

# ***Les haies brise-vent***

**Notes de cours**

**Préparées par**

**André Vézina, ing. for. M.Sc.**  
([vezlor@globetrotter.qc.ca](mailto:vezlor@globetrotter.qc.ca))

**I.T.A . de La Pocatière**

**Janvier 2000**

**1. Introduction**

La pratique de l'installation de haies brise-vent en agriculture est relativement récente au Québec si on exclut la région de Lanaudière, où un réseau de haies a été implanté durant les années 1940 afin de protéger les cultures de tabac. On a plutôt assisté au déboisement graduel des terres agricoles afin d'agrandir les surfaces cultivées et de faciliter le passage de machines plus imposantes. Cette déforestation, jumelée à des pratiques culturales où le sol est laissé à nu durant une partie de l'année, a entraîné de nouveaux problèmes dont l'érosion éolienne des terres organiques et sableuses, principal support de la production québécoise de légumes et de pommes de terre. Pour réduire ces problèmes, on a eu recours à différentes méthodes de conservation des sols, dont les brise-vent. De 1987 à 1999, près de 7000 km de haies brise-vent (soit plus de 3 millions de végétaux ligneux) ont été implantés au Québec afin de protéger les sols, les cultures, les animaux, les bâtiments et les routes.

### 1.1 Définition

Le brise-vent est un obstacle que l'on place au travers du vent pour réduire sa vitesse. Pratiquement, on distingue deux grands types de brise-vent: les brise-vent inertes communément appelés brise-vent artificiels, et les brise-vent vivants appelés aussi haies brise-vent ou brise-vent naturels. Les brise-vent inertes sont constitués de bois, de matière plastique ou d'autres matériaux synthétiques. Leur coût élevé (entre 1 300 et 8 000\$/km, pour une hauteur de 1,2 à 1,6 m) et leur durée de vie (de 1 à 7 ans)<sup>1</sup> restreignent leur utilisation à la protection de cultures horticoles très rentables ou à la protection de petites surfaces tels les cours d'exercice des bovins de boucherie. Les haies brise-vent sont beaucoup plus répandues que les brise-vent artificiels. Les haies sont généralement plus durables, plus esthétiques et plus économiques. De plus, leur hauteur supérieure confère une protection sur une plus grande distance. Les végétaux qui constituent la haie vont toutefois prendre un certain temps avant d'offrir une protection et peuvent compétitionner les cultures pour la lumière, l'eau et les éléments nutritifs.

## 2. Potentiel d'utilisation des haies brise-vent

Il existe une littérature abondante qui témoigne des avantages des brise-vent en agriculture, que ce soit pour réduire l'érosion éolienne des sols, augmenter les rendements des cultures ou pour protéger les bâtiments, les animaux et les routes.

### 2.1 Réduction de l'érosion éolienne

Les brise-vent agissent sur deux facteurs qui influencent grandement l'érosion éolienne: la vitesse du vent et la teneur en eau du sol. En réduisant la vitesse du vent et les pertes d'eau par évaporation (Guyot, 1989), le brise-vent réduira de façon marquée les pertes de sol. Celles-ci sont en effet directement proportionnelles au cube de la vitesse du vent et inversement proportionnelles au carré de la teneur en eau moyenne du sol de surface (Tibke, 1988). Un brise-vent, de porosité égale à 40% et de hauteur H, a réduit l'érosion éolienne de 50% en moyenne sur une

---

<sup>1</sup>installation non comprise (source: CREAQ, 1990)

distance allant de 6 H en amont du brise-vent jusqu'à 22 H en aval de cet écran (Skidmore et Hagen,1977).

## 2.2 Impact sur les rendements des cultures

Les brise-vent peuvent augmenter les rendements de différents types de culture (tab. 1). Ces augmentations de rendements s'expliquent par la réduction des dégâts mécaniques causés aux feuilles, aux fleurs et aux fruits, par une meilleure pollinisation (Lewis et Smith, 1969) et par une augmentation de la température de l'air durant le jour. De plus, la diminution des températures nocturnes en zone protégée constituerait selon Rosenberg (1974) un facteur très important, de par la réduction de la respiration qu'elle entraîne. L'évapotranspiration totale n'est pas réduite en zone protégée (Grace, 1977). Cependant, la résistance stomatale plus faible qu'à découvert y favoriserait une augmentation du taux de diffusion de CO<sub>2</sub> et un accroissement de la photosynthèse (Rosenberg, 1974). Les brise-vent peuvent également favoriser une meilleure distribution de l'eau des systèmes d'irrigation par aspersion (Desmarais et Pesant,1989).

Globalement, les avantages des brise-vent l'emportent sur ses inconvénients et ils augmentent les rendements des cultures dans la plupart des régions du globe (Kort, 1988, Baldwin, 1988). La réponse des cultures varie cependant en fonction du type de culture, des sols, des variations climatiques et de la structure du brise-vent. Les pourcentages d'augmentation de rendements sont généralement supérieurs durant les saisons sèches (Kort, 1988).

Tableau 1- Augmentations de rendement pour différentes cultures protégées par des brise-vent.

Cultures	Pays ou province	Augmentation de rendement (%)	Distance protégée (H)	Type de brise-vent	Auteurs
Blé de printemps	États-Unis	8,9	9	artificiel	Frank et Willis, 1978
Fève de soya	Ontario	12	9	naturel	Baldwin et Johnston, 1984
Fraises	Écosse	21-77	6	artificiel	Waister,1972
Maïs	Ontario	10	10	naturel	Baldwin et Johnston, 1984
Pommes de terre	Ontario	6	10	naturel	Baldwin,1985
Tomates	États-Unis	11-16	-	artificiel	Rosenberg et al, 1967

L'évolution des rendements en fonction de la distance suit généralement le profil exposé à la figure 1. Les haies brise-vent entraînent des pertes de rendement sur une distance de 0,5 à 1,5 H, où H est la hauteur de la haie (Lyles et al, 1984). Suivent les gains de rendement qui sont

généralement observés jusqu'à 10 H (Baldwin, 1988). A l'approche du second brise-vent, les rendements sont de nouveau en hausse à cause de la présence de celui-ci.

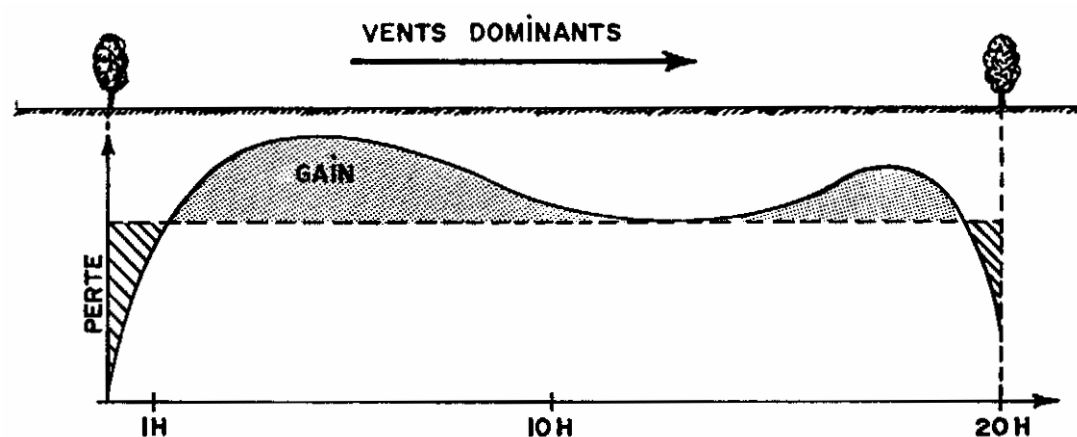


Figure 1- Évolution des rendements des cultures en fonction de la distance dans la zone protégée par des haies brise-vent (de Villele, 1985).

Comme pour les autres cultures, les plantations de feuillus nobles, de vergers à graines, les érablières et les pépinières forestières peuvent aussi profiter de la protection offerte par les brise-vent.

### 2.3 Protection des bâtiments et des animaux

Les brise-vent peuvent diminuer les bris occasionnés aux bâtiments par les vents violents et les accumulations de neige. De plus, ils permettent de réduire de 10 à 25% les coûts de chauffage des résidences et des serres (Heisler et De Walle, 1988). On les utilise également pour diminuer le stress et les besoins alimentaires des animaux d'élevage (Hintz, 1983).

### 2.4 Protection des routes

Les brise-vent contribuent à augmenter la sécurité sur les routes en réduisant la poudrierie et les accumulations de neige. Au Québec, la plupart des routes orientées du nord au sud, qui sont exposées aux grands vents, bénéficieraient de la protection offerte par des brise-vent. On retrouve d'importants projets de haies brise-vent parrainés par le ministère des Transports du Québec en bordure de l'autoroute 20 entre Québec et Rivière-du-Loup.

### 2.5 Amélioration de la qualité de vie

Les haies brise-vent améliorent le cadre de vie des ruraux en réduisant le volume des poussières en suspension dans l'air et en atténuant les bruits en provenance des routes ou reliés à des

pratiques agricoles (Wight, 1988). De plus, elles valorisent et embellissent le rang, la ferme et la campagne.

## 2.6 La haie brise-vent: une culture associée

L'introduction dans la haie d'espèces d'arbres donnant du bois de qualité, tels les chênes, les frênes ou les noyers, permet de rentabiliser encore davantage l'investissement que constitue la haie. Dans la même veine, l'ajout d'arbres et d'arbustes fruitiers représente une avenue prometteuse, déjà empruntée par plusieurs producteurs agricoles au Québec.

