

CONSEIL DES
PRODUCTIONS
VÉGÉTALES
DU QUÉBEC

AR
12646
1989
QAG

AGDEX 300/20

COLLOQUE SUR LES BRISE-VENT

ARCHIVES DU MAPAQ
NE PEUT PAS ÊTRE EMPRUNTÉ



«LES BRISE-VENT
AU SERVICE
DU MILIEU RURAL.»

Le 9 novembre 1989

Québec 

Cahier de conférences

COLLOQUE SUR LES
BRISE-VENT

9 novembre 1989

"Le brise-vent au
service du milieu rural"

Conseil
des
productions
végétales
du Québec

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation

BIBLIOTHÈQUE
Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation
200, chemin Ste-Foy, 1er étage
Québec (Québec), Canada
G1R 4X6

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
3^e trimestre 1989
ISBN-2-551-12186-8

BIBLIOTHÈQUE
Ministère de l'Éducation
Pavillon de la Bibliothèque
303 Avenue de la Loi, 1^{er} étage
Québec (Québec) Canada
G1N 4K2

Table des matières

Message du président	5
Camille Desmarais	
Le potentiel d'utilisation des brise-vent au Québec	7
Yvon Pesant	
Les méthodes et techniques pour la conception, la réalisation pratique et la gestion des brise-vent en France	15
Claude Guinaudeau	
Les effets du brise-vent sur le microclimat	31
Pierre-André Dubé	
Les effets des brise-vent sur le rendement des cultures	61
John Kort	
Les brise-vent artificiels et leur emploi en horticulture	67
John Argall, Sylvie Jenni et Katrine Stewart	
Les facteurs qui influencent l'efficacité d'un brise-vent	75
André Vézina	
Le choix des espèces d'arbres en brise-vent (résumé)	87
Gilles Vallée	
L'implantation pratique et l'entretien des brise-vent naturels	89
Luc Desbiens et Joël Boutin	
La rentabilité des brise-vent dans le cas de la pomme de terre	105
Yves Pépin, Pierre Millette et André Vézina	
Les brise-vent et la protection des routes	125
Alain Labonté	

MESSAGE DU PRESIDENT

Il me fait plaisir, au nom de la section brise-vent de la Commission génie rural du C.P.V.Q., de vous souhaiter à tous la plus cordiale bienvenue à l'occasion du 1er Colloque sur les brise-vent naturels à se tenir au Québec.

Groupe multidisciplinaire sur les brise-vent

En mai 84, sous l'initiative de M. Luc Desbiens, se réunissait à l'Institut de technologie agro-alimentaire de La Pocatière, un groupe de professionnels venus discuter et exprimer les besoins des organismes qu'ils représentaient. Ce groupe était composé de professionnels de diverses disciplines: agronomes, biologistes, géographes, ingénieurs civils, ingénieurs forestiers. La mise en commun des connaissances de ce groupe, déboucha sur l'implantation de quelques kilomètres de brise-vent de démonstration le printemps suivant. Ces brise-vent étaient destinés à la protection de vergers et de sols sensibles à l'érosion par le vent.

Dégradation du milieu rural

Le développement de l'agriculture et des techniques d'exploitation qui l'accompagnent ont transformé radicalement la couverture végétale originellement boisée. L'ensemble du Québec agricole que l'on connaît actuellement était sous couvert forestier, à l'abri des effets du vent et de l'eau. Les opérations agricoles ont vite fait, par un déboisement progressif, de créer des parcelles entièrement ouvertes. L'apparition de la machinerie a généralisé et agrandi ces ouvertures favorisant une augmentation de la vitesse du vent et de l'eau qui a comme conséquence, la réduction de la fertilité du sol et une diminution des rendements, sans compter les effets sur l'environnement.

C'est en raison du caractère néfaste de l'effet du vent sur la productivité agricole que le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation favorise l'implantation de brise-vent. Les brise-vent sont considérés comme une des plus importante mesure de conservation du sol et ils sont de plus en plus populaires auprès des agriculteurs. En effet, du 4 km plantés en 1984, nous en sommes à 550 km pour l'année 1989.

Ce succès n'est pas étranger au travail de développement et de transfert de connaissances réalisé par ce petit groupe formé il y a cinq ans. Depuis ce temps, plusieurs autres personnes se sont jointes au groupe dans un esprit d'échange et de partage de connaissances. Et c'est dans cet esprit aujourd'hui, que les conférenciers nous feront part de leur acquis. Nous vous demandons en retour de nous exprimer et de nous transmettre vos besoins et vos commentaires sur les brise-vent au service du milieu rural.

Camille Desmarais, géographe

LE POTENTIEL D'UTILISATION
DES BRISE-VENT AU QUEBEC

Yvon Pesant, géographe
Conseiller en aménagement
M.A.P.A.Q., Bureau régional 06
Membre de la section brise-vent
Commission de génie rural, C.P.V.Q.

LE POTENTIEL D'UTILISATION DES BRISE-VENT AU QUÉBEC

Yvon Pesant, géographe
Conseiller en aménagement
M.A.P.A.Q., Bureau régional 06
Membre de la section brise-vent
Commission de génie rural, C.P.V.Q.

INTRODUCTION

Le Québec, on le sait, est un vaste territoire au climat tempéré continental, c'est-à-dire un climat changeant comportant des étés relativement chauds et des hivers très rigoureux. Dans un tel contexte, et à plus forte raison quand il est question d'agriculture et de transport, il faut reconnaître aux arbres et arbustes leur rôle essentiel dans notre vie de tous les jours.

Cependant, une fois cette reconnaissance acquise, il faut aussi pouvoir et savoir intervenir sur le terrain afin d'améliorer certaines de nos conditions de vie et corriger des situations régressives. En maints endroits, on optera pour la reforestation complète de grands espaces trop éloignés des milieux de vie courants. En plusieurs autres, on choisit plutôt de reboiser pour éviter la dégradation par le vent de terres trop pauvres ou trop sensibles.

Par ailleurs, on entendra de plus en plus parler de la production de bois de qualité sur des terres présentant des potentiels intéressants. Ainsi, des surfaces difficilement récupérables à des fins agricoles pourront être utilisées à meilleur escient que ce peut être dans le cas présentement avec la friche improductive qui les occupe. L'arboriculture peut aussi se faire en bandes alternées sur des terres à vocation franchement agricole. Certaines personnes vont même jusqu'à pratiquer la culture intercalaire d'arbres et arbustes nobles, ornementaux ou fruitiers.

Finalement, les rideaux forestiers et les haies naturelles peuvent contribuer à rehausser autant les revenus que la qualité de la vie dans les milieux ruraux où on les retrouve. Le tout est dépendant de l'attention qu'on portera à ces considérations au moment de la planification, de la réalisation et du suivi des projets à mettre de l'avant chez nous. Nous avons intérêt à mieux connaître les brise-vent et leurs possibilités, surtout si nous nous dirigeons vers une agriculture régénérative ou de conservation, comme ce semble vouloir être le cas.

D'autres conférenciers et conférencières traiteront en détail des nombreuses composantes, des techniques et des caractéristiques relatives aux différents modèles de brise-vent naturels ou artificiels. Ils parleront probablement des avantages indéniables et des inconvénients possibles de la présence de telles infrastructures le long des routes, sur les terres cultivées, au pourtour des bâtiments de ferme ou ailleurs, en ville même. Leurs propos et conseils méritent notre écoute des plus attentives.

Pour ma part, j'ai à vous entretenir de considérations personnelles et collectives sur les brise-vent et leur potentiel de développement au Québec.

Grosso modo, il s'agit de dresser un constat de la situation passée et actuelle pour ensuite considérer le futur possible. Le tout reste sujet à discussion, naturellement, et ne prétend à rien sinon qu'à ouvrir le débat qui résultera de la tenue du présent colloque.

JADIS ET NAGUERE

Jusqu'à ces dernières décennies, les brise-vent naturels avaient toujours existé sur les fermes québécoises. Nos aïeux avaient conservé cette tradition voulant que leurs champs et leurs pacages soient entourés d'arbres et d'arbustes. En cela, dans une certaine mesure et sans trop s'interroger sur l'intérêt réel de la présence de telles haies sur leurs propriétés, ils respectaient l'enseignement venu de leurs ancêtres, normands ou autres, qui bien souvent pratiquaient la technique du bocage.

Toutefois, ici comme ailleurs dans le monde, avec la mécanisation des opérations et l'introduction de nouvelles pratiques culturales, l'avènement de l'agriculture "moderne" devait signifier le déclin puis la disparition des haies composites jusque là retrouvées en bordure des terres, des chemins et des cours d'eau. La volonté de gagner de l'espace cultivable et celle de circuler librement avec la grosse machinerie sont les principales responsables de la déstructuration des réseaux de brise-vent dans nos milieux agricoles exploités les plus intensivement.

Le recours à de nouvelles variétés à plus haut rendement, l'utilisation des engrais et des pesticides chimiques et, disons-le, le plaisir seigneurial d'opérer sur de grandes surfaces dégagées d'obstacles ont peut-être contribué à faciliter le travail et à augmenter les quantités récoltées, certes, mais tout cela a aussi servi à masquer les effets néfastes de phénomènes insidieux tels que

- l'érosion éolienne des sols (transport de particules, perte de matière organique)
- l'appauvrissement des terres
- l'évaporation de l'eau utile pour les plantes
- l'exposition des cultures aux forces du vent (semences, stress, blessures)
- la dérive aérienne de produits biocides (pollution environnementale)
- la baisse des revenus (producteurs, consommateurs, société)

ET MAINTENANT

Autant de phénomènes donc qu'il faut savoir contrer désormais et contre lesquels justement plusieurs mesures conjointes peuvent être très utiles voire nécessaires. Le travail minimal du sol et l'apport de matière organique (résidus, fumiers, engrais verts), les cultures de couverture et le semis en bandes de plantes abri, les bandes alternées, les sillons et d'autres méthodes peuvent servir à limiter les dégâts causés par le vent.

L'établissement de brise-vent naturels ou artificiels peut aussi constituer une mesure efficace, durable et rentable. C'est d'ailleurs pourquoi des brise-vent

de pins rouges (*pinus resinosa*) et d'épinettes (*picea glauca*, *picea abies*) sont installés en réseau depuis une cinquantaine d'années déjà sur les terres sableuses de la région tabacole de Joliette.

D'autres brise-vent naturels âgés de plus de trente ans se retrouvent éparpillés à travers tout le territoire occupé par l'agriculture québécoise. Les raisons invoquées pour justifier leur existence sont multiples. Les principales demeurent

- la conservation des sols sensibles (sols organiques, sables...)
- la protection des cultures (légumes, petits fruits, vergers, pépinières...)
- la protection des boisés (arbres de Noël, plantations, érablières)
- la protection des bâtiments (Iles-de-la-Madeleine)

L'augmentation des rendements de cultures, la protection des animaux et les notions de confort et d'économie dans les serres et les bâtiments d'élevage sont également mentionnées à l'occasion. Ces dernières, il faut le croire, sont certainement appelées à prendre de l'importance au cours des prochaines années. Il en va un peu de la sorte quand il s'agit d'assurer une bonne couverture nivale des sols et des cultures (petits fruits, céréales ou fourrages) qui doivent passer l'hiver chez nous. Et il est de plus en plus question du design de brise-vent conçus pour assurer la sécurité sur les routes principales.

TRAVAUX EN COURS

D'après les résultats de la compilation que j'ai pu effectuer dernièrement, au M.E.R., depuis 1987, on a enregistré plus de 1 300 demandes pour installer quelque 1 500 kilomètres de brise-vent en plantant près d'un million d'arbres pour cela. Les tableaux suivants montrent bien l'évolution récente du dossier brise-vent dans les douze régions agricoles du Québec.

Il suffit de savoir qu'avant le milieu des années '80, on ne relevait que quelques dizaines de projets d'établissement de rideaux protecteurs par année pour comprendre que cette nouvelle dynamique impose un grand rattrapage en terme de connaissances. C'est pourquoi à la section brise-vent du C.P.V.Q.¹, nous avons identifié les besoins de recherche et de transfert technologique suivants:

- impact des brise-vent naturels et artificiels sur les rendements des principales cultures
- évaluation des brise-vent naturels établis au Québec
- importance relative de la diminution des pertes de sol organique et minéral avec les brise-vent
- comparaison des diverses méthodes de contrôle de la végétation concurrentielle
- distribution et gestion de la neige avec différents modèles de brise-vent

¹Commission de génie rural.

- impact possible de la présence d'animaux ravageurs (mammifères, oiseaux, insectes) et de leurs prédateurs sur les cultures avoisinantes
- intérêt de l'utilisation du paillis plastique en brise-vent

Il est bien évident qu'un inventaire exhaustif des brise-vent existants au Québec s'impose au premier chef. Pour ce faire, il faudra certainement faciliter l'accès aux dossiers du M.E.R. et retourner assez loin dans le temps pour mieux connaître le comportement des rideaux et des arbres qui les composent. Il faudra de plus se pencher sérieusement sur l'intérêt économique des brise-vent artificiels dans différentes conditions d'exploitation ou de régie.

Le recours aux photographies aériennes, à la télédétection peut-être, pourrait s'avérer très utile pour porter un jugement selon les saisons. Nul doute par surcroît qu'on pourrait obtenir des renseignements très intéressants auprès des personnes qui côtoient des brise-vent établis depuis plusieurs années. Malheureusement, toutes ces données restent à cueillir ou peu s'en faut.

Ce qui ressort de nos récentes investigations, c'est que jusqu'ici, on a surtout utilisé des conifères (+ 90%) pour créer des brise-vent assez homogènes et plutôt opaques sur habituellement une seule rangée d'arbres plantés à 1,5 ou 2 mètres de distance les uns des autres. Pourtant, il y aurait tout lieu d'encourager la plantation d'arbres et d'arbustes feuillus pour composer des haies et atteindre des objectifs précis en matière de protection de routes, de sols, de cultures, de serres, de bâtiments ou d'animaux.

De plus, en été, l'ombre des arbres est toujours appréciée par celle ou celui qui la recherche, bête ou homme. Quelle que soit la saison, toute la beauté du paysage se trouve grandie par la présence d'arbres sur le territoire. Les brise-vent peuvent aussi servir de gîte ou de sentier à plusieurs espèces d'animaux qu'on peut observer à loisir. Sans compter que nos haies peuvent constituer une source d'approvisionnement en fruits, en bois de chauffage ou de qualité, ou en petit gibier, le cas échéant.

A côté de cela, il faut considérer que, en moyenne et dans la très grande majorité des cas, les brise-vent nouvellement établis font moins d'un kilomètre de longueur; mais on réalise quand même d'assez grands projets (5 à 10 km). On constate un accroissement de l'intérêt général et une augmentation constante du nombre de demandes. Mais, en contrepartie, on remarque un problème voire une négligence dans les soins apportés aux plants.

TRAVAUX A VENIR

Beaucoup de jeunes brise-vent sont peu ou très mal entretenus au cours de leurs premières années d'existence. D'autres ne le sont pas du tout. Même si on sait que des brise-vent matures et efficaces existent sans qu'il ait vraiment été question de leur entretien, il reste qu'un suivi à cette enseigne permet d'augmenter les chances de survie des plants et d'augmenter leur vitesse de croissance.

Compte tenu de l'évolution récente du dossier brise-vent au Québec, il faut que les ministères et organismes intéressés puissent se concerter rapidement pour répondre adéquatement aux nouveaux besoins exprimés par les gens. Le M.A.P.A.Q. et le M.E.R., avec leurs programmes d'aide respectifs, peuvent certainement être

considérés comme les deux principaux agents de développement connus à ce jour. Mais le M.E.N.V.I.Q., le M.L.C.P., le M.T.Q., les M.R.C. et les municipalités locales, voire l'ensemble de la population, devront nécessairement être mis à contribution dans l'élaboration de projets de brise-vent et de réseaux de brise-vent polyvalents, multifonctionnels.

Qu'on pense à la diminution des risques d'accidents sur les routes, qu'on songe à la stabilisation des sols exposés à l'érosion éolienne ou qu'on envisage d'augmenter les rendements des cultures, le défi reste le même. Il faut trouver le modèle de brise-vent le plus efficace, le mieux approprié pour améliorer la situation qu'on connaît déjà. Il appartiendra aux générations futures de toujours mieux comprendre les brise-vent et leur rôle pour perfectionner les techniques et corriger les erreurs. En attendant, les gens peuvent toujours profiter du couvert offert par les pionniers dans le domaine.

CONCLUSION

Le brise-vent doit absolument être considéré comme un outil de gestion quelque puisse être sa raison d'exister. Il est somme toute un outil de saine gestion du vent et de la neige, de l'eau utile et des sols sur les fermes, le long des routes, autour des terrains de jeux ou d'édifices publics, à la limite de quartiers résidentiels. On doit être aussi fier de son brise-vent qu'on doit l'être de ses champs... ou de ses clôtures. Si le temps nous manque, on peut toujours confier les travaux à des entreprises spécialisées dans ce genre de services.

Comme bien d'autres, je suis convaincu de l'intérêt de développer une expertise proprement québécoise en matière de brise-vent. A la section brise-vent du C.P.V.Q., si nous travaillons à la promotion et au développement de cette technique au Québec, c'est que nous croyons sincèrement que chaque arbre et arbuste planté à même une haie brise-vent est un investissement dans le temps, un garant de l'avenir que nous réservons à ces générations qui nous suivent.

C.P.V.Q.	:	Conseil des productions végétales du Québec
M.A.P.A.Q.	:	Ministère de l'Agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec
M.E.N.V.I.Q.	:	Ministère de l'Environnement
M.E.R.	:	Ministère de l'Energie et des ressources
M.L.C.P.	:	Ministère des Loisirs, de la chasse et de la pêche
M.T.Q.	:	Ministère des Transports
M.R.C.	:	Municipalité régionale de comté

BRISE-VENT 1987, 1988 ET 1989
REGIONS AGRICOLES
(Arbres du M.E.R.)

REGIONS AGRICOLES		ANNEE	NOMBRE DE PROJETS	LONGUEUR (KM)	NOMBRE D'ARBRES
<u>REGIONS PERIPHERIQUES</u>					
01	Bas Saint-Laurent Gaspésie	1987	47	15,5	52 200
		1988	68	17,9	23 120
		1989	67	17,5	25 200
09	Abitibi et Témiscamingue	1987	3	8,4	4 200
		1988	0	0	0
		1989	1	0,5	1 000
12	Saguenay- Lac-Saint-Jean et Côte-Nord	1987	3	7,3	3 900
		1988	4	4,6	2 300
		1989	20	32,5	33 740
<u>REGIONS INTERMEDIAIRES</u>					
02	Québec (Rives nord et sud)	1987	64	79,6	54 945
		1988	150	59,8	38 335
		1989	200	75,8	37 190
03	Beauce	1987	8	24,4	15 450
		1988	6	9,3	7 450
		1989	24	25,5	28 975
04	Nicolet et Bois-Francs	1987	18	22,3	11 365
		1988	45	58,4	48 740
		1989	53	67,5	53 760
05	Estrie	1987	16	46,9	22 325
		1988	7	14,7	7 600
		1989	13	36,5	19 400
08	Outaouais	1987	0	0	0
		1988	16	17,2	13 220
		1989	30	27,0	17 565
11	Mauricie	1987	7	18,7	9 500
		1988	4	3,5	3 490
		1989	17	22,0	14 650
<u>REGION DE MONTREAL</u>					
06	Richelieu/ Saint-Hyacinthe	1987	27	48,8	23 920
		1988	43	72,5	37 250
		1989	49	75,7	40 650
07	Sud-Ouest de Montréal	1987	74	119,0	70 500
		1988	35	57,3	32 425
		1989	73	113,0	62 710
10	Nord de Montréal	1987	37	50,6	31 615
		1988	26	26,3	17 485
		1989	40	64,2	40 770
<u>TOTAL QUEBEC</u>		1987	304	441,5	299 920
		1988	404	341,5	231 415
		1989	587	557,7	375 610
			1 295*	1 340,7*	906 945*

*Données incomplètes

Source: M.E.R. (compilation par l'auteur)

ESSENCES UTILISEES ET NOMBRE D'ARBRES DISTRIBUES PAR LE M.E.R.
POUR L'ETABLISSEMENT DE BRISE-VENT EN 1988 ET 1989

ESSENCES	REGIONS PERIPHERIQUES			REGIONS INTERMEDIAIRES					REGION DE MONTREAL				TOTAL
	01	09	12	02	03	04	05	08	11	06	07	10	
PinRe	2 250 1 500		17 000	2 100 375	2 000 2 050	5 200 5 550	350 500	2 360 1 560	1 500 900	9 550 7 700	7 400 13 350	8 850 9 800	41 560 60 285
PinBa			1 150 5 895	1 640 405				990 990	750 1 000		1 200	1 000	5 730 9 290
PinSt						300 2 345	2 000 5 935			1 150 500	2 300 2 000		5 750 11 980
PinNi				1 200						3 100			3 100
PinSy				3 650			250			7 500	9 025	200	16 975 3 650 -0-
PicGl	3 400 2 150		1 150 9 840	250 500	1 500 6 350	5 200 2 185	1 200 6 435	2 450 2 750		3 100 10 550	1 550 13 625	1 500 4 550	21 300 59 735
PicAb	2 075			11 520		2 400	2 250	90		4 750	4 700	5 100	32 885
PicMa	2 185 3 000	500		16 655	2 860	340	7 185	90	2 550	3 250	16 825	14 820	65 075 3 025
PicRu						1 200		595 595		250 500		1 500	6 795 2 750 2 800
LaLa	1 600 1 500			2 250 8 990	2 000 4 800	1 075 350		685 4 735		1 000 3 450	2 830		11 440 24 825
LaDe			1 000							9 750	8 450	1 150	19 350 4 250
LaLe					4 250							500	500 -0-
JuNi								130 150		100 400			230 650
JuCi					500						100		-0-
CayCo												150	1 050
QuRu						11 325 13 380							100 600
AcGa					1 170	13 380	500		750	2 950	4 385	6 420	11 625 29 555
FrPu	500 500			2 620 1 800	355 200	175 5 320	500	2 060 160		2 600 160	450 300	250	5 860 2 890
FrAm				2 100 3 850						1 100 3 050	20 950	135 650	10 215 7 110
BetAll				860 300	1 600							580	2 300 6 030 960 4 350
PosPP	6 600 12 800	500		11 345 3 115	1 750 4 290	17 915 24 785	1 000 1 000	650 2 125	1 080 5 000	250 3 250	3 275 2 000	1 250	43 865 60 115
Sa	3 760 3 750												3 760 3 750
Conifères	11 510 8 150		2 300 33 735	21 410 28 125	5 500 20 860	14 175 11 970	6 100 20 205	9 420 12 970	2 250 8 700	32 800 30 000	28 480 54 825	17 100 31 870	151 040 262 010
Feuillus	10 860 17 050		-0- -0-	16 925 9 085	1 950 8 115	34 560 41 790	1 500 1 600	3 100 4 595	1 240 5 950	4 450 10 650	3 945 7 885	385 8 900	78 915 116 100

LES MÉTHODES ET TECHNIQUES POUR LA
CONCEPTION, LA RÉALISATION PRATIQUE ET LA
GESTION DES BRISE-VENT EN FRANCE

Présenté à Saint-Hyacinthe
le 9 novembre 1989

par

Claude Guinaudeau, ingénieur
Institut pour le Développement Forestier
Rennes, France

LES METHODES ET TECHNIQUES POUR LA CONCEPTION, LA REALISATION PRATIQUE ET LA GESTION DES BRISE-VENT EN FRANCE

Colloque sur les brise-vent (QUEBEC)
9 novembre 1989

*par Claude GUINAUDEAU, Ingénieur
à l'Institut pour le Développement Forestier*

1 - HISTORIQUE

Le bocage, constitué de parcelles entourées de haies boisées est encore une dominante du paysage rural français. Ce réseau a fortement diminué depuis le début du siècle, passant de 3 millions à moins de 1 million de kilomètres en 80 ans.

La logique de l'aménagement rural trouvant sa justification dans l'évolution de l'agriculture semblait conduire à une disparition totale de ces boisements linéaires.

Les premiers arasements massifs, sans qu'il soit prévu de replantations, ont provoqué des réactions parfois violentes de scientifiques, de politiques et du grand public. Au bout de quelques années, on a pu observer des conséquences négatives pour l'agriculture, notamment au niveau de l'érosion, de la santé des animaux, des rendements et de la protection des bâtiments.

Tout cela était confus et même contradictoire, aussi le Ministère de l'Agriculture a financé au cours des années 1970-76 un très important programme de recherche sur le bocage, réalisé par une douzaine de laboratoires et plus de 60 chercheurs.

Ces travaux ont mis en évidence les multiples fonctions de la haie brise-vent que l'on peut regrouper en trois grandes catégories : climatique, hydrologique et biologique.

Ils nous ont permis de sensibiliser les responsables de l'aménagement rural et les agriculteurs pour leur faire prendre conscience de la nécessité de conserver, rénover et créer un réseau de haies brise-vent dans les exploitations agricoles.

Dans ce vaste programme, à partir de 1972 (il y a donc plus de 15 ans), l'Institut pour le Développement Forestier a été chargé de la mise au point des méthodes et techniques relatives à la création de brise-vent, ainsi que leur vulgarisation et la formation de l'encadrement technique. Cette expérience nous permet de faire aujourd'hui un certain nombre de recommandations concernant les principes méthodologiques et techniques à respecter pour réussir un programme de plantation des haies brise-vent.

2 - LES DIFFICULTES DE L'ENTREPRISE

Quand nous avons abordé ce problème, nous nous sommes rendu compte qu'il s'agissait d'un produit à fabriquer ou à faire fabriquer. Il fallait donc tenir compte de toute une filière :

* **les agriculteurs**, qui sont les principaux consommateurs bien que d'autres utilisateurs soient intéressés, comme les collectivités et les propriétaires privés de parcelles d'agrément. Pour eux, les inconvénients (perte de terrain, perte de rendement à proximité de la haie, coût d'installation et surtout d'entretien) sont beaucoup plus visibles que les avantages.

Il y a donc nécessité de les convaincre que ces inconvénients ne sont qu'apparents ou peuvent être réduits et que le cumul des avantages donne finalement un bilan très positif. Ces dernières années, les scientifiques ont fourni des arguments plus nombreux et plus convaincants.

Une phase de sensibilisation s'impose avant toute action de programmation. Convaincre une grande partie des agriculteurs est encore relativement aisé, mais les difficultés commencent au niveau de la réalisation pratique, les agriculteurs étant souvent persuadés qu'il suffit de planter un arbre et qu'il poussera tout seul. Nous allons droit à l'échec si nous n'apprenons pas aux agriculteurs les opérations clefs de la réussite : la préparation du sol, profonde, au bon moment, avec de bons outils (le sous-solage est nécessaire pour les végétaux ligneux), le paillage plastique pour améliorer la reprise et réduire l'entretien, l'achat de plants de qualité, le respect des règles de l'art pour la plantation, les tailles de formation et élagage effectués correctement au bon moment.

Tout cela, il n'a pas l'habitude de le faire (sauf s'il est arboriculteur), aussi un bon encadrement des opérations, par des démonstrations et une assistance technique, est indispensable.

* **les services techniques** qui ont pour charge d'organiser et de conseiller, mettent à disposition des utilisateurs potentiels (agriculteurs, collectivités, grand public) des techniciens de formations diverses (agronome, horticole, forestier). Dans l'enseignement, ils n'ont pas été formés à la réalisation pratique des brise-vent, aussi il est indispensable de donner une formation spécialisée aux méthodes et techniques spécifiques des brise-vent.

En France, cette formation est assurée par des **stages d'initiation** complétés par une assistance technique de spécialistes (I.D.F.) qui aident les techniciens à acquérir sur le terrain une **compétence** pour organiser et animer des réunions et démonstrations, organiser la programmation, contrôler la qualité... etc.

Toute politique brise-vent qui ne se soucie pas de mettre en oeuvre une solide formation de l'encadrement serait un échec total.

* **Les fournisseurs** : il s'agit essentiellement des "pépiniéristes" auxquels on va demander une gamme plus étendue d'espèces sous forme de jeunes plants.

Le catalogue forestier classique est très restreint avec certaines espèces ne convenant pas à la constitution de brise-vent. Cette solution de facilité est très dangereuse car elle conduit à la constitution de brise-vent monospécifiques trop sensibles aux attaques parasitaires à l'âge adulte.

Une action doit donc être menée auprès des pépiniéristes pour les inciter à produire dans les catégories prescrites, les espèces les meilleures pour constituer des brise-vent.

* **Les politiques** au sens large du terme (Elus, responsables professionnels, directeurs de l'Administration) ont le rôle essentiel pour la réussite d'une action brise-vent :

.Ils doivent la soutenir en confirmant son intérêt, cela est important pour donner le moral aux gens du terrain qui en ont bien besoin car souvent ils rament à contre-courant.

Ce soutien est d'autant plus nécessaire que le brise-vent n'est pas un besoin, ni clairement exprimé, ni ressenti comme étant de première nécessité.

.Ils doivent assurer son efficacité en donnant les moyens nécessaires (encadrement, formation, financement) à toute la filière.

3 - UNE DEMARCHE DE DEVELOPPEMENT

Le brise-vent est davantage un produit à "promouvoir" qu'un produit "demandé". D'autre part, ce n'est pas un produit "standard", mais un produit "sur mesure" que le client doit lui-même confectionner ou finir.

Cela fait beaucoup de difficultés que l'on surmontera en adoptant une démarche de développement rigoureuse.

A/ LA PREPARATION DE L'ACTION

1°/ PHASE : *L'ECOUTE DES UTILISATEURS*

pour - évaluer les besoins (exprimés, perçus mais non exprimés ou non perçus) ;

- inventorier les blocages (humains, fonciers, techniques, financiers).

Dans cette phase, le technicien va apprendre à répondre aux vrais problèmes et effectuer les recherches qui sont nécessaires pour cela.

2°/ PHASE : *SENSIBILISATION DES UTILISATEURS*

- pour - faire connaître les rôles et le fonctionnement du système brise-vent ;
 - donner une information sommaire sur les dispositifs et les structures les plus efficaces ainsi que sur les coûts.
- par - des réunions, entretiens, visites de réalisations organisées à l'initiative de responsables locaux (c'est plus efficace).

La réussite d'une action de sensibilisation se mesure au nombre de demandeurs qu'elle a suscité, c'est d'ailleurs son rôle essentiel.

3°/ LES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

- formation de l'encadrement technique ;
- recherche d'informations sur les sols, la palette végétale, la production en pépinière
- mise en place de références :
 - .en situation réelle chez et avec les agriculteurs ou autres demandeurs volontaires, et convaincus ;
 - .dans les différents systèmes de culture et type d'aménagement
- fabrication de documents de sensibilisation : articles, plaquettes, dépliants
- mise au point de l'organisation :
 - .les structures et la palette végétale par un Comité scientifique et technique ;
- mise en place des moyens (financement) et des compétences.

B/ L'ACTION

4°/ PHASE : *INFORMATION TECHNIQUE DES DEMANDEURS*

- expliquer la conception, la réalisation pratique et la gestion des brise-vent ;
- organiser des démonstrations sur le terrain (travail du sol + pose plastique + plantation ;
- montrer des références.

Le plus efficace est d'effectuer dans un même lieu une réunion (courte) une démonstration et une visite, la priorité étant donnée à l'observation plutôt qu'au discours.

5°/ PHASE : *ELABORATION DES PROJETS*

Il s'agit d'aller sur le terrain pour aider l'agriculteur à choisir le type de haie correspondant à son problème, et la composition.

Le rôle du technicien consiste donc, après avoir identifié le sol, à indiquer la palette végétale adaptée dans laquelle le demandeur choisira les espèces qui lui conviennent le mieux.

Il fournira un plan de plantation et un estimatif.

6°/ PHASE : *MISE EN OEUVRE DES PROJETS*

- organiser l'approvisionnement en plant : visite de pépinières pour vérifier la qualité, appel d'offres ;
- vérifier si les travaux de préparation ont été bien exécutés (très important) ;
- contrôler la livraison des plants (quantité, qualité) ;
- démonstration de pose plastique et plantation si cela n'a pas été fait lors de la phase d'information ;
- réception et suivi du chantier.

MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

- organiser avec les pépiniéristes un approvisionnement en variété, qualité et quantité nécessaires ;
- évaluer les résultats pour connaître les faiblesses de l'organisation et les corriger ;
- recycler les techniciens pour améliorer les qualités des missions qui leur sont confiées ;
- rendre compte au pouvoir politique pour maintenir leur intérêt pour l'action et solliciter leur aide pour en améliorer l'efficacité.

L'ensemble de cette procédure peut paraître lourd et compliquée, mais le respect de la démarche est le seul gage de réussite. Une seule impasse et c'est le blocage. Nous avons eu l'occasion de le vérifier dans notre action en France et il n'y a pas eu d'exception à la règle. En vitesse de croisière, chacun ayant acquis compétence et expérience, le système peut être assoupli.

4 - LES OBJECTIFS

Suite à notre phase d'écoute des utilisateurs pour la mise au point des méthodes et techniques, nous avons retenu trois objectifs principaux pour réaliser de bons brise-vent :

- **EFFICACITE**: pour chaque situation, proposer des structures et des dispositifs qui remplissent bien les fonctions recherchées. C'est un problème assez complexe à résoudre car il s'agit de contrôler le vent en réduisant sa vitesse et non de le supprimer.

Les scientifiques nous ont donné les critères d'efficacité, nous permettant de concevoir des structures adéquates : porosité, hauteur, largeur, longueur, orientation, composition ;

- **PRODUCTIVITE** : les espèces composant la haie doivent fournir des produits ou des services recherchés par les utilisateurs : bois, fruits, gibier, miel, protection contre le froid, les nuisances, recherche d'un cadre de vie...etc). Ceci rentabilise pour les agriculteurs la surface occupée.

La haie brise-vent peut être conçue comme une culture associée.

- **FAIBLE COUT** d'installation et d'entretien - approvisionnement en plants à bon marché, techniques favorisant la reprise, la croissance et réduisant l'entretien (paillage plastique) achats groupés.

Avant de formaliser toute proposition de haies brise-vent, le technicien doit vérifier si elle réunit bien les trois qualités essentielles : EFFICACE, PRODUCTIVE ET A FAIBLE COUT.

5 - LES PRINCIPES A RESPECTER

1/ LA CONCEPTION

1°/ CHOISIR DES ESPECES ADAPTEES

- **au climat** : se référer à la carte des zones bioclimatiques

Les espèces adaptées poussent avec vigueur et résistent bien aux maladies, parasites et accidents climatiques.

- **au sol** : il faut identifier les facteurs limitants

Chaque espèce peut s'adapter, tolérer, ou être totalement inadaptée à certaines conditions difficiles. Elle peut aussi avoir des exigences qu'il faut impérativement satisfaire.

