m; la croissance en hauteur et la disponibilité de feuillage ne constituent pas une contrainte d'alimentation pour le chevreuil adulte (Rogers et Mc Roberts 1992).

« **Les lièvres consomment les ramilles des érables à épis** (Hosier 1974). Parmi plusieurs espèces de transition se retrouvant associées à des plantations de conifères au Nouveau-Brunswick, **l'érable à épis est une espèce préférée par les lièvres**, principalement dans des plantations âgées de 11 à 17 ans (Parker 1984). De plus, **la gélinotte se nourrit des bourgeons** (Hosier 1974). **Le castor utilise fréquemment l'érable à épis d'un diamètre variant de 2,5 à 5 cm**; au delà de 5 cm, l'espèce est pratiquement évitée (Johnston et Naiman 1990). Contrairement à plusieurs autres espèces, celle-ci n'est pas endommagée (dommages observés à l'écorce) ni fréquentée durant l'hiver par le porc-épic (Tenneson et Oring 1985). » (Jobidon 1995)

f) Aune rugueux

« 1. Habitat

DISTRIBUTION. Espèce boréale circumpolaire; sous- espèce boréale nord-américaine. Depuis la Saskatchewan jusqu'au Labrador et à Terre-Neuve et vers le sud, jusqu'en Virginie occidentale et en

Indiana. Au Québec, l'aire de l'aulne rugueux s'étend jusqu'au 54 degré de latitude. Sa présence est susceptible d'être problématique dans la région d'aménagement forestier 1. » (Jobidon 1995).

Le territoire d'étude est localisé principalement dans la région 4a (érablière à érable à sucre et bouleau jaune) et dans une moindre mesure dans les régions 5 (érablière à érable à sucre et tilleul ou caryer) et 3a (bétulaie à bouleau jaune et sapin). De plus, 15, 12 et 26 % des relevés réalisés respectivement dans les régions 4a, 5 et 3a sont marqués par la présence de l'aulne rugueux, alors que la fréquence maximale observée au Québec est de 40 % dans la région d'aménagement 1 (Jobidon 1995). **Le territoire d'étude est donc concerné par des problèmes d'envahissement de l'aulne rugueux, mais dans des mesures limitées par rapport à d'autres régions plus nordiques.**

« **STATION.** L'aulne rugueux est une **espèce boréale** (moins cependant que l'aulne crispé), qui se retrouve sur des stations d'altitude dans la partie sud de son aire de distribution (Healy et Gill 1974). En forêt, on ne le trouve que dans les clairières ou dans les peuplements clairsemés (Hosie 1980). **Il devient envahissant sur les stations très humides, le long des cours d'eau, des tourbières et des marécages.** Généralement, **il se retrouve sur des stations dont le sol est saturé en eau au printemps**, même si ces stations deviennent plus sèches en été (Healy et Gill 1974); un bon drainage facilite son développement (Parker et Schneider 1974). L'aulne rugueux se développe bien sur plusieurs types de sols de texture fine et moyenne (Healy et Gill 1974). Une fois en place sur une station, **l'aulne rugueux peut y demeurer plusieurs décennies, provoquant ainsi un sérieux ralentissement de la succession** (Egler 1954). A Terre-Neuve, Damman (1964, 1971) souligne qu'à la suite de feux survenus entre 1910 et 1920, aucun signe de développement forestier n'était apparent après 50 ans. Toujours à Terre-Neuve, Richardson et Hall (1973) soulignent que **l'aulne rugueux est susceptible d'envahir des stations productives après un feu et y demeurer de très nombreuses années, aux dépens d'une régénération forestière.** Avant la création de la réserve faunique du lac Saint-François, au Québec, le feu était utilisé par des Amérindiens pour faciliter leur déplacement; une fois la réserve créée, le feu n'a plus été une pratique admise et l'aulne rugueux y a progressé aux dépens d'autres espèces, entraînant un certain déclin de la diversité floristique de l'habitat (Jean et Bouchard 1991).

EXIGENCES EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS. L'aulne rugueux se développe bien sur des sols dont le pH varie de 3,4 à 7,7 (Healy et Gill 1974). L'aulne rugueux étant une espèce fixatrice d'azote atmosphérique par son association symbiotique (actinorhyze) avec *Frankia* (actinomycète), **il peut se retrouver sur des stations dégradées, pauvres en azote.**

Dans le nord de l'Ontario, Brumelis et Carleton (1988) ont associé les couverts denses d'aulne rugueux à des stations relativement riches où le rapport du carbone sur l'azote est inférieur à 25, quoique de jeunes peuplements (moins de dix ans) se retrouvent aussi sur des stations dont le rapport du carbone sur l'azote varie de 25 à 40. Dans le nord-ouest du Minnesota, Watt et Heinselman (1965) n'ont retrouvé l'aulne rugueux que sur des stations riches et soulignent que **les hauts taux d'azote rencontrés sur ces sites peuvent s'expliquer par la présence de l'aulne.**

EXIGENCES EN EAU. Il se retrouve le plus souvent sur un sol caractérisé par un mauvais drainage (Healy et Gill 1974), quoiqu'il prenne avantage lorsque le drainage s'améliore (Parker et Schneider 1974). **Il s'accommode bien d'une nappe phréatique élevée en début de saison** (Healy et Gill 1974). Knighton (1981) a étudié, sous des conditions contrôlées, la tolérance de l'aulne rugueux à des conditions de sol inondé durant deux ans, où l'eau est maintenue au niveau du collet racinaire (0,0 cm), à 7,5 cm et à 15,0 cm. Après cette période, la mortalité de l'aulne a atteint respectivement 16, 33 et 33 %, comparativement au témoin..

EXIGENCES EN LUMIÈRE. L'aulne rugueux croît plus vigoureusement en plein soleil qu'à l'ombre. Il est considéré comme une espèce semi-tolérante à l'ombre (Healy et Gill 1974). Les rejets sont plus tolérants à l'ombre que les semis.

Pour le Minnesota, Bakuzis et Hansen (1959) ont classé les exigences relatives de l'aulne rugueux suivant une échelle de un (exigence la plus faible) à cinq (exigence la plus élevée). Les valeurs obtenues pour l'eau, les éléments nutritifs, la chaleur et la lumière sont respectivement de 4,6, 1,6, 1,0 et 3,6.