## 2.7 Inconvénients des brise-vent

Les brise-vent peuvent augmenter les risques de gel dans la zone protégée, surtout par nuit claire et vent léger, en réduisant le brassage d'air qui favorise le réchauffement des températures près de la surface du sol (Jensen, 1964) ou en bloquant le drainage d'air froid dans les pentes. Ces inconvénients peuvent être réduits si on installe des brise-vent de porosité plus élevée.

L'apport massifs d'insectes ravageurs créé par le brise-vent est indéniable, mais simultanément, l'effet est le même sur les entomophages (Bouchard et Masseau, 1986). Il faut, selon ces auteurs, évaluer le bilan pour chaque type de culture. Durant les années humides, les brise-vent peuvent augmenter l'incidence de maladies fongiques (Brandle et al, 1984) en réduisant la circulation de l'air. De plus, les brise-vent trop denses entraînent la création d'importantes congères dont l'eau de fonte peut causer l'érosion des sols et le lessivage d'azote (Labaznikov, 1982).

Le potentiel d'utilisation des haies brise-vent dans l'espace rural québécois est considérable. Toutefois, pour obtenir la protection désirée, on doit comprendre l'influence des caractéristiques physiques du brise-vent sur l'écoulement de l'air (Vézina, 1989).

### **3. Le rôle des caractéristiques physiques du brise-vent**

La porosité, la hauteur, la longueur, la largeur, la forme du profil transversal et l'orientation constituent les principaux critères qui influenceront l'efficacité d'un brise-vent.

#### 3.1 La porosité

La porosité d'un brise-vent est le rapport entre la surface occupée par les vides et la surface totale du plan exposé au vent (éq. 1)

$$\text{Porosité } (\phi) = \frac{\text{surface occupée par les vides}}{\text{surface totale du plan}} \times 100\% \quad (\text{éq.1})$$

La porosité, qui correspond au pourcentage de vides apparents, est l'élément le plus employé en pratique pour caractériser la structure de brise-vent artificiels minces et de barrières naturelles étroites (1 ou 2 rangées d'arbres). Pour les barrières naturelles plus larges, la porosité optique ne correspond pas à la porosité réelle, car elle ne représente que les vides du plan exposé au vent et non les espaces tri-dimensionnels au travers desquels l'air peut circuler (Heisler et DeWalle, 1988).

La porosité idéale du brise-vent n'existe pas. On doit ajuster celle-ci aux besoins de protection. Pour ce faire, on doit comprendre comment celle-ci affectera la vitesse du vent et la distribution de la neige dans la zone protégée.

### 3.1.1 Effets de la porosité du brise-vent sur la réduction de la vitesse du vent

Un brise-vent de faible porosité (très dense) entraîne un maximum de réduction de la vitesse du vent supérieur à celle obtenue derrière un brise-vent moyennement dense. Par contre, ce dernier offre une protection moyenne supérieure sur 20 H, où H est la hauteur du brise-vent (fig. 2).

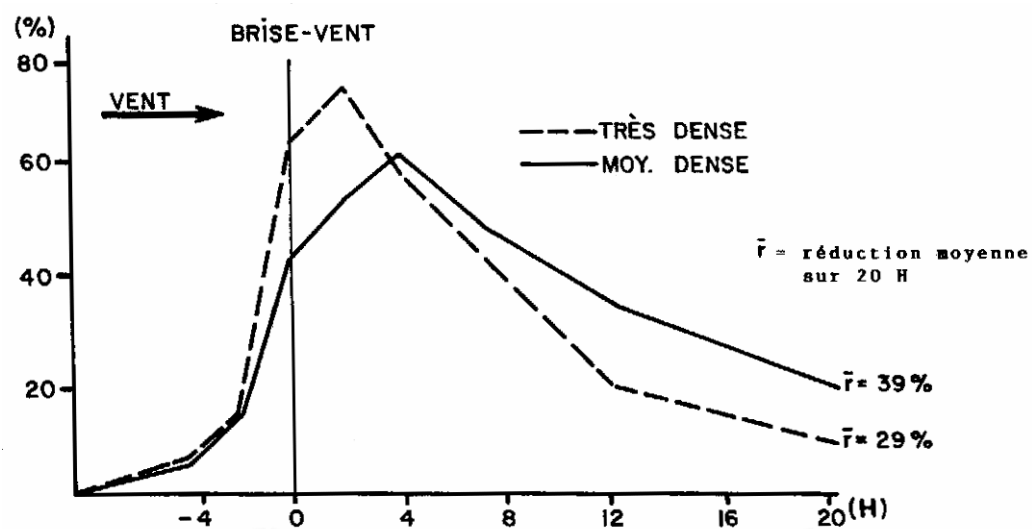


Figure 2- Réduction de la vitesse du vent (en % de la vitesse mesurée en zone ouverte) à différentes distances de brise-vent constitués de claies de roseaux très denses et moyennement denses (d'après Nagëli dans Guyot, 1977).

Ces observations (Nagëli, 1946 dans Guyot, 1977) ont été une référence pour une foule de spécialistes qui en ont conclu que la protection idéale s'obtenait avec une porosité de 50%. Heisler et Dewalle (1988) affirment cependant que Nagëli a surestimé le déclin de la protection à mesure que l'on s'éloigne du brise-vent très dense. Ce brise-vent étant le dernier d'une série de 4 brise-vent successifs, la turbulence induite par les premiers obstacles aurait entraîné une reprise plus rapide de l'écoulement en aval du brise-vent étudié. Ces mêmes auteurs affirment toutefois qu'un brise-vent trop dense ( $\phi = 30\%$  pour un brise-vent artificiel) entraîne une retombée massive d'air entre 8 et 10 H, ce qui peut causer des dommages aux cultures. Ces considérations,

ainsi que de nombreux résultats cités dans la littérature, nous portent à conclure que la réduction optimale de la vitesse du vent, en termes d'intensité de protection et de longueur protégée, s'obtient avec une porosité voisinant les 40%. Cela correspond à un brise-vent moyennement dense à dense.

### 3.1.2 Effets de la porosité du brise-vent sur l'accumulation de la neige

Un brise-vent dense accumulera une plus forte quantité de neige à ses abords qu'un brise-vent de densité lâche, mais la neige sera répartie sur une distance moins longue (fig. 3). Si l'on désire une accumulation uniforme de la neige dans un champ, on optera pour un brise-vent de densité hivernale faible.

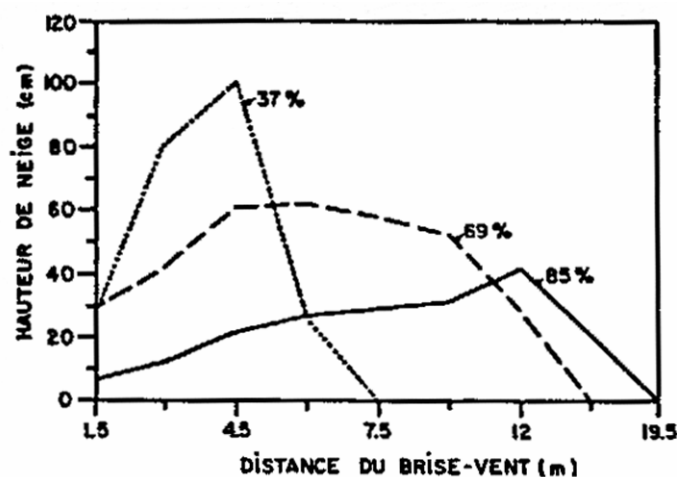


Figure 3- Accumulation de neige par des brise-vent de différentes porosités (d'après Greb et Black, 1971).

## 3.2 La hauteur du brise-vent

### 3.2.1 Effets de la hauteur du brise-vent sur la réduction de la vitesse du vent

L'extension de la zone d'influence d'un brise-vent, toutes autres conditions étant égales, est proportionnelle à sa hauteur (Van Eimern et al, 1964). La limite de la zone protégée par un brise-vent est conventionnellement définie comme étant la distance à laquelle la réduction de la vitesse du vent n'est plus que de 20%, à une hauteur au-dessus du sol de 0,5 H. Pour un brise-vent de densité moyenne, cette distance équivaut à 20 H et le maximum de réduction de la vitesse du vent est obtenu autour de 4 H (fig. 2).

L'intensité de la protection varie en fonction du rapport ( $z/H$ ), où  $z$  est la hauteur au-dessus du sol à laquelle la vitesse du vent est mesurée (fig. 4). Plus ce rapport est faible, plus la vitesse relative  $\mu/\mu_0$  est faible, donc meilleure est la protection. Par exemple, un brise-vent de 4 m de

haut sera plus efficace pour protéger une culture basse comme une fraisière que pour protéger un verger de pommiers, car le rapport  $z/H$  est plus élevé dans ce dernier cas. D'autre part, la figure 4 met en évidence une réduction de la vitesse du vent jusqu'à  $5H$  en amont du brise-vent, soit face au vent.

