

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 109 (1958)  
**Heft:** 8-9

**Artikel:** La sélection et la classification des arbres en génétique forestière  
**Autor:** Matthews, J.D.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766289>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# La Sélection et la classification des arbres en génétique forestière

Par J. D. Matthews, généticien, Forestry Commission, Grande-Bretagne

## Introduction

La sélection d'arbres de qualité exceptionnelle est une des fonctions les plus importantes de la génétique forestière et de l'amélioration des arbres forestiers. Knight (1948) a défini la *sélection* comme « le choix, dans une *population*, d'individus qui présentent des caractères exceptionnels, pour en améliorer le type moyen ». L'objectif immédiat de la sélection est la production contrôlée de races supérieures d'arbres forestiers.

L'amélioration suppose la variation chez les arbres, et une partie de cette variation doit être héréditaire. L'étude de la variation héréditaire doit donc se faire à partir d'un programme d'amélioration ou en constituer une partie intégrante. Presque tout phénomène mesurable, comme une *population* d'arbres, renferme une variabilité individuelle plus ou moins forte quant à un ou plusieurs caractères. Cette variabilité est quelquefois très évidente, comme celle de la forme des rameaux dans des peuplements naturels d'épicéa commun (Bouvarel, 1956), celle de la vitesse de croissance et de la coloration du feuillage décelable, dans un arboretum, entre divers clones de *Chamaecyparis lawsoniana* (Rehder, 1951) ou encore dans la résistance à la rouille vésiculeuse chez *Pinus monticola* (Bingham *et al*, 1953). Non moins évidente, lorsqu'on engage certains procédés pour la découvrir, est la variabilité individuelle qui existe, dans la densité du bois, dans le cas de *Pinus taeda* (Zobel et Rhodes, 1955), et on a découvert nombre d'exemples de variations physiologiques telles que les productions variées de tannins et d'oléorésines (Dorman, 1952).

Il est généralement possible de déterminer, dans de telles populations, par des méthodes appropriées d'*échantillonnage*, des individus de qualité exceptionnelle qui présentent un ou plusieurs caractères précieux pour le sylviculteur, le reboiseur ou l'utilisateur du bois. Ce sont ces individus qui sont l'objet d'une sélection dans le but de produire des races nouvelles et améliorées, mais cette sélection ne constitue qu'une partie, essentielle il est vrai, d'un plus vaste problème.

En effet, les arbres ainsi sélectionnés ne sont que des phénotypes, c'est-à-dire qu'ils sont les résultats de l'action combinée de génotypes et de facteurs externes depuis une période de temps plus ou moins longue. Pour que ces arbres puissent être avantageusement multipliés et produire des races supérieures, ils doivent posséder des génotypes favorables, en d'autres mots une constitution génétique supérieure liée à l'aptitude à transmettre à leurs descendants leurs caractères exceptionnels. Ces qualités sont déter-

minées par l'établissement de collections de clones et des tests de descendance.

Le sélectionneur devrait, d'une façon idéale, commencer la sélection à l'intérieur d'une espèce donnée, armé d'un certain flair pour la sélection et, grâce à une bonne connaissance de l'état et de l'importance des besoins actuels et futurs, étudier la variabilité individuelle par rapport aux caractéristiques désirées, l'existence de relations entre les caractères importants, la localisation des peuplements exceptionnels, les réactions physiologiques de l'essence durant son cycle vital, les résultats des collections de clones et des tests de descendance à partir desquels il sera en mesure d'estimer l'aptitude à la transmission des caractères importants et, en dernier lieu, les relations cytologiques et phylogénétiques à l'intérieur du genre auquel appartient l'espèce. En fait, cependant, le sélectionneur possède très peu de données de cette nature et tente d'obtenir ces informations de la manière la plus rapide possible. La multiplicité des facteurs à considérer jointe au manque de connaissances sur la plus grande partie de ces facteurs affectent le programme d'amélioration, en particulier pour ce qui est du champ d'action et des critères de la sélection.

#### **La portée et les objectifs de la sélection**

Les objectifs de la sélection peuvent s'exprimer de la façon suivante:

- fournir des parents comme sujets immédiats à multiplier;
- fournir du matériel pour l'étude morphologique, physiologique, cytologique et génétique d'un genre ou d'une espèce;
- préserver les races et les gènes de valeur.

La portée du programme d'amélioration peut être soit relativement restreinte, soit très vaste, et sa définition dépend d'une multitude de considérations dont la plus importante est sans aucun doute le fait que les arbres sélectionnés sont purement et simplement de bons phénotypes. D'autres facteurs qui influencent la portée du programme d'amélioration sont l'importance du genre ou de l'espèce choisis dans l'économie forestière de la région où l'on opère, les besoins actuels et l'évolution probable de la demande en telle ou telle catégorie de produits, la qualité et l'étendue du matériel sur pied, le nombre de caractéristiques incluses dans le programme de recherches et, finalement, les ressources en main d'œuvre et financières disponibles pour l'amélioration de l'arbre et la recherche génétique.

