

De la production de semences forestières

par Georges VALDEYRON

Notre revue est fière de pouvoir publier cet article de l'éminent généticien qu'est Georges Valdeyron. Son appel à une certaine forme de sagesse doit être écouté. A l'idée simple que les meilleures semences sont celles qui tombent des arbres, peut être ajoutée la remarque que celles-ci sont aussi les moins coûteuses à « inventer ». L'article ne manquera cependant pas d'ouvrir le débat, la littérature scientifique soulevant des interrogations nouvelles : il peut exister un décalage entre l'enveloppe climatique des régions de provenance et l'optimum climatique de ces mêmes provenances. Dit en d'autres termes, les provenances les plus productives sur un site donné ne sont pas forcément les provenances locales. Enfin, le changement climatique annoncé rajoute une couche de complexité puisqu'il défend de raisonner à climat constant. Reste une vérité absolue : la nécessité de s'appuyer sur les résultats de l'expérimentation, et donc de soutenir la Recherche.

Pour la forêt, la meilleure des semences est celle qui tombe de l'arbre.

Ceci n'est vrai, bien entendu, que si les semences tombent, ce qui est le cas pour les essences forestières qui nous intéressent le plus et pour notre forêt, la forêt traditionnelle de France, ayant au moins une génération d'arbres d'ancienneté. Un arbre de l'une de ces essences : pin sylvestre, hêtre ou épicéa, laisse tomber, en moyenne, quelques milliers de graines par an, dont la plupart à moins de cinq ou six mètres de son tronc. Le sapin lui-même, dont les cônes, sans tomber, se désarticulent et libèrent les graines, ne les expédie guère à plus de 500 mètres. Celle de ces graines qui, après trente ans de ce régime, aura donné le jeune plant capable, entre tous, de prendre la place de sa mère, abattue pour l'exploitation ou disparue pour quelque autre raison, a triomphé dans une course d'obstacles extrêmement divers. Elle n'est pas choisie au hasard, comme s'il s'agissait de billes dans un sac ; elle est vraiment la meilleure, car elle résulte d'une *sélection sévère et multiple*.

Inversement, en quelque sorte, une graine venant d'ailleurs que de ce petit arc de terrain qui entoure l'arbre, objet de notre attention, a une moindre chance d'être la meilleure pour le même emploi. Cette chance est d'autant plus réduite que l'arbre dont elle est tombée est éloigné du nôtre *écologiquement*, c'est-à-dire dans un *espace d'adaptation* à d'innombrables dimensions outre la distance géométrique, telles qu'altitude, température et humidité au moment de la germination, pluviométrie, nature du sol et du sous-sol, éclaircissement, ennemis et parasites divers, mode d'exploitation et besoins des utilisateurs, etc. Si réserver à chaque emplacement d'arbre les graines tombant de l'arbre présent — s'il est au moins de première génération sur place et paraît bien adapté — s'avère, probablement, la meilleure manière de pourvoir à son remplacement. En revanche, mélanger pour cela les graines de tous les arbres de la forêt, les faire germer et les planter, sans autoriser la sélection naturelle à faire son tri, comme elle le fait naturellement

1 - Pierre Bouvarel, chargé en 1950 de créer des variétés des principales essences forestières, dès qu'il sut ma nomination (celle d'un camarade de sa génération ou presque) à la chaire de Génétique et Amélioration des plantes à l'Agro en 1957, prit contact avec moi. Il savait que les connaissances, qui lui auraient été nécessaires, manquaient en France et me demanda de le mettre en relation avec les enseignants de la Sorbonne qui, en 1946, avaient créé le certificat de Génétique, sous la direction de Boris Ephrussi. Il nous reçut aux Barres, Philippe L'Héritier, Georges Rizet et moi, avec la gentillesse et le savoir-vivre habituels aux forestiers et nous parla, avec conviction, de ses projets, de greffages, de vergers à graines et de parcs à clones. Nous n'y comprîmes rien. En revenant à Paris, nous parlâmes d'autre chose et personne d'entre nous ne s'occupa plus jamais de génétique forestière au cours de sa carrière. Bouvarel lui-même, isolé, sans la moindre sollicitude de la part des «sélectionneurs» ou autres spécialistes de la génétique végétale, laissa les recherches s'orienter vers un usage généralisé de la biométrie, comme le faisaient les zootechniciens. Le modèle qu'utilisaient ces derniers, malheureusement pour la sylviculture, pouvait peut-être convenir pour le platane, voire le figuier, mais certainement pas pour des végétaux exclusivement barochores (à graines tombantes). Il fallut attendre les années 80 pour que la forêt française se dote de chercheurs spécialement formés, puis le début du siècle suivant pour en trouver des traces publiées en français et quelque peu disponibles pour « le terrain ».

au pied de chaque arbre, représente le pire des choix, au moins pour la productivité (en m³/ha/an). La réduction effective de croissance pourrait être, dans certains cas, de plus de 20 ou même 30%.