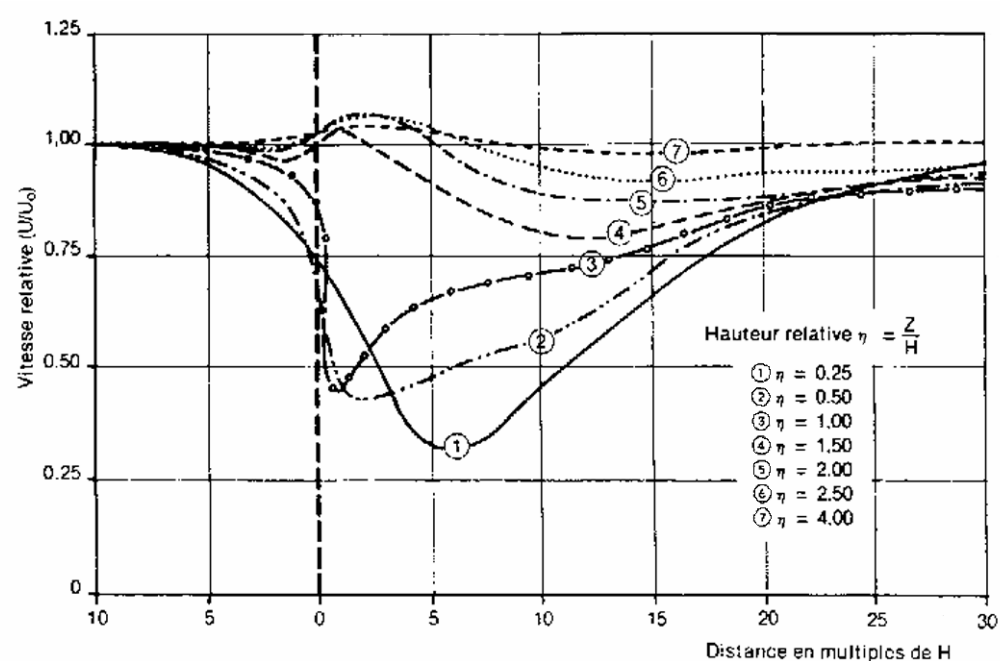


Figure 4- Influence d'un brise-vent perméable ( $0,45 < \phi < 0,55$ ) et  $H = 2,2$  m) constitué par une claie de roseaux sur la vitesse relative du vent à différents niveaux (d'après Nagéli, 1953 dans Guyot, 1989).

### 3.2.2 Effets de la hauteur du brise-vent sur l'accumulation de la neige

Tous les autres facteurs demeurant égaux, la capacité d'entreposage de la neige est généralement quadruplée si on double la hauteur du brise-vent (Shaw, 1988). On aura donc intérêt à utiliser des haies composées d'arbres et de grands arbustes.

### 3.3 La largeur du brise-vent

La largeur du brise-vent, qui peut être associée au nombre de rangées, est importante dans la mesure où elle influence sa perméabilité. Normalement, plus le brise-vent est large, moins il est perméable au vent. Une haie constituée d'une à trois rangées d'arbres est suffisante pour répondre efficacement aux besoins de protection rencontrés au Québec. D'ailleurs, les travaux de Read (1964), dans Wight (1988), indiquent que les brise-vent étroits et moyennement denses sont aussi efficaces que les larges. Deux ou trois rangées plutôt qu'une permettent un renouvellement plus facile du brise-vent, favorisent l'introduction d'un plus grand nombre



d'espèces d'arbres et d'arbustes, conférant ainsi une assurance de protection contre les problèmes phytosanitaires. Par contre, une rangée exige moins d'entretien et occupe moins d'espace, ce dernier facteur étant très important en terrain cultivé.

### 3.4 La longueur du brise-vent

En plus de passer au-dessus du brise-vent, le vent le contourne par ses extrémités. Par conséquent, le brise-vent doit être suffisamment long pour assurer une protection adéquate. Selon Nagéli (1953) dans Guyot (1988), le brise-vent doit avoir une longueur d'au moins  $11,5 H$  (fig. 5). À partir de cette valeur, toute augmentation de la longueur du brise-vent se traduit par un accroissement égal de la largeur de la bande dans laquelle l'effet protecteur est maximal.

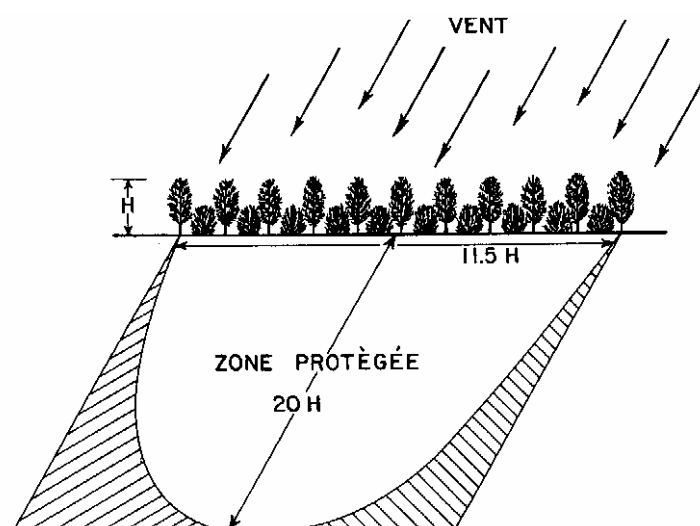


Figure 5- Circulation latérale de l'air autour d'une haie brise-vent

### 3.5 La forme du profil transversal

La section transversale affecte peu la perméabilité et est la plus recommandable. Les formes inclinées du côté du vent ont tendance à soulever l'air par-dessus le brise-vent et à réduire sa porosité. Toutefois, dans les zones arides et en bordure de mer, lorsque les arbres ont des difficultés à s'installer, une forme inclinée avec des essences de taille croissante peut être avantageuse (Guyot, 1977).

### 3.6 L'orientation du brise-vent

Le brise-vent doit être orienté perpendiculairement aux vents dominants. Lorsque le vent frappe un rideau d'arbres avec un angle différent de 90 degrés, l'épaisseur à traverser est plus grande, ce qui diminue la perméabilité du brise-vent.

### 3.7 La topographie du site

La pente du terrain va influencer la longueur de la zone protégée, une pente descendante vers la haie conférant une zone protégée plus longue qu'une pente ascendante (fig. 6)

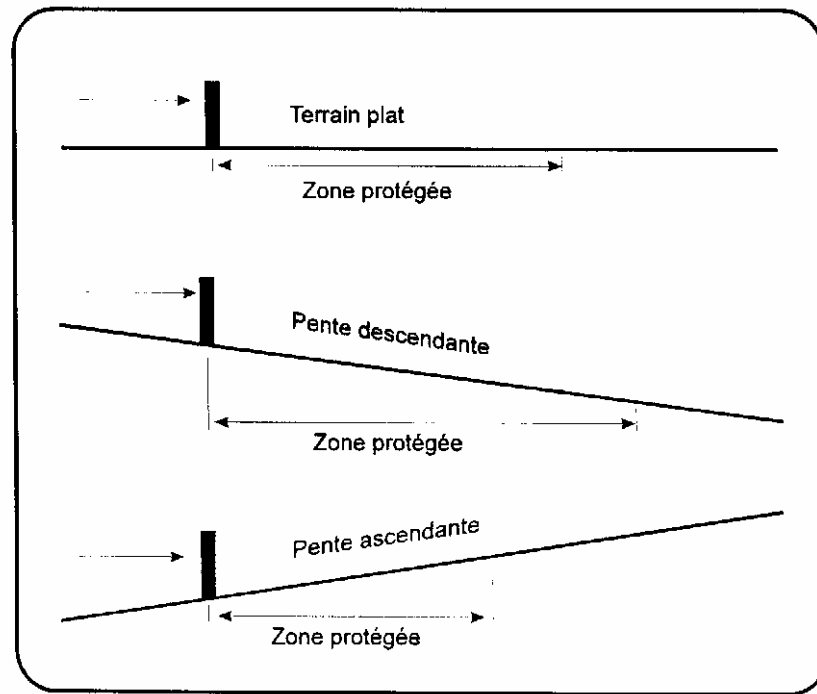


Figure 6- Influence de la topographie sur la longueur de la zone protégée

### 3.8 Autres facteurs

Un brise-vent flexible entraînerait une plus grande dissipation de l'énergie qu'un brise-vent non flexible et par conséquent une meilleure protection (Radke et Hagström, 1974).

Les facteurs qui influencent la turbulence du vent, comme la présence d'obstacles ou la rugosité de la surface (Guyot, 1989) doivent être pris en considération lorsque l'on évalue l'efficacité d'un brise-vent.

## 4. L'implantation des haies brise-vent

Les haies brise-vent implantées au Québec sont généralement constituées d'une ou deux rangées d'arbres et d'arbustes alignées perpendiculairement aux vents dominants. La détermination des objectifs de protection, le choix et l'arrangement des végétaux, la préparation du sol et la plantation constituent les principales étapes de leur implantation.

#### 4.1 La détermination des objectifs de protection

L'installation d'une haie brise-vent doit être planifiée avec soin. La première étape consiste à déterminer les porosités hivernales et estivales de la haie, qui varieront en fonction des objectifs de protection (tab. 2).

Tableau 2- Porosités hivernale et estivale pour des objectifs de protection fréquemment rencontrées au Québec

Objectif de protection	porosité hivernale (%)	porosité estivale (%)
Animaux d'élevage	30 à 50	30 à 50
Cultures et sol	60 à 80	30 à 50
Bâtiments	30 à 50	40 à 60
Routes	30 à 50	40 à 60

#### 4.2 Choix et arrangement des végétaux

##### 4.2.1 Les critères de sélection

Les végétaux doivent être choisis et aménagés de façon à respecter les porosités hivernales et estivales requises. On sait que les espèces à feuilles caduques offrent une protection moindre durant l'hiver que durant l'été. Par exemple, la réduction hivernale moyenne de la vitesse du vent, sur 10 H, par une haie de peupliers hybrides plantés à tous les mètres équivaut à 40% de celle mesurée durant l'été (fig. 7). Si on désire réduire les coûts de chauffage de bâtiments ou protéger du bétail, on devra associer des espèces à feuilles persistantes aux espèces à feuilles caduques. La porosité hivernale de ces arbres permet toutefois une répartition uniforme de la neige dans la zone protégée et on les utilisera à cette fin pour la protection de vergers, de fraisières ou de grandes cultures (surtout les céréales d'hiver et la luzerne).

