TB 214286

TECHNIQUES AMÉRICAINES - 107

LES BRISE-VENT

par RALPH A. READ

Spécialiste de la Recherche Forestière

Centre Régional d'Editions Techniques

Traduction d'un ouvrage en langue anglaise intitulé
TREE WINDBREAKS
FOR THE CENTRAL GREAT PLAINS
par
Ralph A. Read, Research Forester
publié par
Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station
Forest Service
US Department of Agriculture
Washington D.C.
Agriculture Handbook n° 250

La présente édition en langue française est publiée par le
Regional Technical Aids Center (RTAC)
dénommé
Centre Régional d'Editions Techniques (CRET)
Paris-France
qui relève du
DEPARTMENT OF STATE
Agency for International Development
Office of Institutional Development (AFR/ID)
Washington D.C.
Pour tous renseignements au sujet des publications CRET
s'adresser à la
Mission Américaine de l'A.I.D.
Ambassade des Etats-Unis d'Amérique
(Capitale du pays d'où émane la demande)

COLLECTION : TECHNIQUES AMÉRICAINES

LISTE DES OUVRAGES PUBLIÉS EN FRANÇAIS

---

1. CRÉATION D'UN SERVICE DE VULGARISATION AGRICOLE.
   Building à Strong Extension Service.
2. LES FIBRES VÉGÉTALES ET LEURS UTILISATIONS.
   Vegetable Fibers and their Uses.
3. COMMENT CRÉER UNE USINE.
   How to Start a New Factory Shop.
4. LES TRANSMISSIONS DE FORCE MOTRICE DANS L'ARTISANAT FAMILIAL.
   Power Transmissions for Cottage Industry.
5. PETITES CONSERVERIES.
   Small Canning Facilities.
6. LES PETITES SCIERIES.
   A Small Saw-Mill Enterprise.
7. DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE. — SÉLECTION 1.
   Technical Digest Supplement Section IV : Economic Development.
8. COMMENT ÉTABLIR UNE ASSOCIATION D'ÉPARGNE ET DE CRÉDIT.
   Establishing a Savings and Loan Association.
9. UN FACTEUR DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE. — LA SÉLECTION DES INDUSTRIES.
   Manual of Industrial Development.
10. APPAREILS A KÉROSÈNE.
    Technical Digest Supplement N° 8 : Kerosene Devices.
11. MAISONS EN TERRE.
    Earth for Homes.
12. PETITE ENTREPRISE. — LES MANUTENTIONS.
    Improving Materials Handling in Small Plants.
13. PETITE ENTREPRISE. — LES RELATIONS HUMAINES.
    Human Relations in Small Industry.
14. PETITE ENTREPRISE. — L'IMPLANTATION D'UNE USINE.
    Profitable Small Plant Layout.
15. PETITE ENTREPRISE. — 150 QUESTIONS.
    150 Questions for a Prospective Manufacturer.
16. PETITE ENTREPRISE. — LE LANCEMENT DES PRODUITS.
    New Product Introduction for Small Business Owners.
17. PETITE ENTREPRISE. — LA CONCEPTION DES PRODUITS.
    Design is your Business.
18. LE CONTREMAITRE AU SERVICE DE LA PETITE INDUSTRIE.
    The Foreman in Small Industry.
19. PETITE ENTREPRISE. — LA COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE.
    Cost Accounting for Small Manufacturers.
20. PETITE ENTREPRISE. — LA GESTION DU PERSONNEL.
    Personnel Management Guides for Small Business.
21. PETITE ENTREPRISE. — MANUEL DE GESTION FINANCIÈRE.
    A Handbook of Small Business Finance.
22. COMMENT ON OBTIENT LE CRÉDIT AGRICOLE AUX ETATS-UNIS.
    Getting and Using Farm Credit.
23. LE SYSTÈME DE CRÉDIT AGRICOLE COOPÉRATIF AUX ETATS-UNIS.
    The Cooperative Farm Credit System. — Functions and Organization.

24. ACCROISSEMENT DE LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLE AUX ETATS-UNIS.
Sources and Causes of Increased Farm Production in the United States.
25. ETUDES A L'ÉTRANGER SOUS LES AUSPICES DE L'A.I.D. (épuisé).
Participants in Technical Cooperation.
26. VULGARISATION AGRICOLE. — LES AUXILIAIRES VISUELS.
Using Visuals in Agricultural Extension Programs.
27. VULGARISATION AGRICOLE. — L'ÉLABORATION DES RAPPORTS.
Extension Reports.
28. VULGARISATION AGRICOLE. — LA PLANIFICATION.
Extension Looks at Program Planning.
29. L'AMÉNAGEMENT D'UN POULAILLER FAMILIAL.
Poultry Unit for Family and 4-S.
30. UNE MÉTHODE LOGIQUE D'ÉLEVAGE AVICOLE.
The Poultry Result Demonstration.
31. VULGARISATION AGRICOLE. — VOIR POUR CROIRE.
Seeing is Believing. — How to Conduct Convincing Result Demonstrations.
32. COMMENT ÉVALUER LES RÉSULTATS DE LA VULGARISATION AGRICOLE.
Six Keys to Evaluating Extension Work.
33. MANUEL DE CRÉDIT AGRICOLE.
Farm Credit Manual.
34. LE CRÉDIT AGRICOLE. — SOURCE DE PROSPÉRITÉ.
Lending to Increase Farmer's Income.
35. IRRIGATION PAR ASPERSION.
Sprinkler Irrigation.
36. LA PRÉVISION DES BESOINS EN MAIN-D'ŒUVRE.
The Forecasting of Manpower Requirements.
37. PROGRÈS ET PERSPECTIVES DE LA PRODUCTION ALIMENTAIRE.
Progress and Prospects for Food Production.
38. LES COOPÉRATIVES AGRICOLES AUX ETATS-UNIS.
Rural Cooperatives in the United States.
39. L'AVICULTURE SOUS UN CLIMAT SUBTROPICAL ET SEMI-ARIDE.
Poultry Management in a Subtropical Semi-Arid Climate.
40. DÉVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE. — CINQ RÉALISATIONS INTÉRESSANTES AFRIQUE.
Community Development. — Five Community Development Ouf of West Africa.
41. LES SERVICES PUBLICS DE L'EMPLOI.
Establishment of National Employment Services.
42. DISTRIBUTION DES EAUX. — LE CALCUL DES PRIX.
Water Rates Manual. — AWWA M1.
43. DISTRIBUTION DES EAUX. — LES COMPTEURS D'EAU.
Water Meters. — AWWA M6.
44. DISTRIBUTION DES EAUX. — LA GESTION DES SERVICES.
Water Utilities Management. — AWWA M5.
45. DISTRIBUTION DES EAUX. — LES RELATIONS PUBLIQUES.
Silent Service is not enough.
46. DÉVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE. — DÉFINITION ET PRINCIPES.
Community Development. — An Introduction to C.D. for Village Workers.
47. DÉVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE. — ORGANISATION DES CONSEILS.
Making Council Meetings More Successful.
48. DÉVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE. — APPLICATION DANS LES ZONES URBAINES ET SEMI-URBAINES.
Community Development. — C.D. in Urban and Semi-Urban Areas.
49. DÉVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE. — EFFETS SUR L'ÉVOLUTION SOCIALE.
Community Development and Social Change.
50. DÉVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE. — UN RENFORT POUR LA VULGARISATION AGRICOLE.
Community Development. — Community Development, Extension and the Village A.I.D. Synthesis.
51. DÉVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE. — PRÉPARATION DES CONFÉRENCES.
Community Development. — Conference on Conference Planning.

52. DÉVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE. — L'AGENT RURAL ET L'ORGANISATION DÉMOCRATIQUE.
Community Development. — The Village Aid Worker and Democratic Program Planning.
53. MANUEL DE CONSERVATION DU SOL.
Soil Conservation Manual.
54. TECHNIQUES DÉMOGRAPHIQUES POUR LA PLANIFICATION DES BESOINS EN MAIN-D'ŒUVRE.
Demographic Techniques for Manpower Planning in Developing Countries.
55. DÉTERMINATION DES APTITUDES ET DE LA FORMATION REQUISES POUR LA MAIN-D'ŒUVRE.
Techniques for Determining Manpower Skill Needs and Training Requirements.
56. PUÉRICULTURE. — LA PÉRIODE PRÉNATALE.
Prenatal Care.
57. PUÉRICULTURE. — LES SOINS AUX NOUVEAUX-NÉS.
Infant Care.
58. PUÉRICULTURE. — VOTRE ENFANT DE UN AN A SIX ANS.
Your Child from One to Six.
59. L'IMPORTANCE DE LA FORMATION DANS LES SERVICES PUBLICS.
Improving the Public through Training.
60. L'ENTRETIEN DES CANAUX DE DRAINAGE A CIEL OUVERT.
Open Drainage Canal Maintenance Program.
61. L'ESSAI AU TÉTRAZOLIUM POUR DÉTERMINER LA VITALITÉ DES SEMENCES.
Tetrazolium Test for Seed Viability.
62. I A CONSTRUCTION EN CLIMAT CHAUD.
Physiological Objectives in Hot Weather Housing.
63. AMÉLIORATION DE L'HABITAT PAR LA PROMOTION DE L'EFFORT PERSONNEL.
Aided Self Help in Housing Improvement.
64. MANUEL PRATIQUE DE L'ÉQUIPEMENT RURAL. (I) L'EAU AU VILLAGE.
Village Technology Handbook. — Water Supply.
65. PROGRAMME DE VIVRES POUR LA PAIX. — L'ALIMENTATION DES POPULATIONS.
Food for Peace around the World.
66. COMMENT FAIRE UNE ROBE.
Make a dress.
67. LES FACTEURS DE L'ESSOR AGRICOLE AUX ETATS-UNIS.
How the United States improved its Agriculture.
68. COMMENT DÉTERMINER LES BESOINS DU SOL EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS.
How to determine Nutrient Needs.
69. L'FAU ET LA SANTÉ DE L'HOMME.
Water and Man's Health.
70. MATÉRIEL DE TRAITEMENT DES SEMENCES.
Seed Processing.
71. CUIRS ET PEAUX. — DÉPOUILLEMENT, SALAGE, EMPAQUETAGE.
Hides and Skins from Locker Plants and Farms.
72. MANUEL PRATIQUE D'ÉQUIPEMENT RURAL (II) INSTALLATIONS RUSTIQUES.
Villages Technology Handbook — (pages 85 to 167).
73. LES MALADIES DE LA TOMATE - PROPHYLAXIE ET TRAITEMENT.
Tomato Diseases and their Control.
74. BATIR SOI-MÊME - FORMATION DES ANIMATEURS DE L'OPÉRATION « CASTOR ».
Leader Training for Aided Self-Help Housing.
75. FETIT MANUEL DE CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL.
Teaching Soil and Water Conservation.
76. SÉCHEZ VOS FRUITS ET LÉGUMES AU SOLEIL.
Sun Dry your Fruits and Vegetables.
77. LE CASSE-CROUTE SCOLAIRE.
School Lunch Booklet.
78. L'AMÉNAGEMENT DE MARCHÉS RURAUX EN AFRIQUE.
Village Markets in Ghana.
79. L'ALIMENTATION SANITAIRE DES BÉBÉS EN MILIEU TROPICAL.
Health Education of the Tropical Mother in Feeding her Young Child.
80. LES CAMPAGNES DE VULGARISATION AGRICOLE.
Campaigns in Agricultural Extension Programs.
81. LES AUXILIAIRES VISUELS DANS LA TÉLÉVISION SCOLAIRE.
Creating Visuals for T.V.

82. COOPÉRATIVES AGRICOLES. — PRINCIPES DE GESTION.
Improving Management of Farmer Cooperatives.
83. LA DIRECTION DES COOPÉRATIVES AGRICOLES.
Managing Farmer Cooperatives.
84. IRRIGATION PAR DÉVE' ..'ENT.
Water Spreading Mar. 'al.
85. LE DÉVELOPPEMENT DE L'ENTREPRISE PRIVÉE AFRICAINE.
The Development of African Private Enterprise.
86. MANUEL D'HORTICULTURE TROPICALE & SUB-TROPICALE.
Handbook of Tropical and Sub-Tropical Horticulture.
87. L'AMÉLIORATION DES SOLS SALINS.
Improving Saline Soils.
88. BATIR EN TERRE.
Handbook for Building Homes of Earth.
89. VULGARISATION AGRICOLE ET MÉNAGÈRE. — MÉTHODES D'ENSEIGNEMENT.
Extension Teaching Methods.
90. FORMER DES DÉMONSTRATRICES DE L'ENSEIGNEMENT MÉNAGER.
Participants Learn by Doing.
91. COMMENT IRRIGUER VOS TERRES.
Irrigation on Western Farms.
92. TRAVAUX MÉNAGERS EN MILIEU RURAL.
Home Making Around the World.
93. COMMENT CRÉER UNE COOPÉRATIVE.
How to Start a Cooperative.
Sample Legal Documents for New Cooperatives.
94. NOURRIR UN MONDE SURPEUPLÉ.
Man, Land and Food.
95. CRÉER ET GÉRER UNE PETITE ENTREPRISE DE CONSTRUCTION.
Starting and Managing a Small Building Business.
96. COMMENT FAIRE UNE ENQUÊTE SUR LA MAIN-D'ŒUVRE.
Conducting a Labor Force Survey in Developing Countries.
97. CRÉER ET GÉRER UNE PETITE ENTREPRISE DE COMPTABILITÉ.
Starting and Managing a Small Bookkeeping Service.
98. CRÉER ET GÉRER UNE PETITE ENTREPRISE COMMERCIALE.
Starting and Managing a Small Business of your Own.
99. CRÉER ET GÉRER UN PETIT RESTAURANT.
Starting and Managing a Small Restaurant.
100. L'ÉDUCATION SANITAIRE.
Education in Health.
101. L'ÉLEVAGE DU LAPIN.
Raising Rabbits.
102. FORMATION PROFESSIONNELLE. — CONSEILS AU MAITRE.
Tips for Vocational Instructors.
103. LES RAVAGEURS DES GRAINS ENTREPOSÉS.
Stored Grain Pests.
104. MANUEL PRATIQUE DE L'ÉQUIPEMENT RURAL (III). — INSTALLATIONS SANITAIRES.
Village Technology Handbook - (Pages 1-79).
105. MANUEL PRATIQUE DE L'ÉQUIPEMENT RURAL (IV). — AMÉNAGEMENT DE LA FERME.
Village Technology Handbook - (Pages 80-161).
106. MANUEL PRATIQUE DE L'ÉQUIPEMENT RURAL (V). — AMÉNAGEMENT DU FOYER.
Village Technology Handbook - (Pages 162-212).
107. LES BRISE-VENT.
Tree Windbreaks for the Central Great Plains.
108. EVOLUTION DE L'AGRICULTURE DANS 26 PAYS.
Changes in Agriculture in 26 Developing Nations.
109. LE ROLE D'UN MINISTÈRE DU TRAVAIL DANS LES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT.
Role of a Labor Department in Developing Countries.
110. LA CULTURE DU SORGHO POUR LA PRODUCTION DE SIROP.
Culture of Sorgho for Sirup Production.
111. LE SORGHO A GRAIN - CULTURE ET UTILISATION.
Culture and Utilization of Grain Sorghum.

QUELQUES AUTRES PUBLICATIONS « CRET »

BUVEZ DE L'EAU PURE.
Drink Safe Water.

COMMENT LAVER VOTRE LINGE.
How to Wash Your Clothes.

COMMENT FAIRE LA VAISSELLE.
Wash Dishes Right.

COMMENT SE DÉBARRASSER DES ORDURES.
Dispose of Wastes.

HYGIÈNE DU CORPS.
Personal Cleanliness.

LA LUTTE CONTRE LES INSECTES AU LOGIS.
Get Rid of Household Pests.

COMMENT CONSERVER VOS PROVISIONS.
Storing Food at Home.

PRÉPAREZ ET SERVEZ DES REPAS SAINS.
Prepare and Serve safe Meals.

L'AGRICULTURE AUX ETATS-UNIS.
Farming in the U.S.

CONSERVATION DE L'EAU ET DU SOL DANS DE NOMBREUX PAYS.
Soil and Water Conservation in Many Countries.

LA SANTÉ PUBLIQUE EN AFRIQUE NOIRE.
The Present State of Health in the African Sudan.

PRENEZ SOIN DE VOTRE BÉBÉ.
Care for your baby.

DES « VIVRES POUR LA PAIX » - RECETTES CULINAIRES (*7 plaquettes*).
7 Aid Commodity Leaflets.

GLOSSAIRE DE LA SCIENCE DES SOLS.
Glossary of General Soil Science.

LES FONDEMENTS ÉCONOMIQUES DE LA RÉFORME AGRAIRE.
The Economic Basis of Land Reform.

PETIT GLOSSAIRE DES PLANTES ET ARBRES UTILES.
A Selected List of Plants and Trees.

IRRIGATION EN COURBES DE NIVEAU.
Contour Irrigation.

LES BRISE-VENT

par Ralph A. READ, Spécialiste de la Recherche Forestière[1]

INTRODUCTION

Dès les premiers temps de leur installation, les colons ont planté et entretenu des brise-vent destinés à les protéger contre les intempéries et à améliorer les conditions de vie dans les grandes plaines des Etats-Unis. Vers 1860, les agriculteurs des grandes plaines de l'Est ont planté des arbres autour de leur maison et de leur jardin, ainsi que le long des limites de leurs champs, non seulement pour rompre la monotonie de ces étendues plates et sans arbres, mais aussi pour atténuer la violence du vent. En fait, les plantations d'arbres dans les plaines ont été considérées tellement importantes pour la fixation des colons qu'en 1873, le Congrès a voté le Timber Culture Act (loi sur l'arboriculture) pour encourager la plantation d'arbres sur toutes les terres nouvellement concédées.

Au cours des années 1890, M. B.E. Fernow, chef de la Division des Forêts du Département de l'Agriculture des Etats-Unis (l'actuel Service Forestier) a collaboré avec la station expérimentale d'agriculture des grandes plaines et l'a encouragée à entreprendre des essais de plantations d'arbres pour déterminer les espèces qui convenaient le mieux aux plaines. La forêt nationale du Nebraska, qui a été créée en 1902, a été la première grande expérience de plantations d'arbres sur des dunes. Les éleveurs et les agriculteurs des régions de dunes

(1) M. Read est en poste à Lincoln Nebr. où il coopère avec la station expérimentale agricole de l'Université du Nebraska.

ont depuis lors continué à planter des arbres autour de leurs élevages et de leurs fermes, en particulier sur les prairies de grands parcours, pour protéger le bétail en hiver. Carlos G. Bates, l'un des premiers chercheurs du Service Forestier, a rédigé la première publication importante du Département de l'Agriculture sur les brise-vent ainsi que sur leur influence et leur utilité. Son bulletin qui est maintenant épuisé a été publié en 1911.

Les stations locales du Bureau of Plant Industry du Département de l'Agriculture, qui relève maintenant de l'Agriculture Research Service, ont entrepris des expériences de plantations d'arbres pendant la période 1910-1920 dans des localités situées près de Mandan, N. Dak., Cheyenne, Wyo, Akrom, Colo et Woodward, Okla. Le vote de la loi Clarke-McNary en 1924 accordait une aide fédérale aux agriculteurs pour leur permettre de se procurer des arbres aux prix coûtants, par l'intermédiaire des pépinières de l'Etat et des services de vulgarisation pour les planter sur des exploitations agricoles et des élevages des grandes plaines.

Le Shelterbelt Project mis en œuvre de 1935 à 1942 et qui en 1937 est devenu le Prairie States Forestry Project (projet forestier des Etats des prairies) était le plus important projet de plantations de brise-vent qui n'ait jamais été exécuté. Au titre de ce projet, le service forestier des Etats-Unis aidait directement les agriculteurs et les éleveurs à organiser et à établir des brise-vent sur les terres cultivables des plaines de l'Est, de manière à former une ceinture allant de la Dakota du Nord au nord du Texas.

Raphaël Zon, qui a dirigé les recherches sur les brise-vent, entreprises par le Service Forestier vers la fin de 1930-40, a énergiquement plaidé en faveur de la création de brise-vent dans les plaines en faisant la déclaration suivante :

« *On attribue aux arbres plantés en brise-vent l'amélioration des conditions physiques qui se manifeste de la façon la plus tangible par la protection des cultures et des terres cultivables. Ils possèdent, en outre, une valeur capitale qui ne peut pas être exprimée en valeur matérielle, ni être comprise par ceux qui n'ont pas vécu dans la région des grandes plaines; en effet, ils renforcent le moral des populations en les protégeant contre les vents qui soufflent sans cesse, en leur dispensant une ombre qui les protège contre les rayons du soleil, en améliorant le paysage, en donnant davantage de prix à la propriété et en accroissant véritablement la valeur de celle-ci; enfin et surtout les arbres, en donnant aux habitants l'impression d'être chez eux dans leurs terres.* » (Extrait légèrement modifié de *Possibilities of Shelterbelt Planting in the Plains Region*, 1935.)

Au cours du siècle qui s'est écoulé depuis la création de la première exploitation agricole près de Beatrice, Nebr., l'expérience empirique de milliers d'agriculteurs et d'éleveurs qui ont planté des arbres et les travaux des organismes fédéraux et d'Etats nous ont mieux renseignés sur la manière de planter des arbres et des brise-vent dans les plaines.

Le présent manuel résume les connaissances que l'on possède sur les influences et la valeur des brise-vent et donne des recommandations pratiques pour la plantation et l'entretien des brise-vent dans les grandes plaines du Centre. Cette région comprend le Nebraska, le Kansas, le Colorado oriental, et la partie méridionale de la Dakota du Sud.

POURQUOI PLANTER DES BRISE-VENT?

Les brise-vent sont de bons investissements pour les exploitations et les élevages des grandes plaines. Ils protègent les habitants, les bâtiments, les jardins d'agrément, les jardins potagers et les sols, les cultures, le bétail, le gibier et les installations publiques contre les conditions climatiques extrêmes dans la région (fig. 1).

Ces conditions extrêmes comprennent des années à faible pluviosité, de grosses chaleurs en été, ainsi que des années de

Figure 1. — Structure des brise-vent protégeant les champs et les fermes dans l'Oklahoma.

chutes de neige peu abondantes et de grands froids en hiver. Ces extrêmes sont accentués par la persistance de vents très rapides dans les plaines. Ces vents sont particulièrement persistants et violents à la fin de l'automne et au début du printemps lorsque la plupart des sols ne sont pas protégés encore par les cultures. L'érosion éolienne endommage la structure et la fertilité des sols. La violence du vent met à nu et emporte les graines qui viennent d'être semées, provoque la verse des céréales et du maïs, dégrade les fruits et les légumes et entraîne la neige ainsi que la terre sur les routes de campagnes.

En été, des vents secs et chauds brûlent les récoltes, diminuent les rendements, augmentent les pertes d'eau pendant l'irrigation et dessèchent les sols. En hiver, les vents froids rendent la vie difficile aux habitants et au bétail. La neige est entraînée dans les ravins et les fossés, privant ainsi les champs de l'humidité dont ils ont besoin; elle bloque les réseaux de transport et de communication.

Comment les brise-vent atténuent-ils les dégâts occasionnés par le vent dans les plaines? Les brise-vent bien situés peuvent protéger les cultures de différentes façons. Dans les *champs cultivés,* ils peuvent améliorer le microclimat et la production végétale parce que :

1. Ils réduisent la vitesse du vent et l'érosion du sol.
2. Ils modifient la température de l'air et du sol.
3. Ils réduisent l'évaporation et la transpiration.
4. Ils améliorent la répartition de la neige et de l'humidité du sol.
5. Ils améliorent la répartition de l'eau dans l'irrigation par aspersion.
6. Ils réduisent les brûlures occasionnées par le vent et empêchent les plantes de se faner.
7. Ils protègent les semis en empêchant les graines d'être enlevées par le vent.
8. Ils protègent les cultures arrivées à maturité contre la verse.

A la ferme, les brise-vent rendent le paysage plus agréable et en outre ils peuvent :

1. Réduire les besoins en combustible pour le chauffage des maisons.
2. Réduire les coûts d'entretien.
3. Assurer le confort personnel dans les endroits où les habitants travaillent.
4. Empêcher que la neige ne soit enlevée des zones cultivées et entraînée au loin.
5. Protéger la volaille.

6. Protéger le jardin potager et les vergers.
7. Empêcher le bruit des grandes routes de parvenir jusqu'aux fermes.

Sur *les prairies de longs parcours* et les pâturages, ainsi que dans les endroits réservés à l'alimentation du bétail, les brise-vent peuvent :

1. Réduire la mortalité due aux tempêtes de neige.
2. Réduire les besoins en aliments du bétail pendant l'hiver.
3. Maintenir la productivité et réduire les pertes de veaux.
4. Empêcher que la neige ne s'accumule dans les zones réservées au bétail.
5. Améliorer la production et la qualité du fourrage.
6. Fournir de l'ombre.

Dans *les zones d'intérêt public,* comme le long des grandes routes et des voies ferrées, les brise-vent peuvent :

1. Protéger les routes et les clôtures contre l'accumulation de la neige et de la terre.
2. Protéger les véhicules contre les vents violents et qui soufflent en bourrasque.
3. Protéger les terrains de campement, de sport, contre le vent et la poussière.

Dans toutes les régions des plaines, les arbres et les brise-vent peuvent aussi :

1. Améliorer l'aspect du paysage.
2. Assurer le vivre et l'abri du gibier.
3. Fournir de petites quantités de bois, comme par exemple des pieux et du bois de feu.

L'ACTION DES BRISE-VENT SUR LE MILIEU

Dans la zone abritée, qui est située sous le vent des plantations d'arbres, le milieu est nettement différent de celui des champs non abrités exposés au vent. Dans la zone abritée, la vitesse du vent est plus faible et il en résulte des changements importants au point de vue température de l'air, humidité atmosphérique, humidité du sol, évaporation et transpiration des plantes.

Effet sur la vitesse du vent.

L'importance de la réduction du vent dépend des caractéristiques des brise-vent. La hauteur, la densité, la forme, la largeur, la longueur et la continuité des brise-vent sont des facteurs qui influent tous sur le degré de protection.

Effet de la hauteur. — La hauteur des arbres est probablement la caractéristique la plus importante car la longueur de la zone protégée sous le vent est proportionnelle à la hauteur du brise-vent. La longueur de la zone protégée s'exprime donc couramment en hauteur de brise-vent (H). Par exemple, la force du vent sera réduite différemment, à des distances sous le vent égales à quatre, dix ou vingt fois la hauteur moyenne du brise-vent mais la réduction, en pourcentage à 4 H, par exemple est la même, quelle que soit la hauteur du brise-vent (fig. 2 et 3). Lorsque la direction du vent fait un angle droit avec l'axe longitudinal d'un brise-vent, la vitesse du vent, dans la zone pro-

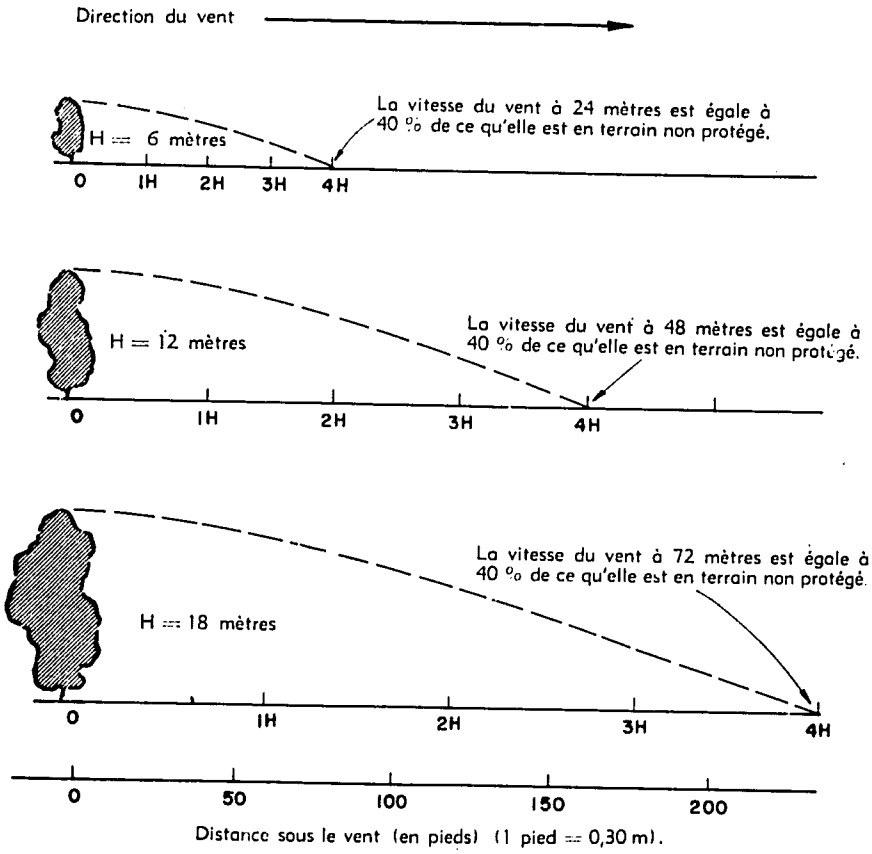
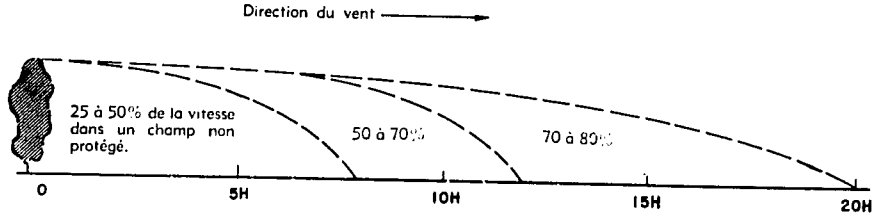


Figure 2. — La longueur, sous le vent, de la protection est proportionnelle à la hauteur du niveau d'arbres.

tégée est sensiblement plus faible sur des distances allant jusqu'à vingt fois la hauteur moyenne du brise-vent. On note une légère réduction de la vitesse du vent jusqu'à 30 H. En outre, on constate une légère réduction de la vitesse du vent entre 2 à 5 H au vent de certains types de brise-vent.

La réduction en pourcentage de la vitesse du vent pour une distance quelconque H d'un brise-vent dense est relativement constante et ne dépend pas de la violence du vent. Un brise-vent qui abaisse de 32 km/h à 16 km/h la vitesse du vent à 8 H réduira un vent de 65 km/h à 32,5 km/h au même point (fig. 3). Bien que ce rapport ne soit pas valable pour les brise-vent plus perméables, il n'est donné ici qu'à titre d'indication approximative. Ce qui est beaucoup plus important c'est que les brise-vent puissent réduire la vitesse du vent à moins de 18 à 25 km/h, ce qui est la vitesse limite à laquelle la terre commence à être enlevée.



Vitesse dans un champ non protégé.	Vitesse sous le vent (mètres par heure) 1 mile = 1 652 mètres		
	5H	10H	15H
20	5 à 10	10 à 14	14 à 16
40	10 à 20	20 à 28	28 à 32

Figure 3. — Zone où la vitesse du vent sous abri de la barrière est réduite, exprimée en pourcentage de sa vitesse dans un champ sans arbres. Exemples de vitesse effective sous le vent avec des vents soufflant à des vitesses de 32 à 64 km/h sur un espace découvert. L'échelle verticale a été exagérée.

Effets de la densité et de la largeur. — La densité d'un brise-vent exerce aussi une influence sur la réduction de la vitesse du vent. Des brise-vent très denses réduisent davantage la vitesse du vent dans la zone de 0 à 10 H que ceux qui sont plus clairsemés. Mais la distance sous le vent de la réduction effective est limitée. Les barrières de densité modérée réduisent la vitesse du vent vers l'extérieur sur une distance supérieure à celle des barrières très denses (fig. 4 C). Les brise-vent qui, à leur base, sont très perméables, ne réduisent pas autant la vitesse du vent que ceux qui sont denses mais la réduction maximale se produit à une plus grande distance sous le vent (fig. 4 B). Les brise-vent peu denses et qui sont très perméables au vent sur toute leur hauteur assurent une protection relativement faible dans leur voisinage immédiat et une protec-

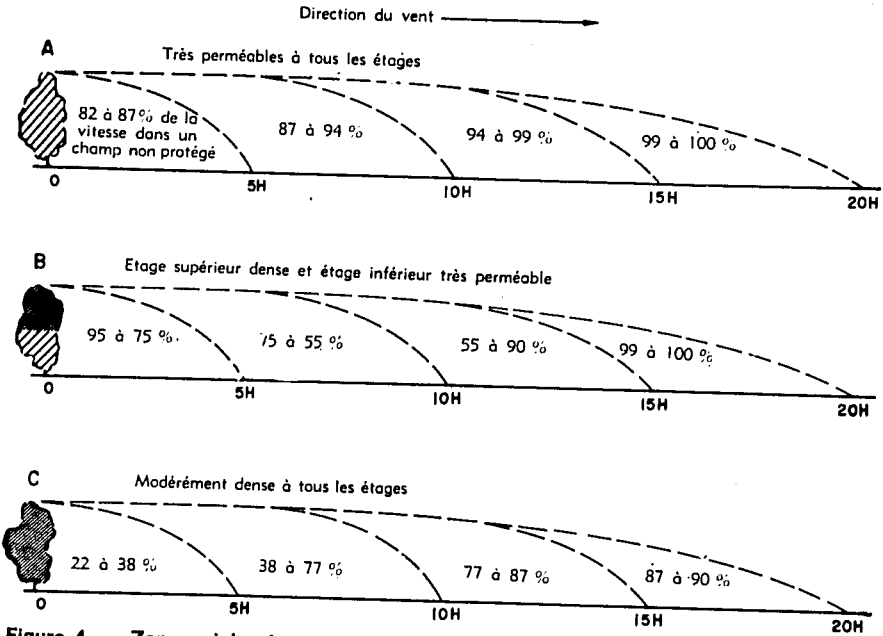


Figure 4. — Zones où la vitesse du vent est réduite, exprimée en pourcentage du vent soufflant dans un champ non protégé (1,50 m au-dessus du sol) sous abri de barrières de densité différente. L'échelle verticale a été exagérée. (Daprès Soegaard, 1954.)

tion pratiquement nulle au-delà de 10 H. Les brise-vent d'une densité modérée qui agissent comme un filtre plutôt que comme une barrière solide sont généralement considérés comme les meilleurs. Une densité de 50 à 65 % est considérée comme la meilleure pour les brise-vent des champs au Danemark, en Suisse, en Grande-Bretagne et en Russie. Cependant, dans le Nebraska et la Dakota du Sud, c'est dans la partie des brise-vent située sous le vent des écrans d'une densité de 80 % environ que l'on a obtenu les plus fortes augmentations de rendement en maïs.

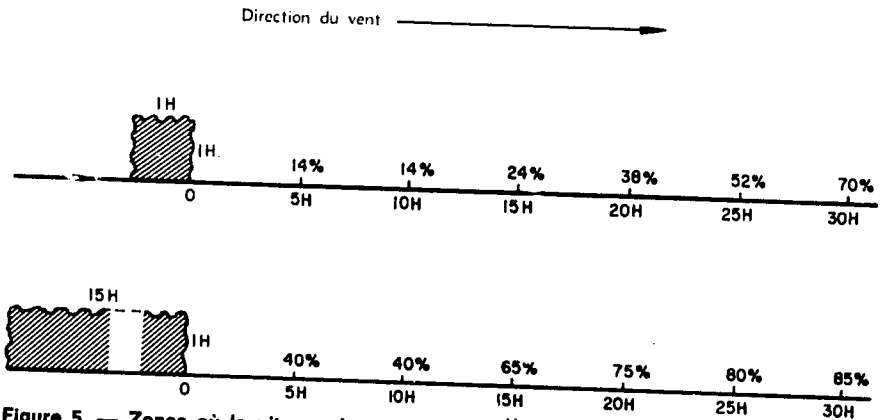


Figure 5. — Zones où la vitesse du vent est réduite exprimée en pourcentage du vent soufflant dans un champ non protégé (à 0,2 H au-dessus de la surface, sous abri de barrières artificielles à face verticale de différentes largeurs disposées dans un tunnel à vent. L'échelle des modèles a été exagérée. (D'après Caborn, 1957.)

Des brise-vent étroits d'une densité moyenne sont tout aussi efficaces que les plus larges. En fait, les brise-vent dont la largeur est supérieure à 5 H peuvent être moins efficaces que ceux qui sont étroits (fig. 5). Il convient cependant de tenir compte du fait qu'une rangée unique composée d'arbres de la même espèce ne sont pas sûrs car les arbres morts peuvent faire des trous dans la rangée et réduire sensiblement l'efficacité de la protection.

Effets de la forme de la section transversale. — La forme de la section transversale des barrières d'arbres influence aussi la vitesse du vent vers l'extérieur. Il semble que les brise-vent verticaux protègent mieux contre le vent sur une plus grande zone extérieure que les brise-vent inclinés. Comme une partie du vent passe directement à travers la barrière, la zone où la vitesse du vent est réduite s'étend plus loin vers l'extérieur (fig. 6). Il semble qu'une pente légèrement inclinée offre moins

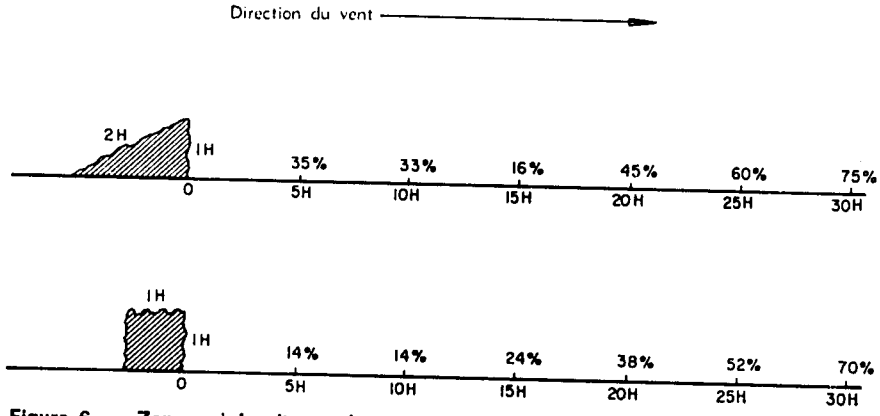


Figure 6. — Zones où la vitesse du vent est réduite exprimée en pourcentage du vent soufflant dans un champ non protégé (à 0,2 H au-dessus de la surface) sous abri de barrières artificielles de section transversale de formes différentes disposées dans un tunnel à vent. L'échelle des modèles a été exagérée. (D'après Caborn, 1957.)

de résistance au vent. Cependant, les résultats des recherches entreprises pour déterminer la section transversale idéale qui protège le mieux contre le vent sont contradictoires, et il n'est pas possible de dégager des conclusions définitives tant qu'on ne disposera pas de plus amples renseignements.

Effets sur la température et l'humidité de l'air.

La température de l'air est modifiée dans la zone située à l'extérieur des brise-vent. Au nord d'un brise-vent d'une densité moyenne situé dans le Kansas, la température de l'air à midi en

juillet (fig. 7) à une hauteur comprise entre 0,30 m et 1,20 m au-dessus du sol labouré dans une zone située de 0 à 4 H du brise-vent était de 3,6 °C plus élevée que dans la partie non protégée. Cependant, dans la zone de 6 à 24 H, la température était en moyenne inférieure de 1,2 °C à 3 °C que dans les champs non protégés. Pendant la nuit, la température de l'air près du

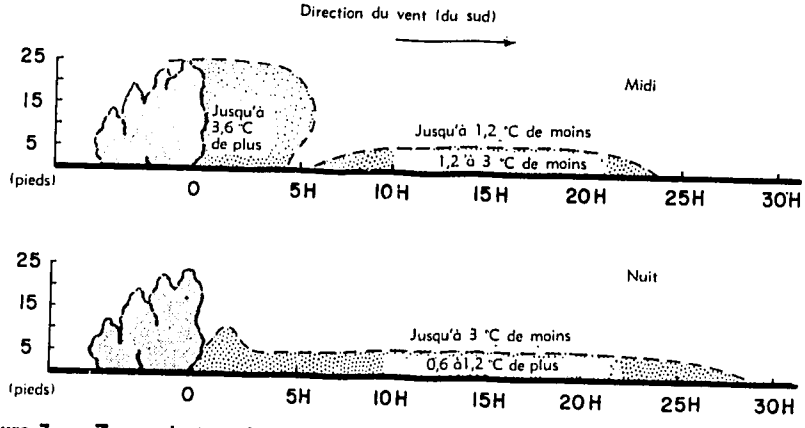


Figure 7. — Zones de température de l'air sous abri d'un brise-vent de 7,60 m de haut et d'une densité moyenne, par rapport aux températures dans un champ non protégé. Le vent soufflait à une vitesse de 22 à 32 km/h avec des températures de 30 à 43 °C dans un champ non protégé en juillet dans le Kansas. L'échelle verticale a été exagérée. (D'après Woodruf et Cie, 1959.)

sol dans la zone située de 0 à 30 H dépassait de 0,6° à 1,2° celle de la zone non protégée. (Voir aussi quelques exemples des effets aux points 1 à 5 de l'Annexe.)