En Grande-Bretagne, par exemple, le pin sylvestre constitue l'espèce résineuse la plus importante et il y a toutes les chances pour qu'il en soit encore ainsi à l'avenir, principalement en Ecosse. Le matériel ligneux fut un temps assez fort et varié, mais il a été considérablement réduit tant en dimensions qu'en qualité durant le dernier demi-siècle, de sorte qu'un

programme de sélection et d'amélioration a été mis en œuvre dans le dessein d'améliorer l'espèce sous plusieurs rapports, notamment en ce qui concerne la croissance, la forme et la résistance aux conditions défavorables. La portée de ce programme d'amélioration est donc vaste, et les arbres sont sélectionnés dans trois secteurs principaux, à savoir dans des plantations de 30 à 120 ans, d'origine inconnue, dans des plantations âgées de plus de 120 ans très probablement de source indigène et dans les restes des forêts naturelles de pins d'Ecosse, afin d'être sûrs de conserver au moins une partie de cette réserve naturelle précieuse de gènes (M a t t h e w s et M c L e a n , 1957).

En revanche, bien que l'épicéa de Sitka occupe une place non négligeable dans les forêts de la Grande-Bretagne, il n'est utilisé toutefois d'une façon intensive dans les reboisements que depuis une quarantaine d'années et les critères de sélection ne sont pas encore sûrs, de sorte que quelques arbres seulement ont été sélectionnés jusqu'à présent.

Les programmes d'amélioration des arbres forestiers dans les différents pays peuvent être groupés, selon leur nature, de la façon suivante:

- dans une région ou un pays donné, on sélectionne certains arbres d'une espèce particulière ou de quelques espèces voisines qui satisfont à des critères jugés d'importance pour en obtenir par la suite des graines améliorées;
- dans une région ou un pays donné, on tente de choisir, puis de préserver un grand nombre de races ou de gènes disponibles, comprenant plusieurs arbres, dont une minorité constituent des variétés rares ou des mutants ne possédant aucune valeur *actuellement* au point de vue sylvicole. Un travail de cette nature est en progrès dans plusieurs pays;
- la portée du programme d'amélioration peut être étendue jusqu'à embrasser tous les genres et espèces présents sur un territoire, et avoir pour but d'offrir une vue d'ensemble des races diverses qui font partie d'un genre ou d'une espèce. Des exemples illustrant des recherches de cette nature sont fournis par L a n g n e r (1956) pour le mélèze et par P a u l e y et P e r r y (1954) dans le cas du peuplier.

### **L'organisation du programme d'amélioration**

Les questions qui se posent tout d'abord sont de savoir si les arbres sélectionnés devront représenter des populations distinctes ou des régions bien délimitées, être choisis dans des stations déterminées ou dans des conditions très variées allant de l'optimum aux extrêmes et être à peu près du même âge ou bien s'échelonner depuis le jeune âge jusqu'à passé l'âge de la maturité.

Les objectifs de la sélection sont utiles, mais la sélection elle-même ne doit pas être planifiée à l'excès, dans tous ses moindres détails, mais au

contraire, elle doit avoir une portée assez vaste pour tirer un avantage de tout ce qui est présent sur le terrain. On pourra par exemple avoir décidé, dans un programme d'amélioration en cours, de sélectionner disons vingt ou trente tiges ou plus de pins sylvestres dans un territoire donné, mais s'il s'avère superflu et dispendieux de parcourir le même territoire plus d'une fois, il conviendrait de sélectionner, identifier et décrire, par la même occasion, les arbres exceptionnels tels qu'ils sont, sans égard à l'espèce et aux besoins actuels.

Si l'on peut disposer de classifications climatologiques, écologiques ou botaniques, leur emploi s'avérera utile à l'organisation du programme d'amélioration, notamment dans la détermination des conditions climatiques ou stationnelles limites ou des races rares, mais ces classifications ne devraient en aucun cas être observées servilement, car il se peut que les indications recueillies lors de la propagation végétative des arbres sélectionnés contribuent elles-mêmes à modifier ou à compléter les classifications, climatologiques ou écologiques, en révélant la justesse ou, au contraire, l'inexactitude des régions délimitées. De la même façon, les indications recueillies peuvent amener la révision d'une classification botanique et, en particulier, lorsqu'il s'agit de données sur un genre botanique, peuvent révéler de nouvelles liaisons phylogénétiques susceptibles de faire disparaître les frontières érigées entre espèces sur la base de critères d'ordre morphologique.

#### **L'étude de la variation et des autres questions qui touchent à la sélection**

Les études de la variabilité individuelle chez une espèce donnée (comme celle de *Critchfield*, 1957, sur *Pinus contorta*) sont précieuses pour le spécialiste en génétique forestière, notamment en ce qu'elles illustrent l'ampleur de cette variabilité individuelle souvent insoupçonnée dans tout peuplement forestier et entre différentes populations.

Lors des études de la variabilité entre populations, on doit prendre en considération les relations qui peuvent exister entre deux caractéristiques données. Par exemple, *Holst* (1955) a trouvé une relation entre la largeur de la cime chez l'épicéa commun et sa résistance aux attaques du charençon et *Fielding* (1957) fait part de corrélations, dans le cas de *Pinus radiata*, entre le nombre de verticilles des branches produits annuellement et l'abondance des cônes, ainsi qu'entre la longueur et le diamètre des branches et la rectitude du fût. Il convient également d'attacher une grande attention aux relations qui peuvent subsister entre les caractères juvéniles et les caractères adultes chez un même individu. Citons à ce sujet la relation rapportée, chez *Pinus taeda*, entre la densité du bois initial et celle du bois final par *Zobel et Rhodes* (1956).