Les espèces choisies doivent évidemment être adaptées aux conditions climatiques et au sol. Le guide de Cauboue (1988) fait le point sur le choix des essences résineuses à reboiser en fonction des sols et du climat du Québec.

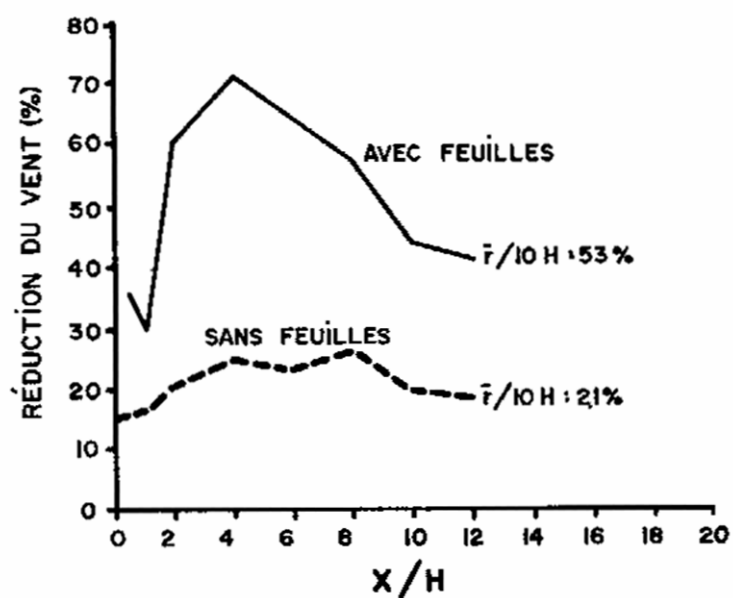


Figure 7- Réduction de la vitesse du vent (en %) par une haie de peupliers hybrides espacés à tous les mètres. (D'après Vézina, 1985)

On choisira des arbres dont la taille à maturité permettra de protéger la plus grande surface possible. Toutefois, là où la surface à protéger est restreinte, il vaut mieux utiliser des arbres de petite taille ou des arbustes afin de limiter les pertes de rendements. Les arbustes sont aussi insérés pour combler les ouvertures découlant de l'élagage des arbres. D'autres facteurs, comme la largeur et la forme de la cime, la structure du système racinaire, la résistance aux insectes et aux maladies, la longévité, la tolérance aux sels de déglacage (Vézina et al, 1989) et la compétitivité avec les cultures (Kort, 1988) doivent également être considérés. Outre la protection contre le vent, d'autres objectifs, comme la production de bois d'oeuvre de qualité (Vallée, 1989), la production fruitière et l'embellissement du paysage, influenceront aussi le choix des arbres et des arbustes qui composeront la haie.

#### 4.2.2 Exemples de haies

Vous trouverez ci-bas deux modèles de haies employés au Québec, l'un pour la protection des cultures et l'autre pour la protection des bâtiments et des routes.

##### 4.2.2.1 Haies pour protéger des cultures

Lorsque l'on veut installer des haies brise-vent en milieu agricole apparaît une contrainte très importante : l'espace disponible. En effet, la perte d'espace cultivable constitue le principal coût lié à l'installation de brise-vent. On opte généralement pour des haies constituées d'une seule rangée d'arbres à feuilles caduques espacés à tous les deux mètres. Cela nous permettra

d'avoir une bonne protection durant l'été et une répartition uniforme de la neige dans les champs durant l'hiver.

Les espèces d'arbres à feuilles persistantes ne sont pas exclues, mais il faut s'assurer que la porosité hivernale du brise-vent ne soit pas trop faible pour éviter les trop grandes accumulations de neige près de la haie, ce qui peut retarder l'entrée dans les champs au printemps et provoquer, par les eaux de ruissellement, l'érosion des sols. On peut augmenter la porosité de la haie en choisissant des espèces dont le feuillage est moins dense (épinette de Norvège, pin gris), en espaçant davantage les végétaux ou en élaguant la base de la haie.

On peut aussi s'inspirer des modèles français (Soltner, 1984; Guinaudeau, 1989) et insérer des arbustes entre les arbres. La haie est alors composée d'arbres de haut jet espacés à tous les 4 à 6 mètres, selon la largeur de cime des arbres retenus. Un arbuste est inséré à mi-distance entre ces arbres. Si on désire une répartition uniforme de la neige dans les champs protégés, il faut s'assurer que l'arbuste ne soit pas trop dense.

Quelque soit le modèle retenu, on devrait planter au moins deux espèces de végétaux différentes dans la haie, pour s'assurer d'une protection en cas de problèmes phytosanitaires.

Comme la haie brise-vent entraîne des pertes de rendements sur environ une fois sa hauteur, on l'installera en bordure d'une route de ferme ou d'un fossé afin de minimiser les pertes de rendements.

#### 4.2.2.2 Haie pour protéger des bâtiments et des routes

Dans le cas de la protection de bâtiments de fermes ou de tronçons de route, on dispose souvent de plus d'espace que dans le cas précédent. On optera alors pour une haie constituée de deux ou trois rangées d'arbres espacées de 3 à 4 mètres. La première rangée face au vent est constituée d'une rangée d'arbres à croissance rapide, comme les mélèzes ou les peupliers que l'on espacera à tous les deux mètres (fig. 8). La deuxième rangée sera constituée d'épinettes (blanche, de Norvège ou du Colorado) espacées à tous les 3 mètres. On peut aussi y insérer du pin blanc car cette espèce est semi-tolérante à l'ombre. La rangée située plus près des habitations ou de la route sera constituée d'arbres de haut jet espacés à tous les 8 mètres entre lesquels on insérera des petits arbres et des arbustes fruitiers ou simplement décoratifs.

On doit prévoir une distance de 30 à 60 mètres entre ceux-ci et la haie afin de permettre l'accumulation de neige (Hintz et al, 1986). Wight (1988) parle d'une distance comprise entre 2 et 5 fois la hauteur des arbres ou arbustes les plus hauts.

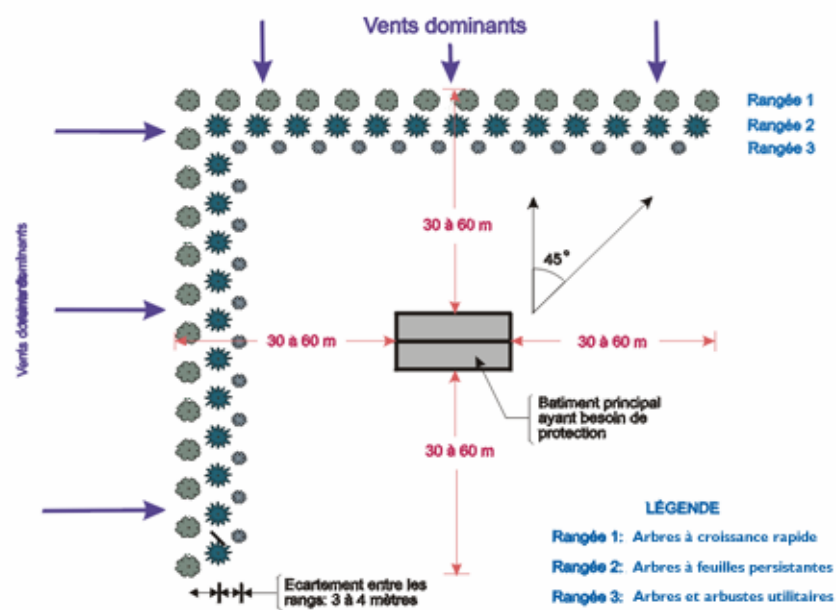


Figure 8- Localisation de la haie par rapport à un bâtiment à protéger (tiré de Vézina, 1994)

Le guide du CPVQ sur le choix des espèces d'arbres et d'arbustes en haies brise-vent vous permettra d'en savoir plus long sur les exigences écologiques et sur les différentes caractéristiques de 28 espèces d'arbres et de 21 espèces d'arbustes utilisables en brise-vent.

#### 4.3 La préparation du sol

La préparation du sol est une étape importante de l'établissement de la haie. Pour installer une haie constituée d'une seule rangée, le sol doit être préparé sur une largeur de trois mètres. Si le sol montre des signes de compaction, il est recommandé d'effectuer un sous-solage à une profondeur de 40 cm à 80 cm à l'aide d'une sous-soleuse. Il faut effectuer un aller-retour dans l'axe de la ligne de plantation en espaçant les deux traits d'un mètre. Cette opération vise à éclater le sol en profondeur permettant, entre autres, un meilleur développement racinaire des plants (Bourgery et Castaner, 1988). Le sous-solage doit être réalisé lorsque le sol est sec, ce qui est généralement le cas en fin d'été. La bande doit être ensuite labourée à une profondeur de 15 cm, puis hersée ou rotocultée jusqu'à ce que le sol soit meuble comme pour un semis, de façon à faciliter la pose du paillis de plastique. Durant cette étape, on doit procéder à l'apport d'amendements organiques et calcaires et à l'application d'engrais si les analyses de sol montrent des déficiences. En général, les sols agricoles sont suffisamment fertiles et permettent un bon développement des arbres et des arbustes.