Dans la zone protégée des brise-vent, l'air est généralement plus humide que dans les zones non protégées. Dans les plaines des Etats-Unis et dans les steppes de Russie on a constaté que l'humidité relative de l'air était de 2 à 4 % plus élevée dans la zone protégée par le brise-vent que dans la zone non protégée. Par temps chaud et sec, cet effet peut se faire sentir jusqu'à 400 mètres au-delà du brise-vent, selon sa hauteur. (*Cf.* aussi quelques exemples des effets aux points 8 à 13 de l'Annexe, page 138.)

Effets sur l'évaporation.

L'évaporation est beaucoup plus faible dans la zone protégée par les brise-vent du fait que l'air est plus calme et la température plus basse et l'humidité atmosphérique est plus élevée (fig. 8). L'évaporation peut être réduite dans une zone allant jusqu'à 24 H sous le vent. Cette diminution de l'évaporation a

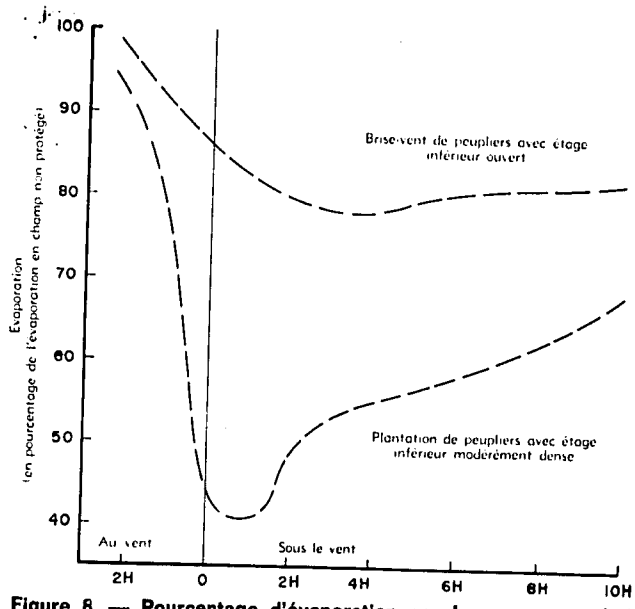


Figure 8. — Pourcentage d'évaporation en champ non protégé au vent et sous le vent de rideaux de peupliers de structures différentes. (D'après Bates, 1911.)

pour effet de conserver l'eau lors des irrigations par aspersion; elle réduit aussi les pertes des réservoirs et mares. L'évaporation diminue davantage lorsque le vent est violent que lorsqu'il est faible. La réduction de l'évaporation est proportionnelle à la densité du brise-vent, de sorte que les barrières perméables, en particulier celles qui sont très peu denses à leur base ne sont pas aussi efficaces que les barrières denses (fig. 8). (*Cf.* aussi quelques exemples de ces effets aux points 14 à 20 de l'Annexe, pages 139 et 140.)

Effets sur la température du sol.

Les brise-vent influencent la température du sol dans le voisinage des arbres et immédiatement au-dessous, mais les différences à une profondeur de 45 cm au-delà de 1 à 2 H au-delà des barrières sont négligeables. Néanmoins, la température de la surface du sol est plus élevée au printemps et en été et plus faible à l'automne et en hiver dans les zones protégées que dans les zones non abritées. (*Cf.* aussi quelques exemples des effets aux points 6 et 7 de l'Annexe.)

Effets sur l'humidité du sol et l'accumulation de la neige.

Les brise-vent conservent l'humidité du sol dans la partie sous abri en réduisant l'évaporation ainsi que la transpiration et en assurant une répartition des précipitations, surtout de la neige. La neige est souvent enlevée par le vent dans les champs dénudés et ne contribue guère à maintenir l'humidité du sol. La répartition de la neige dans les zones abritées dépend de la structure de la barrière (fig. 9). Les brise-vent qui sont denses

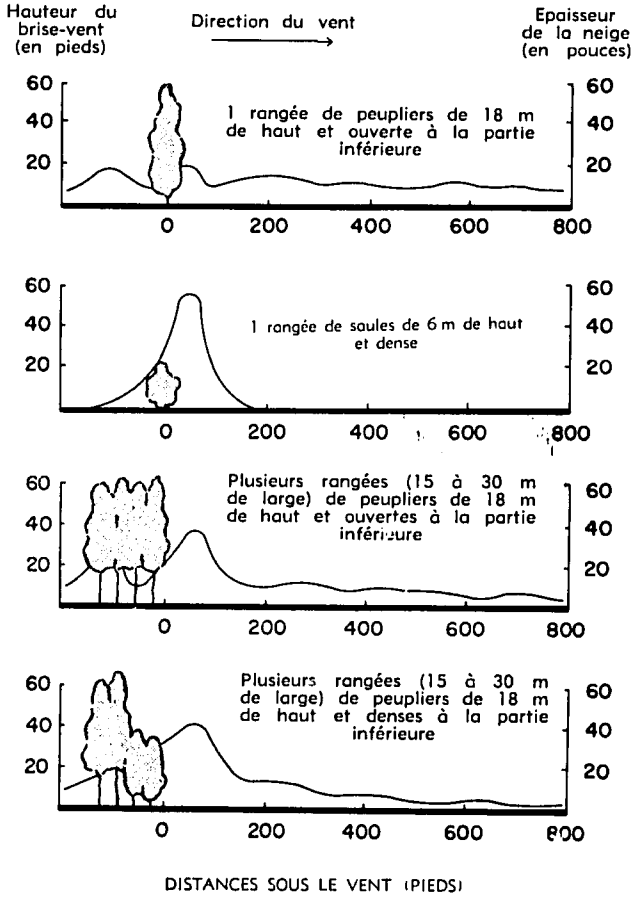


Figure 9. — Profils de l'épaisseur de la neige résultant de brise-vent de largeur et de structure différentes. La hauteur verticale des arbres est exprimée en pieds (1 pied = 0,30 m) et l'épaisseur de la neige en pouces (2,54 cm) mais les échelles sont exagérées. (D'après Bates et Stoeckler, 1911.)

à leur base laissent la neige s'accumuler dans la bordure, ou à proximité, située sous les vents de la barrière. Les barrières dont la base est plus perméable laissent 60 à 80 % de la neige

s'étaler sur les champs situés sous le vent. Le mode d'accumulation de la neige est étroitement fonction de la vitesse du vent. Les brise-vent font durer plus longtemps la couche de neige sur les champs protégés et réduisent ainsi la déperdition de l'humidité par évaporation. (*Cf.* aussi quelques exemples des effets aux points 21 à 25 de l'Annexe.)

Malgré une plus forte absorption d'eau et l'augmentation des rendements des cultures dans les champs protégés par les brise-vent, on a constaté que la quantité d'humidité restant dans le sol était plus forte dans certaines régions que dans les champs non protégés. Cependant, les effets des brise-vent sur l'humidité des sols situés dans la zone de 0 à 2 H sont complexes. Les augmentations dues à l'accumulation de la neige, à l'ombrage et à la réduction de l'évaporation peuvent être compensées par l'utilisation de l'humidité par les arbres. (*Cf.* aussi quelques exemples des effets aux points 26 à 33 de l'Annexe.)

L'accumulation de congères contre les brise-vent et à proximité a pour effet que la superficie du sol qui n'est pas gelé ou de sol poreux gelé est plus élevée que dans les zones non protégées où le sol gèle en profondeur. Cet état du sol permet une plus forte infiltration de l'eau et réduit donc les déperditions ainsi que l'érosion du sol provoquée par un ruissellement rapide au printemps. (*Cf.* aussi quelques exemples des effets au point 34 de l'Annexe, page 143.)

Effets sur les propriétés du sol.

Les brise-vent améliorent les propriétés du sol dans les champs à une distance souvent égale à 5-7 H des arbres. On a noté des améliorations physiques et chimiques y compris un accroissement de la teneur en matières organiques, de la perméabilité, de la porosité, de l'agrégation, de l'infiltration et de la profondeur de l'horizon A. (*Cf.* exemples des effets points 35-45, de l'Annexe.)

On trouvera dans l'Annexe des exemples typiques des recherches qui ont été faites concernant l'influence des brise-vent sur la température de l'air et du sol, l'humidité de l'air, l'évaporation, la répartition de la neige, le ruissellement, l'humidité du sol et la structure du sol. L'omission de certaines rubriques de la liste indiquent que les données ne sont pas disponibles.

ACTION DES BRISE-VENT SUR LES PLANTES ET LES ANIMAUX

Les zones protégées par les brise-vent sont généralement plus propices à la croissance des plantes et des animaux qu'un milieu découvert et non protégé. Les brise-vent réduisent le mouvement du vent, la température de l'air pendant la journée et l'évaporation tout en accroissant l'humidité atmosphérique. Ces modifications du milieu réduisent la transpiration des plantes cultivées et conservent au sol son humidité. On a pu calculer l'influence d'un brise-vent sur la transpiration des plantes dans le Kansas pendant les journées chaudes et éventées du mois de juillet en utilisant une formule qui tient compte de la vitesse du vent et de la température de l'air. La transpiration du côté abrité par le brise-vent entre 0 et 20 H était égale à 79-95 % de celle d'un champ découvert. La plus forte réduction pendant la journée, soit 79 % de la transpiration dans un champ découvert, a été constatée à des distances situées entre 2 et 8 H. Au-delà de 25 H, cette réduction était négligeable. Pendant la nuit, le taux de transpiration à 2 H sous le vent était égale à 69 % de ce qu'elle était dans un champ découvert.

Les plantes poussent plus rapidement lorsque les cellules des tissus sont remplies d'eau. Lorsque l'eau contenue dans la cellule tombe au-dessous de sa pleine capacité par suite d'une transpiration excessive, de l'absence d'humidité dans le sol ou des deux, les processus physiques et chimiques de la croissance sont ralentis. A l'extrême, les plantes se fanent sous l'effet de la diminution de l'humidité, surtout lorsqu'il y a du vent et une température élevée.

Le gaz carbonique qui est indispensable à la croissance des plantes tend à s'accumuler dans les régions où il y a peu de vent. En conséquence, il y a davantage de gaz carbonique dans les plantes à l'abri des brise-vent qu'en terrain découvert. En outre, les plantes en utilisent une plus forte quantité car les stomates des feuilles par lesquels le gaz carbonique pénètre dans la plante restent ouverts plus longtemps au cours des journées où le niveau de l'humidité des plantes est élevé.

Effets sur les cultures.

On a constaté dans de nombreuses parties du monde qu'à l'abri des brise-vent les rendements des cultures de plein champ étaient plus élevés que dans des régions non protégées. (*Cf.*

exemples des effets à la page 146 de l'Annexe.) L'importance des variations de rendement varie suivant les essais en raison des différences de structure et d'emplacement des brise-vent ainsi que de climat et de temps. Les brise-vent peu élevés et perméables ont des effets différents de ceux qui sont de grandes dimensions et denses. Cependant, c'est dans les climats frais et humides ou avec peu de vent que les avantages sont les plus faibles. Mais en revanche, ils atteignent leur maximum pendant les saisons ou sous les climats chauds, secs et éventés. Malgré ces différences, on a constaté que l'abri fourni par un grand nombre de types de brise-vent procurait des avantages réels sous un grand nombre de climats différents. L'effet général de la protection des brise-vent sur les rendements en maïs et en céréales à petits grains qui a été noté en 1935-41 dans la région des grandes plaines des Etats-Unis est indiqué sur la figure 10.

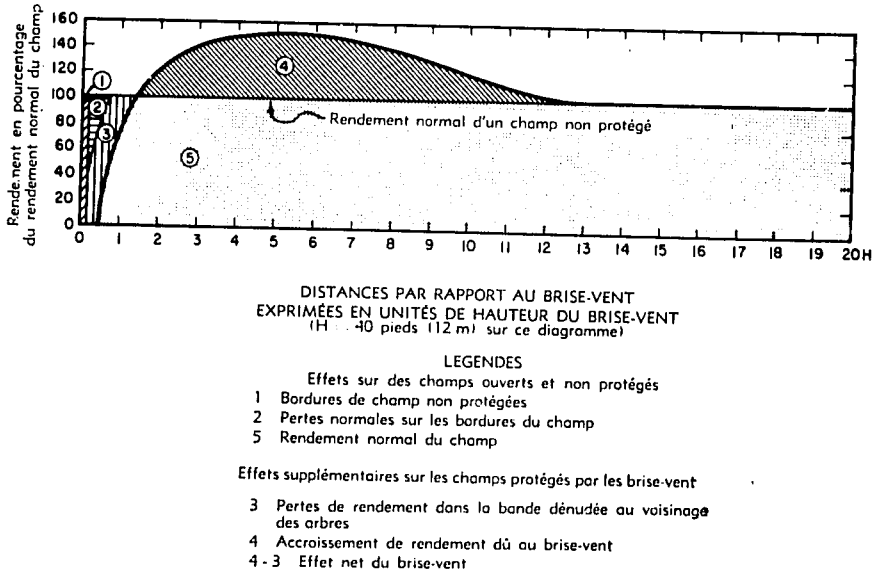


Figure 10. — Coupe transversale indiquant le rendement sur un champ situé sous abri d'un brise-vent. (D'après Stoecler, 1961-62.)

Une bande étroite de terre de la largeur d'environ 1 H disposée parallèlement aux barrières d'arbres sur les deux côtés est souvent peu favorable aux cultures (fig. 11). Ces bandes sont occupées par les racines d'arbres qui utilisent l'humidité du sol et les principes fertilisants qu'il contient. Il semble que cet effet défavorable puisse être lié aussi à l'ombrage et à l'élévation de la température de l'air. Les rendements des cultures peuvent être réduits à néant dans ces bandes. Cependant, la zone ainsi affectée de manière défavorable est relativement faible par rapport à la zone qui est influencée favorablement par les brise-vent. (*Cf.* n^{os} 3 et 4 de la fig. 10.) On trouvera une étude plus

approfondie sur cet effet dans la section consacrée aux limitations.

Figure 11. — Effets défavorables d'un brise-vent sur les cultures se faisant sentir jusque sur douze rangées de maïs dans ce champ irrigué du Nebraska occidental. Le brise-vent est constitué essentiellement d'ormes de Sibérie d'une hauteur de 13,70 m. (Photo aimablement communiquée par W.T. Bagley de l'Université du Nebraska.)

Effets sur les fermes et le bétail.

Les barrières d'arbres bien situées peuvent améliorer le milieu local des exploitations où un grand nombre de travaux sont accomplis quotidiennement. La réduction du mouvement du vent en hiver permet d'avoir des maisons plus confortables tout en dépensant moins de combustible. Les brise-vent peuvent empêcher l'amoncellement de la neige et laisser ainsi après les gros orages (fig. 12, A) une zone dégagée où l'on peut travailler. Le fait que les bâtiments soient moins exposés aux intempéries réduit les coûts de réparation des dégâts provoqués par le vent et les frais de peinture. Des brise-vent bien disposés et bien situés peuvent aussi réduire le mouvement de la poussière et de la terre, tout en augmentant le confort à l'exploitation pendant les journées chaudes et sèches de l'été.

Les brise-vent disposés autour des enclos réservés à l'alimentation du bétail protègent les bovins contre les vents de l'hiver et empêchent l'amoncellement de la neige (fig. 12, B). La protection contre les vents froids du nord réduit la mortalité au

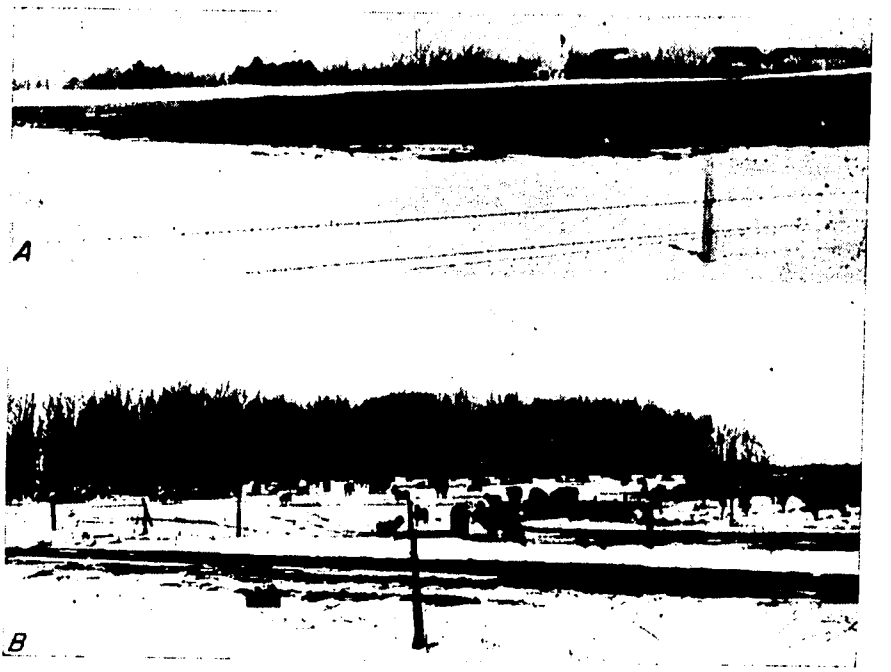


Figure 12. — A) Des brise-vent bien situés protègent cette ferme en hiver et en été. — B) Bovins et moutons s'alimentant dans la zone protégée située sous le vent, derrière un grand brise-vent large.

cours des orages et permet au bétail de mieux conserver son poids sans consommer davantage d'aliments; elle réduit aussi la mortalité des veaux. Si la neige ne s'amoncelle pas, les enclos réservés à l'alimentation du bétail peuvent rester dégagés.

L'influence de la protection fournie par les brise-vent a été étudiée dans un grand nombre de pays du monde. Les résultats diffèrent selon la nature de la région, les cultures antérieures, l'humidité, le temps, la densité du brise-vent, etc. Les résultats d'un grand nombre de ces études sont résumées dans l'Annexe. Les résultats prouvent que dans la majorité des cas, la protection assurée par les brise-vent dans les régions agricoles éventées du monde entier a eu des effets heureux sur les cultures, le bétail, les bâtiments de ferme et les installations diverses.

COMMENT UTILISER LES BRISE-VENT POUR PROTÉGER LES RÉCOLTES

La plantation de brise-vent sur les terres cultivées est un investissement à long terme destiné à assurer la conservation du sol et de l'eau. Bien que les brise-vent procurent rapidement

une certaine protection, il leur faut cependant une trentaine d'années pour que leur efficacité atteigne leur maximum dans les plaines du centre. Comme dans la plupart des cas, ils restent encore efficaces pendant vingt-cinq à trente ans, la plantation et l'entretien de ces brise-vent s'étend sur plus d'une génération. Il est indispensable, en conséquence, que la plantation soit bien conçue afin de protéger l'investissement et d'assurer des bénéfices constants à long terme. Des erreurs dans le choix des essences, leur disposition, l'espacement et l'emplacement peuvent être coûteuses.

Les brise-vent ne peuvent être réellement efficaces que s'ils complètent les autres méthodes de conservation du sol comme les labours sous les chaumes, les cultures de couverture et la culture en bande. Les systèmes de brise-vent font partie de l'organisation générale d'une exploitation; les sols et la topographie des champs, les terrasses, les rigoles, les pâturages, etc., auront une forte influence sur ceux-ci et limiteront souvent leur emplacement. En conséquence, il faut tenir compte du plan général d'utilisation des terres agricoles avant d'installer des éléments permanents comme les rideaux d'arbres. Le système du brise-vent doit être organisé et disposé d'après une photographie aérienne à grande échelle de l'exploitation ou de l'élevage. En utilisant cette méthode (fig. 13), on peut se faire une idée de

Figure 13. — Pour l'exploitation ou le pâturage, le mode de protection par brise-vent devrait être conçu compte tenu du plan d'utilisation agricole des terres.

la protection fournie par le brise-vent pour tous les usages auxquels est destinée la terre.

Le propriétaire ou le fermier doit dresser pour chaque champ ou unité de terre une liste des protections que devra assurer le brise-vent. Il est indispensable de prendre cette décision dès le début car elle déterminera la nature des spécifications à respecter pour la plantation afin que le brise-vent réponde aux objectifs qui lui sont assignés.

Ainsi qu'il a été indiqué dans la première section, la densité des différentes hauteurs d'arbres dans les brise-vent a également une incidence importante sur la structure de la réduction de la vitesse du vent, sous le vent, et en conséquence sur d'autres facteurs de microclimat. Il faut des brise-vent de types différents pour répondre aux divers objectifs. Par exemple, la diminution du vent nécessaire à une exploitation devra être plus importante mais moins étendue que celle qui est nécessaire pour protéger un champ. Cette différence dans les objectifs nécessite l'emploi de diverses essences d'arbres et en nombre variable, de dispositions et d'espacements différents entre les arbres, les rangées et les rideaux d'arbres.

MONOVALENTS OU POLYVALENTS?

Bien que les brise-vent soient souvent plantés pour servir à plusieurs usages, ils ne peuvent pas ordinairement convenir aussi bien à tous les usages en même temps. Ainsi qu'il a été indiqué précédemment, l'importance de la réduction du vent qui est nécessaire pour atteindre un objectif est souvent différente de celle qui est indispensable pour un autre objectif.

Les variations de la densité, de la largeur et de la forme du rideau d'arbres sont nécessaires pour obtenir différents modes de réduction de la vitesse du vent et de leurs effets annexes sur la température, l'évaporation et l'accumulation de la neige. En conséquence, pour que les plantations procurent le maximum d'avantages, les décisions que prendra le propriétaire quant au choix des essences d'arbres et à leur disposition optimale pour atteindre les principaux objectifs en matière de structure doivent avoir le pas sur toute autre considération.

Les brise-vent polyvalents destinés à répondre à plusieurs objectifs ont fait l'objet d'expériences dans le passé mais seulement avec un succès mitigé. Les résultats de ces plantations au bout de vingt ans ne semblent pas justifier la combinaison de plusieurs objectifs en un seul type de plantation. Par exemple, les brise-vent destinés à protéger les champs ne doivent pas

comprendre d'arbres comme le noyer noir et l'abricotier destinés à la production des fruits. Ces arbres occupent beaucoup d'espace et ne contribuent guère à l'efficacité des brise-vent. De même, les brise-vent des champs destinés à assurer une répartition maximale de la neige sur les champs situés sous le vent ne doivent pas comprendre des espèces arbustives basses destinées à servir d'abri et de nourriture au gibier. En l'occurrence, la densité des arbustes au niveau du sol crée des congères près des brise-vent au lieu de répartir la neige sur les champs situés sous le vent.

Les brise-vent doivent généralement être plantés uniquement pour répondre à un seul objectif. Ceci doit déterminer, compte tenu des limitations imposées par le sol, les essences, leur disposition et leur espacement. On peut envisager des variantes pour répondre à un objectif particulier ou secondaire, à condition que ceci ne nuise pas au bon fonctionnement de l'objectif principal qui doit avoir la priorité absolue dans le choix des essences, leur disposition et leur espacement, facteurs qui influenceront la structure du brise-vent.

Quel que soit l'objectif principal, les considérations qui ont trait aux loisirs, à l'esthétique et au gibier entrent presque toujours en ligne de compte lorsqu'il s'agit de planter des arbres. Ces considérations annexes peuvent donc être reléguées au second plan lorsqu'il s'agit de planter des brise-vent dans les champs, autour des fermes ou pour protéger le bétail et les routes. Si la plantation des arbres a principalement pour but d'aménager des terrains de sport ou de protéger le gibier, il convient de le préciser et les plantations doivent être faites à cet effet et non pas pour protéger les champs et les bâtiments d'habitation contre le vent, etc.

TYPES DE BRISE-VENT ET LEURS FONCTIONS

Les brise-vent peuvent être classés en quatre types généraux suivant leur emplacement et les buts auxquels ils sont destinés :

1. Les brise-vent des champs souvent appelés rideaux d'arbres destinés à protéger une vaste superficie de champs cultivés contre l'érosion éolienne et à créer un milieu plus propice pour les cultures.

2. Les brise-vent des bâtiments de ferme destinés à protéger un espace restreint à l'intérieur et autour de la ferme, des granges, des parcs à bestiaux et des jardins en vue d'assurer un plus grand confort, faciliter le travail et accroître la productivité.

3. Les brise-vent des pâturages et prairies de long parcours qui ont pour objet de protéger une zone limitée où le bétail se repose et s'alimente ainsi qu'à fournir un milieu plus propice pour la croissance des fourrages et animaux sur des zones plus étendues.

4. Les brise-vent d'intérêt public qui visent à protéger les grandes routes et les voies de chemin de fer ainsi que les terrains de sport contre les vents violents, l'enlèvement du sol et l'accumulation de la neige.

La protection des champs peut nécessiter plusieurs types de brise-vent suivant les objectifs. Par exemple, une barrière destinée à assurer la répartition de la neige doit avoir une densité et un espacement différents d'une barrière destinée à protéger les cultures contre les vents chauds. En outre, les barrières qui ont principalement pour objet de prévenir l'érosion éolienne seront vraisemblablement différentes de celles qui viennent d'être mentionn[illegible] au point de vue densité et espacement des arbres.

La structure des brise-vent destinés aux fermes doit au contraire être limitée à une disposition à peu près unique. Généralement ce type de protection n'a pour seul objectif que de réduire au maximum la vitesse du vent autour des bâtiments de ferme. L'influence de ces plantations sur le vent et l'accumulation de la neige sur une vaste superficie située sous le vent n'est généralement pas importante.

La structure des brise-vent destinés aux pâturages et aux prairies peut varier comme c'est le cas des rideaux d'arbres destinés aux cultures car leurs objectifs sont différents. Les rideaux destinés à assurer une protection maximale aux animaux dans les parcs à bestiaux doivent être suffisamment denses pour empêcher l'accumulation de la neige dans leur voisinage tandis que les rideaux destinés à améliorer la répartition de la neige sur les pâturages doivent être très perméables. Lorsqu'il s'agit d'assurer une protection temporaire au bétail pendant les violentes tempêtes d'hiver, il faut un autre type de barrière. Ces brise-vent doivent être très larges afin d'abriter le troupeau.

La structure des rideaux disposés le long des voies de chemin de fer et des grandes routes doit être peu à peu uniforme car leur objectif principal est de retenir la neige et d'empêcher les congères.

Brise-vent destinés à protéger les champs.

Objectifs. — Les brise-vent destinés aux champs cultivés ont généralement un but plus précis que les brise-vent plantés

dans d'autres endroits. D'une part, la zone à protéger est plus vaste que celle qui est occupée par une ferme ou que les parcs à bestiaux. En second lieu, les rideaux d'arbres peuvent être prévus pour répondre à plusieurs objectifs différents qui nécessitent chacun une structure d'un type légèrement différent.

Parmi ces objectifs différents, on peut citer :

1. La réduction du mouvement du sol et des dégâts occasionnés aux cultures pendant les tempêtes.

2. La protection des jeunes cultures contre les vents extrêmement chauds et desséchants.

3. L'amélioration de la capacité de rétention et la rétention de la neige sur les champs.

4. La réduction de l'évaporation et l'amélioration de la distribution de l'eau d'irrigation par aspersion.

Structure et orientation. — Lorsque l'on veut planter des brise-vent pour protéger les champs, il est désirable d'envisager une structure qui assurera une protection complète et non pas des brise-vent isolés et orientés dans une seule direction. La meilleure production est celle qui est assurée par un ensemble ou un quadrillage de brise-vent orientés dans plusieurs directions et suffisamment rapprochés pour protéger tous les champs.

La zone protégée sous le vent des barrières parallèles situées à intervalles de 20 H atteint son maximum lorsque le vent souffle en faisant un angle droit avec elles. Une série de brise-vent parallèles dont les effets ne se cumulent cependant pas crée une plus vaste surface d'air tranquille que le même nombre de barrières isolées espacées à plus grand intervalle. Cependant, lorsque la direction du vent change, l'axe de réduction maximale de la vitesse du vent se modifie et la surface protégée diminue (fig. 14). Le mode d'accumulation de la neige et ses effets sur l'humidité du sol varient par rapport aux rideaux d'arbres lorsque les vents dominants changent pendant les tempêtes de neige. La surface qui bénéficie d'un changement favorable de température, d'humidité et d'évaporation se modifie également et diminue d'étendue.

L'effet du changement de direction du vent peut être réduit au minimum à condition d'établir un ensemble complet de brise-vent (fig. 15). Ainsi, en établissant des brise-vent à des intervalles ne dépassant pas 20 H et orientés dans deux directions, on obtient une grille ou un déflecteur à l'intérieur duquel le climat ou le milieu au voisinage du sol est sensiblement différent de celui qu'on trouve dans une plaine nue. Il est indispensable de prévoir un ensemble complet pour assurer une protection maximale car les vents soufflent de presque toutes les directions à un moment donné de l'année.

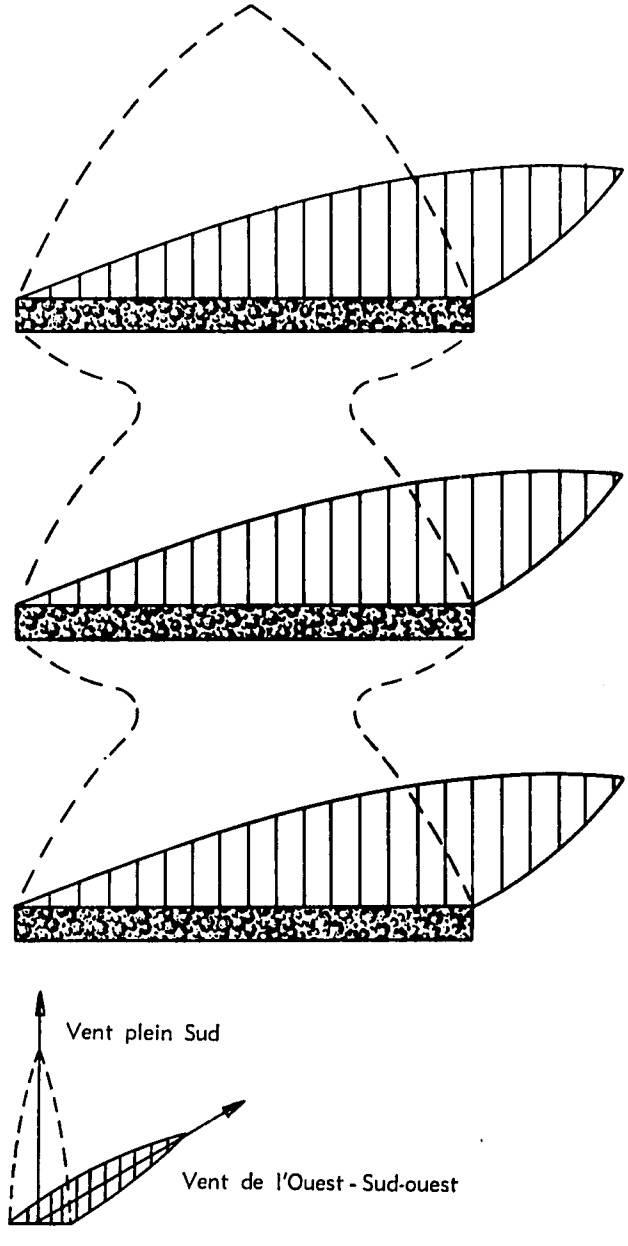


Figure 14. — Comparaison des zones protégées sous le vent de barrières parallèles lorsque la direction du vent change.

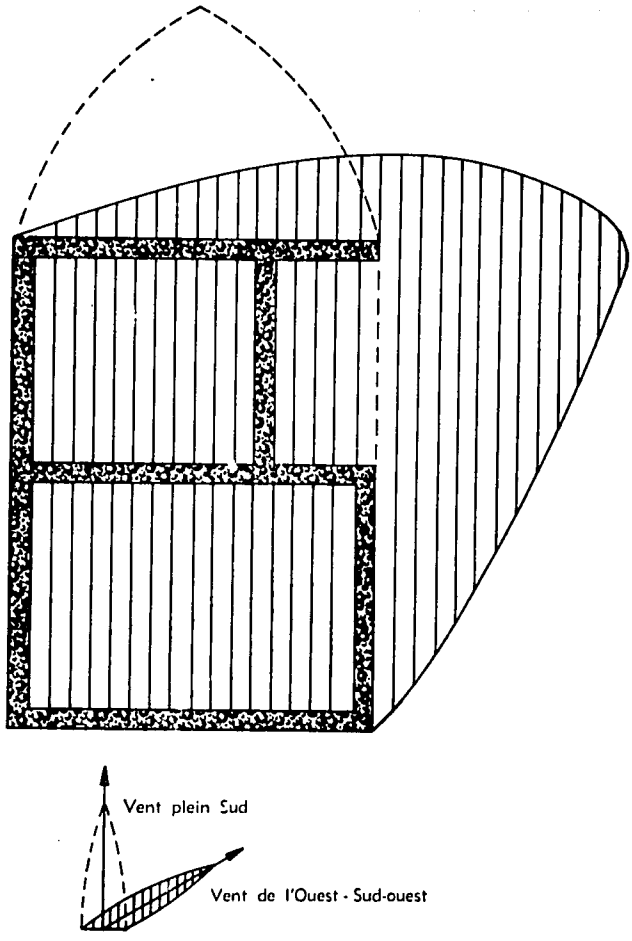


Figure 15. — Comparaison des zones protégées sous le vent d'un ensemble de barrières lorsque la direction du vent change.

La création d'ensembles de brise-vent ne soulève que peu de difficultés en terrain plat. Comme dans le Nebraska et le Kansas, les vents dominants viennent du sud pendant la période végétative et du nord-ouest en automne, en hiver et au début du printemps, l'ensemble du brise-vent devrait être orienté est-ouest. On peut compléter l'ensemble en établissent des barrières orientées nord-sud à des intervalles égaux ou inférieurs à 20 H afin d'assurer une protection maximale.

Les orientations ne sont indiquées ici qu'à titre d'exemple. Lorsque la forme des champs est prévue pour que l'on puisse y adopter des méthodes de conservation comme la culture en bandes, la forme des brise-vent doit épouser celle des bords des champs ou de leurs subdivisions.

L'établissement d'ensembles sur terrain accidenté pose un problème plus difficile. Lorsque les pentes dépassent 5 %, les brise-vent doivent suivre le plus près possible les courbes de

niveau. La plantation suivant les courbes de niveau réduit au minimum les variations qui se produisent généralement dans la survivance des arbres et la croissance en hauteur, lorsqu'une partie du brise-vent est établie sur un type de sol et l'autre partie sur un autre. Etant donné que les brise-vent plantés suivant les courbes de niveau ne sont pas toujours orientés de manière à fournir une protection maximale contre les vents prédominants, l'établissement de barrières transversales supplémentaires doit être envisagé. Cependant, il ne faut pas planter de barrières transversales pour compléter les brise-vent qui suivent les courbes de niveau sans prendre certaines précautions pour empêcher l'érosion hydraulique. Les brise-vent qui suivent les courbes de niveau doivent toujours être envisagés dans le cas d'un système de terrasses afin que les arbres puissent profiter de l'humidité supplémentaire fournie dans les terrasses.

Intervalles. — Les intervalles entre les brise-vent de l'ensemble dépendent de la hauteur maximale effective que peuvent atteindre les essences plantées pour constituer l'élément le plus élevé. Cet intervalle ne doit pas dépasser vingt fois la hauteur moyenne à 20 ans et, pour assurer la meilleure protection possible, il devrait être de quinze hauteurs environ.

Comme les arbres ne sont pas aussi grands sur les hauteurs que dans les plaines, la distance effective de 20 H entre les brise-vent situé en terrain accidenté devra être plus faible. Les intervalles entre les brise-vent plantés sur un terrain en pente doivent être légèrement inférieurs à ce qu'ils sont sur terrain plat.

D'une manière générale, la hauteur maximale que peut atteindre l'orme de Sibérie et le pin jaune ainsi que les pins d'Autriche sur les hauts plateaux du centre et de l'est du Nebraska et du Kansas est de l'ordre de 15 à 17 mètres. Les ormes atteignent cette hauteur en vingt ans et les pins en quarante ans. Il faut un intervalle de 20 H qui ne dépasse pas 240 à 300 mètres entre les brise-vent. Dans les plaines occidentales où la hauteur maximale des arbres sur les plateaux n'est que de 8 à 11 mètres, la distance entre les brise-vent ne doit pas dépasser 150 à 210 mètres.

Sur les terres basses, les fonds de plaines, les terrasses, et les hauts plateaux où les racines des arbres peuvent facilement atteindre la nappe phréatique, la distance entre les brise-vent peut atteindre 360 à 450 mètres. Les peupliers atteignent dans ces régions une hauteur effective de 24 mètres. On trouvera à la section suivante des renseignements plus détaillés sur le choix des essences qui peuvent atteindre une certaine hauteur sur les divers types de sols.

Lorsqu'on désire assurer une protection complète, avant que les arbres du brise-vent atteignent la hauteur maximale, il

faut réduire de moitié l'espacement entre les arbres et planter dans les intervalles des barrières temporaires d'arbres à croissance rapide. Ces arbres doivent être abattus lorsque ceux du brise-vent principal atteignent leur hauteur et leur efficacité maximales.

Continuité. — S'il y a des trous dans les rideaux, le vent s'y engouffrera, créant un violent courant d'air. La vitesse du vent à travers ces brèches est généralement plus élevée que dans les champs non protégés mais cette vitesse élevée ne se fait guère sentir loin sous le vent (fig. 16).

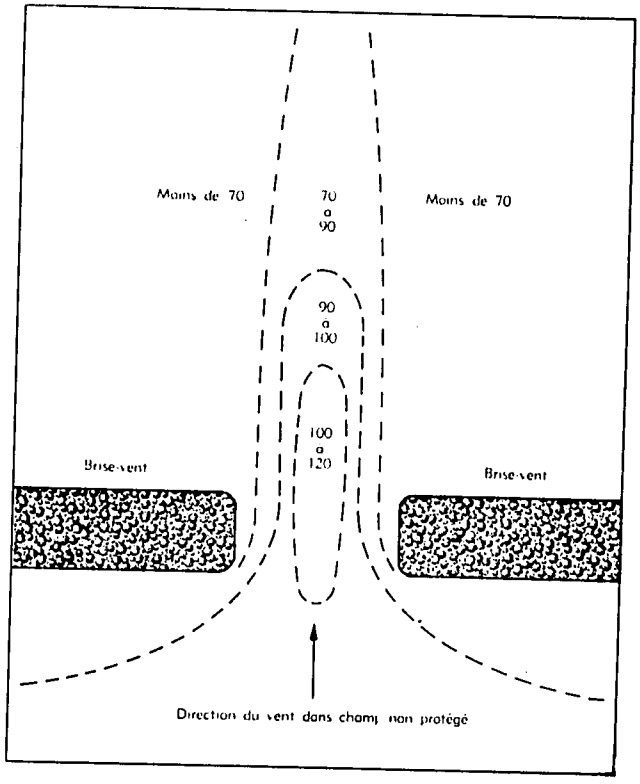


Figure 16. — Pourcentage de vitesse du vent à travers une ouverture de 9 m sous le vent dans un brise-vent. (D'après Nägeli.)

Le danger que présente l'accroissement de la vitesse à travers les brèches et autour des extrémités réside dans l'érosion du sol et les dégâts occasionnés aux arbres des haies voisines qui sont soumis à des efforts plus importants que ceux des peuplements intérieurs. C'est l'une des raisons pour lesquelles il est recommandé de planter des arbustes ainsi que des conifères et que la densité soit faible aux extrémités ainsi que de part et d'autre des brise-vent.

Dans les systèmes de brise-vent bien conçus, il n'y a que peu de brèches. Il est important de prévoir l'emplacement des ensemble de brise-vent de manière à éviter les terrains dont le sol est défavorable et où les arbres peuvent mourir rapidement ou ne pas survivre du tout. Lorsque les plantations ont été faites, il est nécessaire de combler les vides ou les places vacantes dans les deux premières années.

Les routes ou les chemins qui traversent les brise-vent et dont la largeur est supérieure à 13 mètres doivent être disposés de manière à faire un angle avec la plantation afin que les vents dominants ne soufflent que rarement à travers ces intervalles (fig. 17). Les angles des brise-vent, en particulier ceux qui sont soumis à des vents violents du nord-ouest doivent être arrondis et renforcés avec une rangée supplémentaire d'arbustes. Les rangées incurvées autour d'un coin présentent un avantage au point de vue culture tout en assurant une meilleure continuité. Les extrémités des rangées doivent être plantées d'arbustes et de conifères afin d'assurer un feuillage bas et dense aux extrémités du brise-vent comparable à la continuité de la face frontale.