Un autre sujet relié à la sélection est celui de la *capacité héréditaire* (heritability), définie par Knight (1948) comme cette partie de la variabilité individuelle qui est due à des différences dans la constitution héréditaire. Des estimés des caractères qui peuvent être transmis d'une génération à l'autre sont à même de nous donner une mesure de la valeur de la sélection de certains caractères chez divers types de populations et permettent d'établir un indice du pouvoir de transmission des caractères des parents aux descendants (Hayes *et al*, 1955). L'ouvrage récent de Toda (1958) sur la transmission des caractères héréditaires chez *Cryptomeria* en fournit un bon exemple.

Comme l'efficacité de la sélection, c'est-à-dire les chances de sélectionner de bons géotypes, dépend essentiellement des informations d'ordre cytologique, génétique, physiologique, etc. disponibles, il semble certain que la sorte de programme d'amélioration le plus à désirer soit celle qui permet la plus vaste sélection possible.

### Les critères de sélection

En général, on sélectionne des tiges qui présentent un ou plusieurs des caractères suivants: une forte croissance, des formes exemplaires, une résistance naturelle aux parasites, une adaptation aux conditions difficiles, une aptitude à produire un maximum de graines viables, du bois de qualité et, dans certains cas, à donner des produits secondaires de valeur.

L'essentiel du travail de sélection et du choix des critères provient directement des objectifs du projet d'amélioration des arbres. Si, par exemple, la fin est de produire des races capables de croître aux hautes altitudes, comme en Suisse ou en Autriche, on s'occupera avant tout de sélectionner des individus capables de croître et de demeurer sains sous ces conditions particulières. De même, si l'essence à améliorer est destinée à être aménagée par courtes rotations, à occuper des stations de bonne qualité et à être élaguée artificiellement, comme c'est le cas pour le peuplier, il faudra prendre d'abord en considération des caractères comme la vigueur, la rectitude du fût, la santé et la qualité du bois et délaissier la position des branches sur le tronc. Dans le cas d'essences économiquement importantes mais en danger sérieux par des parasites, comme le châtaignier ou les pins à cinq feuilles aux USA, il sera préférable, en premier lieu, de choisir des tiges qui semblent exemptes de maladies. Il est assez rare que des phénotypes aient l'avantage de posséder à la fois une grande valeur sylvicole et utilitaire et une résistance naturelle aux parasites, mais il existe des procédés comme l'hybridation intra spécifique et les croisements de retour (back-crossing) pour faire apparaître ces qualités



recherchées chez une même variété. De la même manière, et par analogie avec le blé, il peut en outre s'avérer nécessaire de fabriquer des génotypes possédant une résistance naturelle ainsi qu'une immunité contre des changements éventuels dans le cours de la maladie elle-même.

La plupart des sélections faites en se basant sur l'aspect extérieur des arbres comprennent des phénotypes choisis pour leurs caractéristiques sylvicoles précieuses pour l'utilisateur, mais elles doivent être complétées par des repérages de races rares ou de mutants doués de caractères anormaux. Comme exemple, on peut mentionner les arbres qui croissent à la limite de distribution naturelle de l'espèce, ceux qui ont atteint un âge respectable ou des dimensions supérieures ou les deux à la fois, les semis et les plants repiqués très vigoureux, les individus dont la coloration du feuillage a été modifiée, qui peuvent tous présenter un grand intérêt pour l'étude génétique, les tiges polyploïdes, les mutants mâles stériles, etc.

La sélection, dans différents pays, se fait par rapport à de nombreux critères, qui présentent cependant entre eux certaines similitudes qui permettent de les grouper ainsi:

Tableau 1

**Les critères utilisés dans la sélection individuelle pour l'amélioration des arbres**

Principaux caractères	Constituants	Remarques
Forte croissance	Forte croissance en diamètre et en hauteur, appréciée par comparaison avec des voisins immédiats de même âge.	Les classes d'âge préférées équivalent généralement à peu près à la révolution.
Critères de forme	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Caractéristiques du fût: rectitude, forme circulaire, pousse terminale dominante *, absence de bifurcations, pied droit, etc.</li> <li>b) Bon élagage naturel, absence de pousses épiscopormiques.</li> <li>c) Couleur, épaisseur et texture de l'écorce.</li> <li>d) Largeur réduite et forme régulière de la cime; feuillage abondant et sain.</li> <li>e) Finesse des branches, angle d'insertion, nombre restreint de branches.</li> </ul>	La plupart de ces caractéristiques sont spécifiques pour presque toutes les essences qui sont l'objet de sélections. Les caractéristiques marquées d'un astérisque (*) s'appliquent aux feuillus.
Résistance aux parasites	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Résistance apparente aux maladies d'importance économique.</li> <li>b) Résistance apparente aux attaques d'insectes.</li> </ul>	Exemples: sélection de pins Weymouth résistants à la rouille; d'épicéas communs résistants aux charençons (H o l s t, 1955).