Lorsque le sol est bien meuble, on installe un paillis de plastique noir de 0,07 mm d'épaisseur et de 120 ou 150 cm de largeur. Ce paillis, qui dure au moins trois ans, entraîne une réduction de la concurrence herbacée. De plus, il permet une augmentation de la teneur en eau et de la

température du sol, comparativement à un témoin non désherbé (Anonyme, 1990, Schroeder et Alspach, 1989). Nos observations au champ révèlent que le paillis accroît les taux de survie et de croissance de la plupart des espèces d'arbres étudiées, comparativement aux méthodes traditionnelles (herbicides ou sarclage), parce que celles-ci sont trop souvent négligées. La pose s'effectue de préférence à l'automne, à l'aide d'une dérouleuse mécanique entraînée par un tracteur.

#### 4.4 La plantation

Les arbres et arbustes, qu'ils soient sous forme de boutures, de plants à racines nues ou en récipients<sup>2</sup>, sont plantés au travers du plastique en respectant les mêmes critères que pour une plantation normale. Pour les plants à racines nues, qui occupent un volume de sol plus important que les boutures et les plants en récipients, le trou qu'on a percé dans le paillis est grand, et les mauvaises herbes feront concurrence au jeune plant. On bouchera donc cette ouverture avec un carré de plastique (collerette) d'environ 30 cm de côté que l'on placera autour du plant et sous le paillis déjà en place. Après la plantation, il faut placer une pierre ou du matériel inerte autour de chaque trou afin d'éviter le ballonnement et la déchirure du paillis.

### 5. L'ENTRETIEN DES HAIES BRISE-VENT

#### 5.1 Le désherbage

Le succès qui couronne l'établissement d'un brise-vent est principalement lié à la répression des plantes herbacées qui s'établissent de chaque côté du paillis de plastique et qui privent les arbres et les arbustes d'eau, de lumière et d'éléments nutritifs. Le désherbage doit s'effectuer durant au moins les trois premières années suivant la plantation. Il se poursuivra jusqu'à ce que les arbres et les arbustes aient pris le dessus, ce qui varie en fonction de leur rapidité de croissance. Le sarclage mécanique, le fauchage et le désherbage chimique constituent trois opérations pratiquées pour désherber les haies brise-vent.

Le sarclage devrait être répété deux ou trois fois au cours de la saison de croissance, par temps chaud et sur un sol sec, avant que les herbes ne dépassent les plants en hauteur. On devra prendre garde de ne pas déchausser le paillis de plastique et de ne pas briser les racines des arbres et arbustes.

Le fauchage des mauvaises herbes est généralement moins efficace que le sarclage puisque le jeune plant doit lutter contre les mauvaises herbes pour trouver dans le sol l'eau et les éléments nutritifs dont il a besoin. Toutefois, avec le paillis de plastique, la compétition est moins féroce et le fauchage donne des résultats acceptables. Cette opération doit être répétée fréquemment pour empêcher les

---

<sup>2</sup>A l'heure actuelle, nous préférons les plants à racines nues car leur système racinaire est souvent mieux développé et moins déformé que les plants en récipients, ce qui assure une meilleure stabilité aux plants.

mauvaises herbes de dépasser les plants en hauteur. Le fauchage peut s'effectuer avec une débroussailleuse, une tondeuse à gazon ou une faucheuse installée sur un tracteur.

Si on emploie des herbicides, il faut s'assurer que les arbres et arbustes composant la haie ne seront pas affectés par le produit utilisé.

## 5.2 La protection contre les rongeurs

Les rongeurs, tel le campagnol des champs, grugent l'écorce à la base de certains arbres. Ils causent parfois des dommages importants. Les feuillus produisant du bois d'oeuvre de qualité sont dans l'ensemble sujets aux attaques des rongeurs. Pour éviter de tels dégâts, on installera des barrières mécaniques comme les grillages de plastique ou de métal. Il faudra enlever ces barrières lorsque l'écorce des arbres sera suffisamment épaisse pour désintéresser les rongeurs. La base des troncs peut également être enduite d'un répulsif à la fin de l'été. Cette méthode, plus économique et moins encombrante que les barrières, est cependant moins efficace en situation épidémique.

Le fauchage des herbes en bordure du plastique à la fin de l'été prive les rongeurs d'un abri et constitue un bon moyen préventif. Il faut également protéger les brise-vent contre les animaux qui broutent. On peut les entourer d'une clôture ou d'un fil électrique, par exemple.

## 5.3 La protection contre les insectes et les maladies

Des arbres adaptés au climat et au sol et bien entretenus résisteront mieux aux problèmes d'insectes et de maladies. Toutefois, malgré ces précautions, des insectes nuisibles ou des maladies peuvent se manifester dans la haie brise-vent. Il importe donc de les inspecter avec soin et d'intervenir au besoin. Une haie composée de différentes espèces d'arbres et d'arbustes confère une assurance de protection puisqu'il est très rare que toutes les espèces soient attaquées en même temps.

## 5.4 La taille des haies brise-vent

Les haies brise-vent peuvent être taillées pour produire du bois d'oeuvre de qualité, pour favoriser la floraison et la fructification ou simplement pour limiter le développement en largeur de la haie. Les espèces feuillues dont on veut tirer du bois de qualité exigeront plus de soins que les conifères. En effet, certains feuillus utilisés en haies brise-vent, tels les chênes, l'érable à sucre, le frêne blanc, les noyers et le merisier, peuvent fournir du bois d'oeuvre de qualité si les tailles de formation et l'élagage sont réalisés convenablement.

Les tailles de formation visent essentiellement à créer ou à maintenir un axe principal vertical et à éviter les fourches sur la plus grande hauteur possible. Les fourches sont des zones de faiblesse qui provoquent souvent un éclatement de l'arbre. Ces tailles commencent dès la première année suivant la plantation et se poursuivent jusqu'à ce que le tronc soit acquis, soit pendant 10 à 20 ans, selon les espèces et la hauteur de tronc désirée (Bourgery et Castaner, 1988).



La fin de l'hiver est la période la plus favorable pour bien observer la structure de l'arbre. Il faut d'abord s'assurer de la présence d'un axe de la base au sommet de l'arbre. Toute branche dont le diamètre se rapproche de celui de l'axe à son embranchement est à tailler au ras du tronc, en préservant le bourrelet cicatriciel (fig. 9). Il faut surveiller particulièrement celles dont l'insertion est à angle fermé avec l'axe. Si le bourgeon terminal de l'axe est endommagé ou absent, on coupe la branche au-dessus du prochain bourgeon viable le long de l'axe. Si la pousse axiale n'est plus viable, on la remplace par une branche latérale, redressée au besoin par une ligature. Cette ligature est surtout nécessaire pour les arbres dont les bourgeons sont opposés, tels les frênes et les érables. Après un an, une fois la branche bien redressée, le bout de branche servant à la ligature est supprimé. Lorsqu'on retrouve une fourche, c'est-à-dire plusieurs branches qui tendent à créer chacune un axe vertical, on va conserver le prolongement le plus vigoureux, le plus vertical et le mieux conformé et on supprimera les autres.

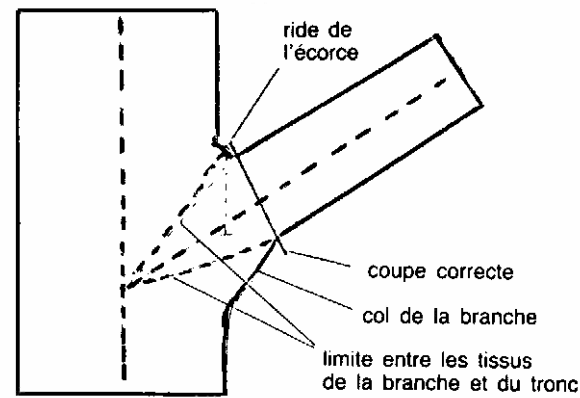


Figure 9- Emplacement de la coupe d'une branche (tiré de Michau, 1985).

Si la conformation générale de l'arbre rend impossible le dégagement d'un axe, on doit vérifier si l'arbre est vigoureux, c'est-à-dire s'il montre de bonnes pousses annuelles et un feuillage bien développé. Si oui, on peut procéder au recépage, opération qui consiste à rabattre les arbres à environ 10 cm au-dessus du sol. On effectue le recépage au début du printemps avant la reprise de la végétation. Si l'arbre est peu vigoureux, on doit identifier la cause de ce manque de vigueur, y remédier si possible et attendre que l'arbre reprenne de la vigueur avant de procéder au recépage. La saison suivant le recépage, l'arbre refait en général une ou plusieurs pousses très vigoureuses et droites. On sélectionne la mieux conformée et on supprime les autres pour repartir sur un axe nettement dégagé.

Le pincement en vert est une technique pratiquée au début de l'été, qui consiste à pincer, entre l'ongle du pouce et l'index, les jeunes rameaux de l'année que l'on ne veut pas conserver ou dont on veut ralentir la croissance (Richard et Anctil, 1995).

L'élagage consiste à ôter les branches basses de l'arbre afin de dégager un tronc net de branches qui aura ainsi une meilleure valeur marchande à cause de l'absence de noeuds. L'élagage des branches des arbres à croissance rapide comme les peupliers et les mélèzes permet aussi aux arbres à croissance moins rapide, telles les épinettes, de pousser sans briser leur flèche terminale. Il peut aussi consister, s'il n'y a pas eu de taille de formation, à enlever les branches malades, mortes, qui s'entrecroisent ou qui ont une mauvaise fourche.