2. Caractéristiques physiologiques, morphologiques ou phénologiques

REPRODUCTION. L'aulne rugueux fleurit tôt au printemps, le pollen étant déjà mature à la fin de l'automne précédent, mais la floraison ne semble pas être conditionnée par le régime thermique du printemps (Bassett *et al.* 1961). **Cet aulne commence à produire des semences à l'âge de sept ans** (Brown et Hansen 1954). Les fleurs sont pollinisées par le vent (Heinrich 1976). La dispersion des semences a lieu à compter de septembre (Healy et Gill 1974). Bien que la dissémination puisse atteindre 11 à 13 fois la hauteur des tiges, Brown et Hansen (1954) en ont récolté **plus de 90 % à une distance variant de deux à trois fois la hauteur de la tige**. Les bonnes années semencières surviennent pratiquement chaque année (Healy et Gill 1974) et **les semences sont disséminées par le vent et l'eau** (Brown et Hansen 1954).

La reproduction de l'aulne par les semences se réalise sur des stations où le sol a été récemment exposé; autrement il se maintient et se perpétue par reproduction végétative, ayant la possibilité de former des rejets de souche, de drageonner et de se reproduire par marcottage (Brown et Hansen 1954, Healy et Gill 1974). **La formation de rejets constitue le mode de reproduction végétative le plus important, alors que le drageonnement est le moins important** (Brown et Hansen 1954). Des tiges souterraines émergent parfois de la couronne racinaire et peuvent s'étendre dans l'humus jusqu'à une distance de 1,5 m, mais généralement ne dépassent pas 0,6 m. Ces tiges souterraines produisent des racines et des tiges aériennes qui contribuent à l'expansion du clone (Brown et Hansen 1954). Bien que ce genre d'étude soit rare, Huenneke (1985) a démontré que la distribution spatiale des individus à l'intérieur des fourrés d'aulne n'est pas influencée par la croissance du clone, de sorte que de proches voisins peuvent être génétiquement différents et qu'une population d'aulne présente une certaine diversité génétique.

CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT. Bien que l'aulne rugueux puisse atteindre une hauteur de 7,6 m et un DHP de 12,4 cm (Brown et Hansen 1954), **il atteint généralement une hauteur de 1,5 à 2,4 m** (Vincent 1964). **Le taux de croissance annuelle en hauteur décline vers l'âge de neuf ou dix ans** (Vincent 1964), et **les tiges commencent à mourir vers l'âge de 20 ans; peu de tiges atteignent 30 ans** (Healy et Gill 1974), quoique Brown et Hansen (1954) en aient trouvé une âgée de 45 ans. Même si une tige meurt, ses racines demeurent vivantes et fonctionnelles du fait de leur rattachement à d'autres tiges. Ainsi, **un clone d'aulne peut se perpétuer sur une période d'au moins 45 à 65 ans** (Brown et Hansen 1954), ce qui explique le sérieux ralentissement de la succession que peut provoquer cette espèce.

L'aulne rugueux est reconnu pour former un couvert très dense. Parmi huit places d'études, Vincent (1964) a dénombré de 1 250 à 3000 tiges à l'acre (1 acre = 4 047 m²), avec une moyenne de 2650 tiges à l'acre. Pour sa part, Brumelis et Carleton (1988) en ont dénombré de 570 à 600 par parcelle de 0,01 ha (10 x 10 m) ayant un faible rapport du carbone sur l'azote, ce qui est comparable aux résultats de Vincent (1964). **Les densités les plus fortes sont surtout associées à de jeunes peuplements de 15 ans et moins** (Brumelis et Carleton 1988).

3. Considérations d'aménagement

APRÈS UNE COUPE. La coupe d'un peuplement peut avantager la venue de l'aulne rugueux, résultat d'une augmentation de la lumière disponible et de la remontée de la nappe phréatique. La coupe de peuplements d'épinette noire et de sapin baumier sur des stations humides est souvent bénéfique à l'aulne rugueux (Vincent 1964, 1965a, Healy et Gili 1974). Un inventaire de 122 peuplements issus de coupes réalisées depuis 0 à 56 ans a été effectué par Brumelis et Carleton (1988) dans le nord-est de l'Ontario. Ces inventaires montrent que l'aulne rugueux est très souvent présent après la coupe, à diverses densités, principalement sur des stations riches caractérisées par un faible rapport du carbone sur l'azote. **Le plus souvent, l'aulne est présent avant la coupe et envahit la station par reproduction végétative** (Johnston 1968). En Abitibi, Harvey et Bergeron (1989) notent qu'après une coupe, l'aulne rugueux est le plus abondant (densité = 6 667 tiges/ha) sur les stations mal drainées où il y a accumulation importante de matière organique (profondeur de l'humus d'environ 58 cm), suivies des stations (densité = 3 306 tiges/ha) mal drainées d'argile et de sable fin où la profondeur de l'humus est en moyenne de neuf centimètres.

Une étude comparative de la végétation ligneuse de 131 peuplements issus de coupes à blanc de pessières à épinette noire et de 250 peuplements régénérés à la suite de feux naturels a été réalisée en Ontario par Carleton et MacLellan (1 à 94). Il appert de façon évidente que le type et l'intensité des perturbations en forêt boréale déterminent des patrons de rétablissement différents. Ainsi, **l'aulne rugueux est plus fréquent et abondant dans les peuplements issus de coupe dominés par le tremble que dans ceux issus de feux.**

PRÉPARATION DU TERRAIN. Une préparation du terrain qui ne fait que renverser les tiges risque de stimuler la formation de rejets et le marcottage. Pour éviter ce problème, il est préférable que la tige soit séparée de son système racinaire, le drageonnement n'étant que marginal pour cette espèce (Huenneke 1985). Dix ans après la coupe de peuplements d'épinette noire au Minnesota, Johnston (1 972) souligne qu'une **préparation du terrain par scalpage à une profondeur de plus de 10 à 15 cm est nécessaire pour séparer les tiges des systèmes racinaires de l'aulne rugueux et ainsi réduire sa croissance végétative, sans quoi les risques d'un échec d'établissement d'une régénération forestière deviennent très sérieux.** Une préparation du terrain qui expose le sol minéral crée des conditions favorables à la germination.