Principaux caractères	Constituants	Remarques
Adaptation aux conditions difficiles	a) Résistance aux gelées hâtives ou tardives. b) Résistance aux basses températures hivernales. c) Résistance à la pression exercée par la neige et à celle du vent, principalement aux hautes altitudes et sur les rivages marins. d) Résistance à la sécheresse.	Larsen groupe ces critères sous l'appellation commune de «qualités primaires» (pioneer Qualities).
Aptitude à la production de graines fertiles	Aptitude à produire régulièrement des graines douées d'une forte capacité germinative et d'une bonne énergie de germination.	Voir en particulier Ehrenberg <i>et al</i> (1956).
Qualité du bois	Aptitude à produire des bois de qualité exceptionnelle pour la construction, les mines, placages, sciages, grâce aux critères suivants: a) Finesse du grain, densité faible ou forte du bois, longueur des fibres, proportion de bois de printemps par rapport au bois d'été, de bois de cœur par rapport au bois vert, rendement fort en cellulose et faible en lignine. b) Régularité des accroissements.	La sélection en vue de la production de bois de qualité est cet aspect de l'amélioration des arbres forestiers qui se développe le plus rapidement à l'heure actuelle. Voir Mitchell (1956), Dadswell (1951) et Zobel et Rhodes (1957).
Forte production de produits secondaires	a) Productions de fruits et de graines de qualité supérieure. b) Proportion de tannins et de résines de bonne composition chimique.	Consulter à ce sujet les études de Dorman (1952) et de Bouvarel (1956). Voir Mergen <i>et al</i> (1955).

### La sélection des arbres de qualité exceptionnelle

Les arbres de grande valeur pour l'étude de la génétique forestière et la sélection individuelle peuvent être trouvés soit dans des forêts naturelles, soit dans des plantations, ou encore dans des places d'essais spéciales ou des arboretums. Bien que la plupart d'entre eux soient choisis dans les forêts cultivées et les plantations, il s'avère quelquefois nécessaire d'en rechercher dans les endroits isolés, là où les arbres sont peu nombreux et éloignés les uns des autres. On a déjà découvert, de cette manière, d'utiles spécimens dans un peuplement de pins sylvestres situé dans les régions arctiques (Ehrenberg *et al*, 1955), des pins cembro à bois très dur près de la limite altitudinale des forêts, en Autriche (Holzer, 1957) et des frênes, érables et ormes de qualité exceptionnelle de long des routes ou dans les villes de la Hollande (Boom, 1957, Heybroek, 1957).



La question de l'étendue souvent très vaste du terrain à parcourir et des tournées dans de nombreux peuplements est sérieuse, mais même dans le cas des pays à territoire restreint, il est clair que bien peu de travail effectif peut être effectué sans la collaboration des propriétaires de forêts et des forestiers et, bien souvent, du public en général. En outre, plusieurs pays ont adopté le principe de choisir pour la récolte des graines, les forêts, plantations, bouquets ou arbres individuels qui représentent les meilleurs phénotypes. La méthode utilisée en Grande-Bretagne pour la récolte des graines et le choix des arbres de qualité exceptionnelle ressemble fort à celle qui est en usage dans plusieurs autres pays et servira par la suite à illustrer plusieurs points.

Rappelons d'abord que les deux tiers environ des forêts britanniques sont la propriété de particuliers, et le premier pas à faire est d'intéresser ces propriétaires forestiers à préserver les arbres ou les peuplements de valeur, en les instruisant au moyen d'articles publiés dans les journaux et les revues forestières. Des conférences avec projections lumineuses, des exhibits lors des foires agricoles donnent aussi d'excellents résultats et fournissent d'amples renseignements.

L'étape suivante consiste à choisir chaque année une région forestière et à solliciter du personnel chargé de la gestion des forêts tant privées que publiques, à l'intérieur de ce périmètre, au moyen d'une lettre circulaire expliquant les objectifs de la campagne en cours, tous les renseignements qu'il possède sur les peuplements ou les individus recherchés pour la sélection: essence, âge, étendue et localisation, nom et adresse du propriétaire et raisons du choix effectué. Une formule spéciale a été imprimée pour enregistrer ces indications et bien d'autres que nous obtenons de la Forestry Commission, grâce aux inventaires périodiques exécutés, et en consultant la littérature forestière.

Les renseignements recueillis de cette manière servent ensuite à l'élaboration d'un programme de tournées qui renferment des visites dans les territoires les plus prometteurs dans un but de sélection. Un personnel spécialisé s'occupe alors, durant les mois d'été, au cours de tournées, de sélectionner et de repérer sur le terrain les peuplements, places d'essais ou individus de valeur et de figurer leurs dimensions et leurs caractéristiques sur des fiches individuelles. Ces indications sont analysées et vérifiées au cours de l'hiver suivant.

### **L'échantillonnage et la sélection**

Il convient d'insister encore sur le fait que les sélections sont faites en se basant sur l'aspect extérieur des arbres, c'est-à-dire que l'on choisit de bons phénotypes, qui sont le résultat de l'action mutuelle entre la constitution héréditaire de l'individu (son génotype) et les conditions de milieu.

Il s'ensuit qu'il est indispensable de bien connaître ces conditions de milieu, en obtenant les renseignements suivants:

- une description des conditions stationnelles et climatologiques;
- des indications sur l'âge, l'origine et l'histoire de l'arbre (ou du peuplement, si l'arbre fait partie d'un massif);
- une estimation de la vitesse de croissance, de la forme de l'arbre, de son état de santé et des autres caractéristiques individuelles par rapport aux voisins immédiats.

En outre, il est essentiel de repérer distinctement sur le terrain les arbres sélectionnés et de figurer sur une fiche leurs principales caractéristiques.

L'*échantillonnage* idéal devrait consister à adopter une technique *standard* de mesurage mais, en fait, on emploie une combinaison des trois méthodes suivantes: la méthode descriptive, la méthode du classement et le mesurage. La méthode du classement est une technique précieuse surtout à cause de sa rapidité et de sa facilité opérationnelle. On l'utilise dans le cas des caractéristiques qui n'offrent pas de solutions de continuité et qu'on partage arbitrairement en un certain nombre de classes. L'écart de la variation est déterminé par des études préliminaires et permet de diviser celle-ci en trois, quatre, ou mieux cinq classes, chaque arbre étant réparti dans l'une ou l'autre classe par une estimation de l'opérateur.