Le premier élagage peut se faire dès que la hauteur totale de l'arbre atteint 3 à 4 m pour les feuillus (7 à 8 m dans le cas particulier des peupliers) et 5 à 6 m pour les résineux (Bourgery et Castaner, 1988). Les branches basses sont éliminées progressivement, jamais sur plus de 1,5 à 2 m. de hauteur en une seule fois, jusqu'à l'obtention d'un tronc sans branche sur le tiers de la hauteur de l'arbre.

#### 5.5 Taille des conifères

On ne taille généralement pas les pins et les épinettes utilisés en brise-vent, sauf dans les cas où la flèche terminale est brisée ou malade. Quant aux thuyas (cèdres), on peut tailler verticalement jusqu'à 30% de leur feuillage afin d'éviter le dessèchement des feuilles et le dégarnissement de la base de la haie (Anonyme, 1981).

#### 5.6 Taille des arbustes

Les arbustes sont insérés dans le brise-vent afin de combler les ouvertures résultant de l'élagage des arbres ou pour protéger de petites surfaces. Si on cherche à former une touffe bien garnie à la base, on rabattra, à la moitié de la hauteur du plant ou à 15-20 cm de hauteur, la deuxième année suivant la plantation. Il faut prendre garde de ne pas avoir une base trop dense si on désire une répartition uniforme de la neige dans les champs.

On doit tailler les arbustes à floraison printanière aussitôt après la floraison en coupant uniquement la partie des branches ayant fleuri. Les arbustes à floraison estivale doivent être taillés quelques semaines avant le départ de la végétation en supprimant les rameaux qui ont fleuri l'été précédent.

#### 5.7 Les outils et les périodes de taille

En intervenant tôt et régulièrement dans la vie de l'arbre, on pourra utiliser des instruments légers. On doit couper les branches à éliminer lorsqu'elles sont de faible diamètre (2 à 3 cm), afin d'obtenir une bonne cicatrisation des plaies. Lors des tailles de formation et des élagages de

branches basses, il faut réaliser les coupes au bas du tronc en préservant le bourrelet cicatriciel, la partie enflée de quelques millimètres qui est située à la base de la branche (figure 6). Les coupes sont réalisées à l'aide d'un sécateur, tant que la hauteur le permet. On utilisera l'échenilloir pour la taille de formation en hauteur. L'élagage des grosses branches, dont le diamètre ne devrait pas dépasser 5 cm si l'arbre a été bien surveillé, peut s'effectuer à l'aide d'une égoïne emmanchée.

Les périodes de taille font l'objet de points de vue divergents. En général, la taille peut être effectuée durant toute l'année si l'on excepte les arbres à fleurs ou à fruits, pour lesquels le critère de production entre en ligne de compte (Michau, 1985). Les tailles en période végétative permettraient un meilleur démarrage du bourrelet cicatriciel, une cicatrisation plus rapide et une certaine protection des plaies, du fait de l'activité des plaies. Certaines espèces comme les bouleaux et les érables peuvent perdre une grande quantité de sève s'ils sont taillés durant les périodes de coulée, c'est à dire de la mi-mars à la mi-mai et de la mi-octobre à la mi-novembre. La taille en hiver offre un avantage: la structure de l'arbre est bien visible. Il est préférable de laisser passer les grands froids avant d'intervenir afin d'éviter le gel des tissus exposés.

## **6. Les coûts d'installation et d'entretien**

Les frais d'installation et d'entretien d'une haie brise-vent vont varier en fonction de sa composition et du nombre de ses rangées. Pour une rangée simple de pins ou d'épinettes, établie sur paillis de plastique en terrain agricole, les frais d'installation et d'entretien durant les cinq premières années s'élèvent à 730\$/km (CREAQ, 1989). Selon cette source, ces frais s'élèvent à 1 166\$/km pour une rangée composée de feuillus de qualité entre lesquels sont insérés des arbustes. Ces frais peuvent être beaucoup plus élevés si la haie est établie sur des sites nécessitant des travaux de sol plus complexes.

Pépin et al (1989) fait le point sur la rentabilité d'une haie composée de pins ou d'épinettes qui est implantée pour protéger une culture de pommes de terre. Le producteur qui installe une telle haie brise-vent devra supporter les pertes accumulées liées au manque de production sur la superficie occupée par la haie. Selon les hypothèses d'augmentation de rendements (5 ou 10%) et de pertes de sol (0 à 100\$/ha/an), la haie brise-vent est rentable de 11 à 22 ans après son installation. Par contre, lorsque les arbres ont atteint une hauteur permettant de protéger suffisamment le terrain en culture, des gains importants sont réalisés, d'où l'importance d'associer des arbres à croissance rapide aux espèces à croissance plus lente.

## 7. Aménagement régional des haies brise-vent

L'installation d'un réseau de haies brise-vent va modifier les facteurs climatiques à l'échelle de la région, dont la température de l'air (Guyot, 1988). Les brise-vent ont généralement comme effet d'accroître les températures maximales et d'abaisser les températures minimales. L'espacement entre les haies déterminera l'amplitude des différences comparativement à un milieu dégagé (fig. 10).

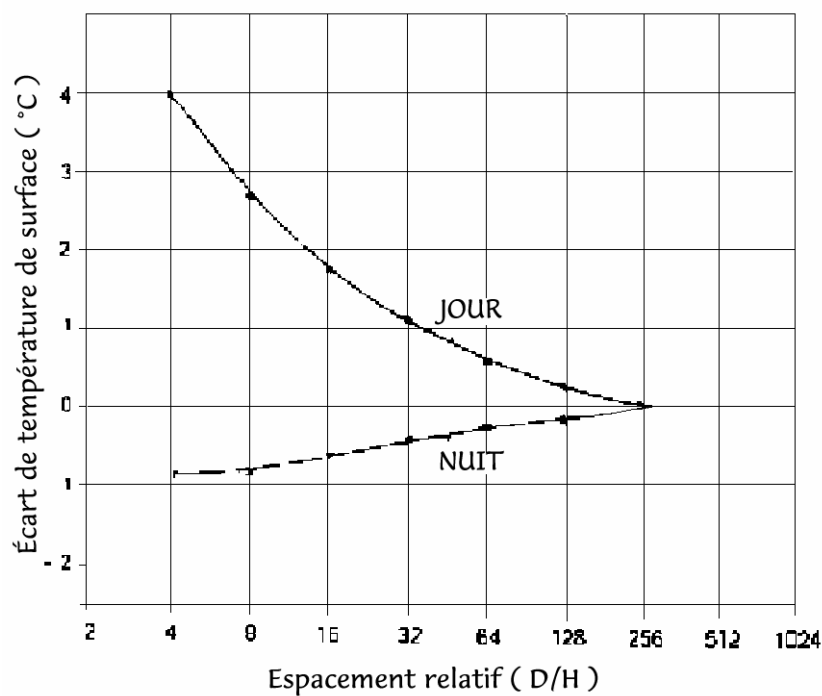


Figure 10- Influence de l'espacement des haies sur l'écart de température de surface entre le centre d'une parcelle de la zone cloisonnée par des brise-vent et une zone dégagée (simulation sur modèle) (d'après Chiapale, dans Guyot, 1989).

La réduction de la vitesse du vent dans un réseau n'est pas cumulative d'un brise-vent à un autre. Le premier brise-vent face au vent augmente la turbulence de l'écoulement, réduisant l'efficacité des brise-vent qui suivent (fig. 11). Toutefois, un réseau de brise-vent suffisamment étendu va permettre le développement d'une rugosité régionale dont l'effet de protection se superposera à l'effet local de chaque brise-vent (Guyot, 1988). On ignore à partir de quelle longueur de réseau cet effet régional se fait sentir. Selon Heisler et DeWalle (1988), il débute dans le réseau à beaucoup plus que 50 H du premier brise-vent.

L'espacement optimal à laisser entre les brise-vent successifs dépend de nombreux facteurs tels la résistance des cultures, la force du vent, le prix du terrain et les objectifs de protection. Stricte sur le plan de la réduction de la vitesse du vent, les résultats de Nagéli (1953) dans Guyot (1988) indiquent qu'il n'est pas avantageux de trop rapprocher les brise-vent (fig. 11).

L'efficacité d'un réseau de brise-vent de porosité voisine de 50% a été augmentée de 14% lorsque l'espacement entre les brise-vent a été réduit de 20 à 15 H, et de 7% supplémentaires de 15 à 10 H.