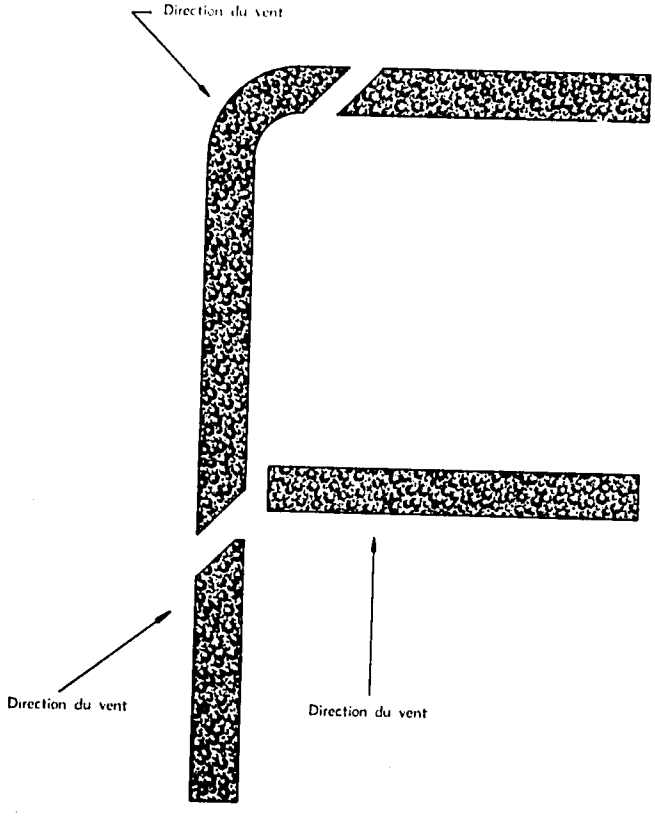


Figure 17. — Exemples d'emplacement de routes ou de chemins à travers des brise-vent en vue de réduire l'effet des intervalles.

Dimensions. — La longueur des barrières n'est pas importante dans un ensemble de brise-vent. L'efficacité d'un brise-vent d'un ensemble dépend de l'orientation, de l'intervalle et de la continuité des autres qui se trouvent dans le même ensemble.

La largeur des rideaux d'arbres dans les champs n'est importante que dans la mesure où elle influence la densité. L'établissement de brise-vent plus larges qu'il ne le faut pour atteindre une densité modérée contribuera peu à réduire la vitesse du vent.

Les barrières établies dans les champs cultivés doivent donc être aussi étroites que possible, tout en contenant suffisamment de rangées d'arbres pour assurer la densité voulue à toutes les hauteurs. S'il faut un feuillage modérément dense, il suffit que les barrières aient deux ou trois rangées de large. Lorsqu'une densité plus forte est nécessaire à tous les niveaux depuis le sol jusqu'à la hauteur maximale, il faut planter des rideaux d'une plus grande largeur avec cinq à sept rangées.

Le service de conservation des sols recommande fréquemment dans diverses régions des plaines la plantation de rangées simple d'arbres ou de combinaison d'arbres et d'arbustes en une seule rangée afin de créer un ensemble complet. Lorsqu'on les utilise dans des ensembles très rapprochés, les rangées simples d'arbres et d'arbustes peuvent fournir une protection modérée. Cependant, les rangées simples n'ont pas à toutes les hauteurs une densité de feuillage comparable à celle de plusieurs rangées d'espèces différentes d'arbres et d'arbustes. En outre, dans les rangées simples des brèches risquent de se former, ce qui réduit l'efficacité du système du brise-vent.

Limitations. — La structure des brise-vent de plein champ restreindra naturellement l'usage des machines agricoles qui ne pourront plus être employées normalement comme en plein champ. Ceci ne représente un inconvénient que dans la mesure où le propriétaire veut qu'il en soit ainsi. La culture des terrains avec des brise-vent nécessite quelques modifications aux méthodes comme la culture en terrasse.

La structure des brise-vent rend impropre à la culture certaines bandes de terre en raison de la concurrence des racines d'arbres pour se procurer l'humidité et les éléments nutritifs et en raison de l'ombre. Cette zone doit être considérée comme faisant partie de la terre consacrée aux arbres en échange d'avantages réels pour le milieu sur une superficie cultivable beaucoup plus vaste. Ces bandes « sacrifiées » peuvent souvent être utilisées comme route de desserte ou bien peuvent porter une culture qui mûrit rapidement et qui ne sera pas gênée par l'ombre et la concurrence que font les arbres pour l'humidité.

Les brise-vent de plein champ doivent être situés à l'emplacement où ils procureront le maximum d'avantages et cependant ne pas gêner d'autres usages de la terre, les routes de desserte ou voies d'utilité publique. S'ils sont situés trop près des passages de routes, ils créent de graves difficultés telles que congères sur la route, intersections sans visibilité, et gênent les communications et les lignes de transport de force tout en augmentant le risque d'incendie. En conséquence, les brise-vent parallèles aux routes doivent être situés à 100 mètres au moins de tout passage. Les angles des ensembles de brise-vent ou les extrémités des rideaux ne doivent pas être rapprochés de plus de 100 mètres des croisements de route.

L'emplacement et l'orientation des ensembles de brise-vent doivent être conçus en tenant compte le plus possible de l'état du sol. Certains sols constituent un facteur limitatif lorsqu'il s'agit de choisir les essences à planter.

Lors du choix de l'orientation et de l'emplacement, il faut éviter certains sols ou autres conditions locales défavorables à la croissance des arbres. De même il peut se révéler nécessaire de faire un compromis afin de situer les brise-vent sur les sols de meilleure qualité. La section suivante du présent manuel traite en détail de l'évaluation des qualités des emplacements pour déterminer le choix des essences qui assureront la plus grande efficacité aux brise-vent.

Brise-vent destinés à protéger des fermes.

Objectifs. — Les rideaux d'arbres situés dans le voisinage de la ferme et de l'élevage, autour des autres bâtiments et des parcs à bestiaux (fig. 18) et qui entourent les jardins potagers ou les jardins d'agrément ont pour principal objectif de régulariser le vent et la température. Le fait de réduire au maximum la vitesse du vent, empêchera normalement l'accumulation de la neige. Les brise-vent ont en particulier pour objectif :

1. d'empêcher l'accumulation de la neige sur les routes et les zones de travail;
2. de réduire les besoins en combustible pour le chauffage des maisons;
3. de réduire la détérioration de la peinture et d'éviter d'autres frais d'entretien;
4. de protéger les cultures sensibles du jardin et du verger;
5. d'empêcher l'accumulation de la neige dans les parcs à bestiaux;
6. d'assurer des conditions de travail plus confortables et plus faciles.

Orientation. — Etant donné que la superficie de la ferme, de ses bâtiments annexes et de son jardin est généralement assez faible par rapport à celle des champs, il n'est pas nécessaire de prévoir un ensemble de barrières. Ce qui importe surtout, c'est l'emplacement de l'orientation et la densité du brise-vent par rapport à ces installations. Les brise-vent principaux des fermes des plaines du centre doivent être orientés à peu près dans le sens nord-sud à l'ouest et dans le sens est-ouest au nord de tous les bâtiments. En outre, les brise-vent de type plus perméable doivent être situés au sud des bâtiments de ferme pour les protéger contre les vents chauds du sud. Les brise-vent des fermes ne doivent donc pas être alignés dans le sens des points cardinaux en rangées rectilignes lorsque leur emplacement est tel que les bâtiments à protéger sont situés nettement dans la zone protégée contre les vents qui soufflent vers le sud-ouest (fig. 19).

Figure 18. — Les brise-vent de conifères protègent les parcs à bestiaux contre les vents violents et l'accumulation de la neige.

Dimensions. — Contrairement à ce que nous avons dit au sujet des brise-vent des champs, des tolérances importantes sont possibles en ce qui concerne la largeur et la longueur des brise-vent destinés à protéger les fermes. Les principales conditions à remplir sont les suivantes : (1) une densité suffisante à faible hauteur pour réduire la vitesse du vent et l'accumulation de la neige dans le voisinage, (2) une hauteur suffisante pour réduire d'au moins 50 % la vitesse du vent dans toute la zone occupée par les bâtiments de ferme et (3) une longueur suffisante pour protéger la plupart des zones lorsque les vents passent du nord à l'ouest et au sud. Comme dans les brise-vent de plein champ, il est important de réduire au minimum la dimension et le nombre des brèches.

Limitations. — Les brise-vent des bâtiments de ferme sont souvent placés trop près des maisons et autres bâtiments. Il en résulte une accumulation de neige dans les zones mêmes qui devraient être dégagées et une chaleur étouffante en été au lieu d'un mouvement d'air frais. Les brise-vent destinés aux bâtiments de ferme doivent être situés à au moins 33 à 50 mètres mais pas à plus de 100 à 130 mètres des bâtiments à protéger.

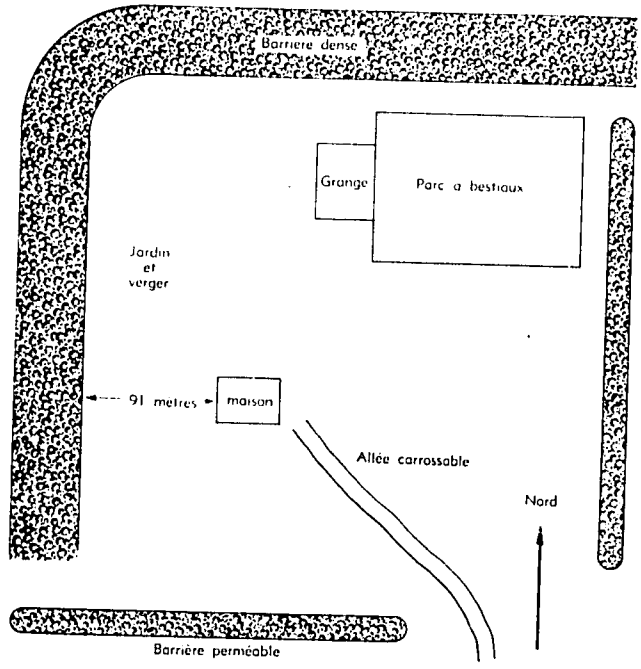


Figure 19. — Projet de plan pour la protection d'une ferme par un brise-vent.

Les brise-vent des fermes doivent être suffisamment longs pour que l'accumulation de la neige aux extrémités de la barrière ne coupe pas les chemins ou les routes qui relient la ferme avec la route départementale ou les parcs à bestiaux ainsi que les granges.

Brise-vent pour la protection du bétail et des prairies de grand parcours.

Objectifs. — Les objectifs visés par la plantation de brise-vent sur les prairies de grand parcours et les pâturages sont d'ordres divers. Le plus important est d'assurer au bétail une

protection pendant les tempêtes de neige. Ils ont aussi pour objet de fournir au bétail un endroit calme où il peut se protéger contre les vents violents et la neige, afin de ne pas être entraînés par le vent. Ils ont également pour but de faire en sorte qu'il n'y ait qu'une zone où la neige est peu épaisse et où le bétail trouvera facilement le foin et autres aliments.

Certaines plantations peuvent avoir pour objet de fournir de l'ombre aux animaux au cours des étés extrêmement chauds et secs. Ceci est particulièrement nécessaire pour les vaches laitières et les porcs.

De même que les brise-vent servent à accroître le rendement des cultures dans les champs, les rideaux d'arbres peuvent servir à accroître la production de foin et d'herbe sur de vastes superficies de prairies de long parcours, des pâturages et d'herbages.

Orientation. — De même que pour les brise-vent des exploitations, il n'est généralement pas nécessaire dans les régions de pâturage et de prairie d'avoir des ensembles complexes de brise-vent. Sur les grandes prairies de long parcours, les plantations d'arbres doivent avoir la forme de blocs situées en des endroits propices à l'alimentation du bétail en hiver. Elles doivent être situées de manière à tirer partie de la protection fournie par la topographie du terrain.

Comme la protection est surtout nécessaire pendant les tempêtes de neige en hiver, ces blocs devraient être orientés dans le sens de la longueur, du sud-ouest au nord-ouest. Certains éleveurs ont planté des blocs en forme d'U dont l'extrémité ouverte est tournée vers le sud ou le sud-est pour assurer le maximum de protection.

Les barrières destinées à améliorer le rendement des prairies ou des pâturages peuvent cependant, au point de vue orientation et emplacement, être disposées comme les ensembles de brise-vent de plein champ en vue d'assurer une meilleure répartition de la neige.

Dimension. — La largeur et l'orientation ont une importance capitale dans les blocs de plantations destinés en particulier à assurer une protection contre le vent et la neige en hiver.

barrières analogues aux brise-vent des fermes sont normale- ..t denses et suffisamment grandes pour protéger le bétail à condition que les animaux ne puissent pas y pénétrer. Lorsque les plantations servent d'abri au bétail en hiver, les blocs doivent avoir une largeur de plusieurs centaines de mètres. La partie des côtés nord et ouest exposés aux vents doit être clôturée pour empêcher le bétail d'y pénétrer. Les plantations destinées à fournir de l'ombre au bétail en été doivent également avoir plusieurs centaines de mètres de large afin de compenser la

perte du feuillage des basses branches qui est brouté par les animaux.

Limitation. — Les brise-vent des prairies et pâturages destinés à assurer la protection du bétail ne doivent pas être situés près des abreuvoirs ou des points de distribution du sel aux animaux en été. Les plantations d'arbres situées près des zones où le bétail se rassemble sont gravement endommagées par le broutement et le piétinement, ce qui réduit leur effet protecteur.

Il est recommandé d'établir des clôtures pour empêcher le bétail de pénétrer dans tous les brise-vent installés sur les prairies ou le pâturage. Le bétail ne doit pouvoir accéder aux plantations de protection pour l'hiver que par violentes tempêtes. Dans les plantations qui ont été faites spécialement pour fournir de l'ombre en été, les accès ne doivent être aménagés que lorsque les arbres ont atteint une hauteur suffisante pour fournir une ombre effective.

Brise-vent destinés à protéger les installations d'utilité publique.

Objectifs. — Les rideaux d'arbres plantés le long des routes et d'autres voies ont pour objet d'empêcher l'accumulation de la neige ou de la terre pour qu'elles n'entravent pas l'utilisation de la route ou de la voie ferrée. Les plantations d'arbres destinées à l'agrément du public le long des grandes routes peuvent en revanche être créées surtout à l'intention des campeurs et des picnickeurs. Ces régions peuvent fournir un abri temporaire contre les vents violents et chauds à l'abri de la poussière et du bruit des routes.

La densité, surtout au voisinage du sol, est indispensable dans des ensembles destinés à protéger contre l'accumulation de la neige et de la terre. La hauteur présente moins d'importance, bien qu'elle doive être suffisante pour contenir des congères de 2,60 m à 3 m de haut et servir encore de barrière.

Orientation. — Bien entendu la direction et la forme des routes et autres voies à protéger déterminent l'orientation des brise-vent. Généralement les barrières destinées à retenir la neige doivent être situées à une distance de 30 à 100 mètres au nord et à l'ouest des routes. Dans certaines localités où il est difficile d'empêcher la formation de congères, il faut employer une série de deux ou trois barrières étroites, écartées de 15 à

30 mètres. Les plantations destinées à abriter des terrains de sport doivent être situées au moins à plusieurs centaines de mètres des routes et doivent être orientées de manière à former un enclos protégé sur tous les côtés.

Dimensions. — Les ensembles destinés à retenir la neige et la terre ne doivent pas dépasser deux ou trois rangées d'arbres et peuvent donc occuper une largeur inférieure à six mètres. La longueur dépend de la nature du sol. L'emplacement des brise-vent doit normalement être limité à des segments de routes où il y a de profondes coupures ou des zones basses étendues situées au sud et à l'est de terres plus élevées. Les zones destinées aux loisirs peuvent être allongées, de formes irrégulières, mais elles doivent être suffisamment larges pour fournir de la place aux campeurs.

Limitation. — La limitation la plus sérieuse semble être due à un conflit entre les différents objectifs d'utilisation de la terre. Pour avoir une valeur maximale, les brise-vent et les terrains de sport ne doivent pas être trop proches des routes, faute de quoi, ils créent des problèmes d'enneigement au lieu de les résoudre. L'obligation de construire certains ouvrages comme les barrières antineige crée souvent des difficultés dans les localités où les propriétaires peuvent ne pas en vouloir. De nombreux propriétaires n'aiment pas cultiver autour des bandes ou blocs d'arbres situés à l'intérieur de champs.

La création d'un ensemble de brise-vent pour protéger les cultures peut normalement aussi servir de protection aux routes et autres installations publiques du voisinage lorsqu'il en est tenu compte lors du choix. de l'emplacement. Il n'est pas alors nécessaire d'installer des rideaux d'arbres à des fins particulières.

COMMENT CHOISIR LES ARBRES DES BRISE-VENT

Le choix des essences d'arbres conditionne le succès des brise-vent permanents et efficaces destinés à répondre à des objectifs à long terme en matière de culture de conservation. Outre le climat généralement sec et éventé des plaines, il y a un

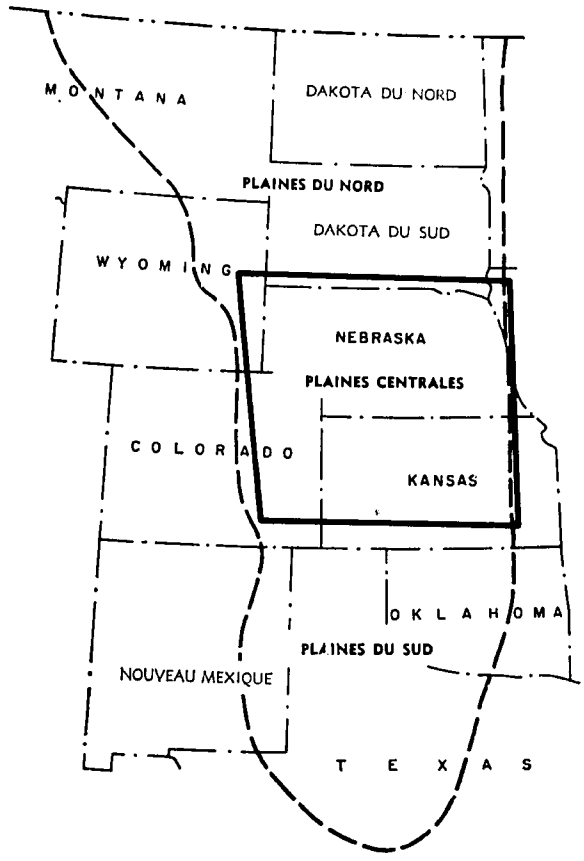


Figure 20. — Zone centrale des grandes plaines à laquelle s'appliquent les recommandations relatives aux espèces.

grand nombre de caractéristiques pédologiques et topographiques qui limitent le choix des arbres que l'on peut planter.

Les recommandations qui sont données dans le présent manuel en ce qui concerne les essences d'arbres ne sont valables que pour la zone centrale des plaines (fig. 20). Ces recommandations sont une synthèse de renseignements provenant de plusieurs sources : (1) les spécifications techniques courantes du Service de conservation des sols, (2) les résultats d'une enquête faite en 1954 sur les rideaux d'arbres dans le Nebraska et le Kansas, (3) des résultats d'essais en plein champ faits par les stations du service agronomique à Cheyenne, Wyo. et Akron, Colo., et (4) les recommandations formulées naguère par des forestiers et les services de vulgarisation des Etats. Les recommandations concernant les arbres et les arbustes destinés aux plaines du nord et du sud sont données dans d'autres publications, dont certaines sont énumérées à l'Annexe au présent manuel.

FACTEURS A CONSIDÉRER

Le milieu des plaines est tel qu'il permet d'expérimenter les plus rustiques des essences d'arbres. Les arbres qui poussent en dehors d'une forêt, comme dans la région des plaines, sont constamment soumis à de dures épreuves de la part du vent, de la température, de l'humidité, de l'évaporation, des insectes et des maladies. Ils doivent être adaptés non seulement au climat mais aussi au type du sol et une végétation concurrentielle très différente de celle que l'on trouve dans les régions naturellement boisées.

Les arbres des brise-vent doivent aussi remplir certaines fonctions, pour être utiles dans le milieu. Il ne suffit pas qu'ils survivent et poussent. Ils doivent posséder d'autres qualités qui leur permettent de s'associer parfaitement avec d'autres essences adaptées de façon à donner aux brise-vent la structure voulue.

Les arbres des brise-vent doivent avoir aussi des houppiers denses, des fûts résistants, un nombre suffisant de branches basses et un taux à peu près uniforme de croissance en hauteur.

Le choix des essences d'arbres et d'arbustes soulève donc deux questions importantes : (1) quelles sont les essences les mieux adaptées au sol ou à l'endroit de la plantation? (2) parmi les espèces adaptées quelles sont celles qui possèdent les caractéristiques de croissance qui leur permettront de produire des brise-vent du type désiré?

Choix des essences adaptées au lieu de plantation.

Les agriculteurs et les éleveurs ont depuis des années « choisis » les sols pour la culture du maïs, du blé, de la luzerne, des pâturages, etc. Un agriculteur sait quelles sont les cultures qui donnent les meilleurs résultats sur un type particulier de sol, grâce à son expérience de la plantation et de la récolte acquise au cours d'une période d'années. Pour mesurer la facilité d'adaptation et l'utilité des essences d'arbres sur différents sols, il faut cependant un plus grand nombre d'années. En outre, il est plus difficile de remédier aux erreurs qui ont été faites dans le choix des essences d'arbres que dans le choix de cultures annuelles.

Le milieu (site) sur lequel se trouve un arbre planté est composé du climat, du sol, de la topographie et d'organismes vivants. Les arbres qui ne sont pas adaptés au site perdent leur vigueur, végètent et peuvent dépérir s'ils sont encore jeunes. Les arbres adaptés poussent bien et résistent pendant de nombreuses années. Certaines espèces et variétés se sont révélées supérieurement adaptées aux conditions extrêmement différentes des plaines, tandis que d'autres ne s'adaptent qu'à un petit nombre de conditions.

Climat. — Le climat limite sérieusement la résistance et la croissance des arbres dans les plaines. L'humidité, la température et le vent dans les plantations sont déterminés principalement par le type prédominant de climat. Dans les plaines du Centre on trouve des climats qui vont du climat aride et semi-aride au climat semi-humide avec des variations très importantes et rapides de la température et de l'humidité. Les vents dominants qui soufflent pendant la plus grande partie de l'année sont des vents violents et persistants du sud et du nord-ouest. La rareté des chutes de pluie et de neige ainsi que la forte évaporation et transpiration qui accompagne les violentes rafales de vent réduisent considérablement l'humidité nécessaire aux arbres. Les vents violents du nord qui soufflent en hiver et les orages de grêle occasionnent beaucoup de dégâts mécaniques en cassant des branches et l'écorce. Des changements rapides de la température de l'air comme une chute de 24° à 30° en quelques heures occasionnent fréquemment l'apoplexie et la mort des arbres et des arbustes pour lesquels le repos de la végétation est lent à venir en automne. Les arbres qui sont affaiblis par ces rigueurs du climat sont davantage sujets aux attaques des insectes et des maladies. Les essences comme le frêne de Pennsylvanie, l'orme de Sibérie, le caragana et le pin jaune sont bien adaptées au climat froid et neigeux. Le catalpa, le février, le tamaris et le pin sylvestre ne doivent être plantés que dans

les zones sud des plaines si l'on veut qu'ils poussent bien. En outre, certaines races ou variétés sont souvent mieux adaptées que d'autres appartenant à la même espèce.

Sol. — Le sol impose une seconde limitation au choix des essences d'arbres car la façon dont le climat agit sur la croissance des arbres est souvent modifiée par la texture et la profondeur du sol, ainsi que par la configuration de la surface du terrain. Les rapports entre la profondeur, la texture, la fertilité, l'acidité et l'humidité du sol sont des facteurs importants pour la survivance et la croissance des arbres (fig. 21). Presque tous les arbres poussent bien sur des sols profonds, humides et fertiles. Cependant, relativement peu d'espèces peuvent tolérer des sols basiques, très acides ou très durs et imperméables. Certains arbres poussent bien sur des sols peu profonds pendant quelques années, puis cessent de croître et meurent. Le choix des essences est plus limité parce que le sol devient moins favorabl. Le peuplier et le saule ont besoin d'endroits humides et, en conséquence, prospèrent bien si la nappe phréatique est voisine de la surface du sol. La longévité est courte sur les terres hautes où la nappe phréatique est loin de la surface. Les genévriers, les pins jaunes et certaines essences feuillues peuvent pousser assez bien et vivre longtemps sur des sols relativement peu profonds et secs. Le chalef à feuilles étroites est probablement mieux adapté que d'autres espèces aux sols extrêmement basiques ou salés.

Topographie. — La topographie impose une troisième restriction au choix des essences car la disposition du terrain agit considérablement sur l'humidité du sol et la violence du vent. Le long d'une rivière ou d'un fond de vallée, par exemple, où la nappe phréatique est voisine de la surface, la plupart des essences d'arbres poussent bien (fig. 22). Les terres hautes sont davantage exposées que les terres basses à tous les éléments climatiques, en particulier le vent. Sur une plaine exposée au vent, les arbres prospèrent moins bien que sur une terre basse davantage protégée, même si le sol y est aussi profond et fertile. Dans la mesure du possible, il faut pour choisir l'endroit et l'orientation des plantations d'arbres se servir de la protection offerte par les accidents naturels du terrain. Les emplacements situés sous le vent d'arêtes, monticules et dunes, sont favorables car l'humidité y est forte du fait de l'accumulation de la neige.

Autres organismes. — D'autres organismes vivants qui accompagnent les arbres imposent une quatrième limitation au choix des essences. Les maladies, les insectes, les autres plantes et même l'homme ont tous une influence sur la survivance et la croissance des arbres. C'est le seul facteur que l'homme puisse

facilement modifier en adoptant des mesures de protection positives. Théoriquement, le choix des espèces ou des variétés doit être limité à celles qui résistent le mieux aux insectes et aux maladies. Cependant, certaines espèces à faible résistance peuvent être utilisées car elles possèdent d'autres caractéristiques désirables. D'une manière générale, les espèces qui sont particulièrement sensibles aux principales maladies et insectes comme l'orme d'Amérique doivent être écartées. La susceptibilité aux parasites d'importance secondaire ne doit pas limiter le choix des essences.

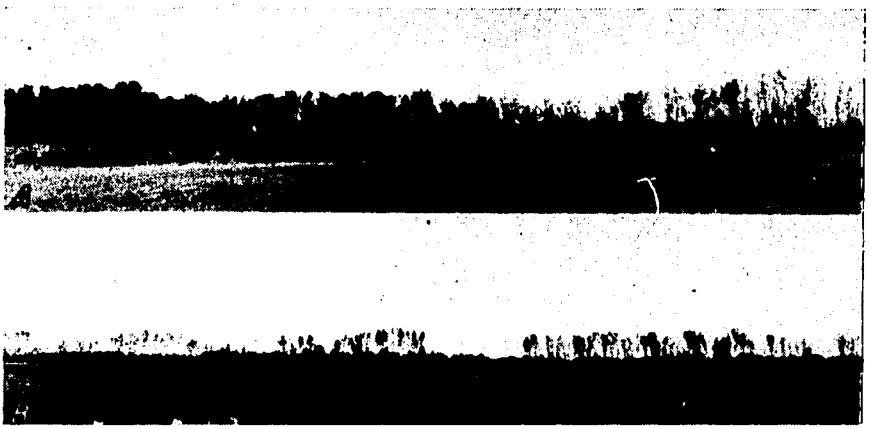


Figure 21. — Les variations dans les sols ont influencé la survivance et la croissance en hauteur des différentes espèces dans ces brise-vent âgés de 16 ans : A) La survivance et la croissance des grandes essences à croissance rapide dans la moitié droite de ce brise-vent a été réduite par le mauvais état du sol. Les conifères n'ont pas souffert. B) Ses petites plaques du sol peu favorables ont occasionné des brèches qui sont visibles à la partie supérieure de ce brise-vent.

Figure 22. — La topographie (terres hautes, terres basses) ou la pente, ont influencé la survivance et la croissance en hauteur des différentes espèces de ce brise-vent âgé de 16 ans : A) Les pleupliers atteignent 20 m de haut, à l'endroit situé en bas (à droite), mais ils ont presque tous dépéri sur la partie gauche qui est située plus en hauteur. B) Les peupliers et les ormes ont péri sur les monticules de sol sableux profond de ce terrain ondulant. La survivance et la croissance sont bonnes dans les endroits bas.

Des études ont prouvé que l'utilisation des brise-vent comme ombrage et lieu de repos pour le bétail est le principal facteur qui contribue à réduire l'efficacité et l'utilité générale des plantations d'arbres. Près du tiers des brise-vent des Etats de la prairie sont gravement endommagés. Certaines essences sont endommagées davantage que d'autres par le piétinement, le broutement direct ou le grignotement des grands animaux et des rongeurs. Comme ces dégâts peuvent être enrayés, le choix des espèces ne doit pas être dicté par le risque de dégât par les animaux.

Choix des espèces pour des brise-vent en fonction de leurs caractéristiques.

La mesure dans laquelle une plantation d'arbres peut assurer une protection dépend du nombre total d'arbres et de feuillage d'arbustes qui, ensemble, font la hauteur, la densité et la continuité des brise-vent. Ordinairement les brise-vent ont besoin de plusieurs essences d'arbres ayant des caractéristiques de croissance différente afin de fournir une densité de feuillage appropriée à diverses hauteurs pendant une période d'années. Lorsque les arbres vieillissent, leurs formes et les caractéristiques ou pieds se modifient. Par exemple, les jeunes genévriers de Virginie fournissent un feuillage très dense au voisinage du sol. Mais lorsqu'ils vieillissent, les branches inférieures meurent et le feuillage devient dense à une hauteur plus élevée. Les peupliers à croissance rapide fournissent, lorsqu'ils sont jeunes, un feuillage dense à une hauteur faible ou moyenne, mais avec le temps, la densité du feuillage passe à l'étage supérieur. Certaines essences feuillues à croissance rapide ont des houppiers très clairsemés lorsqu'elles ont atteint un âge moyen et, en conséquence, sont sans utilité pour les brise-vent. Les arbustes conservent généralement un feuillage dense au voisinage du sol pendant toute leur vie, surtout s'ils sont coupés périodiquement au ras du sol.

La conservation de l'effet protecteur des brise-vent pendant un certain nombre d'années dépend de la durée relative de la vie de l'arbre et des arbustes qui ont été plantés. Le choix des essences en fonction de leur longévité doit tout d'abord correspondre aux limitations du terrain.

Hauteur. — La hauteur, qui est la plus importante des caractéristiques des brise-vent influe sur l'étendue de la zone protégée. L'effet de la hauteur sur la distance abritée située

sous le vent a été expliqué dans la première section et il est généralement admis qu'elle est importante jusqu'à quinze ou vingt hauteurs de brise-vent. En conséquence, il est judicieux de choisir des arbres qui poussent aussi haut que le permet le terrain. Pour obtenir un effet rapide, il faut commencer par choisir des arbres à croissance rapide qui atteignent leur hauteur maximale en peu de temps. Comme ces essences à croissance rapide ont généralement une faible longévité, même sur un terrain favorable, il faut utiliser aussi des arbres à croissance plus lente qui arrivent plus tardivement à l'âge adulte et fournissent une protection plus efficace pendant longtemps. Parmi les essences à croissance rapide on peut indiquer le peuplier, le sycomore et l'orme de Sibérie. Les grands arbres à croissance plus lente sont le pin jaune et le pin noir pour les plaines centrales, le pitchpin pour les plaines du Sud.

Caractéristiques du feuillage. — La densité ou la pénétrabilité influence également le degré de protection sous le vent. Cette caractéristique dépend de la largeur du brise-vent, de la disposition et de l'espacement des essences et de la hauteur du houppier des différentes essences aux divers âges. Ces éléments déterminent la forme transversale et la densité du feuillage aux diverses hauteurs du brise-vent. Ces caractéristiques changent naturellement avec le temps lorsque les essences temporaires périssent et que les essences plus permanentes ont un houppier entièrement développé et atteignent leur hauteur maximale.

Ainsi qu'il est expliqué dans la seconde section, la densité nécessaire aux diverses hauteurs varie suivant les objectifs de la protection. Les brise-vent d'une densité modérée à tous les étages ont une protection plus étendue que ceux qui ont une forte densité. Pour réduire au maximum la vitesse du vent sur une superficie aussi étendue que possible, l'idéal est d'avoir des arbres qui ont une densité moyenne à tous les étages pendant toute la période végétative.

La densité d'un brise-vent composé exclusivement d'essences feuillues ou d'un mélange de feuillues et de conifères varie d'une saison à l'autre lorsque le feuillage caduc pousse et tombe (fig. 23). Les brise-vents composés entièrement de conifères conservent la même densité et assurent donc le même degré de protection pendant toute l'année.

La densité à l'étage supérieur dépend du houppier des grands arbres. Il est nécesaire d'avoir au moins deux rangées de grands arbres pour que la densité à l'étage supérieur soit suffisante étant donné que les autres rangées d'arbres plus courts n'interviennent pas à ce niveau.

La densité moyenne au cours des quinze premières années dépend des essences feuillues à croissance modérée ou lente. Passée cette période, les pins et les genévriers assurent la ma-

jeure partie de la densité à l'étage moyen tandis que les pins qui grandissent davantage constituent l'étage supérieur.

Toutes les rangées contribuent à la densité de l'étage inférieur au cours des quinze premières années. Passé vingt à trente ans, la plupart des conifères et des feuillus perdent leur feuillage inférieur. Le genévrier de Virginie fait exception à cette règle et conserve son feuillage inférieur lorsqu'il n'est pas planté trop près d'autres arbres. Au bout de ce temps, la protection à l'étage inférieur doit être fournie par les arbustes qui deviennent denses et dont la hauteur ne dépasse pas 2,40 m à 3 mètres et qui, de préférence, doivent avoir moins de 1,50 m de haut.

Continuité. — La continuité des brise-vent influe aussi sur l'étendue de la zone protégée. Les brèches ou ouvertures causées par le dépérissement d'un arbre dans une partie quelconque d'un brise-vent détruit l'uniformité de la structure et en réduit l'efficience. Les brèches facilitent aussi la pénétration de la végétation herbacée dans les brise-vent et celle-ci fait ainsi concurrence à tout le peuplement en l'affaiblissant.

Les systèmes de brise-vent de protection atteignent leur maximum d'efficacité lorsque les champs sont complètement entourés par des rideaux de sorte qu'une superficie aussi réduite que possible est exposée au milieu extérieur. En conséquence,

Figure 23. — Variation de la densité du feuillage entre l'été et l'hiver dans un brise-vent de conifères et de feuillus âgé de 20 ans. La hauteur effective en été est de 20 m. La disparition du feuillage des essences feuillues en hiver réduit la hauteur de la protection effective à 7 m environ.

la règle est de choisir des arbres qui sont adaptés au sol et qui survivront pratiquement tous s'ils reçoivent les soins appropriés. S'il y a plusieurs types différents de sol dans la plantation, il faut choisir les meilleures essences pour chaque sol. On peut remédier à la présence de brèche en remplaçant les arbres morts ou qui dépérissent par des sujets de la même espèce au cours de la saison suivante.

Longévité. — Etant donné qu'une plantation d'arbres exige un investissement initial important, les brise-vent doivent être constitués essentiellement par des essences résistantes qui assurent une protection effective pendant au moins vingt ans. Les exploitations et les élevages des plaines doivent être protégés tout autant dans cinquante ou soixante ans qu'ils le seront au cours de la décennie suivante. Les conditions du milieu dans les plaines tendent à abréger la durée de la vie des arbres, mais certaines essences peuvent résister et rester robustes plus longtmps que d'autres. Etant donné que ces essences fournissent un brise-vent efficace pendant plus longtemps que les autres, ils constituent un meilleur investissement.

ESPÈCES RECOMMANDÉES

Les essences d'arbres et d'arbustes qui conviennent aux brise-vent dans six types différents d'emplacement dans les plaines du Centre sont indiquées dans le tableau 1. La hauteur maximale prévue à l'âge adulte, le taux de croissance en hauteur et la longévité sont également indiqués. Les catégories de longévité des arbres (durée utile) indiquées dans le tableau sont très larges et se chevauchent. Les arbres de courte durée peuvent survivre de dix à quarante ans, les arbres de durée moyenne peuvent tenir de vingt à soixante ans et les arbres de longue durée résistent de cinquante à quatre-vingts ans, voire davantage. La longévité est influencée par l'emplacement aussi bien que par les caractéristiques inhérentes à l'espèce, par les soins et le mode d'exploitation. La longévité relative peut donc différer selon les emplacements. Le tableau 2 donne d'autres caractéristiques importantes de chaque essence et les noms scientifiques sont mentionnés au tableau 3. La section intitulée « Pourquoi la protection est importante » donne des renseignements sur les insectes et les maladies susceptibles d'attaquer les différentes essences d'arbres et d'arbustes.

Le nombre d'essences d'arbres composant un brise-vent doit être réduit au minimum et ne doit comprendre que celles

qui sont nécessaires pour que la structure atteigne son objectif principal. Par exemple, si l'on choisit un peuplier comme arbre de grande dimension à croissance rapide, il ne faut pas y ajouter un autre arbre à croissance rapide comme l'orme de Sibérie. Les tableaux ci-après permettent de choisir expérimentalement les arbres en fonction des conditions de sol et de site qui se rapprochent le plus du lieu où ils seront plantés (tableau 1). Ensuite, en se servant de cette liste provisoire, il faut choisir avec l'aide du tableau 2 les essences qui possèdent les caractéristiques désirées comme une forte densité du houppier et la résistance à la sécheresse.

Un grand nombre d'essences d'arbres et d'arbustes qui ne sont pas recommandées dans le présent manuel ont été expérimentées. Alors que certaines d'entre elles sont incontestablement adaptées et utiles dans certaines conditions, elles ne peuvent pas être recommandées de manière générale étant donné la grande diversité des conditions que l'on trouve dans les grandes plaines du Centre. D'autres espèces qui ont été largement utilisées dans le passé comme l'orme d'Amérique ne sont pas recommandées en raison de la présence de maladies ou d'insectes. Le février n'est pas recommandé car il a généralement un houppier clairsemé, ce qui ne donne pas un feuillage d'une forte densité dans les brise-vent.