On pourrait alors obtenir une amélioration, *incontestablement génétique*, de la semence, en revenant à un traitement individuel de chaque cas particulier, donc pour chaque arbre. Mais il semble qu'il ne soit pas nécessaire d'en arriver là. En effet, l'expérience suffit à montrer qu'en groupant les arbres par unités de surface raisonnables, quitte à y conserver des « porte-graines », on peut encore bénéficier de *l'effet meilleure semence*.

Lorsque, par contre, l'organisation de la production suppose que le commerce des semences est obligatoirement réservé à des entreprises spécialisées, qui doivent faire des mélanges de récoltes parfois dispersées dans un territoire régional, voire national, une amélioration substantielle ne peut être obtenue qu'en choisissant, au préalable, l'emplacement des arbres producteurs, comme ayant qualité pour alimenter en semences la zone à boiser. Ces arbres, qu'ils soient isolés ou groupés dans des *peuplements* repérés ou des vergers à graines, doivent avoir subi au moins une génération de reproduction sur place, pour bénéficier de l'effet de sélection auquel ont été soumises les graines des parents dont ils sont issus.

Georges Fabre « *avait éprouvé des insuccès lamentables avec les graines de Pin sylvestre fournies par l'Administration, bien que le Pin sylvestre fût spontané dans les Cévennes et y donnât d'importants revenus* » (FLAHAULT, 1997). On ignore si Fabre admit qu'il existait des « races » convenant mieux à ses besoins que celles de l'Administration. Sans doute préféra-t-il appliquer plus strictement ses propres principes : « *Rétablissons l'ordre de la nature. Tout est là ! Ne la forçons pas, nous ne ferions rien de bon...* ». Il apprit aux gamins du pays à monter sur les sapins pour y décrocher les cônes et les ouvrières des pépinières de St-Sauveur furent instruites à s'approvisionner en graines de pin à partir du pied des arbres.

L'Administration, pour sa part, nota peut-être que *les récriminations de Fabre ne concernaient que le pin sylvestre*. Ne s'attendant pas à des félicitations pour les autres essences, elle ne modifia en rien ses méthodes et continua à nourrir d'anecdotes la chronique des rapports entre l'Aigoual et

la sécherie de la Joux, d'où venaient les grimpeurs à la recherche de « pieds mères » jusque dans ... les arboretums, réalisant, ainsi, une synthèse entre le désir d'une biodiversité enfin scientifiquement définie et les nécessités modernes de la normalisation biologique.

Le temps passant, les forestiers se chargèrent, en France, de la génétique forestière. On visita les forêts américaines plutôt que les laboratoires d'amélioration des plantes, la Sorbonne ayant décliné toute compétence¹ et on en ramena les derniers renseignements sur les méthodes qui permettaient d'y diffuser du MFR (Matériel forestier de reproduction) moderne. Les premiers essais n'eurent guère de lendemains, malgré une prospection de base de qualité (BOUVAREL, 1997). A la veille de l'entrée en jeu de l'Office national des forêts (ONF), la décision fut prise d'inviter les chercheurs à rejoindre l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), l'Université ayant été jugée trop ... gourmande et, dès 1970, on procéda à l'établissement d'outils sérieux de diffusion des résultats (G. TOUZET, comm. pers.).

La fin du XX^e siècle devait exiger de tous que la question soit posée et résolue de savoir, statistique et biométrie à l'appui, si, oui ou non, les travaux de sélection, pour une meilleure productivité des arbres forestiers courants, avaient été ou non couronnés de succès (ne fut-ce que pour de modestes 5 à 10%). Alors que le remplacement de l'épicéa par le douglas pouvait augmenter le rendement (en m³/ha/an) de 15 à 25% et, par le séquoia, de 100 à 150%. Autrement dit, *la sélection pour une meilleure productivité héréditaire* est-elle à considérer par rapport à la méthode consistant à *introduire* des essences étrangères à la région, à les cultiver dans des arboretums, à les y observer en comparaison avec les essences traditionnelles et à les essayer éventuellement ensuite sur le terrain dans des programmes « prospectifs » (CHALLOT A., 1998) ou assimilé ?

