

Éléments de réflexion pour une stratégie dans l'amélioration variétale des arbres fruitiers (Exemple de l'Abricotier).

J. M. AUDERGON*

ELEMENTS DE REFLEXION POUR UNE STRATEGIE DANS L'AMELIORATION VARIETALE DES ARBRES FRUITIERS (EXEMPLE DE L'ABRICOTIER).

J.M. AUDERGON.

Fruits, Dec. 1987, vol. 42, n° 12, p. 725-734.

RESUME - Les deux principaux objectifs des programmes réalisés dans les Stations de Recherches Fruitières sont :

- l'obtention de variétés commerciales de qualité, et

- la caractérisation génétique de l'espèce considérée.

L'optimisation de ces objectifs suppose que nous soyons à même de sélectionner précisément les meilleurs hybrides et d'estimer, à l'aide de paramètres déterminés, le potentiel génétique de la population utilisée dans les programmes d'amélioration.

Afin de répondre à ces deux objectifs il est indispensable d'intégrer :

- une approche objective des critères de sélection (stratégie d'échantillonnage et estimation des intervalles de confiance),

- leur implication possible dans le processus d'Amélioration et de Sélection (hypothèses associées aux modèles utilisés et leurs conséquences sur la stratégie choisie).

La variabilité génétique se présente au sélectionneur comme un stock mouvant dans l'espace et dans le temps. Il doit le gérer avec une perspective de création à court terme et un souci de préserver cette ressource en prévision de l'évolution du contexte agrotechnique et socioéconomique de la culture.

Les programmes d'hybridation réalisés dans les Stations de Recherches d'Arboriculture Fruitière de l'INRA ont manifestement ce double objectif. Mais ils présentent par rapport aux plantes annuelles des particularités qui s'inscrivent dans chacun des termes dynamiques précités.

- l'espace avec un volume unitaire important
- le temps avec la prise en compte du statut « plante pérenne » caractérisé par une phase juvénile et les interactions (génotype x année ...)

* - Institut National de la Recherche Agronomique I.N.R.A.
Station de Recherches Fruitières Méditerranéennes - Domaine Saint Paul - 84140 MONTFAVET (France).

- l'utilisation car les deux termes précédents conduisent à un faible nombre de matériels étudiés par unité d'espace et de temps.

Ces particularités qui représentent a priori autant de freins à la dynamique d'un programme d'amélioration rendent indispensable une réflexion sur l'optimisation des programmes de sélection associés. Or les travaux jusqu' alors réalisés permettent objectivement d'infléchir les processus d'évaluation, de sélection et les choix de géniteurs.

DEFINITION DE CRITERES DE SELECTION

Un travail essentiel de l'Améliorateur et du Sélectionneur consiste à élaborer des outils de prédiction puissants permettant une évaluation correcte, donc une bonne gestion du matériel génétique. Ce faisant il recherche une vision globale du végétal qui rende compte au mieux de ses performances agronomiques et commerciales.

Elle lui est restituée à travers un ensemble de critères via des observations élémentaires.

Or le seul intérêt de ces observations repose dans la qualité de l'image restituée donc

- individuellement dans la définition de critères et de leur valeur intrinsèque et extrinsèque,
- collectivement dans l'aptitude des différents critères à rendre compte des performances effectives du matériel.

La définition objective d'un critère dépend de sa capacité à rendre compte du phénomène. Son élaboration dépend de l'existence conjointe de la variation génétique et des facteurs de milieu qui permettent son expression. Elle repose sur l'évaluation de sa précision donc, sur la robustesse et la stabilité du critère. Dans les faits, trois stabilités sont recherchées, elles concernent, le temps, le milieu, le patrimoine génétique.

Cette activité revient dans la plupart des cas à définir, parfois modéliser, dans des conditions expérimentales précises, les paramètres physicochimiques et/ou biochimiques, voire les paramètres du milieu rendant compte ou permettant à la variabilité génétique de s'exprimer en aussi forte corrélation que possible avec l'observation «terrain».