TABLEAU 1. — *Essences d'arbres et d'arbustes recommandées pour six types d'emplacement dans les plaines du Centre.*

SOLS PROFONDS, HUMIDES, PERMÉABLES (VALLÉES DE RIVIÈRES ET RUISSEAUX)

Dimension à l'âge adulte et nom courant	Hauteur maximale (mètres)	Croissance en hauteur	Durée utile
Grands arbres			
Peuplier	24	rapide	moyenne
Peuplier blanc	15	d°	d°
Orme de Sibérie	18	d°	d°
Sycomore	18	moyenne	d°
Pitchpin (sud seulement)	18	d°	d°
Pin jaune	18	lente	longue
Pin noir	18	d°	d°
Arbres moyens			
Catalpa du nord	12	rapide	moyenne
Peuplier noir	40	d°	courte
Peuplier doré	9	d°	d°
Frêne de Pennsylvanie	14	moyenne	moyenne
Micocoulier	14	d°	d°
Chêne macrocarpa	14	lente	longue
Pin sylvestre	14	moyenne	moyenne
Pin gris	14	d°	d°
Genévrier de Virginie	45	lente	longue
Petits arbres			
Négondo	8	rapide	courte
Chalef	8	d°	moyenne
Saule du Missouri	5	moyenne	courte
Mûrier	20	d°	moyenne
Maclure orangée	8	d°	longue
Génévrier des Montagnes Rocheuses	8	lente	d°
Arbustes			
Prunier d'Amérique	3	rapide	moyenne
Merisier	3	d°	d°
Tamaris (sud seulement)	3	d°	courte
Saule pourpre	2	d°	d°
Lilas commun	2,4	moyenne	moyenne
Chèvrefeuille (nord seulement)	1,8	d°	courte
Caragana (nord seulement)	3	d°	moyenne

SOLS DE MONTAGNE MOYEN A PROFOND (LIMON LIMONEUX OU ARGILE)

Dimension à l'âge adulte et nom courant	Hauteur maximale (mètres)	Croissance en hauteur	Durée utile
Grands arbres :			
Orme de Sibérie	14	rapide	moyenne
Pitchpin ..... (sud seulement)	14	lente	d°
Pin jaune	15	d°	longue
Pin noir	14	d°	moyenne
Arbres moyens :			
Frêne de Pennsylvanie	11	moyenne	d°
Micocoulier	11	d°	d°
Mûrier	6	moyenne	d°
Chêne macrocarpa .	11	lente	longue
Genévrier de Virginie	11	d°	d°
Petits arbres :			
Negundo	8	rapide	courte
Chalef à feuilles étroites	8	d°	d°
Mûrier	6	moyenne	d°
Maclure orangée ...	8	d°	longue
Genévrier des Montagnes Rocheuses .	8	lente	d°
Arbustes :			
Prunier d'Amérique .	3	rapide	moyenne
Merisier	3	d°	d°
Tamaris ..... (sud seulement)	10	d°	courte
Lilas commun	2,5	moyenne	moyenne
Caragana	2,5	d°	d°
Sumac	2	lente	d°

Sols de montagne moyen a profond (limon sableux et sable limoneux)

Dimension à l'âge adulte et nom courant	Hauteur maximale (mètres)	Croissance en hauteur	Durée utile
Grands arbres :			
Peuplier	18	rapide	courte
Orme de Sibérie ..	15	d°	moyenne
Pitchpin ..... (sud seulement)	15	moyenne	d°
Pin jaune	18	lente	longue
Pin noir	15	d°	d°
Arbres moyens :			
Frêne de Pennsylvanie	9	moyenne	moyenne
Chêne macrocarpa ..	11	d°	d°
Genévrier de Pennsylvanie	11	d°	d°
Petits arbres :			
Négondo	6	rapide	rapide
Micocoulier	6	d°	d°
Mûrier	4,5	moyenne	d°
Maclure orangée	6	d°	longue
Genévrier des Montagnes Rocheuses .	8	lente	d°
Arbustes :			
Prunier d'Amérique .	2,5	rapide	moyenne
Merisier	2,5	d°	d°
Lilas commun	2,5	moyenne	d°
Sumac	2,5	lente	d°

Terrain élevé - Dunes

Dimension à l'âge adulte et nom courant	Hauteur maximale (mètres)	Croissance en hauteur	Durée utile
Grands arbres :			
Pin jaune	15	lente	longue
Pin noir	12	d°	moyenne
Arbres moyens :			
Pin sylvestre	12	moyenne	d°
Pin gris	12	d°	d°
Genévrier de Virginie	9	d°	d°
Petits arbres :			
Genévrier des Montagnes Rocheuses .	6	d°	d°
Arbustes :			
Merisier	2	moyenne	moyenne

Sols de montagne moyens a profonds
(couche inférieure de sable, gravier, croûte argileuse imperméable ou roche)

Dimension à l'âge adulte et nom commun	Hauteur maximale (mètres)	Croissance en hauteur	Durée utile
Grands arbres :			
Orme de Sibérie ..	8	moyenne	courte
Pin jaune	11	lente	moyenne
Arbres moyens :			
Chêne macrocarpa .	9	d°	d°
Genévrier de Virginie	8	d°	longue
Petits arbres :			
Maclure orangée	6	moyenne	moyenne
Genévrier des Montagnes Rocheuses .	4,5	lente	longue
Arbustes :			
Prunier d'Amérique .	1,5	moyenne	courte
Tamaris ..... (sud seulement)	1,5	d°	d°
Lilas commun	1,5	lente	d°
Sumac	1,5	d°	moyenne

Sols très humides mal drainés (terrains salins ou alcalins de montagne et de plaine)

Dimension à l'âge adulte et nom courant	Hauteur maximale (mètres)	Croissance en hauteur	Durée utile
Grands arbres :			
Peuplier	14	moyenne	courte
Saule blanc	9	d°	d°
Orme de Sibérie	8	d°	d°
Arbres moyens :			
Peuplier blanc	6	d°	d°
Frêne de Pennsylvanie	6	lente	d°
Petits arbres :			
Chalef	4,5	moyenne	d°
Saule du Missouri ..	1,5	d°	d°
Arbustes :			
Saules pourpres	1,5	d°	d°

TABLEAU 2. — *Caractéristiques du houppier et des racines; résistance à la sécheresse des essences d'arbres et d'arbustes recommandées pour les plantations dans les plaines du Centre.*

Dimension à l'âge adulte et nom courant	Densité du houppier	Etalement des racines	Résistance à la sécheresse
Grands arbres :			
Peuplier	moyenne	peu profondes	faible
Saule blanc	d°	d°	d°
Orme de Sibérie	dense	moyennes	moyenne
Sycomore	d°	d°	faible
Pitchpin	moyenne	d°	forte
Pin jaune	d°	profondes	d°
Pin noir	d°	d°	moyenne
Arbres moyens :			
Catalpa du Nord	moyenne	peu profondes	faible
Saule noir	d°	d°	d°
Saule doré	dense	d°	d°
Frêne	moyenne	moyennes	moyenne
Micocoulier	d°	profondes	élevée
Chêne marcocarpa	dense	d°	d°
Pin sylvestre	moyenne	d°	moyenne
Pin gris	d°	moyenne	d°
Genévrier de Virginie	dense	profondes	élevée
Petits arbres :			
Négondo	d°	moyennes	moyenne
Chalef	moyenne	d°	d°
Saule du Missouri	d°	faibles	faible
Mûrier	d°	d°	forte
Genévrier des Montagnes Rocheuses	d°	moyennes	d°
Arbustes :			
Prunier d'Amérique	d°	faibles	moyenne
Merisier	d°	d°	forte
Tamaris	moyenne	d°	moyenne
Saule pourpre	d°	d°	faible
Lilas commun	dense	d°	forte
Chèvrefeuille	d°	d°	moyenne
Caragana	moyenne	d°	forte
Sumac	dense	moyennes	d°

TABLEAU 3. — *Nom commun et nom scientifique des essences d'arbres et d'arbustes recommandées pour les plantations dans les plaines du centre.*

Dimension à l'âge adulte et nom commun	Nom scientifique
Grands arbres :	
Peuplier	*Populus deltoïdes*
Saule blanc	*Salix alba*
Orme de Sibérie	*Ulmus pumila*
Sycomore	*Platanus occidentalis*
Pitchpin	*Pinus echinata*
Pin jaune	*P. ponderosa scopulorum*
Pin noir	*P. Nigra*
Arbres moyens :	
Catalpa du Nord	*Catalpa speciosa*
Saule noir	*Salix nigra*
Saule doré	*Salix alba vitellina*
Frêne de Pennsylvanie	*Fraxinus pennsylvanica*
Micocoulier	*Celtis occidentalis*
Chêne macrocarpa	*Quercus macrocarpa*
Pin sylvestre	*Pinus sylvestris*
Pin gris	*P. Banksiana*
Genévrier de Virginie	*Juniperus virginiana*
Petits arbres :	
Négondo	*Acer negundo*
Chalef à feuille étroite	*Elaeagnus angustifolia*
Saule du Missouri	*Salix missouriensis*
Mûrier	*Morus alba tartarica*
Maclure orangée	*Maclura pomifera*
Genévrier des Montagnes Rocheuses	*Juniperus scopulorum*
Arbustes :	
Prunier d'Amérique	*Prunus americana*
Merisier de Virginie	*P. Virginiana*
Tamaris	*Tamarix pentandra*
Saule pourpre	*Salix purpurea*
Lilas commun	*Syringa vulgaris*
Chèvrefeuille	*Lonicera talarica*
Caragana	*Caragana arborescens*
Sumac	*Rhus tribolata*

COMMENT DISPOSER ET ESPACER LES ARBRES DANS LES BRISE-VENT

La détermination de l'espacement et de la disposition des arbres en vue d'assurer une croissance aussi bonne que possible a fait l'objet d'un grand nombre d'expériences dans les plaines pendant cinquante ou soixante ans. Ces études ont abouti à des recommandations sur les différents espacements et dispositions suivant l'emplacement dans la région, qu'il s'agisse de l'Ouest aride ou des zones orientales plus humides. La plupart de ces études cependant ont traité des effets de l'espacement et de la disposition sur la croissance des arbres plutôt que de leurs effets sur la structure des brise-vent.

Le planteur d'arbres des plaines ne doit pas oublier que les brise-vent n'ont pas seulement pour objet d'assurer une croissance et un développement aussi long que possible des divers arbres. Ils sont plantés pour agir collectivement contre le vent. En conséquence, le fait de recommander des espacements et des dispositions en se fondant uniquement sur la croissance individuelle des arbres sans tenir compte du type de structure désirée a une valeur douteuse et ne permet pas d'obtenir des brise-vent efficaces. En revanche, la disposition et l'espacement des arbres des brise-vent doivent souvent être le résultat d'un compromis entre les exigences de la croissance des divers arbres et celles de la croissance d'un peuplement qui produira le type de structures nécessaires pour assurer une protection.

Les brise-vent à une rangée donnent beaucoup de place pour pousser aux arbres sur les deux côtés et, évidemment le problème de l'étouffement des arbres entre les rangées ne se pose pas. Les recherches ont prouvé cependant que des rangées uniques d'arbres n'ont pas une densité suffisante pour réduire au maximum le vent dans les zones situées sous le vent, bien que l'importance de la réduction au voisinage de la barrière puisse être satisfaisante. Les rangées uniques d'arbres n'offrent

aucune garantie contre les brèches; par exemple, le dépérissement de plusieurs arbres voisins l'un de l'autre peut nuire sérieusement à la continuité des barrières (fig. 24). Il est donc recommandé de planter plusieurs rangées d'arbres pour obtenir des brise-vent d'une densité et d'une hauteur suffisante.

La mécanisation de la plantation et des façons culturales ont considérablement influencé les recommandations relatives à l'espacement des rangées. On peut rapprocher les arbres et les rangées lorsqu'on plante et exécute les façons culturales à la main, mais la plantation et les façons culturales à la machine exigent un espacement d'au moins 2,50 mètres et pouvant aller jusqu'à 8 mètres. Les rangées très espacées sont nécessaires pour que puissent passer les grosses machines qui sont communément utilisées dans les exploitations des grandes plaines de l'Ouest qui produisent du blé.

CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT AVEC L'AGE

Il est important de comprendre les phases de la croissance des arbres des brise-vent si l'on veut prendre à bon escient des décisions sur la disposition et l'espacement des différentes espèces qui composent ce brise-vent. Il ne faut surtout pas oublier que la hauteur, la densité, la section transversale et le profil des brise-vent changent avec le temps. Ces changements influent considérablement sur la structure et l'efficience des brise-vent.

Les figures 25 et 26 donnent des exemples hypothétiques du développement de deux brise-vent à cinq rangées composés de différentes essences sur une période de quarante ans.

Figure 24 — Bien que les brise-vent à une seule rangée soient faciles à créer par rapport aux brise-vent composés de plusieurs rangées, ils ne possèdent ni la densité ni la continuité nécessaires pour protéger au maximum les cultures.

Un changement significatif intervient entre la 20e et la 40e années. Dans le brise-vent de conifères (fig. 25), les pins et

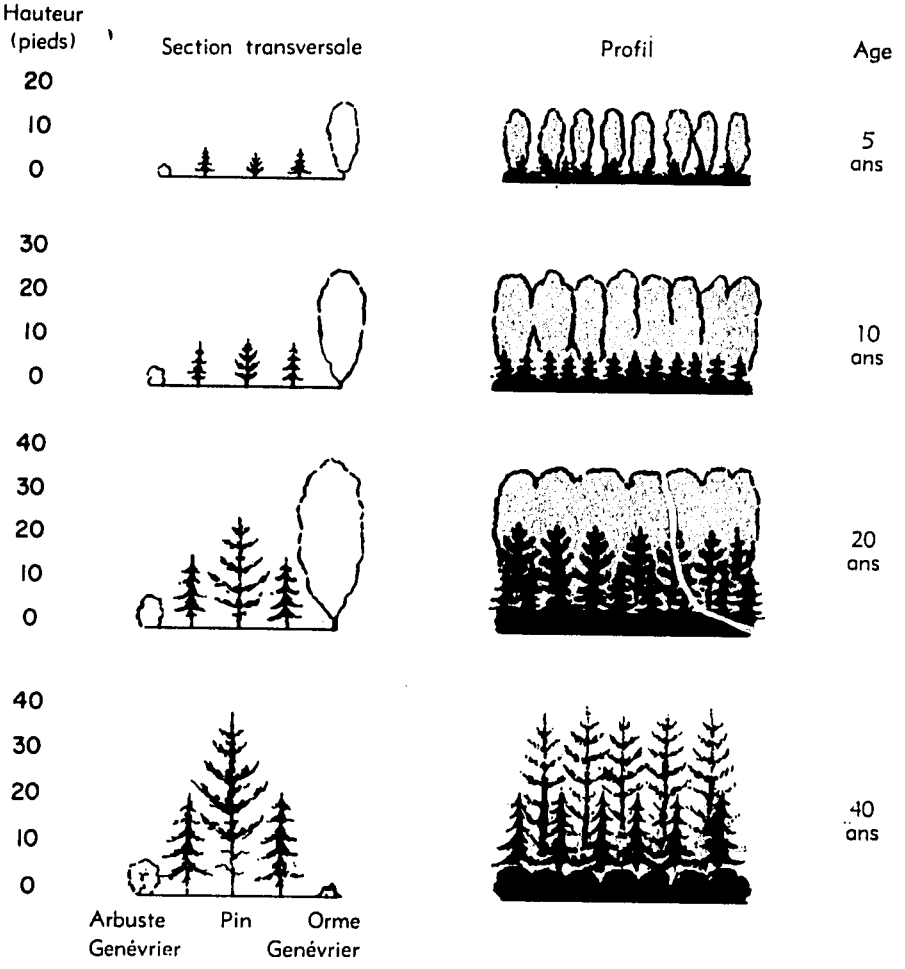


Figure 25. — Coupe transversale et profil d'un brise-vent de cinq rangées de conifères, en fonction de la croissance des arbres pendant quarante ans.

les genévriers à croissance plus lente atteignent l'âge adulte au bout de trente à quarante ans, époque à laquelle les ormes à croissance rapide commencent à dépérir. Ce tableau donne un exemple de la création d'un brise-vent efficace et de longue durée composé de conifères. Dans les brise-vent composés exclusivement d'essences feuillues (fig. 26), la plupart des essences commencent à dépérir et le brise-vent perd de sa hauteur et de sa densité effectives entre la 20e et la 40e années. Dans un grand nombre de plantations des grandes plaines, on a noté un dépérissement encore plus rapide des feuillus par rapport aux conifères.

La croissance et le développement des arbres et arbustes des brise-vent peuvent être contrôlés et modifiés dans une cer-

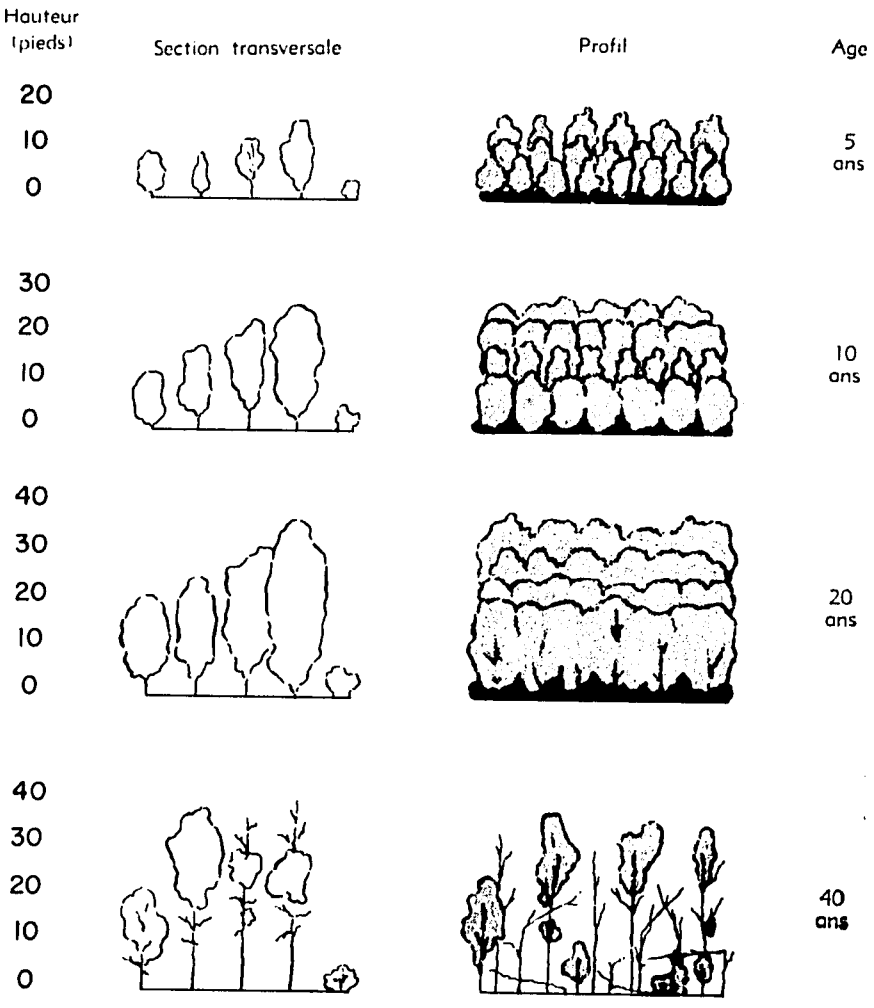


Figure 26. — Caractéristiques en coupe transversale et en profil d'un brise-vent de cinq rangées feuillues, en fonction de la croissance des arbres pendant quarante ans.

taine mesure de manière à obtenir une barrière possédant certaines caractéristiques. Par exemple, les arbustes peuvent être coupés au ras du sol pour émettre des rejets afin d'accroître la densité à hauteur du sol. Un grand nombre de recherches sont cependant nécessaires pour déterminer avec plus de précision comment on doit exploiter les composants des brise-vent au moyen des méthodes de coupe employées en sylviculture. Avec des soins suffisants, il pourrait être possible de prolonger l'efficacité des brise-vent de feuillus comme celui qui est représenté sur la figure 26. A l'heure actuelle cependant, il est recommandé dans tous les brise-vent de mettre au moins deux rangées de conifères pour que le brise-vent dure longtemps et pour protéger contre l'effet d'avalanches à la fin de l'automne, en hiver et au début du printemps lorsque les essences feuillues seront

dénudées. Les pins et les genévriers sont particulièrement bien adaptés à cet effet.

DISPOSITION DES DIFFÉRENTES ESPÈCES

La disposition et l'espacement de la rangée des différentes essences d'arbres déterminent la forme transversale d'un brise-vent. Lorsqu'il s'agit d'essences dont on connaît la hauteur ainsi que la forme du houppier et dont la durée ainsi que la croissance normale sont normales, cette forme peut facilement être prévue pour n'importe quel âge.

Les dispositions d'essences qui fournissent une protection d'une densité modérée au niveau du sol, sont généralement préférables aux barrières très denses ou très clairsemées. Les barrières qui ont une section transversale abrupte ou presque verticale sont préférables à celles dont la section transversale est inclinée en pente douce.

La disposition des essences doit donc être conçue non seulement pour assurer le meilleur développement possible des rangées d'arbres, mais de façon à leur donner une densité modérée et une section transversale assez abrupte. Les essences à croissance lente comme le pin et le genévrier qui sont destinées à assurer aux brise-vent dans l'avenir la hauteur et la longévité nécessaires ne doivent pas être placées de façon à être dépassées par les essences à croissance rapide.

Une rangée d'arbres doit être constituée par des sujets de la même essence d'un bout à l'autre, sauf lorsque des différences de sols imposent un changement, comme il est indiqué dans la section précédente. Il n'est pas recommandé de mélanger les essences dans les rangées en alternant les petits et les grands arbres. La disparition de l'une ou l'autre de ces essences laissera des vides dans la rangée le long de l'axe du brise-vent, vides qui affaibliront l'ensemble de la structure. Il est beaucoup plus facile de remédier à la disparition de toute une rangée en replantant entièrement plutôt qu'en bouchant les trous dans les rangées.

La disposition des arbres moyens et grands peut être modifiée dans une certaine mesure. Les rangées d'arbustes et de pins cependant doivent toujours être distantes d'au moins six mètres des grands arbres à croissance rapide. Ceci est nécessaire non seulement pour assurer la meilleure croissance possible en hauteur, mais aussi pour maintenir la vigueur du houppier jusqu'au niveau du sol. Les deux côtés des brise-vent doivent contenir des rangées d'arbres et d'arbustes qui resteront denses près

du sol. Les arbres à croissance rapide mais à vie courte doivent toujours être plantés dans les rangées extérieures d'où ils peuvent être enlevés au bout de vingt à vingt-cinq ans en gênant au minimum le reste du brise-vent.

ESPACEMENT ENTRE LES RANGÉES

Certains observateurs estiment qu'un espacement très large entre les rangées est nécessaire pour assurer la survivance des arbres dans les parties sèches des plaines. Il existe un grand nombre d'excellents brise-vent où les rangées sont espacées de 6 à 9 mètres. En revanche, il y a aussi des exemples de brise-vent vigoureux de conifères âgés de vingt à quarante ans dans les hautes plaines et dont les rangées sont espacées de 2,5 à 3 mètres.

Un brise-vent est surtout efficace lorsque le vent souffle de l'une ou l'autre des directions perpendiculaires à l'axe longitudinal de la barrière. En conséquence, le profil ou la partie frontale est l'aspect le plus important dont il faut tenir compte pour réduire l'effet du vent. La densité de ce profil est déterminée essentiellement par 1) les essences, 2) l'espacement entre les arbres *dans la rangée* et 3) le nombre de rangées.

L'écartement entre les rangées d'arbres peut être varié considérablement sans influencer sensiblement la densité, la hauteur et la continuité des brise-vent. Les variations de l'espacement des rangées entre 3 et 6 mètres ont peu d'effet sur la réduction de la vitesse du vent étant donné que la face frontale que le brise-vent présente au vent a approximativement la même hauteur et la même densité, quelle que soit la distance entre les rangées d'arbres (fig. 27).

Il faut tenir compte des avantages et des inconvénients respectifs d'un espacement faible ou d'un grand espacement dans la mesure où il influence la croissance des arbres et l'entretien des brise-vent. Le principal inconvénient des rangées très espacées est que les plantations doivent être entretenues par des façons culturales pendant un nombre indéfini d'années parce que les houppiers ne se rejoignent jamais et n'ombragent pas la végétation herbacée. Un autre inconvénient est que les rangées très espacées occupent davantage de terrain qu'il ne le faut pour un brise-vent de la densité voulue.

L'un des avantages des rangées très espacées est qu'elles permettent aux arbres d'avoir des pieds plus importants et une plus forte densité de son feuillage à l'étage inférieur pendant

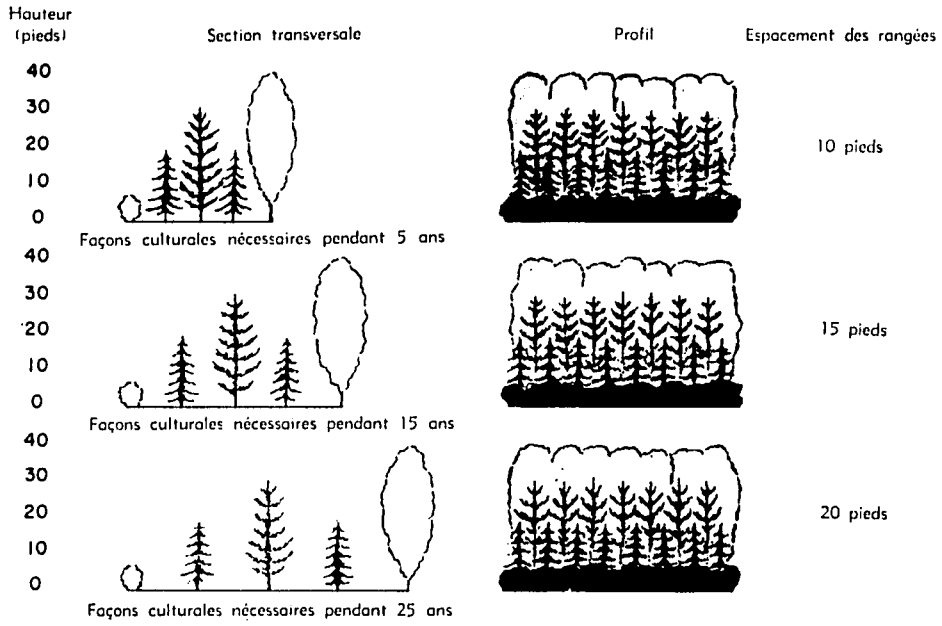


Figure 27. — Caractéristiques en coupe transversale et en profil d'un brise-vent de cinq rangées d'essences feuillues, âgé de 25 ans, en fonction de l'espacement entre les rangées.

un nombre d'années beaucoup plus élevé que les arbres très rapprochés. Cet avantage n'est pas essentiel cependant, car si le brise-vent est judicieusement composé, la densité à l'étage inférieur peut être assurée tout aussi bien, voire mieux, par des essences arbustives. En outre, les arbres à houppier très développé ont besoin de plus d'humidité et risquent d'être davantage sujets à l'apoplexie en période de sécheresse.

L'avantage des rangées très rapprochées (pas moins de 2,5 mètres cependant) est que les pieds se rejoignent rapidement et qu'il n'y a plus de façons culturales à faire. Un des inconvénients des rangées d'arbres très rapprochées est que les arbres commencent très tôt à se faire mutuellement concurrence. Si on ne prévoit et ne réalise pas des coupes d'éclaircies ou de dégagement, la vigueur des arbres risque de diminuer.

L'espacement minimal entre des rangées peut parfois être déterminé par les dimensions des machines agricoles. L'espacement minimal doit dépasser de 0,90 à 1,20 mètres la largeur de la machine pour éviter que les arbres ne soient endommagés.

A l'heure actuelle, il est recomandé dans le Nébraska oriental et le Kansas d'écarter les rangées d'arbres de 3 à 5 mètres et dans les parties occidentales de ces Etats de 3,60 mètres à 6 mètres. Dans le prolongement, au Colorado oriental, de la frontière du Nébraska et du Kansas, l'espacement recommandé pour les rangées sur les terres sèches varie de 3,60 à 6 mètres; sur des terres irriguées, de 3 mètres à 4,20 mètres. Au nord de la Dakota

du Sud, il est recommandé dans tout l'Etat, d'écarter les rangées de 3 à 4,20 mètres (5,50 mètres, d'après les directives techniques du service de conservation des sols) avec un écartement légèrement plus élevé pour les sols très lourds et dans les régions à très forte pluviosité.

Comme il n'est pas très important du point de vue de l'efficacité du brise-vent que la distance des rangées varie entre 3 et 6 mètres, le propriétaire doit choisir les espacements qui conviennent le mieux pour son équipement de culture, et il doit tenir compte aussi des façons culturales futures, des coupes d'éclaircie et de l'exploitation des arbres.

ESPACEMENT ENTRE LES ARBRES DE LA RANGÉE

Alors que les variations de l'espacement des rangées n'influent guère sur l'efficacité des brise-vent, l'espacement entre les arbres des rangées modifie considérablement la situation.

L'espacement entre les arbres de la rangée influence directement la densité frontale et intérieure de la barrière (fig. 28). Dans la partie basse d'une barrière, la distance entre les arbustes détermine la densité et la continuité de cet étage. De même, aux autres étages qui vont depuis les hauteurs moyennes jusqu'aux grandes hauteurs, la distance entre les arbres influe toujours sur la densité de la barrière. Le nombre de rangées d'arbres de grandes dimensions a, bien entendu, un effet supplémentaire sur la densité.

L'espacement recommandé pour les arbustes ou les conifères de l'étage inférieur varie entre 0,90 m et 1,50 m. Dans la plupart des cas, cet espacement fournit une barrière dense depuis le niveau du sol jusqu'à 0,90 m ou 1,20 m de haut. Les arbustes comme les caraganas donnent une protection efficace jusqu'à 3 m ou 3,60 m.

L'espacement entre les grands arbres à croissance rapide comme le peuplier, le saule ou l'orme de Sibérie doit être de 1,80 m à 3,60 m. Si le propriétaire a l'intention bien arrêtée d'éclaircir les rangées d'arbres au bout de cinq à dix ans, on peut alors planter ces arbres à croissance rapide à des intervalles de 1,80 m afin de fournir une barrière efficace contre le vent au cours des premières années. Les grands arbres à croissance rapide doivent cependant être espacés de 3 m à 3,60 m s'ils ne sont pas destinés à être éclaircis.

Les arbres à croissance plus lente doivent être plantés avec un espacement de 1,80 mètre à 3 mètres dans les rangées. Les pins et les génévriers poussent très bien à cet écartement pen-

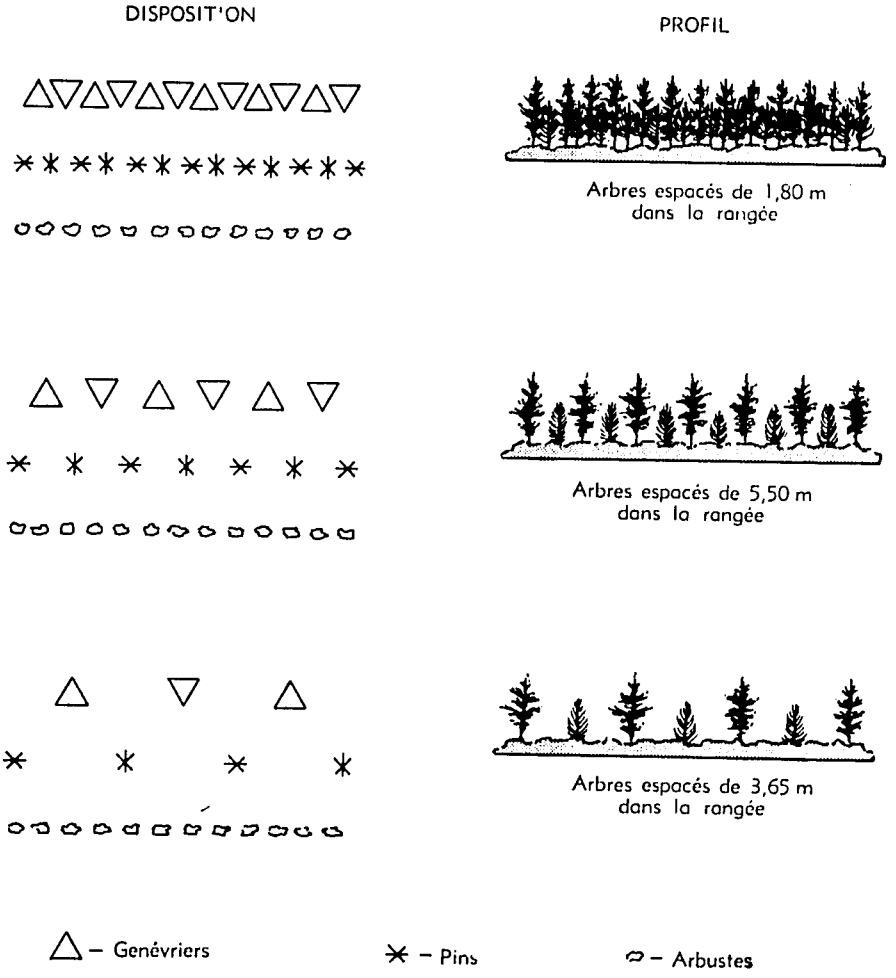


Figure 28. — Profils de brise-vent âgés de 15 ans avec espacements différents des arbres dans la rangée. Les arbustes sont espacés de 0,90 m et les rangées de 3,65 m.

dant les vingt premières années. Lorsque les pins atteignent 6 mètres de haut, il leur faut davantage d'espace. Les pins doivent être éclaircis en veillant à ce que les individus soient écartés de 4,50 mètres à 6 mètres dans les rangées. Cette coupe d'éclaircie doit être faite avant que les branches inférieures commencent à dépérir.

La disposition en quinconce ou l'alternance des arbres dans les rangées adjacentes est souhaitable lorsque l'espacement dans la rangée est le même. Ceci contribue non seulement à combler les vides causés par la mortalité mais aussi à fournir des brise-vent d'une densité plus uniforme.

COMMENT PREPARER LA TERRE POUR PLANTER DES ARBRES

POURQUOI FAUT-IL PRÉPARER LA TERRE ?

Il est nécessaire de préparer la terre en vue de la plantation d'arbres dans les plaines pour les mêmes raisons qu'il faut la préparer pour n'importe quelle culture. La préparation de la terre a pour objet :

1. D'accroître la survivance et la croissance des arbres en :
   a) Détruisant les plantes adventices qui leur font concurrence;
   b) Réduisant la repousse des plantes adventices;
   c) Augmentant la teneur en humidité du sol.
2. Réduire les risques d'érosion éolienne en :
   a) Fournissant une culture de couverture en pleine croissance;
   b) Maintenant un sol à la surface rugueuse.
3. Empêcher l'accumulation des résidus végétaux précédents qui, autrement, entraveraient la plantation à la machine.

Les expériences et les recherches qui ont déjà été faites dans les plaines ont prouvé à de multiples reprises que les arbres ne résistent que très médiocrement s'ils sont plantés sans que le sol ait été préparé auparavant sur des terres occupées par des graminées ou de la luzerne. Ceci est particulièrement vrai dans les régions sèches des plaines de l'Ouest. La terre est labourée et mise en jachère l'été avant des cultures de céréales et autres plantes en vue d'accumuler l'humidité et de détruire la végétation herbacée. Cette méthode est tout aussi importante pour les arbres. Même sur les pâturages des dunes où un minimum de préparation est recommandé en raison de la présence de sols légers et instables, il est nécessaire et utile de faire quelques travaux de préparation pour les arbres.

La végétation spontanée des Plaines se compose essentiellement de graminées avec des quantités plus faibles de mauvaises herbes qui comprennent plusieurs plantes adventices vigoureuses. Cette végétation est bien adaptée au climat et aux sols des Plaines. Elle possède un grand avantage naturel sur les arbres de faible dimension, tout au moins pendant les premières années qui suivent la plantation. Les graminées et plantes adventices indigènes ainsi qu'un certain nombre de mauvaises herbes agressives qui ont été introduites poussent vigoureusement sur la plupart des sols.

Cette végétation herbacée extrêmement vigoureuse qui caractérise la région des Plaines occupe les endroits réservés aux brise-vent. L'humidité disponible dans le sol est rapidement utilisée par cette végétation. Pour qu'il reste de l'humidité pour les nouveaux arbres, il faut détruire cette végétation, au moins jusqu'à ce que les racines des arbres aient atteint une profondeur supérieure à celle de la végétation spontanée. Voici quelques raisons particulières de lutter contre ces plantes qui font concurrence aux arbres :

1. Les jeunes arbres, qu'ils aient des racines nues ou qu'il s'agisse de semis et de jeunes plants en pot à repiquer, ont besoin de beaucoup d'humidité pendant la première ou la seconde année dans les champs avant que leurs racines soient suffisamment enfoncées.
2. Il faut qu'il y ait de l'humidité dans 60 à 90 cm de la couche supérieure du sol.
3. Les peuplements importants de mauvaises herbes et graminées où les cultures épuisent l'humidité de la couche superficielle.
4. Les jeunes arbres s'affaiblissent et meurent lorsque la concurrence pour l'humidité disponible dans la couche superficielle est trop forte, surtout celle des plantes adventices et graminées à croissance rapide.
5. Les jeunes arbres s'affaiblissent et meurent lorsqu'ils sont dépassés ou fortement barragés par les plantes adventices et les graminées à croissance rapide.

TYPES DE MÉTHODES DE PRÉPARATION DU SOL

Les méthodes de préparation du sol pour la plantation des arbres visent toutes à rendre le sol plus favorable à la survivance et à la croissance des arbres. Les brèves descriptions suivantes des méthodes de préparation du sol et de leurs buts donneront une idée de ce qu'il faut faire dans des cas particuliers.

Etablissement de terrasses suivant les courbes de niveau. — Ce système a pour objet de fournir davantage d'humidité aux arbres plantés suivant les courbes de niveau dans le voisinage d'une terrasse ou sur celle-ci. Les terrasses réduisent aussi l'érosion hydraulique dans les plantations d'arbres.

Rigoles de diversion. — Elles ont pour objet de détourner les eaux de ruissellement des champs voisins ou des fossés des routes vers les plantations en les étalant ou en les envoyant le long des rangées d'arbres.

Barrières antineige. — Elles ont pour objet d'arrêter et de retenir la neige sur les terres qui seront plantées au cours du printemps suivant (fig. 29). Elles sont d'une grande utilité dans les régions sèches où un supplément d'humidité dans le sous-sol peut être utile aux arbres.

Sous-solage. — C'est une opération qui consiste à ameublir une bande étroite de sol jusqu'à une profondeur de 0,60 à 0,90 m en vue de briser une couche dure de sol labourable ou un sous-sol naturellement imperméable. Cette méthode permet à l'humidité et aux racines des arbres de pénétrer plus en profondeur dans le sous-sol à texture lourde. Le sous-solage a augmenté d'un tiers la longévité des arbres sur les sols qui reposent sur une couche dure. Il a accru 1) l'efficacité de la plantation, 2) la croissance en hauteur et le développement des racines et 3) la vigueur.

Figure 29. — Les barrières antineige installées au printemps précédent retiennent la neige afin de donner au sol une humidité supplémentaire pour l'établissement d'un nouveau brise-vent.

Jachères d'été. — Elles ont pour objet de débarrasser un terrain des mauvaises herbes pendant une saison. Elle doit remplir deux objectifs importants : 1) accumuler l'humidité et 2) accumuler les principes fertilisants. La jachère d'été empêche la croissance des mauvaises herbes et des graminées qui, autrement, épuiseraient l'humidité et les éléments fertilisants de la couche superficielle. Elle permet aussi l'accumulation d'éléments nutritifs provenant de la décomposition des matières organiques dans le sol.

Jachères sans litières. -- C'est une variante de la jachère d'été qui consiste à maintenir sur la surface du sol les matières organiques protectrices en utilisant des instruments spéciaux de cultures.

Cultures de couverture d'été. — Il s'agit d'une culture de céréales dense, de sorgho ou de millet plantés sur un terrain sablonneux vers la fin de l'été, avant la plantation des arbres et qui doit rester en automne et en hiver pour protéger le sol contre l'érosion éolienne.

Labours d'automne. — Ils ont pour objet d'ameublir le sol afin qu'il absorbe et retienne davantage d'humidité pendant l'hiver et pour qu'il en soit mieux ameubli pendant la plantation des arbres au printemps. Ces labours doivent être plus profonds pour les arbres que pour les cultures.

Cultures de couvertures d'automne. — Il s'agit d'une culture dense d'avoine ou d'orge semée au début de l'automne avant la plantation des arbres au printemps. Cette culture de couverture protège le sol tout en retenant la neige.

Disquage et hersage au printemps. — Ces opérations ont pour objet d'égaliser le sol afin de faciliter la plantation des arbres et de détruire les mauvaises herbes et graminées qui germent précocement. Cette opération doit être faite trois ou quatre semaines avant la plantation afin que les pluies de printemps tassent le sol.

Culture de couverture de printemps. — Il s'agit d'une culture dense de sorgho, millet ou de céréales semées au début du printemps au moment de la plantation des arbres en vue de protéger ces derniers quand il s'agit des sols sablonneux.

Creusement d'une tranchée au printemps. — Cette opération a pour objet d'enlever une bande de gazon de 45 à 60 cm de large et de plusieurs centimètres de profondeur pour faciliter la plantation des arbres sur un sol sablonneux et léger qui, autrement, ne pourrait pas être préparé par sarclage ordinaire.

COMMENT CHOISIR LES MÉTHODES A EMPLOYER

La préparation de la terre pour la plantation des arbres comprend plusieurs opérations importantes. Elles visent toutes à mettre le sol dans la condition la plus favorable pour recevoir les jeunes plants afin que ceux-ci aient toutes les chances de survivre et de pousser.

La méthode de préparation différera naturellement suivant :

1. Le type de sol — qu'il s'agisse d'un sol sableux, meuble, susceptible d'être emporté par le vent ou d'argile limoneuse qui fait obstacle dans une certaine mesure à la pénétration de racines.

2. Les méthodes modernes de culture pour la couverture végétale.

3. L'arrivée probable de pluies de printemps à la suite de la plantation et autres facteurs climatiques.

Méthodes générales valables pour toutes les terres.

Les méthodes suivantes doivent être appliquées à la plupart des terres destinées à recevoir des arbres en vue de compléter utilement les mesures destinées à améliorer la teneur en humidité du lieu de plantation. Ces méthodes sont, pour la plupart, des pratiques de conservation permanentes. Elles sont envisagées en tant que mesures destinées à préparer la terre car, pour donner le maximum d'avantages, elles doivent être mises en œuvre une année environ avant la plantation des arbres.

Etablissement de terrasses suivant les courbes de niveau. — Chaque fois qu'il est recommandé d'effectuer un terrassement, les brise-vent doivent épouser la forme des terrasses. La plantation des arbres suivant les courbes de niveau, en particulier sur les terrains ondulés où les endroits destinés aux arbres risquent d'être différents, fournit une humidité supplémentaire qui accroît et uniformise la croissance des arbres.

Fossés de diversion. — De même que les terrasses suivant les courbes de niveau, ils ont pour objet de fournir une humidité supplémentaire en détournant l'eau provenant des champs et d'intensifier et uniformiser la croissance des arbres.

Irrigation. — Si les arbres doivent être irrigués, les avantages de l'opération sont les mêmes que pour n'importe quelle culture.

Barrière antineige. — L'accroissement de l'humidité dans les zones de plantation des arbres résultant de l'installation de barrières antineige assure une meilleure survivance et une meilleure croissance des arbres.

Pratiques culturales qui dépendent du sol et de l'utilisation des terres.

Les recommandations actuelles concernant la préparation de la terre pour les plantations d'arbres sont les mêmes pour tous les Etats de la région des plaines. Les recommandations varient cependant suivant la texture du sol, l'aptitude à l'érosion et l'utilisation des terres. La combinaison de ces facteurs déterminera vraisemblablement les méthodes appropriées de préparation de la terre.

Type de sol. — Les méthodes employées pour les sols sablonneux, en particulier ceux à texture très sableuse doivent fournir un moyen de maintenir la couverture végétale sur la surface du sol. A défaut d'une couverture suffisante, ces sols à texture plus légère risquent d'être endommagés gravement par l'érosion éolienne. Les pratiques culturales suivies pour les sols sableux doivent généralement changer le moins possible la couverture végétale. Si cette couverture est insuffisante en raison de l'utilisation précédente des terres, il faut faire des cultures de couverture.