Les facteurs limitants où les exigences concernent quatre caractéristiques des sols :

.La texture : la teneur en argile et limon qui donnent des sols plus ou moins asphyxiants, ou la teneur en sable qui peut caractériser les sols très filtrants ;

.Le pH : chaque espèce est plus ou moins bien adaptée à trois grandes catégories de pH : acide (inférieur à 5,5) ; légèrement acide (entre 5,5 et 7) ; calcaire (supérieur à 7) ;

.L'alimentation en eau : certaines espèces exigent absolument une alimentation en eau suffisante toute l'année (sols frais), d'autres tolèrent des sécheresses estivales et quelques-unes les excès d'eau temporaires ;

.la profondeur : c'est une exigence absolue pour quelques espèces, alors que d'autres tolèrent ou se développent correctement dans les sols superficiels.

- compatibles entr'elles

Il faut respecter les règles de la phytosociologie et n'associer dans les haies que les espèces qui ne se concurrencent pas trop fortement.

2°/ MELANGER LES ESPECES

A chaque fois que cela n'est pas incompatible avec l'objectif poursuivi, on a intérêt à constituer des haies plurispécifiques pour diminuer fortement les risques de développement des maladies et parasites et assurer une bonne homogénéité et obtenir notamment un bon garnissage de la base de la haie.

2/ LA REALISATION PRATIQUE

1°/ PREPARATION DU TERRAIN PROFONDE ET SOIGNEE

- au bon moment : quand le terrain est sec et ressuyé, au printemps, ou en fin d'été - début d'automne ;

- avec de bons outils :

.sous-soleuse pour travailler en profondeur, ce qui est déterminant pour le développement des végétaux ;

.charrue à soc ou rotobêche pour le labour ;

.outils à dents (cultivateur, herse) pour les façons superficielles.

Le rotavator est à exclure impérativement.

2°/ UTILISER DU PAILLAGE PLASTIQUE

Il s'agit du plastique noir "spécial vigne" de 110 cm de large et 80 microns d'épaisseur.

Son utilisation améliore la reprise et la croissance des végétaux et empêche le développement des mauvaises herbes.

Le plastique noir peut être remplacé par une couverture du sol avec des écorces, des broyats, de la paille, plus coûteux et plus difficiles à mettre en place.

3°/ ACHETER DES JEUNES PLANTS

Ils présentent d'indéniables avantages :

- plantation facile
- reprise meilleure
- croissance plus forte
- coût réduit

Les jeunes plants sont vendus par les pépiniéristes multiplicateurs, à racines nues (caducs) ou en godét (persistants) et ils sont âgés de 2 ans en moyenne).

Pour les arbres de haut jet, on peut utiliser des jeunes baliveaux de 1,20 m à 2,00 m de haut, vendus à racines nues ou en conteneur.

Les jeunes plants ont une très bonne capacité de régénération des racines, ce qui explique leur supériorité par rapport aux grands plants qu'ils rattrapent en 2 ans au maximum, pour un coût 5 à 10 fois moindre.

4°/ PLANTER SOIGNEUSEMENT

Les principes à respecter sont connus, mais pas toujours bien appliqués.

Il faut veiller notamment :

- à ne pas laisser les racines à l'air sur le chantier,
- ne pas enterrer le collet,
- bien tasser la terre autour des racines.

5°/ TAILLER POUR DONNER UNE BONNE FORME AUX VEGETAUX UTILISES

. la première année, on laisse pousser ;

. la deuxième année :

- rabattre à 15 - 20 cm les arbres en cépée et les arbustes buissonnants pour qu'ils forment des touffes bien fournies, garnissant la base de la haie ;

- favoriser le développement de la pousse terminale des arbres de haut jet en défourchant ou en raccourcissant les branches concurrentes de la flèche.

. la troisième année :

- rabattre de moitié la pousse de l'année des arbustes buissonnants ;

- laisser pousser les arbres en cépée ;

- surveiller la flèche des arbres de haut jet.

. à partir de la quatrième année :

- commencer à élaguer les arbres de haut jet en supprimant les branches sur le 1/3 inférieur (pas plus) de la tige ;

- pratiquer des tailles latérales pour limiter le développement de la haie en largeur (elles peuvent être commencées plus tôt, si nécessaire).

Ces indications sont d'ordre général, la précocité et l'importance des tailles dépendent de la vigueur de la haie, mais, en tout état de cause, il ne faut tailler que si les plants ont bien repris et poussent normalement.

6 - LES PRINCIPALES STRUCTURES

1/ PRINCIPES GENERAUX - ELEMENTS CONSTITUTIFS

Les structures proposées respectent les critères d'efficacité en ce qui concerne l'effet brise-vent : notamment la perméabilité, la hauteur (fonction de la distance à protéger), l'homogénéité.

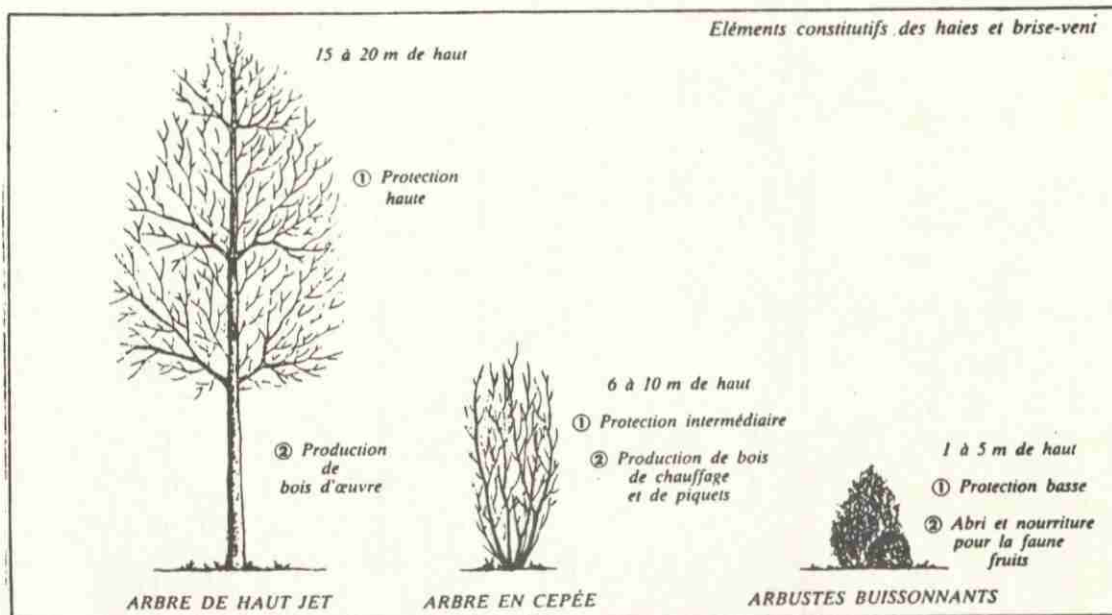
Elles forment en général une seule ligne car la largeur n'a aucune influence dans la mesure où les autres critères sont respectés.

La constitution de bandes boisées composées de plusieurs lignes de plantation peut s'imposer quand il y a plusieurs problèmes à résoudre (protection contre le vent et le froid). Mais cela peut être au détriment de l'efficacité brise-vent car il ne faut pas oublier qu'un brise-vent de moins de 25 % de perméabilité se comporte comme un brise-vent imperméable.

Pour respecter les critères d'efficacité, nous préférons les feuillus aux conifères (perméabilité) et nous utiliserons plusieurs étages de végétation (homogénéité).

Les éléments constitutifs d'un brise-vent sont des végétaux ligneux utilisés sous trois formes :

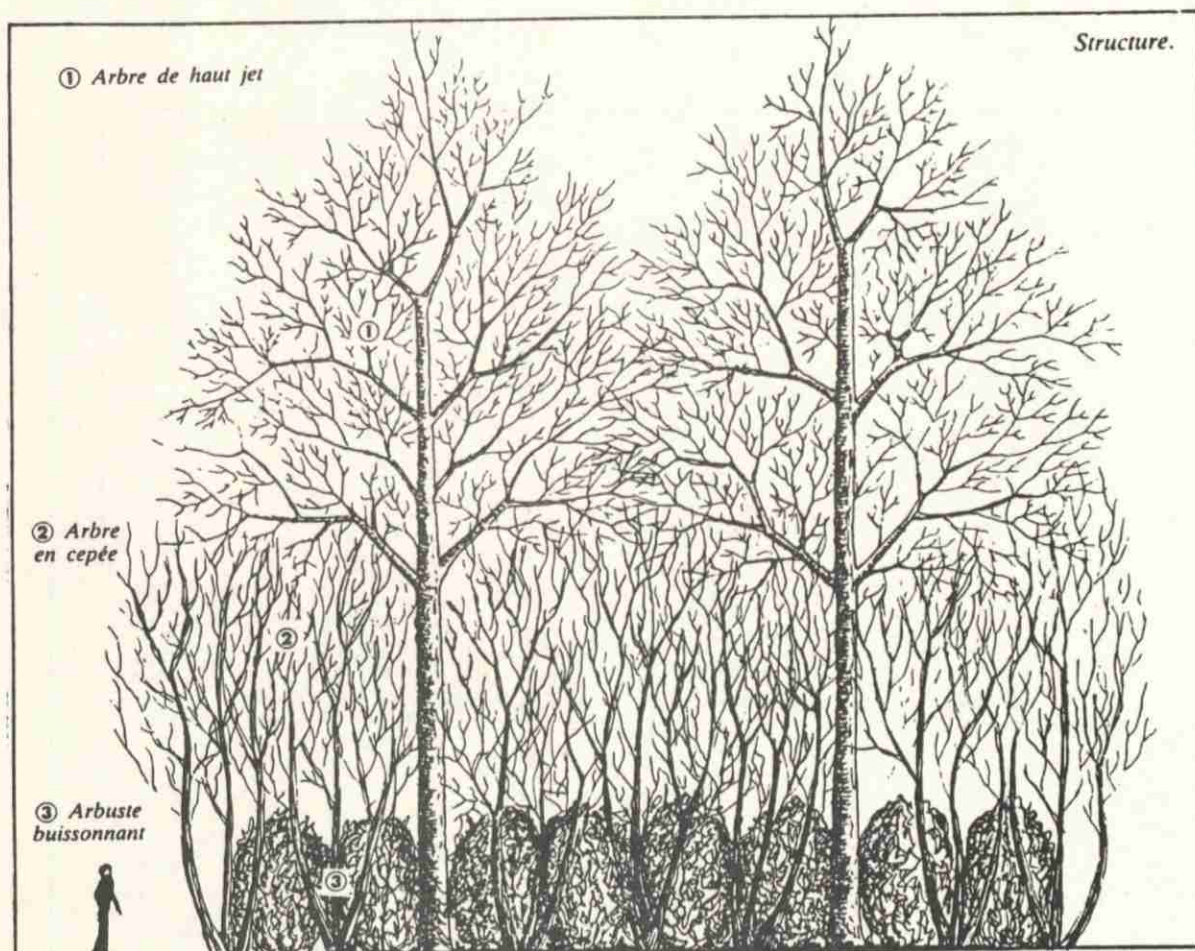
- arbre de haut jet : tous les 6 à 12 m
- arbre en cépée : tous les 2 à 3 m
- arbustes buissonnants entre les cépées ou tous les 0,75 à 1,50 m



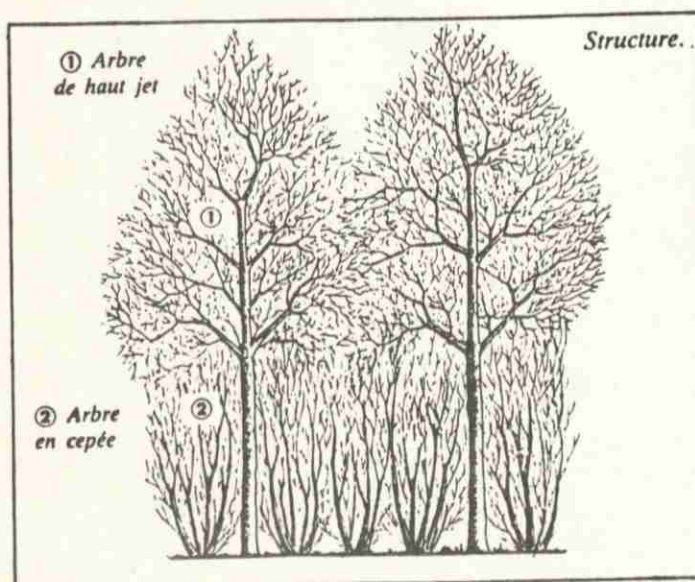
2/ LES GRANDS BRISE-VENT

Ils sont utilisés pour les grandes parcelles pouvant atteindre 15 à 20 mètres, ils protègent sur une distance de 200 à 300 m :

- à 3 étages de végétation



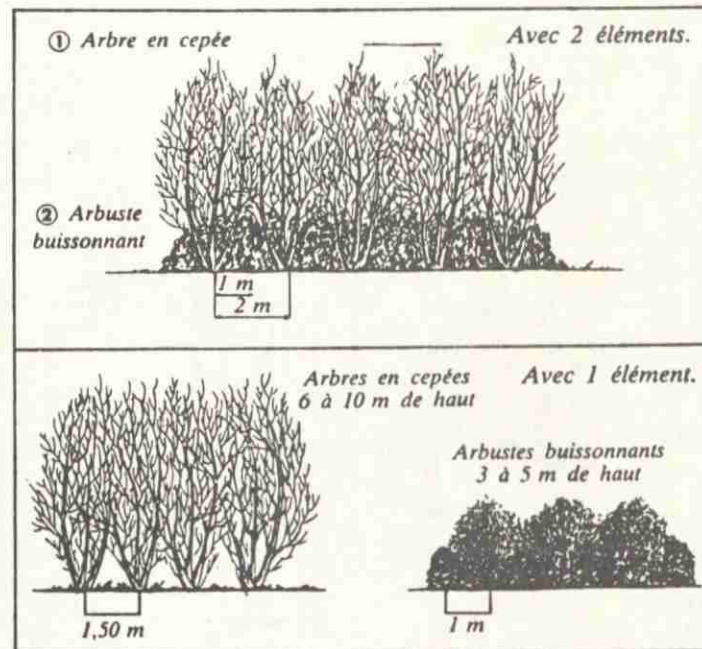
- à 2 étages de végétation



3/ BRISE-VENT MOYENS ET PETITS

Ils sont composés de 2, ou à la rigueur 1 élément, ce qui donne les possibilités suivantes :

- cépée + arbustes buissonnants haut ou bas
- arbustes buissonnants haut + arbustes buissonnant bas
- cépées seules
- arbustes buissonnants



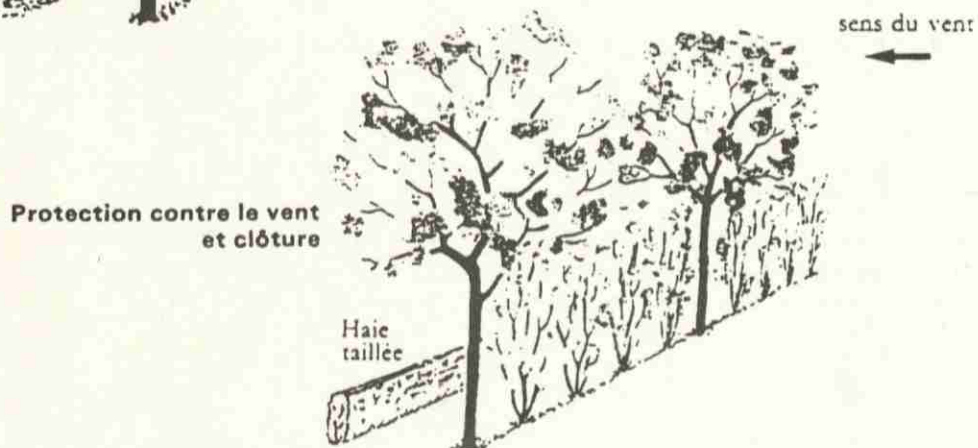
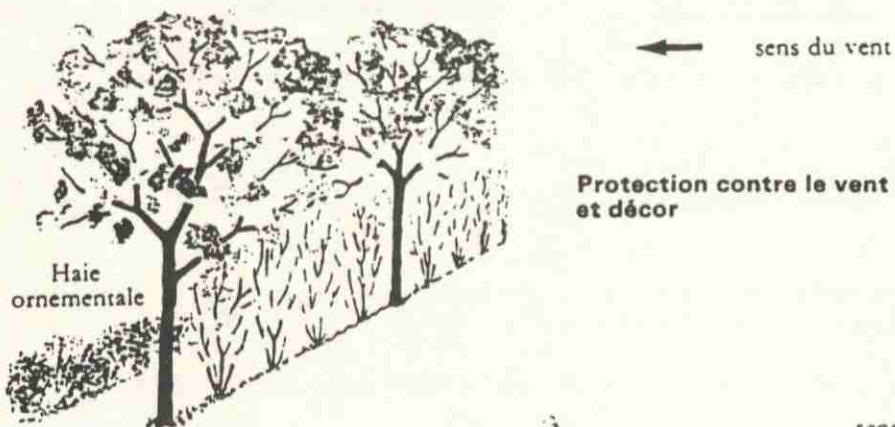
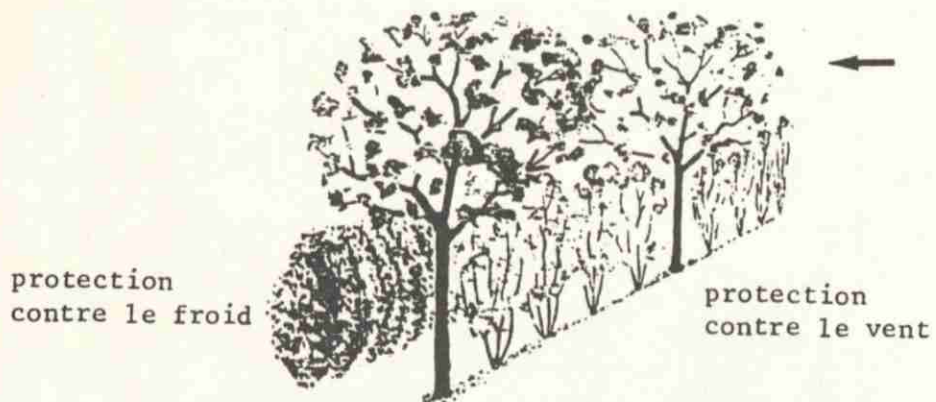
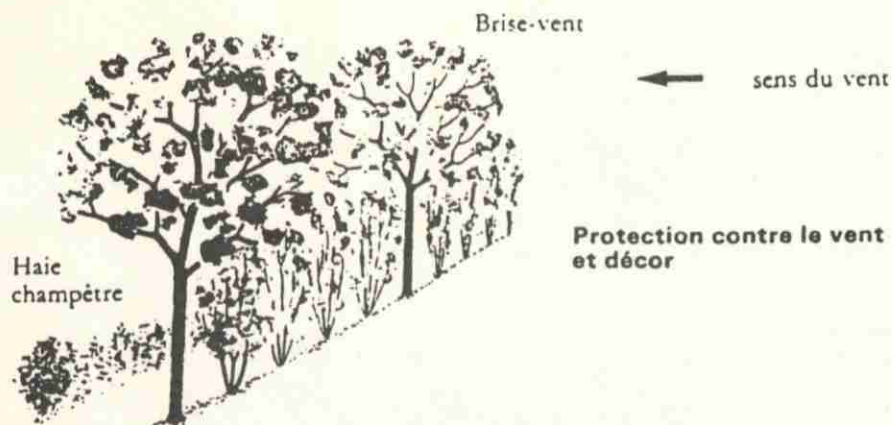
Selon l'espèce utilisée, les haies peuvent avoir une fonction particulière :

- les cépées remplacées par des conifères pour se protéger du froid ou des nuisances visuelles ;
- les arbustes persistants pour obtenir une haie clôture ;
- les arbustes à fleurs ou à feuillage pour une haie décorative.

4/ LES BANDES BOISEES

Il s'agit de juxtaposer des haies de structures différentes afin de résoudre plusieurs problèmes (vent, froid, clôture, décor, nuisance...etc.) dans une même plantation.

Bandes boisées



2 - CONCLUSION

De notre expérience en France, de développement des actions brise-vent, ainsi que celle que nous avons acquise dans nos missions d'assistance technique sur ce sujet en Afrique, nous confirment que la **méthodologie** est aussi importante que les **techniques**.

La préparation de l'action est primordiale et principalement la **sensibilisation** avec parmi ses mesures d'accompagnement la **mise en place de références**. la formation de l'encadrement est également un point fort de la démarche.

Tout cela a pour but essentiel d'acquérir à chaque niveau d'intervention les **compétences** et l'**expérience** nécessaire pour garantir à la fois un taux de réussite et une qualité satisfaisante.

En ce qui concerne les techniques, nous insistons particulièrement sur la préparation du sol avec le **sous-solage**, déterminant pour une bonne installation des plants et le **paillage plastique** qui est la seule technique efficace garantissant la pérennité des plantations.

Nous insisterons également sur la participation des agriculteurs à la plantation et à son financement pour les responsabiliser. Dans notre pays et ailleurs, très peu de plantations de haies brise-vent réalisées par la collectivité sans participation des utilisateurs ont survécu à l'abandon qui en a résulté.

Dans ce domaine, comme dans d'autres, nous pouvons faire la comparaison avec la cuisine : il ne faut pas se contenter de "bonne recettes" car pour obtenir un bon plat, il faut surtout un "bon cuisinier" et de "bons produits".

Dans une action brise-vent, ce n'est pas la technique qui pose un problème car nous avons maintenant les connaissances et l'expérience nécessaire pour la résoudre, mais davantage la communication, les compétences et l'appui politique.

Tout promoteur d'une action brise-vent à quelque niveau qu'il soit doit vérifier si toutes ces conditions sont remplies avant de lancer sur le terrain des programmes importants.

Conférence présentée au

"Colloque sur les brise-vent"

Activité supportée par la
Section brise-vent de la Commission de génie rural du CPVQ

et tenue à l'ITAA de Saint-Hyacinthe, le 9 novembre 1989.

Titre: LES EFFETS DU BRISE-VENT SUR LE MICROCLIMAT

Pierre-André Dubé, agronome
Professeur, Département de Phytologie
FSAA, Université Laval

I. INTRODUCTION

Mesdames, Messieurs, il m'est agréable de me retrouver parmi vous aujourd'hui dans le cadre de ce colloque sur les brise-vent.

Parmi les facteurs environnementaux, le vent a toujours constitué un élément majeur affectant les conditions de vie de l'homme. Face aux besoins alimentaires, l'utilisation de brise-vent pour contrer les effets néfastes du vent sur les plantes remonte aux origines pastorales de l'agriculture et se retrouve dans toute l'histoire agricole subséquente (Rosenberg, 1974). L'impact d'un aménagement régional permettant une certaine régulation du facteur vent pour le développement de l'agriculture européenne a été déterminant (Guyot, 1963, 1968, 1986). Suite à la grande sécheresse des années 30 en Amérique du Nord, l'importance des brise-vent a aussi été reconnue (Rosenberg, 1974) pour favoriser la conservation des sols.

Au Québec, la modernisation graduelle de l'agriculture soutenue par l'avènement d'un outillage agricole de plus en plus imposant a entraîné un agrandissement des aires de cultures avec élimination des obstacles, dans la recherche d'une utilisation plus efficace de cet outillage. Parmi ces obstacles, les bandes boisées qui composaient fréquemment le paysage rural ont graduellement disparu, laissant ainsi un vaste paysage dégagé, surtout dans la plaine du Saint-Laurent. Pourtant, cette région étalée entre deux chaînes de montagnes, où coule le fleuve Saint-Laurent, est exposée à l'action du vent (Environnement Canada, 1982). L'expérience récente dans le bocage de Bretagne a démontré qu'un regroupement de parcelles en vue d'une optimisation économique de l'outillage agricole pouvait se traduire par une baisse de rendements, d'où la nécessité d'une analyse d'impact sur le climat régional et le microclimat afin de guider une telle opération (Guyot et Séguin, 1978).

Dans cet exposé, suite à une analyse sommaire des déplacements atmosphériques de l'air, nous nous concentrerons sur les modifications observées à l'échelle microclimatique (parcelles) avec l'implantation d'un brise-vent.

II. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU VENT

A la base de l'atmosphère se trouve la troposphère, région où se développent tous les phénomènes affectant la surface du globe. Cette région représente les 3/4 de l'atmosphère et contient pratiquement toutes les poussières et toute la masse d'eau

atmosphérique. Elle a une épaisseur de l'ordre de 9 km aux pôles et de 17 km à l'équateur.

Relativement au mouvement de l'air, la troposphère peut être scindée en deux parties, soit la haute troposphère et la couche limite atmosphérique. La haute troposphère concerne la partie supérieure de la troposphère au-delà de 2 km, où les mouvements de l'air ne sont pas affectés par l'état de la surface mais résultent d'un équilibre entre le gradient de pression atmosphérique et l'action due à la rotation terrestre appelée force de Coriolis. La couche limite atmosphérique représente la partie basse de l'atmosphère, s'étendant de la surface du globe jusqu'à 2 km; dans cette partie de l'atmosphère, l'effet de l'état de la surface se répercute sur la vitesse et la direction du vent. Cependant, ce qui se passe au niveau de ces deux zones est surtout d'intérêt pour la météorologie et dépasse le cadre de cet exposé. Une information complète est disponible à ce sujet pour ceux qui s'y intéressent (Guyot, 1976, 1986; Houghton, 1977).

Ce qui nous intéresse avant tout est le comportement du vent au voisinage du sol. Tout corps à la surface baigne dans un fluide, l'air, qui sera plus ou moins en mouvement selon les caractéristiques de température et d'humidité, de même que celles de la surface. A la surface ou près de la surface du sol, la vitesse horizontale du vent est nulle et augmente graduellement en s'éloignant de cette dernière. Ceci résulte du fait que les éléments de surface exercent une friction plus ou moins grande, selon leurs caractéristiques, qui freinent ou retardent le déplacement de l'air. Plus une surface est lisse, plus grande est la vitesse du vent près de cette dernière et plus elle est rugueuse, moindre est la vitesse du vent. On utilise le paramètre de rugosité "z" pour caractériser l'effet de rugosité de la surface dans les analyses de profils de vent. Ce phénomène est illustré par l'évolution du profil du vent au-dessus d'un couvert de maïs en début de saison de croissance (Figure 1). Près de la surface, la vitesse du vent diminue à partir du moment où il y a croissance du maïs, l'influence de l'état de la surface devenant négligeable au-delà de 640 cm tant que la culture demeure relativement basse. Par rapport aux cultures basses, les profils de vent au-dessus d'une culture haute sont modifiés. Ainsi, dans les cas d'un couvert de maïs pleinement développé, la vitesse du vent est nulle ou très faible dans la moitié inférieure, augmente légèrement dans la moitié supérieure et s'accroît ensuite rapidement en s'approchant du sommet du couvert (Figure 2). Plus le vent est fort, plus son influence sera marquée près du sommet et dans la moitié supérieure de couvert végétal. A la rugosité du couvert végétal vient donc s'ajouter un nouveau paramètre, le déplacement du plan zéro "d", pour caractériser l'influence de la surface sur le profil du vent. Ce paramètre correspond de fait à un déplacement vertical de la surface du sol ramenant le profil de vent à l'influence de la rugosité (Figure 3).

L'effet de la friction entraîne l'absorption de l'énergie du vent à la base, cet impact diminuant en s'éloignant de la surface. Cet effet de la friction et de la cohésion des particules d'air cause la formation de strates lumineuses dans ce mouvement horizontal de l'air, la vitesse à chaque strate augmentant jusqu'à un niveau où l'influence de la surface sous-jacente est négligeable. Ce gradient vertical de vitesse associé à la viscosité de l'air (écoulement freiné par le frottement des molécules d'air entre elles) génère la formation de tourbillons ou vortices dans l'air, phénomène appelé turbulence (Figure 4). Donc, simultanément à un transfert horizontal dû au

vent, on observe aussi un transfert vertical associé à la turbulence, l'air agissant comme vecteur pour divers éléments (chaleur, vapeur d'eau, CO₂, polluants, spores, pesticides, insectes, poussières, feuilles, etc.). Plus grande est la vitesse initiale du vent, plus grande est la rugosité et plus les différences verticales de vitesse du vent, de température et d'humidité sont prononcées, sous l'action d'une turbulence plus marquée. Il s'agit ici d'une explication très simplifiée de l'ensemble des processus se produisant avec le déplacement de l'air près de la surface; une analyse complète de la situation implique une approche encore plus complexe, ce qui dépasse le cadre de cet exposé. Plusieurs études spécialisées traitent de ce sujet d'une façon détaillée (Businger, 1975; Grace, 1977; Guyot, 1976, 1986).

Ces connaissances permettent d'intervenir de façon raisonnée pour modifier l'impact du vent par une régie judicieuse de structures naturelles ou artificielles disposées à la surface, le brise-vent. Essentiellement, le rôle du brise-vent est de ralentir la vitesse de l'air près de la surface, modifiant donc le patron de vent et de turbulence à ce niveau. Voyons donc rapidement les effets aérodynamiques d'un brise-vent isolé, l'écoulement variant selon que ce dernier est perméable ou imperméable.

Dans le cas d'un brise-vent imperméable (Figure 5), il y a déviation du flot d'air incident (surface hachurée), créant ainsi une accélération de la vitesse du fluide au sommet de l'obstacle, car l'air est forcé de s'écouler dans un espace réduit. A proximité du brise-vent, l'accélération de l'écoulement de l'air entraîne une baisse de pression de l'air au sol et un appel d'air vers le haut. Il se crée donc une courte zone de turbulence à l'avant du brise-vent et une zone tourbillonnaire à l'arrière, la baisse de pression rabattant rapidement le vent au sol et restreignant la zone de protection.

Avec une structure perméable, une partie de l'air s'écoule à travers le brise-vent, limitant ainsi la fraction de l'air incident déviée avec un accroissement plus faible de la vitesse au-dessus du brise-vent (Figure 6). Comme le débit d'air à travers le brise-vent empêche la formation de tourbillons à l'arrière de ce dernier et réduit le volume d'air près de la surface et un rabattement moins rapide du vent, la zone de protection est plus longue. Ainsi, pour une même hauteur de brise-vent, la zone de protection à l'arrière d'un brise-vent perméable sera environ deux fois plus longue que celle derrière un brise-vent imperméable.

Cet effet est bien illustré par les courbes d'isovitesse (ou d'égale vitesse) obtenues à partir de brise-vent imperméable (Figure 7) et perméable (Figure 8). Dans les deux cas, la vitesse de référence est obtenue à une hauteur de 2 mètres, correspondant donc à celle du vent, dans un endroit dégagé en retrait de ces derniers. Les courbes d'isovitesse rapportent les valeurs de vitesse du vent en terme de fraction de celles observées au point de référence (Ex.: 0,5 équivaut à 50% de la vitesse observée au point de référence). Ces figures corroborent les représentations schématiques précédentes. A la figure 7, on note bien la présence d'une zone tourbillonnaire juste à l'arrière du brise-vent, les valeurs négatives indiquant un déplacement ascendant de l'air. Ceci restreint donc la zone de protection à environ deux fois la hauteur du brise-vent, avec un tourbillon entre 2 et 6 fois la hauteur de ce dernier et une certaine protection (valeur de 0,4) sur une distance correspondant entre 6 et 10 fois la hauteur à l'arrière de ce dernier. A la figure 8, on note l'absence de

tourbillon près de la surface à l'arrière d'un brise-vent perméable, la zone de protection (valeur de 0,4) se prolongeant sur une distance équivalente à 10 - 15 fois la hauteur du brise-vent. Encore là, il s'agit d'un traitement très simplifié de l'analyse des mouvements de l'air près d'un brise-vent, ces phénomènes étant beaucoup plus complexes et discutés de façon détaillée par plusieurs auteurs (Mc Naughton, 1988; Guyot, 1986, 1976, 1968; Heisler et De Walle, 1988).

A partir de ces éléments, nous verrons maintenant comment un brise-vent, par son effet sur le déploiement de l'air, vient modifier l'environnement immédiat ou microclimat des cultures se développant près de ce dernier.

III. BRISE-VENT ET MICROCLIMAT

CONCEPTS GÉNÉRAUX

"Les facteurs du microclimat résultent à chaque instant de l'équilibre qui s'établit entre les différentes formes d'échange d'énergie au niveau de la surface du sol ou d'un couvert végétal. Les brise-vent en modifiant la vitesse du vent au voisinage du sol et les échanges radiatifs, modifient l'ensemble des facteurs du microclimat" (Guyot, 1986).

Les différents échanges d'énergie entre une surface donnée et l'atmosphère se traduisent par des flux que l'on exprime généralement en watts par m²: Wm⁻². Par suite du principe physique de conservation de l'énergie, la somme algébrique des flux est nulle à chaque instant. Le bilan d'énergie de la surface s'exprime ainsi:

$$R_N + S + H + LE = 0$$

Le rayonnement net (R_N) représente le bilan des différents échanges d'énergie radiative à la surface. Ceci regroupe donc les gains nous venant de l'énergie solaire incidente sous forme directe et diffuse (courte longueur d'onde) et le rayonnement atmosphérique (grande longueur d'onde), de même que les pertes associées à la réflexion du rayonnement de courte longueur d'onde et au rayonnement de grande longueur d'onde émis vers l'atmosphère par la surface. Cet ensemble nous donne l'énergie disponible dans le milieu.

Cette énergie est ensuite répartie dans le milieu et sert à réchauffer le sol (S), à réchauffer l'air (H-chaleur sensible) ou à promouvoir l'évaporation de l'eau du sol et la transpiration des plants (évapotranspiration - LE - chaleur latente). Les transferts se produisent par déplacement de la chaleur d'une molécule à l'autre sans mouvement du médium (conduction) ou par déplacement de la masse du fluide (convection). Dans l'atmosphère, les transferts se produisent par convection, alors que près de la surface où l'air est stagnant (couche d'air réduite appelée couche limite) et dans le sol, il y a transfert par conduction. L'illustration de ces échanges est présentée à la Figure 9 et discutée en détail par Gates (1980). Les flux d'énergie varient du jour à la nuit, le flux de chaleur étant opposé selon qu'il y a évaporation ou condensation en période nocturne (Figure 10).

BILAN RADIATIF

Au niveau d'une parcelle, l'ensemble des composantes du bilan radiatif, de grande et courte longueur d'onde, subit certaines modifications.

D'abord, en regard du rayonnement solaire, il y a projection d'ombrage, l'intensité de ce phénomène variant selon l'orientation, la hauteur et la densité du brise-vent. La bande ombragée, en début et fin de journée peut s'étendre de 1/2 à 1 fois la hauteur du brise-vent, ce qui limite la lumière disponible aux cultures. Par contre, compte-tenu de la réflexion de la surface et du brise-vent lui-même, une certaine quantité de rayonnement peut retourner à la culture (Figure 11).