Il peut s'avérer inutile, dans certains cas, de faire usage de *toutes* les classes pour la sélection d'individus, mais il est toujours avantageux de posséder une technique d'*échantillonnage* standard, lorsqu'il s'agit de recherches sur la génétique et l'amélioration des arbres, à laquelle quelques classes peuvent s'appliquer. Ainsi, l'estimation de la courbure du fût peut procéder à partir du classement suivant:

1. fût absolument droit.
2. courbure légère du fût: la courbure viendra vraisemblablement à disparaître et n'affectera d'aucune manière la qualité future de l'arbre.
3. forte courbure du fût: défaut probablement permanent qui affectera la qualité.

D'une façon générale, seulement les tiges qui font partie de la première classe (à fût droit) seront l'objet d'une sélection, mais si l'objectif premier de la sélection est la détermination d'arbres résistants aux maladies cryptogamiques, on pourra alors aussi choisir des individus de la seconde catégorie afin d'obtenir des gènes doués de la résistance voulue.

Un autre exemple de la méthode du classement est fourni par les classes utilisées lors de l'évaluation du débouillage des bourgeons. Le processus de débouillage a été ici divisé en quatre stades principaux:

- stade 1: état de repos hivernal;
- stade 2: bourgeons gonflés, à la veille d'éclater;
- stade 3: bourgeons éclatés faisant apparaître quelques feuilles;
- stade 4: débourrage complet. Pour les essences à feuilles caduques, ce stade n'est atteint que lorsque les deux premières feuilles sont entièrement ouvertes; pour les conifères, lorsque cinq des premières aiguilles semblent avoir atteint leur longueur définitive.

Les stades ainsi délimités par classement peuvent être employés par un observateur consciencieux pour faire des comparaisons d'individu à individu. La justesse de l'observation dépend en première analyse de la bonne définition de chacune de ces classes arbitraires. L'utilisation de diagrammes et de clichés illustrant les divers stades est fortement à conseiller.

Quant aux notes descriptives, elles sont précieuses mais les descriptions faites devraient toujours être d'une exactitude rigoureuse et soignées (des exemples sont donnés plus loin). Les notes devraient notamment résumer les objectifs de la sélection et les observations climatologiques, stationnelles et botaniques qui viennent l'influencer. Enfin, un cliché, sinon un dessin, complètent avantageusement la fiche.

La fiche où doit figurer chaque arbre en particulier offre généralement la possibilité d'inscrire les renseignements suivants:

- Noms commun et scientifique de l'espèce et de la variété d'arbre sélectionnée; numéro permanent d'identification; nom du sélectionneur et date de la sélection.
- Localisation de l'arbre: canton, forêt, latitude et longitude; nom et adresse du propriétaire dont on a obtenu la permission de récolter des graines ou des greffons.
- Description des conditions de milieu: altitude, exposition, pente, géologie, types de sols, association forestière.
- Description des conditions climatologiques: température, précipitations atmosphériques, nombre d'heures d'ensoleillement, zones climatiques et autres facteurs essentiels.
- Description du peuplement: composition, structure, âge, classes de fertilité, historique des aménagements, origine (peuplement d'origine naturelle ou planté; graines indigènes, importées ou d'origine inconnue.)
- Description de l'arbre: voir au tableau 2.

Le tableau suivant montre les principales caractéristiques individuelles qui sont généralement prises en considération en liaison avec différentes méthodes d'échantillonnage variables selon la caractéristique qu'on veut décrire lors des sélections.

Tableau 2

## L'échantillonnage des dimensions et des caractéristiques des arbres sélectionnés

Caractéristiques	Constituants	Méthode d'échantillonnage
1. Age	Nombre de saisons de végétation depuis la plantation ou la régénération.	par comptage des cernes annuels des voisins immédiats.
2. Dimensions	Hauteur totale, longueur du fût, diamètre à 1,30 mètres.	au moyen du dendromètre et d'un galon circonferentiel.
3. Volume	Volume sous écorce.	à partir d'un tarif de cubage ou par calcul.
4. Rectitude du fût	Arbre courbe, penché ou les deux à la fois; irrégularités le long de la tige; grain spiralé ou spécial.	par classement et description.  par l'inspection de l'écorce interne.
5. Qualité du fût	type de fût; section circulaire; cannelures, etc. élagage naturel; pousses épicorniques.	classement. classement et mesurage. classement et description. mesurage et description de la cime.
6. Ecorce	Texture, épaisseur et couleur.	Méthode descriptive et mesurage de l'épaisseur.
7. Tige	Dominance de la pousse terminale; absence de fourches.	Méthode descriptive. Méthode descriptive.
8. Cime	*Longueur et largeur; forme et densité.	Mesurage. Description et classement.
9. Forme des branches	Nombre, diamètre et longueur; angle d'insertion.	Mesurage, classement et description.
10. Etat de santé	Etage dominant, intermédiaire ou opprimé; dommages par les parasites; dommages dus à la sécheresse, à l'excès d'humidité, aux gelées, aux vents, aux fumées industrielles; dommages causés par les machines et les outils.	Mesure de la hauteur totale. Description et classement.
11. Phénologie	Débourrage; chute des feuilles; longueur de la saison de végétation, dates de floraison et de fructification.	
12. Morphologie	Dimensions, forme, structure et poids sec des feuilles; caractéristiques des pousses et des bourgeons; dimensions, forme et structure des fleurs, fruits et graines.	Mesurage et description basés sur une ou plusieurs branches prises dans le milieu de la cime de l'arbre.