Les sols à texture moyenne et plus lourde sont moins sujets à l'érosion éolienne mais ils nécessitent une destruction plus intensive des mauvaises herbes pour conserver l'humidité. L'utilisation de la jachère d'été doit être considérée comme un traitement normal pour les sols plus lourds sauf peut-être sur les terres à maïs de la partie orientale des plaines où la question de l'humidité disponible n'est pas aussi critique.

Cultures ou couverture végétale actuelles. — L'utilisation actuelle des terres destinées à être plantées détermine naturellement dans une large mesure ce qui peut être fait en matière de préparation. Les terres destinées aux graminées et à la luzerne doivent être préparées un an à l'avance sauf sur des sols qui sont fortement sujets à l'érosion. Cependant la présence d'autres cultures sur les terres qui doivent être plantées en arbres obligent fréquement à préparer assez rapidement la terre.

Prairies. — Sur les sols moyens ou lourds, le gazon doit être enfoui profondément et travaillé jusqu'à ce qu'il soit bien décomposé. La préparation des prairies dans tous les sols, sauf les sols sableux et meubles doit commencer au moins une année

avant la plantation des arbres. En période de grande sécheresse, il peut être nécessaire de pratiquer deux jachères d'été avant de labourer. Les racines de la végétation spontanée occupent complètement le terrain et font une forte concurrence pour l'humidité. Lorsque cette végétation est réduite ou détruite et que les matières organiques qui en proviennent sont en partie décomposées, l'état d'ameublissement du sol est particulièrement favorable à la plantation. Le sol est humide et exempt de matières organiques fraîches qui, autrement, bloqueraient les machines à planter et nécessiteraient de l'humidité ainsi que des principes fertilisants pour être décomposés.

En revanche, les prairies situées sur des sols sableux et légers ne peuvent pas être préparées à l'avance en raison des dangers de l'érosion éolienne. Dans ce cas, on rase la végétation et on l'enfouit dans une bande étroite de 45 à 65 cm de large au moment de la plantation des arbres.

Champs de luzerne. — Les champs de luzerne doivent être préparés pour la plantation des arbres de la même façon que les prairies, sauf sur des sols sableux légers.

Sur les sols sableux, la luzerne doit être enfouie un an avant la plantation des arbres et il faut la remplacer par une culture annuelle pour assurer une couverture temporaire pendant la période végétative. On peut alors planter directement les arbres dans les champs sans autre préparation.

Champs de céréales à petits grains. — Les chaumes des céréales à petits grains fournissent normalement un couvert suffisant jusqu'au moment de la plantation des arbres au printemps suivant. Dans les sols sableux et légers, les arbres peuvent être plantés sans enlever les chaumes sans autre préparation. Sur les sols plus lourds il faut cependant enfouir et disquer les chaumes au cours de l'automne qui précède la plantation.

Lorsque les chaumes ne sont pas suffisants ou si l'humidité du sol est faible, il faut pratiquer une jachère d'été et semer de l'avoine à l'automne. Les sols sableux doivent recevoir en fin d'été une culture de couverture.

Champs de maïs. — Sur les sols plus lourds, la seule préparation nécessaire consiste à couper des tiges de maïs et à les enfouir à l'automne. Il faut cependant semer une céréale d'automne dans les sols sableux si le champ n'a pas de couverture végétale.

Les mauvaises herbes comme le liseron, les chardons, les euphorbes doivent être détruits par des façons culturales ou par des pulvérisations de produits chimiques *avant* la plantation des arbres sur n'importe quelle terre.

Méthodes recommandées.

On trouvera ci-dessous un résumé des pratiques minimales de préparation de la terre recommandées pour les grandes catégories de texture de sol et de modes d'utilisation de la terre. Ces recommandations sont une adaptation de directives provenant de deux sources : 1) Les spécifications techniques des services de conservation du sol du Nebraska et 2) les recommandations des forestiers et des services de vulgarisation de divers Etats des plaines. Il convient de souligner que ces recommandations sont des pratiques minimales et qu'elles visent seulement à servir de guide général. Les recommandations détaillées par type de sol et couvertures végétales ont été mises au point pour la plupart des zones des grandes plaines du Centre et elles devront être utilisées par les techniciens de la conservation du sol et du service forestier.

PRÉPARATION MINIMALE DE LA TERRE RECOMMANDÉE POUR LES PLANTATIONS D'ARBRES EN FONCTION DE LA TEXTURE DE LA COUCHE SUPERFICIELLE DU SOL ET DU MODE D'UTILISATION DES TERRES.

Sols sableux à très sableux

Herbages : Découper une bande de 50 cm de gazon juste avant la plantation; planter les arbres dans un sillon étroit.

Luzerne : Labourer une année d'avance; planter une culture de couverture annuelle d'été; planter les arbres sur les chaumes de la culture de couverture.

Céréales à petits grains : Inutile d'intervenir si les chaumes sont résistants; planter les arbres dans un sillon étroit. Labourer si les chaumes sont médiocres; pratiquer une culture de couverture d'été et planter des arbres dans les chaumes de la culture de couverture.

Maïs : Il faut disquer les tiges de maïs à l'automne; faire une culture de couverture de céréales à petits grains et planter les arbres dans les chaumes de la culture de couverture.

IMPORTANT : Avant la plantation ne pas faire de façons culturales entre les rangées d'arbres sur les sols sableux; se contenter de faucher les mauvaises herbes et les graminées.

Sols moyens à lourds

Herbages : Labourer à l'avance; jachère d'été; culture de couverture de céréales à petits grains à l'automne; disquer au printemps et planter les arbres.

Luzerne : Comme pour les herbages.

Céréales à petits grains : Labourer à l'automne et disquer si l'humidité et les chaumes sont satisfaisants; planter les arbres dans un sol qui n'a pas été travaillé. Labourer les chaumes et la jachère d'été si l'humidité et les chaumes sont médiocres; planter des céréales à petits grains pour servir de couverture, disquer au printemps et planter les arbres.

Maïs : Déchaumer à l'automne; planter les arbres dans un sol non travaillé.

QUAND FAUT-IL PRÉPARER LA TERRE?

Il est indispensable pour le succès des plantations d'arbres dans les plaines de préparer la terre bien avant la plantation.

1. Tracer les terrasses un an avant la plantation.
2. Sous-soler les zones ayant des couches imperméables denses une année avant la plantation.
3. Labourer les herbages et les peuplements de luzerne sauf sur les sols sableux légers au moins un an d'avance pour assurer une décomposition partielle des matières organiques.
4. Ensevelir les graminées et la luzerne sur une jachère d'été au cours de la période végétative qui précède la plantation.
5. Sur les sols sableux légers qui sont cultivés, maintenir une litière grossière aussi importante que possible en surface et sous la surface pendant l'été et l'hiver qui précèdent la plantation.
6. Si les sols sableux légers qui ont été cultivés n'ont pas de couverture végétale, il faut pratiquer une culture temporaire serrée au cours de l'été précédent et ne pas toucher aux chaumes.
7. Construire des barrières antineige au vent de la zone, au cours du printemps qui précède la plantation.
8. Lorsqu'on plante dans une céréale de printemps, il faut sarcler une bande étroite de 1,20 m pour planter les arbres.

On trouvera dans la liste suivante l'indication des dates auxquelles doivent être faites les diverses opérations suivant le type de sol et l'utilisation actuelle de la terre.

Pratiques	Sols sableux				Sols moyens à lourds			
	Herbe	Luzerne	Céréale	Maïs	Herbe	Luzerne	Céréale	Maïs
Une année d'avance :								
Construire des terrasses	X	X	X	X	X	X	X	X
Creuser des rigoles de diversion	X	X	X	X	X	X	X	X
Labourer	.....	X	.....	.....	X	X	.....	.....
Sous-soler	.....	.....	.....	.....	X	X	X	X
L'été d'avant :								
Mettre en jachère	.....	.....	.....	.....	X	X	(*)	.....
Laisser une couverture de chaumes	.....	.....	.....	.....	.....	.....	(*)	.....
Laisser les chaumes	.....	.....	X	.....	.....	.....	X	.....
Disquer les chaumes	.....	.....	(*)	.....	.....	.....	.....	.....
Planter de l'avoine	.....	X	(*)	.....	.....	.....	.....	.....
L'automne précédent :								
Laisser les chaumes	.....	X	X	X	.....	.....	X	X
Labourer	.....	.....	.....	.....	.....	.....	(*)	(*)
Disquer	.....	.....	(*)	X	.....	.....	(*)	X
Planter de l'avoine	.....	.....	(*)	X	X	X	(*)	.....
Construire des barrières anti-neige	X	X	X	X	X	X	X	X
Au printemps :								
Laisser les chaumes	.....	X	X	X	.....	.....	X	.....
Disquer et herser	.....	(*)	(*)	(*)	X	X	(*)	(*)
Planter l'avoine	.....	(*)	(*)	(*)	.....	.....	.....	.....
Planter les arbres dans un sol frais et ferme	.....	.....	.....	.....	X	X	(*)	(*)
Chaumes	.....	X	X	X	.....	.....	X	X
Céréales	.....	(*)	(*)	(*)	.....	.....	.....	.....
Tracer un sillon	X	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

* On peut procéder autrement si la couverture de chaume est médiocre ou si l'humidité est faible.

COMMENT SE PROCURER ET CONSERVER LES JEUNES PLANTS

En raison des conditions défavorables à la germination des graines d'arbres et à la culture des jeunes plants directement sur les emplacements des plantations dans les plaines, la méthode la plus pratique pour créer les plantations consiste à repiquer de jeunes arbres. Des pépinières spéciales fournissent de grandes quantités de jeunes plants où les jeunes plants délicats peuvent être espacés, arrangés, fertilisés et sarclés suivant leurs besoins. Les jeunes plants de un à quatre ans sont ensuite expédiés aux planteurs. En général, le propriétaire foncier qui plante des arbres doit s'adresser à ces pépinières spécialisées pour se procurer les sujets dont il a besoin. Celles-ci sont exploitées par des entreprises commerciales privées ou bien par des organismes d'Etat ou encore par des agences fédérales. Le choix des essences est donc limité à celles qui sont produites par ces pépinières. Au cours de certaines années, les mauvais résultats obtenus par les pépinières limitent davantage le choix, les types d'arbres et d'arbustes disponibles.

Certaines essences peuvent être cultivées par l'agriculteur qui désire consacrer un certain temps à cette tâche. Ainsi les essences que l'on ne trouve généralement pas dans les pépinières peuvent être produites en vue d'être plantées dans les brise-vent. Si l'agriculteur n'a aucune expérience de la production d'arbre à partir de semences, il ne sera probablement pas rentable pour lui d'essayer de produire ainsi de grandes quantités de jeunes plants. Le coût de jeunes plants de bonne qualité âgés de un à quatre ans est parfaitement à la portée de la plupart des propriétaires. Pour les agriculteurs qui désirent

produire eux-mêmes leurs plants à partir de semences, il est recommandé de consulter les publications suivantes :

Woody-Plant Seed Manual.
U.S. Dept. Agr. Misc. Pub. 654. 1948.
Nursery Practice for Trees and Shrubs Suitable for Planting on the Prairie-Plains.
U.S. Dept. Agr. Misc. Pub. 434. 1941.
(Epuisé, peut être consulté dans des bibliothèques.)
Forest Nursery Pratice in the Lake States.
U.S. Dept. Agr., Agr. Handbook 110, 1957.
Planting the Southern Pines.
U.S. Dept. Agr., Agr. Monograph. 18, 1954.

Une autre méthode pour se procurer les jeunes plants consiste à enlever les semis qui ont poussé spontanément dans des brise-vent bien établis, dans des autres plantations ou dans les bois. Les jeunes sauvageons peuvent être repiqués de la même manière que les plants de pépinière lorsqu'ils ont été écimés auparavant pour équilibrer la dimension du système radiculaire après avoir été déterrés. C'est une méthode pratique pour se procurer de petites quantités de jeunes plants mais elle n'est probablement pas rentable lorsque leur nombre atteint ou dépasse 500.

L'achat et la manutention des jeunes plants doivent être considérés comme tout aussi importants que les autres phases de la plantation. Le choix des essences recommandées améliore les chances de succès. Cependant, les différences constatées dans la faculté d'adaptation, la croissance, la forme et la résistance aux insectes ainsi qu'aux maladies dépendront des géniteurs ou des peuplements qui ont fourni les graines (fig. 31). L'origine des graines ne le cède en importance qu'au choix des espèces. On espère dans l'avenir améliorer considérablement les porte-graines mais il faudra du temps pour la sélection, l'hybridation et les essais.

Il est de la plus haute importance de bien manipuler les jeunes plants dès le moment où ils quittent la pépinière et jusqu'au moment où ils sont plantés dans le champ. C'est le seul moment pendant la vie d'un arbre où les racines sont exposées à des conditions anormales de température, humidité et lumière. En conséquence, le fait de ne pas veiller suffisamment sur les arbres à racines nues par temps sec et éventé peut facilement causer la mort des arbres.

OU ACHETER LES JEUNES PLANTS ?

Une vingtaine de pépinières situées dans les Etats des grandes plaines produisent des jeunes plants pour les brise-

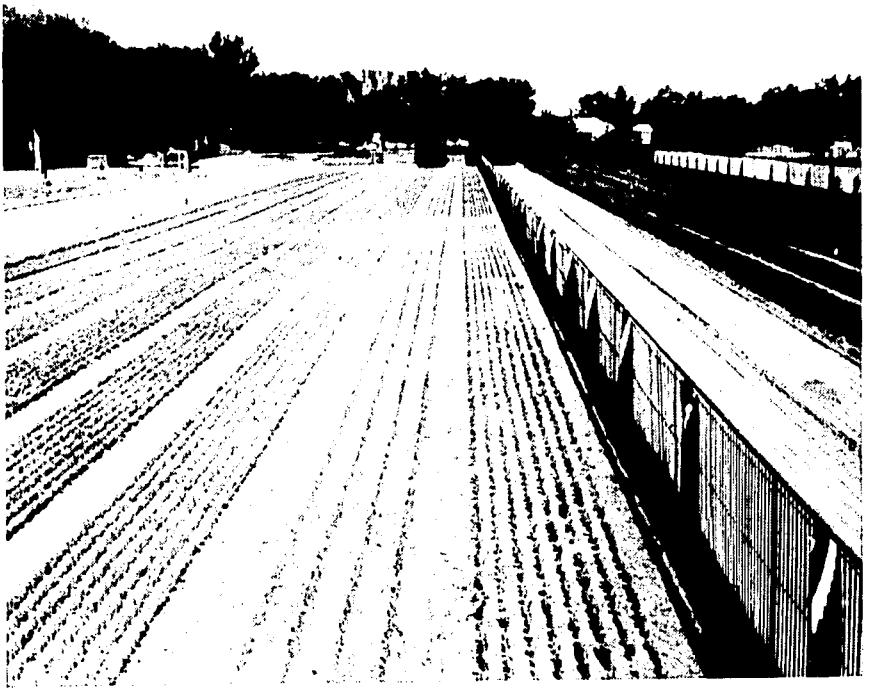


Figure 30 — Pépinière avec des semis de pins, de genévriers de Virginie, avec système d'arrosage par aspersion et barrières antineige pour protéger contre le vent et la neige. Il y a environ une vingtaine de semis par 30 cm de rangée.

vent. Sur ce nombre, dix sont des entreprises privées commerciales et huit sont des pépinières appartenant à l'Etat ou au District de conservation du sol. Les deux pépinières du Service Forestier des Etats-Unis qui produisent également des jeunes plants pour les forêts domaniales n'acceptent pas directement la commande des propriétaires; elles fournissent leurs plants par l'intermédiaire des forestiers de l'Etat, les vulgarisateurs ou les Districts de conservation des sols en vue de leur plantation dans les fermes et les élevages.

La façon habituelle de se procurer d'importantes quantités de jeunes plants pour les brise-vent consiste à s'adresser à un organisme agricole. Aux Etats-Unis, les commandes d'arbres sont acheminées par plusieurs moyens : 1) Par l'intermédiaire des agents agricoles de comté qui les transmettent à l'office du service de vulgarisation sylvicole, 2) par l'intermédiaire des forestiers de District qui les transmettent au bureau du Conservateur de l'Etat et 3) par l'intermédiaire des bureaux de District de conservation du sol. Ces organismes acceptent les demandes et les étudient avant de les envoyer aux diverses pépinières privées, de l'Etat ou de la Fédération. Les commandes d'arbres peuvent aussi être expédiées directement à n'importe quel pépiniériste privé.

Indication de l'origine des semences.

Les études sur la variation génétique des arbres insistent sur l'importance que présente un choix méticuleux des sources de semences si l'on veut obtenir un bon résultat. La plupart des essences d'arbres sont sujettes à des variations génétiques très étendues. Le succès dépend en grande partie de l'emploi de plants sélectionnés qui ont été obtenus à partir de graines provenant de géniteurs dont on connaît la faculté d'adaptation ainsi que la résistance aux insectes et aux maladies.

Figure 31. — Pins jaunes qui diffèrent profondément par la forme du houppier, l'angle des branches et la densité de feuillage. Ces caractéristiques différentes sont héritées des géniteurs.

Le prix des jeunes plants ne doit pas être considéré comme primordial dans un investissement à long terme comme les brise-vent. Il est préférable de payer plus cher des plants dont la faculté d'adaptation est connue que de payer moins cher des plants qui n'ont pas été essayés et qui sont mal adaptés. Les plants vendus à bon marché peuvent se révéler coûteux à la longue car ils résistent mal.

Il existe actuellement des sélections spéciales de deux espèces recommandées pour les brise-vent de plaines. L'orme Chinkota qui est une sélection de l'orme de Sibérie s'est révélé plus résistant au froid que les variétés habituelles des ormes de Sibérie que l'on trouve dans la plupart des pépinières. Cette

sélection a été créée par des chercheurs au Collège d'Etat de la Dakota du Sud et elle a été certifiée en vue d'être utilisée dans la Dakota du Sud. Une sélection de peupliers de la variété Siouxland pousse plus vite, présente plus de vigueur et résiste mieux à la rouille des feuilles que les variétés habituelles de peupliers (fig. 32). Elle a été créée par M. C. M. Nagel, phytopathologiste de la Dakota du Sud.

D'une manière générale il est recommandé lorsqu'on indique l'origine des semences destinées à être plantées qu'elles soient originaires d'une zone située à une latitude comprise entre 160 km au nord et au sud de l'endroit où aura lieu la plantation.

Des progrès ont été réalisés en matière d'identification et de multiplication des individus et des souches d'arbres qui présentent des caractéristiques supérieures que l'on pourrait utiliser dans les brise-vent. Davantage de progrès seront réalisés si les commandes d'arbres indiquent l'endroit où ceux-ci doivent être plantés et que l'on désire au point de vue taux de croissance, forme, résistance aux maladies ainsi qu'aux insectes et autres caractéristiques particulières.

Nécessité d'indiquer les dimensions et les qualités.

Dans toutes les planches de pépinières, il y a des jeunes plants de petite dimension déformés ou endommagés qui ne doivent pas être plantés en plein champ. Ils doivent être éliminés par les directeurs de la pépinière, mais parfois ils sont expédiés aux planteurs. Les planteurs doivent éliminer tous les sujets de qualité inférieure. L'expérience et les recherches ont démontré que pour obtenir une résistance satisfaisante et une bonne croissance des arbres dans les plantations situées dans les grandes plaines, il faut se servir de sujets ayant une dimension et une qualité déterminées. Ces dimensions sont généralement un peu supérieures à celles qui sont nécessaires pour les régions boisées plus humides.

Le calibre ou le diamètre de la tige à 2,5 centimètres au-dessus du sol donne une idée exacte de la résistance probable du plant. Les plants de grand diamètre sont ceux qui résistent le mieux au cours des saisons normales ou sèches. Les plants d'un calibre un peu faible se comportent bien pendant les saisons où la pluviosité est supérieure à la moyenne en avril et en mai.

Le calibre minimal de la tige des arbres à planter dans les plaines doit être de 6,35 mm aussi bien pour les conifères que pour les feuillus. Il faut deux à trois ans pour les genévriers et les pins atteignent cette dimension; une année suffit pour la plupart des essences feuillues.

La dimension du houppier présente moins d'importance que le calibre de la tige bien que de nombreuses pépinières n'indiquent que la dimension du houppier. Les conifères doivent avoir un houppier d'au moins 20 cm et de 38 cm au maximum. Les mêmes plants de feuillus doivent en moyenne avoir une hauteur de 45 cm à 75 cm. Pour la plupart des essences, la dimension de la tige sera suffisante si son calibre est compris entre 6,35 et 10 mm.

Le classement des jeunes plants et des plants à repiquer est la meilleure garantie de qualité. Le classement tient compte

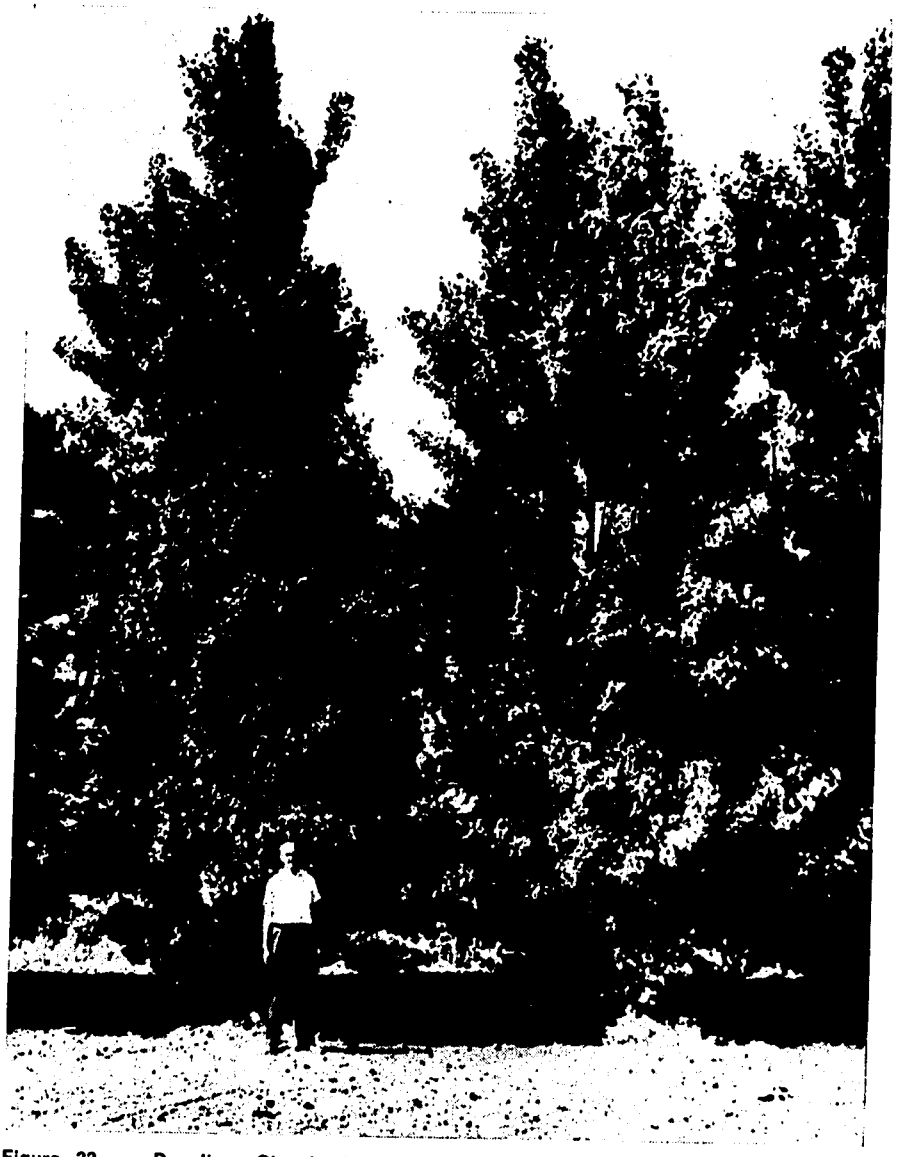


Figure 32. — Peupliers Siouxland, espèce résistante à la rouille d'une hauteur de 12 m et âgé de 7 ans, Lincoln, Nebr.

non seulement du calibre de la tige et de la hauteur de la cime mais aussi du rapport entre la cime et la dimension des racines, des dégâts occasionnés à ces dernières, de la dimension des bourgeons terminaux, de la présence de maladies, de la couleur du feuillage, etc.

L'utilisation du rapport cime-racines par le poids rend le classement plus exact et plus sélectif car il exprime un équilibre favorable ou défavorable. Les jeunes plants qui ont un système ramiculaire développé pour une dimension moyenne ou supérieure à la moyenne résisteront mieux que ceux dont le système radiculaire est peu développé. Souvent on pince ou on coupe la partie supérieure des jeunes plants dans la pépinière pour obtenir un meilleur équilibre entre la hauteur et les racines.

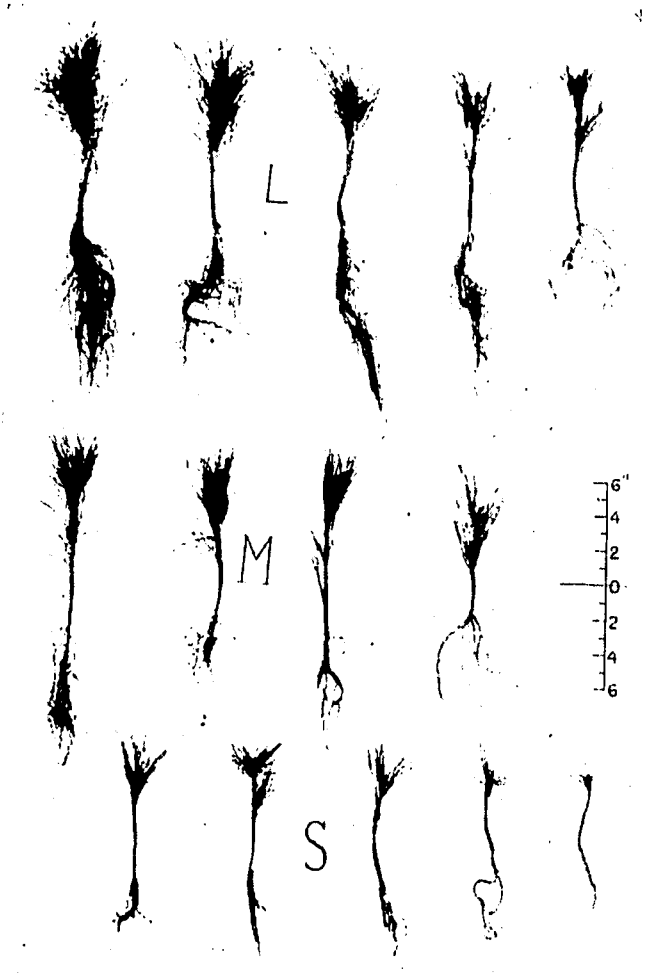


Figure 33. — Spécimens de jeunes plantes de 3 ans de pin jaune, classés en grande (G), moyenne (M) et petite (P) dimensions. Les sujets de petites dimensions doivent être éliminés des plantations dans les plaines. L'échelle est en pouces (2,54 cm).

Cette opération doit être faite par celui qui plante les arbres s'il reçoit des sujets dont l'équilibre est mauvais. Pour des conifères, un rapport de 3 à 1 entre la hauteur et la racine est souhaitable; un rapport de 3 à 2 est préférable.

Il n'existe pas actuellement de règles de classement normalisé pour les essences destinées à être plantées dans les plaines. Si le classement est fait, il consiste simplement à éliminer plutôt qu'à classer les arbres en petite, moyenne et grande dimension. Il semble cependant, d'après les renseignements recueillis dans toutes les régions de notre pays et dans le monde entier, renseignements qui portent sur la plupart des essences, que le système de classement est celui qui donne de meilleurs résultats. Les plants de moyenne et grande dimensions sont toujours ceux qui résistent et qui poussent le mieux.

EMBALLAGE ET EXPÉDITION

Bien que l'emballage et l'expédition soient normalement effectués par des pépiniéristes ou des forestiers expérimentés, le propriétaire foncier ou le technicien qui reçoit les arbres doit connaître les bonnes méthodes d'emballage et d'expédition. Il doit signaler aux organismes responsables toute déficience grave dans les méthodes d'emballage.

La période de temps pendant laquelle les arbres à racines nues restent hors du sol est probablement pour eux la période la plus critique entre la germination et l'âge adulte. Les conifères souffrent beaucoup plus que les feuillus lorsque leurs racines ont été maltraitées.

L'emballage et l'expédition doivent donc être faits rapidement et au moyen des méthodes qui assurent une humidité et une température suffisantes au système radiculaire jusqu'à ce que l'arbre arrive à destination. Lorsque les racines ont été endommagées ou se sont desséchées, les arrosages ou les soins qui leur sont donnés ne serviront vraisemblablement à rien.

Les arbres sont emballés de diverses façons suivant la préférence du pépiniériste et des organismes responsables de la distribution. Les emballages se font généralement à l'intérieur d'un bâtiment où la température doit être fraîche et ne pas dépasser 10° à 15°.

La mousse de sphaigne et la paille de bois sont des matériaux d'emballage les plus couramment utilisés. On laisse la mousse absorber autant d'eau qu'elle peut en contenir puis on l'étend au centre du papier d'emballage et on y place les arbres en disposant les racines au milieu. On remet ensuite de la

mousse ou de la paille de bois sur des racines, puis on roule l'ensemble de façon à faire un bourrelet compact. Comme matériaux d'emballage, on peut utiliser de la grosse toile ordinaire, du papier entoilé, du papier asphalté ou du papier kraft ou ondulé. On attache ensuite le bourrelet avec de la ficelle, du fil de fer ou une bande d'acier.

Certaines entreprises utilisent du carton ondulé enduit de paraffine pour augmenter la durée du carton qui contient les matériaux d'emballage humides. Ces cartons sont fermés avec une bande gommée ou avec de grosses agrafes. Dans les cartons enduits de paraffine on ne met pas de papier d'emballage intérieur; les arbres et les produits d'emballage sont placés directement dans la boîte.

Les grosses commandes sont souvent conditionnées en balles soit dans le champ même, soit dans un hangar. Ces balles peuvent contenir de 1 000 à 2 000 arbres et contiennent généralement une plus faible quantité de matériaux d'emballage par rapport aux racines des arbres que les lots moins importants. On ne fait généralement pas de balles par temps chaud et éventé. On arrose généralement les balles avec une seringue si on doit les conserver un certain temps avant de les expédier. Une fois retirés des couches de semis de la pépinière tous les conifères emballés ou en vrac dans des cageots de transport sont conservés dans des salles réfrigérées à -1 °C lorsqu'ils ne sont pas comptés, classés, emballés ou transportés.

Les arbres placés dans des balles ou des caisses sont expédiés à 80 ou 100 km par différents moyens. Les planteurs qui vivent à 80 km de la pépinière viennent souvent chercher eux-mêmes les arbres pour réduire la durée du transport. Les arbres sont surtout expédiés par colis postaux ou express, mais on fait de plus en plus usage de camions. Il est préférable d'employer des camions réfrigérés pour les transports sur longue distance qui nécessitent plus d'une demi-journée ou si des gelées sont à craindre. Le transport par avion, qui ne peut se faire qu'en un nombre limité de points, est le mode le plus rapide mais il coûte plus cher. Les arbres expédiés par avion atteignent leur destination en quelques heures et sont pratiquement aussi frais qu'au moment de l'expédition.

QUE FAUT-IL FAIRE APRÈS RÉCEPTION DES ARBRES A L'EXPLOITATION ?

Lorsque les jeunes plants arrivent à la ferme ou à l'élevage, il faut ouvrir la balle ou le carton pour l'examiner immédiate-

ment. Si les arbres ont été bien emballés de manière que les racines restent humides et fraîches, si le transport n'a pas duré plus de deux ou trois jours et s'ils n'ont pas été soumis à des gelées ou des températures élevées, ils sont alors en bon état pour être replantés.

Si les arbres ne doivent être plantés que deux semaines après leur arrivée, on peut les laisser dans la caisse ou la balle. Ils doivent être arrosés tous les jours et être conservés dans un endroit frais à l'abri du soleil et du vent.

En revanche, si les racines sont sèches et à peine humides, légèrement chaudes ou couvertes de moisissure, il ne faut pas planter les arbres. Il faut avertir le bureau qui a passé la commande. Les distributeurs et les pépiniéristes désirent être renseignés sur l'état des arbres après leur arrivée et si on leur notifie les arrivages en mauvaise condition ils pourront améliorer leurs méthodes d'emballage et d'expédition.

Il faut aussi vérifier la dimension et la catégorie des plants. Si l'envoi contient plus de cinq pour cent de sujets à éliminer ou d'arbres très petits, il faut avertir les distributeurs. Il ne faut pas planter les petits arbres.

Conservation.

Si l'on dispose d'un endroit humide et frais où la température est de 0,6 °C à 4,6 °C il faut y placer les arbres avant de les planter. Les balles doivent être ouvertes et les matériaux d'emballage humidifiés par aspersion. Les balles doivent être ensuite fermées à nouveau sans être serrées et arrosées souvent pour maintenir une humidité modérée. La conservation au froid arrête la végétation pendant plusieurs semaines avant que les arbres soient plantés.

Mise en jauge.

Si la plantation doit se faire plus de deux semaines après l'arrivée des arbres et s'il n'est pas possible de les conserver dans un endroit frais et humide il faut les mettre en jauge dans un endroit ombragé et frais.

La mise en jauge se fait en creusant une tranchée en forme de V (fig. 34) suffisamment profonde pour que l'on puisse étaler les racines à même sur le sol.

On défait un paquet de jeunes plants et on les étale sur le côté incliné de la tranchée afin que chaque système radiculaire

Figure 34. — Une tranchée bien conçue pour la mise en jauge temporaire des jeunes plants et arbres à repiquer.

soit en contact avec le sol; on remplit ensuite la tranchée de terre que l'on tasse et arrose afin qu'il n'y ait pas de poches d'air entre les racines.

Les tranchées de mise en jauge doivent être suffisamment profondes pour abriter les racines sans que celles-ci soient courbées ou repoussées vers le haut. On trouvera ci-après des directives détaillées pour conserver les jeunes plants dans les tranchées. Il faut jeter de la terre pulvérisée sur la première couche de racines jusqu'à ce que celles-ci soient recouvertes d'une couche de terre de 2,5 cm à 5 cm. On peut disposer ensuite une autre couche de plants. Aucune partie verte des conifères ne doit être recouverte de terre. Vérifier l'humidité du sol tous les jours et l'arroser le cas échéant. Il faut enlever les jeunes plants des couches de mise en jauge et les planter avant l'éclatement des bourgeons et le début de la nouvelle pousse.

COMMENT PLANTER LES BRISE-VENT

Il y a vingt-cinq ans, la plupart des plantations d'arbres se faisaient à la main et l'on considérait qu'un homme qui avait planté cinq cents arbres par jour dans les grandes plaines avait fait un bon travail. La plupart des plantations de moins de cinq cents arbres se font encore à la main et généralement c'est la méthode la meilleure marché et la plus efficace pour créer de petites plantations.

Un système complet de brise-vent pour la plupart des exploitations nécessite maintenant plusieurs milliers d'arbres. En outre, les conditions atmosphériques et l'urgence des autres travaux qui doivent être faits au moment de la plantation nécessitent souvent que ceci soit fait le plus rapidement possible. On utilise donc des machines à planter les arbres pour faire ce travail rapidement avec efficacité. Une équipe de trois hommes pourvus d'une machine peut planter jusqu'à huit mille arbres par jour.

Lorsqu'on plante à la machine il convient de faire attention car même avec une machine qui fonctionne bien et une équipe expérimentée, il est préférable de planter moins d'arbres et de les planter bien que d'établir un record de vitesse et de constater que moins de la moitié d'entre eux sont vivants parce qu'ils ont été mal traités et plantés dans de mauvaises conditions.

Quand faut-il planter ?

La meilleure époque pour planter les arbres est pendant les trois à quatre semaines du début du printemps lorsque le sol n'est plus gelé mais avant que les bourgeons commencent à

gonfler. Dans le Nebraska oriental, au cours des années normales, cette période tombe entre le 10 avril et le 10 mai. Dans le Nebraska occidental, les plantations se font généralement une ou deux semaines plus tard. Dans le sud du Kansas, les plantations d'arbres peuvent commencer vers le 15 mars, c'est-à-dire deux à trois semaines plus tôt que dans le Nebraska oriental.

Les arbres à racines nues ne doivent pas être plantés en plein champ lorsque la végétation a commencé car nombre d'entre eux ne résisteront pas à un tel traitement. Les arbres en pots doivent également être plantés avant le début de leur croissance. Cependant, s'il n'est pas possible de faire la plantation en temps voulu, on peut planter des arbres en pots pendant toute la période végétative si on les arrose au moment de la plantation.

Il n'est pas recommandé de planter à l'automne. L'expérience a prouvé que la mortalité des arbres plantés à l'automne est en général élevée en raison des quantités excessives d'humidité que perdent des arbres en hiver avant qu'ils aient pu acquérir un nouveau système radiculaire. Dans les sols lourds, la gelée risque de déplacer les arbres. Les arbres plantés à l'automne sont susceptibles d'être détruits plus facilement par les rongeurs étant donné qu'ils n'ont pas un système radiculaire bien établi et qu'ils ne sont pas capables de se rétablir.

Voici quelques autres recommandations concernant les techniques de plantations. Choisir de préférence un temps calme et nuageux pour planter. Planter même pendant la pluie sur les sols sablonneux lorsque l'équipement peut fonctionner par temps humide. Attendre pour faire la plantation lorsque la vitesse du vent dépasse 24 km/h. Si les conditions sont par trop défavorables au printemps pour faire la plantation, c'est-à-dire s'il y a trop de vent, s'il fait trop chaud ou si le sol est trop sec, il faut repiquer les arbres à 30 cm les uns des autres près de la ferme à un endroit où ils peuvent être arrosés et surveillés pendant la saison. Il faut les sortir de terre avant que la pousse ne commence au printemps suivant et les repiquer à la main ou à la machine en plein champ.

Disposition.

Le représentant des Eaux et Forêts ou le Conservateur de la région vous aidera à préparer les plans de plantation. Des exemplaires du plan qui indique le nombre de rangées, la dis-

position des espèces, leur espacement, etc. sont remis à l'agriculteur et au contremaître chargé de la plantation.

Le tracé de la plantation doit être fait entièrement dans le champ avant qu'on y transporte les arbres. La distance entre les rangées doit être indiquée au moyen de piquets avec des drapeaux ou des bandes d'étoffe. Le conducteur du tracteur qui tire la planteuse peut alors facilement diriger sa machine. Il faut laisser suffisamment de place pour les façons culturales entre les rangées d'arbres et les barrières existantes.

Les rangées doivent être tracées d'avance lorsqu'il n'y a pas de marqueurs sur la machine. Les piquets doivent être suffisamment rapprochés (pas plus de 45 à 60 m les uns des autres) dans chaque rangée afin que les rangées d'arbres soient parallèles. Les rangées irrégulières et non parallèles compliquent les façons culturales. Lorsque la rangée tourne ou lorsqu'il y a des coins, il faut disposer davantage de piquets afin que la courbure soit régulière. La méthode la plus expéditive et la plus exacte pour tracer des rangées parallèles consiste à utiliser un marqueur qui est fixé sur le tracteur ou sur la planteuse (fig. 35).

Il faut disposer d'avance sur le premier piquet de chaque rangée une étiquette qui indiquera clairement l'espèce d'arbre à planter. Il faut faire de même sur les piquets intermédiaires lorsque l'on veut changer d'essence d'arbre. Ceci est important pour s'assurer que les différentes essences sont plantées selon la disposition prévue à l'avance. Il est évident qu'il n'est pas facile de remédier à des erreurs une fois que les arbres sont plantés.

La distance entre les arbres des rangées peut être estimée d'après le nombre de pas lorsqu'on plante à la main. Lorsqu'on plante à la machine, la distance exacte doit être calculée d'après la vitesse de la machine et l'horaire que se sont fixé les planteurs. On peut fixer à l'extrémité de la planteuse une perche avec un drapeau pour aider les planteurs à estimer la distance entre les arbres.

Profondeur de plantation.

Les arbres doivent être plantés dans le champ à peu près à la même profondeur que dans la pépinière. Une erreur couramment répandue à l'heure actuelle consiste à planter les arbres trop profondément. Cette erreur est parfois aggravée par les façons culturales rapprochées qui tendent à recouvrir encore davantage les arbres. Le fait de planter trop profon-

dément est grave pour les conifères plus que pour les feuillus. En règle générale il ne faut pas recouvrir les branches inférieures.

C'est également une erreur de planter trop peu profondément à moins qu'un cultivateur qui suit immédiatement ne jette de la terre en direction des arbres. Lorsque les arbres sont plantés trop peu profondément, les racines peuvent sécher à l'air et les arbres risquent d'être arrachés. Il est préférable de planter immédiatement à la bonne profondeur et de ne pas laisser les machines s'approcher à plus de 30 cm des arbres.