Le rayonnement de grande longueur d'onde, soit le rayonnement thermique infrarouge atteignant la surface, est aussi influencé. Une certaine quantité provient de l'atmosphère et est distribuée sur toute la surface. A ceci s'ajoute une contribution du brise-vent lui-même qui possède une certaine température de surface et émet du rayonnement sur la culture (Figure 11). Le rayonnement thermique infrarouge émis par le sol est fonction de la température de surface. Donc comme le sol est plus chaud en zone protégée, l'émission de rayonnement ou la perte d'énergie est plus grande.

Globalement, le bilan radiatif intègre tous ces effets et sera, par rapport à une zone exposée, négatif près du brise-vent dû à l'ombrage (0->1H), positif par la suite dû à l'émission thermique du brise-vent qui compense la perte du sol (1->3H), légèrement négatif par la suite due à la perte thermique du sol (3 à 6h) et à nouveau légèrement positif en se déplaçant vers le brise-vent suivant. Ces phénomènes sont illustrés à la figure 12 pour la phase diurne. Au cours de la nuit, les facteurs essentiels de la variation du bilan radiatif viennent de l'apport radiatif des haies et la répartition de la température du sol (Figure 13). Une analyse détaillée du bilan radiatif est présentée par Guyot (1986).

TEMPÉRATURE DE L'AIR

Au niveau de la parcelle, des analyses détaillées montrent que l'influence du brise-vent sur la température de l'air et du sol est très complexe, dépendant entre autres de la distance du brise-vent, du bilan radiatif, du bilan hydrique et de la vitesse du vent (Guyot et Séguin, 1975). Le cas retenu ici représente la répartition des températures pour une région bien alimentée en eau. Au cours de la période diurne, dans une parcelle placée entre deux brise-vent, on observe une ascendance de l'air au niveau du brise-vent avec rabattement de l'écoulement à une certaine distance de ce dernier (Figure 14). L'influence du brise-vent à la fois sur le bilan radiatif et l'écoulement de l'air modifie les taux de transfert et l'énergie disponible, ce qui se répercute sur la température. On observe donc un réchauffement de la température de l'air, de l'ordre de 2 à 3°C dans les bandes protégées, de même qu'un rafraîchissement dans la partie où il y a rabattement de l'écoulement.

La situation est aussi illustrée pour une nuit claire avec vent (Figure 15). Dans ce cas, le rabattement de l'écoulement favorise un réchauffement de l'air en détruisant l'inversion thermique. La température est plus fraîche dans le secteur protégé à cause

de l'inversion thermique, alors que près du brise-vent, il y a réchauffement dû à l'apport radiatif de ce dernier.

TEMPÉRATURE DU SOL

Les modifications apportées au bilan radiatif et à l'écoulement de l'air causent une modification de la température du sol similaire à celle observée pour l'air. Dans la bande protégée, la température diurne sera plus élevée le jour et plus basse la nuit que dans un secteur ouvert. Ceci se manifeste dans les couches supérieures du sol, se limitant aux 50 premiers centimètres. L'action de l'amplitude thermique est accentuée par la durée des périodes de refroidissement et de réchauffement. Ainsi, au printemps et en début d'été, alors que la durée du jour est supérieure à celle de la nuit, on observe une accumulation plus rapide de chaleur dans une parcelle protégée par un brise-vent et un réchauffement hâtif du sol. Ceci favorise donc les cultures. Quand le sol est humide, l'accumulation de chaleur en profondeur tamponne en partie l'amplitude thermique. Sur sol sec, il y a accumulation superficielle de chaleur et une amplitude thermique plus grande. Ces différences s'observent surtout sur sol nu et sont illustrées aux Figures 14 et 15.

Quand le sol est couvert de végétation, les échanges énergétiques ont lieu à la partie supérieure du couvert végétal, d'où de faibles variations de la température du sol. La température la plus élevée se retrouve donc à la partie supérieure du couvert végétal et la température la plus basse à la surface du sol, la température de l'air étant intermédiaire entre ces deux cas.

ÉVAPOTRANSPIRATION

La perte d'eau par le milieu est d'abord conditionnée par l'énergie disponible et ensuite par le degré de sécheresse de l'air et les taux de transfert dans l'air. Il y a diffusion de la vapeur d'eau en réponse à un gradient de pression de vapeur entre une surface évaporante et l'air et au taux de transfert. Pour un même gradient, la diffusion sera d'autant plus grande que le taux de transfert est élevé, ce dernier étant lié au taux de turbulence dans l'air. La situation se complique par le fait qu'il faut aussi tenir compte de la disponibilité de l'eau à la surface évaporante, cette disponibilité étant réduite avec l'assèchement graduel du sol et la régulation stomatique des plantes. Ceci vient alors modifier la répartition de l'énergie entre la chaleur sensible et la chaleur latente, créant donc diverses situations particulières (Guyot, 1986; Mc Naughton, 1988).

Nous retiendrons donc ici le cas d'une zone tempérée où il y a une disponibilité adéquate en eau et absence de transfert horizontal de chaleur (advection) par le vent. Au niveau d'une parcelle, l'énergie disponible correspond alors au bilan radiatif local. Sous ces conditions, l'évapotranspiration réelle (ETR) du milieu rencontre les exigences de la demande atmosphérique ou évapotranspiration potentielle (ETP).

Dans un tel cas, le flux de vapeur d'eau est contrôlée à 80% par le bilan radiatif et à 20% par l'effet aérodynamique ou le vent. Par rapport à un secteur ouvert, le brise-vent entraîne une modification relativement faible du bilan radiatif; par contre, on change la structure du vent et, par ricochet, l'effet aérodynamique. Globalement, par

rapport à l'ETP, l'effet du brise-vent sera faible (20% de l'influence totale), et on notera peu de différence avec le secteur ouvert car le brise-vent ne modifie que légèrement le bilan radiatif. On observe aussi une faible réduction du flux de vapeur d'eau comme l'illustre la Figure 16.

EAU DU SOL

Le brise-vent, selon ses caractéristiques, peut modifier la disponibilité de l'eau du sol. D'abord, en modifiant la structure du vent, ceci influence la distribution de la pluie ou de l'eau d'irrigation, entraînant une répartition plus uniforme. Si, suite à des conditions améliorées, le développement d'une culture protégée est meilleur, ceci entraîne un plus grand besoin d'eau globalement. Donc, si l'approvisionnement en eau pour la saison est limité, la présence de brise-vent peut être profitable en début de saison et devenir néfaste par la suite. Il faut aussi penser que, dans le cas de brise-vent naturels, ces plantes s'approvisionnent en eau, d'où risque de compétition avec les cultures (Guyot, 1986; Rosenberg, 1974; Dickley, 1988; Davis et Norman, 1988).

CO₂ ET PHOTOSYNTHÈSE

La turbulence de l'air entraîne un renouvellement du CO₂ capté par la plante lors des processus photosynthétiques. Le brise-vent, créant une diminution de la turbulence en zone protégée, réduit la disponibilité du CO₂ au niveau des cultures. Par rapport aux zones ouvertes, on a noté des diminutions allant jusqu'à 15 ppm. Cependant, en regard de la teneur normale de l'air de l'ordre de 350-360 ppm, il est peu probable que ceci amène une réduction de la photosynthèse (Guyot, 1986; Rosenberg, 1974).

RISQUE DE GEL

On a vu précédemment que la présence d'un brise-vent modifie le bilan radiatif, les échanges turbulents, les températures de l'air et du sol. En situation nocturne par ciel clair, il y a perte d'énergie radiative de grande longueur d'onde. Ceci amène la formation d'une inversion de température de la surface, par refroidissement de cette dernière. La présence de brise-vent en favorisant une température de surface plus grande permet automatiquement une perte radiative plus élevée. De plus, l'absence ou la réduction de turbulence favorise le maintien de l'inversion thermique. Dans le cas où le refroidissement atmosphérique présente un risque de gel, ce risque sera plus marqué dans la zone protégée du brise-vent par nuit claire avec vent (Figure 17). Par nuit claire sans vent, la seule différence avec une zone ouverte provient de l'apport radiatif à proximité du brise-vent. (Figure 17).

ROSÉE ET MALADIES FONGIQUES

Si l'humidité de l'air est adéquate, le refroidissement de la température du couvert foliaire durant la nuit favorise la déposition de rosée. Bien que ceci ne représente qu'une faible quantité d'eau, l'interaction entre la durée de la période de mouillage du feuillage et la température peut permettre la germination des spores. Le secteur protégé du brise-vent devient donc une partie plus propice au développement

des maladies à cause de son microclimat, d'où la nécessité de considérer la sensibilité des cultures à cet égard (Guyot, 1986; Peterson, 1988).

DISTRIBUTION DE LA NEIGE

La présence de la neige au sol est à la fois importante pour assurer une humidité adéquate du sol au printemps et pour protéger les plantes du froid. Il faut viser une distribution la plus uniforme possible, ce qui n'est pas facile compte-tenu de sa sensibilité à l'action éolienne. L'addition d'éléments de rugosité à la surface favorise une meilleure déposition de la neige en réduisant la vitesse du vent. On peut, par une implantation et une régie judicieuse de brise-vent, agir sur ce facteur. Un rideau d'arbres perméable à la base ou un brise-vent perméable donne les meilleurs résultats (Figure 18). Diverses études (Guyot, 1986; Shaw, 1988; Scholten, 1988; Dickley, 1988) traitent de ce sujet de façon détaillée.

INSECTES

Le brise-vent lui-même par sa présence et son microclimat, de même que les modifications microclimatiques générées sur l'environnement de la parcelle peuvent favoriser le développement d'insectes et leur dispersion subséquente. Cet aspect du brise-vent est important à considérer en agriculture à la fois au moment du choix des espèces utilisées pour l'implantation du brise-vent et des cultures envisagées. Ceci dépasse le cadre de cet exposé, diverses études analysant ce sujet (Peterson, 1988; Dix et Leatherman, 1988; Pasek, 1988; Timm, 1988; Guyot, 1986).

IV. CONCLUSIONS

Le sujet abordé dans cette conférence est tellement vaste et la littérature disponible si abondante, que je n'ai fait qu'effleurer le domaine.

Les éléments apportés montrent cependant bien que l'introduction de brise-vent doit être planifiée pour en tirer tous les bénéfices. L'analyse dans cet exposé demeure avant tout au niveau de la parcelle, mais ce cadre doit être élargi au niveau régional dans les zones exposées aux dommages éoliens.

Cet aspect du problème n'a pas encore été vraiment étudié au Québec. En se basant sur les connaissances acquises, il importe de faire une démarche favorisant une adaptation adéquate de cette technologie.

L'analyse des caractéristiques aérodynamiques de l'atmosphère près de la surface est un domaine complexe de la physique, ne laissant aucune place à l'improvisation. Un tel domaine ne peut être abordé que par une équipe scientifique multidisciplinaire.

Il ne fait cependant aucun doute que les brise-vent vont jouer un rôle fort utile dans l'agriculture québécoise, dans les secteurs de la conservation des sols et des productions végétales. On reconnaît d'ailleurs déjà leur utilité pour améliorer l'efficacité énergétique des serres.

V. BIBLIOGRAPHIE

- Businger, J.A., 1975. Aerodynamic of vegetated surfaces. In Heat and Mass Transfer in the Biosphere I. Transfer processes in plant environment. D.A. de Vries and N.H. Afgan eds. Scripta Book Company, Washington, pp.139-165.
- Chang, J.H., 1968. Climate and agriculture. An. ecological survey. Aldine Publishing Company, 304 p.
- Chiapale, J.P., 1975. A numerical model for estimating the modification of heat budget introduced by hedges. Proc. Int. Conf. heat and Mass Transfer in the Biosphere. Dubrovnik. Scripta Book Co., pp. 457-466.
- Davis, J.E. and J.M. Norman, 1988. Effects of shelter on plant water use. In Agriculture Ecosystems & Environment . Special Issue: Windbreak Technology, Vol. 22/23: pp. 393-403.
- Dickey, G.L., 1988. Crop water use and water conservation benefits from windbreak. In Agriculture Ecosystems & Environment. Special Issue: Windbreak Technology, Vol. 22/23: pp. 381-393.
- Dix, L.E. et D. Leatherman, 1988. Insect management in windbreak. In Agriculture Ecosystems & Environment. Special Issue: Windbreak Technology, Vol. 22/23: pp. 513-539.
- Environment Canada, 1982. Normales climatiques au Canada, 1951-1980. Vol. 5. Vent.
- Gates, D.M., 1980. Biophysical ecology. Springer-Verlag. 611 p.
- Grace, J., 1977. Plant response to wind. Experimental Botany. An International Series of Monographs, Vol. 13. Academic Press. 204 p.
- Guyot, G., 1963. Les brise-vent. Modification des microclimats et amélioration de la production végétale. Annales Agronomiques, 14: 429-488.
- Guyot, G., 1968. Les brise-vent au Jutland. Bull. Tech. d'Information, 234: pp. 1-12.
- Guyot, 1976. Les profils de vitesse du vent au voisinage du sol. Promoclem E (Etudes thermiques et aérauliques), Tome 7 E no. 1: pp. 27-56.
- Guyot, G., 1986. La production agricole et le vent. Ch. III pp. 34-52, Les effets aérodynamiques des brise-vent et des aménagements régionaux. Ch. IV pp. 53-88, Les effets des brise-vent et des aménagements régionaux sur le microclimat. Ch. V pp. 89-150. Dans "Manuel sur l'utilisation des brise-vent dans les zones arides. Document provisoire. Comité Scientifique du Cires. 386 p.

- Guyot, G. et Séguin, 1975. Modification of land roughness and resulting microclimatic effects. A field study in Brittany. In *Heat and Mass Transfer in the Biosphere I, Transfer processes in plant environment*. D.A. de Vries and N.H. Afgan, eds. Scripta Book Company, Washington: pp. 467-479.
- Guyot, G. et B. Séguin, 1978. Influence du bocage sur le climat d'une petite région. Résultat des mesures effectuées en Bretagne. *Agric. Meteorol*, 19: pp. 411-430.
- Houghton, J.T., 1977. *The physics of atmospheres*. Cambridge University Press, 203 p.
- Heisler, G.M. et D.R. de Walle, 1988. Effects of windbreak structure on wind flow. In *Agriculture Ecosystems & Environment. Special Issue. Windbreak Technology*, Vol. 22/23: pp. 41-71.
- Mc Naughton, K.G., 1988. Effects windbreaks on turbulent transport and microclimate. In *Agriculture Ecosystems & Environment. Special Issue. Windbreak Technology*, Vol. 22/23: pp. 17-41.
- Posek, J.E., 1988. Influence of wind and windbreaks on local dispersal of insects. In *Agriculture Ecosystems & Environment. Special Issue. Windbreak Technology*, Vol. 22/23: pp. 539-555.
- Peterson, G.W., 1988. Disease management in windbreaks. In *Agriculture Ecosystems & Environment. Special Issue. Windbreak Technology*, Vol. 22/23: pp. 510-513.
- Rosenberg, N.V., 1974. *Microclimate: The biological environment*. John Wiley Sons, 315 p.
- Scholten, H., 1988. Snow distribution on crop fields. In *Agriculture Ecosystems & Environment. Special Issue. Windbreak Technology*, Vol. 22/23: pp. 363-381.
- Shaw, D.L., 1988. The design and use of living snow fences in North America. In *Agriculture Ecosystems & Environment. Special Issue. Windbreak Technology*, Vol. 22/23: pp. 351-363.
- Thom, A.S., 1975. Momentum, mass and heat exchanges of plant communities. In *Vegetation and the Atmosphere*, Vol. I, J.L. Monteith ed., Academic Press, pp. 57-111.
- Timm, R.M., 1988. Vertebrate pest management in windbreak system. In *Agriculture Ecosystems & Environment. Special Issue. Windbreak Technology*, Vol. 22/23: pp. 555-571.

Woodruff, N.P., 1954. Shelterbelt and surface barrier. Effect of wind velocities, evaporation, house heating, snowdrifting. Agr. Exp. Sta. Manhattan, Kansas. Tech. Bull. no.77.

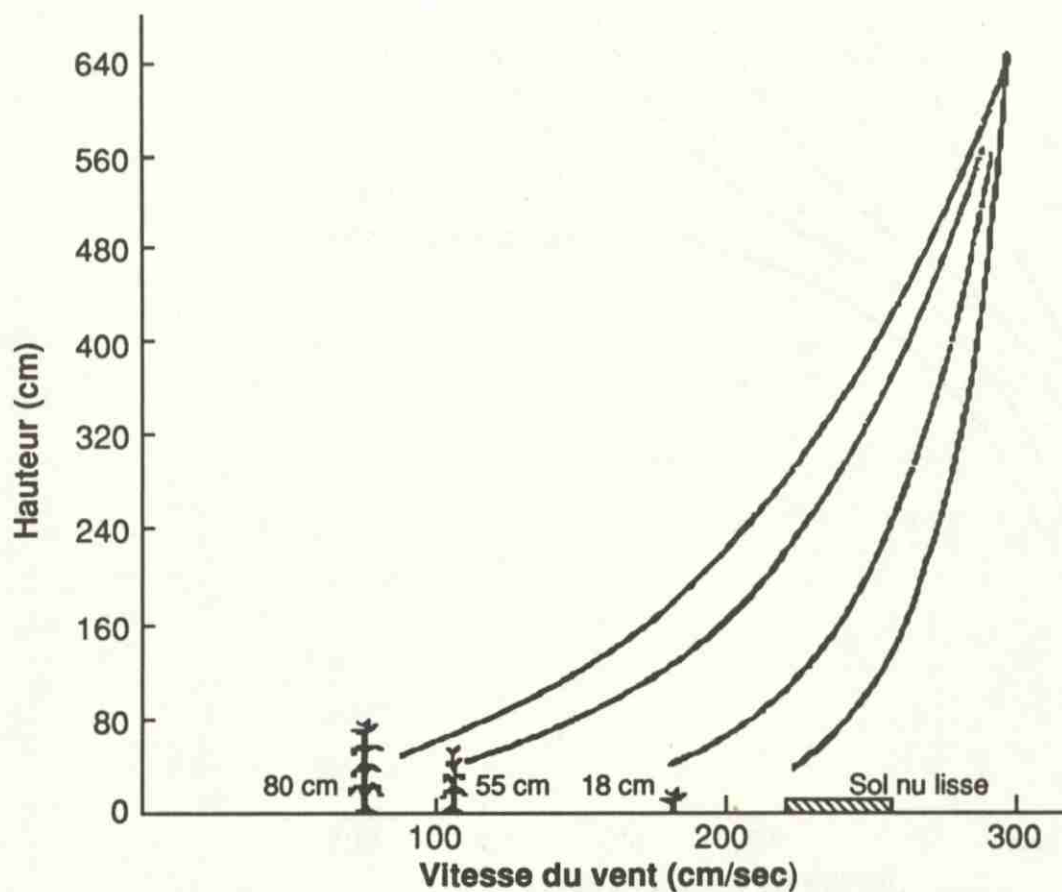


Figure 1 Influence de la croissance du maïs sur les profils de vent.
 Shirley, New Jersey, 1952.
 Adapté de Chang (1968).

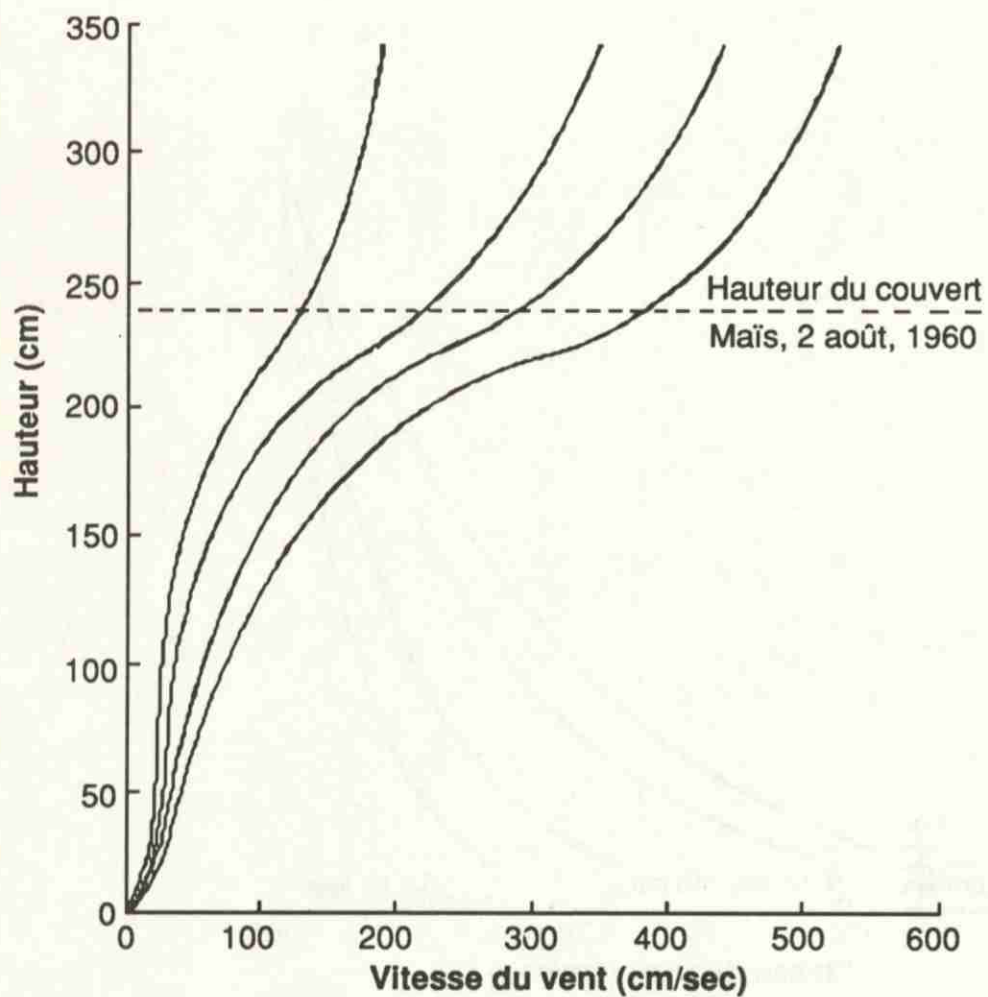


Figure 2 Profils représentatifs du vent à l'intérieur et au-dessus d'un couvent de maïs.
Adapté de Chang (1968).

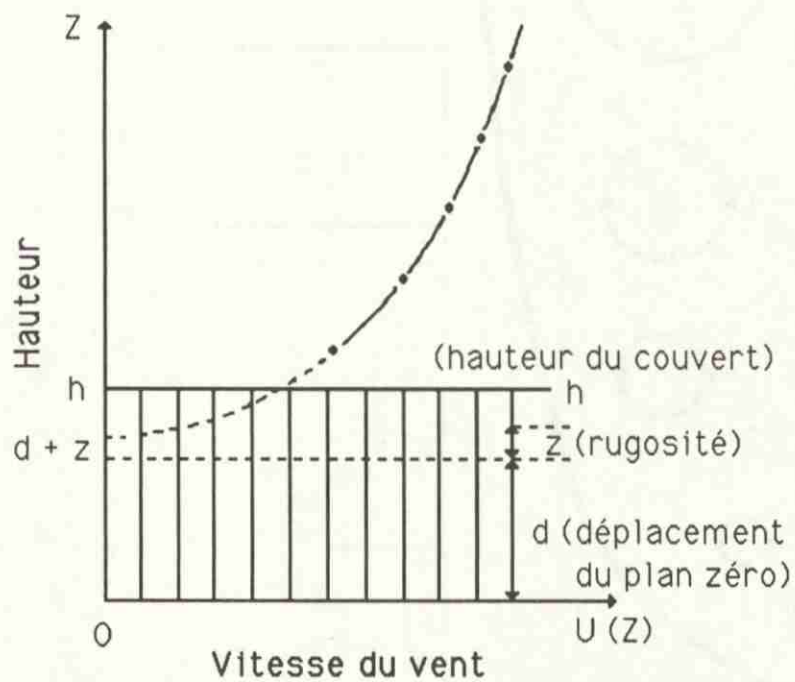
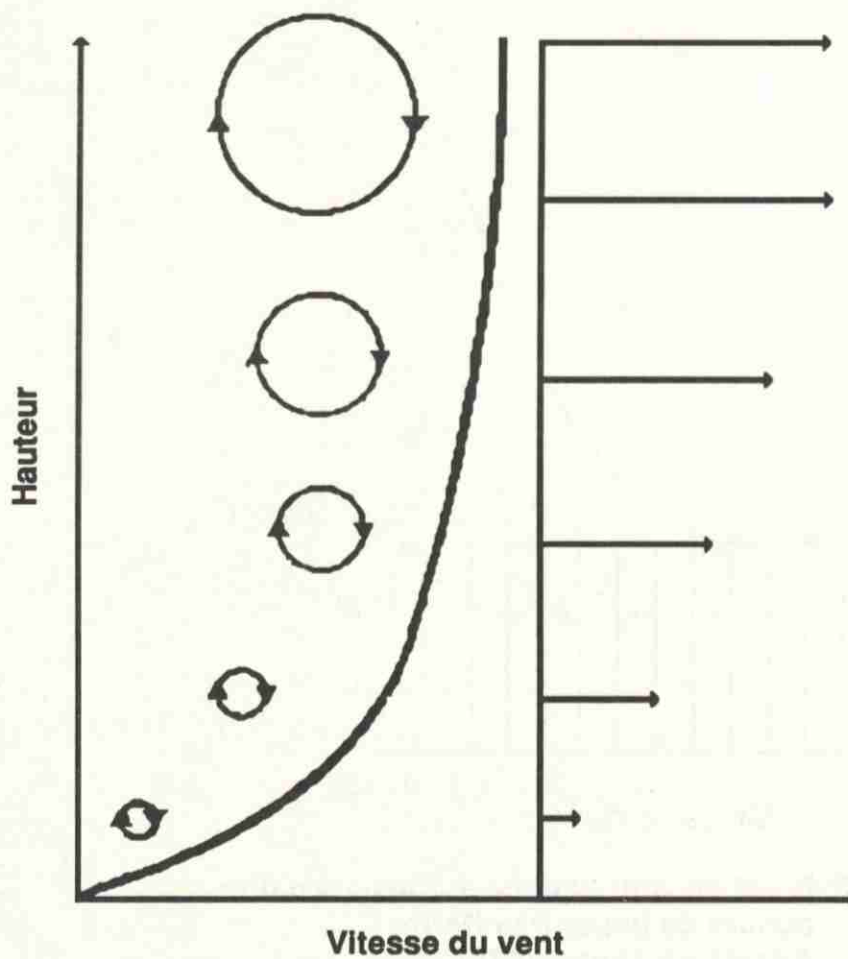


Figure 3 Profil de vent typique au-dessus d'une culture de hauteur uniforme.
Adapté de Thom (1975).



**Figure 4 Profil de vent et turbulence au-dessus d'une surface.
Adapté de Thom (1975).**

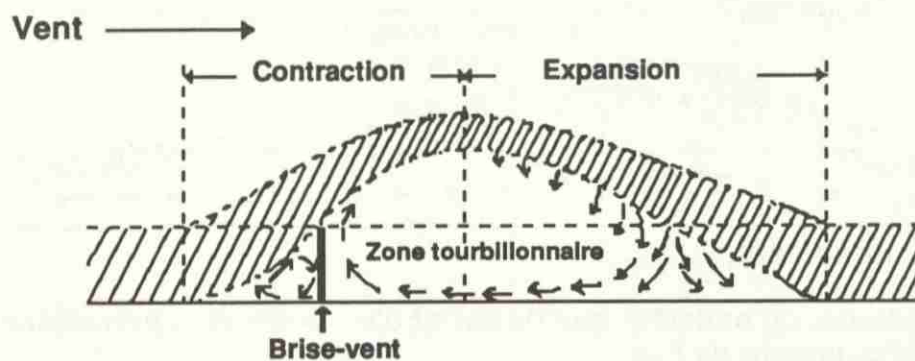


Figure 5 Représentation schématique de l'effet d'un brise-vent
Imperméable sur l'écoulement de l'air.
Adapté de Guyot (1986).

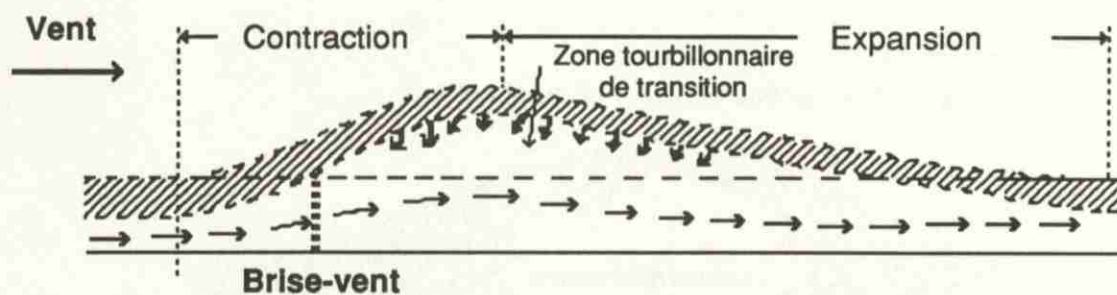
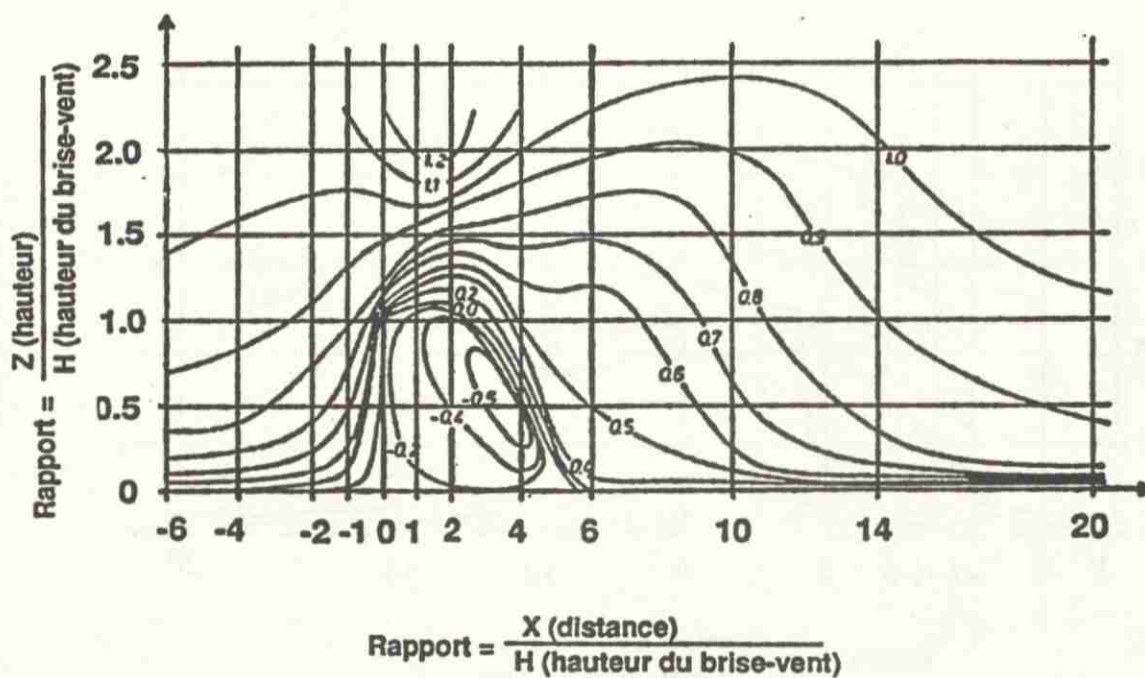
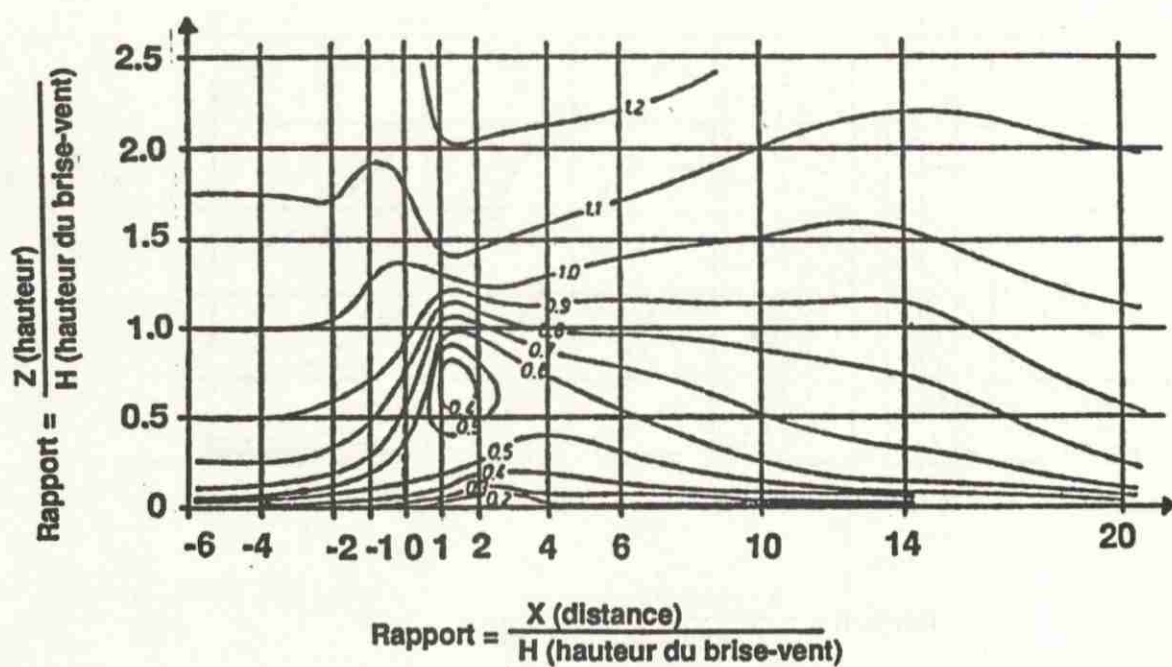


Figure 6 Représentation schématique de l'effet d'un brise-vent perméable sur l'écoulement de l'air.
Adapté de Guyot (1986).