Une étude comparative de divers modes de préparation du terrain, réalisée dans le canton d'Hébecourt en Abitibi, indique que l'aulne rugueux est moins abondant à la suite d'un scarifiage à dents sous-soleuses réalisé sur des argiles mal drainées, comparativement au témoin; pour les autres types écologiques étudiés, la densité est comparable entre les parcelles préparées et le témoin (Durand *et al.* 1988).

DÉGAGEMENT MANUEL. Après un dégagement manuel, on observe souvent une reprise par des rejets de souche. À Terre-Neuve, Richardson (1 979) a utilisé la débroussailleuse pour dégager une régénération d'épinette noire et de pin gris d'une compétition dense d'aulne rugueux. Avant la coupe, il a dénombré 42 749 tiges d'aulne à l'hectare, et 23 550-et 37 544 tiges à l'hectare, un et deux ans respectivement après la coupe. Deux ans après la coupe, la grande majorité des tiges dénombrées, soit 37 211, étaient de nouvelles tiges issues de rejets. La coupe à la débroussailleuse a aussi causé la mort de plusieurs tiges résineuses (coupes accidentelles).

Les travaux de Stoeckeler et Heinselman (1 950) indiquent que **la coupe de l'aulne rugueux au printemps ou en hiver conduit aux plus fortes reprises des rejets de souche, alors qu'une coupe réalisée en juillet et en août restreint la croissance en hauteur des rejets.**

DÉGAGEMENT CHIMIQUE.

· **2,4-D.** L'aulne rugueux est facilement maîtrisé par le 2,4-D (Egler 1947, 1952, Richardson 1979, Johnston 1977, 1986, Jensen et North 1987), quoiqu'une reprise par rejets de souches n'est pas exclue (Richardson 1979).

Glyphosate. Le glyphosate appliqué à une dose de 2,1 kg/ha à la mi-août conduit à une maîtrise efficace de l'aulne rugueux (Prasad 1983)

Triclopyr. L'aulne rugueux peut être maîtrisé par l'application du triclopyr. Toutefois, celui-ci ne permet pas de supprimer la germination de ses semences (Prasad. 1983).

4. Interférence avec les espèces cultivées

Le couvert de l'aulnaie forme un écran relativement dense qui restreint le développement de la régénération résineuse sur une longue période et qui peut même l'empêcher complètement de s'établir. Vincent (1965a) a mesuré la quantité de lumière parvenant au bourgeon terminal de conifères en régénération sous un couvert d'aulne rugueux en Ontario, et a trouvé des valeurs souvent inférieures à 40 % de pleine lumière. Il conclut de son étude que la quantité de lumière disponible était le principal facteur explicatif de la croissance en hauteur des tiges de conifères. Johnston (1972) souligne qu'une couverture d'aulne doit être maintenue à une faible densité pour permettre à une régénération résineuse de s'établir. Il importe de souligner que l'aulne étant une espèce fixatrice d'azote, sa présence en faible densité peut être avantageuse pour une station pauvre et les espèces cultivées qui s'y trouvent. Toutefois, dans le nord de l'Ontario, Munson et Timmer (1989a,b, 1991) soulignent que la très faible disponibilité en azote sur des stations pauvres dominées par l'aulne rugueux conduit à une diminution importante de la croissance de l'épinette noire, résultat de déficiences en azote.

5. Rôle dans l'écosystème

Par ses racines, l'aulne fixe l'azote atmosphérique, ce qui favorise souvent la croissance des résineux sur certaines stations appauvries (Brown et Hansen 1954). Dans une étude portant sur des peuplements naturels d'aulne rugueux au Québec, Fortin *et al.* (1983) rapportent une production annuelle de 1 600 kg/ha de litière de feuilles, ce qui correspond à 43 kg/ha d'azote mis en circuit chaque année dont une portion provient de la fixation de l'azote atmosphérique. Il est estimé que l'aulne rugueux peut fixer chaque année de 79 à 150 kg d'azote atmosphérique à l'hectare (Chatarpaul et Calisle 1983). Toutefois, des mesures effectuées sur le terrain ont montré que l'aulne rugueux, en peuplement pur, fixe annuellement 4,69 kg d'azote atmosphérique à l'hectare, contre seulement 0,84 lorsqu'il se retrouve en peuplement mélangé avec du peuplier faux-tremble, en raison d'interférences allélopathiques (Younger et Kapustka 1983). **La litière d'aulne se décompose rapidement à la surface du sol, favorisant la mise en circuit d'éléments nutritifs** (Daly 1966).

L'aulne rugueux fait partie du régime alimentaire de l'orignal, du chevreuil, du rat musqué, du castor et du campagnol (Healy et Gill 1974). Toutefois, il n'est que peu fréquemment brouté par le chevreuil (Newton *et al.* 1989) et par le caribou (Bergerud 1972) et est généralement évité par le castor, selon Johnston et Naiman (1990). Toutefois, Doucet et Ball (1994) et Fryxell *et al.* (1994) ont montré que cette espèce est broutée et utilisée par le castor; sa digestibilité est même relativement élevée. En Ontario, dans le parc provincial Algonquin, Doucet *et al.* (1994) ont, en outre, trouvé que l'aulne rugueux ainsi que des conifères sont préférentiellement utilisés par le castor pour la construction de barrages, comparativement à d'autres espèces feuillues qui sont davantage mises en réserve pour l'alimentation hivernale. Dans le sud-ouest du Québec (près de Rigaud), Brown et Doucet (1991) ont trouvé que cette espèce est modérément mais régulièrement broutée au cours de l'hiver par le chevreuil. L'aulne rugueux est susceptible d'être brouté en toutes saisons par l'orignal (Timmermann et McNicol 1988). Lorsque disponible et à sa portée, il est brouté par le lièvre (Parker

1984), bien qu'il soit très peu apprécié par cet animal (de Vos 1964). L'aulne sert de nourriture ou d'habitat pour les oiseaux suivants : sizerin, chardonneret, pic, bécasse et perdrix. » (Jobidon 1995).

g) **Framboisier du Mont Ida**

1. Habitat

« **DISTRIBUTION.** Espèce boréale circumpolaire; sous-espèce boréale nord-américaine et asiatique. Depuis l'Alaska jusqu'au Labrador et à Terre-Neuve, vers le sud jusqu'en Virginie et au Mexique. Au Québec, l'aire du framboisier du mont Ida s'étend jusqu'au 58e degré de latitude. Sa présence est susceptible d'être problématique dans les régions d'aménagement forestier 2b, 3, 4 et 5 et à un degré moindre dans la région 2a. » (Jobidon 1995)

Le territoire d'étude est localisé principalement dans la région 4a (érablière à érable à sucre et bouleau jaune) et dans une moindre mesure dans les régions 5 (érablière à érable à sucre et tilleul ou caryer) et 3a (bétulaie à bouleau jaune et sapin). **Le territoire d'étude est donc concerné par des problèmes importants d'envahissement du framboisier.** En effet, 28, 36 et 30 % des relevés réalisés respectivement dans les régions 4a, 5 et 3a sont marqués par la présence du framboisier, alors que la fréquence maximale observée au Québec est de 52 % dans la région d'aménagement 2b (Jobidon 1995).