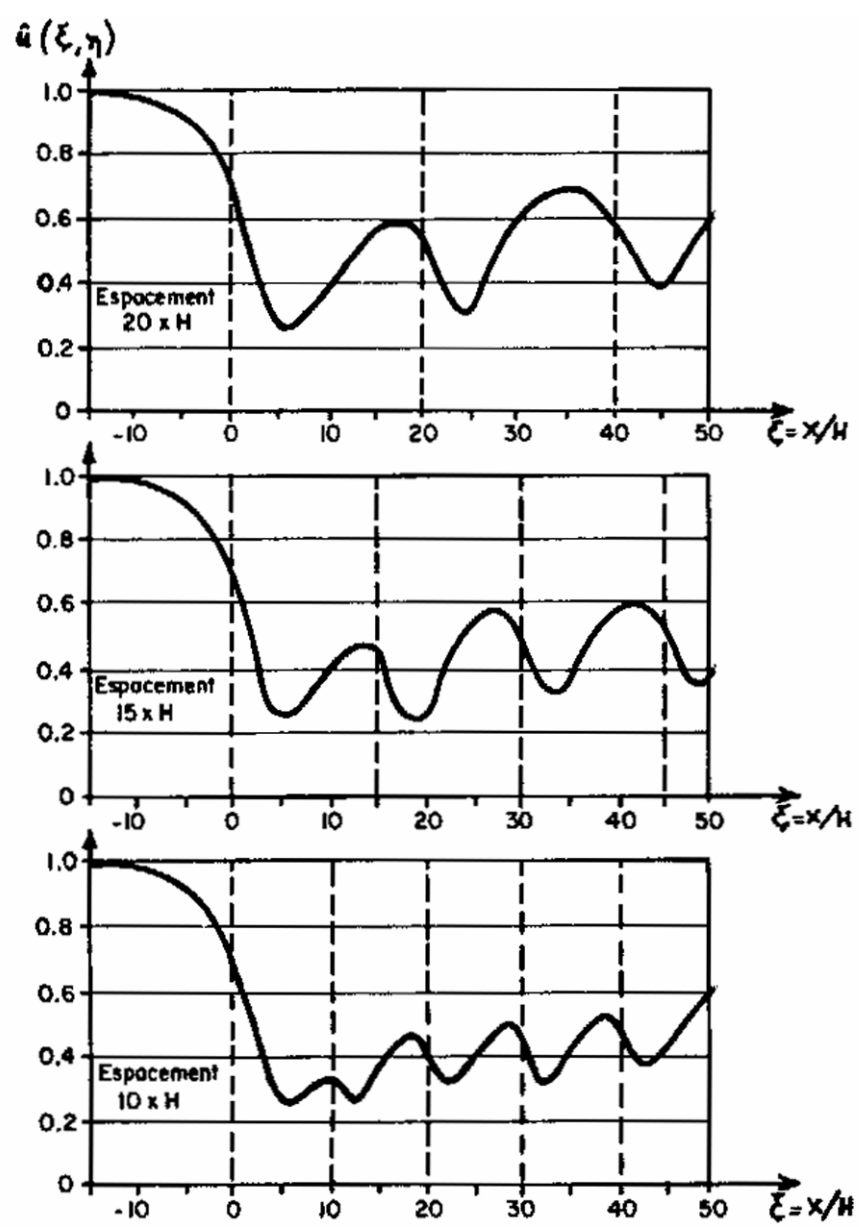


Figure 11- Effet d'une série de brise-vent identiques, constitués par des claies de roseaux de 2,2 m de haut et de porosité voisine de 50%, sur la vitesse relative du vent en fonction de leur espacement (d'après Nagéli (1965) dans Guyot (1989)).

Pour la majorité des cultures pratiquées au Québec, la distance idéale entre deux haies brise-vent successives est de 20 H, où H est la hauteur des arbres les plus grands à maturité. En supposant une hauteur des arbres de 15 à 20 mètres, cela suppose un espacement de 300 à 400 mètres. Toutefois, pour atteindre plus rapidement la protection désirée, faciliter le renouvellement du réseau et respecter la division des terres, les haies brise-vent devraient être espacées à tous les 175 à 250 m (3 ou 4 arpents).

## **8. Les haies brise-vent et la loi**

Collaboration de M. Yvon Pesant, géographe, conseiller en aménagement, direction régionale Richelieu/St-Hyacinthe, MAPAQ.

L'implantation de haies brise-vent, leur existence et leur possibilité de développement en milieu rural peuvent être conditionnées par des normes et règlements municipaux ou par des articles de lois retrouvés dans le Code municipal et/ou dans le Code civil.

Présentement, dans les cas de litige au sujet de haies mitoyennes entre deux propriétés, les inspecteurs agraires font largement référence, trop même, à l'article 237 du nouveau Code municipal (article 195 de l'ancienne version) pour faire valoir la norme de cinq mètres (15 pieds)<sup>3</sup>. Il faut savoir que l'article 195 fait lui-même référence à l'article 531 du Code civil du Bas-Canada. Ce dernier article traite des cas de plaintes quand il s'agit d'une terre cultivée voisine d'une terre non défrichée et il stipule que les érables, les plaines et les arbres fruitiers sont exclus de cette règle alors que l'article 237 indique déjà de soustraire tous les arbres d'ornement. Dans le cas de haies ou de rangées d'arbres, il faut plutôt s'en référer aux articles 527 à 530 du Code civil du Bas-Canada. En substance, ces articles indiquent qu'il faut respecter les règlements municipaux existants ou, à défaut, les usages constants et reconnus. Il ressort également de ces articles la notion de **preuve à faire de la part du plaignant qu'il y a bel et bien nuisance causée par un ou des arbres ou encore par toute la haie.**

À l'heure de la protection de l'environnement et de la qualité de vie dans leur ensemble, à celle de la conservation des sols et de l'eau en particulier, il nous faut reconnaître les haies brise-vent comme outil de gestion en agriculture et en aménagement du territoire. Nous devons profiter de l'imposant momentum offert, d'une part, par la révision des schémas régionaux (M.R.C.) et des plans directeurs d'urbanisme (municipalités) et d'autre part, par les projets de refonte des lois municipales (M.A.M.) et du Code civil du Québec (Justice) pour tenter d'éliminer les imbroglios possibles dans l'interprétation des textes.

L'arbre a un rôle important à jouer dans le paysage rural. À nous de s'organiser pour qu'il soit désormais considéré comme un atout plutôt qu'une nuisance.

## **9. Conclusion**

---

<sup>3</sup>Elle oblige le propriétaire à couper tous les arbres situés à moins de 15 pieds de la ligne séparatrice du lot du plaignant.

Les haies brise-vent peuvent être très utiles en agriculture pour protéger les sols, les cultures, les animaux d'élevage et les bâtiments de ferme. On les plantera également pour réduire les problèmes de poudrière ou d'accumulation de neige sur les routes et pour protéger les érablières et les pépinières. Les haies brise-vent peuvent contribuer à améliorer le cadre de vie des ruraux et elles peuvent s'avérer une source non négligeable de bois de qualité et de fruits.

Pour être efficaces, les haies brise-vent devront être implantées de façon à respecter les critères de porosité, de hauteur, de longueur, de largeur et d'orientation qui conviennent aux exigences de protection. La porosité idéale pour une réduction optimale de la vitesse du vent, en termes de longueur protégée et d'intensité de protection, est de 40%. Un brise-vent d'une telle porosité entraîne une réduction moyenne de la vitesse du vent de 50% sur 10 fois sa hauteur et de 25% entre 10 et 20 fois ce même paramètre. Pour étendre la neige uniformément dans la zone protégée, la porosité idéale se situe autour de 70%.

Les arbres et arbustes seront choisis en fonction de leur adaptabilité au site et leur agencement permettra d'obtenir les densités hivernale et estivale requises. Une haie d'une à trois rangées d'arbres et d'arbustes est suffisante pour satisfaire la majorité des besoins de protection rencontrés au Québec. L'introduction de plus d'une espèce d'arbre et d'arbuste dans le brise-vent confèrera une assurance de protection en cas de problèmes d'insectes ou de maladies.

Le succès de l'établissement d'une haie brise-vent est lié à une bonne planification ainsi qu'à une préparation de sol et un entretien adéquats. La répression des mauvaises herbes, opération clé de l'entretien, doit s'effectuer durant au moins les trois premières années suivant la plantation. La haie sera taillée afin d'obtenir du bois d'oeuvre de qualité, pour lui donner la densité voulue ou simplement pour limiter son développement en largeur. Les coûts d'installation et d'entretien durant les cinq premières années, d'une haie simple établie en terrain agricole, varient entre 730 et 1 166\$/km.

### Bibliographie

Anonyme, 1990. **Visites feuillus**. 20 septembre 1990. GREF, université du Québec à Montréal et Service des techniques d'intervention forestière du MER.

Anonyme, 1981. **La réalisation pratique des haies brise-vent et bandes boisées**. Institut pour le développement forestier de France, 140 p.

Baldwin, C.S., 1988. **The influence of field windbreaks on vegetable and specialty crops**. Agric. Ecosyst. Environ., 22/23: 191-203.

Baldwin, C.S., 1985. **Potato growth and yield as affected by wind protection**. Ont. Min. Agric. Food, Ridgetown, Ontario. Tiré de Baldwin, 1988.

Baldwin, C.S. et Jonhston, E.F., 1984. **Windbreaks on the farm**. Publication no 527. Ont. Min. Agric. Food, Ridgetown, Ontario. 20 p.