On abordera successivement la variation génétique, celle due aux facteurs de «milieu» et l'interaction entre les deux.

Variation génétique.

Au rang des critères observés deux cas sont à considérer:

- les critères «qualitatifs» dont l'existence et le déterminisme ont été largement développés sur une espèce comme le Pêcher mais pour lesquels il existe fort peu d'information chez l'Abricotier.

Leur régime propre reposant sur des caractères de type présence/absence contribue efficacement à la définition des matériels.

- les critères ou caractères «quantitatifs» qui sont déclarés tels pour au moins 3 raisons parfois réalisées conjointement :
 - l'absence d'information sur leur déterminisme,
 - l'importance de la variabilité (non contrôlée dans leur expression),
 - la nature effectivement polygénique du ou des caractères.

Ils sont par leur nombre et leur importance les éléments déterminant d'un choix variétal.

Mais pour être effectivement pris en compte il faut :

- 1) que le critère évalué soit défini (mesure-domaine de définition)
- 2) que la mesure effectuée ait un sens (échantillonnage-intervalle de confiance).

On perçoit en effet intuitivement toutes les limites que représenterait un résultat dont la valeur et l'intervalle de confiance la justifiant seraient importants en terme d'élément de ségrégation.

● Exemple : La teneur en sucre des fruits :

a) Définition du critère.

- M. SOUTY (1967) met en évidence une relation linéaire très étroite entre la teneur en sucre et le taux de matière sèche soluble (indice réfractométrique).

- Une étude du CEMAGREF (M. PRADEN, 1985) montre qu'il est impossible de valoriser commercialement et gustativement des produits possédant un indice réfractométrique inférieur à 11° Brix (erreur de mesure 0,5 Brix).

- Une étude réalisée en 1985-1986 (C.R. D'ATP) par M. SOUTY et J.M. AUDERGON, montre l'existence d'une importante variabilité génétique, comportant pour des variétés récoltées au même stade de maturité des différences allant de 6 à 24° Brix. Cette variabilité offre d'importantes perspectives d'amélioration et de sélection.

b) Validité de la mesure.

- Un travail réalisé en 1986 (B. DEMOLLIENS) fait ressortir toute l'importance du processus d'échantillonnage dans l'appréciation objective d'un tel critère en terme :

1) de caractérisation des performances d'une variété (figure 1)

cas de la variété : Précoce de Tyrinthe

Les 842 fruits étudiés possédaient un indice réfractométrique compris entre 4 et 13,2 pour une moyenne de 8,5° Brix et un écart type de 1,6.

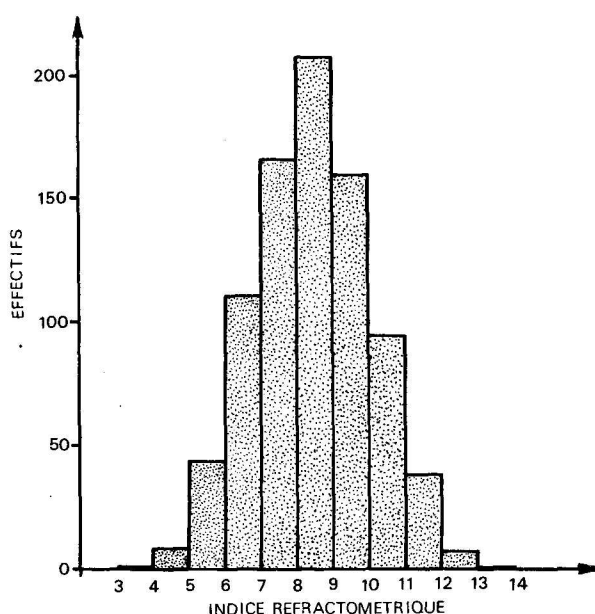


FIG. 1 • Répartition des fruits d'un arbre en fonction de leur indice réfractométrique (var. Tyrinthe).