La réponse est oui, aux USA, du moins. L'amélioration génétique des pins dans les Etats de la région Sud (Missouri et autre) y date du début des années 1950. Il fallait y assurer l'approvisionnement des grandes usines de pâte à papier de la région en matière première à bon marché et les têtes pensantes des principales compagnies de produits forestiers comprirent qu'il fallait replanter les milliers d'hectares de bois

récoltés chaque année avec des plants génétiquement capables de pousser rapidement, résister aux maladies et produire du bois de la qualité voulue. Il s'est planté chaque année, dans les Etats-Unis du Sud, depuis 1960, plus de 600 000 ha de plants génétiquement améliorés. Actuellement récoltés, ils ont montré que la promesse faite, d'un meilleur rendement et d'une valeur supérieure par hectare, a été tenue.

Deux espèces de pin, S et L² sont utilisées et, si elles le sont, c'est que le travail d'étude de l'adéquation des essences à la région forestière – suivi des arboretums, monographies ou simples enquêtes – a été correctement effectué. A l'inverse, il serait absurde, en France, de poursuivre l'amélioration génétique de l'épicéa pour la production traditionnelle de bois, alors que l'on y est satisfait, pour l'essentiel, des centaines d'introductions de douglas faites récemment et, en particulier, depuis l'existence du Fonds forestier national.

Ces deux espèces ont fait, aux USA, l'objet d'amélioration génétique de la part de trois principales coopératives spécialisées, travaillant en rapports étroits avec les universités du Texas pour S et L, de Floride pour S et de la Caroline du Nord pour L. On y sélectionne des arbres d'élite, que l'on teste et dont on fait des vergers à graines, sans préjudice de recherches diverses en vue de résultats attendus de l'avenir.

Une première partie de cette amélioration est due à *une meilleure adéquation des plantations* de S et L à leurs aires respectives d'exigences écologiques. Ainsi, S qui était auparavant planté sur 80% de l'ensemble, ne l'est plus, aujourd'hui, que sur 20 %.

Une deuxième partie résulte *d'un meilleur choix des sources de graines*. Ce choix n'a pas beaucoup d'importance pour S, comme, en France, pour l'épicéa, qui n'y est guère limité que par la sensibilité au froid et aux chutes de neige. Avec L, dont l'aire naturelle s'étend du Nord-Est au Sud des USA, on retrouve, par contre, la situation du pin sylvestre en France, situation responsable des résultats qui désolaient Georges Fabre et qui fut interprétée comme due à l'existence de « races différentes ». Interprétation correcte, du reste, si l'on entend par là une forte variabilité infraspécifique (DEBAZAC, 1964).

« Celles des sources côtières orientales de L qui sont introduites dans l'Etat du Mississippi, sont généralement de croissance plus rapide, encore qu'elles soient plus sus-

ceptibles d'attaques de rouille fusiforme, que les sources prises à l'ouest du Mississippi et d'avoir une densité du bois inférieure. Les sources occidentales de L peuvent montrer davantage de résistance à la sécheresse. D'une façon générale, les sources méridionales de L ont une croissance plus rapide que les sources du Nord. Il faut pourtant prendre soin de ne pas trop déplacer le matériel trop loin vers le Nord, où le froid, la gelée et la neige peuvent causer de grosses pertes... ».

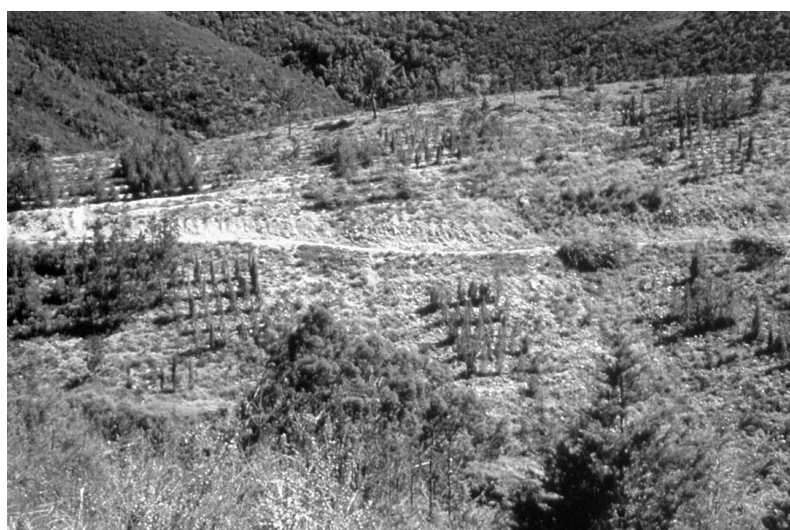
On peut imaginer ce qu'aurait pu être, au temps de Fabre, une reforestation des montagnes de France fondée sur une connaissance géographique équivalente des détails de l'adaptation du pin sylvestre, possible à acquérir par de simples enquêtes (autécologie).