\* Hauteur de la cime: noter la distance depuis le sol jusqu'au niveau où l'on trouve des branches vertes de tous les côtés, ainsi que la distance du sol à la première branche verte sur le tronc.

Caractéristiques	Constituants	Méthode d'échantillonnage
13. Bois*	Longueur des fibres et des fibrilles; densité du bois; proportion de bois de printemps par rapport au bois d'été; dureté naturelle, degré de formation du bois de cœur; grain spiralé; présence de bois initial.	Mesurage et description d'après de très petits échantillons de bois (Voir D a d s w e l l, 1957). Examen de la dureté du bois au laboratoire (Voir N o r t h c o t t, 1957).
14. Produits secondaires	Qualité des fruits, des noix et des graines; composit. chimique des tannins, résines et autres produits.	Mesurage, classement et description. Mesurage et description d'après les standards industriels.

### L'estimation de la croissance

Les caractéristiques qu'il faut mesurer pour estimer la vitesse de croissance d'un arbre sont l'âge, la hauteur et le diamètre, qu'on compare avec celles de voisins immédiats de même âge ou avec des indications tirées de places d'essais temporaires. Ces indications sont souvent présentées sous forme de graphiques (L ü c k e, 1951) ou dans un tableau. Lorsqu'il est aisé de les obtenir, des courbes donnant la hauteur en fonction de l'âge, comme celles qui apparaissent dans les tables de production de la Forestry Commission (H u m m e l et C h r i s t i e, 1953) constituent une aide précieuse pour l'évaluation de la vitesse de croissance, et M i t c h e l l (1956), dans une étude à ce sujet, présente de ces courbes extraites de tables de production, qu'il emploie pour estimer la vigueur d'individus de *Larix decidua*.

Toutefois, les dimensions des arbres sélectionnés sont maintes fois supérieures à celles que fournissent la plupart des tarifs de cubage, et une technique standard pour la détermination du volume de l'arbre devrait être appliquée. La méthode du coefficient de forme se révèle utile dans un tel cas (Volume = hauteur totale × surface terrière × coefficient de forme).

### La détermination de l'état de santé

La sélection d'individus résistant aux parasites ou adaptés aux conditions difficiles nécessite l'utilisation de techniques d'échantillonnage particulières. Même si la sélection d'arbres résistants ne fait pas partie du programme d'amélioration, il convient de tenir compte de tous les dommages d'ordre biologique, climatique, mécanique ou autre.

### L'évaluation de la qualité du bois

On emploie de nos jours, notamment en Australie et aux USA, des tarières spéciales très fines qui servent à prélever de l'arbre sur pied de

minimes échantillons de bois permettant de déterminer la longueur des cellules, la densité du bois, le pourcentage de bois final, la présence de grain spiralé et, dans certains cas, la dureté naturelle (D a d s w e l l , 1957). Une autre technique sur laquelle on fonde de grands espoirs pour l'obtention d'indications sur la longueur des cellules primaires et la densité du bois est l'analyse technologique du matériel ligneux fourni par les ramilles (D a d s w e l l , 1957; Z o b e l et R h o d e s , 1957).

### **Le repérage et la protection des arbres sélectionnés**

#### *a) Repérage et fichier*

On n'insistera jamais trop sur l'importance qu'il y a de bien enregistrer les indications obtenues. Les dimensions et le modèle des fiches doivent dépendre des coutumes et des besoins inhérents à chaque pays, mais dans tous le cas il est bon de prendre en considération les quelques remarques suivantes:

- il est indispensable, en génétique forestière et pour la recherche sur l'amélioration des arbres forestiers, de pouvoir disposer de fiches individuelles formant une série continue afin d'éviter des pertes de temps et une dispersion des efforts dans le résumé ou la communication des renseignements;
- la fiche utilisée pour la description des arbres sélectionnés doit constituer la base des renseignements obtenus. Pour l'analyse subséquente des données recueillies, on peut faire usage d'un système de cartes perforées;
- la protection de ces fiches est, il va sans dire, de la plus haute importance. Une fiche de base est généralement gardée pour s'y référer au besoin, alors que d'autres semblables sont placées entre les mains des propriétaires des arbres sélectionnés ou expédiées aux inspecteurs forestiers locaux.

L'emploi des microfilms constitue un excellent moyen de conservation des données.

Les renseignements ainsi obtenus comprennent essentiellement:

- la fiche de base, qui renferme la description de l'arbre choisi ainsi que l'échantillonnage effectué sur le terrain;
- un plan montrant la situation de l'arbre, à une échelle de 1/10 560;
- un bon cliché.

Le repérage des arbres sélectionnés sur le terrain devrait être fait au moyen d'un cercle de peinture jaune à hauteur de poitrine, immédiatement au-dessus du numéro permanent d'identification. Il est nécessaire de prendre toutes les mesures possibles pour éviter les erreurs de numérotage lors de la transcription des notes. En Grande-Bretagne, les numéros identificateurs sont formés de trois symboles indiquant successivement l'espèce par une abbréviation, le numéro d'ordre et le nom du lieu. Une série de



dix chiffres est réservée pour chaque forêt, de sorte qu'une erreur de transcription est vite décelée par comparaison avec le nom du lieu et inversement.