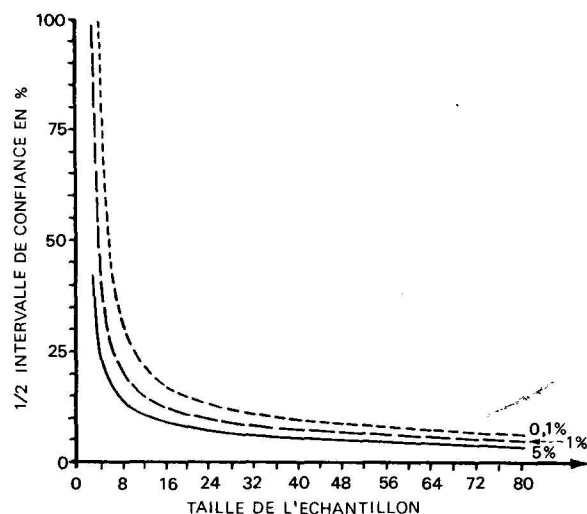


FIG. 2 • Tirynthe. Précision de l'I.R. en fonction de la taille de l'échantillon de fruits analysés.

2) de définition de la taille minimum d'un échantillon représentatif (figure 2) au seuil $\alpha = 0,05$ et pour une précision de ± 5 p. 100, le nombre minimum de fruits à collecter était de 40.

Or le non respect de ces règles élémentaires d'évaluation remet complètement en cause la crédibilité des informations recueillies.

Les facteurs de «milieu».

Les facteurs de «milieu» (pris au sens large) ont une importance considérable dans l'expression phénotypique d'un génotype.

Or le jugement de génotypes sur la base de critères définis ne représente qu'un cas particulier d'utilisation de l'analyse de la variance.

Ainsi l'existence effective de coefficients de variation importants (≈ 30 p. 100) requiert une approche intégrant objectivement les facteurs du milieu afin de réduire la part de la résiduelle au profit des effets traitements (effets génétiques).

● Exemple : La floraison de l'Abricotier.

Il s'agit pour cette espèce d'un caractère particulièrement important du fait de sa précocité de floraison et donc des risques concomitants de gel sur fleurs. On recherchera donc les floraisons les plus tardives possible.

La représentation de l'état d'avancement de la floraison des hybrides issus du croisement 8 x 1731 au 13 mars 1984 en fonction de la proximité au brise-vent rend compte de l'influence de ce dernier sur les conditions microclimatiques locales (figure 3) (Différence significative entre les rangs 2 et 6-7-8-9).

Une différence supérieure à 7 jours est enregistrée entre les rangs 2 et 6 or l'étalement complet de la floraison n'excède pas 21 jours.

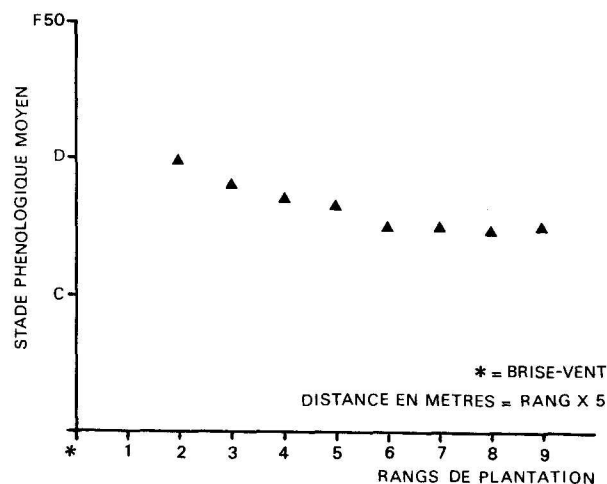


FIG. 3 • Etat d'avancement de la floraison au 13/3/84 sur le croisement 8x1731 en fonction de la distance au brise-vent.