Une troisième partie résultera éventuellement de l'utilisation des vergers à graines résultant des sélections artificielles, quand les arbres choisis, s'ils ne font pas partie d'un peuplement ancien, y auront passé une génération permettant la sélection naturelle des graines qui auront commencé à en tomber. La condition de l'ancienneté est particulièrement importante pour certaines essences, telles notre pin sylvestre ou le *loblolly pine* des Etats-Unis, possédant une forte variabilité neutre – non adaptative – pour lesquelles l'expérience montre rapidement la nécessité de disposer de sources de semence fiables.

2 - S est le *slash pine*, *Pinus elliotti* Englem, connu aussi sous le nom de *Pitchpin* américain. L est le *loblolly pine*, *Pinus taeda* L. ou Pin à l'encens

Photo 1 :

Les arboretums ont permis d'introduire, de cultiver et d'observer, en comparaison avec les essences traditionnelles, des essences étrangères à la région... Ici, arboretum du Caneiret
Photo C. Ducatillon



3 - Marqueur génétique :
caractère facilement
identifiable
à déterminisme
génétique simple
(au niveau phénotypique
ou au niveau moléculaire)
(Définition extraite
de *Amélioration
des espèces végétales
cultivées* de Gallais *et al.*,
1992)

On peut évidemment chercher à améliorer ces essences par création de variétés stables, dont on doit seulement savoir qu'elles ne conserveront leurs avantages que dans l'environnement où elles auront subi la sélection. C'est la méthode employée en amélioration des plantes, le maïs étant l'exemple le plus connu. Elle demande plusieurs générations pour isoler et rassembler les génotypes les plus désirables de la population.

Pour beaucoup d'essences, les choses sont moins dramatiques et les demandes d'amélioration satisfaites avec sérénité par un choix convenable des sources. La sélection artificielle individuelle des arbres-mères pour la production en biomasse, tributaire de gènes adaptatifs, homozygotes pour les meilleurs allèles possibles, a peu de chances d'être efficace *si on ne compense pas, de quelque manière, la dégradation due à la sélection*, par des apports de matériel génétique extérieur à la population. La traditionnelle hybridation, s'il en est vraiment besoin, y aura encore de beaux jours, sans qu'il soit besoin de recourir à la transgénèse

Cette tradition nous sera particulièrement utile lorsqu'au lieu de rechercher une augmentation de la quantité de bois produite — *que la ligniculture permet de tripler ou quadrupler sans toucher au moindre gène* — nous voudrions améliorer des propriétés résultant de caractères susceptibles d'être neutres vis-à-vis de la production de biomasse et génétiquement simples, tels que qualités du bois, résistance aux maladies, meilleure adaptation aux conditions nouvelles de production, etc. Encore faut-il que ces caractères soient marqueurs³ ou puissent le devenir de quelque façon (KREMER *et al.*, 2002).

Aux USA du Sud, le seul fait de considérer, en 1960, comme sources de graines, des arbres repérés comme convenant pour une région de la taille d'un département français a permis de récolter de 8 à 12% de plus qu'avec la semence « sauvage », c'est-à-dire provenant du mélange de ce qui est récolté dans toute l'aire occupée par l'essence dans le pays. On peut donc penser que l'emploi de semences « parfaitement locales » — méthode employée par Georges Fabre pour le pin sylvestre, paraissant valable pour les 16 000 ha de notre « forêt domaniale », mais d'application difficile pour les Compagnies américaines qui n'envisagent guère de programmes de plantations de moins de 5000 ha par an — permettrait de combler un déficit de production nettement supérieur à cette

différence de 8 à 12%. Pour les forestiers des USA du Sud, ceci justifie l'espoir que l'utilisation des sélections donnera un nouvel accroissement de production de 4 à 8%, ahead, ou presque, de gommer le déficit dû à l'utilisation du mélange total.