« **STATION.** Le framboisier est, parmi les plantes vivaces, une des plus agressives dans la colonisation des stations perturbées à la suite d'un chablis, d'un feu ou d'opérations forestières (Whitney 1984). Il est surtout abondant sur les terrains en friche, dans les nouveaux défrichements et le long des chemins en forêt (Marie-Victorin 1964). **Le framboisier se retrouve sur des sols de toutes textures, présentant un drainage variant de bon à imparfait.**

Pour les régions où l'espèce est le plus susceptible de compromettre l'établissement de la régénération, le framboisier est principalement associé à des origines naturelles et de coupe totale, quoiqu'une origine de feu soit relativement commune dans la région 3a. **Il se retrouve majoritairement sur des dépôts glaciaires** et moins fréquemment sur des dépôts marins dans la région 5. Il se retrouve surtout sur des stations où un humus de type mor se développe et moins fréquemment un moder dans la région 3a quoique celui-ci prédomine dans les régions 4a et 5. Ces stations sont caractérisées par un sol (horizon B) de texture moyenne et grossière quoique les textures grossières prédominent dans la région 4a. **Il est le plus fréquemment associé à un drainage variant de bon à imparfait dans les régions 3a et 4a et variant de bon à mauvais dans la région 5.**

EXIGENCES EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS. Le framboisier est une espèce colonisatrice de milieux perturbés où le pool d'éléments nutritifs est souvent élevé (Vitousek et Melillo 1979). Whitney (1982) souligne que **la stratégie reproductrice du framboisier est orientée vers une colonisation des sols à forte teneur en azote, sous forme de nitrate, situation fréquemment rencontrée après une coupe.** Une augmentation de la teneur en nitrate dans le sol favorise la croissance et le développement du framboisier; l'activité foliaire de la nitrate réductase augmente avec une augmentation de la teneur en nitrate, ce qui indique que cette espèce est très bien adaptée à coloniser des stations récemment perturbées où la minéralisation est forte (Jobidon *et al.* 1989b). Les travaux de Truax *et al.* (1994) parviennent aux mêmes conclusions et ces auteurs soulignent qu'une fertilisation azotée conduit à une augmentation significative de l'activité de la nitrate réductase. L'espèce réagit à une diminution de la teneur en nitrate dans le sol par une production abondante de semences, résultat d'un changement du rapport du carbone sur l'azote des tissus (Whitney 1982).

EXIGENCES EN EAU. Le framboisier préfère un sol frais ou très humide. Dans un milieu sec, il ne pourra croître que sur un *seepage* (Haeussler et Coates 1986). L'eau est nécessaire au

framboisier pour produire des fruits (Rogers 1974) et pour s'établir sur une station. Un déficit en eau du sol est susceptible de freiner la croissance végétative du framboisier et la production fruitière (Mackerron 1982). Le framboisier est reconnu pour occuper des stations mésiques ou xériques (Hogenbirk et Wein 1992). En Suède, Kellner et Marshagen (1991) ont éliminé deux ressources environnementales, l'eau et les nutriments, limitant la croissance d'un peuplement ouvert de pin sylvestre et ont noté un envahissement de la station par l'épilobe et le framboisier après sept ans. Cette occupation rapide de la station est attribuable à une forte capacité de reproduction végétative, alors que les ressources en eau et en nutriments étaient optimales.

EXIGENCES EN LUMIÈRE. Le framboisier est une espèce intolérante à l'ombre; lorsqu'il est ombragé, il alloue une proportion importante de ses ressources à la production de semences (Whitney 1982). Dans le New Hampshire, Hughes et Fahey (1991b) notent **l'absence totale du framboisier sous un couvert forestier, mais observent son apparition après la coupe.** Des observations semblables ont été faites par Crawford *et al.* (1993) dans le Maine. L'auto-ombrage que se font les tiges de framboisier (compétition intraspécifique) a pour effet de diminuer la production fruitière et la croissance (Wright et Waister 1984, Braun *et al.* 1989). **Bien que les semences du framboisier puissent germer sous le couvert d'un peuplement, les jeunes plantules ne survivent pas à l'ombre (Jobidon 1993).** Par ailleurs, le débourrement n'est pas influencé par la longueur du jour (Heide 1993).

Sur une échelle relative de un (exigence la plus faible) à cinq (exigence la plus élevée), Bakuzis et Hansen (1959) au Minnesota ont classé le framboisier à respectivement 3,6, 1,9, 1,5 et 3,6 pour ses exigences en eau, en éléments nutritifs, en chaleur et en lumière.

2. Caractéristiques physiologiques, morphologiques ou phénologiques

REPRODUCTION. Les fleurs se forment sur les tiges de deux ans, dites florifères. Des études phénologiques réalisées par Whitney (1978, 1984) dans le New Hampshire montrent que les fleurs apparaissent au début de juin, que la floraison culmine (nombre de fleurs au mètre carré) à la mi-juin, pour ensuite décroître progressivement jusqu'à la fin de juillet. Dans le Maine, Heinrich (1976) a observé que la floraison se poursuit du 5 juin au 5 juillet (année 1972). La pollinisation est assurée par un grand nombre d'insectes qui, en retour, se voient largement récompensés par la forte production de nectar chez les fleurs du framboisier. En l'absence d'insectes pollinisateurs, la production de fruits chute considérablement. **De 70 à 90 % des fleurs produisent des fruits matures, où l'on dénombre en moyenne 32,1 graines par fruit (Whitney 1978).**