Dans de telles conditions la probabilité d'extraire les variétés les plus tardives sera nettement biaisée en faveur des rangées 6-7-8-9.

Pour pallier ce problème et comparer objectivement ces informations il faudrait :

- soit intégrer un modèle approprié (DELECOLLE, 1983),
- soit utiliser un modèle mixte afin d'intégrer le gradient brise-vent et travailler sur des données transformées.

Remarque : Un dispositif de type Bloc intégrant des témoins variétaux répartis aléatoirement et l'élimination des bordures latérales sont autant d'éléments indispensables pour définir objectivement ce caractère compte tenu des observations précédentes.

Interaction génotype x «milieu».

La variation du milieu permet souvent de révéler la variation génétique, mais à l'inverse l'étude d'une gamme de génotypes peut rendre possible l'identification de facteurs pédoclimatiques limitants.

Les interactions génotype x «milieu» (prises au sens large) sont donc l'expression d'une variance génétique indispensable à considérer dans une optique d'Amélioration et de Sélection.

Concrètement elles recouvrent plusieurs réalités :

- les interactions génotypes x milieu au sens strict (sol, climat),
- les interactions génotypes x années,
- les interactions génotypes x âges.

Mais si la première ne pose aucun problème de définition statistique et peut aisément être modélisée (J.B.DENIS, P. VINCOURT, 1982 ; P. VINCOURT *et al.*, 1984), les

TABLEAU 1 - Floraisons observées en 1982 à Torréilles (P.O.) et Manduel (Gard) pour 4 géotypes (d'après LEGAVE, 1983).

Lieu	Géotypes	Début réactivation	Estimation du pourcentage de fleurs aux stades F ou G à dates fixes						
			22/2	1/3	8/3	15/3	22/3	29/3	
Torréilles	Priana	11/01	F35G5	F30G70 F60G20 F70					F90G5
	Patriarca t.	18-25/01							
	Colomer	25/1							
	S.E. Orange	22/2							
Manduel			17/2	24/2	3/3	10/3	17/3	25/3	31/3
	Priana	23-30/12	F70G15	F10 F35G50	F80G15				F100
	Patriarca t.	30/12-6/1							
	Colomer	6/1	F20						
	S.E. Orange	10/2							

deux suivantes posent des problèmes de définition car leurs interférences sont très importantes et les hypothèses qui en sous-tendent la modélisation ne sont pas vérifiées (indépendances des données de l'année A à l'année B).

Pourtant l'existence et l'intérêt des phénomènes interactifs ne peuvent ni ne doivent être négligés, ne serait-ce que par leur contribution à l'étude des mécanismes biologiques sous-jacents, ce que l'on peut vérifier sur 2 exemples :

● Exemple 1 - Interaction (géotype x milieu)

Comparaison des dates de floraison observées à Manduel (Gard) et Torréilles (P.O.).

Le critère date de floraison ayant été défini précédemment on remarque (tableau 1) que la floraison des cultivars «Priana» et «Colomer» était plus tardive en 1982 dans le Roussillon que dans la Basse Vallée du Rhône. Inversement «Patriarca temprano» et «Stark Early Orange» ont fleuri plus précocement à Torréilles qu'à Manduel.

Statistiquement un tel phénomène se traduit par une interaction.

J.M. LEGAVE (1983) motive cette différence de fonctionnement par les besoins en froid et en chaleur à la suite d'un automne et d'un hiver relativement «doux» (1981-1982).

En effet, la floraison de cultivars assez peu exigeants en froid, mais possédant des besoins en chaleur élevés («Priana», «Colomer») a pu être retardée dans la région de Torréilles (zone à hivers doux) car leurs besoins en froid n'ont pu être satisfaits que fort tardivement en 1982. Parallèlement ceux-ci étaient satisfaits plus précocement dans la Vallée du Rhône (zone à hivers plus rigoureux).