Où en sommes-nous, en France ?

Une lettre datée de fin 2004 de M. l'Ingénieur général Jacques Grellu nous signale que : « *Si les pins d'Alep ont gelé en 1956, c'est que les graines dont ils étaient issus avaient été cueillies, sur des individus bas branchus et d'accès facile, en Tunisie. Transporté dans la vallée du Rhône, pourtant dans l'aire générique du pin d'Alep, les individus en question ont gelé* ». L'auteur ajoute que la forêt en France augmente plutôt qu'elle ne diminue, alors que du Matériel forestier de reproduction perfectionné n'est que rarement demandé. C'est le point de vue d'un forestier « de terrain ».

Les pouvoirs publics, en l'espèce la Sous-direction de la forêt et du bois de la Direction générale de la forêt et des affaires rurales du ministère de l'Agriculture et de la Pêche, ont présenté, en octobre 2003, des *Conseils d'utilisation des matériels forestiers de reproduction – Régions de provenance variétés améliorées*, en un document de 174 pages, donnant des renseignements généraux et, sur 104 essences, diverses caractéristiques, les résultats des travaux de sélection et des conseils sur leur utilisation, en fonction des particularités régionales.

Or, en l'absence de références à des essais comparatifs qui auraient établi la supériorité des matériels recommandés sur ceux en usage précédemment, nous nous devons de considérer ce jeu de fiches comme une invitation à procéder à des expériences, dont les résultats seront la base des investissements futurs. S'agissant d'arbres, organismes à cycles lents, on ne peut qu'approuver cette façon générale de procéder qui ne pourra que donner des occasions de gommer les erreurs méthodologiques inévitables.

L'emploi de la désignation « Matériel » est, d'évidence, en rapport avec le fait que les arbres forestiers peuvent, presque tous, être reproduits par voie végétative et que certains d'entre eux le sont même obligatoirement. Cloner un individu d'une population, c'est y opérer une sélection drastique, que l'on évite en partant de mélanges, dont on constitue des parcs à clones, bases des MFR futurs. Il a dû se passer de nombreuses géné-

rations de vignes et de vigneron avant que la viticulture connaisse la perfection — fragile — du cépage unique peuplant les vignobles les plus réputés. Les reboiseurs en sont actuellement à hésiter entre l'emploi de clones multiples et le retour à la reproduction sexuée. Nul doute que l'attitude d'expérimentation proposée par l'administration dans ses « Conseils » joue un rôle important dans l'arbitrage de ce débat.

Au reste, le conseil le plus souvent donné est de préférer les semences locales, chaque fois que c'est possible. On peut donc, en attendant les résultats de l'expérience en vraie grandeur que constitue le travail dont cet ouvrage est le témoin, ne pas s'inquiéter exagérément des divergences dont il fait état par rapport aux méthodes des américains, qui ne semblaient pas encore en mesure, il y a dix ans, de préconiser des « variétés sélectionnées ».

En somme, les meilleures semences sont bien toujours celles qui tombent des arbres

G.V.

Je remercie vivement M. Bonnet-Masimbert, du Département des Forêts et Milieux naturels de l'INRA, à qui je suis redevable des renseignements dont je fais état concernant la sylviculture du Sud des Etats-Unis.

Georges VALDEYRON
Mél : georges.valdeyron@wanadoo.fr

Bibliographie

- Bouvarel, (P). — Souvenirs d'un apprenti sélectionneur. *Rev. For. Fr.* XLIX — 3, 1997, pp.247-253.
- Challot, (A.). — Sapins méditerranéens et programme prospectif. *Forêt Méditerranéenne* t. XIX, n° 2, mai 1998, pp. 202-203.
- Debazac, (E.-F.) — L'arboretum de l'Hort de Dieu. — Extrait des *Annales des Sciences Forestières*. XXI — 1 — 1964, 84 p.
- Flahault, (Ch.) — Georges Fabre. Réédition de la notice parue dans le volume XL, 1912-13 du *Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de Nîmes*. — Camprieux, Maison du Bois « Georges Fabre », 1997. — . 20p.
- Kremer (A), Petit (R.-J.), Ducouso (A). — Biologie Evolutive et diversité génétique des chênes sessile et pédonculé. — *Revue Forestière Française*, LIV — 2-2002, pp. 111-130.
- Weir (R.J.) — The Impact of Genetics on Forest Productivity. — *Alabamas Treasured Forests* ; Spring 1996 ; p.18-21.