Le fichier central peut se révéler à la fois fort simple et être à même de fournir une brève description et la localisation de chacun des arbres sélectionnés, autrement dit de donner des renseignements sur l'essence, le numéro de l'arbre, le lieu, etc. Lorsqu'on désire des renseignements plus complets sur un individu, on n'a qu'à se référer à la fiche individuelle de l'arbre selon son numéro d'identification.

L'existence de tels fichiers centraux établis d'après des méthodes standard de description des arbres choisis facilite considérablement les échanges internationaux de plants et de graines entre les sélectionneurs. Ces échanges ont une grande valeur et peuvent éventuellement rendre d'éminents services.

#### b) *La protection des arbres sélectionnés*

On demande, en Grande-Bretagne, à tous les propriétaires de forêts, leur coopération amicale en vue de la protection des arbres sélectionnés. Nous avons trouvé qu'il est très avantageux d'intensifier la collaboration entre le Service forestier de l'Etat et les propriétaires privés, entre les commerçants de graines et de plants forestiers et les marchands de bois afin de pouvoir développer et employer de nouvelles races de valeur supérieure, et nous avons, à cet effet, établi des Sociétés pour l'amélioration des graines (Tree Seed Associations) qui sont chargées, entre autres fins, de défendre les intérêts communs des professions déjà citées et d'informer leurs sociétaires sur les plus récents progrès de la génétique forestière et de l'amélioration des arbres forestiers. La préservation des arbres sélectionnés s'est faite jusqu'à ce jour, dans notre pays, sur une base essentiellement volontaire, et la plus grande partie des arbres choisis ont été respectés par la population.

#### **La classification des arbres sélectionnés**

A l'occasion d'une rencontre des sélectionneurs britanniques, en juillet dernier, et d'une réunion semblable en Suède (Gustafsson et ses collaborateurs, 1958), on a discuté de l'objet de la classification des arbres en génétique forestière et des termes à employer pour caractériser les différentes classes d'arbres. Les arbres sélectionnés font en effet partie des deux groupes suivants:

- ceux qui ont été sélectionnés sur la base de leur aspect extérieur (bons phénotypes);
- ceux qui ont été propagés végétativement pour s'assurer de leur bonne constitution héréditaire (génotypes).

Il semble désirable d'utiliser des termes distincts pour définir ces classes, et les notions d'*arbres plus* et d'*arbres d'élite* ont été avancées par plusieurs chercheurs. Bien que les opinions ne soient pas unanimes parmi ces derniers, il semble que l'expression « arbre d'élite » soit acceptable pour désigner les bons génotypes.

Il s'élève cependant de sérieuses difficultés quant à l'emploi du terme « plus », parce que ce dernier présente, dans l'esprit de plusieurs, un sens très restreint suggérant l'idée d'un arbre phénotypiquement supérieur ou, si l'on veut, doué de qualités exceptionnelles à tous les points de vue. En fait, comme nous l'avons dit précédemment, il est souvent nécessaire de sélectionner des variétés rares comme les polyploïdes qui n'offrent pas d'intérêt sylvicole immédiat mais qui sont intéressantes pour le sélectionneur. Cette difficulté peut être aplanie par l'emploi d'une expression plus générale comme « arbre sélectionné » ou encore en qualifiant le terme « plus » comme dans les expressions suivantes: « arbre plus quant à la croissance » (Volume Plus Tree) pour désigner celui qui a été choisi pour sa vitesse de croissance ou « arbre plus sous tous les rapports » (Absolute Plus Tree) — celui qui possède une forte croissance et d'excellents critères de forme. Les races exceptionnelles et les autres particularités sélectionnées peuvent être appelées « arbres spéciaux » (Special Tree).

Les besoins nationaux doivent jouer un rôle essentiel dans le choix de l'expression la plus juste, mais il semble que déjà les mots « plus » et « élite » soient acceptés quasi universellement.

*Arbre plus:* Synonymes: arbre sélectionné, arbre de qualité exceptionnelle, phénotype (mais pas *arbre d'élite*).

Un phénotype jugé de qualité exceptionnelle par rapport à une ou plusieurs caractéristiques, telles qu'une croissance rapide, des formes régulières, une résistance naturelle aux parasites, une adaptation aux conditions difficiles et de bonnes qualités technologiques.

*Arbre d'élite:* Arbre dont on connaît la constitution héréditaire exceptionnelle et capable de transmettre ses qualités à sa descendance.

*Arbre spécial:* Individu non classé comme arbre plus, mais protégé à cause de l'intérêt génétique qu'il présente, c'est-à-dire à cause de sa forme, de son origine ou de son histoire, de son grand âge ou d'autres caractéristiques particulières.