Ceci transparait nettement à l'examen de la réactivation des ébauches florales caractérisée par un accroissement pondéral et traduisant la fin des besoins en froid. Inversement la floraison de cultivars plus exigeants en froid et possédant des besoins en chaleur plus faibles s'est manifestée plus précocement à Torréilles qu'à Manduel («Patriarca temprano», «Stark Early Orange»).

Cette modélisation de la «floraison» par introduction de 2 sous-modèles (additifs) permet non seulement de mesu-

rer des variations génétiques exprimées *in situ* mais surtout rend compte du contrôle du processus de la floraison et permet d'envisager un réel progrès génétique.

Ce perfectionnement du modèle par l'appréciation de besoins en froid et en chaleur permet d'éliminer l'interaction précédemment décrite, ce qui est lié à la nature additive de la décomposition du modèle.

● Exemple 2 - Interaction (géotype x Année-Age).

Comparaison des dates de maturité des variétés observées au Mas d'Asport (Nîmes) sur la période 1983-1986.

La sélection d'une gamme variétale par zone de production, objectif prioritaire du programme d'Amélioration Variétale de l'Abricotier, pose en préalable la question de la définition objective de la date de maturité (c'est-à-dire la stabilité dans le temps de la mesure de la date de maturité).

Traditionnellement elle est définie par la date des premiers fruits mûrs sur l'arbre. Les comparaisons intervariétales sont établies par rapport à des témoins comme «Caino» et «Rouge du Roussillon».

La figure 4 montre combien est discutable une telle précision.

Des variétés comme «Rouget de Sernhac» (A 1714) et «Screara» (A 804) considérées comme complémentaires dans un calendrier de production furent en parfaite compétition en 1983 (remarque inversée pour les variétés «Colomer» (A 8) et «Rouget de Sernhac»). Sans remettre évidemment en cause la notion de gamme variétale, ceci pose objectivement la question des mécanismes sous-jacents qu'il faut mieux comprendre pour aborder le plus objectivement possible le critère «date de maturité».

Concrètement l'évaluation des hybrides ou variétés en vue d'une éventuelle Sélection ou Introduction dans un programme d'Amélioration repose d'une part sur la signification et la définition du critère choisi, d'autre part sur les possibilités réelles de son estimation (échantillonnage).

On recherche alors le critère possédant une variance d'estimateur la plus faible possible (seule compatible avec les exigences d'une méthodologie objective de la sélection).

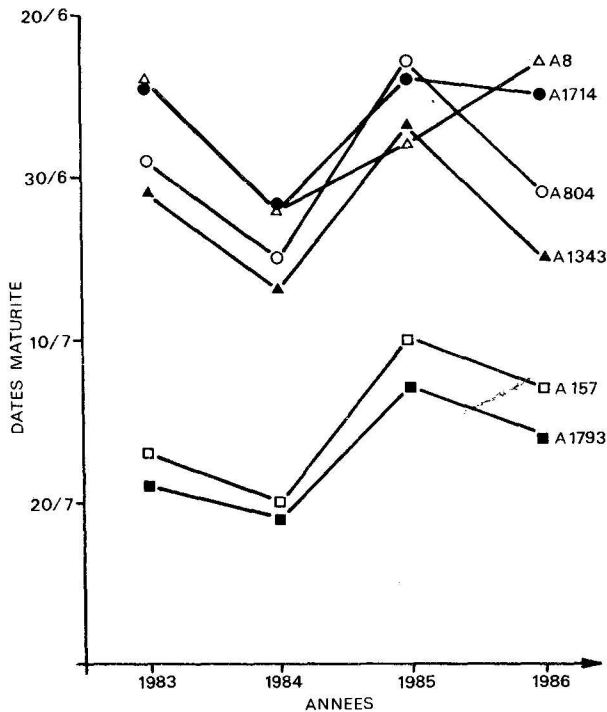


FIG. 4 • Evolution des dates de maturité de variétés classiques d'abricotier au Mas d'Asport au cours des quatre dernières années.

Aptitude des critères pris collectivement à rendre compte des performances des matériels.