Résumé

Les résultats des recherches, visant à l'amélioration des plantes, doivent être obligatoirement soumis, avant toute généralisation, à une vérification expérimentale, particulièrement délicate dans le cas des arbres, compte tenu de la lenteur de leur développement, les objectifs poursuivis pouvant évoluer au cours des essais. La vérification indispensable ne saurait, peut-on penser, durer moins qu'une génération d'arbres ou, à la rigueur, un cycle d'exploitation.

Pour les essences forestières, la situation est rendue plus complexe encore du fait de la barochorie de la majorité d'entre elles : leurs graines tombent sur le sol, ne s'éloignant guère du tronc de plus de quelques mètres. Lorsque la forêt se régénère naturellement, chaque arbre laisse tomber chaque année de nombreux milliers de graines dont chacune devra triompher d'épreuves multiples pour germer et participer de la génération suivante en tant qu'individu correctement adapté à l'environnement. Choisir, pour peupler un territoire, une source de semence qui ne présente pas de telles garanties d'adaptation — ce qui est le cas, par exemple, lorsqu'un verger à graine est constitué à partir d'arbres choisis en des endroits écologiquement trop divers de la forêt — exige donc, non seulement une période d'essais de durée convenable, mais aussi de ne commencer ces essais qu'avec des graines issues, non pas des plantations initiales, mais de leurs descendants.

L'amélioration de la productivité du Pin à l'encens dans la région Sud des Etats Unis — mise à mal par l'utilisation abusive de semences non sélectionnées — a été obtenue par les généticiens forestiers grâce au simple choix — empirique — des sources de semences convenant à chacune des grandes régions de reboisement.

L'existence d'essences paraissant indifférentes au choix des sources de semences reste plus difficile à expliquer. C'est le cas de l'épicéa en France, pour lequel il suffit de tenir compte de l'altitude de la source, donc de la résistance au froid, ou encore du *Pitchpin* américain, dont l'aire d'adaptation est d'étendue considérable. Il y a là un thème de recherches originales, peut-être essentielles sur le plan fondamental, mais dont l'intérêt appliqué est particulièrement évident.

Dalla produzione di semi forestali

I risultati delle ricerche, mirando al miglioramento delle piante, devono essere obbligatoriamente sottomessi, prima ogni generalizzazione, a una verifica sperimentale, particolarmente delicata nel caso degli alberi, conto tenuto della lentezza del loro sviluppo, gli obiettivi perseguiti potendo evolvere nel corso delle prove. La verifica indispensabile non saprebbe, si può pensare, durare meno di una generazione di alberi o, a rigore, un ciclo di sfruttamento. Per le essenze forestali, la situazione è resa più complessa ancora del fatto della barochorie della maggioranza tra esse : I loro semi cadono sul suolo, allontanandosi del tronco poco più di qualche metro. Quando la foresta si rigenera naturalmente ogni albero lascia cadere ogni anno numerosi migliaia di semi di cui ognuna dovrà trionfare di prove molteplici per germogliare e partecipare alla generazione seguente come individuo correttamente adattato all'ambiente.

Scegliere per popolare un territorio, una fonte di seme che non presenta tali garanzie di adattamento – ciò è il caso, per esempio, quando un frutteto a seme è costituito partendo da alberi scelti in posti ecologicamente troppo diversi della foresta – esige dunque, non solo un periodo di prove di durata adeguata, ma anche di cominciare queste prove con semi provenienti, non dalle piantagioni iniziali, ma dai loro discendenti.

Il miglioramento della produttività del Pino a incenso nella regione sud degli Stati Uniti – messa a male dall'utilizzazione abusiva di semi non selezionati – è stato ottenuto dai genetisti forestali grazie alla semplice scelta – empirica – delle fonti di semi convenienti a ognuna delle grandi regioni di rimboschimento.

L'esistenza di essenze sembrando indifferenti alla scelta delle fonti di semi sta più difficile a spiegare. È il caso dell'abete rosso in Francia, per il quale basta tener conto dell'altitudine della fonte, dunque della resistenza al freddo, o ancora del Pitch pine americano, di cui l'area di adattamento è di estensione considerevole. C'è qua un tema di ricerche originali, forse essenziali al piano fondamentale, ma di cui l'interesse applicato è particolarmente evidente.