Les conifères et la plupart des feuillus doivent être plantés dans l'état où ils proviennent de la pépinière. On peut cependant écimer les arbustes pour que les branches se développent dans le bas. Les feuillus et le genévrier d'une hauteur supérieure à 50 cm doivent aussi être écimés. Ceci améliore le rapport cime-racines et assure une meilleure croissance au cours de la première saison.

Soins à donner aux arbres pendant la plantation.

Il ne faut jamais laisser les racines des arbres se sécher même légèrement. — Sur l'emplacement de la plantation, tous les arbres, sauf ceux qui sont nécessaires pour alimenter la planteuse pendant un passage complet, doivent être conservés dans leur emballage au frais et à l'humidité à l'ombre d'autres

Figure 35. — Planteuse d'arbres tractée avec un marqueur de rangées en position de transport. En cours de fonctionnement, cette longue perche fait un angle droit avec la ligne de parcours et marque la rangée suivante à planter.

arbres ou sous une toiture. Si les racines des arbres d'un paquet sont mélangées les unes aux autres, il faut séparer soigneusement chaque arbre afin que les racines ne soient pas arrachées par la machine qui travaille rapidement.

Aussi bien dans la plantation à la machine qu'à la main, il faut toujours transporter les arbres de manière à ce qu'ils aient leurs racines dans de l'eau, de la mousse humide, du sable ou de la grosse toile. Il ne faut pas qu'il y ait de délais ou d'interruptions entre le moment où les arbres sont enlevés des balles humides ou des couches de jauge pour être mis dans le caisson de la machine.

Figure 36. — Différentes phases de la plantation à la main selon la méthode préconisée par le Prairie States Forestry Project : A) Enlèvement des débris et de la terre sèche; B) Position de la bêche avant de l'enfoncer pour la première fois; C) Repousser en avant le manche de la bêche pour briser la terre derrière la bêche; D) après avoir retiré la terre meuble du trou, insérer la bêche une seconde fois pour faire une paroi verticale résistante; E) placer les racines de l'arbre contre la paroi verticale et les maintenir en place au moyen de terre meuble; F) Remplir à moitié le trou avec de la terre meuble et humide et la tasser contre les racines avec le pied; G) Remplir le trou avec de la terre et la tasser autour de l'arbre avec le pied.

Plantation à la machine.

La vitesse même qui permet de planter plusieurs milliers d'arbres par jour est l'un des inconvénients de cet appareil. Dans la plupart des cas, l'augmentation de la vitesse fait que l'on accorde moins d'importance à l'état de chaque arbre que lorsqu'on le plante à la main. Cependant chaque arbre a un rôle important à jouer dans le brise-vent.

En conséquence, il faut s'efforcer tout particulièrement de vérifier les points suivants par des sondages fréquents :

1. Profondeur de plantation;
2. Racines non repliées;
3. Racines non arrachées;
4. Sol bien tassé autour des racines;
5. Absence de déchets au milieu des racines;
6. Bourgeon terminal non endommagé par les machines;
7. Les arbres doivent être verticaux.

Après la plantation, il faut parcourir à pied chaque rangée pour s'assurer que toutes les conditions ont bien été remplies. Celui qui fait ce travail doit tasser le sol autour de chaque arbre si les roues de tassement n'ont pas bien fonctionné. Il peut être préférable d'arrêter la plantation, de faire les réglages nécessaires et la reprendre à une vitesse qui permette d'obtenir le meilleur travail possible.

Plantation à la main.

Contrairement à la plantation à la machine, la plantation à la main permet d'apporter le maximum de soin à chaque arbre. On trouvera ci-après quelques directives détaillées.

Commencer par enlever tous les débris qui se trouvent à l'endroit où sera planté l'arbre. Creuser un trou suffisamment profond pour recevoir la plupart des racines en laissant les parois du trou lisses et verticales. Maintenir le plant avec une main contre la paroi verticale du trou, jeter de la terre humide et meuble contre la partie inférieure des racines et tasser fermement avec le poing ou le talon. Continuer à ajouter de la terre meuble, exempte de débris et tasser fermement jusqu'à ce que le trou soit rempli. Appuyer sur le sol meuble avec le talon pour bien le tasser et rajouter de la terre pour remplir les trous de façon à ce qu'elle soit au niveau du sol qui entoure l'arbre. Placer une épaisseur de terre meuble ou de débris autour de l'arbre. La méthode améliorée de plantation à la main qui a été mise au point par la Prairie States Forestry Project, consiste à utiliser une bêche arrondie avec un long manche et un fût droit (fig. 36). Cette méthode permet de déplacer le minimum de terre et la rapidité de la plantation s'en trouve accrue.

COMMENT ENTRETENIR ET PROTEGER LES ARBRES DES BRISE-VENT

Il y a dans les grandes plaines des milliers de plantations d'arbres médiocres ou sans valeur parce qu'elles n'ont pas été bien entretenues, ni protégées. La présence de tels exemples tend à décourager plus qu'à encourager la plantation de brise-vent.

Le fait de ne pas détruire les herbes adventices peut réduire à néant une bonne plantation d'arbres composés à l'origine de sujets d'élite. L'accent a été mis à de nombreuses reprises sur ce point dans presque tous les bulletins, circulaires, articles et prospectus rédigés sur la plantation d'arbres dans les plaines. Les raisons pour lesquelles il faut détruire la végétation herbacée est indiquée dans la section relative à la préparation de la terre. La destruction de la végétation après la plantation des arbres est tout aussi importante et il en sera question en détail dans la présente section.

Dans les plantations d'arbres des grandes plaines, les mesures de protection sont tout aussi importantes que les façons culturales. L'absence de protection contre les rongeurs, le bétail, les incendies, les insectes et les maladies peut réduire à néant en peu de temps tous les soins qui ont été apportés précédemment au choix des arbres, à la plantation et aux façons culturales.

POURQUOI IL EST IMPORTANT DE DÉTRUIRE LA VÉGÉTATION

Les méthodes de destruction de la végétation adventice peuvent varier, mais elles visent toutes à détruire les plantes herbacées susceptibles de disputer aux arbres l'humidité et à

empêcher que les plantes herbacées plus grandes que les arbres ne leur fassent de l'ombre et ne les étouffent.

D'une manière générale, la destruction de la végétation prend une importance accrue à mesure que l'on passe des régions humides de l'Est aux régions sèches de l'Ouest. Les résultats des expériences faites dans la Dakota du Sud indiquent que les arbres dont les alentours avaient été sarclés mesuraient un mètre de plus au bout de quatre saisons, avaient cinq centimètres de plus de diamètre et avaient davantage de branches basses que les arbres dont les alentours n'avaient été sarclés qu'une seule fois pendant une saison. La croissance plus rapide des arbres résultant du sarclage a permis d'arrêter cette opération un an plus tôt car les houppiers des arbres se sont refermées et ont projeté de l'ombre sur la végétation herbacée.

Bien qu'il soit moins nécessaire de sarcler complètement les plantations pour conserver l'humidité les années où il a beaucoup plu, il n'en reste pas moins nécessaire de détruire les mauvaises herbes et les graminées qui sont susceptibles de dépasser les arbres. Il est vrai que lorsque le vent est particulièrement violent, la présence d'une quantité modérée de végétation herbacée entre les rangées d'arbres est souhaitable pour réduire les effets défavorables des vents chauds et desséchants sur les jeunes arbres. Cependant, la zone qui entoure immédiatement chaque arbre doit toujours être exempte d'herbes et de plantes adventices.

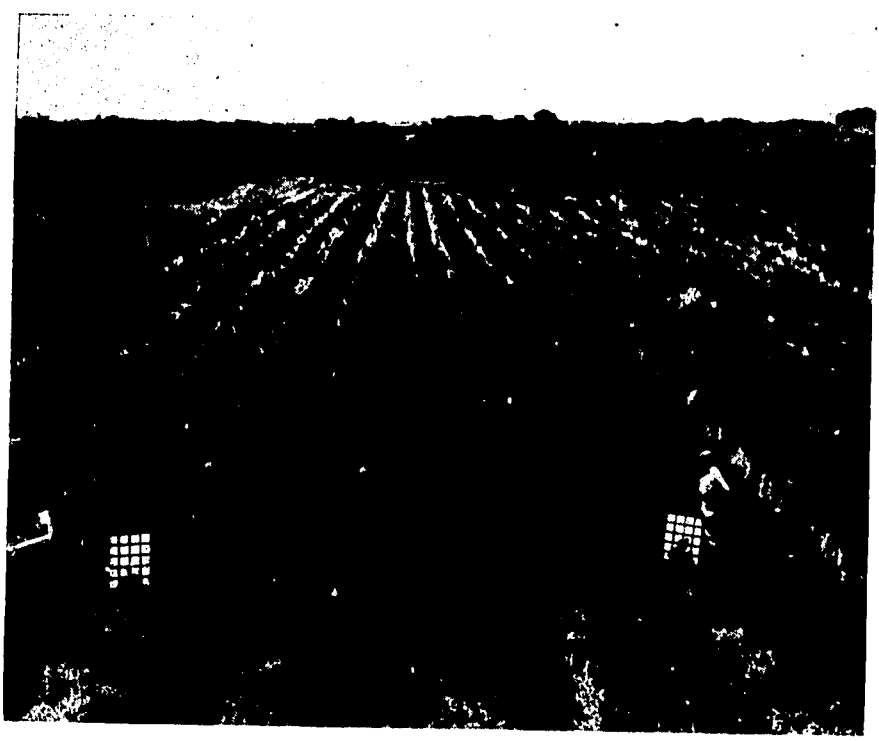
Si une plantation d'arbres est gravement envahie par des plantes adventices et des mauvaises herbes de grande dimension pendant la saison, il n'est pas recommandé d'enlever complètement la végétation qui entoure les arbres par temps chaud et sec. Un changement brutal de milieu est généralement trop violent pour les jeunes arbres. En conséquence, dans un pareil cas il suffit d'enlever la partie des mauvaises herbes qui recouvrent le sommet des arbres. Cette opération peut être faite en fauchant en hauteur ou en coupant à la main. Normalement, la destruction mécanique des mauvaises herbes et des graminées se fait surtout lorsque les jeunes plants sont encore très petits. Il est beaucoup plus facile de procéder ainsi que de détruire les mauvaises herbes qui ont déjà atteint une grande dimension et qui sont dures; cette méthode a l'avantage aussi de conserver au sol son humidité.

Méthodes de destruction des mauvaises herbes.

Il y a trois façons de détruire la végétation adventice dans les plantations d'arbres. Les pulvérisations ou les applications

de produits chimiques faites au bon moment empêchent la germination des semences ou détruisent les mauvaises herbes et les détruisent ou réduisent leur croissance en les enfouissant quand elles sortent de terre sans endommager les arbres. Les méthodes mécaniques de culture détruisent les racines ou la partie terminale des mauvaises herbes ainsi que des graminées ou en les rejetant à la surface du sol. Une couverture d'herbes mortes ou de matières ayant subi un traitement étouffe les mauvaises herbes ou les graminées et arrête leur croissance.

Produits chimiques. — Des essais qui ont été faits récemment avec divers produits chimiques dans les plantations d'arbres ont donné d'excellents résultats en détruisant les mauvaises herbes et les graminées sans endommager les arbres (fig. 37). Certaines essences d'arbres sont cependant plus sensibles que d'autres aux herbicides. Les produits chimiques peuvent endommager les arbres et, en conséquence, ils doivent être utilisés en suivant strictement les recommandations. Le type de sol influence aussi l'effet chimique et le taux recommandé. S'il n'est pas possible d'employer d'autres moyens pour détruire la végétation herbacée, on peut tolérer que les arbres soient légèrement endommagés par les produits chimiques.



Que faut-il appliquer? La simazine et le diuron, produits chimiques qui ont été expérimentés pendant plusieurs années, sont efficaces par pulvérisations. Les poudres mouillables sont préférables aux produits secs ou granulés. Les mauvaises herbes cessent de se développer lorsque les racines des jeunes plantules absorbent le produit chimique. La destruction s'opère aussi en partie par inhibition de la germination des semences. Après la pulvérisation, la zone traitée ne doit pas être travaillée étant donné que le succès du traitement nécessite que le produit chimique reste dans les cinq centimètres de la couche supérieure de terre. La majeure partie des racines d'arbres se trouvent au-dessous de cette profondeur.

Comment faire des applications? Les recommandations relatives à l'emploi de la simazine et du diuron varient suivant la texture du sol. Pour les sols à texture moyenne ou grossière il faut utiliser 2,250 kg de poudre de simazine mouillable à 80 % ou 1,800 kg de diuron mouillable par acre (0,4 ha) de surface à traiter. Sur les sol sableux il faut un *dosage plus faible* parce que les produits chimiques les pénètrent plus rapidement. Pour des sols à texture plus légère il faut utiliser 1,125 kg de simazine mouillable à 80 % ou 0,900 kg de diuron mouillable à 80 % à l'acre.

Epoque des applications. — Les produits chimiques doivent être appliqués au printemps avant la germination des semences de plantes adventices. Les applications effectuées avant une pluie semblent donner des résultats meilleurs. Si une période d'une ou deux semaines de temps sec suit l'application, le traitement perd une grande partie de son efficacité car les mauvaises herbes commencent à pousser avant que le produit chimique n'ait atteint la zone de leurs racines. S'il y a du vent, il faut reporter à une autre date la pulvérisation.

Comment faire l'application. — Il convient d'employer un pulvérisateur à haute pression qui donne une pression constante de 13 à 22 kg avec une buse « Teejet » n° 8002 E (1). On peut se servir d'un pulvérisateur à dos d'homme, ou d'un pulvérisateur à main de 10 litres avec un manomètre lorsqu'il s'agit de petites plantations (fig. 38). Cependant il est recommandé pour les plantations de 0,4 ha ou davantage de se servir d'un pulvérisateur mécanique actionné par une pompe entraînée par la prise de force du tracteur et avec un récipient d'une

(1) Trademark, Spraying Systems Co., Bellwood, Ill. Les produits commerciaux indiqués et décrits dans la présente publication le sont à titre d'information. Il n'est pas dans notre intention d'approuver un produit commercial quelconque et il ne faut donc pas en conclure que nous le préconisons.

capacité de 250 litres environ. Il est nécessaire d'agiter la solution, étant donné que les poudres mouillables tendent à se déposer dans le fond. Une vanne de dérivation placée dans le fond du réservoir à produits chimiques assure l'agitation du mélange. Tous les tamis doivent être à mailles de 50 ou au-dessus.

La hauteur de la buse doit être réglée de manière à obtenir un jet d'une largeur de 45 à 50 cm de part et d'autre de la rangée d'arbres. Le pulvérisateur doit être calibré en déterminant la quantité d'eau pulvérisée par 0,4 ha pour un parcours déterminé et à une pression constante.

Entretien des cultures. — La meilleure façon d'entretenir les plantations d'arbres avec l'équipement agricole habituel consiste à empêcher le développement de la végétation herbacée. Plusieurs façons culturales sont nécessaires au cours de chacune des deux premières périodes végétatives. Lorsque les plantes adventices et les graminées auront été détruites, il faudra moins de façons culturales. L'équipement doit être utilisé de manière à ce que le sol soit à peu près plat tout en laissant cependant une surface grumeleuse pour le protéger au maximum contre l'érosion éolienne et l'absorption de l'humidité.

Il ne faut pas butter les rangées d'arbres comme les rangées de maïs car certains arbres, en particulier les conifères, sont

sensibles à la profondeur du sol autour de la tige. Le buttage recouvre souvent les branches inférieures et accroît le risque de dégâts mécaniques à la tige. Il facilite aussi le ruissellement de l'eau qui s'éloigne des arbres.

Au cours de la première ou des deux premières années, les rangées d'arbres peuvent être enjambées par les machines agricoles. Lorsque les arbres ont atteint une dimension telle que les machines frottent le sommet des arbres, il est préférable de faire les façons culturales de part et d'autre des rangées d'arbres en détruisant les mauvaises herbes le plus près possible des arbres sans les toucher.

Les façons culturales doivent être juste assez profondes pour détruire les mauvaises herbes et les graminées. Les façons culturales d'une profondeur supérieure à 12-15 cm empêchent le développement des racines.

Si la plantation a été sarclée au début de la campagne et que la croissance de la végétation herbacée a été bien enrayée, les mauvaises herbes ou graminées qui poussent après le 15 août doivent être laissées en place. Les façons qui sont faites tardivement ont tendance à prolonger la croissance en automne et rendre certaines espèces plus sensibles aux attaques du froid. Ainsi qu'il a été indiqué précédemment, la présence d'une certaine quantité de végétation herbacée protège les arbres et le sol pendant l'hiver.

Lorsque les rangées d'arbres sont modérément espacées (3 m à 4,50 m) il n'est plus nécessaire ni possible de faire des façons culturales au bout de huit à dix ans. Les houppiers des arbres se rejoignent entre les rangées tandis que l'ombre et l'accumulation de feuilles mortes réduisent la croissance des mauvaises herbes jusqu'à ce qu'il ne reste plus guère de végétation herbacée. Les houppiers mettent plus longtemps à se rejoindre entre les rangées lorsque l'espacement est plus large et atteint ou dépasse 5 m. Plus les rangées sont espacées, plus longtemps il faudra faire des façons culturales. Le sarclage d'une bande de terre sur tous les côtés de chaque plantation d'arbres est recommandé comme protection contre les feux de broussailles.

Le spécialiste des questions forestières du service de vulgarisation de la Dakota du Sud préconise donc l'emploi d'un cultivateur simple qu'il considère comme le meilleur instrument à tout faire pour entretenir les plantations d'arbres. Les sarcleuses du type « à doigt » pour le sarclage « par-dessus la rangée » lorsque les arbres sont petits, sont en faveur dans les deux Dakotas. Les cultivateurs à deux rangées, les herses à dents montées sur ressorts, les cultivateurs à soc plat et les herses à disque sont recommandés et sont utiles dans diverses conditions (fig. 39 A). Les dragues et les herses à disque sont nécessaires pour sarcler les peuplements importants de plantes

adventices de grandes dimensions dans les plantations d'arbres. L'usage du disque simple n'est cependant pas à recommander car il accumule la terre en direction des rangées d'arbres. Les herses à dents à ressort ne sont utiles que pour les mauvaises herbes et les graminées de petites dimensions.

Le sarclage entre les arbres des rangées où des instruments agricoles ordinaires ne peuvent pas pénétrer nécessite des soins particuliers. Ce sarclage n'est pas nécessaire si la végétation a été traitée avec des herbicides chimiques ou si elle est binée ou fauchée fréquemment. Cependant on peut acheter ou construire à cet effet des cultivateurs spéciaux. Une houe vigneronne traînée par un tracteur ou montée sur le tracteur et qui pivote est utile pour détruire la végétation entre les arbres des rangées (fig. 39 B). Pour terminer le travail et donner la possibilité aux arbres de pousser et de se développer, rien ne peut remplacer un binage à la main autour de chaque arbre.

Fauche. — Par temps normal ou humide, et en particulier dans les grandes plaines de l'Est, il peut être avantageux de faucher la végétation entre les rangées au lieu de la sarcler. Le fauchage tend à faciliter l'établissement de graminées et à réduire les autres mauvaises herbes. Une couverture herbacée de graminées annuelles d'été que l'on fauche entre les rangées d'arbres réduit les dégâts occasionnés par l'érosion hydraulique ou les glissements de terrain. C'est une bonne méthode lorsqu'elle est combinée avec la destruction chimique de la végétation adventice dans les rangées d'arbres.

La fauche ne peut remplacer le sarclage que dans des conditions particulièrement favorables. Lorsque les arbres atteignent 1 m à 1,30 m ou davantage, le danger d'étouffement par mauvaises herbes est moindre. A ce moment, la fauche entre des rangées d'arbres peut remplacer le sarclage à condition qu'il y ait suffisamment d'humidité dans le sol. Cependant, si les sols sont extrêmement secs par suite de la présence de graminées vivaces à racines profondes, il faut pratiquer un sarclage au lieu d'une fauche, même dans les plantations anciennes.

Paillage. — Le paillage n'est généralement pas recommandé pour détruire, dans les plantations d'arbres, les plantes adventices résistantes. Pour détruire efficacement les mauvaises herbes, le paillage doit normalement être enfoncé à 10-12 cm et il faut donc disposer d'une quantité de matériaux provenant de l'extérieur. Cependant, la fauche et l'établissement d'un paillis de graminées rustiques a souvent contribué utilement à retarder la croissance de la végétation. Les herbes qui ont été fauchées et qui ont été laissées sur place constituent un paillis efficace.

Le paillage présente quelques inconvénients pour la destruction de la végétation. Dans les plaines du Nord, les paillis épais favorisent la prolifération des petits rongeurs qui rongent les arbres en hiver. Les paillis épais fixent l'azote du sol lorsqu'il se décompose. Les organismes qui détruisent la cellulose des paillis ont besoin de grandes quantités d'azote et, en conséquence, en laissent moins pour les arbres.

POURQUOI UNE PROTECTION EST-ELLE IMPORTANTE ?

Les arbres qui ont été plantés dans les plaines ou qui ont poussé spontanément sont normalement soumis à un régime plus dur en ce qui concerne l'humidité, la température et le vent que les arbres des forêts naturelles. Les rigueurs dues au milieu endommagent fréquemment les arbres. En outre, d'autres facteurs tels que le bétail, les rongeurs, les incendies, les insectes, les maladies et les pulvérisations d'herbicides chimiques peuvent freiner aussi la croissance des arbres si ceux-ci ne sont pas protégés contre tous ces éléments.

La création de plantations d'arbres dans les plaines est beaucoup trop difficile et coûteuse pour laisser les parasites animaux et végétaux anéantir toutes chances de succès. Ainsi qu'il a été mentionné précédemment, la plantation d'arbres est un investissement à long terme. Une protection efficace contre ces dégâts doit donc occuper une place importante dans la sauvegarde de cet investissement.

Méthodes de protection.

Les méthodes de protection varient suivant la nature du facteur qui occasionne les dégâts. La protection contre le pâturage, le broutement ou le piétinement du bétail se fait simplement en clôturant la plantation d'arbres pour en écarter les animaux. La protection contre les insectes ou les maladies est, en revanche, souvent difficile et coûteuse car elle nécessite l'emploi de produits chimiques, de pulvérisateurs, de scies, de haches, etc. Les traitements doivent être répétés fréquemment pour être pleinement efficace. La protection contre les produits chimiques volatils utilisés pour détruire les mauvaises herbes dans les cultures est un problème qui ne peut être résolu qu'à l'échelon communal. L'application des herbicides par des pulvérisateurs mécaniques ou par avion ne doit pas être pratiquée

lorsqu'il y a du vent car les produits chimiques risquent d'être entraînés au-delà des plantations d'arbres.

Dégâts occasionnés par le bétail. — Lorsque les plantations d'arbres où les brise-vent sont ouverts au bétail ou lorsque les animaux peuvent y pénétrer, il en résulte des dégâts au sol, un retard dans la croissance des arbres et dans l'efficacité des brise-vent (fig. 40). Les bovins et les chevaux broutent le feuillage des branches inférieures, cassent les petits arbres, piétinent les jeunes plants et tassent le sol.

Figure 39. — Brise-vent bien entretenus dans les fermes du Nebraska Central : A) Sarclage avec une herse à disque. B) Sarclage près des arbres au moyen d'une charrue vigneronne.

Figure 40. — Brise-vent endommagés par le broutement du bétail. Le feuillage des branches basses a été détruit. Le sol a été tassé et est devenu pratiquement imperméable à l'eau.

La porosité du sol et l'infiltration de l'eau diminue tandis que le ruissellement augmente. La vitesse du vent à travers le rideau d'arbres augmente près du sol et l'efficacité de la protection du côté situé sous le vent est plus faible. Les essences arbustives de moins d'un mètre vingt de hauteur sont généralement plaquées sur le sol.

Les dégâts occasionnés par le bétail peuvent n'être que temporaires. Une plantation d'arbres qui a été broutée modérément peut reprendre en une dizaine d'années à condition que les bêtes en soient écartées. Cependant, si par suite d'un broutement intensif tous les arbustes ont été détruits, la partie inférieure du brise-vent conservera généralement pendant de nombreuses années un feuillage d'une densité insuffisante.

Dégâts occasionnés par les rongeurs. — Les dégâts causés par les lapins, les souris, les écureuils de terre et les campagnols sont généralement particulièrement prononcés lorsque les arbres sont jeunes. Il arrive qu'une plantation nouvelle soit tellement endommagée par des rongeurs qu'il faille la replanter complètement.

Au cours de certains hivers, les souris rongent la base des gros arbres au-dessous de la neige. Les lapins rongent ou écorcent les branches de certaines espèces jusqu'à la hauteur atteinte par la neige. Les lapins et les écureuils de terre mâchent fréquemment les bourgeons terminaux des conifères d'un an.

La lutte contre les rongeurs doit commencer dès l'hiver qui précède la plantation des arbres et se poursuivre pendant la première saison si l'on sait que les rongeurs sont nombreux. Bien que la chasse, la pose de pièges et l'emploi de produits

chimiques pour les écarter réduisent les dégâts, la meilleure méthode de destruction consiste à utiliser des appâts empoisonnés contenant de la strychnine ou de l'arsenic. Les agents de comté et le personnel local du service de conservation du sol peuvent fournir des formules recommandées de composés empoisonnés et des indications sur les techniques de préparation des appâts. L'alcaloïde de la strychnine mélangée avec une pâte de féculent ou avec de la farine de luzerne s'est révélée particulièrement efficace. Il faut veiller à disposer ces appâts hors de la portée des animaux domestiques. Il faut ensuite ramasser les rongeurs empoisonnés et les enterrer afin que les chiens et autres animaux apprivoisés ne puissent pas les atteindre.

Dégâts occasionnés par les insectes. — Des colonies d'insectes peuvent souvent atteindre des proportions alarmantes avant que le propriétaire de la terre ne s'en aperçoive. Les inspections fréquentes et l'aptitude à reconnaître les dégâts des insectes dès qu'ils commencent à se manifester sont les éléments essentiels d'un programme efficace de protection.

Il faut commencer par identifier les insectes, puis entreprendre une vérification méticuleuse pour déterminer l'ampleur de l'infestation. Il faut réclamer l'aide des agents de comté, des entomologues des services de vulgarisation et des services forestiers pour identifier les insectes et leur demander d'indiquer les méthodes de lutte recommandées.

Les dégâts occasionnés par les insectes aux arbres et aux arbustes peuvent se classer en catégories suivantes d'après les parties de la plante qui sont généralement atteintes ainsi que d'après les habitudes alimentaires des insectes : 1) feuilles mangées, minées ou cloquées, 2) bourgeons, pousses, rameaux ou fleurs endommagées, 3) tige principale ou grosses branches rongées, charançonnées ou percées par les insectes, 4) insectes qui sucent la sève provenant des feuilles des rameaux, des branches ou de l'écorce.

Les insectes qui mangent les feuilles sont les plus répandus parmi ceux qui attaquent les arbres dans la région des plaines. Nombre d'entre eux sont omnivores et peuvent se trouver sur n'importe quelle espèce d'arbres et d'arbustes. Par exemple, les géomètres de printemps et d'hiver, les chenilles à corne, les bombyx, les chenilles blanches, les tordeuses, les galéruques et les sauterelles peuvent attaquer et endommager de manière épidémique de nombreuses essences d'arbres et d'arbustes (fig. 41). Normalement, la plupart des arbres et arbustes peuvent supporter une seule défoliation et ils ne tardent pas à se rétablir si les conditions atmosphériques sont favorables.

Les dégâts occasionnés aux bourgeons, rameaux et jeunes branches sont plus graves que la défoliation car le rétablissement est plus lent et les arbres sont souvent déformés. Par

exemple, la tenthrède du pin qui perce les rameaux terminaux occasionne de graves dégâts sur les pins jaunes en détruisant la nouvelle pousse de rameaux et en retardant ainsi la croissance en hauteur et le développement du houppier.

Les insectes qui attaquent le tronc ou les grosses branches des arbres sont encore plus nuisibles. Les saperdes, chrysobotris et les cossus détruisent parfois complètement certaines essences feuillues. Les pins et les genévriers ne sont pas souvent attaqués par les térébrants ou les charançons de l'écorce sauf pendant les périodes de très grande sécheresse. Parmi les autres parasites dangereux qui cernent complètement le tronc des petits arbres, on peut citer les agrotis et les chenilles de la leucanie.

Les insectes qui se nourrissent de la sève comme les cochenilles, les aleurodes et les acariens occasionnent presque toujours des dégâts dans la région des plaines. Ils se nourrissent sur la plupart des arbres et arbustes utilisés dans les brise-vent. Normalement, les dégâts qu'ils occasionnent ne sont pas graves mais il arrive parfois qu'on ne puisse pas enrayer leur invasion lorsque les conditions atmosphériques sont favorables à leur prolifération et lorsque les prédateurs font défaut. Leurs ravages ne se constatent généralement qu'après un an ou deux au bout desquels ils sont détruits par leurs ennemis naturels. En plus des quatre catégories énumérées ci-dessus, il y a des

Figure 41. — Défoliation de caraganas par les sauterelles.

insectes qui vivent sur les racines, en particulier les vers blancs qui entravent le développement des racines des arbres établis.

Le tableau suivant indique les noms communs et scientifiques des principaux insectes qui occasionnent des dégâts aux arbres et arbustes utilisés dans les brise-vent des grandes plaines du Centre. Les numéros 1, 2, 3 et 4 indiquent la catégorie de dégâts d'insectes indiqués ci-dessus.

Peuplier et saule

1	Chrysomèle du peuplier	*Chrysomela scripta*
1	Géomètre de printemps	*Paleacrita vernata*
1	Géomètre de l'automne	*Alsophila pometaria*
1	Chrysomèle du saule	*Chrysomela interrupta*
1	Acronycte	*Acronicta lepusculina*
1	Bombyx	*Malacosma america*
1	Chenille blanche	*Hyphantria cunea*
2	Arpenteuse	*Oncideres cingulata*
3	Chrysobothris	*Chrysobotris femorade*
3	Charançon coupe-bourgeon	*Plectodera scalator*
3	Saperde	*Saperda calcarata*
4	Pemphigue des tiges	*Pemphigus populicautis*
4	Pemphigue des pétioles	*Pemphigus populitransversus*
5	Puceron du peuplier	*Mordwilkoja vagabunda*

Orme d'Amérique

1	Tenthrède	*Cimbex americana*
1	Nymphalis	*Nymphalis antiopa*
1	Géomètre de printemps	*Paleacrita vernata*
1	Géomètre de l'automne	*Alsophila pometaria*
1	Galéruque	*Galerucella luteila*
2	Arpenteuse	*Hypermallus villosus*
3	Scolyte	*Scolytus multistriatus*
3	Saperde	*Saperda tridentata*
3	Chrysobothris	*Chrysobothris fermorata*
4	Charançon gallicole	*Coiopha ulmicola*
4	Puceron lanigère	*Eriosoma americanum*
4	Chionaspis	*Chionaspis furfura*
4	Gossyparia	*Gossyparia spuria*
4	Chionaspis d'Amérique	*Chionaspis americana*
4	Cochenille	*Lepidosaphes ulmi*

Orme de Sibérie

1	Chenille blanche	*Hyphantria cunea*

Chêne macrocarpa

1	Saturnie	*Anisota rubicunda*
2	Charançon coupe-bourgeon	*Hypermallus villosus*
3	Arpenteuse	*Oncideres cingulata*
3	Chrysobothris	*Chrysobothris femorata*
4	Cochenille	*Lepidosaphes ulmi*

Frêne de Pennsylvanie

1	Grand sphinx	*Sphinx chersis*
1	Sphinx à raies blanches	*Celerio lineata*
3	Térébrant du frêne et du troène	*Tylonotus bimaculatus*
3	Charançon de l'écorce	*Leperisinus aculeatus*
3	Cossus	*Prionoxystus robiniae*
3	Térébrant	*Podosesia syringae fraxini*
4	Cochenille	*Lepidosaphes ulmi*

Micocoulier

1	Pachypsylle	*Pachypsylla celtidis mamma*
1	Nymphalis	*Nymphalis antiopa*
2	Charançon coupe-bourgeon	*Hypermallus villosus*
3	Chrysobothris	*Chrysobothris femorata*
4	Cochenille	*Lepidosaphes ulmi*

Février

1	Epicaute	*Epicauta supp.*
2	Charançon coupe-bourgeon	*Oncideres cingulata*
3	Bupreste	*Agrilus difficilis*

Noyer d'Amérique

1	Chenille du noyer	*Datana integerrima*
2	Charançon coupe-bourgeon	*Hypermallus villosus*
3	Chrysobothris	*Chrysobothris femorata*
4	Chionaspis	*Chionaspis furfura*

Negundo

1	Punaise du négundo	*Leptocoris trivittatus*
1	Chenille blanche	*Hyphantria cunea*
1	Chenille du cecropia	*Hyalophora cecropia*
1	Saturnie	*Anisota rubicunda*
2	Coupe-bourgeon	*Proteoteras willingana*
3	Chrysobothris	*Chrysobothris femorata*
4	Puceron du négundo	*Periphyllus negundinis*
4	Cochenille	*Lepidosaphes ulmi*

Caragana

1	Sauterelle	*Melanoplus supp.*
1	Epicaute	*Epicauta subglabra*
1	Cantharide	*Lytta nuttallii*
1	Chenille de la luzerne	*Colias eurythema*

Prunier d'Amérique

1	Chenille du chêne	*Herterocampa manteo*
1	Bombyx d'Amérique	*Malacosoma americanum*

Merisier

1	Bombyx jaune	*Malacosoma lutescens*
1	Tordeuse	*Archips supp.*
1	Géomètre d'automne	*Alsophila pometaria*
1	Bombyx d'Amérique	*Malacosoma americanum*
1	Chenille blanche	*Hyphantria cunea*

Lilas

3	Térébrant du lilas	*Podosesia syringae syringae*
4	Cochenille	*Lepidosaphe ulmi*

Genévrier de Virginie et Genévrier des Montagnes Rocheuses

1	Psychidé	*Thyridopteryx ephemerae-formis*
3	Charançon de l'écorce du genévrier de Virginie	*Phloeosinus dentatus*
4	Tétranyque	*Tetranychus supp.*

Pin jaune

1	Tenthrède à tête rouge	*Neodiprion lecontei*
2	Tenthrède commune	*Rhyacionia frustrana bushnelli*
2	Tenthrède du Nouveau Mexique	*Thyacionia neomexicana*
3	Dendroctone	*Dendroctonus valens*
3	Coupe-bourgeons	*Dioryctria ponderosae*
4	Papillon parasite des aiguilles	*Phenacaspis pinifoliae*

Pin noir

3	Coupe-bourgeons	*Dioryctria ponderosae*
4	Papillon parasite des aiguilles	*Phenacaspis pinifoliae*

Pin sylvestre

2	Tenthrède	*Rhyacionia frustrana bushnelli*
3	Coupe-bourgeons	*Dioryctria ponderosae*
4	Papillon parasite des aiguilles	*Phenacaspis pinifoliae*
4	Cochenille	*Toumeyella numismaticum*

Pins gris

2	Tenthrède	*Rhyacionia frustrana bushnelli*
3	Coupe-bourgeons	*Dioryctria ponderosae*
4	Cochenille	*Toumeyella numismaticum*

Pitchpin

2	Tenthrède	*Rhyacionia frustrana*
3	Dendroctone	*Dendroctonus valens*

Dégâts occasionnés par les maladies.

Les arbres affectés par des organismes pathogènes risquent davantage d'être détruits, lorsqu'ils sont affaiblis par une sécheresse extrême, que s'ils sont maintenus en bon état grâce à l'irrigation et à des façons culturales. Cependant, les organismes pathogènes peuvent attaquer et détruire des arbres parfaitement sains. De même que pour les dégâts occasionnés par les insectes, mieux vaut prévenir que guérir et la détection rapide de la maladie revêt une importance capitale. Un examen fréquent des peuplements d'arbres doit être suivi, si l'on soupçonne une maladie, d'une demande d'aide adressée à l'agent de comté, au phytopathologiste du service de vulgarisation ou à un phytopathologiste de l'un des bureaux de la station expérimentale du service forestier à Lincoln, Nebr. et Bottineau, Dakota du Nord.

Les maladies sont généralement de trois types et elles attaquent 1° le feuillage; 2° les tiges et les branches ou 3° les racines.

Les organismes qui provoquent les maladies du feuillage peuvent s'installer sur un grand nombre d'essences d'arbres et d'arbustes utilisés dans les brise-vent. Ces organismes peuvent détruire la surface apte à la photosynthèse en pénétrant dans les tissus de la feuille, puis en les détruisant. Ils peuvent aussi pénétrer dans les pétioles de la feuille et passer dans le système vasculaire, détruisant ainsi toute la feuille. Le champignon de la rouille du genévrier entre par les feuilles, puis pénètre dans les petits rameaux en les faisant tomber.

Les champignons de la rouille des feuilles, qui souvent ont besoin d'un hôte intermédiaire pour maintenir leur cycle de vie, sont assez communs sur un grand nombre d'essences d'arbres de la région des plaines. La rouille des feuilles du peuplier, la rouille du frêne et la rouille du genévrier sont des exemples de maladies causées par ces champignons. La rouille des feuilles du peuplier peut aussi persister en l'absence d'un hôte intermédiaire.

D'autres maladies du feuillage, comme la chute des aiguilles, ainsi que les rouilles des aiguilles et des rameaux, prennent souvent un caractère épidémique sur le pin jaune, le pin noir, le pin sylvestre et d'autres pins, par temps chaud et humide. Plusieurs années consécutives de forte infection par ces maladies peuvent sérieusement affaiblir les arbres.

Les maladies du tronc et des branches sont généralement plus graves que les maladies de feuillage, dans leurs effets sur la croissance des arbres. Elles attaquent fréquemment le système vasculaire (circulatoire) et, en conséquence, empêchent le mouvement de l'eau entre les racines et les feuilles. Lorsque ceci se produit, tout l'arbre, ou une grande partie de celui-ci, flétrit et meurt. La maladie de l'orme de Hollande, la nécrose du liber et la flétrissure Dothiorella sont des exemples de maladies du tronc et des branches, qui atteignent les ormes. Sur le chalet, Diplodia provoque le flétrissement et la mort du tronc et des branches.

Les champignons de la pourriture du bois pénètrent souvent dans les arbres par des blessures sur la tige principale et par les cicatrices des branches mortes. Bien que ces champignons ne provoquent généralement pas la mort de l'arbre, ils les affaiblissent et font que ceux-ci se cassent facilement pendant les tempêtes de vent et de neige.

L'infection bactérienne des ormes et de quelques autres essences provoque une maladie du bois humide, qui entraîne une détérioration progressive des tiges et des branches et parfois la mort de l'arbre. Le chancre Cytospora qui, généralement, n'attaque que les arbres affaiblis, peut provoquer de graves dégâts sur les peupliers et les saules.

Les maladies des racines, y compris celles qui sont causées par les nématodes, sont souvent plus difficiles à diagnostiquer que les maladies des parties aériennes de l'arbre. Des champignons, qui provoquent la pourriture des racines, comme Fomes annosus et Phytophthora peuvent se trouver dans des plantations d'arbres de brise-vent, bien que l'on ignore presque tout sur la répartition actuelle de ces maladies. Phymatotrichum omnivorum, le champignon de la pourriture des racines du peuplier, est présent dans certains sols de l'Oklahoma, ainsi que du

Texas et détruit un grand nombre d'essences d'arbres plantés dans ces régions. Un petit nombre d'espèces résiste, dans une certaine mesure, à cette pourriture.

Le tableau suivant énumère les noms communs et scientifiques, ainsi que les symptômes des maladies les plus communes qui attaquent les essences d'arbres et d'arbustes utilisés dans les brise-vent des grandes plaines du Centre.

MALADIES DES ARBRES ET DES ARBUSTES

Peuplier et saule

Rouille des feuilles du peuplier et du saule. *Melampsora* spp. Symptômes : pustules poudreuses, jaunes ou oranges, sur la face inférieure des feuilles en été. A la fin de l'été ou en automne, apparaissent des petites zones oranges-jaunes, légèrement surélevées, qui deviennent ensuite d'une couleur marron foncé à noir. La chute prématurée des feuilles est un symptôme de grave infection.

Taches sur les feuilles. *Septoria* spp. Symptômes : petites taches brunes angulaires, avec souvent un halo extérieur pâle. Elles causent aussi des chancres de l'écorce par infection des lenticelles.

Taches sur les feuilles. *Marssonina* spp. Symptômes : taches sur les feuilles et rouille des rameaux. Les taches sont surtout visibles sur la face supérieure des feuilles; elles sont petites, circulaires, marron-rougeâtre, avec une bordure sombre au début. Les taches peuvent se réunir et toute la feuille est alors atteinte.

Galle du saule. *Fusicladium saliciperdum.* Symptômes : pustules olive-marron duveteuses, le long des principales nervures de la face intérieure des feuilles sur les saules. Les jeunes rameaux sont souvent détruits en même temps que les branches qui ont poussé au cours de la saison précédente.