Bien que la production de graines soit bonne chaque année, elle dépend des conditions environnementales et de l'âge de la colonie. En moyenne, **il y a environ 25 000 graines de framboisier déposées par mètre carré au cours d'une période de cinq ans, ce qui constituera, pour une large part, la banque de semences enfouies dans le sol.** Le rythme de décomposition des graines est très lent chez le framboisier. Le pourcentage de viabilité est légèrement inférieur entre 60 et 100 ans, de sorte que **la demi-vie d'une banque de semences dépasse 100 ans (Whitney 1978).** Toutefois, Graber et Thompson (1978) ont estimé **une demi-vie moyenne de 23,5 ans et une viabilité maximale de 50 % à 100 ans. Les semences doivent demeurer en dormance durant une longue période de temps pour être en mesure de germer.**

Une fois la banque séminale constituée, elle demeurera viable enfouie dans le sol jusqu'à ce que des conditions environnementales favorables soient créées (Ahigren 1979, Whitney 1986, Brown 1992, Kjeilsson 1992). Au Danemark, Kjeilsson (1992) a montré que les banques séminales de divers peuplements forestiers sont en grande partie constituées par des graines de framboisier qui se retrouvent aléatoirement dans les 12,5 premiers centimètres du sol. Graber et Thompson (1978) rapportent que pour des échantillons de sols de forêts âgées de 5, 38, 95 et 200 ans, la germination de semences enfouies de framboisier a produit respectivement 1 016, 286, 68 et 12 plants/m². **Avec le cerisier de Pennsylvanie, le framboisier est l'espèce la plus abondante des banques séminales**

examinées par Graber et Thompson (1978). Ces résultats, combinés au fait que les conditions favorables à la croissance du framboisier se rencontrent rarement, concordent pour établir que l'espèce est adaptée à vivre sous forme de semences dormantes, une alternative à la vie végétative (Whitney 1978, 1986). **Lorsque les conditions environnementales deviennent à nouveau favorables à la croissance, la germination des graines se réalise très rapidement.** Jobidon (1993) a démontré que le nitrate, en l'absence d'une lumière favorable, déclenche l'émergence du framboisier à partir de semences naturellement enfouies.

À la suite d'une perturbation, la germination des semences enfouies constitue le principal facteur responsable de l'établissement du framboisier. La majorité (de 70 à 90 %) des individus apparaissent au cours de la première année après la perturbation; après deux, trois ou quatre ans, le recrutement de semis est minimal (Whitney 1978, 1986) alors que l'expansion de la population se réalise par voie végétative. La germination des semences se réalise seulement à des températures relativement basses. Hogenbirk et Wein (1992) ont obtenu des semis de framboisier à partir de graines enfouies naturellement dans le sol à des températures le jour de 20°C et la nuit de 10°C; aucun semis n'a été obtenu à des températures diurnes et de nocturnes de 30°C et 15°C respectivement. **La phase d'établissement des semis est caractérisée par une compétition très intense entre les très jeunes semis, de sorte que seuls les plus vigoureux survivent et participent à l'édification future de la population par reproduction végétative.** Cette pression de sélection favorise les individus les mieux adaptés à coloniser une station (Keep 1968).

Une fois établi sur une station, le framboisier la colonise rapidement (Keep 1968, Whitney 1978, 1982), par des drageons qui se développent à partir de bourgeons sur les racines et par rejets de tige à partir de bourgeons axillaires. La production d'un nouveau groupe de tiges végétatives (tiges de année) survient simultanément avec la maturité et la mort des tiges florifères (tiges de la 2^{ème} année). Le système racinaire est vivace et possède à la fois des tiges florifères et végétatives (Whitney 1982). Borgman et Mudge (1986) ont trouvé, dans des conditions contrôlées, que la formation de bourgeons sur les racines et le développement de nouvelles tiges surviennent de manière spontanée et ne sont pas influencés par des traitements hormonaux ou par la lumière. La production des tiges sera d'autant plus grande que ces sections sont peu enfouies dans le sol (environ un centimètre) (Heydecker et Marston 1968).

CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT. La croissance et le développement du framboisier se manifestent suivant trois phases distinctes: une première phase d'établissement, caractérisée par la germination de semences enfouies, survient principalement au cours de l'année suivant la perturbation; la seconde phase, dite d'accroissement, est caractérisée par une forte reproduction végétative et se poursuit de la seconde à la troisième année; une troisième phase, dite d'autoéclaircissage, est caractérisée par une production fruitière élevée et est considérée comme une réaction adaptative à un environnement qui se détériore pour l'espèce (Whitney 1978, 1982). Si ce n'était des conditions environnementales défavorables (par exemple la venue de feuillus de lumière qui font ombrage au framboisier) et des maladies virales, un clone de framboisier serait potentiellement immortel (Keep 1968).

Une fois le semis établi, de nombreux bourgeons se forment sur les racines. Ces bourgeons produisent des drageons qui rejoignent la surface du sol où ils peuvent demeurer dormants pour ensuite émerger lorsque les conditions sont favorables. En même temps, des racines adventives se forment à la base du bourgeon.

La tige végétative ne produit pas de fleurs, quoique les bourgeons floraux apparaissent à la fin de la saison de croissance. **Les tiges atteignent une hauteur de 1 à 1,5 m, parfois plus lorsque les conditions environnementales sont propices.** La phase d'accroissement représente une période d'accumulation importante de biomasse où l'indice de surface foliaire atteint 4,5, soit environ l'équivalent d'un peuplement mature d'une érablière à bouleau et hêtre (Whitney 1982). Au printemps,

les bourgeons floraux des tiges florifères forment des branches latérales qui supportent des feuilles et des fleurs. **Une fois les fruits produits à la fin de l'été, les tiges florifères meurent et, au même moment, des tiges végétatives émergent du sol pour ainsi perpétuer le cycle.** Lorsque les conditions deviennent moins favorables au framboisier, principalement en raison de l'ombrage fait par des feuillus de lumière, la production de drageons chute (diminution de la densité), la biomasse totale augmente et les réserves nutritives sont principalement allouées à la production de semences. **Une population de framboisier subsiste sur une station pour une période de 5 à 15 ans** (Whitney 1982), **le temps nécessaire à d'autres espèces pour occuper l'espace.**

Whitney (1982) souligne que les facteurs responsables du passage d'une reproduction végétative à une production de semences sont inconnus. Il émet toutefois l'hypothèse suivante : alors que de faibles rapports du carbone sur l'azote favorisent la croissance végétative, une diminution progressive de la disponibilité en nitrate dans la solution du sol pourrait provoquer des modifications du patron d'allocation des ressources chez le framboisier ayant comme résultat d'augmenter le rapport du carbone sur l'azote des tissus et ainsi augmenter la production de fruits. Sans avoir vérifié particulièrement cette hypothèse, Jobidon *et al.* (1989a, b) ont montré que la densité et la croissance du framboisier diminuent avec une diminution de la teneur en nitrate dans le sol.