**Figure 7 Réseau de courbes Isovitesses au voisinage d'un brise-vent
Imperméable de 2 m de haut.
Montfavet (1969).
Adapté de Guyot (1986).**



**Figure 8 Réseau de courbes Isovitesses au voisinage d'un brise-vent perméable de 2 m de haut ($\theta = 0,50$).
Montfavet (1969).
Adapté de Guyot (1986).**

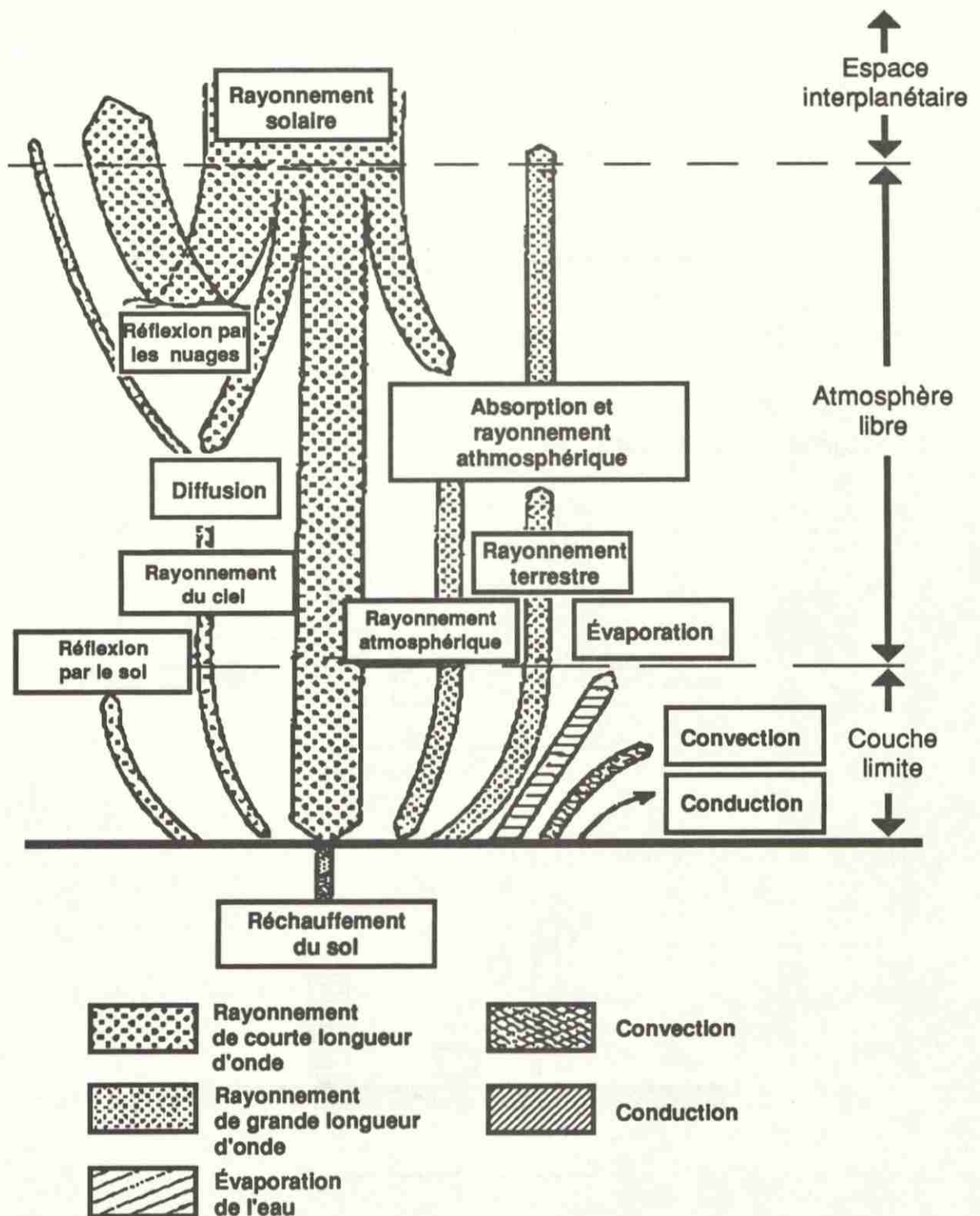
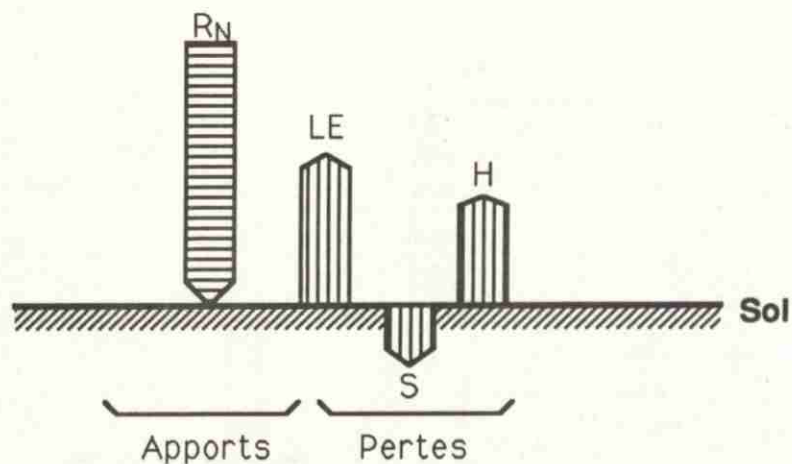
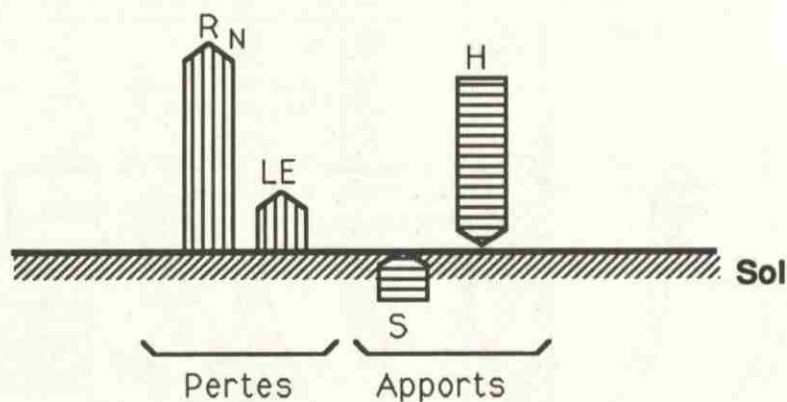


Figure 9 Représentation schématique des échanges énergétiques dans l'atmosphère et à la surface du sol.
Tiré de Guyot (1986).

A) Diurne



B) Nocturne (avec évaporation)



C) Nocturne (avec condensation)

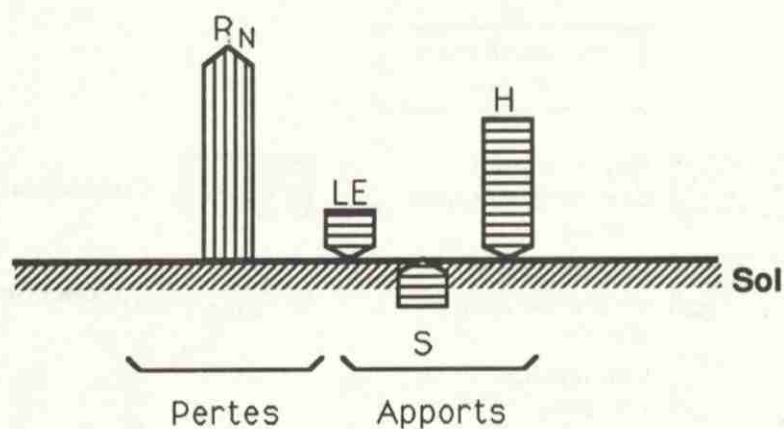
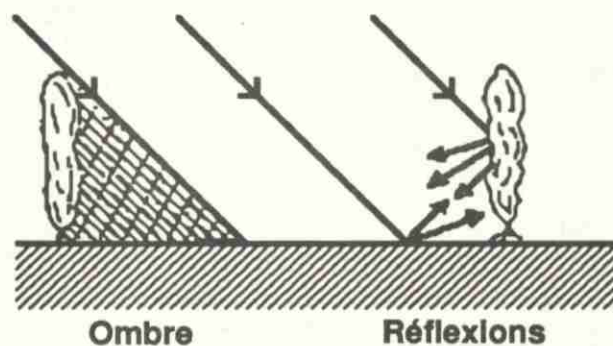
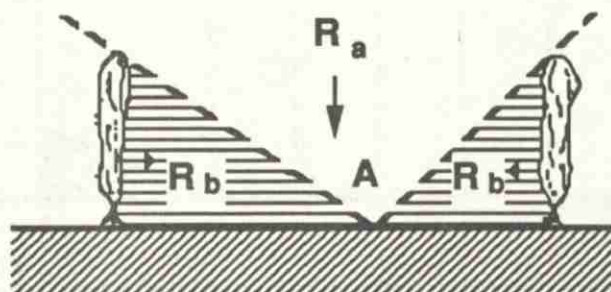


Figure 10 Bilan d'énergie
Adapté de Guyot (1986).

A) Rayonnement solaire direct de courte longueur d'onde



A) Rayonnement infrarouge ou de grande longueur d'onde



R_a = rayonnement atmosphérique
 R_b = rayonnement des brise-vent

Figure 11 Schéma illustrant les effets des brise-vent à l'échelle parcellaire sur les échanges radiatifs de courte et de grande longueur d'onde.
 Adapté de Guyot (1986).

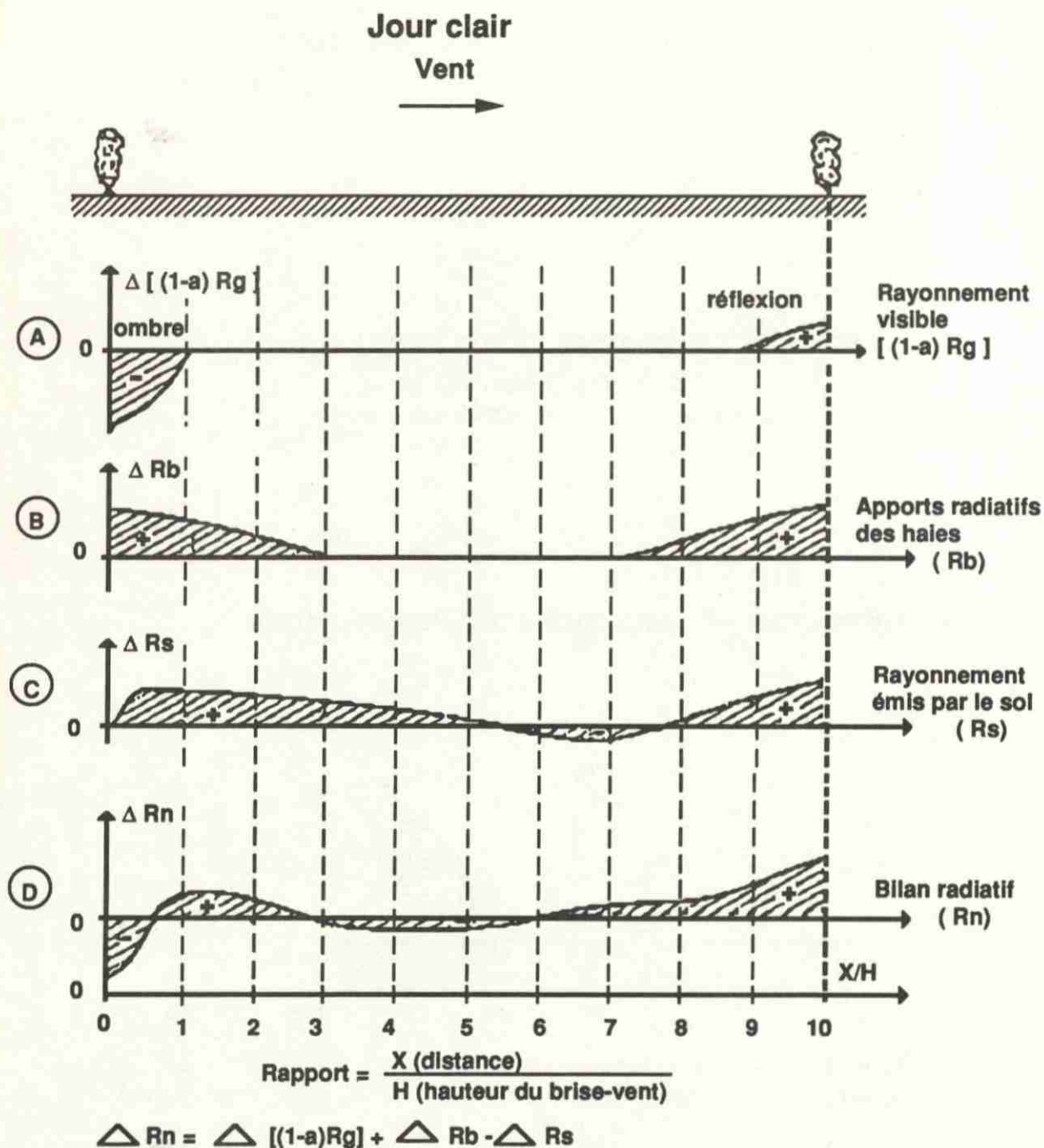
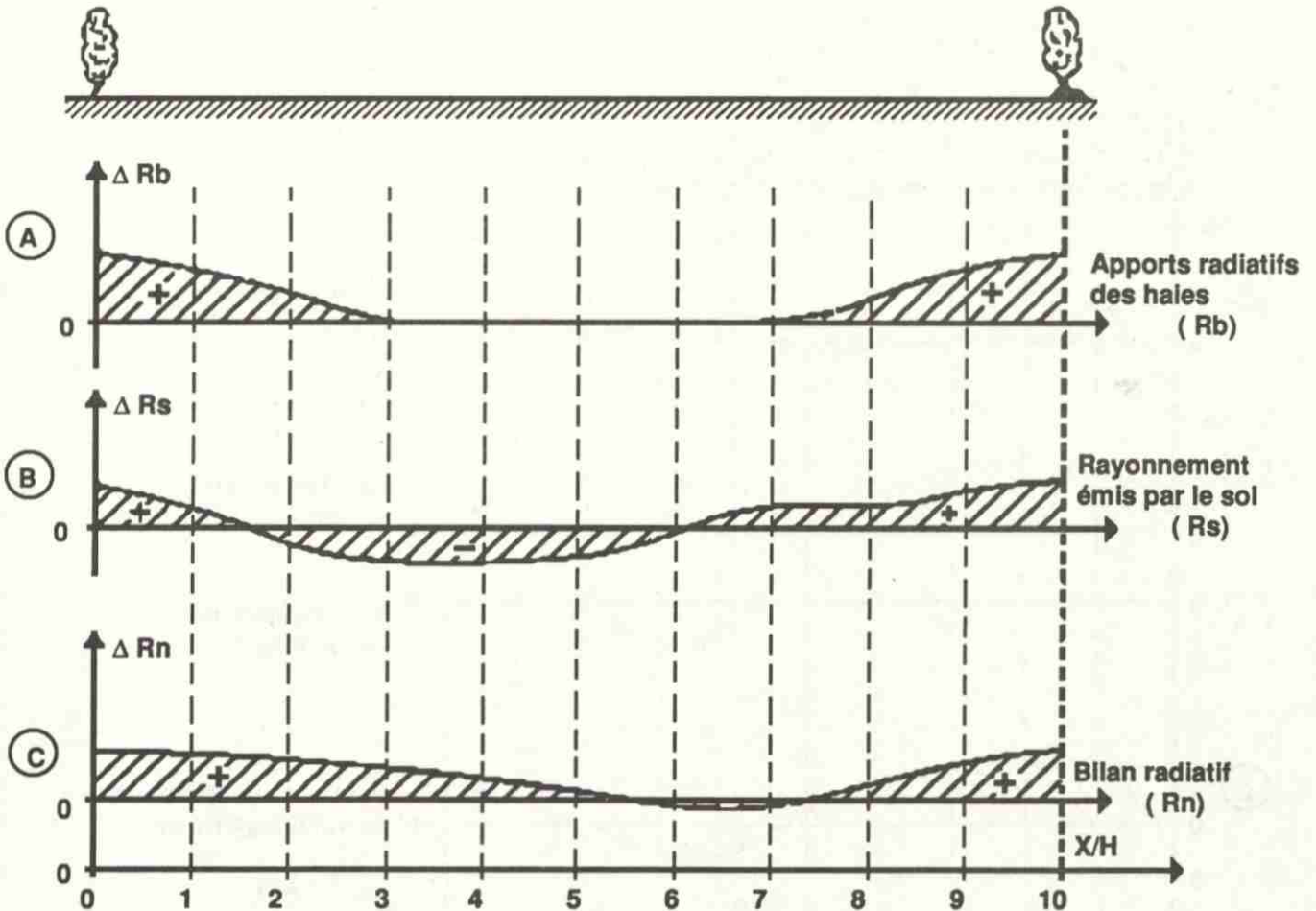


Figure 12 Représentation schématique des effets des brises-vent sur le bilan radiatif à l'échelle parcellaire au cours d'une belle journée (Exprimée en terme de différences par rapport à une zone ouverte). Adapté de Guyot (1986).

Nuit claire avec vent

Vent



$$\text{Rapport} = \frac{X \text{ (distance)}}{H \text{ (hauteur du brise-vent)}}$$

$$\triangle Rn = \triangle Rb - \triangle Rs$$

Figure 13 Représentation schématique des effets du brise-vent sur le bilan radiatif à l'échelle parcellaire au cours d'une nuit avec vent (Exprimée en terme de différences par rapport à une zone ouverte).
Adapté de Guyot (1986).

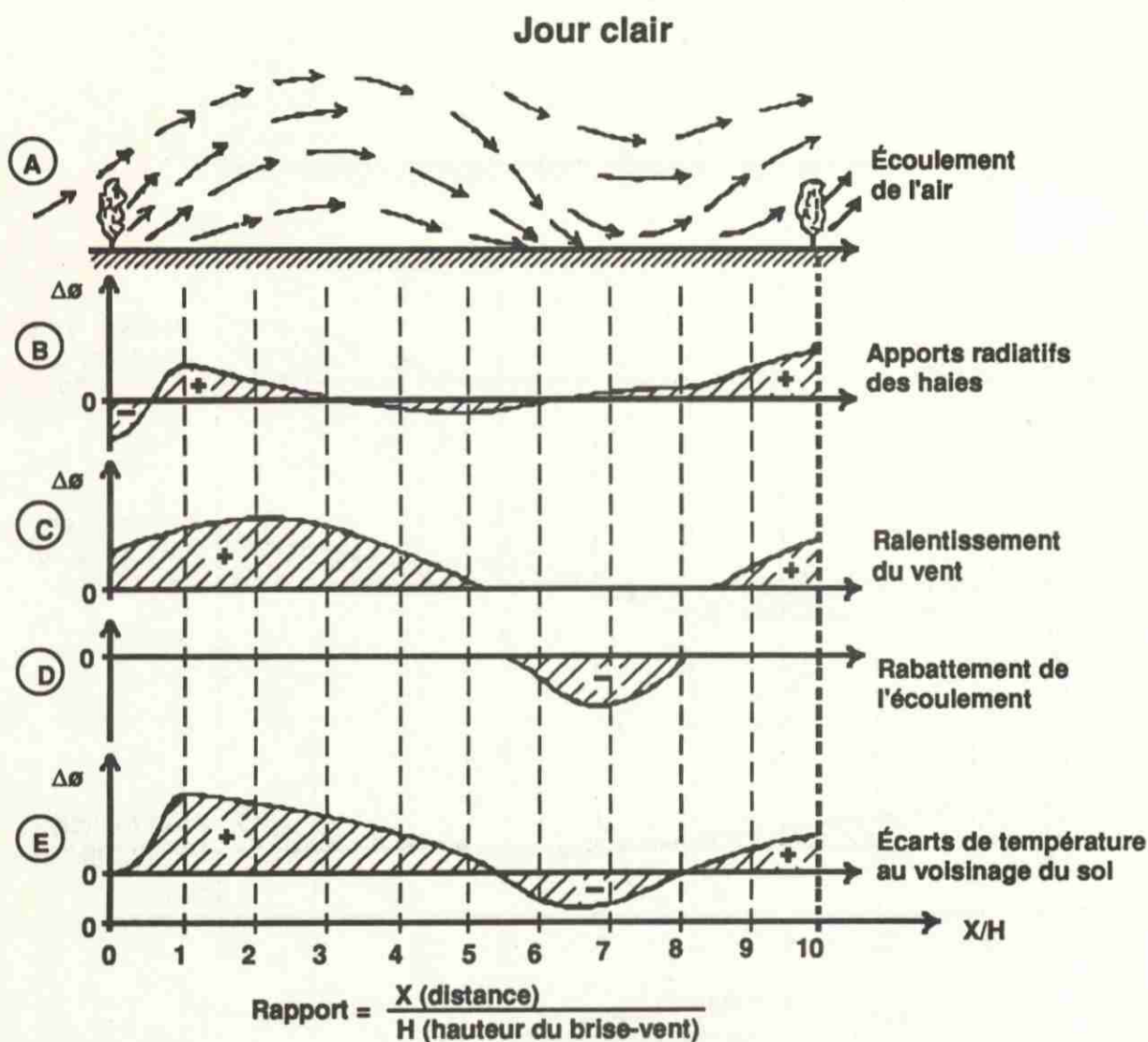


Figure 14 Représentation schématique des effets du brise-vent à l'échelle parcellaire sur la température diurne dans une zone bien alimentée en eau (Exprimée en terme de différences de température par rapport à une zone ouverte).
Adapté de Guyot (1986).

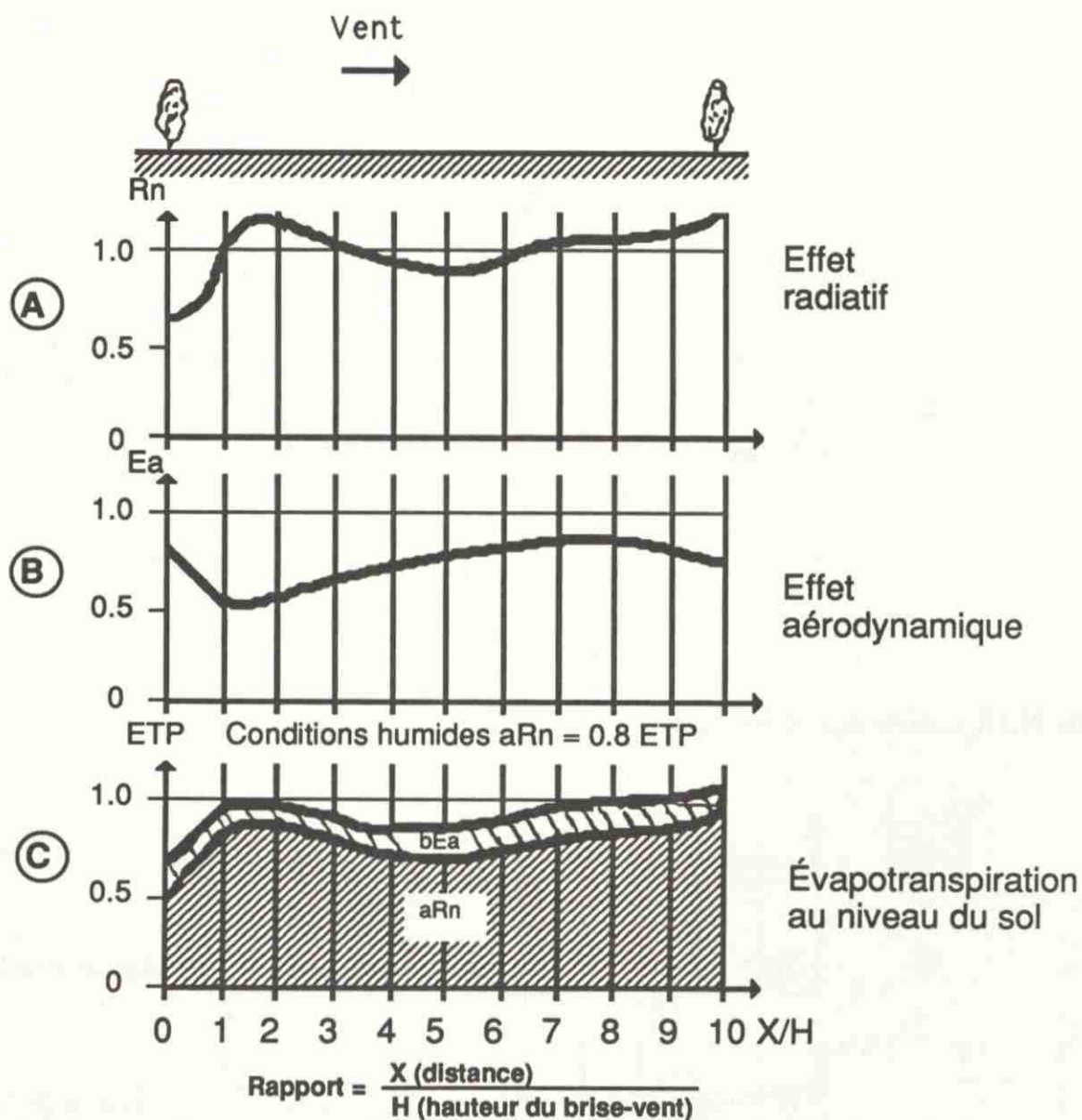
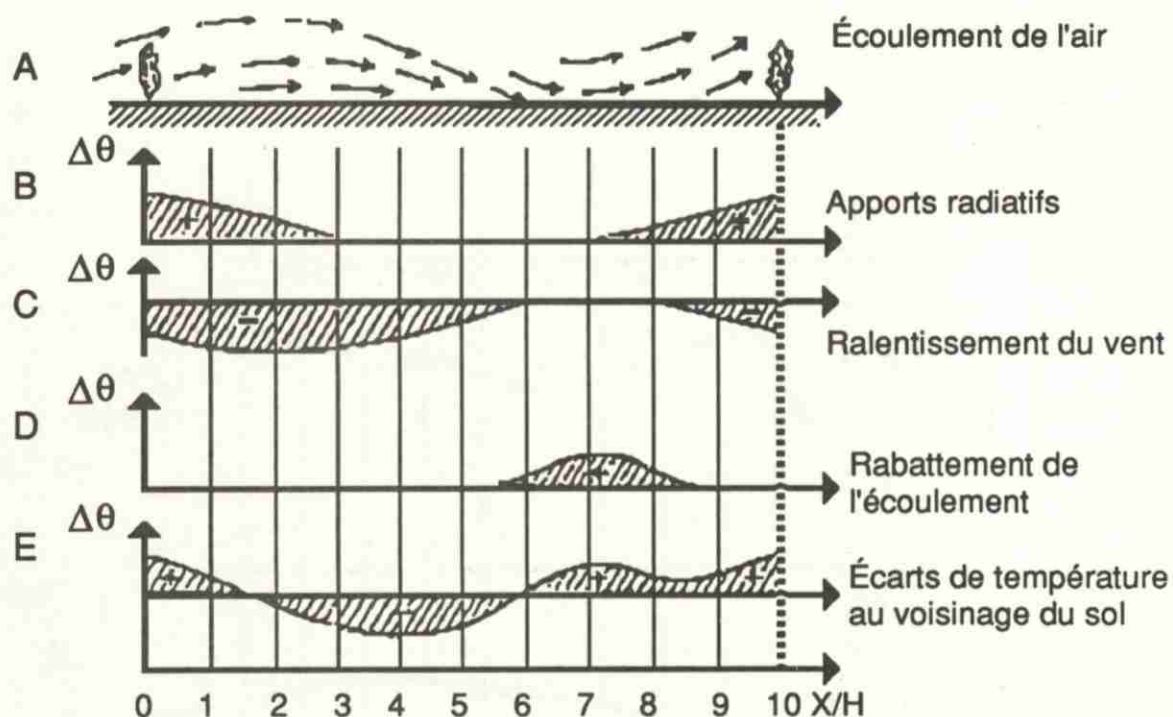


Figure 16 Représentation schématique des effets du brise-vent à l'échelle parcellaire sur l'évaporation dans une zone tempérée bien alimentée en eau (Exprimée en fonction de l'évapotranspiration potentielle en zone ouverte). Adapté de Guyot (1986).

A- Nuit claire avec vent



B- Nuit claire sans vent

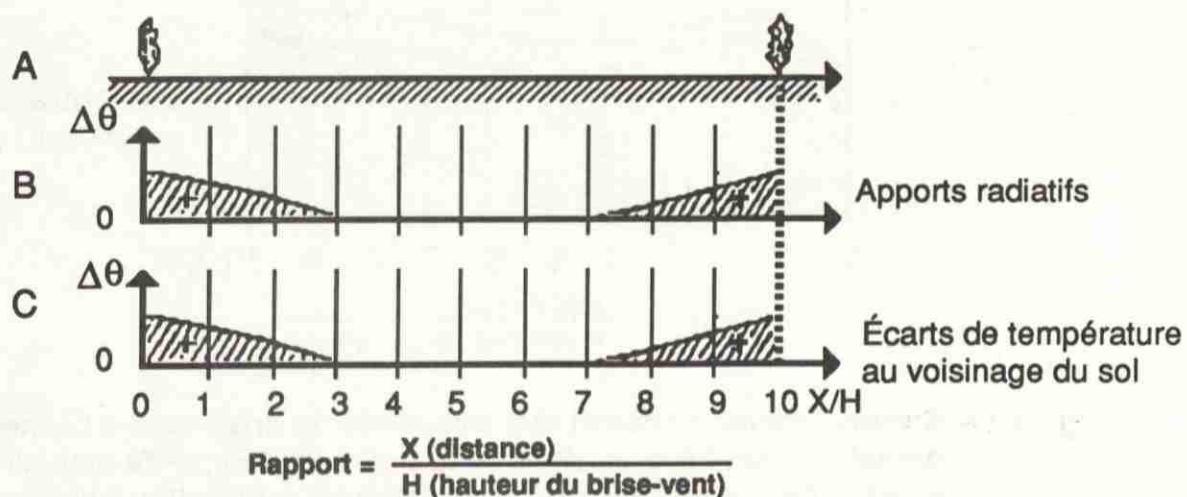


Figure 17 Représentation schématique des effets du brise-vent à l'échelle parcellaire sur la température de nuit et les risques de gel (Exprimée en terme de différence de température par rapport à une zone ouverte).
Adapté de Guyot (1986).

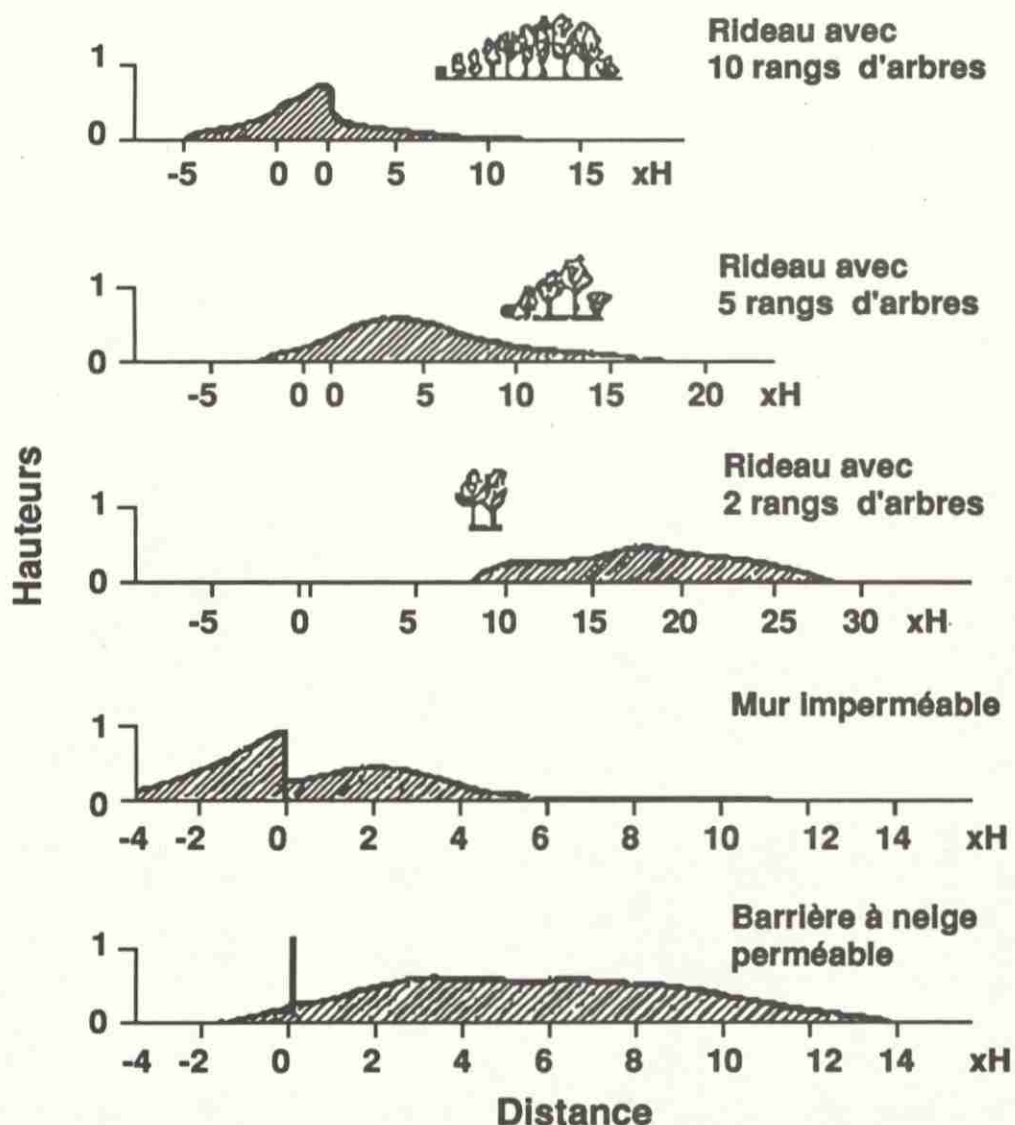


Figure 18 Profils de captation de la neige par des rideaux d'arbres défoliés, un mur imperméable et une barrière à neige perméable (Hauteur et distance - multiples de la hauteur de la barrière considérée).
Adapté de Guyot (1986) [d'après Woodruff, 1954]

LES EFFETS DU BRISE-VENT SUR LE
RENDEMENT DES CULTURES

Présenté à Saint-Hyacinthe
le 9 novembre 1989

par

John Kort, biologiste

Prairie farm rehabilitation administration (PFRA)
Indian Head
Saskatchewan

Les effets du brise-vent sur le rendement des cultures

John Kort

Introduction

Mesdames et Messieurs, c'est avec plaisir que j'ai accepté de faire cette présentation pour ce colloque.

Bien que les méthodes agricoles dans la région des Prairies diffèrent beaucoup de celles mises en pratique dans votre région, il reste que l'établissement de brise-vent se pratique dans les Prairies depuis le début du siècle et continue à se pratiquer encore aujourd'hui avec ferveur. Une étude publiée par l'ARAP en 1983 conclut que la perte des couches arables constitue un grave problème de nos jours et que 50 pour cent des pertes de matière organique sont occasionnées par le vent. Par conséquent, les ententes fédérales-provinciales sur le développement régional conclues en 1984 avec les provinces du Manitoba et de la Saskatchewan représentent un effort considérable en vue de la conservation des sols. Le programme élaboré dans le cadre de ces ententes prévoyait une aide financière qui serait offerte aux agriculteurs pour l'établissement de brise-vent. Depuis la mise en oeuvre de ce programme, des brise-vent furent créés sur plus de 5000 km.