Chancre Cytospora. *Cytospora chrusosperma.* Symptômes : les chancres sont constitués par de petites zones affaissées rondes ou irrégulières, qui se trouvent sur l'écorce lisse des branches et de la tige. Les chancres s'agrandissent jusqu'à entourer toute la tige. L'écorce malade devient brune et s'affaisse. Des masses de spores, d'une couleur jaune à rouge paraissent sur l'écorce morte par temps humide. Les petites branches et les rameaux sont souvent frappés d'apoplexie et meurent.

Chancre du peuplier. *Dothichiza populea.* Symptômes : chancres sur les branches et les jeunes tiges qui ne tardent pas à les cerner et à les détruire.

Orme de Sibérie

Bois humide. *Erwinia nimipressuralis.* Symptômes : une quantité excessive de sève coule par les fourches ou les blessures; l'écorce devient grisâtre et le bois est imbibé d'eau. Des raies de couleur marron sombre apparaissent sur les anneaux extérieurs. Les feuilles peuvent s'ourler, flétrir et tomber si les branches transportent de la sève toxique.

Pourriture des racines de l'orme. *Chalaropsis thielavioïdes.* Symptômes : excroissances de couleur grisâtre ou blanche, ressemblant à de la moisissure, sur les zones atteintes des racines. Les tissus extérieurs peuvent prendre une couleur marron sombre ou noir, et finir par former une masse boueuse.

Orme d'Amérique

Maladie de l'orme de Hollande. *Ceratocystis ulmi.* Symptômes : les feuilles se fanent, s'ourlent, deviennent jaunes et tombent prématurément. Sur certains arbres, quelques branches seulement se fanent, sur d'autres, tout l'arbre se fanent et meurt en quelques semaines. L'aubier des branches fanées est marqué de raies marron qui, en section transversale, apparaissent sous forme de pointillé dans les anneaux annuels. On peut noter la présence de charançons de l'écorce dans les fourches des arbres.

Nécrose du Liber. Virus. Symptômes : les feuilles s'ourlent, retombent, devienent jaunes ou marron, et tombent prématurément en juin ou juillet. Sur les arbres, qui sont détruits rapidement en deux ou trois semaines, les feuilles fanent seulement, deviennent marron et restent sur l'arbre. L'écorce intérieure, surtout à la base de l'arbre, prend une couleur de caramel au beurre et a souvent une odeur de wintergreen.

Flétrissure de l'orme. *Dothiorella ulmi.* Symptômes : les feuilles se flétrissent et les jeunes rameaux sont frappés d'apoplexie. Les flétrissures s'étendent progressivement en descendant à travers l'arbre et parfois le détruisent.

Verticilliose. *Verticillium albo-atrum.* Symptômes : les feuilles se flétrissent soudainement et tombent prématurément. Les branches sont frappées d'apoplexie et contiennent des raies brunâtres ou des anneaux brisés de décoloration en section transversale.

Anthracnose. *Gloeosporium ulmicolum.* Symptômes : taches allongées et surélevées sur les feuilles, le long des nervures.

Taches noires. *Gnomonia ulmea.* Symptômes : des lésions apparaissent sur les feuilles qui, généralement, tombent prématurément. Cette maladie est surtout grave au cours des saisons très humides.

Bois mouillé. *Erwinia nimipressuralis.* Symptômes : *Cf.* orme de Sibérie.

Sycomore

Anthracnose. *Gnomonia veneta.* Symptômes : les feuilles deviennent marron, lorsqu'elles se développent au printemps, et elles tombent prématurément.

Févier

Chancre Thyronectria. *Thyronectria austro-americana.* Symptômes : chancres de l'écorce légèrement déprimés, dont la dimension oscille entre celle de la tête d'une épingle et 12 mm de diamètre et qui finissent par s'agrandir ou à se réunir entourant ainsi complètement la branche. Sur de nombreux chancres, on note la présence d'un exsudat de gomme.

Catalpa septentrional

Chancre du tronc. Maladie inconnue. Symptômes : gros chancres du tronc.

Frêne de Pennsylvanie

Anthracnose. *Gloeosporium aridum.* Symptômes : grosses taches marron irrégulières, disposées généralement le long du bord de la feuille; les feuilles tombent prématurément.

Rouille du frêne. *Puccinia peridermiospora.* Symptômes : les feuilles sont déformées et les rameaux, ainsi que les pétioles sont gonflés. On trouve sur les feuilles, les pétioles et les rameaux, peu de temps après qu'ils aient gonflé, des organismes fructificateurs (aecia).

Mûrier

Balais de sorcière. *Sphaerotheca phytoptophila.* Symptômes : Excroissances ressemblant à des balais sur les rameaux et les branches. Les bourgeons se gonflent et s'ouvrent davan-

tage que les bourgeons normaux et leurs écailles sont déformées ou agrandies. Les rameaux provenant de bourgeons malades restent nains et groupés; la branche principale ne se développe pas.

Chêne macrocarpa

Rouille des feuilles du chêne. *Taphrina caerulescens. Symptômes :* zones circulaires surélevées, tordues, d'une couleur jaune-blanchâtre, dont le diamètre peut atteindre 12 mm sur la face supérieure de la feuille.

Flétrissures du chêne. *Ceratocystis fafacearum.* Symptômes : les feuilles se fanent et deviennent d'une couleur bronzée dans la partie supérieure du houppier; cette maladie se propage du haut du houppier vers le bas et l'intérieur. Les feuilles se colorent à l'extrémité et sur le lobe d'abord, puis cette coloration gagne la nervure centrale et la base. Généralement, quelques branches seulement sont malades et d'autres sont atteintes de la maladie au cours de l'année suivante.

Anthracnose. *Gnomonia veneta.* Symptômes : des zones nécrosées d'une couleur marron apparaissent le long des nervures et gagnent le bord des feuilles. Quelques feuilles malades sont ourlées et elles tombent prématurément.

Negundo

Rouille. Herbicide 2, 4-D. Symptômes : les feuilles et les jeunes rameaux sont chlorosés et déformés.

Verticilliose. *Verticillium* sp. Symptômes : les feuilles de certaines branches ou d'un seul côté du houppier se fanent subitement. Des raies sombres apparaissent dans un ou plusieurs anneaux annuels.

Chalef

Chancre *Diplodia* sp. Symptômes : les feuilles se fanent et prennent une couleur jaune clair; les branches meurent et un exsudat gommeux apparaît souvent sur les branches et la tige. Les racines sont détruites.

Mûrier

Bois humide. *Erwinia nimipressuralis.* Symptômes : *Cf.* orme de Sibérie.

Taches bactériennes. *Pseudomonas mori.* Symptômes : lésions noires sur les pétioles des feuilles et des jeunes rameaux.

Merisier

Virus occidental X. Symptômes : les feuilles deviennent d'une couleur rouge sombre à rouge vif vers la fin de juillet et au début d'août. Les feuilles de l'année suivante sont plus petites et disposées en rosettes; les plantes meurent fréquemment au cours de la troisième ou de la quatrième année consécutive à l'infection.

Taches sur les feuilles ou dans les rameaux. *Coccomyces lutescens*. Symptômes : lésions chlorosées sur les feuilles, qui se nécrosent et tombent souvent. Quand elles sont graves, les infections produisent une rouille et les feuilles tombent prématurément.

Nœud noir. *Dibotryon morbosum*. Symptômes : enflure dure et noire sur les branches; les branches malades sont généralement détruites.

Chèvrefeuille

Rouille des feuilles. *Herpobasidium deformans*. Symptômes : les feuilles brunissent et, généralement, deviennent ourlées ou tordues.

Prunier d'Amérique

Taches nécrosées. Virus. *Symptômes :* les feuiles contiennent des cercles et des lignes très minces et pâles ou peuvent avoir des plaques, des cercles ou des taches et être déchiquetées. Les jeunes feuilles présentent la plupart de ces symptômes; les jeunes rameaux sont souvent frappés d'apoplexie.

Pourriture brune. *Sclerotinia fructiocola*. Symptômes : rouille des jeunes rameaux. Chancres sur les branches, fruits momifiés pendant des branches.

Maladie des poches. *Taphrina communis*. Symptômes : les fruits sont particulièrement grands et creux et contiennent une légère coquille sans graines. Les extrémités des rameaux et les feuilles s'agrandissent, puis finissent souvent par se tordre ou s'ourler.

Chancre bactérien. Symptômes : chancres sur les tiges, avec souvent un gommeux.

Caragana

Taches sur les feuilles. *Phyllosticta gallarum* ou *Septoria* spp. Symptômes : de petites taches apparaissent sur les feuilles, qui tombent prématurément.

Sumac

Taches sur les feuilles. *Septoria* spp. Symptômes : de petites taches apparaissent sur les feuilles qui tombent prématurément.

Lilas

Mildiou poudreux. *Microsphaera alni.* Symptômes : floraison blanche et poudreuse sur la surface des feuilles. Les feuilles se froissent et se déforment.

Rouille bactérienne. *Pseudomonas syringae.* Symptômes : des bandes sombres ou noires apparaissent sur les jeunes rameaux au début du printemps; des taches peuvent se produire sur les feuilles; les feuilles n'ont pas fini de pousser qu'elles deviennent noires et meurent; les bourgeons floraux noircissent.

Cerisier de Nanking

Taches sur les feuilles. *Coccomyces hiemalis.* Symptômes : *Cf.* merisier.

Taches nécrosées circulaires. Virus. Symptômes : *Cf.* prunier d'Amérique.

Chancre bactérien. Symptômes : *Cf.* prunier d'Amérique.

Pin jaune

Rouille des aiguilles. *Dothistroma pini.* Symptômes : des taches ou des bandes sombres, légèrement gonflées apparaissent, vers la fin de l'été, sur les aiguilles âgées d'un an. Les extrémités distales des aiguilles deviennent marron et meurent. Des organismes fructificateurs font saillir la surface des feuilles en mai et les aiguilles tombent prématurément.

Rouille des rameaux du pin. *Diplodia pinea.* Symptômes : les rameaux qui viennent de s'allonger sont infectés avant que les aiguilles aient poussé à moitié. Les aiguilles cessent de pousser, deviennent marron et meurent. Des pustules apparaissent à la base des aiguilles et sur les gaines.

Galle. *Peridermium harknessii.* Sympômes : des galles globuleuses ou en forme de poires apparaissent sur les branches. De grosses masses de spores se forment sur les galles et des balais de sorcière apparaissent fréquemment, juste au-dessus des galles.

Pin noir

Rouille des aiguilles. *Dothistroma pini.* Symptômes : *Cf.* pin jaune.

Rouille des rameaux. *Diplodia pinea.* Symptômes : *Cf.* pin jaune.

Pin sylvestre

Galle. *Peridermium harknessii.* Symptômes : *Cf.* pin jaune.

Rouille des aiguilles. *Dothistroma pini.* Symptômes : *Cf.* pin jaune.

Rouille des rameaux. *Diplodia pinea.* Symptômes : *Cf.* pin jaune.

Pin gris

Rouille des aiguilles. *Coleosporium solidaginis.* Symptômes : des organismes fructificateurs très visibles apparaissent sur les aiguilles, au printemps et en été.

Genévrier de Virginie et genévrier des Montagnes Rocheuses

Rouille du Cèdre. *Phomopsis juniperovora.* Symptômes : le feuillage des extrémités des branches devient léger, puis tourne au marron et finalement au gris. Des lésions se forment sur le tissu des tiges et les petites tiges sont complètement ceinturées. Des organismes fructificateurs (pycnidia) apparaissent sur les feuilles et les tiges.

Rouille du genévrier. *Gynosporangium juniperi-virginianae.* Symptômes : des galles brunes et globoïdes apparaissent sur les branches. Par temps humide, au printemps, des masses de spore gélatineuses, d'une couleur orange, se forment dans ces galles.

Arbres et arbustes divers

(Dans certaines régions de l'Oklahoma et du Texas.)

Rouille des racines du coton. *Phymatotrichum omnivorum.* Symptômes : les zones dans lesquelles la rouille des racines atteint les plantes ont une forme circulaire typique. Les jeunes plants meurent subitement. Les arbres plus âgés voient leur croissance et leur vigueur s'atténuer et leurs feuilles se décolorent. Les racines pourrissent, en grande partie, et leur épiderme est affaissé et froissé.

COMMENT ENTRETENIR LES BRISE-VENT

L'entretien des brise-vent est la phase finale de la série des opérations qui commencent avec la préparation de la terre pour les arbres et qui se terminent par un système de brise-vent qui assure aux terres cultivées une protection efficace pendant longtemps.

L'entretien rationnel des brise-vent a deux objectifs principaux : 1) maintenir et améliorer la vigueur ainsi que la croissance des arbres et arbustes pour obtenir un feuillage aussi dense que possible et de grandes longévités et 2) maintenir et améliorer la structure de l'ensemble du brise-vent afin qu'il joue le rôle d'une barrière efficace qui réduise la vitesse du vent.

Les soins d'entretien doivent commencer dès que les arbres sont bien enracinés et avant qu'ils ne deviennent trop touffus. Il n'est pas possible d'indiquer l'époque en précisant un nombre d'années déterminé après la plantation car celle-ci varie suivant le taux de croissance et l'espacement entre les arbres et les rangées. Dans des conditions moyennes cependant il faut normalement commencer les soins d'entretien entre la cinquième et sixième année après la plantation.

Au bout de cinq à dix ans, les arbres à croissance rapide comme le peuplier et l'orme de Sibérie atteignent de 7 à 10 mètres de haut et se rejoignent les uns et les autres même s'ils sont écartés de 2,70 m à 3,30 m. Les arbustes à croissance plus rapide atteignent 3 mètres environ et tendent à perdre leur feuillage inférieur.

Lorsque les arbres croissent, leurs rapports réciproques se modifient. La densité et la position des houppiers changent par rapport à leur hauteur au-dessus du sol et aux arbres voisins. Certains changements sont aussi provoqués d'une manière assez brusque lorsque les peuplements souffrent d'une grave sécheresse, d'un froid rigoureux, d'attaques d'insectes, de maladies ou d'incendies. Ces changements affectent la structure des brise-vent et modifient en conséquence leur influence sur la vitesse du vent.

Un entretien rationnel a pour objet de prévoir ces changements en mettant au point des traitements qui visent à maintenir et à mesurer constamment la croissance des arbres et la structure des brise-vent. Par exemple, lorsque les arbres sont très serrés, la concurrence qu'ils se font mutuellement pour l'humidité et la lumière provoque leur dépérissement rapide ou leur mort. Les soins d'entretien ont pour objet de prévoir ces pertes en traitant les brise-vent avant qu'ils ne perdent leur vigueur.

La section suivante énumère certains objectifs de l'entretien des brise-vent. Parmi ceux-ci, on peut noter les problèmes les plus communs qui se posent dans les brise-vent anciens. Compte tenu de ces objectifs, le responsable doit tout d'abord examiner soigneusement les vides dans les brise-vent pour s'assurer de la situation exacte. Si la vigueur et la croissance des arbres ainsi que des arbustes semblent diminuer, il peut se révéler nécessaire de procéder à une coupe d'éclaircie. Si la densité des feuillages est faible au niveau du sol, il est recommandé de faire une coupe et de traiter le peuplement en taillis, voire même de faire des plantations intercalaires. Si le brise-vent est plus large qu'il ne le faut, il faut envisager d'abattre les rangées qui ne servent à rien et d'accroître la densité du feuillage dans le bas.

Les méthodes d'entretien qui sont décrites plus loin (p. 54) peuvent être utilisées pour améliorer les conditions de croissance et la structure de la plupart des brise-vent. Ces méthodes se révèlent souvent efficaces pour corriger des erreurs de composition, de disposition ou de largeur.

OBJECTIFS DE L'ENTRETIEN

Empêcher l'étouffement des arbres.

Comme les arbres des brise-vent sont normalement plantés assez près les uns des autres (2 à 3 mètres) pour former le plus rapidement possible une barrière, il s'ensuit qu'ils commencent à s'encombrer les uns les autres au bout de quinze à vingt ans. Cet encombrement doit être supprimé pour que les arbres soient aussi sains et vigoureux que possible.

Certaines espèces comme le genévrier de Virginie peuvent supporter l'ombre et l'encombrement. D'autres, comme le peuplier et le pin, nécessitent davantage d'espace et de lumière solaire. Certaines essences croissent très lentement et finissent

par mourir lorsqu'elles sont ombragées et serrées les unes contre les autres. D'autres restent vivantes bien qu'étouffées jusqu'à ce que le peuplement soit éclairci par les maladies et les insectes ou la sécheresse, puis elles reprennent alors leur croissance.

Certains signes de détérioration apparaissent dans les arbres qui souffrent d'être à l'ombre, écrasés, dépourvus d'humidité, etc. Ces signes sont en particulier l'absence de couleur, la perte du feuillage, en particulier dans les branches les plus anciennes, l'éclaircissement de la partie supérieure du houppier, la présence de maladies ou d'insectes et une réduction considérable de l'accroissement annuel du diamètre de la tige. L'incidence des maladies et des insectes s'accroît généralement lorsque l'encombrement et l'absence d'humidité deviennent de plus en plus graves.

Dans beaucoup de brise-vent âgés de vingt ans, les rangées intérieures d'arbres, en particulier celles des micocouliers, févriers et ormes de Sibérie souffrent gravement de l'encombrement. Celui-ci se manifeste par des houppiers étroits, peu vigoureux et par la présence de maladies ainsi que d'une grande quantité de bois mort. Lorsqu'il est écrasé, l'orme de Sibérie semble être une essence à courte vie car il dépérit. L'éclaircissement des rangées intérieures de feuillus stimule la croissance et accroît la vigueur des autres arbres. Il doit accroître la densité du feuillage dans l'étage moyen et supérieur des brise-vent.

Dégager les conifères.

L'élimination des rangées de pins et des genévriers par des essences de feuillus à croissance rapide comme le chalef à feuilles étroites, le frêne de Pennsylvanie et Négundo est un problème qui se pose fréquemment dans nombre de brise-vent de plein champ situés dans les grandes plaines du Centre.

Comme les conifères sont l'un des constituants les plus importants des brise-vent auxquels ils assurent la longévité et l'efficacité pendant toute l'année, il convient de leur prodiguer des soins tout particuliers.

Une coupe de dégagement destinée à fournir de l'espace pour la croissance et empêcher que les rangées adjacentes d'arbres ne les étouffent, stimulera la croissance et accroîtra la vigueur des conifères. Les genévriers semblent réagir plus rapidement au dégagement que les pins. Le dégagement doit se faire avant que le surpeuplement ne devienne trop grave afin de conserver les branches basses des conifères. Lorsque les

branches basses des pins ont été tuées par étouffement, ceux-ci ne produisent plus de feuillage dense dans les parties inférieures. Les genévriers, en revanche, peuvent rester étouffés pendant longtemps et cependant avoir des branches basses vigoureuses.

Ajouter des conifères.

Dans un grand nombre de brise-vent dépourvus de conifères ou comprenant des espèces de conifères inefficaces, l'un des principaux objectifs consistera à y ajouter des genévriers et des pins. Ces arbres accroissent l'efficacité des brise-vent en hiver et au début du printemps et augmentent la longévité de toutes les plantations de feuillus. Alors que la plupart des feuillus et arbustes sont efficaces contre la neige, ils ne font guère obstacle au mouvement du vent au printemps et en hiver lorsqu'ils n'ont pas encore leurs feuilles.

Le fait d'ajouter plusieurs rangées de conifères contribue aussi à compenser toute réduction désirée de la largeur des brise-vent. Comme le feuillage des conifères est dense, les brise-vent qui en contiennent beaucoup n'ont pas besoin d'être aussi larges pour être pleinement efficaces.

Modifer la densité de l'étage inférieur.

Lorsque les petits arbres et les arbustes poussent, ils ont tendance à perdre leurs branches inférieures surtout s'ils sont trop nombreux. Comme les arbustes ont pour rôle de constituer une barrière dense au voisinage du sol, il importe de veiller à ce que ces plantes ne grandissent pas excessivement en forme de fuseau. Il faut les couper au niveau du sol tous les quatre ou cinq ans afin qu'ils émettent de nouvelles pousses et donnent un feuillage dense au voisinage du sol.

Plusieurs moyens peuvent être employés pour accroître la densité des brise-vent dépourvus de feuillage au voisinage du sol en raison du manque d'efficacité des rangées d'arbustes ou des dégâts occasionnés par les animaux qui pâturent. On peut couper au ras du sol plusieurs rangées de feuillus ou d'arbustes et les laisser émettre des rejets. On peut aussi planter de nouvelles rangées d'arbustes et de genévriers à l'intérieur ou à l'extérieur de la plantation existante.

Quand il est nécessaire de réduire la densité du feuillage de l'étage inférieur pour que le brise-vent étale davantage la neige, il faut abattre quelques rangées d'arbres et d'arbustes et traiter les souches pour empêcher qu'elles n'émettent des rejets. La taille des branches inférieures des arbres réduit aussi la densité de l'étage inférieur.

Réduction de la largeur.

C'est souvent parce que l'on constate qu'une bande de terre située au voisinage du brise-vent ne produit de cultures en raison de l'ombre et de la concurrence des arbres que l'on cherche à réduire la largeur du brise-vent.

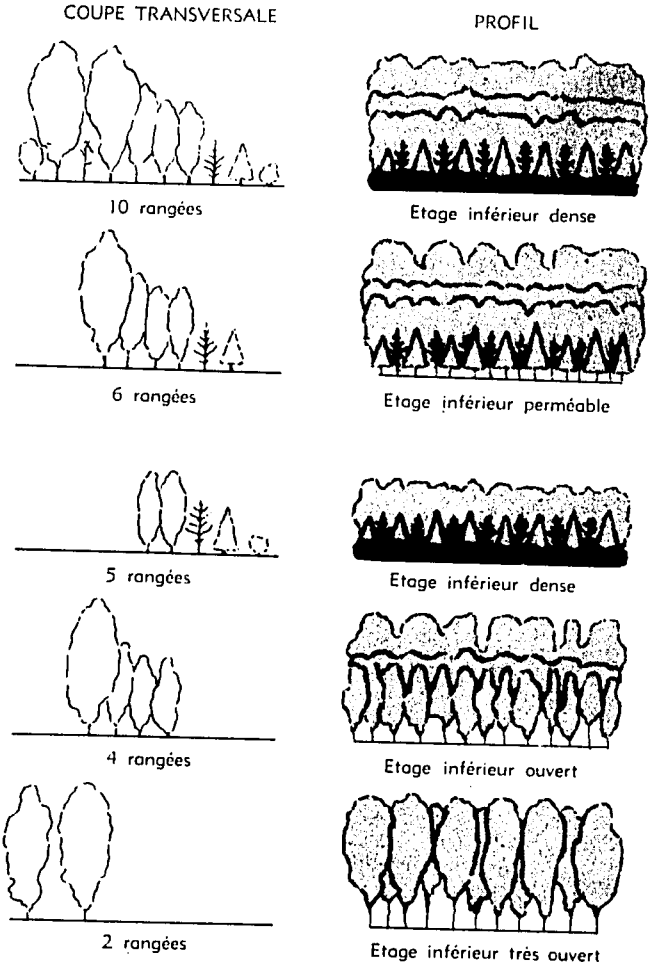


Figure 42. — Exemples de profils de brise-vent que l'on obtient lorsque l'on supprime différentes rangées d'arbres

Bien souvent, les brise-vent qui contiennent dix rangées ou davantage d'arbres et d'arbustes peuvent être réduits de largeur en coupant certaines rangées qui ne contribuent que faiblement ou pas du tout à la densité et à l'efficacité du rideau Lorsque cette coupe peut être faite sans changer sensiblement la structure du brise-vent, c'est une méthode à recommander.

Dans les brise-vent qui contiennent des rangées efficaces de conifères, on peut généralement sacrifier le côté opposé aux conifères pour en réduire la largeur. Cependant les rangées d'arbres qui, à elles seules, fournissent la hauteur nécessaire pour que le rideau soit efficace, ne doivent pas être coupées. La figure 42 donne quelques exemples de profils de brise-vent que l'on obtient en coupant une rangée pour en réduire la largeur.

MÉTHODES D'ENTRETIEN

Coupes d'éclaircie et de dégagement.

Les coupes d'éclaircie et de dégagement destinées à réduire le surpeuplement et à améliorer la croissance ainsi que la vigueur des divers arbres peuvent prendre diverses formes. Cette méthode consiste à éliminer les arbres situés autour de

Figure 43. — A) Coupe de dégagement dans un brise-vent pour empêcher les genévriers d'être étouffés par les frênes. B) Les rejets de souches du frêne ont déjà plusieurs pieds (30 cm) trois mois seulement après abattage des arbres.

ceux que l'on veut favoriser en leur donnant davantage d'espace. Une autre méthode consiste à éliminer une rangée complète d'arbres qui étouffent une rangée d'arbres plus utiles (fig. 43 A).

Il n'est pas possible de recommander l'une ou l'autre de ces méthodes étant donné qu'aucune expérience n'a été faite avec la première. Cependant, la seconde méthode qui est appelée d'éclaircie par rangée est probablement la plus facile et la plus économique des deux étant donné que l'abattage des arbres peut commencer à l'une des extrémités et continuer le long de chaque rangée sans que le travail d'abattage en soit compliqué. Lorsqu'on élimine des arbres isolés, l'espace est plus limité et l'on risque davantage d'endommager ou d'accrocher d'autres arbres.

Pour éviter l'encombrement dans les brise-vent qui ont deux ou plusieurs rangées d'ormes de Sibérie très rapprochés avec, par exemple, deux à trois mètres entre les arbres en rangées d'une largeur de trois à six mètres, il faut supprimer une rangée sur deux (fig. 44).

Contrairement aux coupes d'éclaircie dans les rangées intérieures des feuillus, les coupes de dégagement des rangées extérieures destinées à empêcher l'étouffement des conifères sont relativement simples. Si les conifères ont réussi à survivre dans de bonnes conditions malgré l'encombrement, il faut supprimer les rangées d'arbres qui les dominent. S'il ne reste que peu de conifères, aucun traitement n'est nécessaire.

Lorsqu'on éclaircit des rangées de pins, il faut laisser les souches pour assurer le renouvellement de feuillage à basse densité. Il faut ensuite couper à nouveau les rejets de souches tous les quatre ou cinq ans pour empêcher un nouvel étouffement. Lorsqu'on coupe des arbres pour les empêcher d'étouffer des genévriers, on peut traiter les souches des arbres coupés avec des produits chimiques pour les empêcher de rejeter. Dans ce cas, les houppiers des genévriers s'épaississent et fournissent un feuillage dense à faible hauteur et il n'est pas alors nécessaire de conserver les rejets des feuillus.

Lors de toute coupe d'éclaircie ou de dégagement, l'élimination d'une quantité suffisante d'arbres pour éviter le surpeuplement peut modifier radicalement la structure du brise-vent. C'est ce qui se produit surtout dans les plantations anciennes restées pendant vingt ans ou davantage sans être entretenues. Dans un brise-vent dense, le feuillage des branches inférieures des rangées d'arbres intérieures est réduit à rien et lorsqu'on enlève les arbres on obtient un brise-vent très poreux qui contribue extrêmement peu à ralentir le vent. Cette situation appelle l'une des mesures spéciales suivantes.

L'une de ces méthodes consiste à améliorer la densité de l'étage inférieur du brise-vent avant de l'éclaircir. Il faut couper

Figure 44. — Une rangée d'ormes de Sibérie à l'intérieur d'un brise-vent a été abattue pour dégager d'autres rangées d'ormes de Sibérie en vue d'activer la croissance et d'en augmenter la vigueur.

au ras du sol au printemps les rangées extérieures d'arbustes ou d'arbres. Une coupe d'éclaircie à l'intérieur du brise-vent peut ensuite être faite six à douze mois plus tard car, à ce moment-là les rejets de souches des arbres et arbustes qui ont été coupés seront suffisamment denses pour fournir une protection efficace au-dessus du sol. Un autre système consiste à ajouter des rangées d'arbustes ou d'arbres sur un côté, ou sur les deux côtés, du brise-vent plusieurs années avant de faire une coupe d'éclaircie. Ainsi en procédant par étapes plutôt qu'en

faisant tout en même temps, on peut maintenir la densité et la continuité d'un brise-vent. Il peut continuer à jouer un rôle efficace pendant toute la période de traitement sylvicole.

Traitement en taillis.

L'abattage des arbres, ainsi que des arbustes et le traitement en taillis de leurs rejets semblent être une méthode très efficace pour contrôler la croissance des arbrisseaux qui étouffent les conifères et améliorer en même temps la densité des brise-vent au voisinage du sol. Presque toutes les essences de feuillus et d'arbustes utilisés dans les brise-vent des grandes plaines du Centre émettent des rejets de souches vigoureux parce qu'ils ont été coupés au niveau du sol. Des essences comme l'orme de Sibérie, le micocoulier, le mûrier et le frêne de Pennsylvanie âgé de vingt ans émettent des rejets de 1,20 m à 1,80 m dans la saison qui suit la coupe (fig. 43 B).

La repousse des arbustes coupés est généralement plus dense près du sol que celle des précédents qui n'avaient pas été coupés car la souche et les racines voisines de la surface émettent beaucoup plus de tiges. Le prunier d'Amérique, le lilas, le merisier de Virginie donnent des rangées d'arbustes plus denses grâce à cette méthode.

Les arbres qui avaient été plantés à l'origine pour servir d'arbustes mais qui ont atteint une dimension d'arbres comme le chalef à feuilles étroites, le négundo, le mûrier et la maclure orangée peuvent aussi être améliorés s'ils sont coupés au ras du sol. Cependant, sur ces espèces, il faut refaire une coupe tous les quatre ou cinq ans pour que la densité du feuillage soit faible.

Plantations intercalaires.

Si l'on désire réduire au maximum le vent, on peut ajouter plusieurs rangées de conifères aux brise-vent de feuillus pour renforcer la densité de la barrière. On peut planter le genévrier de Virginie à peu près à n'importe quel endroit à l'intérieur ou de part et d'autre de brise-vent bien établi car cette essence peut tolérer moins de lumière et supporter d'être plus serrée que les autres conifères. Les pins doivent être plantés en plein soleil pour que leur croissance soit satisfaisante.

Un grand nombre de brise-vent de plein champ qui ne comportent que des conifères du côté sud sont trop ouverts sur le côté nord. La neige souffle à travers la barrière et forme des congères en travers des chemins situés sous le vent des conifères. Ces brise-vent doivent être renforcés pour mieux empêcher l'accumulation de la neige en plantant des rangées supplémentaires de conifères sur la face nord. Dans certains cas, on peut simplement planter des conifères en rangées supplémentaires au nord des brise-vent existants. Dans d'autres cas, il est préférable d'éliminer plusieurs rangées de feuillus sur la face nord avant de planter des conifères.

Toutes les rangées des arbres nouvellement plantés doivent être entretenues pendant plusieurs années par les méthodes de culture recommandées. Lorsque les nouvelles rangées d'arbres sont plantées à l'intérieur des brise-vent il faut prévoir suffisamment de place pour laisser passer les machines agricoles. Lorsqu'il n'est pas possible qu'il en soit ainsi, il faut employer des produits chimiques pour détruire la végétation herbacée.

Utilisation de la reproduction naturelle.

Dans la plupart des brise-vent bien établis qui ont été protégés contre le bétail et l'incendie, il y a abondance de semis naturels de diverses espèces d'arbres et arbustes. On trouve généralement des ormes, frênes, micocouliers, lilas, merisiers, pruniers, négundos, mûriers, féviers à trois épines, robiniers et genévriers de Virginie âgés de un à dix ans. Ces jeunes plants ont poussé à l'abri des grands arbres dans un grand nombre de brise-vent et, en particulier, dans les ouvertures créées par des détériorations et la disparition d'arbres de faible longévité. L'établissement naturel des jeunes plants dans le sous-bois des brise-vent contribue à maintenir un feuillage dense au voisinage du sol. Ce sous-bois retient aussi davantage de neige qui reconstitue l'humidité du sol.

Aucune recherche n'a été faite pour déterminer comment il faut traiter cette pousse naturelle. Cependant, on peut suggérer plusieurs possibilités en attendant de disposer des résultats de telles expériences.

Dans les brise-vent qui sont composés d'arbres vigoureux dont la croissance est de modérée à rapide, la reproduction du sous-bois ne nécessite aucun soin particulier. Sa croissance se ralentit généralement et les arbres restent dans le sous-bois pour être utilisés ultérieurement. En revanche, si les arbres plus âgés commencent à se dégrader, il peut y avoir intérêt à stimu-

ler la croissance du sous-bois pour qu'il remplace les arbres en voie de disparition. Deux méthodes peuvent être employées à cet effet :

1. Exploiter les arbres de sous-bois en rangées, c'est-à-dire qu'il faut couper tous les rejets sauf ceux qui se trouvent dans une ligne comprise en deux rangées existantes.

2. Traiter les arbres de sous-bois comme en reproduction forestière en choisissant et favorisant les meilleurs arbres et en supprimant tous les autres.

L'une ou l'autre de ces méthodes ou des variantes de celles-ci devront être utilisées dans les brise-vent qui seront créés à partir d'un sous-bois naturel.

En l'absence de tout traitement, les arbres qui se sont reproduits naturellement risquent de pousser très lentement, de perdre leur feuillage inférieur et de prendre une forme pointue avec un houppier peu dense présentant peu de valeur pour les brise-vent.

Taille.

Beaucoup de propriétaires de brise-vent ont taillé les branches inférieures des arbres, en particulier des conifères en vue d'améliorer leur aspect. La taille peut donner ce résultat, mais elle réduit leur efficacité en tant que brise-vent. Dans un brise-vent, le fait de tailler les arbres en partant du bas va très souvent à l'encontre du but même pour lequel a été créé le brise-vent.

Etant donné que l'objet essentiel du brise-vent est de ralentir le mouvement du vent par la densité et la hauteur du feuillage, la suppression des branches et parties d'arbres par la taille n'est pas à recommander. La taille n'est à conseiller que pour obtenir certains résultats précis comme par exemple à titre de mesure sanitaire pour combattre une maladie. Une telle pratique ne doit être adoptée qu'avec le conseil de spécialistes de maladies des arbres.

La taille peut cependant avoir aussi pour objet d'éclaircir le feuillage inférieur pour obtenir une meilleure répartition de la neige. Cette méthode ne peut être appliquée que lorsque l'objectif principal est d'obtenir des barrières pour répartir la neige plutôt que pour freiner au maximum la vitesse du vent. Cependant, même dans les plaines du Nord où les brise-vent ont pour fonction importante de mieux répartir la neige sur les champs voisins, les rideaux d'arbres sont plantés essentiellement pour réduire au maximum l'enlèvement de la terre et la

protection des cultures pendant la période végétative. En conséquence, la taille ne doit être faite que dans des cas particuliers et sur les conseils des techniciens des brise-vent.

Si une taille se révèle nécessaire, les branches doivent être coupées avec une scie près du tronc. Le meilleur moment pour faire la taille est au printemps juste avant le démarrage de la végétation. La cicatrisation est ainsi plus rapide et le bois repousse sur la blessure. Cependant, l'orme de Sibérie doit être taillé en été pour empêcher la présence de bois humide. Il faut protéger les blessures importantes (plus de cinq centimètres de diamètre) en les badigeonnant avec une peinture à base d'asphalte.

ANNEXE

EXEMPLES DES EFFETS DES BRISE-VENT SUR LE MILIEU

Température de l'air et du sol.

1. Les températures diurnes de l'air à 30 cm au-dessus du sol par fort vent du Sud, ont augmenté de 3,4° dans la zone située entre 0 et 4 H sous le vent, et ont baissé de 2,8° dans la zone située de 4 à 25 H sous le vent par rapport aux températures enregistrées en plein champ.

Les températures nocturnes de l'air ont augmenté de 1,2° dans la zone située entre 0 et 25 H par rapport à la zone non protégée.

Type : Brise-Vent modérément dense à dix rangées de 36,50 m de large et de 7,60 m de haut avec une section transversale inclinée vers le sud.
Saison et année : Juillet et août 1956.
Lieu : Centre du Kansas, Etats-Unis.
Référence : Woodruff, Read, and Chepil, 1959 (2).

2. Par temps chaud, les températures de l'air au voisinage du sol étaient en moyenne inférieures de 1,1 à 1,7° dans les champs d'avoine situés entre des brise-vent que dans des champs d'avoine non protégés.

Par temps frais et pendant la nuit, les températures de l'air étaient supérieures de 2,2° dans les champs d'avoine protégés à celles des champs d'avoine non protégés.

---

(2) On trouvera des références supplémentaires sur les divers sujets traités au moyen d'exemples sur leurs effets dans la « Bibliography of Great Plains Forestry », publiée en mai 1961 en tant que document n° 58 par la Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station of the Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Toute demande concernant cette bibliographie doit être adressée au Directeur de cette station à Ft. Collins, Colorado.

Dans les jachères, les températures de l'air entre les brise-vent n'étaient guère différentes de celles des jachères de la steppe non protégées.

Type : Série de brise-vent parallèles de plein champ.
Saison et année : Etude de quatre ans faite en été pendant la décennie 1960.
Lieu : Steppe de Kamennaya en Russie.
Référence : Molchanov, 1956.

3. Les températures diurnes de l'air étaient en moyenne plus chaudes de 2,8 à 3° à 10 cm au-dessus du sol et de 0,6 à 1,1° à 1,20 m au-dessus du sol dans la zone située entre 0 et 10 H sous le vent que dans les champs non protégés.

Type : Série de brise-vent étroits composés d'un taillis de chênes de 4,5 m à 13,70 m de large et séparés par des intervalles de 48,70 m.
Années : 1940 - 1950.
Lieu : Hollande.
Référence : Linde and Woudenberg, 1951.

4. En été, les températures de l'air étaient plus faibles mais en hiver les températures plus élevées entre les brise-vent que dans les champs ouverts et non protégés.

Type : Séries de brise-vent parallèles.
Saison et année : Eté 1930-1940.
Lieu : Allemagne.
Référence : Nageli, 1941.

5. Pendant les matinées et les après-midi fraîches et éventées, les températures de l'air étaient plus élevées de 1,7° à 3,9° entre les bandes qu'en plein champ.

Type : Séries de bandes de maïs, seigle d'hiver et tournesol d'une largeur de 60 cm à 1,30 m et espacées de 4,50 m à 7,60 m.
Saison et année : Eté 1950-1960.
Lieu : Russie.
Référence : Gotovcev, 1957.

6. Dans les matinées et après-midi fraîches et éventées, les températures du sol étaient plus élevées de 1,7° à 2,8° à 10 cm de profondeur et de 1,1 à 1,7° à 20 cm de profondeur.

Type : Séries de bandes de maïs, de seigle d'hiver et de tournesol d'une largeur de 0,60 cm à 1,50 m espacées de 4,50 à 7,60 m.
Saison et année : Eté 1950-1960.
Lieu : Russie.
Référence : Gotovcev, 1957.

7. La température du sol à une profondeur de 0,50 m était plus faible de 1,7° à 0,5 H sous le vent et plus forte de 0,6° à 2 H sous le vent en plein champ au printemps et en été. A l'automne et en hiver elle était plus basse de 1,7 à 2,8° aux mêmes endroits.

Type : Brise-vent denses de peupliers de 15 m de haut.
Année : Début de la décennie 1900-1910.
Lieu : Nébraska, Etats-Unis.
Référence : Bates, 1911.

Humidité atmosphérique.

8. L'humidité relative moyenne mensuelle était plus forte de 2 à 3 % pendant la journée dans les champs d'avoine situés entre les brise-vent que dans les champs d'avoine non protégés situés dans la steppe.

L'humidité relative était plus élevée de 4 à 5 % dans les champs d'avoine protégés que dans les champs d'avoine de la steppe non protégés par les journées chaudes de l'été.

L'humidité relative était plus élevée de 2 à 3 % dans les jachères protégées que dans les jachères situées en pleine steppe.

Type : Séries de brise-vent de plein champ parallèles.
Saison et année : Etude de quatre ans effectuées en été, 1950-1960.
Lieu : Steppe de Kamennaya, Russie.
Référence : Molchanov, 1956.

9. Humidité relative moyenne pendant la période végétative :

	Avril	Mai	Juin	Juillet
Champs protégés.	66	57,9	45	50,4
Steppe non protégée.	63	54,7	42,3	47,6

Type : Séries de brise-vent de plein champ.
Saison et année : Eté 1946-48.
Lieu : Astrakan, Russie.
Référence : Kas'yanov, 1950.

10. L'humidité moyenne relative était plus élevée de 8 % dans les champs situés entre les brise-vent et dans la prairie non protégée au cours des heures de la matinée.

Type : Séries de brise-vent de plein champ.
Saison et année : Eté 1933.
Lieu : Russie.
Référence : Sokolova, 1937.

11. Dans la zone protégée, l'humidité relative a dépassé 80 % pendant la moitié de la période végétative. En revanche, elle a dépassé 80 % pendant le tiers seulement de la période végétative dans la zone non protégée.

A midi, l'humidité était en moyenne plus élevée de 2 à 4 % dans la zone protégée que dans la zone non protégée.