3. Considérations d'aménagement

APRÈS UNE COUPE. **Après la suppression d'un couvert forestier et lorsqu'une banque de semences enfouies est présente, la station risque fort d'être rapidement envahie par le framboisier** (Marks 1974, Whitney 1978, Newton *et al.* 1987). Que la suppression du couvert soit le résultat d'une coupe ou d'une défoliation par une épidémie d'insectes (Batzer et Popp 1985, Crawford *et al.* 1993), le framboisier est susceptible d'envahir rapidement la station. **Un an après une coupe de peuplements feuillus dans le New Hampshire, Whitney (1978, 1986) a dénombré en moyenne 61 tiges de framboisier au mètre carré.** En Nouvelle-Ecosse, Wall (1982, 1983) a observé que **la hauteur d'un couvert de framboisier a atteint son maximum environ cinq ans après la coupe, alors que le pourcentage de couverture était maximal sept ans après la coupe; la dominance du framboisier s'est poursuivie jusqu'à environ 13 ans après la coupe, correspondant à l'émergence du sapin baumier en régénération naturelle.** Toujours en Nouvelle-Écosse, Crowell et Freedman (1994) ont étudié la succession après une coupe de divers peuplements et ont trouvé que la biomasse foliaire des framboisiers a augmenté de 0,02 t/ha, un an après la coupe, à 0,7 t/ha après trois ans; la biomasse a ensuite diminué jusqu'à 13 ans après les coupes où il n'est alors que rarement présent. À l'Institut forestier national de Petawawa, Hendrickson (1988) a trouvé une plus forte biomasse de framboisiers (les espèces ne sont pas précisées), 428 kg/ha, quatre ans après une coupe conventionnelle, comparativement à une coupe par arbres entiers (soit 318 kg/ha). À la suite d'une coupe et de la suppression répétée (trois ans) de toute végétation à l'aide d'herbicides, Reiners (1992) dans le New Hampshire a mesuré une augmentation de la contribution du framboisier à la biomasse totale qui a débuté l'année où les herbicides n'ont plus été utilisés. Cette contribution a atteint un maximum après quatre ans, pour ensuite décliner progressivement au cours des 15 années suivantes.

En Ontario, Brown (1994) a suivi le développement de la végétation au cours des six années qui ont suivi la coupe de peuplements feuillus pour l'établissement d'un corridor de transport d'électricité. Le framboisier a atteint une densité maximale après deux ans, pour ensuite décliner légèrement et se maintenir au cours de la période d'étude. Le framboisier ne représentait qu'une faible proportion de la flore dominée par des rejets et drageons de feuillus de lumière.

Au Nouveau-Brunswick, Roberts et Dong (1993) ont comparé la venue du framboisier (et d'autres espèces) après une coupe suivie (forte perturbation) ou non (faible perturbation) de l'enlèvement des horizons organiques du sol et de la végétation résiduelle. **Après un an, l'émergence du framboisier a été 2,5 fois plus élevée sur les parcelles les plus fortement perturbées que sur celles où la**

couche d'humus est demeurée intacte. La survie du framboisier a atteint 63 % sur les parcelles perturbées et 48 % sur les parcelles intactes.

Dans l'état de New York, Barrett *et al.* (1962) ont effectué des coupes partielles de diverses intensités de peuplements feuillus composés d'érable à sucre, de bouleau jaune et de hêtre et ont noté que les framboisiers (les espèces ne sont pas précisées) ont rapidement occupé le parterre à partir d'une réduction de la moitié de la surface terrière du peuplement original; la densité du framboisier a progressé avec une réduction accrue du couvert. Dans la forêt de Sainte-Véronique, au Québec, Majcen et Richard (1992) ont réalisé, en 1983, des coupes de jardinage dans une érablière à bouleau jaune où les coupes ont laissé 20, 16 ou 12 m²/ha. Les relevés effectués en 1985 indiquent que l'abondance et **la classe de hauteur du framboisier augmentent de façon inversement proportionnelle à la surface terrière résiduelle.** Pour des surfaces terrières résiduelles de 20, 16 et 12m²/ha, le nombre total de framboisiers atteint respectivement environ 12 000, 23 000 et 49 000 tiges/ha.

En Suède, Hannerz et Hanell (1993) ont étudié les patrons de succession au cours des cinq années qui ont suivi une coupe totale ou des coupes sélectives. Il appert qu'en toutes circonstances le framboisier a dominé tous les traitements après cinq ans.

PRÉPARATION DE TERRAIN. Le framboisier envahit facilement une station perturbée où le sol est exposé, d'autant qu'il y a peu de végétation susceptible de lui faire compétition (Keep 1968, Whitney 1978). Étant donné qu'il est aisé de reproduire et de propager le framboisier à partir de boutures de racines (Hudson 1954, Heydecker et Marston 1968, Torre et Barritt 1979), il s'ensuit qu'**une préparation mécanique du terrain où les racines sont sectionnées donnera lieu à l'émergence de nouvelles tiges.**

Un an après une préparation du terrain avec la pelle en V, le râteau ou le scarificateur à disques, Jobidon (1990) a dénombré, dans la région de Rimouski, des densités moyennes de respectivement 7,4, 16,2 et 33,9 tiges/me de framboisier. Il est raisonnable d'avancer qu'une préparation du terrain qui enlève la couche d'humus et donc une partie importante du système racinaire qui se retrouve dans les premiers centimètres de la surface, conduit à la plus faible densité du framboisier après ce traitement. Toutefois, Roberts et Dong (1993) ont démontré que l'émergence de semis de framboisier est plus importante (2,5 fois plus) lorsque la couche d'humus est enlevée que lorsqu'elle est laissée intacte après la coupe.