Depuis quelques années, on met de plus en plus l'accent sur le développement de nouveaux systèmes de production qui minimisent les aspects négatifs de la production agricole sur l'environnement tout en maintenant les rendements à des niveaux économiques acceptables et en maintenant la qualité des produits pour ainsi assurer le patrimoine aux générations futures. L'établissement de brise-vent est une pratique agricole qui répond bien à ces exigences. Les gouvernements du Manitoba et de la Saskatchewan viennent tout juste de proposer un nouveau programme de financement pour la création de 5000 km de brise-vent par an pour les trois prochaines années.

Nous arrivons donc à l'objectif principal de cette présentation, l'effet des brise-vent sur la production agricole. Depuis de nombreuses années, à la suite d'études menées par Panfilov en U.R.S.S. en 1932 et par Bates aux États-Unis en 1917, nous savons que les rendements sont plus élevés dans les zones protégées par les brise-vent.

Comment les brise-vent améliorent le rendement et la qualité des cultures

Plusieurs facteurs influencent le rendement et la qualité des récoltes et les brise-vent aident à atténuer les effets destructifs de ces facteurs. En 1988, Grace a démontré que le vent peut causer des dégâts aux récoltes, endommageant les cellules dans les feuilles et occasionnant une perte d'humidité considérable et une dépense d'énergie pour restaurer les cellules nécessaires à la croissance. Le vent peut aussi influencer défavorablement la qualité de certains légumes comme le céleri en provoquant une production élevée des cellules fibreuses. Ce phénomène peut également affecter la saveur de certains fruits et légumes. Parfois, le vent cause des dégâts encore plus importants en criblant de sable les jeunes plantes. L'utilité des brise-vent est donc évidente.

Dans les zones protégées, les brise-vent améliorent les conditions climatiques par une augmentation de la température de 1 à 2 degrés centigrades. Le taux de croissance des récoltes augmente en fonction du rehaussement des températures à raison de 10 pour cent par degré sans tenir compte des variations de température du sol près des arbres. L'élévation des températures fait augmenter la teneur en sucre des betteraves à sucre (Baldwin, 1988) et entraîne une maturation plus rapide des fruits.

Le taux d'évaporation est réduit dans la zone protégée par les brise-vent et les récoltes sont plus denses (Pelton 1976). Par conséquent, une augmentation de la quantité totale d'eau utilisée par les plantes constitue un facteur compensatoire de manière à ce que le taux d'évapotranspiration dans une zone abritée ne se trouve pas diminué (Rosenberg, 1976). Toutefois, l'absorption de l'eau par les plantes en zones protégées est améliorée et, de ce fait, accélère la production photosynthétique.

Les brise-vent servent aussi à piéger la neige au cours de l'hiver, un avantage considérable dans la région des Prairies où la teneur en humidité des sols est un des facteurs les plus déterminants en ce qui a trait à la production. Il est souvent possible au coeur de l'été de voir, à la croissance des cultures, où ont séjourné les congères de neige. Au Dakota du nord, il a été démontré que le rendement de blé de printemps a été plus élevé pour les récoltes ayant eu une protection au cours de l'hiver que pour celles n'ayant eu une protection qu'au cours de l'été (Frank et Willis, 1978).

La pollinisation est un facteur important dans la production d'arbres fruitiers, de fraises ou de graines de luzerne. Le taux de pollinisation se trouve amélioré dans les zones protégées par les brise-vent en raison de la vélocité réduite du vent et des températures plus élevées.

Explication des avantages variables des brise-vent

On peut s'attendre à ce que les facteurs présentés ci-dessus aident à améliorer le rendement et la qualité des récoltes. Cependant, le degré d'amélioration peut varier d'une année à l'autre et dépend du genre de récolte produite, de la conception du brise-vent et du type de sol. L'établissement d'un brise-vent ordinaire aide à hausser le rendement net du blé de printemps dans les Prairies de 3,5 pour cent comme le démontre la figure 1. Cette figure a été préparée à partir de résultats d'un grand nombre d'échantillons pris dans la région des Prairies.

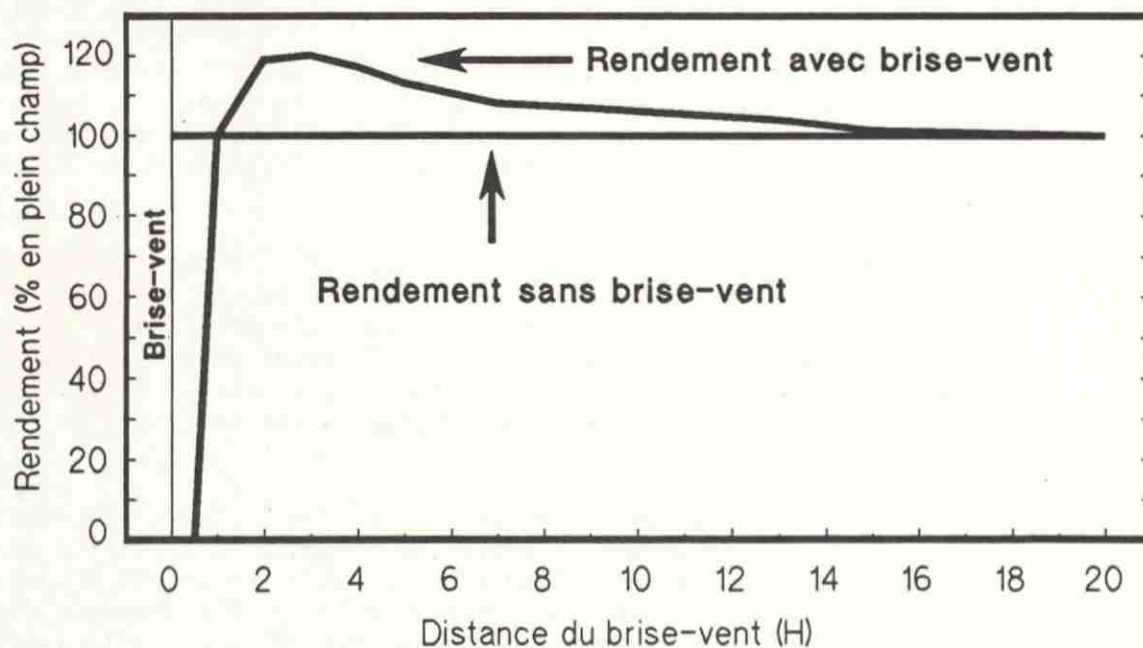


Figure 1. L'effet des brise-vent sur le rendement du blé de printemps dans les Prairies (H est la hauteur du brise-vent).

Cependant, les résultats de certaines autres études, par exemple Lehane et Nielsen en 1961, démontrent que la hausse de rendement n'est pas uniforme d'une année à l'autre. De toute façon, les avantages à long terme sont importants.

Selon Stoeckeler (1965), le degré d'amélioration du rendement des cultures en zones protégées est fonction du type de récolte. Les petits grains résistants à la sécheresse, tels que le blé du printemps ou l'orge, ne réagissent que faiblement. Par contre, la photosynthèse du maïs est plus efficace dans un milieu protégé. Les brise-vent influencent de manière importante le rendement des plantes potagères bien que le rendement des petits grains ne s'est pas toujours amélioré par l'établissement d'un brise-vent. Le maïs pour ensilage réagit davantage aux effets des brise-vent que le maïs sucré. Du fait que les plantes fourragères, à racines profondes, prennent leur humidité des couches basses du sol, ces plantes ne subissent pas de pertes provenant des racines des arbres des brise-vent, qui peuvent souvent concurrencer les récoltes sur le plan de l'humidité. Les plantes potagères sont d'habitude peu résistantes et assez fragiles face aux effets du vent et de la sécheresse, surtout lorsqu'elles sont jeunes. Les plants à racines comestibles réagissent de manière faible aux effets des brise-vent tandis que les plantes potagères à fleurs telles que les tomates, les concombres, les poivrons et les melons réagissent très bien dans un milieu protégé où les températures sont

élevées. Les insectes qui effectuent la pollinisation sont plus actifs dans une zone protégée, ce qui influence également le rendement des arbres fruitiers, des fraises, des melons et des concombres. Les avantages économiques des brise-vent sont donc toujours plus importants quand il s'agit de cultures sensibles aux effets du vent.

Plusieurs points importants sont à considérer lorsqu'on plante un brise-vent. Les essences de haut jet fournissent une meilleure protection tandis que les essences qui ont besoin d'une quantité importante d'humidité concurrencent les cultures adjacentes. Les essences à courte vie, en raison de leur taux de croissance, fournissent rapidement une protection efficace mais de courte durée. De plus, elles exigent plus d'entretien. Il est donc préférable de choisir des essences d'une plus longue vie pour l'établissement de brise-vent dans les Prairies.

Le type de sol doit aussi être pris en ligne de compte surtout dans les régions caractérisées par des conditions de sécheresse beaucoup plus fréquentes (Stoeckeler, 1962). La teneur en humidité des sols sableux est diminuée de manière importante quand ces terres sont mises en culture et la mise en application de bonnes pratiques de gestion de la neige est indispensable. En revanche, les sols argileux conservent l'humidité et une quantité importante d'eau provenant de la neige piégée par les brise-vent mais une partie importante ruisselle et se concentre dans les fossés ou dans les ruisseaux.

Conclusion

On arrive donc aux conclusions suivantes. 1) L'établissement de brise-vent aide à hausser les bénéfices d'une exploitation agricole compte tenu des frais d'établissement et d'entretien. 2) La hausse de rendement est due principalement à une meilleure gestion de la neige et à l'amélioration du microclimat. 3) Les bénéfices réalisés à la suite de l'établissement d'un brise-vent dépendent de la conception du brise-vent et des récoltes cultivées. Je voudrais souligner le fait que la pratique des brise-vent est une des pratiques de gestion agricole les plus valables et qu'elle deviendra de plus en plus une pratique acceptée par la communauté agricole.

Bibliographie

- Baldwin, C.S., 1988. The influence of field windbreaks on vegetable and specialty crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 22/23:191-203.
- Bates, C.G., 1917. The windbreak as a farm asset. U.S.D.A. Farmers' Bulletin No. 788, 15pp.
- Frank, A.B. and Willis, W.O., 1978. Effect of winter and summer windbreaks on soil water gain and spring wheat yield. *Soil Science Society of American Journal*, 42:950-953.
- Grace, J. 1988. Plant response to wind. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 22/23:71-88.
- Lehane, J.J. and Nielsen, K.F., 1961. The influence of field shelterbelts on climatic factors, soil drifting, snow accumulation, soil moisture and grain yields. Mimeographed Report, C.D.A. Experimental Farm, Swift Current, Saskatchewan. 18pp.
- Norto, R.L., 1988. Windbreaks: Benefits to orchard and vineyard crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 22/23:205-213.
- Panfilov, J., 1932. The influence of shelterbelts. *Na Lesokuturnom Fronte*, 7-8:2-18. (Russian)
- Pelton, W.L., 1967. The effect of a windbreak on wind travel, evaporation and wheat yield. *Canadian Journal of Plant Science*, 47:209-214.
- P.F.R.A. 1983. Land degradation and soil conservation issues on the Canadian Prairies. Government of Canada - P.F.R.A., Regina, Saskatchewan, 3 volumes, 184pp.
- Rosenberg, N.J., 1976. Effects of windbreaks on the microclimate, energy balance and water use efficiency of crops growing on the Great Plains. In: R.W. Tinus (Editor) *Shelterbelts on the Great Plains*. GPAC publication 78.
- Stoeckeler, J.H., 1962. Shelterbelt influence on Great Plains field environment and crops. U.S.D.A. Production Research Report #62, 26pp.
- Stoeckeler, J.H., 1965. The design of shelterbelts in relation to crop yield improvement. *World Crops*, March 1965:3-8.

LES BRISE-VENT ARTIFICIELS ET LEUR
EMPLOI EN HORTICULTURE

Présenté à Saint-Hyacinthe
le 9 novembre 1989

par

John Argall, Sylvie Jenni
et
Katrine Stewart

Sainte-Anne-de-Bellevue

LES BRISE-VENT ARTIFICIELS ET LEUR EMPLOI EN HORTICULTURE

John Argall, Sylvie Jenni et Katrine Stewart

Département de Phytotechnie

Collège Macdonald de l'Université McGill

Le vent nuit aux rendements en influençant la croissance des cultures maraîchères de plusieurs façons. Dans les endroits où l'érosion par le vent prédomine, la semence et les jeunes plants attachés aux particules de sol peuvent être emportés par le vent. Lors de nuits froides, le vent peut aggraver l'effet de la température et ainsi, causer de sérieux dommages aux jeunes plants de légumes. De même, des ravages aux tiges, branches, feuilles, fleurs et fruits de plants peuvent résulter de ces vents violents. Le fléchissement et la friction des feuilles entre elles causent des dégâts moins apparents qui, combinés à l'action abrasive de particules de sol présentes dans l'air, peuvent réduire la photosynthèse, augmenter les pertes d'eau et la respiration des plants, ces dernières concentrant maintenant leur énergie à la réparation des tissus blessés. La friction continue des feuilles sur le jeune fruit en développement peut occasionner une réduction significative de leur qualité. Indirectement, le vent peut affecter le rendement des cultures maraîchères en déplaçant l'eau d'irrigation et les arrosages de pesticides. Pour les espèces fragiles, comme le concombre et le cantaloup, une protection contre le vent peut assurer la survie des jeunes plants. Le rendement de ces espèces pourra aussi être favorablement influencé par l'augmentation des agents pollinisateurs dans les sites à l'abri des vents. D'autres cultures profitent aussi des effets positifs des brise-vent (voir Tableau 1).

Les brise-vent artificiels deviennent de plus en plus populaires comme moyen de protection contre le vent. En raison de leur coût élevé, on les destine surtout aux cultures qui rapportent le plus. Ils offrent une protection contre le vent lorsque les brise-vent naturels ne sont pas encore établis ou que la réduction du vent par les brise-vent permanents est insuffisante. Le Tableau 2 présente une comparaison entre les brise-vent naturels et artificiels à plusieurs points de vue. Les principaux avantages du brise-vent artificiel sont la modalité et la précision de ses caractéristiques qui permettent la création d'un micro-environnement plus uniforme à celui produit par les brise-vent naturels. De toute façon, l'utilisation optimale d'un brise-vent artificiel est régie par les mêmes principes que pour les brise-vent naturels: le brise-vent doit être continu, avec une porosité de 40 à 50%, placé devant la culture et orienté perpendiculairement aux vents dominants. Aussi, le brise-vent doit être répété suffisamment fréquemment pour offrir à la culture une zone de protection adéquate. Ce dernier point a fait l'objet de plusieurs recherches au Collège Macdonald. Jean-Pierre Fortin (1986) a étudié la réponse d'une culture de tomate derrière un brise-vent artificiel à 45% de porosité jusqu'à une distance de 30 H (H = hauteur du brise-vent). Le rendement vendable moyen jusqu'à cette distance a augmenté de 41 à 64% pour 1983 et 1984, respectivement par rapport aux parcelles non protégées. Alors qu'en 1983, l'augmentation du rendement vendable était attribué à une réduction des dommages du fruit, on a aussi noté en 1984 une augmentation de la grosseur du fruit. Des gains de rendements ont été observés jusqu'à une distance de 27-30 H derrière le brise-vent orienté de façon appropriée par rapport aux vents dominants. On notait une diminution de cette réponse positive à une distance approximative de 9 à 17 H, possiblement

causée par une zone de turbulence à cette distance derrière la barrière (Tableau 3). A la même époque, Stephen Monette (1986) étudiait la réponse du piment à plusieurs distances derrière un brise-vent artificiel de type PARAWEB. Il a observé des augmentations de rendement pour les distances rapportées au Tableau 4, même si celles-ci n'étaient significatives qu'en 1983 seulement. Par rapport à 1984, 1983 était caractérisé par deux fois moins de précipitations (155.6 mm versus 317.9 mm) et par des fluctuations de température de l'air plus grandes et plus fréquentes. Par ailleurs, les parcelles ont reçu une irrigation plus régulière en 1984. Les plus grandes augmentations de rendements en 1983 ne peuvent être expliquées par des différences de régime de vents puisque ceux-ci étaient similaires pour les deux années. On en a conclu que les effets de brise-vent sont plus prononcés dans des conditions environnementales plus stressantes, ce qui confirme les résultats d'autres scientifiques.

Toutes les études faites au collège sur les brise-vent rapportaient une plus grande croissance végétative, même si celle-ci n'est pas toujours associée à une augmentation de rendement. C'est le cas d'une autre étude conduite par John Argall en 1987 avec le melon. Le brise-vent utilisé consistait en feuilles d'un matériel produit par Dupont (CONSEFE), d'une porosité d'environ 50%. Ces brise-vent, de 1.5 m par 30 m étaient espacés à 14 mètres d'interval, ce qui correspond approximativement à l'espacement commercial. L'effet du brise-vent sur le nombre hâtif et total de melons brochés vendables est présenté dans le Tableau 5. Quoique l'on ne puisse analyser statistiquement les données à cause des effets confondus dus à l'utilisation successive des barrières, il est peu probable que les augmentations de rendement causées par les brise-vent soient significatives. Même si des effets plus prononcés ont été observés une seconde année, il reste que le Collège Macdonald n'est probablement pas un bon site pour l'étude des brise-vent. En effet, le site de recherche est déjà bien protégé par un système de brise-vent naturel et de verger bien établi, ce qui tempère nos parcelles de légumes contre les effets détritiaux des vents printaniers. Par contre, la majorité des régions maraîchères de la province est pauvre en brise-vent et les forts vents printaniers produisent fréquemment l'érosion du sol, la perte des jeunes plantules ou des dommages graves aux plantes récemment transplantées. Il serait donc désirable d'étudier l'utilisation des brise-vent sous les conditions plus venteuses des fermes commerciales de la province. En particulier, il serait intéressant de vérifier si l'espacement commercial actuel ne pourrait pas être élargi pour optimiser l'utilisation de cet intrant dispendieux. Finalement, il serait aussi intéressant d'étudier l'interaction entre les brise-vent et d'autres formes de modification du micro-climat comme les paillis, les couvertures flottantes et l'irrigation goutte-à-goutte.

TABLEAU 1

Amélioration des rendements de légumes sous l'effet de brise-vent artificiels.

Cultures	Porosité du brise-vent	% d'augmentation	Endroit
Chou-fleur	48%; 75%	0	Angleterre
Haricot	50 - 75%	9 - 40	Angleterre; Etats-Unis
Navet	50%	0	Ecosse
Piment	45%	20 - 42	Quebec
Tomate	45%; 57%	16 - 44	Nebraska; Quebec
Chou	50%	Plus grosse tête	Angleterre
Laitue	50%	Gain de précocité	Angleterre

Source: Fortin (1986) et Monette (1986).

TABLEAU 2

Comparaison entre brise-vent naturels et artificiels.

Facteur	Brise-vent	
	naturels	artificiels
Frais de main-d'oeuvre	Faibles	Elevés
Perte significative de sol arable	Oui	Non
Réduction de l'efficacité au moment de l'établissement	Oui	Non
Compétition pour le sol, l'eau et les éléments nutritifs	Oui	Non
Ombrage pour les cultures avoisinantes	Oui	Minime
Susceptibilité aux herbicides	Possible	Non
Abri pour rongeurs et oiseaux	Oui	Non
Maniabilité	Non	Oui
Uniformité de porosité	Non	Oui
Probabilité de bris lors de tempêtes sévères	Faible	Elevée
Possibilité de réduction de l'espacement entre les brise-vent pour une plus grande protection sans perte de terrain	Non	Oui

TABLEAU 3

Augmentation du rendement vendable pour la tomate à plusieurs distances d'un brise-vent artificiel durant deux années de recherche au Collège Macdonald (en pourcentage)*

Année	Distance approximative du brise-vent (H = hauteur du brise-vent)								
	3H	6H	10H	13H	16H	20H	23H	26H	30H
1983	63	50	57	21	23	50	58	67	-2
1984	45	39	20	40	100	65	95	145	90

*Source: Fortin, 1986.

TABLEAU 4

Augmentation du rendement vendable pour le piment à trois distances d'un brise-vent artificiel durant deux années de recherche au Collège Macdonald (en pourcentage)(1)

Année	Distance approximative du brise-vent (H = hauteur du brise-vent)(2)		
	6H	9H	12H
1983	26 ^{ns}	25*	21*
1984	20 ^{ns}	16 ^{ns}	8 ^{ns}

(1) Source: Monette, 1986

(2) * = différence significative (P = 0.05) par rapport au témoin
ns = différence non significative

TABLEAU 5

Effet d'un brise-vent artificiel sur le rendement hâtif et total de melon brodé vendable (moyenne de deux cultivars) avec paillis et paillis/tunnel. Collège Macdonald, 1987.

Traitement	Nombre de fruits vendables par 14.4 m ² de parcelle	
	<u>Avec brise-vent</u>	<u>Sans brise-vent</u>
	- <u>Rendement hâtif</u> -	
Paillis ⁽¹⁾ /tunnel	26.7	24.8
Paillis ⁽¹⁾	9.5	9.4
	- <u>Rendement total</u> -	
Paillis/tunnel	46.3	43.8
Paillis	33.8	34.2

(1) moyenne pour paillis clair et paillis noir

(2) Source: Argall, 1987

Les facteurs qui influencent l'efficacité d'un brise-vent

Exposé prononcé le 9 novembre 1989,
à l'I.T.A. de St-Hyacinthe, dans
le cadre d'un colloque sur
les brise-vent

par

André Vézina, ingénieur forestier (1)

- (1) Département des Ressources agrologiques
Institut de technologie agro-alimentaire
401, rue Poiré, La Pocatière.
GOR 1Z0 Tél: (418) 856-1110

1. INTRODUCTION

Les brise-vent peuvent être très utiles en agriculture ainsi que dans d'autres secteurs (Collaboration, 1989). Cependant, pour obtenir la protection désirée, on doit connaître l'influence des caractéristiques physiques du brise-vent sur l'écoulement de l'air (vent). De plus, il faudra tenir compte des caractéristiques du vent qui sont étroitement liées à l'environnement du brise-vent.

2. LE ROLE DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BRISE-VENT

La porosité, la hauteur, la longueur, la largeur, la forme du profil transversal et l'orientation du brise-vent constituent les principaux critères qui influenceront l'efficacité d'un brise-vent isolé. Le cas de brise-vent en réseau sera étudié à la section 4.

2.1 POROSITE

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 (équ. 1).

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

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 (2 rangées d'arbres au moins). 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 De Walle, 1988).

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

2.1.1 EFFETS DE LA POROSITE DU BRISE-VENT SUR LA VITESSE DU VENT

On doit d'abord distinguer deux paramètres afin de mieux caractériser la protection offerte par un brise-vent. Il s'agit du maximum de réduction de la vitesse du vent et de la longueur de la zone protégée. Un brise-vent de faible porosité (très dense) entraîne un maximum de réduction de la vitesse du vent supérieur à celui obtenu derrière un brise-vent plus poreux (moyennement dense). Ce dernier offre par contre une protection moyenne supérieure sur 20 H, (où H est la hauteur du brise-vent (fig. 1)).

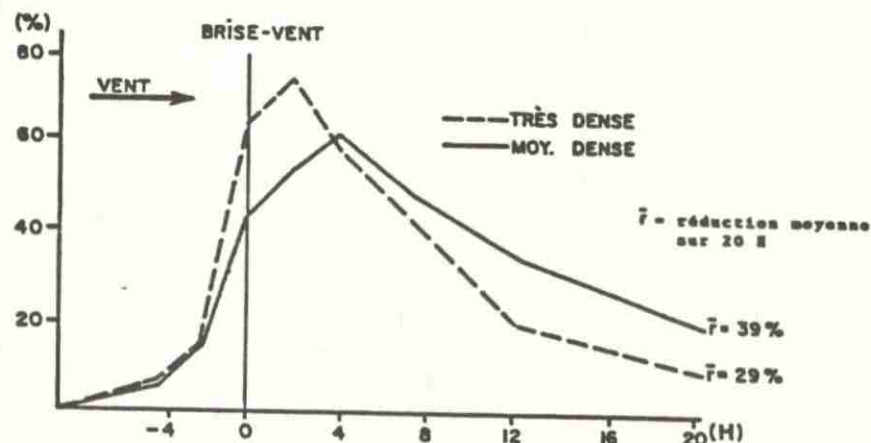


Figure 1 - Réduction de la vitesse du vent (en % de la vitesse mesurée en zone ouverte) à différentes distances de brise-vent constitués par des claies de roseaux très denses et moyennement denses (d'après Nagëli, 1946, dans Guyot, 1977).

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 De Walle (1988) affirment 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 dégâts aux cultures. Ces considérations ainsi que les nombreuses recherches citées 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 de la surface protégée, s'obtient avec une porosité voisinant les 40%, ce qui correspond à une densité de moyenne à forte.

La répartition de la neige dans la zone protégée doit également être considérée. Un brise-vent dense accumulera une plus grande quantité de neige à ses abords qu'un brise-vent poreux, mais la neige sera répartie sur une distance moins grande (fig. 2). Un brise-vent de faible densité ($\phi = 70\%$) apparaît comme excellent pour répartir uniformément la neige dans la zone protégée.

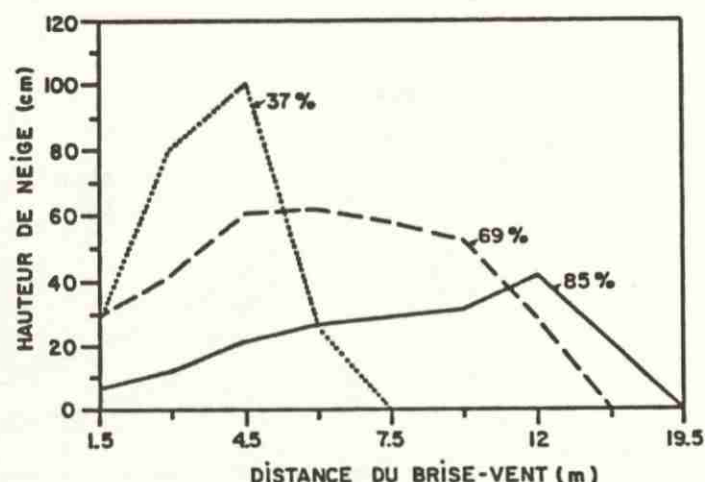


Figure 2 - Accumulation de neige par des brise-vent de différentes porosités (d'après Greb et Black, 1971).

L'utilisation de la porosité seule pour caractériser la structure d'un brise-vent est insuffisante. Il faut aussi tenir compte de la forme et de la dimension des ouvertures (Guyot, 1977).

2.2 LA HAUTEUR DU BRISE-VENT

L'extension de la zone d'action 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 $.5 H$, où H est la hauteur du brise-vent. 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. 1).

L'intensité de la protection varie en fonction du rapport (z/H) , soit entre la hauteur au-dessus du sol où la mesure est effectuée (z) et la hauteur du brise-vent (H) (fig. 3). Plus ce rapport est faible, plus la vitesse du vent est faible, donc meilleure est la protection. Par conséquent, un brise-vent de 4 mètres de haut sera plus efficace pour protéger une culture basse, comme une fraisière, que pour protéger une culture plus haute tel un verger de pommiers, car le rapport z/H est plus élevé dans ce dernier cas.

D'autre part, la figure 3 met en évidence une réduction de la vitesse du vent jusqu'à $5 H$ en amont du brise-vent.

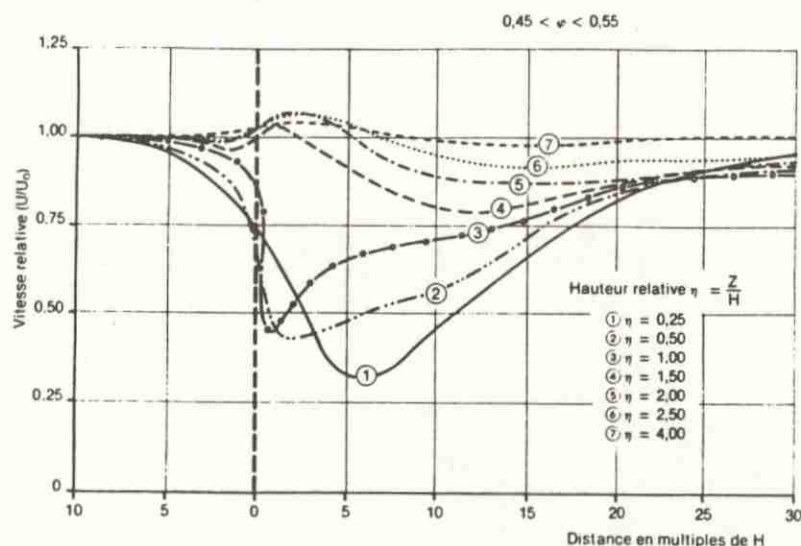


Figure 3 - Influence d'un brise-vent peu perméable de 2,2 m de haut constitué par une claie de roseaux sur la vitesse relative du vent à différents niveaux (s'après Nagëli, 1953, dans Guyot, 1988).

2.3 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 Nagëli (1953) dans Guyot (1988), le brise-vent doit avoir une longueur d'au moins 11,5 fois sa hauteur. A 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 (fig. 4).

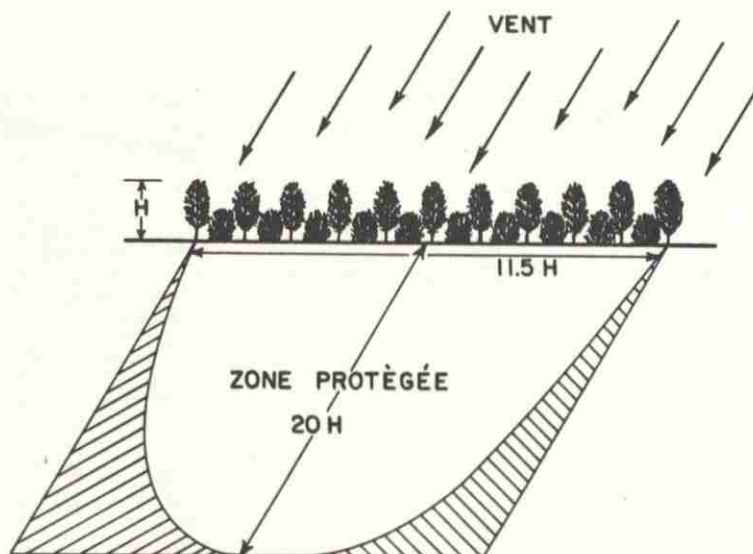


Figure 4 - Circulation latérale de l'air autour d'un brise-vent.

2.4 LA LARGEUR DU BRISE-VENT

La largeur du brise-vent influence sa perméabilité. Normalement, plus le brise-vent est large, moins il est perméable au vent et plus il occupe de l'espace cultivable. Une bande boisée, constituée d'une ou deux rangées d'arbres, est suffisante pour répondre adéquatement aux besoins de protection rencontrés dans le secteur agricole québécois.

2.5 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 conseillée (Guyot, 1977).

2.6 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 tend à diminuer la perméabilité du brise-vent.

Pour les brise-vent artificiels, de faible épaisseur et constitués de lattes verticales, plus on s'éloigne de la perpendiculaire, plus la porosité (ϕ) augmente puisque la surface effective des vides augmente (Richards, 1983, dans Heisler et De Walle, 1988). L'efficacité des barrières constituées de lattes horizontales sera moins affectée par les variations dans l'angle du vent.

2.7 FLEXIBILITE

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

3. C A R A C T E R I S T I Q U E S D U V E N T

3.1 LA VITESSE DU VENT

La réduction de la vitesse du vent par un brise-vent artificiel ou par un brise-vent naturel de densité élevée ($\phi < 20\%$) est indépendante de la vitesse du vent à l'approche du brise-vent (Konstantinov et Struzer (1965) dans Heisler et De Walle (1988)). Toutefois, dans le cas de brise-vent moyennement denses, l'augmentation de la vitesse du vent se traduit par un accroissement de la porosité liée probablement à l'alignement du feuillage parallèlement à la direction du vent. On dispose toutefois de peu d'information concernant l'impact de cette variation sur l'efficacité du brise-vent.

3.2 TURBULENCE DU VENT

Un vent est dit turbulent lorsque sa vitesse est très irrégulière. On distingue 2 types de turbulence: la turbulence mécanique causée par la présence d'obstacles dans le champ et la turbulence thermique produite par les phénomènes de convection qui perturbent la circulation horizontale (Naud, 1973). La turbulence du vent à l'approche du brise-vent influence grandement l'efficacité de ce dernier (Jensen, 1954). La rugosité de la surface à l'approche du brise-vent (Z_o), la stabilité de l'air et la présence d'obstacles en aval du brise-vent sont trois facteurs qui influencent la turbulence de l'écoulement (Guyot, 1988).

3.2.1 LA RUGOSITE DE LA SURFACE (Z_o)

Une augmentation de la rugosité de la surface tend à augmenter le rapport (Z_o/H) et conséquemment à réduire l'efficacité du brise-vent (fig. 5).

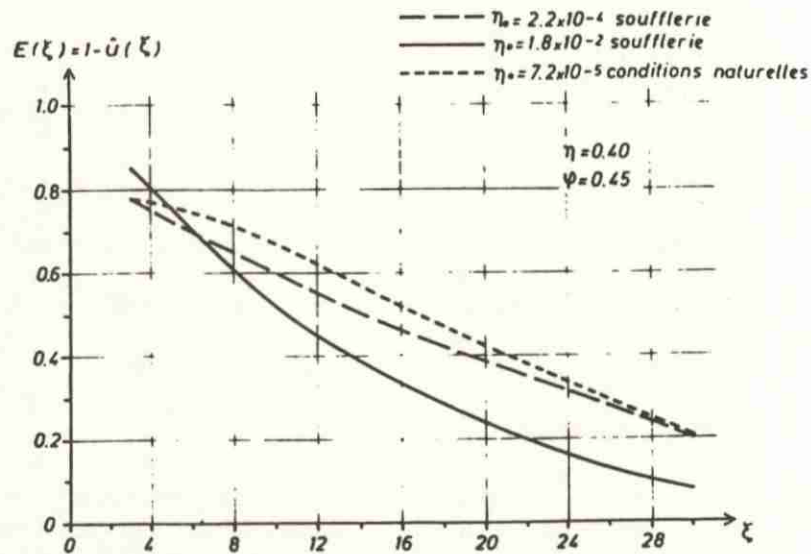


Figure 5 - Influence de la rugosité du sol sur l'efficacité de brise-vent de même porosité en soufflerie et dans des conditions naturelles (d'après Jensen, 1954), $n = z/H$.