Après avoir considéré les critères isolément l'améliorateur va chercher à confronter la vision transmise par intégration de l'ensemble des critères et la valeur réelle du matériel ou valeur d'usage.

Pour les performances agrotechniques et socioéconomiques attendues il faut donc tendre asymptotiquement vers la valeur réelle du végétal afin d'optimiser l'ensemble de la filière.

En ce sens l'approche plante pérenne est plus complexe que celle des plantes annuelles où ce degré d'intégration n'est pas nécessaire (l'objectif étant alors la fourniture de géniteurs).

Concrètement cette réalité confrontée à la nature polygénique de bon nombre de caractères à améliorer et à leur multiplicité, rend davantage nécessaire la réflexion sur une stratégie globale d'évaluation, base indispensable à une stratégie d'amélioration.

Elle justifie plus encore, dans notre cas, le recours à des méthodes quantitatives de prédiction performantes qui dans le cadre des moyens définis permettront de rendre plus efficace la sélection.

STRATEGIE DE SELECTION

Après avoir caractérisé les matériels à l'étude par des

critères appropriés, l'améliorateur et le sélectionneur, sur la base des performances agronomiques et commerciales requises, cherchent à comparer ces observations avec les standards variétaux : éliminer les plus mauvais, extraire les plus performants et caractériser les potentialités des géniteurs utilisés sur la base de leur descendance.

Il s'agit alors de définir les schémas de sélection les plus efficaces et les méthodes de prédiction les plus performantes afin de mettre en place des systèmes cohérents tant pour l'exploitation dynamique et rationnelle des ressources génétiques que pour l'utilisation de la variabilité à des fins de sélection.

Une telle réflexion mérite une attention toute particulière sur plantes pérennes où la sélection privée est quasi inexistante et la création variétale une nécessité dont les implications économiques (à long terme) sont évidentes pour l'INRA.

Or l'utilisation des données codifiées précédemment conduit à les considérer :

- soit individuellement dans la sélection,
- soit collectivement dans l'étude de descendance et le choix de géniteurs.

Sélection.

La méthodologie de la Sélection,

- élaborée autour de critères qui viennent d'être caractérisés et dont une judicieuse péréquation permet de rendre compte des objectifs agrotechniques et économiques sous-jacents,

- évaluée dans un schéma désormais traditionnel qui intègre les particularités des plantes pérennes,

mérite du fait même des travaux antérieurs (qui en font partie intégrante) une approche justifiable du même raisonnement.

a) Présentation sommaire du schéma de sélection (figure 5).

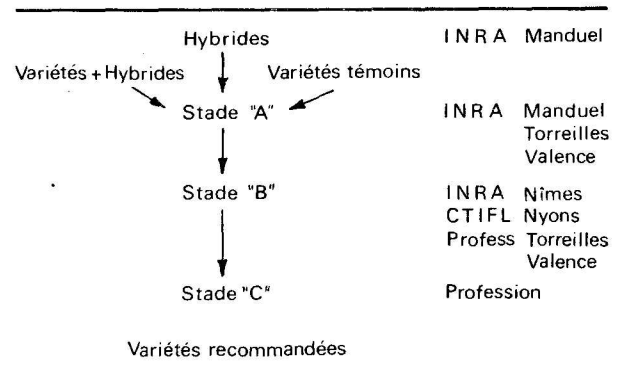


FIG. 5 • Organisation de la sélection et de l'expérimentation variétale.

Deux phases consécutives contribuent à la définition des nouvelles variétés :

- l'observation des hybrides sur leurs propres racines (forêts hybridiennes).

Les matériels rassemblés en vergers hybrides présentent quelques particularités :

- les arbres se développent sur leur propres racines
- ils ne sont pratiquement pas taillés
- leurs distances de plantation sont réduites ...