Dans le New Hampshire, Mou *et al.* (1993) ont montré que **les framboisiers (dont *Rubus idaeus*) sont les plus abondants sur les parcelles les plus perturbées (sol minéral exposé sur la majorité de la surface) et intermédiaires sur les parcelles scarifiées.** En Abitibi, dans le canton d'Hébertcourt, Durand *et al.* (1988) n'ont pas trouvé de différence significative du pourcentage de recouvrement du framboisier entre les parcelles préparées par un scarificateur TTS, un déblaiement d'hiver, un scarifiage par dents sous-soleuses et le témoin. Toutefois, un déblaiement d'hiver réalisé cette fois-ci sur des dépôts dont le drainage varie d'imparfait à bon, a pour résultat d'accroître le recouvrement par le framboisier, comparativement aux parcelles témoins.

DÉGAGEMENT MANUEL. Considérant l'aptitude du framboisier à se reproduire végétativement à partir d'un système racinaire vivace, **une coupe manuelle des tiges conduit inéluctablement à une reprise vigoureuse** grâce aux nouvelles tiges qui émergent de bourgeons axillaires ou dormants sur les racines (Core 1974). D'ailleurs, dans des conditions horticoles, il est recommandé de réduire la densité des tiges de manière à augmenter la vigueur de la population (Lawson et Waister 1972, Crandail *et al.* 1974). Le potentiel du framboisier à se développer très efficacement par voie végétative à la suite de coupes répétées des drageons en émergence ou de pleine taille fait l'objet d'une riche documentation (Lawson et Wiseman 1979).

En 1949, au Nouveau-Brunswick, Baskerville (1961) a procédé au dégagement manuel d'une régénération résineuse en enlevant tous les arbustes nains dans un rayon de 91 cm (trois pieds) autour des plants. La couverture arbustive était composée d'érable à épis (environ 30 %), de sureau rouge, d'amélanchier du Canada, de groseillier et de framboisier. **La forte résurgence de la végétation après le dégagement manuel a été attribuée au framboisier qui est passé de 11 400 tiges à l'acre (1 acre = 4 047 M²) en 1949 à 57 700 tiges à l'acre en 1951; le nombre de framboisiers a ensuite diminué significativement de 1953 à 1958.**

Au Québec, dans une végétation de compétition composée de framboisier et d'épilobe, le FRDF (1988) rapporte les résultats obtenus de la coupe manuelle ou mécanique effectuée à diverses périodes de l'année et répétée une deuxième ou une troisième fois en autant d'années. **De manière générale, la reprise de la végétation a été vigoureuse après le traitement. Trois ans après un premier dégagement, les parcelles traitées ne se distinguent pas significativement des parcelles témoins** où le pourcentage de couverture, le nombre de tiges au mètre carré et la hauteur des tiges des espèces de compétition atteignent respectivement 108,4 %, 38 tiges/m² et 68,6 cm de hauteur. Trois ans après un premier dégagement, la période de coupe (saison feuillée ou saison non feuillée) n'a produit un effet significatif que sur la hauteur des tiges de compétition; pour les traitements appliqués, on observe une réduction moyenne de 12,4 cm lorsque la coupe est effectuée en saison feuillée, sans tenir compte de l'espèce. **La méthode de coupe utilisée (coupe au sol à la débroussailluse ou éradication manuelle) n'a pas d'influence sur la reprise de la végétation. Le nombre de dégagements effectués (1, 2 ou 3 dégagements successifs en autant d'années) n'a pas eu d'influence sur la reprise de la végétation, mesurée par le recouvrement, le dénombrement et la hauteur des tiges** (FRDF 1988). Ces résultats ne supportent pas l'hypothèse que des coupes répétées (ici jusqu'à trois coupes successives en autant d'années) puissent épuiser les réserves en hydrates de carbone des racines et conduire à une maîtrise du framboisier. Cinq ans après le premier dégagement, l'épinette noire cultivée sur ces stations n'a pas connu de réactions différentes entre un, deux ou trois dégagements manuels (Jobidon et Charette 1992).

DÉGAGEMENT CHIMIQUE. Le framboisier est plus vulnérable aux herbicides au cours des deux premières années suivant une perturbation. Après la troisième année, il est plus tolérant aux produits chimiques et une concentration plus importante du produit est alors souvent nécessaire pour le maîtriser.

2,4-D. Cet herbicide a peu d'effets sur le framboisier (Chemagro Corporation 1953, Sutton 1969). **Bien que le 2,4-D puisse entraîner une défoliation du framboisier, la résurgence est souvent rapide et abondante** (Egler 1947), du fait que seulement les racines situées près des tiges sont atteintes et les autres se voient alors stimuler à produire de nouvelles tiges (Egler 1952). À la suite d'inventaires de la végétation réalisés dans des plantations de divers âges au Minnesota, Ohmann (1982) souligne que **le framboisier présente une abondance supérieure à la moyenne là où le 2,4-D a été utilisé en préparation du terrain.** Une mauvaise qualité de maîtrise peut souvent stimuler la résurgence du framboisier.

Glyphosate. Le glyphosate assure une maîtrise du framboisier avec une application de 2,24 à 3,36 kg i.a./ha (MacKasey 1983, Anonyme 1988). Au Nouveau-Brunswick, Thompson *et al.* (1992) et Pitt *et al.* (1992) ont démontré que **le glyphosate conduit à une excellente maîtrise d'un couvert de framboisier.** Le glyphosate utilisé en préparation du terrain ou en dégagement dans le Maine, à des doses de 1,68 et 3,36 kg/ha a conduit à une excellente maîtrise du framboisier (McCormack *et al.* 1980). En Nouvelle-Ecosse, Chase *et al.* (1990) ont même obtenu un bon niveau de maîtrise du framboisier après des traitements aériens au glyphosate à des doses aussi faibles que 1,75 et 2,33 l/ha. Le glyphosate n'a pas d'effet, positif ou négatif, sur la germination de semences naturellement enfouies de framboisiers (les espèces ne sont pas précisées) (Morash et Freedman 1989).

Triclopyr. Le framboisier est maîtrisé par l'application du triclopyr. Des traitements aériens de triclopyr réalisés dans le Maine, à des doses de 2,2 et 4,4 kg/ha, ont donné **une excellente maîtrise des framboisiers** (les espèces ne sont pas précisées) sur des stations de régénération naturelle d'épinettes rouge et blanche, de pin blanc et de sapin baumier (McCormack et al. 1981). Cet herbicide n'a pas d'effet, positif ou négatif, sur la germination de semences naturellement enfouies de framboisiers (les espèces ne sont pas précisées) (Morash et Freedman 1989).