3.2.2 STABILITE THERMIQUE

Tous facteurs étant par ailleurs égaux, la réduction du vent derrière le brise-vent est variable en fonction de la stabilité thermique de l'air, que l'on peut associer au gradient thermique de l'air (Van Eimern, 1964). Dans des conditions de stabilité (gradient thermique faible ou négatif), l'écoulement de l'air passe plus difficilement au-dessus du brise-vent, une plus grande partie passe au travers de celui-ci et la réduction du vent est plus importante. Dans des conditions instables (gradient thermique fort), l'écoulement a tendance à passer par-dessus l'obstacle plus facilement et la réduction du vent est moins importante. L'efficacité du brise-vent peut être passablement réduite dans les cas de fortes instabilités. Toutefois, ces conditions sont peu susceptibles de se produire lorsque les vents sont forts (Seginer, 1975).

3.2.3 PRESENCE D'OBSTACLES

Les obstacles placés au travers du vent augmentent sa turbulence. Bradley et Mulhern (1983) ont observé une zone de sillage jusqu'à 50 H derrière un brise-vent de porosité de 50%. L'efficacité d'un brise-vent situé dans un réseau de brise-vent sera par conséquent différente de celle mesurée derrière un brise-vent isolé en plein champ.

4. RESEAU DE BRISE-VENT

Dans un réseau de brise-vent, l'effet de protection n'est pas cumulatif d'un brise-vent à l'autre. Le premier brise-vent augmente la turbulence du vent, réduisant l'efficacité des brise-vent qui suivent (fig. 6).

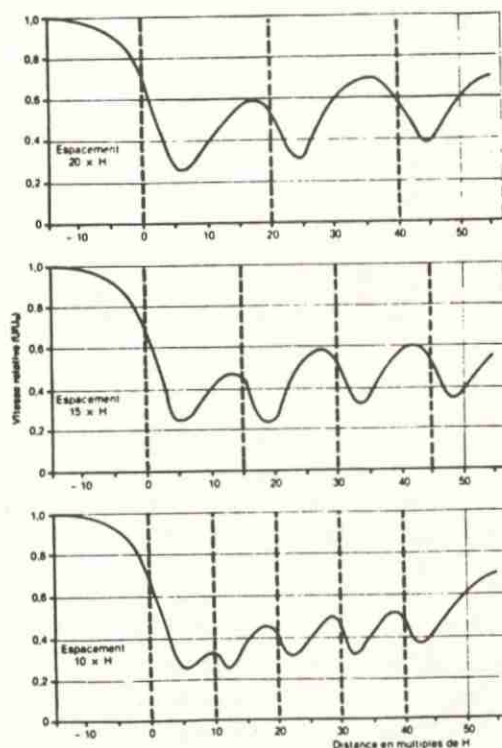


Figure 6 - Effet d'une série de brise-vent identiques (constitués par des haies de roseaux de 2,20 m de haut et de porosité voisine de 50%) sur la vitesse relative du vent en fonction de leur espacement (d'après Nagéli, 1965, dans Guéyot, 1988).

Toutefois, le réseau de brise-vent va entraîner une modification de la rugosité régionale, ce qui se traduira par une réduction de la vitesse du vent s'ajoutant à l'effet local de chaque brise-vent (fig. 7). Cet effet régional débute dans le réseau à beaucoup plus que 50 H du premier brise-vent (Heisler et De Walle, 1988).

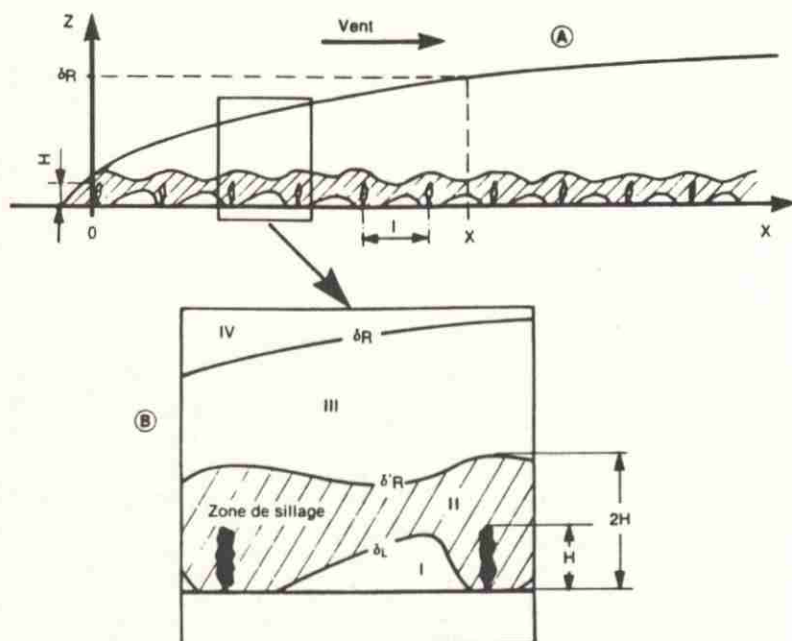


Figure 7 - Représentation schématique de l'influence d'un aménagement régional sur l'écoulement de l'air. En A, développement de la couche limite régionale et en B, détail de l'écoulement à l'échelle parcellaire (extrait de Guyot, 1988).

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. Strictement sur le plan réduction de la vitesse du vent, les résultats de Nagéli (1953) (c.f. Guyot) semblent indiquer qu'il n'est pas avantageux de trop rapprocher les brise-vent. L'efficacité d'un réseau de brise-vent de porosité égale à 50% a été augmentée de 14% lorsque l'espacement entre les haies a été réduit de 20 à 15 H et de 7% supplémentaires de 15 à 10 H (fig. 6). Toutefois, ce réseau n'est pas assez long pour qu'apparaisse l'effet régional. Par conséquent, on ne peut extrapoler ces résultats à tous les réseaux de brise-vent.

5. CONCLUSION

La structure et l'environnement du brise-vent influencent grandement son efficacité. On devra s'assurer de bien cibler les objectifs de protection afin d'ajuster les éléments structuraux du brise-vent, dont les principaux sont l'orientation, la longueur, la hauteur et la porosité. Cette dernière est particulièrement importante puisqu'elle déterminera la réduction de la vitesse du vent et la répartition de la neige dans la zone protégée.

Les caractéristiques du vent sont étroitement liées à l'environnement du brise-vent. Parmi celles-ci, la turbulence du vent, qu'elle soit causée par la présence d'obstacles ou par l'instabilité de l'air, est la plus influente sur le comportement du brise-vent. Une augmentation de la turbulence du vent se traduit par une diminution de l'efficacité du brise-vent. Ce phénomène est observable dans les réseaux de brise-vent successifs. Toutefois, si le réseau est suffisamment long, la perte d'efficacité est compensée par une réduction de la vitesse du vent induite par l'aménagement régional.

BIBLIOGRAPHIE

- Bradley, E.F., Mulhern, R.J., 1983. Development of velocity and shear stress distributions in the wake of a porous shelter fence. J. Wind. Eng. and Indus. Aéro., 15 : 145-156.
- Collaboration, 1989. Le rôle des brise-vent en agriculture au Québec. Section brise-vent, Conseil des Productions Végétales du Québec (C.P.V.Q.), MAPAQ, 14 p.
- Greb, B.W. and Black, A.L., 1971. Vegetative barriers and artificial fences for managing snow in central and northern plains. Tiré de A.O. Hangen (Editeur) Snow and Ice in Relation to Wildlife and Recreation, Proceedings of symposium Iowa State University, Ames, Iowa, 1971, pages 96 à 111.
- Guyot, G., 1989. Les effets microclimatiques des brise-vent et des aménagements régionaux. Techniques agricoles, 1170 (3-1989), 27 p.
- Guyot, G., 1977. Les effets aérodynamiques des brise-vent. Promoclim E., Tome 8E, No 3: 137-188.
- Heisler, G.M. et De Walle, D.R., 1988. Effects of Windbreak Structure on Wind Flow. Agriculture, Ecosystems and Environment, 22/23 : 41-69.
- Jensen, Martin, 1964. Shelter effect, Investigations into the Aerodynamics of Shelter and its effects on Climate and Crops. The Danish Technical Press, Copenhagen.
- Konstantinov, A.R. et Struzer, L.R., 1965. Shelterbelts and crop yields. Traduit du russe par Israël Program for scientific translations. U.S. Department of Commerce, Clearinghouse for Federal Scientific Technical Information, Springfield, V.A., 138 p.
- Naud, R.C., 1982. Environnement atmosphérique. Notes de cours, Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Ste-Foy.
- Radke, J.K., 1976. The use of annual wind barrier for protecting row crops. Dans R.W. Tinus (Ed) Shelterbelts on the Great Plains. Proc. of the symposium, April 20-22, Denver (Colorado), USA, Great Plains Agric. Council, Pub 78.
- Richards, P.J., 1983. Design of artificial windbreaks. Publication présentée à un séminaire à l'Université d'Auckland, Nouvelle-Zélande, le 3 août 1983, 15 p.
- Seginer, I., 1975. Atmospheric-stability effect on windbreak shelter and drag. Boundary Layer Meteor, 9 : 133-141.
- Van Eimern, J.; Karschon, R.; Razumova, L.A. et Robertson, G.W., 1964. Windbreaks and Shelterbelts. WMO Technical Note No 59 (WMO-No 147, TP70), 188 p.

LE CHOIX DES ESPECES D'ARBRES
EN BRISE-VENT

Présenté à Saint-Hyacinthe
le 9 novembre 1989

par

Gilles Vallée

Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec

Québec

LE CHOIX DES ESPECES D'ARBRES EN BRISE-VENT

Résumé

Les brise-vent en milieu agricole ont pour principale fonction de protéger les cultures et les sols ainsi que d'améliorer la qualité de l'environnement. Pour être efficaces, les brise-vent nécessitent des entretiens réguliers tout au long de leur vieillissement et demandent à être remplacés. Leur remplacement n'est pas obligatoirement relié à la longévité des espèces constitutantes mais aussi au déploiement (élargissement) de la cime des arbres qui occupe de plus en plus de terrain en vieillissant. Ce problème peut être résolu en utilisant des espèces à cimes fastigiées ou étroites ou encore en faisant une rotation des brise-vent. Dans ce dernier cas, le choix d'espèces produisant des bois de haute qualité pour les plantations de brise-vent peut permettre aux propriétaires d'obtenir, lors de la coupe d'un brise-vent, un revenu qui rentabilise les coûts consentis pour réaliser ce brise-vent. De plus compte tenu de l'étendue potentielle des brise-vent au Québec, la production de bois de haute qualité qu'ils produiraient peut être un apport non négligeable à l'industrie du bois, ce qui ajoute un autre rôle socio-économique aux brise-vent.

L' I M P L A N T A T I O N P R A T I Q U E
E T L' E N T R E T I E N
D E S B R I S E - V E N T N A T U R E L S

Conférence prononcée le
9 novembre 1989 lors du
Colloque sur les brise-vent

par

Luc Desbiens, ingénieur forestier (1)
Joel Boutin, technologiste agricole (2)

- (1) : Coopérative Les Producteurs de Sucre d'Erable du Québec
(2) : Service d'intervention en milieu naturel Enr.

1. INTRODUCTION

L'implantation de brise-vent est relativement récente en agriculture au Québec si on exclut la région de Joliette où on en a planté durant les années 1940 pour protéger les cultures de tabac. Depuis une dizaine d'années, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (M.A.P.A.Q.) réalise des travaux de développement et de transfert technologique sur les brise-vent pour offrir une solution pratique aux producteurs agricoles qui ont des problèmes avec le vent. Ces travaux résultent d'une étroite collaboration entre l'Institut de technologie agro-alimentaire de La Pocatière, les bureaux régionaux et locaux du M.A.P.A.Q., les producteurs agricoles du Québec et le ministère de l'Energie et des Ressources. Au cours des trois dernières années, cette action concertée a permis l'implantation, au Québec, de plus de 1500 kilomètres de brise-vent.

L'exposé suivant traitera des techniques recommandées pour implanter et entretenir avec succès un brise-vent naturel et de l'aide technique et financière disponible aux producteurs agricoles pour réaliser leurs brise-vent.

2. IMPLANTATION D'UN BRISE-VENT NATUREL

La hauteur, la durée de vie et la valeur esthétique supérieures militent en faveur de l'installation de brise-vent naturels plutôt qu'artificiels. L'argument économique est toutefois le plus convaincant. Le brise-vent naturel ne coûte en matériaux que 450\$ par kilomètre, soit le prix du paillis de plastique, les arbres étant disponibles gratuitement au ministère de l'Energie et des Ressources.

Le coût d'achat élevé des brise-vent artificiels (4000\$ à 14000\$ par kilomètre pour un écran de 1,2 mètre de hauteur) ainsi que leur faible hauteur limitent leur utilisation à la protection de cultures très rentables occupant de petites superficies.

La démarche à suivre pour implanter un brise-vent naturel est expliquée dans les sections suivantes.

2.1 PLANIFICATION DU PROJET

Avant de sauter sur le tracteur pour préparer le terrain, il est primordial de bien planifier son projet. Comme le brise-vent est implanté pour plusieurs décennies, la première étape consiste à repérer le meilleur emplacement où l'installer. Ensuite, il faut, selon la nature de la protection requise, choisir judicieusement les arbres et arbustes à planter ainsi que leur arrangement en brise-vent. Ces deux étapes ayant déjà été

traitées par les autres conférenciers, passons immédiatement à la préparation du sol.

2.2 PREPARATION DU SOL

La préparation du sol est l'étape la plus importante qui détermine le succès de la plantation. On doit travailler le sol sur une profondeur de 15 à 20 centimètres et sur une largeur minimale de trois mètres de façon à le rendre très meuble, comme pour un semis. Cette opération, qui facilite la pose du paillis plastique et l'enracinement des plants, est réalisée à la fin de l'été ou tôt à l'automne précédant la plantation.

Durant cette étape, on doit procéder à l'apport d'amendements organiques et calcaires et à l'application de phosphore et de potassium, si l'analyse chimique du sol révèle des déficiences. Le niveau de fertilité des terres agricoles cultivées est généralement suffisant pour permettre une bonne croissance des plants. Toutefois, si tel n'est pas le cas, une fertilisation similaire à celle recommandée dans le bulletin du CPVQ ~Pépinière, choix du sol et du substrat de culture, fertilisation, Agdex 270/500~, apparaît valable.

L'été précédant la plantation, il peut être avantageux de détruire les mauvaises herbes dans la bande où sera installé le brise-vent et d'effectuer un sous-solage du sol, si celui-ci est très compacté, à une profondeur de 60 à 80 centimètres.

On peut maintenant étendre sur le sol bien préparé le paillis de plastique.

2.3 PAILLIS DE PLASTIQUE

Le paillis de plastique a fait ses preuves au Québec. Ses principaux avantages sont de réduire la concurrence herbacée et de conserver l'humidité et la structure du sol. Pour les brise-vent, nous recommandons le paillis ~longue durée~, noir embossé de 0.07 millimètre (.0027 pouce) d'épaisseur et de 150 centimètres (60 pouces) de largeur.

La pose peut se faire manuellement pour de petites longueurs ou à l'aide d'une dérouleuse mécanique entraînée par un tracteur pour les grandes distances. La pose sera d'autant plus facile que le sol sera bien meuble et pas trop humide. Dans le cas de la dérouleuse mécanique, il est recommandé d'ajuster les disques pour que le plastique soit bien renchaussé. Il est bon de prévoir un surplus de film plastique. Ce dernier servira à la préparation de collerettes (carrés de 30 centimètres de côté) qui seront placées autour des plants au moment de la plantation.

La pose du paillis de plastique devrait se faire à l'automne. Cela permet au producteur d'effectuer ce travail

lorsque l'humidité du sol permet le passage de la machinerie (ce qui n'est pas toujours le cas tôt au printemps) et d'être fin prêt, à la fin avril ou au début de mai, pour réaliser la plantation aussitôt que les plants seront disponibles.

2.4 RECEPTION ET CONSERVATION DES PLANTS

Pour réussir son brise-vent il faut mettre en terre des plants sains et en bon état. Vous devez vérifier l'état des plants dès leur réception. Les plants sains ont des aiguilles vertes, des bourgeons fermés et des racines humides. Il faut refuser systématiquement les plants qui présentent les caractéristiques suivantes: racines séchées, aiguilles décolorées couvertes de moisissures et bourgeons débourrés avec nouvelles pousses longues et blanchâtres.

Après la vérification, il faut arroser les plants. Idéalement, la plantation devrait suivre immédiatement la réception des plants. Si vous devez attendre un à deux jours, placez les plants dans un endroit frais (sous-sol, chambre froide ou hangar), les racines bien recouvertes de tourbe humide et maintenez-les humides jusqu'à la plantation.

Quant aux boutures et aux plançons, il faut aussi les conserver au frais pour éviter le débourrement des bourgeons. De plus, il est recommandé de les mettre dans l'eau une journée avant la plantation afin de favoriser le développement des racines.

Avant la plantation, il est important de rassembler tout le matériel nécessaire.

2.5 MATERIEL NECESSAIRE A LA PLANTATION

Pour la plantation, il est nécessaire de préparer le matériel suivant:

- les plants, boutures ou plançons;
- les collerettes pour les plants à racines nues;
- une mesure (corde ou tige) d'une longueur égale à l'espacement à laisser entre les plants;
- une solution pour praliner les racines des arbres;
- de l'eau pour humidifier les plants et le sol et favoriser le tassement du sol autour des racines;
- des pierres ou du sable pour retenir le film plastique au niveau des trous dans lesquels sont plantés les arbres;

- des pelles, des pioches forestières ou des plantoirs;
- des grands récipients contenant de l'eau pour transporter les boutures et les plants;
- un tracteur et une remorque pour transporter le tout;
- et plusieurs amis-es et parents pour faire de la plantation une belle fête du printemps.

2.6 PLANTATION

Une plantation de qualité fournit un bon départ au brise-vent. La technique de plantation varie selon le type de plants utilisés. Décrivons brièvement les techniques de plantation des boutures, des plançons, des plants à racines nues et des plants en récipients.

2.6.1 Plantation de boutures

Les boutures sont des tiges sans racines d'environ 30 centimètres de longueur et 1 centimètre de diamètre. Les boutures sont, parmi tous les types de plants, les plus économiques et les plus faciles à planter. Plusieurs espèces d'arbres et d'arbustes tels les peupliers, les saules et les sureaux se propagent facilement par bouturage.

Lorsqu'on plante des boutures, on doit utiliser un plantoir (une tige de fer en forme de T dont l'extrémité est pointue) de diamètre légèrement inférieur à celui de la bouture. Le plantoir sert à faire le trou où l'on introduit la bouture. Contrairement aux plants, il n'est pas nécessaire d'installer des collerettes lorsqu'on plante des boutures.

On doit planter les boutures à 45 degrés par rapport à la surface du sol, afin d'éviter le déchaussement par le gel, et ne laisser apparaître que l'extrémité de la bouture et le bourgeon de tête en prenant soin de ne pas le briser. Il faut bien tasser la terre autour de la bouture et recouvrir le plastique d'une pierre ou de sable, près de l'ouverture, afin d'éviter le ballonnement du plastique qui pourrait briser le bourgeon de tête.

2.6.2 Plantation de plançons

Les plançons sont des boutures de 2 à 3 mètres de longueur et de 2 à 3 centimètres de diamètre.

Pour planter les plançons, on choisit un plantoir en forme de T semblable à celui utilisé pour les boutures mais ayant de plus grandes dimensions. On perce un trou de diamètre légèrement inférieur au diamètre du plançon et on introduit ce dernier le plus droit possible à une profondeur variant entre 0,6 et 1 mètre. Il faut bien tasser la terre autour du plançon. Il n'est pas nécessaire d'installer des collerettes lorsqu'on plante des plançons.

2.6.3 Plantation de plants à racines nues

Les plants à racines nues doivent avoir leurs racines constamment humides à partir de leur extraction en pépinière jusqu'à leur plantation en brise-vent.

Il ne faut jamais exposer les racines à l'air et au soleil. Les plants sont extraits un par un du seau ou du sac. On peut alors enrober les racines des arbres avec un pralin (mélange d'argile, d'eau et de bouse de vache fraîche) surtout si la plantation s'effectue dans un sol sec. Il faut bien étaler les racines, les placer vers le bas et éviter de les enrouler.

Les arbres sont plantés le plus droit possible et au niveau du collet. Aucune branche ne doit être enterrée, ni aucune racine laissée à l'air libre. On doit arroser généreusement et bien tasser le sol pour éviter la formation de poches d'air qui provoquent l'assèchement des racines. Il faut placer les collerettes autour des plants sous le paillis pour éviter la pousse des mauvaises herbes et recouvrir le plastique d'une pierre ou de sable pour le maintenir en place.

Il ne faut pas craindre d'utiliser des jeunes arbres de 1 à 4 ans (selon les espèces) pour la plantation. L'expérience montre que les jeunes plants s'implantent plus facilement et qu'ils ont une meilleure croissance.

2.6.4 Plantation de plants en récipients

Comme l'indique leur nom, ces plants sont cultivés dans des récipients jusqu'à leur plantation. On conseille d'arroser les plants pour faciliter leur extraction du récipient. La plantation, qui se fait à l'aide d'un plantoir, consiste à enterrer complètement la carotte de racines et à tasser par la suite la terre autour du plant. Ces plants ne nécessitent pas de collerettes. Ils sont plus rapides à planter et peuvent être plantés sur une plus longue période que les plants à racines nues.

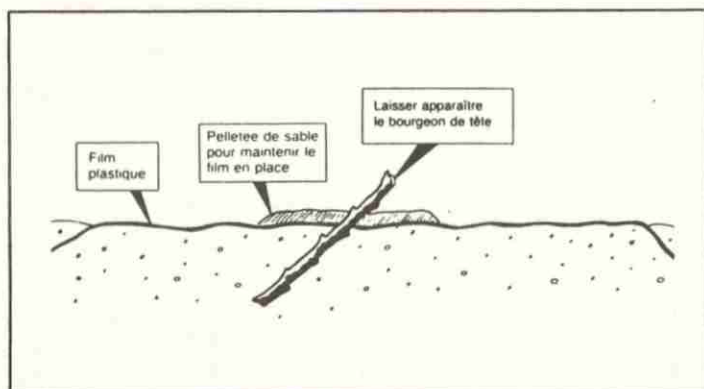


FIGURE 1. Plantation de boutures sur film plastique.

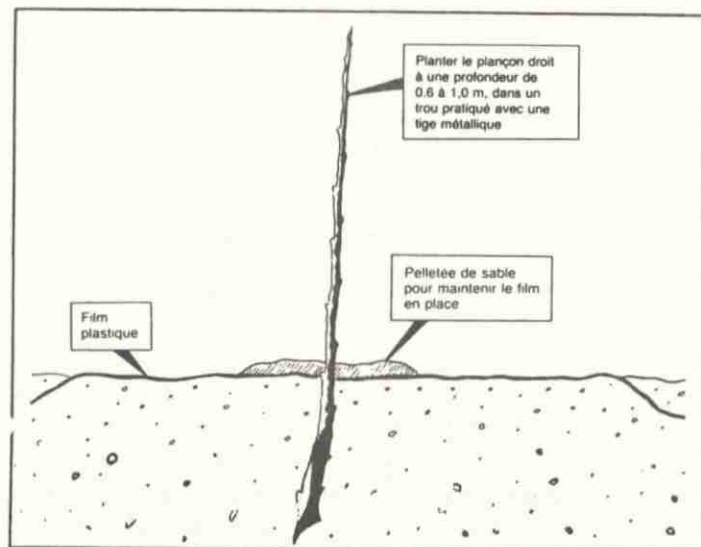


FIGURE 2. Plantation de plançons sur film plastique

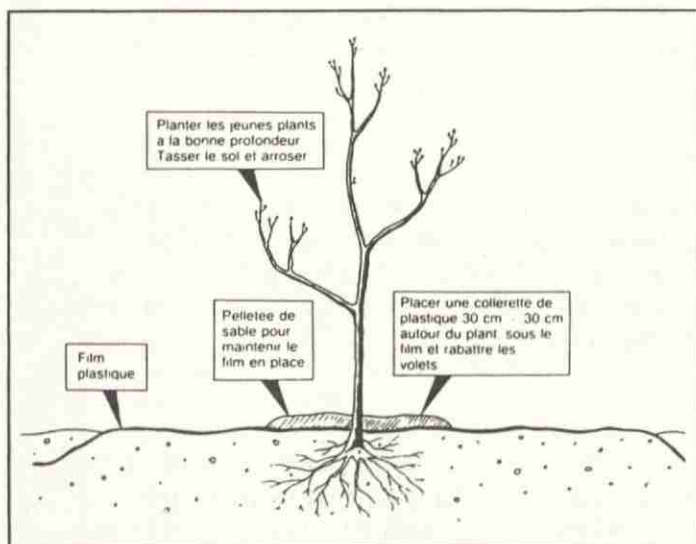


FIGURE 3. Plantation de plants enracinés sur film plastique.

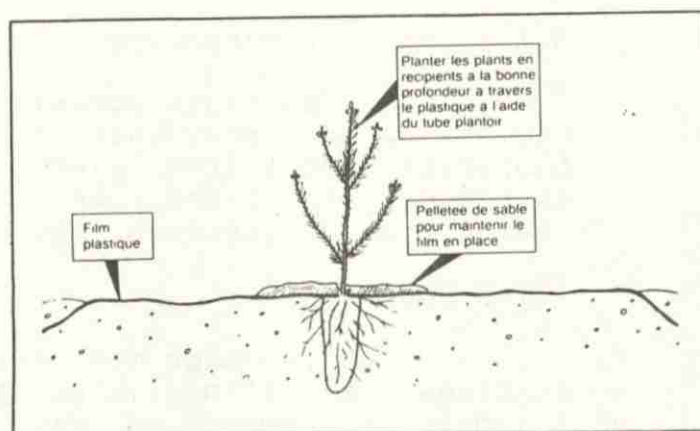


FIGURE 4. Plantation de plants en récipient sur film plastique.

Une fois la plantation faite, on recommande de bien identifier le brise-vent à l'aide d'une pancarte ou de rubans, et d'installer une clôture de protection pour empêcher le bétail d'y avoir accès.

Le brise-vent est maintenant bien implanté, il faut sans tarder en planifier l'entretien.

3. ENTRETIEN D'UN BRISE-VENT NATUREL

Après quelques semaines, votre nouveau brise-vent a déjà fière allure. Pour qu'il puisse avoir un développement optimal et remplir son rôle le plus rapidement possible, vous devez l'entretenir. Les principaux travaux d'entretien d'un brise-vent naturel sont la répression de la concurrence herbacée, la protection contre les animaux, le contrôle des insectes et maladies, la protection contre le vent, le remplacement des plants morts, l'irrigation, la fertilisation et la taille.

3.1 REPRESSION DE LA CONCURRENCE HERBACEE

Le succès de l'établissement d'un brise-vent est principalement lié à la répression de la compétition herbacée. Le film plastique noir utilisé élimine la compétition herbacée sur environ 45 centimètres de chaque côté des plants. Vous devez cependant réprimer les herbes qui s'établissent en bordure du plastique car elles concurrencent les plants du brise-vent pour leur approvisionnement en eau, en éléments nutritifs et en lumière. La répression des mauvaises herbes doit s'effectuer jusqu'à ce que l'ombrage des arbres ou des arbustes empêche leur développement, soit de 3 à 5 ans après la plantation. Voici quelques moyens que vous pouvez utiliser.

3.1.1 Sarclage mécanique

Le sarclage mécanique vise à arracher ou à couper les racines pour provoquer l'assèchement des mauvaises herbes. L'opération doit être exécutée deux ou trois fois durant la saison de croissance, par temps chaud et sur sol sec, avant que les herbes ne dépassent les plants en hauteur.

3.1.2 Fauchage

Le fauchage des herbacées est moins efficace que le sarclage, car il n'élimine pas le problème de concurrence pour l'approvisionnement en eau et en éléments nutritifs. Cette opération se pratique là où l'espace ne permet pas le sarclage mécanique. Elle devra être effectuée fréquemment durant la saison pour empêcher les mauvaises herbes de reconstituer leurs réserves. La fauche répétée ne permet toutefois pas la répression des mauvaises herbes formant un tapis.

3.1.3 Desherbage chimique

L'emploi judicieux d'herbicides recommandés sur une bande de 50 centimètres de par et d'autre du paillis de plastique permet la répression de la compétition herbacée. Il faut s'assurer que les arbres et les arbustes composant le brise-vent ne seront pas affectés par l'herbicide employé. Lors des pulvérisations, il faut faire particulièrement attention pour que les herbicides employés ne dérivent pas sur les plants en brise-vent. Au besoin, on veillera à les protéger. Comme la plupart des pesticides sont des substances toxiques, l'utilisateur doit prendre les précautions pour se protéger et respecter la qualité de son environnement. Deux bulletins du CPVQ ~ Mauvaises herbes, renseignements généraux sur la répression, Agdex 640~ et ~ Mauvaises herbes, répression, Agdex 640~, donnent de plus amples informations sur le désherbage.

3.2 PROTECTION CONTRE LES ANIMAUX

Les rongeurs, tel le campagnol des champs (mulot), grugent l'écorce à la base des arbres, particulièrement celle des arbres feuillus. Pour réduire ces dommages parfois très importants, on utilise des barrières mécaniques comme les manchons forestiers et les grillages plastiques ou métalliques qui empêchent les rongeurs d'atteindre l'écorce. On peut aussi peindre, à l'automne de chaque année, la base des troncs (sur 60 cm) avec un répulsif chimique, mélange à base de THIRAM 12% qui repousse les rongeurs. Cette méthode, plus économique et moins encombrante que les barrières, est cependant moins efficace en situation épidémique. La lutte aux rongeurs est décrite plus en détail dans le bulletin du CPVQ ~Pommier, protection, Agdex 211/605~. Le fauchage des herbes en bordure du plastique à la fin de l'été prive les rongeurs d'un abri et constitue un moyen préventif.

Il faut également protéger les brise-vent du broutage des animaux. On peut installer une clôture ou un fil électrique, ou encore insérer des arbustes épineux dans le brise-vent afin de décourager les intrus. Dans une région de la Virginie où le cerf de Virginie (chevreuil) abonde, de petits savons domestiques, suspendus à 1,3 mètre du sol à tous les 4,5 mètres d'intervalle, ont réduit presque complètement les dommages causés par ce cervidé. Des expériences similaires réalisées au Québec donnent de bons résultats sauf dans les cas où la population du cerf de Virginie est très forte.

3.3 CONTROLE DES INSECTES ET DES MALADIES

Des arbres bien entretenus, adaptés au climat et au sol, résistent mieux aux problèmes causés par les insectes et les maladies. Malgré ces précautions, des insectes ou des maladies

peuvent se manifester dans votre brise-vent. L'inspection phytosanitaire peut s'effectuer en même temps que le désherbage. Si vous remarquez des anomalies telles que des feuilles enroulées, perforées ou anormalement colorées, des dommages aux branches ou au tronc, ou la présence en grand nombre d'insectes, consultez sans délai un conseiller forestier de votre région pour savoir quand et comment intervenir.

3.4 PROTECTION CONTRE LE VENT

A certains endroits, les vents excessifs peuvent compromettre la reprise des jeunes plants forestiers. Encore sous le choc de la transplantation, ils sont plus sensibles à l'assèchement. Pour protéger les jeunes arbres, on peut planter une deuxième rangée d'arbres ou d'arbustes à croissance rapide et adaptés aux conditions de vent, telles certaines espèces de peupliers, de saules ou d'aulnes. Cette barrière naturelle doit être installée face aux vents dominants, à au moins 2 mètres de la rangée constituée par les arbres d'avenir. Lorsque ceux-ci ont atteint une hauteur de 2 à 3 mètres, les arbres à croissance rapide doivent être coupés s'ils nuisent au développement du brise-vent d'avenir.

3.5 REMPLACEMENT DES PLANTS MORTS

Malgré l'entretien et les bons soins prodigués à la plantation, une certaine quantité d'arbres peuvent mourir (généralement moins de 10%).

Il faut remplacer rapidement les arbres morts ou malades. A la fin de l'été, la quantité de plants manquants peut être obtenue par le biais du ministère de l'Energie et des Ressources de sa région. Il suffit d'en faire la demande. On peut également utiliser le surplus d'arbres de la plantation initiale qu'on avait pris soin de planter à tous les 30 centimètres dans un jardin.

Le remplacement des plants morts peut être évité si, au départ, les arbres ont été plantés assez rapprochés l'un de l'autre pour pouvoir combler rapidement les trous laissés par quelques arbres morts.

3.6 IRRIGATION

L'eau constitue un facteur essentiel à une croissance rapide des arbres. Advenant une sécheresse prolongée durant les premières années suivant la plantation, il est fortement recommandé d'irriguer le sol en profondeur pour assurer la survie des plants.

Il est utile ici de rappeler qu'un sol bien préparé permet un bon enracinement des plants et ainsi les rendent moins sensibles lors d'une sécheresse prolongée au cours des premières années.

3.7 FERTILISATION

On considère généralement que les sols agricoles sont suffisamment fertiles pour permettre un bon développement des arbres. Toutefois, si après quelques années ces derniers manifestent des symptômes de carence telles une croissance réduite, des feuilles petites ou anormalement colorées, une fertilisation adéquate peut corriger le problème. Une fertilisation similaire à celle recommandée dans le bulletin du CPVQ ~Pépinière, choix du sol et du substrat de culture, fertilisation, Agdex 270/500~, apparaît valable. Cette fertilisation doit cependant être accompagnée d'une répression efficace des mauvaises herbes.

3.8 TAILLE

La taille des arbres vise essentiellement à empêcher les branches de nuire à la bonne régie des champs et à donner au brise-vent la densité voulue. Cette opération s'effectue généralement durant la période de dormance des arbres à l'aide d'une faucheuse verticale installée sur un bras hydraulique. Il faut veiller à ce que l'outil utilisé produise une coupe franche des branches afin d'assurer une cicatrisation rapide des blessures. Les bouleaux et les érables sont taillés de préférence à l'extérieur des périodes de coulée.

Une taille de formation doit également être effectuée sur les feuillus nobles, tels les chênes, les noyers, les érables, les tilleuls et les frênes, dont on veut tirer du bois de qualité. Il faut maintenir une flèche dominante afin d'obtenir un tronc droit et éviter la formation de fourches qui sont des zones de faiblesse. Les branches des arbres à croissance rapide qui nuisent au développement des arbres à croissance plus lente doivent être coupées. L'élagage vise également à produire du bois d'œuvre de meilleure qualité en limitant l'expansion des noeuds. Les jeunes branches de faible diamètre (2 à 3 cm) se taillent plus facilement. C'est pourquoi il est préférable d'intervenir tôt dans la vie de l'arbre. Il faut toutefois conserver les branches sur au moins les deux tiers de la hauteur de l'arbre.

Au cours des différentes étapes d'implantation et d'entretien de votre brise-vent, vous avez probablement eu besoin d'aide technique et financière. Cette aide existe et vous est décrite dans les prochaines lignes.