- Bouchard, D. et Masseau, M., 1986. **L'influence des bordures et des brise-vent sur les insectes ravageurs et entomophages.** MLCP, service des études écologiques, 38 p.
- Bourgery, C. et Castaner D., 1988. **Les plantations d'alignement le long des routes, cours d'eau, canaux, allées.** Institut pour le développement forestier de France, 416 p.
- Brandle, J.R.; Johnson, B.B. et Dearmont, D.D., 1984. **Windbreaks economics: the case of winter wheat production in eastern Nebraska.** J. Soil Water Conserv., 39: 339-343.
- CREAQ, 1990. **Les brise-vent artificiels: frais d'installation.** Le comité de références en agriculture au Québec, Agdex 578/822, 2 p.
- CREAQ, 1989. **Les brise-vent naturels: frais d'implantation.** Le comité de références en agriculture au Québec, Agdex 573/822, 5 p.
- De Villele, O., 1985. **Les effets biologiques des brise-vent.** Actes d'un séminaire international sur les brise-vent tenu à Tunis, Tunisie. Publication CRDI-MR117e,f: 95-103.
- Desmarais C. et Pesant Y., 1989. **Le rôle des brise-vent en agriculture.** Conseil des productions végétales du Québec, publi. 89-0095, 14 p.
- Frank, A. B. et Willis, W.O., 1978. **Effect of winter and summer windbreaks on soil water gain and spring wheat yield.** Soil Sci. Soc. Am. J., 42: 950-953.
- Grace, J., 1977. **Plant Response to Wind.** Academic Press, London, 204 p.
- Greb, B.W. et Black, A.L., 1971. **Vegetative barriers and artificial fences for managing snow in central and northern Great Plains.** Tiré de A.O. Hangen ed. Snow and ice in relation to wildlife and recreation, proceedings of symposium, Iowa State University, Ames, p. 96-111.
- Guinaudeau, C., 1988. **Les haies brise-vent et bandes boisées.** Lib. Larousse, Paris, 128 p.
- Guyot, G., 1989. **Les effets microclimatiques des brise-vent et des aménagements régionaux.** Techniques agricoles, 1170 (3-1989).
- Guyot, G., 1977. **Les effets aérodynamiques des brise-vent.** Proclim E., tome 8E, no 3: 137-188.
- Heisler, G.M. et Dewalle, D.R., 1988. **Effects of windbreaks structure on wind flow.** Agric. Ecosyst. Environ., 22/23: 41-69.



- Hintz, D.L.; Clifton, W. et Wight, B.C., 1986. **Basic windbreak design criteria for farm and ranch headquarters areas and large residential lots.** U.S.D.A. SCS For. tech. Note LI-6, Lincoln, NE, 18 p.
- Hintz, D.L., 1983. **Benefits associated with feedlot and livestock windbreaks.** Technical note 190-LI-1, USDA soil conservation Service, 15 p.
- Jensen, M., 1964. **Shelter effect.** Investigations into the aerodynamics of shelter and its effects on climate and crops. The Danish Technical Press, Copenhagen, 263 p.
- Kort, J., 1988. **Benefits of windbreaks to field and forage crops.** Agric. Ecosyst. Environ., 22/23: 165-190.
- Labaznikov, B.V., 1982. **Geographic variation in the protein contents of grain crops on fields protected by shelterbelts.** Khoz., 1982 (8) : 30-32. Dans Kort, 1988.
- Lewis, T. et Smith, B.D., 1969. **The insect faunas of pear and apple orchards and the effect of windbreaks and their distribution.** Ann. Appl. Biol., 64(1) : 11-20.
- Lyles, L., Tatarko, J. et Dickerson, J.D., 1984. **Windbreaks effects on soil water and wheat yield.** Transac. ASAE, 20: 69-72.
- Michau, E., 1985. **L'élagage, la taille des arbres d'ornement.** Institut pour le développement forestier de France, 300 p.
- Pépin, Y.; Millette, P. et Vézina A., 1989. **La rentabilité des brise-vent dans le cas de la pomme de terre.** Cahiers de conférences. Colloque sur les brise-vent, St-Hyacinthe, le 9 nov. 1990. CPVQ, Agdex 300/20: 105-123.
- Radke, J.K. et Hagström, R.T. 1974. **Wind turbulence in a soybean field shelter by four types of wind barriers.** Agron. Jour, 66: 273-278.
- Read, R. A., 1964. Tree windbreaks for the Central Great Plains. U.S.D.A. Agric. Handbook no 250, 67 p. Tiré de Wight, 1988.
- Richard, J. et C. Anctil, 1995. **Nobles Feuillus.** Société d'horticulture et d'écologie Jean Richard. 124 p.
- Rosenberg, N.J., 1974. **Microclimate: the biological environment.** John Willey, New-york, 315 p. Tiré de Kort, 1988.
- Rosenberg, N.J.; Lecher, D.W. et Neild, R.E., 1967. **Response of irrigated snap beans to wind shelter.** Proc. Am. Soc. Hortic. Sci., 90: 169-179.

- Schroeder, W.R. et Alspach, L.K., 1989. **Plastic mulch for shelterbelts**. 1989 report of the PFRA Shelterbelt Centre, Indian Head, Saskatchewan, p17-18.
- Shaw, D., 1988. **The design and use of living snow fence in North America**. Agric. Ecosytem. Environ., 22/23: 351-362.
- Skidmore, E.L. et Hagen, J.L., 1977. **Reducing wind erosion with barriers**. Trans. ASAE, 20: 911-915.
- Soltner, D., 1984. **Planter des haies, brise-vent et bandes boisées**. Collection Science et Techniques Agricoles. Sainte-Gemme sur Loire, 85 p.
- Tibke, G., 1988. **Basic principles of wind erosion control**. Agric. Ecosytem. Environ., 22/23: 103-122.
- Vallée, G., 1989. **Le choix des espèces d'arbres en brise-vent**. Exposé présenté au colloque sur les brise-vent tenu à St-Hyacinthe, le 9 nov. 1990.
- Van Eimern, J; Karschon, R.; Razumova, L.A. et Robertson, G.W., 1964. **Windbreaks and shelterbelts**. WMO Technical Note no 59, 188 p.
- Vézina, A., 1994. **Les haies brise-vent pour la protection des aires de travail, des bâtiments et des pâturages**. L'arbre en ville et à la campagne : colloque sur les pratiques de végétalisation : 161-172. Éditeur : Camille Desmarais.
- Vézina, A.; Anctil, C. et Desbiens, C., 1989. **Le choix des espèces d'arbres et d'arbustes en brise-vent**. Conseil des productions végétales du Québec, publi. 89-0186, 26 p.
- Vézina, A., 1989. **Les facteurs qui influencent l'efficacité d'un brise-vent**. Cahiers de conférences. Colloque sur les brise-vent, St-Hyacinthe, le 9 nov. 1990. CPVQ, Agdex 300/20: 75-86.
- Vézina, A., 1985. **Efficacité de différents types de brise-vent en conditions naturelles dans le sud de la France**. Rapport de stage, Institut pour le développement forestier de France, 89 p.
- Waister, P.D., 1972. **Wind as a limitation of the growth and yield of strawberries**. J. Hort. Sci., 47: 411-418.
- Wight, B., 1988. **Farmstead windbreaks**. Agric. Ecosytem. Environ., 22/23: 261-280.

## Questions

1. Les haies brise-vent sont beaucoup plus répandues que les brise-vent artificiels. Identifiez **trois** raisons, parmi les suivantes, qui justifient cette affirmation.
  - a) Protection sur une grande distance
  - b) Protection immédiate
  - c) Coût inférieur
  - d) Durée de vie supérieure
  - e) Non compétitives avec les cultures
  
2. Choisissez, parmi les affirmations suivantes, les **deux** qui sont fausses.
  - a) Malgré une perte de rendement sur environ une fois leur hauteur, les haies brise-vent augmentent les rendements de plusieurs cultures agricoles.
  - b) Par temps clair, les haies brise-vent entraînent une augmentation des températures de jour et de nuit dans les champs qu'elles protègent.
  - c) Les haies brise-vent entraînent généralement une augmentation de la population d'insectes ravageurs et utiles dans les champs qu'elles protègent.
  - d) Les haies brise-vent contribuent à diminuer l'érosion éolienne des sols en réduisant la vitesse du vent et la teneur en eau du sol sur 20 fois leur hauteur.
  - e) Les haies brise-vent peuvent constituer une excellente source de bois d'oeuvre et de fruits.
  
3. La porosité idéale d'un brise-vent pour favoriser l'accumulation uniforme de la neige dans la zone protégée se situe autour de:
  - a) 10%
  - b) 40%
  - c) 70%
  
4. La réduction optimale de la vitesse du vent, en termes d'intensité de protection et de longueur protégée, s'obtient avec une porosité voisinant:
  - a) 10%
  - b) 40%
  - c) 70%
  
5. Une haie constituée d'une à trois rangées d'arbres et d'arbustes est suffisante pour répondre à la majorité des besoins de protection rencontrés au Québec.

- a) Vrai
- b) Faux

6. Retrouvez parmi les quatre énoncés suivants, **deux** avantages du paillis de plastique noir comparativement à un témoin non désherbé.

- a) Protection contre les rongeurs
- b) Teneur en eau supérieure dans le sol
- c) Température du sol plus élevée
- d) Protection contre le froid

7. Le fauchage des mauvaises herbes qui s'établissent en bordure du paillis est généralement suffisant pour assurer un bon développement des plants.

- a) Vrai
- b) Faux

8. Le recépage devrait être effectué si la conformation générale de l'arbre rend impossible le dégagement d'un axe, peu importe la vigueur de l'arbre.

- a) Vrai
- b) Faux

9. Identifiez, parmi les cinq énoncés suivants, **trois** avantages à insérer plus d'une espèce d'arbre ou d'arbuste dans un brise-vent.

- a) Hauteur plus grande du brise-vent
- b) Assurance de protection en cas d'infestation d'insectes ou de maladies
- c) Diversité plus grande d'insectes et de petits animaux
- d) Plus facile de renouveler le brise-vent
- e) Plus facile d'entretien

10. On ne peut pas établir de haies brise-vent à moins de cinq mètres d'un terrain cultivé, sauf s'il y a entente avec le producteur agricole.

- a) Vrai
- b) Faux