Type : Deux barrières en ardoise, de 2,10 m de haut (barrière antineige), orientées est et ouest et espacées de 15 m.
Saison et année : Mai et août 1959.
Lieu : Nebraska Central, Etats-Unis.
Référence : Bagley and Gowen, 1962.

12. L'humidité relative moyenne à 0,45 m au-dessus du sol les jours où elle était supérieure à 50 % atteignait 62 % entre 0 et 6 H sous le vent et 60 % entre 10 et 30 H sous le vent contre 57 % dans la prairie non protégée.

L'humidité relative était de 45 % entre 0 et 6 H sous le vent et 40 % entre 12 et 30 H sous le vent contre 38 % dans la prairie non protégée les jours où l'humidité était inférieure à 50 %.

Type : Brise-vent de plein champ de 9 m de large et 15 m de haut.
Saison et année : Eté 1934.
Lieu : Rostashi, Russie.
Référence : Bodrov, 1935.

13. La quantité de rosée était supérieure de 200 % dans les champs protégés par les brise-vent que dans les champs non protégés.

La rosée la plus forte se produisait dans la zone située entre 2 et 3 H sous le vent.

Saison et année : Eté 1940-1950.
Lieu : Allemagne.
Référence : Steubing, 1952.

Evaporation.

14. Les brise-vent ont réduit l'évaporation et accru l'humidité du sol dans la zone protégée située entre 0 et 30 H par rapport à la zone non protégée.

Type : Séries de brise-vent de 9 à 12 m de haut espacés de 395 à 490 m environ.
Saison et année : Eté 1950.
Lieu : Russie.
Référence : Kalashnikov, 1955.

15. L'évaporation non productive (du sol) est plus faible de 27 % dans les champs abrités que dans la steppe non abritée.

L'évaporation productive (transpiration) est plus forte de 22 % dans les champs abrités qu'en pleine steppe.

Type : Séries de brise-vent de deux rangées de peupliers d'une hauteur de 15 à 18 m espacées de 183 m.
Saison et année : Eté 1953.
Lieu : Trans-Volga, Russie.
Référence : L'vovich, 1954.

16. L'évaporation pendant les journées chaudes était plus faible dans les champs situés entre les brise-vent que dans les champs non protégés.

Type : Séries de brise-vent parallèles de plein champ.
Saison et année : Etude de quatre ans en été 1950-1960.
Lieu : Steppe de Kamennaya, Russie.
Référence : Molchanov, 1956.

17. Les taux d'évaporation sous le vent des barrières par rapport aux champs non protégés étaient les suivants :

40 % à 5 H,
60 % à 10 H;
80 % à 20 H.

A 25 H ils étaient les mêmes que dans les zones non protégées.

Type : Brise-vent de pins noirs du Japon de 1,50 m de haut et de 6 m de large.
Année : 1940-1950.
Lieu : Japon.
Référence : Izuka et col., 1950.

18. L'évaporation de la surface de l'eau a été de 15 % inférieure à 4 H sous le vent et 9 % inférieure à 16 H sous le vent qu'en plein champ.

Type : Série de brise-vent parallèles à trois rangées d'une hauteur de 6 m, espacées de 195 m.
Saison et année : Mai-septembre, 1951-54.
Lieu : Saskatchewan, Canada.
Référence : Staple et Lehane, 1955.

19. Le taux d'évaporation entre 2 et 10 H sous le vent de brise-vent du type ouvert était égal à 80 % du taux d'évaporation en champ non protégé.

Le taux d'évaporation dans la même zone sous le vent de barrières denses n'atteignait que 40 à 65 % de ce qu'il était en plein champ.

Type : Brise-vent de peupliers de 15 m de haut de densité différente.
Année : Début de la décennie 1900-1910.
Lieu : Nebraska, Etats-Unis.
Référence : Bates, 1911.

20. L'évaporation de la couche de sol située entre 0 et 2,40 m de profondeur a été réduite de 2 à 2,5 % dans la zone située entre 0 et 5 H sous le vent par rapport aux champs non protégés, le vent venant du sud.

L'évaporation de la même couche de sol a augmenté de 2 à 3 % dans la zone située entre 0 et 2 H au vent, par le même vent du sud.

Type : Divers types de brise-vent de plein champ.
Saison et année : Eté 1936-38.
Lieu : Kansas et Dakota du Nord, Etats-Unis.
Référence : Bates, 1948.

Répartition de la neige.

21. Les épaisseurs moyennes au cours de trois années de fortes chutes de neige ont été les suivantes :

65 cm près de la barrière entre 0 et 6 H,
18 cm dans les chaumes à 25 H,
8 cm sur les pachères d'été à 25 H.

Epaisseur moyenne au cours de deux années de chutes de neige moyennes :

38 cm près de la barrière entre 0 et 3 H,
10 cm sur les chaumes à 25 H,
8 cm sur les jachères d'été à 25 H.

Type : Séries de barrières parallèles composées de haies d'une rangée de caragana de 2,40 m de haut et de brise-vent de plein champ de trois rangées et d'une hauteur de 7,60 m.
Saison et année : Hiver 1950-52 (fortes chutes) et hiver 1953-54 (chutes moyennes).
Lieu : Manitoba et Saskatchewan, Canada.
Référence : Staple et Lehane, 1955.

22. La hauteur de la neige était plus forte et l'épaisseur du sol gelé plus faible dans la zone abritée que dans les champs non abrités. Il s'ensuit que l'humidité du sol a augmenté dans la zone comprise entre 0 et 20 H sous le vent, l'humidité atteignant son maximum au voisinage du brise-vent.

Type : Brise-vent de 12 à 16 ans et d'une hauteur de 4,80 à 6 m.
Saison et année : Hiver 1949-50.
Lieu : Russie.
Référence : Dautov, 1953.

23. La répartition de la neige a été très inégale dans le champ situé sous le vent et on notait la présence de grosses congères dans la zone la plus proche du brise-vent.

La neige a été soufflée du champ situé sous le vent dans une zone comprise entre 73 m et 183 m, zone dans laquelle la profondeur du sol gelé était plus élevée et l'humidité plus faible que dans la partie recouverte par la neige.

Type : Brise-vent de plein champ à plusieurs rangées, âgés de 3 à 5 ans.
Lieu : Rostov, Russie.
Référence : Garjugin, 1955.

24. L'eau de fonte de la neige pénétrait à 125 mm dans les champs abrités contre 55 mm seulement dans la steppe non protégée.

Type : Séries de brise-vent de deux rangées de peupliers d'une hauteur de 15 à 18 m et espacées de 182 m.
Saison et année : Hiver 1953.
Lieu : Trans-Volga, Russie.
Référence : L'vovich, 1954.

25. Le coefficient d'enlèvement de la neige par la vent (en pourcentage des chutes totales) était de 6 % sur les champs entourés de brise-vent d'arbres contre 68 % en terrain découvert.

Type : Ensemble de brise-vent de plein champ.
Saison et année : Hiver 1930-40.
Lieu : Steppe de Kamennaya, Russie.
Référence : Panfilov, 1937.

Humidité du sol et ruissellement.

26. La teneur en humidité des 90 cm de la couche supérieure du sol était plus élevée de 25 à 30 % dans la zone située entre 10 et 12 H sous le vent que dans les champs ouverts et non protégés.

Type : Brise-vent à cinq rangées d'une hauteur de 10 m.
Saison et année : Début de l'été 1930-40.
Lieu : Vladimir, Russie.
Référence : Banazevich et Zakharov, 1940.

27. La teneur en humidité du sol était élevée sur les champs situés dans la zone protégée par les brise-vent alors qu'elle était faible dans les champs non protégés qui ont même souffert de sécheresse.

Type : Séries de brise-vent de plein champ.
Année : 1946-47.
Lieu : Steppe de Kamennaya, Russie.
Référence : Burnatski et Suchalkina, 1949.

28. La teneur en humidité des 90 premiers centimètres du sol était inférieure de 20 % dans la zone abritée située entre 0 et 2 H dans les vignobles qu'en terrain découvert mais elle était plus élevée de 25 à 30 % dans la zone située entre 10 et 12 H qu'en terrain découvert et elle était la même à 20 H.

Lieu : Russie.
Référence : Masinskaja, 1950.

29. Les couches de sol situées entre 10 et 20 cm ont emmagasiné davantage d'eau au-dessous des arbres des brise-vent que dans le sol des champs situés entre les brise-vent.

Type : Séries de brise-vent de plein champ.
Lieu : Russie.
Référence : Karandina et Cie, 1956.

30. L'humidité du sol dans la couche située entre la surface et 15 cm de profondeur a été plus élevée de 13 % dans les champs abrités que dans les champs non abrités. Il y avait 23 % de plus d'humidité dans le sous-sol des champs abrités que dans celui des champs non abrités.

Type : Brise-vent de robiniers.
Lieu : Roumanie.
Référence : Catrina et Marcu, 1955.

31. L'humidité du sol avait été absorbée par les racines des arbres jusqu'à une profondeur de 1,20 m dans la bande située entre 0 et 2 H sous le vent. L'humidité a augmenté de 12 à 15 % dans la bande située entre 0 et 2 H lorsqu'elle a été isolée des racines des arbres au moyen d'une tranchée.

Saison : Fin de l'été.
Lieu : Roumanie.
Référence : Georgescu et Cie, 1954.

32. L'humidité du sol entre 0 et 60 cm était plus faible sous les arbres et sur les bords des brise-vent qu'en plein champ.

Type : Brise-vent de pins noirs de 6 m de haut et 30 m de large sans sous-bois.

L'humidité du sol entre 0 et 60 cm était plus élevée dans la zone abritée située entre 0 et 20 H que dans le champ non protégé.

Type : Brise-vent de châtaigniers de 4 m de haut avec un sous-bois dense.

L'humidité du sol entre 0 et 60 cm était plus forte dans la zone abritée de 213 m comprise entre un brise-vent et une forêt que dans les champs non abrités.

Type : Brise-vent de frênes et aulnes de 20 m de haut et 61 m de large avec un sous-bois dense.
Année : 1940-1950.
Lieu : Obristvi, Vinor et Pisty, Bohême.
Référence : Maran et col., 1950-51.

33. L'humidité dans la couche supérieure de 1,20 m était plus élevée de 3,5 % dans la zone abritée comprise entre 0 et 5 H que dans la zone comprise entre 10 et 20 H.

La profondeur du sol gelé sous 90 cm de neige n'était que de 0 à 10 cm dans la zone abritée comprise entre 0 et 5 H contre 60 cm dans les champs découverts et non abrités.

Type : Brise-vent de plein champ de 7,30 m de haut.
Année : Année de sécheresse de 1936.
Lieu : Grande Plaine, Etats-Unis.
Référence : Stoeckeler et Dortignac, 1941.

34. Le ruissellement sur une surface comprenant 6 % de terre dans les brise-vent de plein champ a été ramené de 43 à 63 % par rapport aux brise-vent en steppe découverte. Avec 18 % de terre dans les brise-vent, le ruissellement a été réduit de 25 %.

Type : Brise-vent disposés perpendiculairement à la pente.
Année 1930-40.
Lieu : Steppe de Kammennaya, Russie.
Référence : Basov, 1949.

Propriétés du sol.

35. Les sols des champs abrités présentent les avantages suivants sur ceux de la steppe non protégée :

a) une teneur plus élevée en humus;
b) une stabilité générale de 2 à 2,5 fois plus élevée;
c) un horizon plus bas d'effervescence (accumulation de carbonate);
d) moins de sels solubles dans l'eau.

Type : Brise-vent âgés de 18 ans.
Lieu : Saratov, Russie.
Référence : Saralidze, 1955.

36. Un sol de tchernoziom argileux d'une profondeur modérée situé sous les arbres du brise-vent présente les avantages suivants par rapport aux champs voisins non abrités :

a) une plus forte teneur en humus;
b) davantage d'azote et de phosphore;
c) une plus forte stabilité générale.

Les champs de céréales et les herbages voisins des brise-vent avaient un pourcentage plus élevé d'agrégats stables à l'eau que les champs de la steppe non protégés.

Type : Brise-vent de 50 à 60 ans.
Lieu : Russie.
Référence : Bjalyi, 1950.

37. La structure du sol était meilleure dans la zone de 0 à 100 mètres tuée dans le voisinage des brise-vent que les champs no. .otégés.

Type : Brise-vent âgés de 15 ans.
Lieu : Trans-Volga, Russie.
Référence : Maljanov et Saralidze, 1957.

38. La capacité de rétention du sol est de 4 à 5 fois plus élevée dans les brise-vent que dans les champs labourés voisins.
Type : Brise-vent composés de vieux arbres.
Lieu : Russie.
Référence : Molchanov, 1955.

39. Un sol de tchernoziom fortement argileux situé sous les arbres du brise-vent avait des agrégats de plus d'un millimètre de dimension trente fois plus stable à l'eau que sur un sol similaire dans un champ non protégé et labouré. La porosité du sol, l'infiltration et la résistance à l'érosion étaient toutes meilleures dans la zone abritée située entre 0 et 7 H que dans la zone non abritée.
Type : Brise-vent de chênes et de hêtres âgés de 60 ans.
Lieu : Kuibyshev, Russie.
Référence : Mustafaev, 1957.

40. La porosité et la capacité d'infiltration d'un sol argilo-sableux étaient plus élevées dans la zone abritée située de 0 à 10 m que dans un champ ouvert et non abrité. Dans la zone abritée comprise entre 0 et 275 m, le sol présentait les avantages suivants sur celui des champs non protégés :

a) des horizons A et B plus épais;
b) une plus forte teneur en humus;
c) une accumulation de carbonate à plus grande profondeur;
d) moins de sulfates.

Type : Brise-vent d'arbustes âgés de 23 ans, d'une hauteur de 91 cm à 3,65 m de haut.
Lieu : Plaine de la Caspian, Russie.
Référence : Birjukava, 1955.

41. En s'éloignant des brise-vent, le sol des zones moins abritées présentait les caractéristiques suivantes :

a) une moins grande épaisseur d'humus;
b) une moins grande profondeur d'effervescence (accumulation de carbonates);
c) moins d'humus, d'azote et d'acidité;
d) davantage de nitrates et de bases échangeables;
e) une structure détériorée.

Lieu : Russie.
Référence : Baiko, 1955.

42. Par rapport aux champs non protégés, le sol situé au-dessous des brise-vent présentait les caractéristiques suivantes :

a) un horizon A dont la profondeur était de 12 à 20 cm plus épaisse;
b) une porosité et une perméabilité accrue dans les horizons A et B;
c) un lessivage accru de sulfate de calcium;
d) un relèvement du niveau de la nappe phréatique de 40 à 68 cm.

Type : Brise-vent irrigués âgés de 50 ans composés d'ormes, d'érables et de caraganas.
Lieu : Stalingrad, Russie.
Référence : Birjukova, 1958.

43. Sur une terre arable avec une pente de 10 %, le sol de la zone comprise entre 0 et 519 m sur le côté en déclivité des brise-vent présentait les caractéristiques suivantes par rapport aux champs non protégés :

a) une moins forte érosion de la couche superficielle;
b) moins d'accumulation de carbonate de chaux;
c) une plus forte teneur en humus.

Type : Brise-vent d'une rangée de robiniers d'une hauteur de 8 m et d'une largeur de 4 m.
Lieu : Hongrie.
Référence : Lady, 1956.

44. Les sols sableux mouvants sont stabilisés par un ensemble de brise-vent disposés à intervalles de 15 à 18 m.

Type : Brise-vent de pins sylvestres, de pins noirs, de févriers et de peupliers.
Lieu : Hongrie.
Référence : Babos, 1949.

45. L'enlèvement de la terre sous le vent des rideaux d'arbres a diminué de 50 % à 30 H, 18 % à 20 H et 0,14 % seulement à 10 H par rapport aux champs non protégés.

Lieu : Japon.
Référence : Lizuka, 1950.

EXEMPLES DES EFFETS DES BRISE-VENT SUR LES CULTURES, LE BÉTAIL ET LES BATIMENTS D'HABITATION

Cultures de plein champ.

1. Au cours de trois années de fortes chutes de neige, les rendements moyens en blé ont été :

a) 27 boisseaux à l'acre entre 0 et 15 H sous le vent (un boisseau = 24 litres et un acre = 0,4 hectare);

b) 20 boisseaux à l'acre entre 15 et 20 H sous le vent.

Les rendements au cours de deux années de neige moyenne ont été :

a) 24 boisseaux/A. entre 0 et 15 H sous le vent;

b) 22 boisseaux/A. entre 15 et 25 H sous le vent.

Les rendements maximaux de blé au cours des années de fortes chutes de neige ont atteint :

a) 32 à 36 boisseaux/A. entre 0 et 6 H sous le vent;

b) 19 à 21 boisseaux/A. à 25 H.

Type : Séries de brise-vent composés d'une rangée de caraganas de 2,40 m de haut.
Année : 1950-54.
Lieu : Saskatchewan, Canada.
Référence : Staple et Lehane, 1955.

2. Les rendements en blé, seigle, orge et avoine ont augmenté au total de 36 boisseaux par 800 m de brise-vent dans la zone située sous le vent entre 0 et 14 H et constitués par des champs à rendements élevés sur la moyenne des zones non protégées dans la Dakota du Nord et la Dakota du Sud.

Pour les mêmes cultures, le rendement total a augmenté de 74 boisseaux par 800 m de brise-vent dans la zone comprise entre 0 et 14 H sous le vent composée de champs à faible rendement par rapport à la moyenne des champs non protégés.

Les rendements en maïs ont augmenté de 19 % dans la zone située entre 2 et 10 H sous le vent à l'aide de brise-vent par rapport à des champs non protégés dans le Nébraska.

Type : Brise-vent de peupliers et de négundos âgés de 40 ans d'une densité moyenne et ayant en moyenne 12 m de haut.
Année : 1935-41.
Lieu : Dakota du Nord, Dakota du Sud et Nebraska, Etats-Unis.
Référence : Stoeckeler, 1962.

3. Sur 331 agriculteurs interrogés, 83 % ont fait des estimations des accroissements de rendement sur les champs protégés par rapport aux champs non protégés. Leurs estimations étaient en moyenne les suivantes :

a) maïs, avoine et orge 8,5 bs/A d'augmentation;
b) blé et lin 3,5 bs/A d'augmentation;
c) seigle et soja 5,5 bs/A d'augmentation.

Type : Brise-vent de dix rangées, d'une hauteur de 9 m à 15 m.
Année : 1952-54.
Lieu : Dakota du Sud, Etats-Unis.
Référence : Ferber, Ford et McCrory, 1955.

4. Les rendements en maïs entre les brise-vent comparés aux rendements dans les champs non protégés ont enregistré une augmentation nette de 121 kg pour les brise-vent écartés de 335 m, de 100 kg à l'acre pour un écartement de 594 m et de 100 kg à l'acre pour un intervalle de 990 m.
Type : Séries de brise-vent parallèles à écartement variable .
Lieu : Ukraine, Russie.
Référence : Kuz'micev, 1958.

5. Le rendement des cultures à l'abri des brise-vent a augmenté par rapport à celui des champs non protégés dans les proportions suivantes :

a) 20 % pour le blé d'été;
b) 56 % pour le blé d'hiver;
c) 26 % pour le seigle;
d) 48 % pour l'orge.

Type : Système de brise-vent de plein champ.
Année : 1926-30.
Lieu : Steppe de Kamennaya, Russie.
Référence : Gorshenin et Cie, 1934.

6. Pour l'orge, l'avoine et le blé d'hiver cultivés à l'abri de brise-vent, les augmentations de rendements ont été les suivantes par rapport aux champs non protégés :

a) 100 à 400 % par les années de grande sécheresse:
b) 50 à 60 % par les années de sécheresse modérée;
c) de 10 à 15 % pour les années normales.

Type : Système de brise-vent de divers types.
Année : 1930-40.
Lieu : Kuibyshev, Russie.
Référence : Karuzin, 1936 et 1947.

7. Les rendements en blé ont augmenté de 48 % dans les champs protégés entre les brise-vent par rapport aux champs non protégés.

Type : Séries de brise-vent de 4,60 m et 3,65 m de large avec un espacement de 100 m de part et d'autre des courbes de niveau.

Dans une zone située entre 0 et 20 H sous le vent, les rendements ont augmenté de 37 % pour le seigle, de 25 % pour

l'avoine et de 39 % pour le foin de trèfle par rapport aux rendements obtenus dans des champs non protégés.

Type : Brise-vent de chênes, de bouleaux, d'une hauteur de 4 m à 7,60 m.
Année : 1937-41.
Lieu : Steppe centrale des forêts, Russie.
Référence : Shaposhnikov, 1946.

8. Les rendements en avoine ont augmenté de 25 à 28 % dans les champs protégés par rapport aux champs non protégés.

Type : Brise-vent de plein champ à cinq rangées dont la partie inférieure est ouverte.
Année : 1930-40.
Lieu : Vladimir, Russie.
Référence : Kuckeryavykh, 1940.

9. Pour une quantité égale d'humidité au début de la crois sance, le blé d'hiver a donné deux fois plus dans la zone située à 18 H sous le vent que dans les champs non protégés.

Type : Brise-vent de frênes et févriers, de 5,50 m de haut et de 15 m de large.
Année : 1950.
Lieu : Russie.
Référence : Kalashnikov, 1955.

10. Les rendements des cultures dans les champs protégés par rapport aux champs non protégés ont été les suivants :

a) blé-27 bs/A contre 11 bs/A;
b) avoine-65 bs/A contre 19 bs/A;
c) maïs-45 bs/A contre 17 bs/A;
d) foin-2 358 kg/A contre 475 kg/A.

Type : Brise-vent de plein champ.
Année : 1952-53.
Lieu : Dobruja, Roumanie.
Référence : Lupe, 1954.

11. Dans les champs protégés, les rendements en blé ont été de 20 à 50 % (6 bs/A.) plus élevés dans les champs protégés que dans les champs non protégés. Les rendements maximaux ont été obtenus à 25 m sous le vent des arbres. L'avoine a donné 18 % de plus dans les champs protégés.

Type : Brise-vent de plein champ à intervalle de 244 m à 301 m.
Année : 1952-53.
Lieu : Baragan, Roumanie.
Référence : Lupe, Catrina et Marcus, 1956.

12. Dans la zone protégée, située entre 2 et 10 H, les rendements en blé ont dépassé de 18 % ceux des champs non protégés. Les augmentations maximales de rendement sont intervenues dans la zone située entre 6 et 10 H sous le vent.

Type : Brise-vent de plein champ de pins de 6 m de haut ainsi que de peupliers et d'eucalyptus de 10 m de haut.
Année : 1939-42.
Lieu : Italie et Sardaigne.
Référence : Pavari et Gasparini, 1943.

13. Les rendements en blé et en seigle ont été plus élevés dans les champs protégés que dans les champs non protégés.

Type : Murettes de terre servant de brise-vent.
Lieu : Schleswig-Holstein, Allemagne.
Référence : Thran, 1952.

14. Le blé et le seigle d'hiver ont donné un poids plus fort en grain et en paille dans la zone abritée située entre 2 et 3 H que dans les champs non protégés.

Dans les champs situés au voinage des brise-vent, la quantité de mauvaises herbes a diminué parce que les graines ont été entraînées par le vent et retenues par le brise-vent où elles ont fait peu de mal.

Lieu : Allemagne.
Référence : Steubing, 1952.

15. L'avoine a donné 9 % de plus du côté exposé à l'ouest entre 0 et 30 H que dans un champ non protégé. Le rendement en paille d'avoine et d'orge a atteint 10 % de plus vers le côté est entre 0 et 15 H que dans un champ non protégé.

Type : Barrière artificielle de 2,40 m de haut.
Année : 1950.
Lieu : Allemagne.
Référence : Hanke et Kaiser, 1957.

16. Les rendements en orge, avoine, blé de printemps ont été plus élevés dans la partie abritée par le brise-vent que dans les champs non protégés.

Type : Brise-vent avec arbres gés de 15 ans et d'une hauteur de 3,65 m.
Année : 1940-50.
Lieu : Islande.
Référence : Kristjanson, 1955.

17. Le rendement en coton brut a augmenté de 46 % dans la zone protégée située à 3 H par rapport aux champs non protégés. Le rendement moyen a augmenté de 23 % dans la zone comprise entre 1 et 22 H. Le rendement en graines de coton a augmenté de 27 % dans la zone située entre 1 et 18 H.

Année : 1938-40.
Lieu : Oklahoma, Etats-Unis.
Référence : Stoeckeler, 1962.

18. Dans la zone située entre 5 et 10 H sous le vent, les peuplements de coton ont donné les résultats suivants par rapport aux peuplements des champs non protégés :

a) ils ont germé deux à trois jours plus tôt;
b) ils ont atteint une hauteur de 5 à 20 cm de plus;
c) ils ont fleuri quatre à cinq jours plus tôt;
d) ils ont fructifié davantage;
e) ils ont donné de 1,6 à 3,1 % de fibres en plus.

Année : 1950-60.
Lieu : Kiangsu, Chine.
Référence : Anonyme, 1960.

19. Les rendements en riz ont diminué de 51 % à 1/2 H sous le vent, mais ils ont augmenté de 3 % à 1 H, de 33 % à 3 H, de 49 % à 6 H, de 33 % à 9 H, de 28 % à 12 H, de 8 % à 15 H, par rapport aux champs non protégés.

Type : Brise-vent de saules et de frênes, d'une hauteur de 4 m.
Année : 1950.
Lieu : Japon.
Référence : Matsui et Yokoyama ,1955.

20. Le rendement en tabac (séché) a été de 10 % plus élevé

dans la zone protégée par le brise-vent qu'en pleins champs. Les feuilles étaient plus grandes et plus brillantes et la teneur en nicotine était plus faible dans le champ protégé.
Lieu : Allemagne.
Référence : Kreutz, 1952.

Cultures fourragères.

21. La luzerne a donné de 60 à 70 % de plus dans la meilleure partie des champs protégés que dans la moyenne générale des champs.
Année : 1935.
Lieu : Dakota du Nord, Etats-Unis.
Référence : Bates, 1944.

22. Un foin mélangé de luzerne, fléole et trèfle incarnat a donné 37 % de plus dans la zone située entre 1 et 7 H sous le vent que dans un champ normal.
Type : Brise-vent de conifères d'une hauteur de 5 m.
Année : 1940.
Lieu : Wisconsin, Etats-Unis.
Référence : Trenk, 1948.

23. Le rendement en chiendent dans la zone située entre 0 et 2 H sous le vent (sud) a été deux fois plus élevé qu'à 9 H sous le vent.

Le rendement moyen de cinq années a été de 544 kg à l'acre dans la zone située entre 0 et 2 H contre 399 kg à 9 H.
Type : Brise-vent à une seule rangée d'une hauteur de 5,50 m.
Année : 1938.
Lieu : Wyoming, Etats-Unis.
Référence : Quayle, 1941.

24. Le rendement en foin de trèfle doux et de chiendent de un à trois ans a été de deux à quatre fois plus élevé dans la zone abritée par le brise-vent que dans la steppe découverte.
Lieu : Voronezh, Russie.
Référence : Ignatiev, 1940.

25. L'herbe des pâturages dans la zone protégée a donné au cours d'une année où les précipitations ont été supérieures de 46 % à la normale, les rendements suivants par rapport à un champ non protégé :

a) 68 % de poids sec en plus;
b) 108 % de vitamines C en plus;
c) 144 % de protéine en plus;
d) 85 % d'amidon en plus.

Les rendements en herbe dans les zones protégées au cours d'une année sèche ont été égaux au tiers de la normale alors que dans les zones non protégées le rendement avait été nul.
Type : Brise-vent de 20 m de large.
Lieu : Hongrie.
Référence : Benkovits, 1955.

26. Les rendements en foin ont été plus élevés dans les champs protégés que dans les champs découverts.

Type : Brise-vent de peupliers.
Année : Années avec des gelées tardives ou une sécheresse au printemps.
Lieu : Eberswalde, Allemagne.
Référence : Joachim, 1955.

27. Les rendements en foin de graminées et de trèfles ont été de 22 % plus élevés dans les champs protégés que dans les champs non protégés.

Type : Séries de brise-vent parallèles de conifères.
Année : 1900-25.
Lieu : Jutland, Danemark.
Référence : Soegaard, 1954.

Légumes et fruits.

28. Les tomates ont donné 60 % de plus en primeurs, 16 % de plus pour la récolte totale et les haricots à écosser 37 % de plus dans les zones protégées entre les barrières que dans les parcelles découvertes et non protégées.

Les rendements en tomates ont été en moyenne de 30 tonnes à l'acre dans la zone protégée et de 26 tonnes dans la zone non protégée.

Type : Deux barrières en ardoises de 2,10 m (barrières anti-neige) orientées est-ouest et écartées de 15 m.

Saison et année : Mai à août 1959.
Lieu : Nebraska Central, Etats-Unis.
Référence : Bragley et Gowen, 1962.

29. Les rendements de 35 variétés de haricots à écosser plantés dans une zone abritée ont été les suivants :

a) 2 285 kg/A à 2 H;
b) 2 131 kg/A à 4 H;
c) 2 367 kg/A à 6 H;
d) 1 736 kg/A à 8 H.

Type : Brise-vent d'une seule rangée de peupliers d'une hauteur de 6 m.
Année : 1936.
Lieu : Wyoming, Etats-Unis.
Référence : Babb et Cie, 1941.

30. Les rendements en pommes sauvages de Virginie ont été de 45 kg par arbre et par an dans les zones abritées contre 9,5 kg en terrain découvert. Les pommes d'hiver ont donné 14,5 kg sous abri et 1,3 kg en terrain découvert.

Année : 1928-49.
Lieu : Dakota du Nord, Etats-Unis.
Référence : Duncan, 1950.

31. Les plantations d'agrumes protégées entièrement ont donné $ 77 de plus par acre et par an que les plantations partiellement protégées.

Type : Brise-vent d'eucalyptus de 18 m de haut.
Année : 1927-33.
Lieu : Californie, Etats-Unis.
Référence : Metcalf, 1936.

32. On estime que les pommes de terre ont donné 80 boisseaux de plus à l'acre dans les champs protégés que dans les champs non protégés.

Type : Brise-vent de plein champ à dix rangées d'une hauteur de 9 m.
Année : 1952-54.
Lieu : Dakota du Sud, Etats-Unis.
Référence : Ferber, Ford et McCrory, 1955.

33. Les augmentations de rendement dans les champs protégés par rapport aux champs non protégés ont été les suivantes :

a) 138 % pour les concombres;
b) 240 % pour les tomates;
c) 228 % pour les betteraves;
d) 115 % pour les carottes;
e) 158 % pour les pommes de terre.

Année : 1932.
Lieu : Saratov, Russie.
Référence : Suss, 1936.

34. Les rendements en concombres, tomates, choux, betteraves sucrières et pommes de terre nouvelles ont été sensiblement plus élevés dans les champs protégés que dans les champs non protégés.

Type : Bandes de seigle, maïs, tournesol, espacés de 4,50 m à 7,60 m.
Année : 1950-60.
Lieu : Russie.
Référence : Gotovcev, 1957.

35. Les concombres ont donné davantage et plus tôt dans les zones protégées que dans les champs découverts.

Type : Bandes de seigle d'hiver.
Lieu : Léningrad, Russie.
Référence : Byckova, 1958.

36. Les rendements en fraises ont été plus élevés dans les champs protégés que dans les champs non protégés.

Type : Rangées de sorgho ou de maïs semés toutes les cinq ou six rangées de fraises.
Année : 1950-60.
Lieu : Ukraine, Russie.
Référence : Bereznoj, 1956.

37. Les rendements en pommes de terre ont augmenté de 16 % et ceux des betteraves sucrières de 23 % sous la protection du brise-vent par rapport aux champs non protégés.

Année : 1909-25.
Lieu : Jutland, Danemark.
Référence : Soegaard, 1954.

38. Les rendements en pommes dans les zones abritées par les brise-vent ont été les suivants en boisseaux à l'acre :

a) 175 à 1,5 H;
b) 90 à 3 H;
c) 39 à 5 H;
d) 30 à 6 H;
e) 26 à 8 H.

Type : Brise-vent de quatre rangées de feuillus, d'une hauteur de 6 m.
Année : 1919-22.
Lieu : Jutland, Danemark.
Référence : Soegaard, 1954.

39. Les augmentations de rendement dues à la protection fournie par les brise-vent ont été de 160 % pour les pommes de la variété Cox et de 32 % pour les Golden Delicious.
Année : Récente.
Lieu : Zeeland, partie occidentale des Pays-Bas.
Référence : Inst. Voor Toegepast, 1956.

40. Les rendements en haricots verts ont été plus élevés et la qualité meilleure dans les champs protégés que dans les champs non protégés.
Type : Plants de maïs et de céréales à intervalles de 4,5 m à 6 m.
Année : 1950-60.
Lieu : Pays-Bas.
Référence : Koomen, 1957.

41. Les fraises ont mûri plus tôt et leurs rendements ont augmenté dans la zone située entre 0 et 20 H par rapport aux rendements dans les champs non protégés.
Type : Brise-vent de peupliers, d'une hauteur de 13,70 m.
Année : 1952-54.
Lieu : Pays-Bas.
Référence : Linde, 1955.

42. Les rendements en pommes ont augmenté de 75 % et les rendements en poires de 121 % dans la zone abritée située entre 6 et 12 H par rapport aux rendements en terrain découvert.
Année : Moyenne de cinq années pendant la décennie 1950-60.
Lieu : Pays-Bas.
Référence : Rhee, 1957.

43. Les pommes de terre ont donné de 21 à 24 % de plus en terrain abrité que dans les champs découverts et non protégés.
Lieu : Allemagne.
Référence : Caborn, 1957.

44. Les rendements en pommes de terre ont été plus élevés sur les champs abrités que sur les champs découverts.
Type : Brise-vent constitués par une levée de terre.
Lieu : Schleswig-Holstein, Allemagne.
Référence : Thran, 1952.

45. Les betteraves sucrières ont donné 6 % de plus en poids et 8 % de plus en sucre dans la zone abritée située entre 0 et 28 H que dans la zone située entre 32 et 60 H.
Type : Brise-vent de peupliers, frênes et févriers d'une hauteur de 8 m et d'une largeur de 6,70 m.

Année : 1955.
Lieu : Allemagne.
Référence : Hanke et Kaiser, 1957.

46. La croissance des petits pois et des haricots a été plus forte dans les champs abrités que dans les champs découverts et meilleure sur les terrains en pente que sur les terrains plats.

Type : Brise-vent d'arbres.
Année : 1950-60.
Lieu : Japon.
Référence : Yamamoto, 1957.

Bétail.

47. Les bovins qui ont hiverné dans les zones protégées ont subi moins de pertes et ont eu besoin de moins d'aliments pour subsister que ceux qui ont hiverné sur des prairies non protégées. Les brise-vent d'arbres ont assuré une meilleure protection que les hangars construits.

Type : Zone plantée d'arbres et de broussailles, hangars.
Année : 1920-30.
Lieu : Montana, Etats-Unis.
Référence : Vinke et Dickson, 1933.

48. Les élevages situés dans les régions plates découvertes et non protégées ont eu besoin en moyenne de 50 % d'aliments du bétail de plus en hiver que les élevages situés dans les régions jouissant d'une protection naturelle du fait de la topographie des arbres ou des broussailles.

Type : Zone boisée et à broussailles, à relief accidenté.
Lieu : Dakota du Nord, Etats-Unis.
Référence : Johnson, 1947.

49. La valeur de la protection, estimée par 44 éleveurs spécialisés dans l'embouche a atteint en moyenne $ 802 d'économie sur les aliments et un supplément de bénéfices de 839 %, soit au total $ 1 313 d'économie annuelle moyenne (prix de 1929-35) par exploitation ayant 100 bovins.

Type : Peuplements naturels et artificiels d'arbres.
Année : 1936.
Lieu : Dakota du Sud, Etats-Unis.
Référence : Collins, 1952.

50. Les éleveurs des régions de dunes affirment que les pertes subies en hiver du fait des gelées, du vent du nord, de la neige et de l'impossibilité de nourrir les animaux sont considérablement réduites si le bétail peut pénétrer dans des plantations d'arbres qui lui assurent une protection.

Type : Plantations de conifères.
Année : 1940.
Lieu : Nebraska, Etats-Unis.
Référence : Service Forestier des Etats-Unis.

51. Les températures élevées réduisent le rendement en lait des vaches qui sont normalement de fortes laitières. Les grands froids et les vents violents abaissent la température des vaches laitières. (Les effets modérateurs des arbres des brise-vent sur la température et le vent contribuent donc à accroître au maximum la production laitière.)

Lieu : Pays-Bas.
Référence : Oosterlee, 1958.

52. Les porcs ont besoin d'être protégés contre le soleil au cours des étés chauds et contre les vents froids en hiver. Les brise-vent fournissent un abri bon marché et rentable tout en empêchant l'érosion éolienne autour des enclos.

Type : Brise-vent à feuilles caduques.
Lieu : Queensland, Australie.
Référence : Abell, 1947.

Bâtiments de fermes.

53. Les économies en combustible nécessaires au chauffage des locaux ont été les suivantes :

a) 25 % (brise-vent exposés au nord seulement);
b) 33 % (brise-vent exposés au nord et à l'ouest);
c) 40 % (brise-vent sur les quatre côtés).

Type : Brise-vent d'arbres et barrières artificielles.
Saison et année : Hiver 1936-37.
Lieu : Dakota du Sud, et Nébraska, Etats-Unis.
Référence : Bates, 1945.

54. Les économies réalisées sur la consommation de gaz naturel à Topeka, Kansas, ont été de $ 10 par saison pour les maisons protégées par des brise-vent par rapport à celle qui n'avaient aucune protection.

Type : Brise-vent situés à 2 H au vent de la maison.
Année : 1950-60.
Lieu : Kansas, Etats-Unis.
Référence : Woodruff, 1954.

55. Les dégâts annuels moyens occasionnés par le vent (pour une période de dix ans) calculée sur quatre-vingt douze exploitations munies de types différents de brise-vent se sont échelonnées entre $ 3,92 pour celles qui avaient les meilleures plantations et $ 40,30 pour celles qui avaient les plus mauvaises.

Type : Brise-vent d'une qualité excellente à médiocre.
Saison et année : Hiver 1940-50.
Lieu : Dakota du Sud, Etats-Unis.
Référence : Collins, 1952.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Introduction	13
Pourquoi planter des brise-vent?	16
L'action des brise-vent sur le milieu	18
Effet sur la vitesse du vent	19
Effet sur la température et l'humidité de l'air	22
Effets sur l'évaporation	23
Effet sur la température du sol	24
Effets sur l'humidité du sol et l'accumulation de la neige	25
Effets sur les propriétés du sol	26
Action des brise-vent sur les plantes et les animaux	27
Effets sur les cultures	27
Effets sur les fermes et le bétail	29
Comment utiliser les brise-vent pour protéger les récoltes	30
Monovalents ou polyvalents?	32
Types de brise-vent et leurs fonctions	33
Brise-vent destinés à protéger les champs	34
Brise-vent destinés à protéger les fermes	42
Brise-vent pour la protection du bétail et des prairies de grand parcours	44
Brise-vent destinés à protéger les installations d'utilité publique	46
Comment choisir les arbres des brise-vent	
Facteurs à considérer	48
Choix des essences adaptées au lieu de plantation	49 50
Choix des espèces pour les brise-vent en fonction de leurs caractéristiques	53
Espèces recommandées	56
Comment disposer et espacer les arbres dans les brise-vent	64
Croissance et développement avec l'âge	65
Disposition des différentes espèces	68
Espacement entre les rangées	69
Espacement entre les arbres de la rangée	71
Comment préparer la terre pour planter les arbres	73
Pourquoi faut-il préparer la terre?	73

Types de méthodes de préparation du sol 74
Comment choisir les méthodes à employer 76
Méthodes générales valables pour toutes les terres 77
Pratiques culturales qui dépendent du sol et de l'utilisation de la terre 78
Méthodes recommandées 79
Comment se procurer et conserver les jeunes plants 83
Où acheter les jeunes plants 84
Indication de l'origine des semences 86
Nécessité d'indiquer les dimensions et les qualités 87
Emballage et expédition 90
Que faut-il faire après réception des arbres à l'exploitation? 91
Conservation 92
Mise en jauge 92
Comment planter les brise-vent? 94
Quand faut-il planter? 94
Disposition 95
Profondeur de plantation 96
Soins à donner aux arbres pendant la plantation 97
Plantation à la machine 99
Plantation à la main 99
Comment entretenir et protéger les arbres des brise-vent 100
Pourquoi il est important de détruire la végétation 100
Méthodes de destruction des mauvaises herbes 101
Pourquoi une protection est-elle importante? 107
Méthodes de protection 107
Comment entretenir les brise-vent 124
Objectifs de l'entretien 125
Empêcher l'étouffement des arbres 125
Dégager les conifères 126
Ajouter des conifères 127
Modifier la densité de l'étage inférieur 127
Réduction de la largeur 128
Méthodes d'entretien 129
Coupes d'éclaircie et de dégagement 129
Traitement en taillis 132
Plantations intercalaires 132
Utilisation de la reproduction naturelle 133
Taille 134
Annexe 136
Exemples des effets des brise-vent sur le milieu 136
Exemples des effets des brise-vent sur les cultures, le bétail et les bâtiments d'habitation 146