4. AIDE TECHNIQUE ET FINANCIERE

Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec offre un service d'aide technique et financière aux producteurs agricoles pour l'implantation d'un brise-vent. Dans chaque région agricole, le Ministère a nommé un conseiller en brise-vent. Ce sont les personnes suivantes:

Monsieur Gilles BRETON,
M.A.P.A.Q.,
4260, boulevard Bourque,
Rock Forest (Qc)
JOB 2JO
Tel: (819) 563-3383

Monsieur Gaétan CARIGRAN,
M.A.P.A.Q.,
1800, rue St-Laurent,
Plessisville, (Qc)
G6L 2P8
Tel: 1 (819) 362-7336

Monsieur Camille CARON,
M.A.P.A.Q.,
91, boulevard Saint-Louis,
Cap-de-la-Madeleine, (Qc)
G8T 1E5
Tel: (819) 375-4761

Monsieur Marc CLEMENT,
M.A.P.A.Q.,
390, rue Principale,
Buckingham (Qc),
J8L 2G7
Tel: (819) 986-8541

Monsieur Camille DESMARAIS,
M.A.P.A.Q.,
460, boulevard Louis-Fréchette,
Nicolet. (Qc)
JOG 1EO
Tel: (819) 293-5871

Monsieur Luc DUBREUIL,
M.A.P.A.Q.,
109, rue St-Jean,
St-Isidore. (Qc)
GOS 2SO
Tel: 1-418-862-5607

Monsieur Clovis GAUTHIER,
M.A.P.A.Q.,
810, chemin Pont Taché nord,
Alma. (Qc)
G8B 5W2
Tel: 1-418-662-6457

Monsieur Jean-Maurice HAMEL,
M.A.P.A.Q.,
1900, 9e avenue,
Charny. (Qc)
G6W 6E5
Tel: 1-418-832-2977

Monsieur Daniel LALONDE,
M.A.P.A.Q.,
29, chemin Oka,
Saint-Eustache. (Qc)
J7R 1K6
Tel: (514) 473-2703

Monsieur Pierre MILLETTE,
M.A.P.A.Q., C.P. 367,
118, rue Lemieux,
Saint-Rémi. (Qc)
JOL 2LO
Tel: 1-514-454-3904

Monsieur Louis POIRIER,
M.A.P.A.Q.,
337, rue Moreault,
Rimouski. (Qc)
G5L 1P4
Tel: 1-418-722-3620

Monsieur Laurent PREVOST,
M.A.P.A.Q.,
180, Boul. Rideau - suite 320
Noranda. (Qc)
J9X 1N9
Tel: (819) 764-3287

De plus, dans le cadre de son programme de conservation du sol et de l'eau, le M.A.P.A.Q. offre aux producteurs agricoles admissibles une aide financière pour planter des brise-vent. Cette aide couvre 50% des coûts réels admissibles pour l'achat des matériaux et pour l'exécution des travaux nécessaires pour lutter contre l'érosion. Les dépenses admissibles sont la location de la machinerie spécialisée, le paillis de plastique et les fertilisants spécifiques requis lors de l'implantation. Les plants des espèces feuillues, recommandés par un professionnel du Bureau de renseignements agricoles, peuvent être subventionnés s'il est démontré qu'ils ne sont pas disponibles gratuitement au ministère de l'Énergie et des Ressources (MER). Pour sa part, le M.E.R., dans le cadre de son volet reboisement, octroie gratuitement certaines espèces d'arbres et envoie un conseiller forestier pour guider le producteur dans le choix des espèces en brise-vent.

Pour plus de renseignements sur ces programmes d'aide du M.A.P.A.Q. et du M.E.R., il suffit de communiquer avec le bureau de ces ministères dans votre région.

5. CONCLUSION

Le succès dans l'implantation d'un brise-vent repose sur l'application d'une série de principes et de méthodes. Chaque étape est essentielle et l'oubli d'une opération peut compromettre la réussite du projet.

Aidé des conseillers du M.A.P.A.Q. et du M.E.R., le producteur doit d'abord planifier soigneusement son projet et choisir judicieusement l'emplacement du brise-vent et le type d'arbres et d'arbustes à planter.

Après une bonne préparation du sol, il est recommandé de planter sur un paillis de plastique noir qui assure un taux de survie supérieur et une meilleure croissance des plants.

L'application de bonnes techniques de conservation et de plantation des plants, des boutures et des plançons réduit le choc de la transplantation et fournit un bon départ au brise-vent.

Les premières années d'un brise-vent naturel sont cruciales dans son développement. L'élimination des mauvaises herbes, la protection contre les animaux, le contrôle des insectes et des maladies, l'irrigation et les autres étapes dans l'entretien sont essentielles si l'on veut s'assurer d'un brise-vent efficace garantissant une protection continue et adéquate.

Par leurs programmes d'aide respectifs, le M.A.P.A.Q. et le M.E.R. contribuent concrètement à l'implantation des brise-vent dans le paysage rural québécois.

6. BIBLIOGRAPHIE

BALDWIN, C.S., Johnston, E.F., 1984. Windbreaks on the farm. Publication no. 527, Ministry of Agriculture and Food of Ontario. 20 p.

BRANDLE, J.R., Hintz, D.L. et Sturrock, J.W., 1988. Windbreak technology. Actes du Symposium international sur les brise-vent tenu à Lincoln, Nébraska en 1986. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 598 p.

BYERS, R.E., Scanlon, P.F., 1987. Keep deer away with soap. Fruit Grover, Octobre 1987, p.8.

DESBIENS, L., Desmarais, C. et Vézina, A., 1986. Le brise-vent: plus qu'une mesure de conservation des sols. Conférence présentée lors du Symposium sur la pomme de terre du Conseil des productions végétales du Québec.

DESBIENS, L., Desmarais, C. et Vézina, A., 1988. Le brise-vent: la sylviculture au secours de l'agriculture. Conférence présentée lors du colloque sur la conservation des sols de la Faculté des sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Université Laval.

DESBIENS, L., Desmarais, C. et Vézina, A., 1988. Le brise-vent: l'arbre au service de l'agriculture. Conférence présentée lors du Colloque sur la conservation des sols du Collège Macdonald de l'Université McGill.

EN COLLABORATION, 1989. Mauvaises herbes renseignements généraux sur la répression. Conseil des productions végétales du Québec, M.A.P.A.Q., Publication no. 02-8905, 35 p.

EN COLLABORATION, 1981. La réalisation pratique des haies brise-vent et bandes boisées. Institut pour le développement forestier; 23 Ave Bosquet, 75007 Paris. 140 p.

EN COLLABORATION, 1986. Pépinière, choix du sol et du substrat de culture, fertilisation. Conseil des productions végétales du Québec, M.A.P.A.Q., Publication 02-8603, 14 p.

EN COLLABORATION, 1988. Pommier, protection. Conseil des productions végétales du Québec, M.A.P.A.Q., Publication 02-8807, 78 p.

EN COLLABORATION, 1989. Mauvaises herbes, répression. Conseil des productions végétales du Québec, M.A.P.A.Q., Publication no. 02-8902, 130 p.

HARRIS, R. 1978. Plantations brise-vent pour la région de la rivière de la Paix. Station de Recherches de Beaverlodge, Ministère de l'Agriculture du Canada, Publication 1384, 27 p.

LOBONTE, A. Sheedy, G. et Vézina, A., 1989. L'implantation d'un brise-vent naturel. Conseil des productions végétales du Québec, M.A.P.A.Q., Publication no. 89-0094

SHEEDY, G. et Vézina, A., 1989. L'entretien d'un brise-vent naturel. Conseil des Productions végétales, M.A.P.A.Q., Publication no. 89-0093

SOLTNER, D. 1985. L'arbre et la haie. Collection sciences et techniques agricoles, Le Clos Lorelle, Sainte-Gemmes-sur-Loire, 49000 Angers, France. 200 p.

SOLTNER, D., 1984. Planter des haies, brise-vent et bandes boisées. Collection sciences et techniques agricoles, Le Clos Lorelle, Sainte-Gemmes-sur-Loire, 49000 Angers, France. 80 p.

VEZINA, A., 1985. Efficacité aérodynamique de différents types de brise-vent dans le sud de la France. Rapport de Stage, I.N.R.A. d'Avignon, 88 p.

INSTITUT DE TECHNOLOGIE AGRO-ALIMENTAIRE
LA POCATIERE

LA RENTABILITE DES BRISE-VENT DANS
LE CAS DE LA POMME DE TERRE

Yves PEPIN, agro-économiste
Pierre MILLETTE, agronome
André VEZINA, ingénieur forestier

NOVEMBRE 1989

INTRODUCTION

Plusieurs d'entre vous se doutaient bien qu'un jour ou l'autre une personne viendrait présenter une conférence sur l'analyse économique des brise-vent. C'était d'autant plus évident qu'actuellement, peu de littérature traite de cet aspect. De plus, ceux qui suivent l'actualité savent pertinemment que les mots suivants: économie, rentabilité, gestion font partie du vocabulaire quotidien des médias. Les brise-vent n'échapperont pas à cette réalité.

Permettez-moi de soulever quand même cette question. Pourquoi parler de la rentabilité des brise-vent lorsque nous savons que ceux-ci servent, entre autres, à protéger les cultures et la ressource sol contre les méfaits du vent. Certains d'entre vous seraient tentés d'ajouter que protéger cette ressource, à la base même de la production alimentaire, n'a pas de prix. De ce point de vue, la remarque est pertinente. Mais...

Vous avez certainement déjà assisté à des conférences où d'éminents savants présentaient leurs résultats de recherche. Ils vous démontraient clairement tous les bienfaits d'une méthode expérimentée pour corriger telle ou telle situation. Par contre, lorsque la période de questions arrivait, un individu de la salle osait se lever, s'approcher du micro et s'exprimer ainsi: "C'est bien beau tout ça, mais c'est-y payant?"

Evidemment, l'individu qui s'exprime ainsi sait que tôt ou tard, il sera confronté à appliquer la méthode proposée par le conférencier. Mais demain, est-ce que l'amélioration de la productivité va compenser pour les coûts supplémentaires? Combien de temps ça prendra pour rentabiliser les investissements? Quelles seront les charges en moins en raison du projet?

Eh bien, pour tenter de répondre à certaines de ces interrogations, nous tâcherons dans ce document de mettre en lumière les avantages économiques qu'il y a à implanter un brise-vent pour protéger la culture de la pomme de terre et le sol contre les méfaits de l'érosion éolienne. Pour y arriver, nous procéderons par une évaluation de la valeur actuelle nette (V.A.N.)* des gains ou des pertes envisagés par période de cinq ans, pour les 30 premières années suivant la plantation des arbres.

Bien entendu, dans un premier temps, nous formulerons les hypothèses en fonction des réalités du milieu et des résultats de recherche sur le sujet. Par la suite, nous vous fournirons les données de base nécessaires aux calculs. Enfin, nous interpréterons les résultats obtenus et nous teinterons nos conclusions de considérations autres afin que vous puissiez apprécier pleinement les résultats chiffrés.

* V.A.N.: C'est la valeur d'un gain ou d'une perte future exprimée d'après une année de référence compte tenu d'un taux d'actualisation (ex. un gain de 1 000\$ dans 5 ans, vaut aujourd'hui 785\$ si le taux d'actualisation est de 5% par année.

1. HYPOTHESES RETENUES

Plusieurs publications démontrent que les brise-vent ont un impact significatif sur l'augmentation des rendements des cultures et sur la diminution des pertes de sol et de la valeur fertilisante. Par contre, ces augmentations et ces diminutions peuvent varier selon la culture, la pratique culturale, le type de sol, les conditions climatiques et l'environnement rencontrés.

En tenant compte de ces éléments, nous avons établi les hypothèses suivantes:

- les augmentations de rendement dues à l'implantation du brise-vent seront de 5 ou 10%, et ce, sur vingt fois la hauteur (H) de la haie;
- les pertes de sol et de la valeur fertilisante sont évaluées à 0\$/ha/an, à 40\$/ha/an et à 100\$/ha/an.

Donc pour évaluer la V.A.N. des gains ou des pertes escomptés en fonction des hypothèses ci-dessus, il nous faudra tenir compte des éléments suivants:

- les coûts d'implantation et d'entretien d'un brise-vent naturel;
- la perte de la partie de la surface cultivable affectée au brise-vent;
- des coûts liés aux pertes de sol et de la valeur fertilisante dues à l'érosion éolienne;
- les augmentations de rendement des cultures en fonction de la croissance des arbres utilisés comme brise-vent;
- l'inflation et l'indexation des prix des produits et des intrants;
- le loyer de l'argent;
- la valeur estimée du bois.

2. DONNEES NECESSAIRES AUX CALCULS

2.1 Description de l'unité de production

La présente analyse porte sur une unité de production de 24 hectares, soit un terrain de 1000 mètres de longueur sur 240 mètres de largeur.

La production pratiquée est celle de la pomme de terre de table en rotation de 3 ans avec une culture d'avoine. Cette production se pratique sur un sol sablonneux profond pauvre en matière organique. Pour les fins d'analyse, nous aurons deux tiers de la superficie en production de pomme de terre et un tiers en avoine.

On suppose que les rendements pour la pomme de terre seront de 24 000 kilogrammes par hectare et pour l'avoine, de 2 500 kilogrammes par hectare.

2.2 Description des caractéristiques du brise-vent

Le brise-vent est une haie simple de pins rouges ou d'épinettes de Norvège d'une longueur de 1 000 mètres protégeant une bande de terrain d'une largeur de 20 H, où H est la hauteur de la haie.

La superficie occupée par le brise-vent est de 0,3 hectare (3 mètres de largeur sur 1 000 mètres de longueur) pour la période de croissance des arbres comprise entre 0 et 10 ans, de 0,4 hectare pour celle comprise entre 10 et 15 ans et de 0,6 hectare pour celle de 15 ans et plus.

Vous trouverez au tableau 1 la superficie de terrain protégée par le brise-vent selon les stades de croissance des arbres de la haie. Ces stades de croissance (hauteur de la haie) ont été déterminés à partir de la table de croissance des arbres établie par Bolghari et Bertrand (1984).

TABLEAU 1

Superficie de terrain protégée en fonction de la croissance des arbres (pins rouges ou épinettes de Norvège).

Année	Hauteur de la haie (mètres)	Largeur de terrain protégée (mètres) 20 H	Superficie protégée en hectares	% de la superficie
0	—	—	—	—
5	1	Négligeable	—	—
10	3	60	6	25
15	6	120	12	50
20	9	180	18	75
25	12	240	24	100

2.3 Autres informations

A 25 ans, les arbres devraient atteindre 12 mètres de hauteur et les augmentations de rendement seront de 5 ou 10% du rendement total sur l'ensemble de la superficie en culture (tableau 2). Entre temps, les augmentations moyennes de rendement ont été calculées en fonction du rapport entre la superficie protégée par la haie et la superficie totale.

TABLEAU 2

Pourcentage d'augmentation de rendement des cultures en fonction de la superficie protégée par la haie

Période (an)	% moyen de la superficie protégée	% d'augmentation de rendement	
		si 5%	si 10%
0-5	—	—	—
5-10	12,5	0,6	1,2
10-15	37,5	1,9	3,8
15-20	62,5	3,1	6,2
20-25	87,5	4,4	8,8
25 et +	100	5	10

Le coût d'implantation du brise-vent a été fixé à 700\$ pour les cinq premières années. Nous avons établi ce coût à partir des informations contenues dans Agdex 573/822, (mars 1988), des références économiques en agriculture. Toutefois, notre estimé tient aussi compte du programme du M.A.P.A.Q. pour la conservation des sols et du coût total de la main-d'oeuvre nécessaire à l'implantation.

On suppose que les frais d'entretien annuels du brise-vent seront compensés par des coûts en moins pour les opérations culturales sur la partie de la superficie cultivable affectée au brise-vent.

Les frais variables en moins, sur la superficie occupée par le brise-vent tels que la semence, la fertilisation, etc. sont évalués au prorata de cette superficie. Nous avons établi à partir des références économiques en agriculture, à 1 159\$/ha les frais variables pour la pomme de terre et à 165\$/ha pour l'avoine.

Comme vous le savez, le prix des produits et le coût des intrants augmentent régulièrement avec les années. Donc pour tenir compte de ceci, nous avons utilisé comme taux d'indexation annuel des prix, 6% pour la pomme de terre et 4% pour l'avoine (extrait de l'analyse des prix stabilisés obtenus des dernières années, voir à l'annexe 1), tandis que nous avons indexé le coût des intrants au même taux que celui fixé pour l'inflation, soit 5%.

Pour les calculs, nous utilisons, comme taux d'intérêt composé pour le loyer de l'argent, 10% autant pour les gains que pour les pertes.

N.B.: 1) Pour simplifier les calculs nous avons financé le coût d'implantation du brise-vent à même les liquidités de l'entreprise, compte tenu du coût peu élevé de l'investissement.

2) Nous avons volontairement omis de donner une valeur au boisé, après 30 ans, dans les tableaux des résultats, compte tenu que cette information supplémentaire ajoute peu aux résultats obtenus.

3. METHODE DE CALCUL ET TABLEAU DES RESULTATS

3.1 Méthode de calcul

Nous avons utilisé en partie la technique du budget partiel pour déterminer la valeur actuelle nette des gains ou des pertes escomptés.

Premièrement, nous avons chiffré en dollars courants (1) les améliorations dues à l'implantation du brise-vent, soit:

- les produits en plus:
 - l'augmentation de rendement des cultures de la pomme de terre et de l'avoine;
 - les revenus de placement sur les gains réalisés;
- les charges en moins:
 - les charges variables en moins pour les cultures de la pomme de terre et de l'avoine sur la partie de la superficie cultivable affectée au brise-vent.

Deuxièmement, nous avons chiffré en dollars courants les détériorations dues à l'implantation du brise-vent, soit:

- les produits en moins:
 - les pertes de production en pomme de terre et en avoine sur la partie de la superficie cultivable affectée au brise-vent;
- les charges en plus:
 - le coût d'implantation du brise-vent;
 - les coûts d'intérêt pour supporter l'investissement et les pertes envisagées.

(1) Dollar courant: c'est la valeur du dollar selon l'année en cours.

Troisièmement, nous avons déterminé les marges en dollars courants en soustrayant les améliorations des détériorations. Par la suite, nous avons actualisé et accumulé ces marges en dollars constants(1) afin de les comparer sur une base commune, soit en dollars d'aujourd'hui.

N.B.: Vous trouverez, en annexe 2, les facteurs d'actualisation et d'indexation, pour chaque période de 5 ans, utilisés dans les calculs.

3.2 Tableaux des résultats

Les tableaux 3 et 4 illustrent en détail les résultats aboutissant au calcul de la V.A.N. accumulée pour des augmentations de rendement de 5 et 10% respectivement. Dans chaque cas, la perte de valeur fertilisante et de sol est négligeable. Un exemple de calcul détaillé est fourni à l'annexe 3. La V.A.N. accumulée a également été calculée pour des pertes de valeur fertilisante et de sol estimées à 40\$/ha/an et 100\$/ha/an. Le sommaire des résultats pour chacune des hypothèses apparaît au tableau 5.

(1) Dollar constant: c'est la valeur du dollar dont nous avons retranché l'effet de l'inflation, exprimé d'après une année de référence.

TABLEAU 3

Résumé des calculs menant à la V.A.N. accumulée pour l'hypothèse où l'augmentation de rendement est de 5% et la perte de sol et de la valeur fertilisante est évaluée à 0\$/ha/an

Période Année	Améliorations		Détériorations		Marge/période \$	V.A.N. (1) \$	V.A.N. accumulée \$
	Produits + \$	Charges - \$	Produits - \$	Charges + \$			
0 - 5	Pt(2) 0 Ao(3) 0	Pt 1 330 Ao 95	Pt - 4 239 Ao - 336	Brise-vent - 700 i = - 1120	- 4 970	- 4 284	- 4 284
5 - 10	Pt 2 683 Ao 192	Pt 1 698 Ao 121	Pt - 5 664 Ao - 412	i = - 3338	- 4 720	- 3 189	- 7 473
10-15	Pt 11 342 Ao 742	Pt 2 891 Ao 206	Pt - 10 128 Ao - 662	i = - 4951	- 560	- 296	- 7 769
15-20	Pt 24 560 Ao 1 461	Pt 5 530 Ao 394	Pt - 20 306 Ao - 1 218	i = - 3965	6 456	2 678	- 5 091
20-25	Pt 46 728 Ao 2 508 i = 3 864	Pt 7 045 Ao 501	Pt - 27 217 Ao - 1 475	—	31 954	10 408	5 317
25-30	Pt 70 650 Ao 3 492 i = 27 214	Pt 8 995 Ao 640	Pt - 36 418 Ao - 1 800	—	72 773	18 564	23 881

(1) VAN : Valeur actuelle nette

(2) Pt : Pomme de terre

(3) Ao : Avoine

TABLEAU 4

Résumé des calculs menant à la V.A.N. accumulée pour l'hypothèse où l'augmentation de rendement est de 10% et la perte de sol et de la valeur fertilisante est évaluée à 0\$/ha/an

Période Année	Améliorations		Détériorations		Marge/période \$	V.A.N. (1) \$	V.A.N. accumulée \$
	Produits + \$	Charges - \$	Produits - \$	Charges + \$			
0 - 5	Pt(2) 0 Ao(3) 0	Pt 1 330 Ao 95	Pt - 4 239 Ao - 336	Brise-vent - 700 i = - 1120	- 4 970	- 4 284	- 4 284
5 - 10	Pt 5 366 Ao 384	Pt 1 698 Ao 121	Pt - 5 664 Ao - 412	i = - 2705	- 1 212	- 818	- 5 102
10-15	Pt 22 684 Ao 1 484	Pt 2 891 Ao 206	Pt - 10 128 Ao - 662	i = - 150	16 325	8 637	3 535
15-20	Pt 49 120 Ao 2 922 i = 14 209	Pt 5 530 Ao 394	Pt - 20 306 Ao - 1 218	—	50 651	21 017	24 552
20-25	Pt 93 456 Ao 5 016 i = 54 125	Pt 7 045 Ao 501	Pt - 27 217 Ao - 1 475	—	131 451	42 817	67 369
25-30	Pt 141 300 Ao 6 984 i = 143 699	Pt 8 995 Ao 640	Pt - 36 418 Ao - 1 800	—	263 400	67 193	134 562

(1) VAN : Valeur actuelle nette

(2) Pt : Pomme de terre

(3) Ao : Avoine

TABEAU 5
Les valeurs actuelles nettes accumulées pour chacune des hypothèses

% d'augmentation de rendement		5%			10%		
Perte de sol et de la valeur fertilisante en \$/ha/an		0	40	100	0	40	100
Période	Année	V.A.N. acc.	V.A.N. acc.	V.A.N. acc.	V.A.N. acc.	V.A.N. acc.	V.A.N. acc.
	0 - 5	- 4 284	- 4 284	- 4 284	- 4 284	- 4 284	- 4 284
	5 - 10	- 7 473	- 6 741	- 5 643	- 5 102	- 4 372	- 3 274
	10 - 15	- 7 769	- 4 492	425	3 535	6 811	11 728
	15 - 20	- 5 091	3 339	15 987	24 552	32 981	44 773
	20 - 25	5 317	22 512	48 311	67 369	84 565	108 425
	25 - 30	23 881	53 976	99 125	134 562	164 658	206 504
La V.A.N. acc. par année (\$/année)		796	1 799	3 304	4 485	5 488	6 883
Nombre d'années nécessaire pour que la V.A.N. acc. soit positive		22 ans	18 ans	15 ans	13 ans	12 ans	11 ans
Pour la période de 25-30 ans la V.A.N. sans tenir compte de l'intérêt		2300\$/an	3250\$/an	4700\$/an	6100\$/an	7050\$/an	8500\$/an

4. ANALYSE DES RESULTATS

Le coût d'implantation du brise-vent (estimé à 700\$) influence peu la rentabilité du projet. C'est bien plus le manque à gagner en production (produits en moins) durant les premières années sur la superficie affectée au brise-vent qui retarde celle-ci (tableaux 3 et 4).

Les calculs révèlent que l'augmentation de 5% et 10% des rendements a un impact plus important sur la rentabilité du projet que le coût estimé pour la perte de sol et de la valeur fertilisante. Ceci n'exclut pas que cette dernière est tout de même importante dans l'évaluation globale de la rentabilité du brise-vent.

Les dix premières années à la suite de l'implantation du brise-vent s'avèrent des années où le producteur doit supporter les manques à gagner non compensés par les gains prévus (tableau 5).

Le nombre d'années nécessaires pour que la V.A.N. accumulée soit positive varie selon les hypothèses de 11 à 22 ans (tableau 5).

Après 30 ans, les V.A.N. accumulées varient selon les hypothèses de 23 881\$ à 206 504\$ (tableau 5). Ceci représente des gains moyens variant de 796\$/année (33\$/ha/an) à 6 883\$/année (286\$/ha/an), soit des augmentations du revenu brut de 1% à 11% par année.

La figure 1 a) et 1 b) présente la variation de la V.A.N. accumulée en fonction du temps pour des augmentations de rendement de 5% et 10% respectivement. La forme exponentielle des courbes est surtout due à l'effet de l'intérêt composé à 10% sur les gains réalisés. La figure 1 b) présente une progression plus rapide des gains, due à une augmentation de 10% au lieu de 5% des rendements. L'écart entre les deux hypothèses est d'environ 100 000\$ après 30 ans pour les courbes correspondant aux mêmes pertes de sol et de valeur fertilisante.

A la figure 2 la partie hachurée représente l'effet de l'intérêt sur les calculs de la V.A.N. accumulée. Au début l'intérêt sur les pertes retarde le nombre d'années nécessaire pour que la V.A.N. accumulée devienne égale à zéro soit de 15 à 18 ans. Par la suite l'intérêt a pour effet d'accélérer le gain, effectivement après 30 ans, l'écart entre les courbes est d'environ 15000\$ ce qui représente 38% des gains.

Pour la période de 25 à 30 ans, la V.A.N. sans tenir compte de l'intérêt varie de 2 300\$/an à 8 500\$/an. Ce qui représente des augmentations du revenu brut de 3% à 15% par année (tableau 5, dernière ligne) et ceci sera valable tant que le brise-vent sera efficace.

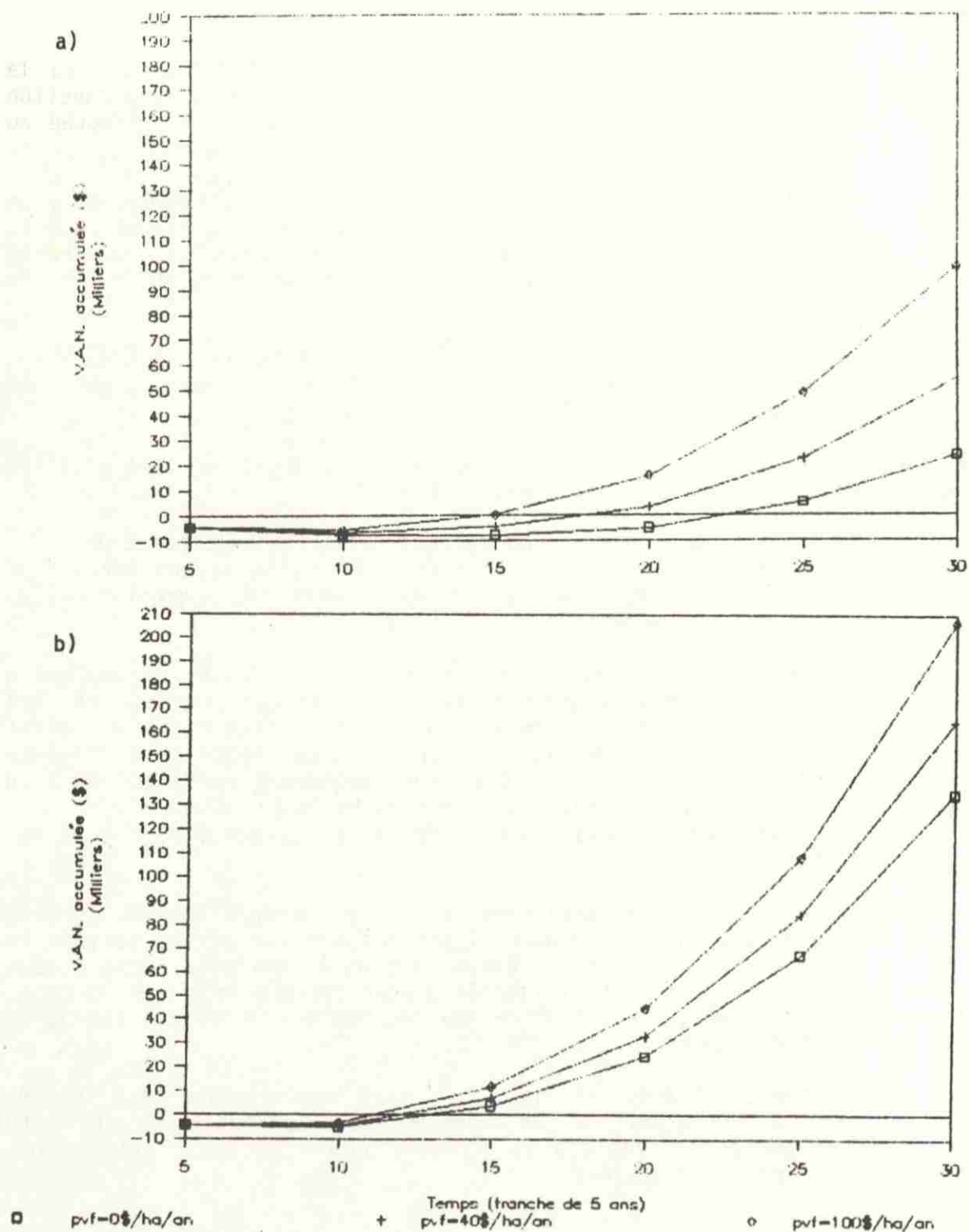


FIGURE 1 : Variation de la V.A.N. accumulée en fonction du temps pour trois pertes de valeur fertilisante et de sol (pvf)
a) Augmentation de rendement = 5% sur 20 H
b) Augmentation de rendement = 10% sur 20 H

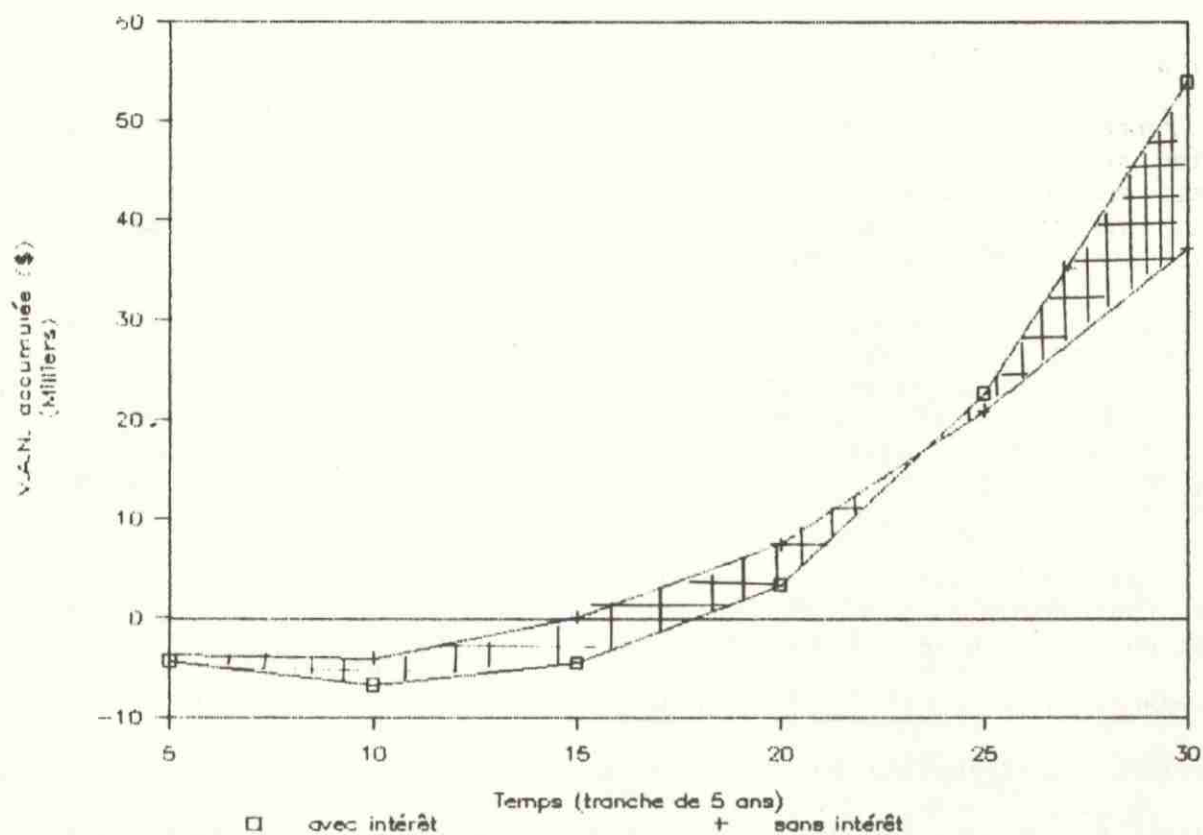


FIGURE 2 : Variation de la V.A.N. accumulée (avec ou sans intérêt composé) en fonction du temps.

pvf = 40\$/ha/an et pourcentage d'augmentation de rendement = 5%

CONCLUSION

La rentabilité d'un brise-vent est surtout fonction de la perte de production sur la superficie affectée à celui-ci, de l'augmentation des rendements escomptés et à l'ampleur des méfaits causés par le vent. S'il était possible d'implanter un brise-vent sur un terrain non utilisé pour la production, la rentabilité de celui-ci serait grandement améliorée.

Le producteur qui implante un brise-vent naturel chez lui doit s'attendre pour les dix premières années à supporter les pertes accumulées, car l'effet bénéfique cumulé des brise-vent de pins ou d'épinettes tarde à se manifester (soit de 11 à 22 ans selon les hypothèses). Par contre, lorsque les arbres ont atteint une hauteur permettant de protéger suffisamment le terrain en culture, des gains importants sont réalisés, et ce qu'on tienne compte ou non de l'intérêt.

D'autres considérations, ajoutées aux résultats économiques, doivent être pesées et sous-pesées afin d'être en mesure de faire un choix judicieux pour implanter ou non un brise-vent chez soi. En voici quelques-unes:

La réduction de la vitesse du vent peut permettre:

- une meilleure distribution des eaux d'irrigation;
- une planification plus facile du chantier de pulvérisation, conséquence des risques moins élevés de dérive et d'une plus grande efficacité des pesticides;
- une diminution des blessures aux plantules causées par l'effet des particules de sel poussées par le vent, ce qui diminuera la pénétration de pathogènes dans la plante;
- un embellissement du paysage rural;
- une diminution du brassage de l'air, ce qui contribuera à augmenter le risque de gel dans certaines régions.