(Trad.: P.-E. Vézina)

## Zusammenfassung

Der Artikel behandelt im allgemeinen Selektion und Klassifizierung der Bäume in der forstlichen Genetik und Pflanzenzüchtung; besonders wird auf die Bedeutung und Schwierigkeiten hingewiesen, aus guten Phänotypen brauchbare Genotypen zu selektionieren. Es werden Arbeitsbereich und Ziel der Selektion umrissen und die Notwendigkeit eines elastischen und breitfundierten Programms betont. Daran schließt sich ein Ueberblick an über die Kennzeichen für die Selektion und das Vorgehen bei der Sammlung vorläufiger Informationen und der Bestimmung der Bäume im Bestand. Einer Diskussion der Bewertung und Beschreibung von Auslesebäumen folgen Abschnitte über deren Registrierung, Erhaltung und Klassifizierung. Abschließend werden die Begriffe Plusbaum, Elitebaum und «special tree» («Merkbaum») definiert. (Uebers.: H. Heller)

## Bibliographie

- Bingham R. T., Squillace A. E., Duffield J. W. (1953). Breeding Blinster-Rust-Resistant Western White Pine. *Journal of Forestry* 51, 3, 1953, 163–168.
- Boom B. K. (1957). Benaming, Geschiedenis en Kenmerken van een Aantal Houtachtige planten. Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen, Wageningen Mededeling 97. 1957. 37–124.
- Bouvaerel P. (1956). Génétique Forestière et Amélioration des Arbres Forestiers I. *Bulletin de la Société Botanique de France*. 103, 1–2 (1956), 35–74.
- Critchfield W. B. (1957). Geographic Variation in *Pinus contorta*. Maria Moors Cabot Foundation. Publication No. 3. Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 1957.
- Dadswell H. E. (1957). Tree Growth Characteristics and Their Influence on Wood Structure and Properties. Seventh British Commonwealth Forestry Conference 1957. Australia.
- Dorman K. W. (1952). Hereditary Variation as the Basis for Selecting Superior Forest Trees. South-eastern Forest Experiment Station. Station Paper No. 15, 1952. U. S. Forest Service.
- Ehrenberg C., Gustafsson A., Forshell C. P., and Simak M. (1955). Seed Quality and the Principles of Forest Genetics. *Hereditas*, 41, 1955, 291–366.
- Fielding J. M. (1957). The Breeding of Monterey Pine in the Australian Capital Territory. Seventh British Commonwealth Forestry Conference, 1957. Australia and New Zealand.
- Gustafsson A. and others (1958). Plus- och Elitträd. *Skogen*, 45, 10, 1958, 314.
- Hayes H. K., Immer F. R., Smith D. C. (1955). *Methods of Plant Breeding*. 2nd Edition. McGraw-Hill, London, 1955.
- Heybroek H. M. (1957). Elm-Breeding in the Netherlands. *Silvae Genetica* 6, 3–4, 1957, 112–117.

- Holst M. J.* (1955). Breeding for Weevil Resistance in Norway Spruce.  
Zeitschrift für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, 4, 2, 1955, 33–37.
- Hummel F. C. and Christie J.* (1953). Revised Yield Tables for Conifers in Great Britain.  
Forestry Commission. Forest Record No. 24, 1953.
- Kiellander C. L.* (1956). Ueber eine spätreibende Rasse von *Picea abies* in Schweden und eine Schwierigkeit bei der Plusbaumauswahl  
Zeitschrift für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, 5, 5–6.
- Knight R. L.* (1948). Dictionary of Genetics.  
The Chronica Botanica Company, Waltham, Mass., USA 1948.
- Langner W.* (1956). Förderung von Zuchtbaumselektionen in den natürlichen Verbreitungsgebieten forstlich bedeutungsvoller Holzarten.  
International Union of Forest Research Organization 12th Congress, Oxford, 1956.  
I.U.F.R.O. 56/22/6.
- Lücke H.* (1952). Züchtungsversuche mit Kiefer (*Pinus silvestris*) und Lärche (*Larix decidua*, Miller) in Niedersachsen.  
Zeitschrift für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung. 1, 3, 1952, 74–77.
- Matthews J. D. and McLean C.* (1957). Improvement of Scots pine in Britain by Selection and Breeding.  
Seventh British Commonwealth Forestry Conference, 1957. Australia and New Zealand.
- Mergen F., Hökstra P. E., Echols R. M.* (1955). Genetic Control of Oleoresin Yield and Viscosity in Slash Pine.  
Forest Science, 1, 1, 1955, 19–30.
- Mitchell A. F.* (1956). The Selection of «Plus» European Larch Trees.  
Scottish Forestry. 10, 2, 1956, 68–80.
- Mitchell H. L.* (1956). Breeding for High-Quality Wood.  
U. S. Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin, No. 2050. 1956.
- Northcott P. L.* (1957). Is Spiral Grain the Normal Growth Pattern?  
Forestry Chronicle, 33, 4, 1957, 333–352.
- Pauley S. S. and Perry T. O.* (1954). Ecotypic Variation of the Photoperiodic Response in *Populus*.  
Journal of the Arnold Arboretum 35, 1954, 167–188.
- Rehder A.* (1951). Manual of Cultivated Trees and Shrubs, 22nd Edition.  
MacMillan, New York. 1951. 58.
- Toda R.* (1958): Variation and Heritability of some Quantitative Characters in *Cryptomeria*.  
*Silvae Genetica* 7, 3, (1958) 87–93.
- Wright J. W.* (1953). A Survey of Forest Genetics Research.  
Journal of Forestry, 51, 5, 1953, 330.
- Zobel B. J. and Rhodes R. R.* (1955). Relationship of Wood Specific Gravity in Loblolly Pine (*Pinus taeda*, L.) to Growth and Environmental Factors.  
Technical Report Texas Forest Service. No. 11. 1955.
- Zobel B. J. and Rhodes R. R.* (1957) Specific Gravity Indices for Use in Breeding Loblolly Pine.  
Forest Science, 3, 3, 1957, 281–285.