4. Interférence avec les espèces cultivées

Le framboisier est l'une des espèces qui, dans le nord-est de l'Amérique, cause les plus sérieux problèmes de compétition à la régénération forestière (Newton *et al.* 1987). Le framboisier est une espèce en phase avec des cycles de perturbation, dotée d'un opportunisme à exploiter rapidement les ressources environnementales et à dominer une station en très peu de temps par voie sexuée et végétative; ces caractéristiques en font un compétiteur redoutable. Sur les stations colonisées à la fois par le framboisier et des feuillus de lumière, l'ombrage fait par ces derniers élimine, en moyenne en quatre à cinq ans (Marks 1974, Whitney 1978), le couvert de framboisier; dans ces cas, la compétition exercée par les framboisiers disparaît progressivement et est remplacée par celle exercée par des feuillus de lumière. En d'autres circonstances, le framboisier domine seul la station et peut y demeurer ainsi pendant environ 15 ans (Whitney 1978).

La quantité de lumière utile à la photosynthèse mesurée à 20 cm du sol sous un couvert de framboisiers ne représente que 30 % de la lumière mesurée au-dessus du couvert. Ces quantités de lumière transmises sont nettement inférieures aux besoins de plusieurs conifères dont les épinettes. D'ailleurs, en milieu horticole, il est reconnu que les fortes atténuations de lumière produites par un couvert de framboisier sont à l'origine d'une compétition intra-spécifique entre les tiges végétatives et florifères de sorte que les productions fruitières s'en voient réduites (Wright et Waister 1984, Braun *et al.* 1989). Dans l'est du Québec, Jobidon (1992, 1994a) a démontré que de jeunes plants d'épinette qui reçoivent moins de 60 % de pleine lumière, en raison d'un couvert de framboisier et d'épilobe, ont connu des pertes de croissance (exprimées par les différences du taux de croissance) en hauteur de 70 % et en diamètre (mesuré au collet) de 60 % sur une période de deux ans, comparativement à des semis de la même station mais recevant plus de 60 % de pleine lumière. **En plus d'exercer une forte compétition pour les ressources environnementales, principalement la lumière, le framboisier exerce des activités allélopathiques à l'endroit de plusieurs champignons mycorrhiziens de l'épinette noire** (Côté et Thibault 1988) ce qui, en retour, est susceptible de compromettre la nutrition minérale, principalement en phosphore, de l'espèce-hôte. Au Wisconsin, Norby et Kozłowski (1980) ont démontré les effets allélopathiques du framboisier à l'endroit du pin rouge.

En Russie, Abrazhko (1989) rapporte que **le framboisier réduit significativement la croissance de l'épinette de Norvège en régénération**. Un couvert de framboisier ralentit la croissance en hauteur et en diamètre du sapin baumier (Fox 1986). Toutefois, les travaux de Ruel (1992) réalisés dans l'est du Québec montrent que le sapin peut s'affranchir d'un couvert de framboisier, probablement en raison de sa tolérance à l'ombre. Une conclusion semblable a été rendue au terme des travaux de Wall (1983) réalisés en Nouvelle-Écosse. **À l'instar du sapin baumier, il semble que la régénération du bouleau blanc ne soit pas compromise par le framboisier** (Roberts et Dong 1993).

Un couvert de framboisier associé à d'autres espèces dans une jeune plantation abrite souvent des lièvres qui endommagent fortement les jeunes résineux (Parker 1984). En outre, la mortalité annuelle des tiges florifères risque souvent de causer des bris physiques aux jeunes semis.

5. Rôle dans l'écosystème

Le framboisier est une espèce pionnière de stations perturbées où souvent la nitrification s'accroît au cours des quelques années suivant la perturbation. **Le framboisier peut alors jouer un rôle de mise en circuit des nutriments d'autant que l'espèce semble posséder un caractère nitrophile.** Comme il a été mentionné précédemment (Bergmann et Born 1979), un couvert de framboisier peut, sur certaines stations, modérer l'envahissement par d'autres espèces susceptibles d'exercer une compétition plus agressive et aussi plus difficile à maîtriser.

Le framboisier est une espèce soit préférée sinon communément broutée par le chevreuil et l'original (Newton *et al.* 1989). Dans l'état du Maine, une étude de préférence alimentaire saisonnière alloue les proportions suivantes de la contribution des feuilles du framboisier au régime alimentaire du chevreuil : mai et juin : 4,8 %; juillet et août : 2,6 %; septembre et octobre : 9,6 %; novembre et décembre : 1,39 % (Crawford 1982). Durant l'été, en Alaska, Wolff (1978) a estimé à 4,9 % la contribution du framboisier à l'alimentation du lièvre; cette contribution devient pratiquement négligeable (0,7 %) en dehors de la saison estivale. **Au cours d'une étude de préférence alimentaire chez le castor, réalisée en Ontario,** Doucet et Fryxell (1993) démontrent que **le framboisier se classe au troisième rang des cinq espèces étudiées**, après le peuplier faux-tremble et le lis d'eau (*Nymphaea odorata*), sur la base de mesures de matière sèche et de contenu énergétique, protéique et en sodium, fibre et lignine et aussi sur la digestibilité, exprimée par le temps de rétention de l'aliment. Une étude portant sur l'alimentation hivernale du lièvre, réalisée en Pennsylvanie par Scott et Yahner (1989) indique que le framboisier est très fréquemment brouté par cet animal, mais qu'il évite les terrains où le framboisier est très dense, probablement pour échapper aux prédateurs. **Il est également reconnu que l'ours mange les feuilles et les fruits du framboisier** (Ahlgren 1960), et que **les gélinottes en mangent les fruits.** Dans le sud-ouest de l'Alberta, Holcroft et Herrero (1991) soulignent que **l'ours consomme le framboisier surtout vers la fin de la saison estivale; il lui procure alors une très importante portion de son alimentation.** Ces résultats sont confirmés par ceux de Boileau *et al.* (1994) qui ont étudié l'alimentation de l'ours dans le parc de la Gaspésie et ont constaté que les fruits du framboisier sont consommés de la mi-juillet à la fin d'août. » (Jobidon 1995).