Ce dossier se voulait une amorce dans l'analyse économique des brise-vent. D'autres situations devront être analysées telles que les brise-vent artificiels, l'utilisation d'arbres à croissance rapide, etc. Ces informations aideront à cerner davantage le sujet.

En terminant, nous croyons que des gestes posés aujourd'hui pour conserver le sol et permettre de produire des denrées pour l'avenir sont relativement peu coûteux et rapporteront beaucoup pour les générations futures. Evidemment, c'est bien beau tout ça, mais qui doit supporter la facture? Et comment sera récompensé celui qui travaille à protéger la ressource?

TABLEAU 6

Prix stabilisés pour la pomme de terre de table et pour l'avoine de 1977 ou 1980 à 1987

Année	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
La production											
La pomme de terre \$/100 kg	9,74	10,27	11,35	12,90	16,09	16,38	15,13	16,42	15,34	14,99	18,79
L'avoine \$/T.M.	—	—	—	150,73	170,73	180,24	177,94	197,60	207,09	223,17	219,08

Source: La Régie des assurances agricoles du Québec

TABLEAU 7

Facteurs d'actualisation par période de 5 ans au taux de 5% annuel

Période	Facteurs d'actualisation
0 - 5 ans	1,16
5 - 10 ans	1,48
10 - 15 ans	1,89
15 - 20 ans	2,41
20 - 25 ans	3,07
25 - 30 ans	3,92

TABLEAU 8

\$/100 kg de pomme de terre, par période de 5 ans indexé au taux de 6% annuel

Période	Facteurs d'indexation	\$/100 kg Prix de base 15\$/100 kg
0 - 5 ans	1,19	17,85
5 - 10 ans	1,59	23,85
10 - 15 ans	2,13	31,95
15 - 20 ans	2,85	42,75
20 - 25 ans	3,82	57,36
25 - 30 ans	5,11	76,67

ANNEXE 2 (suite)**TABLEAU 9**

\$ /tonne métrique d'avoine, par période de 5 ans indexé au taux de 4% annuel

Période	Facteurs d'indexation	\$/T.M. Prix de base 240\$/T.M.
0 - 5 ans	1,12	269
5 - 10 ans	1,37	329
10 - 15 ans	1,67	401
15 - 20 ans	2,03	487
20 - 25 ans	2,46	590
25 - 30 ans	2,99	720

Exemple de calcul

Hypothèse : 5% d'augmentation des rendements
 0\$/ha/an pour la perte de sol et de la valeur fertilisante
 Période de 5 à 10 ans.

Les produits en plus

Pomme de terre : $(24\ 000\text{ kg/ha} \div 100 \times 23,7/\text{ha} \times 66\% \text{ de la superficie} \times 0,6\% \text{ d'augmentation de rendement} \times 5\text{ ans} \times 23,85\$/100\text{ kg}) = 2\ 683\$$

Avoine : $(2,5\text{ TM/ha} \times 23,7\text{ ha} \times 33\% \text{ de la superficie} \times 0,6\% \text{ d'augmentation de rendement} \times 5\text{ ans} \times 329\$/\text{TM}) = 192\$$

Les charges en moins

Pomme de terre : $(0,3\text{ ha} \times 1\ 159\$/\text{ha F.V.} \times 5\text{ ans} \times 1,48\text{ taux d'indexation} \times 66\% \text{ de la superficie}) = 1\ 698\$$

Avoine : $(0,3\text{ ha} \times 165\$/\text{ha F.V.} \times 5\text{ ans} \times 1,48\text{ taux d'indexation} \times 33\% \text{ de la superficie}) = 121\$$

Les produits en moins

Pomme de terre : $(0,3\text{ ha} \times 24\ 000\text{ kg/ha} \div 100 \times 66\% \text{ de la superficie} \times 5\text{ ans} \times 23,85\$/100\text{ kg}) = 5\ 664\$$

Avoine : $(0,3\text{ ha} \times 2,5\text{ TM/ha} \times 33\% \text{ de la superficie} \times 5\text{ ans} \times 329\$/\text{TM}) = 421\$$

Les charges en plus

Les intérêts : $(2\ 683 + 192 + 121 + 1\ 698 - 5\ 664 - 412) = -1\ 382$
 soit en moyenne - 276\$/an

Donc, $[-4\ 970\$ \times (1,10)^5] - 4\ 970 = -3\ 034$
 $+ [-276\$ \times S_{5,10} = 6,1)] - 1\ 382 = -304$
 $- 3\ 338$

La marge par période

$-1\ 382 - 3\ 338 = -4\ 720$

La V.A.N.

$-4\ 720 \div 1,48\text{ taux d'actualisation} = -3\ 189$

La V.A.N. accumulée

$-4\ 284 - 3\ 189 = -7\ 473\$$

BIBLIOGRAPHIE

- BELANGER, Marius, 1987. Les brise-vent peuvent-ils augmenter votre revenu agricole? Conférence présentée à l'I.T.A. de St-Hyacinthe, le 3 février, 9 pages.
- BOLGHARI, H.A., et BERTRAND, V., 1984. Tables préliminaires de production des principales essences résineuses plantées dans la partie centrale du sud du Québec. Mémoire de recherche forestière, No 79, 392 pages.
- COLLABORATION, 1988. Pommes de terre de table. Budget. Comité de références économiques en agriculture du Québec. M.A.P.A.Q. Agdex 258/821, 5 pages.
- COLLABORATION, 1989. Avoine pour alimentation animale. Budget. Comité de références économiques en agriculture du Québec. M.A.P.A.Q. Agdex 113/821, 2 pages.
- COLLABORATION, 1989. Brise-vent naturels. Frais d'implantation. Comité de références économiques en agriculture du Québec. Agdex 573/822, 5 pages.
- KORT, John, 1988. Benefits of Windbreaks to field and forage crops. Agric. Ecosystems Environ., 22123:165-190.
- OLESEN, F. , 1985. Investigations into shelter effect as experience with wind protection in danish agriculture. Actes du séminaire sur les brise-vent tenu à Tunis, Tunisie, 31 octobre au 3 novembre, p. 112-123.
- VEZINA, A. DESMARAIS, C. et DESBIENS, L. 1988. L'utilisation de brise-vent en agriculture, M.A.P.A.Q. Journées agricoles. Région 04 Bois-francs. 11 février, p. 34-43.

LES BRISE-VENT ET LA PROTECTION DES ROUTES

par Alain Labonté, ing.

*Ministère des Transports
Québec*

*Exposé présenté au Colloque sur les brise-vent
le 9 novembre 1989 à St-Hyacinthe*

INTRODUCTION

L'entretien des routes durant l'hiver par le ministère des Transports a évolué, autant par ses méthodes d'entretien que par ses normes de construction des routes. Citons, par exemple, la construction des routes en remblai avec des talus adoucis (Pente 5:1), ce qui évitent le dépôt de la neige sur la chaussée. La fermeture des routes n'est donc plus une règle mais bien une exception.

Au cours de cet exposé, nous allons aborder l'utilisation des brise-vent pour la protection des routes, soit les brise-vent artificiels et naturels.

LES BRISE-VENT ARTIFICIELS

INSTALLATION D'UNE CLÔTURE PARE-NEIGE

L'orientation et la localisation de la clôture sont les deux paramètres à déterminer avant l'installation. La distance de la clôture par rapport à la route variera selon qu'on veut diminuer l'enneigement ou améliorer la visibilité. En effet, pour l'enneigement, la clôture doit être à une distance de 15 fois sa hauteur. Pour améliorer la visibilité, elle doit être le plus près possible de la route, ce qui cause un enneigement sur celle-ci. Il faut donc déterminer le site pour avoir le plus d'efficacité tout en ayant le moins d'effets négatifs. Cela implique des visites fréquentes durant les tempêtes et de nombreux essais.

La pose se fait généralement en trois étapes. Premièrement, on installe les poteaux et on attend que la terre gèle. Ensuite, une première hauteur est posée et lorsque celle-ci est pleine de neige, une deuxième hauteur est ajoutée. Le tout est démonté au printemps en une seule fois. Cette façon de procéder évite qu'un coup de vent arrache les clôtures, ce qui arrive malgré tout à l'occasion.

Une description de l'installation est jointe à l'Annexe 1 du présent document. Une emphase particulière est mise sur l'observation des vents: lors de situations qu'on veut corriger, tout spécialement si le terrain est accidenté, et de nouveau, pendant l'hiver qui suit, pour voir s'il faut apporter des corrections.

CLÔTURES PARE-NEIGE EN BOIS

Les clôtures pare-neige en bois coûtent cher en main-d'oeuvre. Leur qualité varie beaucoup et elles sont de moins en moins utilisées.

CLÔTURES PARE-NEIGE EN MATIÈRES SYNTHÉTIQUES

Les clôtures pare-neige en matières synthétiques sont conçues pour abaisser les coûts de main-d'oeuvre. Elles sont légères, plus faciles à manipuler, car d'une seule pièce, et théoriquement plus durables.

Le ministère des Transports a mis à l'essai plusieurs d'entre elles à St-Michel-de-Bellechasse. Celles en tissu n'ont pas résisté plus d'une ou deux semaines. D'autres ont tenu bon durant des années.

Bref, les clôtures en tissu se déchirent en frottant sur les poteaux en T conventionnels. Il leur faut leur propre poteau. Celles qui sont rigides sont de loin les meilleures (Tensar, Dupont).

En fait, leur prix est le seul frein à leur utilisation. Une clôture de bois coûte 1,10 \$ le mètre alors qu'une en matière synthétique coûte de 5 \$ à 7 \$ le mètre.

Présentement, elles sont surtout employées pour contrôler les foules aux abords des chantiers ou dans les pistes de ski. A ces endroits, elles sont plus durables et causent moins de blessures qu'une clôture en bois.

CLÔTURES PERMANENTES

L'installation de clôtures permanentes en bois est une solution intéressante. Bien que coûteuse, il s'agit d'une solution définitive car les frais d'entretien sont minimes. Ses principaux inconvénients sont le terrain requis et l'esthétisme.

Par exemple, l'autoroute 13 (Chomedey), à l'extrémité de l'aéroport de Dorval, a été construite en tranchée. La neige est poussée dans la tranchée par le vent. Une clôture permanente a été installée en 1980, avec une touche décorative. En fait, bien peu de gens connaissent son usage réel.

Ce concept a été utilisé en Ontario et aux États-Unis. D'ailleurs, au Wyoming, on fait un usage plutôt original de ces clôtures. Au lieu d'être perpendiculaire au sol, la clôture a une pente de 15 ° vers l'arrière (Annexe 2). Il s'agit de l'installation idéale, presque impossible à réaliser avec une clôture temporaire. En effet, cette installation permet de capturer le maximum de neige derrière la clôture. Mais, une clôture permanente en bois, comme celle du Wyoming, a un coût approximatif de 100 000 \$ par kilomètre.

LES BRISE-VENT NATURELS

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les brise-vent naturels sont peu nombreux actuellement. La plantation d'arbres aux abords des routes se fait surtout dans un but d'aménagement paysager.

La composition du brise-vent est importante afin de ne pas provoquer de turbulence. En fait, il s'agit de détourner une partie du vent tout en diminuant la vitesse du vent qui passe à travers.

L'idéal serait d'avoir un réseau régional de brise-vent de une à deux rangées chacun. Dans notre cas, il s'agit de brise-vent unique constitué de plusieurs rangées (sept) d'arbres.

Sept rangées d'arbres permettent d'avoir un bon profil aérodynamique, de supporter une certaine mortalité des arbres et de trapper une partie de la neige à l'intérieur du brise-vent. Des buissons sont donc plantés à l'avant et à l'arrière du brise-vent pour atténuer l'effet de mur. La porosité du brise-vent, environ 50 %, est un autre facteur à considérer (Annexe 3).

Notons qu'une à deux rangées seulement agissent comme une clôture pare-neige et doivent être sans trouée pour ne pas avoir d'effets négatifs importants.

BRISE-VENT NATURELS RÉALISÉS

Entre autres au Québec, trois projets ont été réalisés ces dernières années, soit à l'Isle-Verte, à Rivière-Ouelle et à St-Vallier-de-Bellechasse.

Le cas de l'Isle-Verte est typique. Il s'agit d'un secteur venteux au bord du fleuve St-Laurent. Aucune accumulation de neige ne se fait sur la route. Par contre, la visibilité y est problématique.

Entre 1981 et 1984, une à deux clôtures pare-neige d'une hauteur de 12 pieds sont érigées afin de trouver les meilleures localisations et orientations.

À l'été 1986, après une analyse du sol, une plantation est faite. Composée uniquement de feuillus sur sept rangées, elle s'étend sur 4 kilomètres. Malheureusement, le taux de survie y est bas (50 %), entre autres, parce que des véhicules tout-terrain ont circulé sur les rangées.

Sur le site de Rivière-Ouelle, une lame de neige obstruait la sortie de l'autoroute 20. Un talus est aménagé et des arbres ont été plantés sur plus de 20 rangées. En fait, aucune étude n'a été entreprise car le district local y avait une clôture depuis longtemps. Ce brise-vent fonctionne très bien.

Dans le cas de St-Vallier-de-Bellechasse, l'autoroute 20 est balayée par les vents car il n'y a aucun arbre entre le fleuve et la route. Le Ministère a effectué, en 1986, sept plantations de conifères et de feuillus sur sept rangées de 100 mètres environ chacune. Le taux de survie est bon malgré la petite taille des arbres et elle a déjà une bonne efficacité.

Ces trois brise-vent naturels ont été érigés sur des bouts de terrain publics. Le coût de ces brise-vent est d'environ 25 000 \$ par kilomètre, n'incluant pas l'achat des terrains.

ASPECT JURIDIQUE

La Loi de la Voirie permet au ministère des Transports d'installer des clôtures pare-neige sur des terrains privés sans dédommagement, sauf si un tort est occasionné comme le bris d'une clôture de ferme.

Selon notre Contentieux, le Ministère peut exiger l'enlèvement des brise-vent qui occasionnent un tort à l'entretien des routes. L'expropriation est le dernier recours du Ministère.

CONCLUSION

L'usage de brise-vent par le ministère des Transports se résume à deux situations. Premièrement, par sécurité, lorsque la visibilité est réduite à cause de la poudrerie et qu'elle peut occasionner des accidents, comme dans une courbe.

Deuxièmement, par économie, lorsqu'une lame de neige obstrue une section de route loin d'un centre d'entretien et qu'il faut y envoyer un camion régulièrement. Sinon, pour une longue distance, il est moins onéreux d'effectuer un déneigement que de poser et enlever une clôture pare-neige.

Les brise-vent naturels sont relativement nouveaux. Il faut donc sensibiliser le personnel à son usage et surtout à son entretien. Il faut tenir compte également que les problèmes juridiques au sujet de la propriété foncière sont un obstacle de taille.

CLÔTURE PARE-NEIGE POUR LA PROTECTION DES ROUTES

1. USAGE DES CLÔTURES PARE-NEIGE

Les clôtures devraient normalement servir à diminuer l'enneigement de la route à des endroits précis ou pour améliorer la visibilité à des endroits précis.

2. SPÉCIFICATIONS

Les manufacturiers utilisent encore les mesures impériales.

- . latte de bois d'épinette 1½" X 3/8" X 48"
- . 4 broches (grosueur calibre 13 = 0,00086 po.)
- . 40 à 50 % de porosité, soit un minimum de 200 lattes pour une clôture de 50 pieds.

3. INSTALLATION

3.1 La clôture doit être perpendiculaire au vent qui cause les accumulations. Des observations durant les pires conditions établiront une installation adéquate.

3.2 La clôture doit être à une distance de 15 fois sa hauteur de la route et selon la force du vent. Ainsi, une clôture de 1,2 m (4 pi.) doit être à 18 m de la route.

N.B Lorsqu'une clôture est installée pour améliorer la visibilité, il faut la poser le plus près de la route et avoir une hauteur suffisante. Une mauvaise installation peut causer des accumulations sur la route.

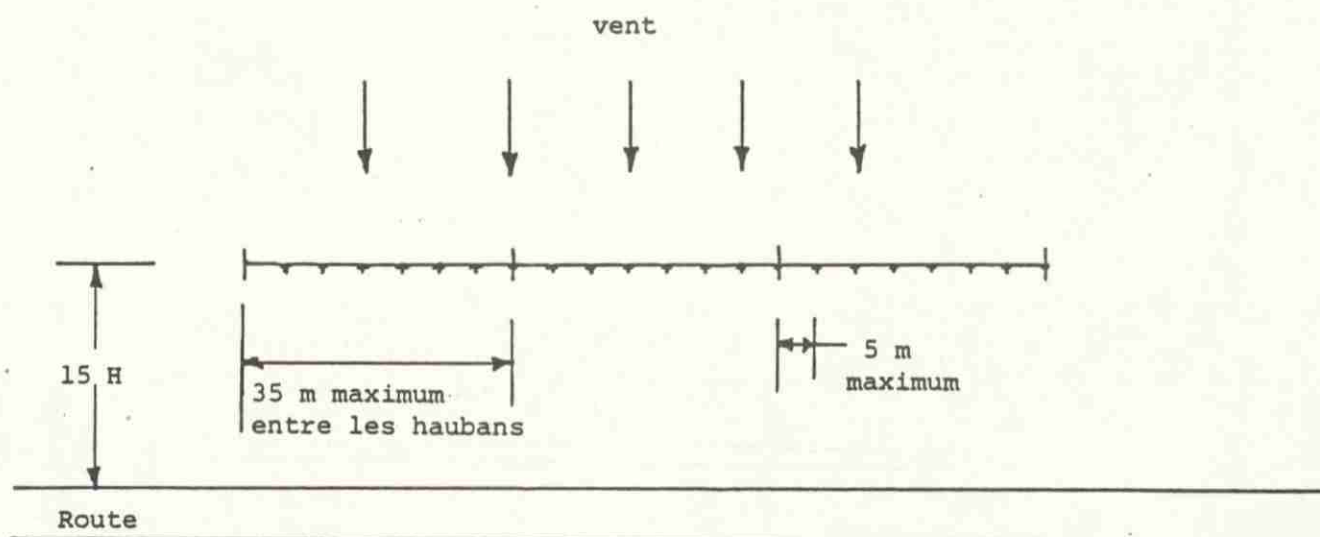
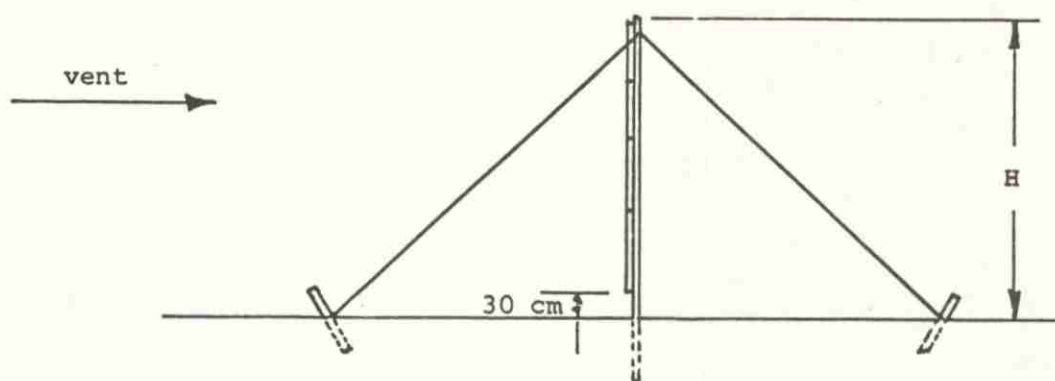
3.3 Elle doit être à 30 cm du sol. Cela a pour effet de diminuer la force du vent sur la clôture, et surtout augmenter la quantité de neige capturée. Trop haute, à 1 m du sol par exemple, l'effet sera contraire, la neige passant sous la clôture.

3.4 Elle doit être attachée du côté du poteau d'où vient le vent.

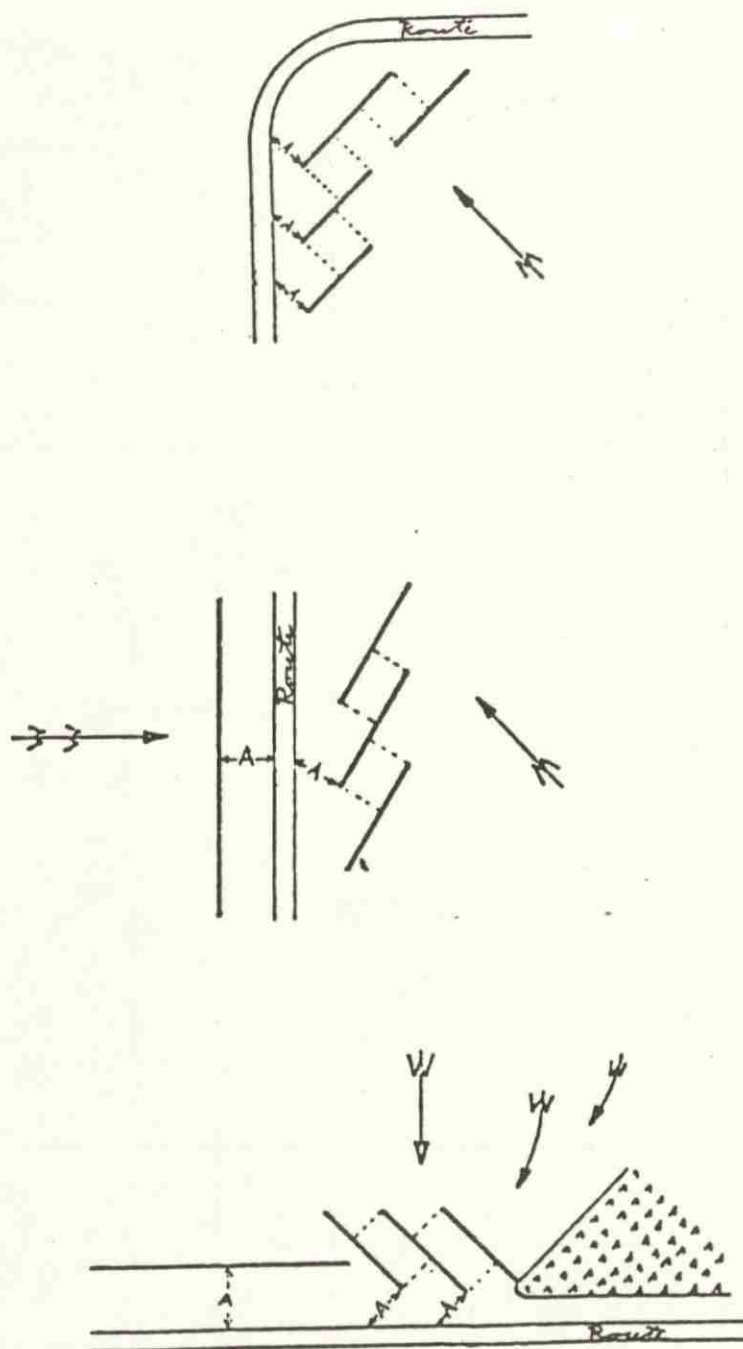
3.5 La distance maximale entre deux poteaux est de 5 mètres. Des haubans doivent être installés aux extrémités et à tous les 35 mètres. La clôture doit être retenue au poteau par au moins 3 broches.

3.6 La longueur optimale d'une clôture est de 30 fois sa hauteur. Ainsi, une clôture de 1,2 m aurait une longueur de 36 mètres.

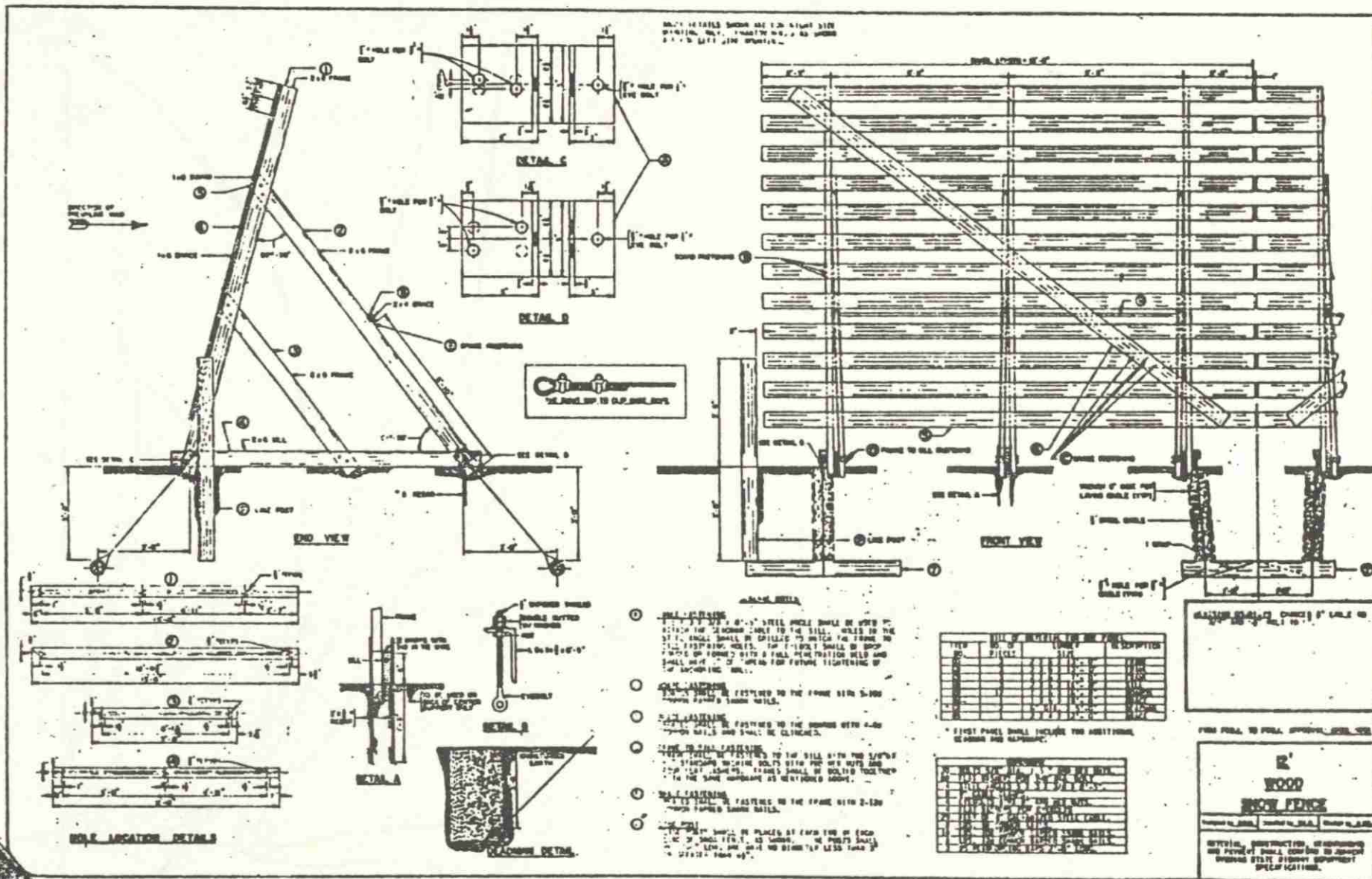
L'installation d'une clôture est rarement réussie la première fois. Il faut observer son comportement immédiatement après une tempête et noter les corrections à apporter la saison suivante.



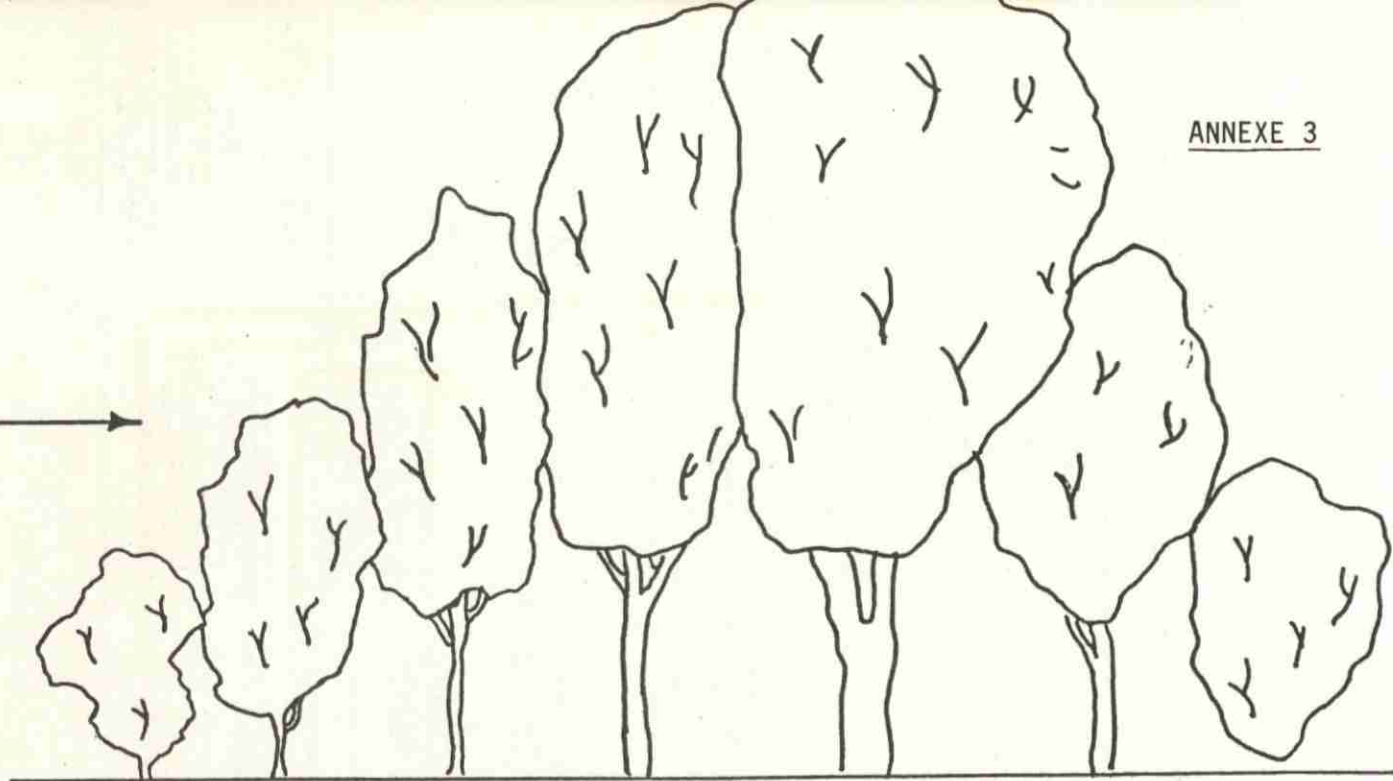
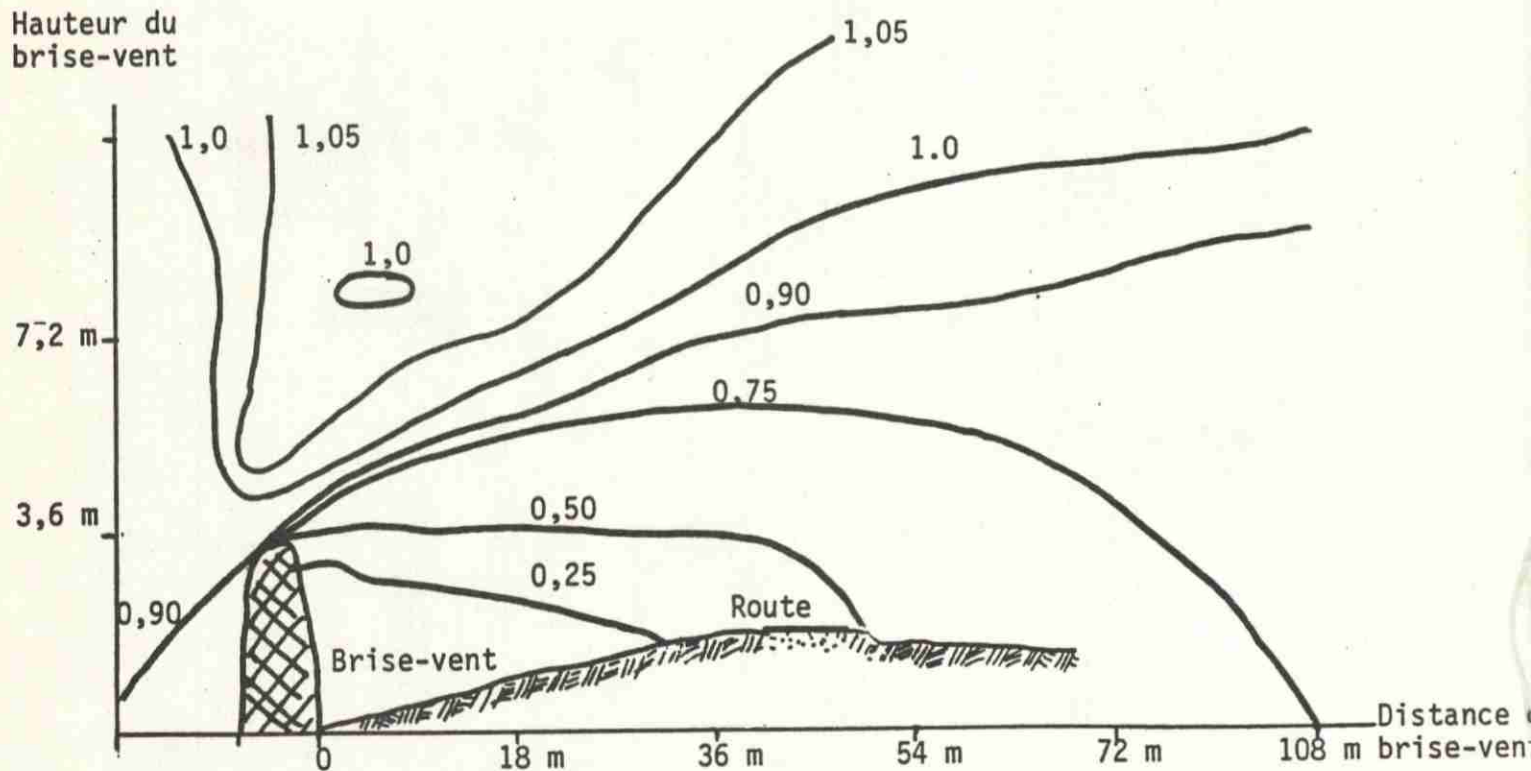
Installation d'une clôture pare-neige



Disposition de clôtures pare-neige selon les vents dominants



Vent

Hauteur du
brise-vent

Champ de vitesse du vent (d'après Zingg et Woodruff 1953)
pour un brise-vent de 7 rangée

ON NOURRIT DE
GRANDS
projets



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation

Bibliothèque Cécile – Rouleau



QMC A 433 004