Dans de telles conditions, toute l'attention du sélectionneur se porte sur les fruits, les fleurs, diverses caractéristiques et sensibilités ... Le jugement ne concerne pas directement le critère production car le type de fructification et l'écartement constituent des limites sérieuses à son appréciation.

- l'expérimentation régionalisée des présélections

Vergers A - Les arbres retenus ou présélectionnés, sont conservés et greffés afin d'être comparés à des variétés déjà éprouvées et ainsi limiter les risques d'erreurs.

Les numéros greffés sont alors placés dans les 3 collections nationales ou verger «A» à raison de 2 scions par numéro.

Les implantations, suivies par des agents INRA, correspondent aux trois zones de production.

Vergers B - Si une présélection s'avère intéressante au verger «A», elle sera placée dans les vergers dits «B», à raison de 5 à 10 scions par numéro.

Ces vergers au nombre de 4, sont confiés aux techniciens de développement qui doivent diffuser auprès des arboriculteurs les résultats obtenus. Alors, si une sélection donne satisfaction, elle pourra faire l'objet d'une demande d'inscription et être diffusée.

b) Résultats acquis.

Après un important travail d'hybridation de l'Abricotier réalisé depuis 1962 sous la responsabilité de M. J. COURANJOU (1975, a, b, c), les premiers résultats, en terme de sélection variétale, se concrétisent sous la forme de variétés en prémultiplication ou hybrides très prometteurs au verger «B». A cette occasion quelques caractéristiques méritent d'être soulignées :

- Evolution et répartition cumulées des hybrides abricotiers dans les différentes étapes de sélection (figure 6).

- les évolutions comparables, à la pression de sélection près, des courbes des hybrides, présélections et sélections, matérialisent le fait que plus le nombre d'hybrides est élevé plus la probabilité d'obtention d'un matériel intéressant est grande.

- Les pas de temps séparant les différentes étapes de la Sélection respectivement de 8 ans pour les passages du verger hybride au verger «A» et de 5 ans du verger «A» au verger «B» sont des paramètres caractéristiques des espèces fruitières et particulièrement de l'Abricotier (intégrant ainsi les problèmes de juvénilité).

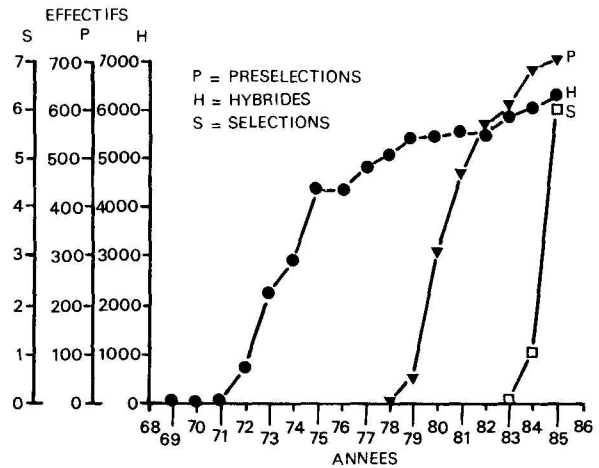


FIG. 6 • Evolution et répartition cumulées des hybrides abricotiers dans les différentes étapes de la sélection.

- La pression de sélection moyenne de 12,1 p. 100 pour le passage hybride/verger «A» varie, en fonction des croisements entre 0 et 50 p. 100. Elle approche 1 p.1000 pour le passage du verger hybride au verger «B».

- L'absence d'informations relatives aux hybrides présents en verger «A» a eu pour corollaire une sélection préférentiellement orientée sur le passage hybride/verger «A».

- Répartition des hybrides présents en verger «A» en fonction de leur «date de maturité» et de leur niveau général (figure 7).

Les présélections en étude au verger «A» représentent un sous-ensemble de la population hybride caractérisée par un niveau général supérieur. De même les présélections classées par ordre de maturité, ont été réparties en 4 classes en fonction de leurs performances.

- La répartition des présélections en fonction de leur date de maturité rend compte des objectifs ciblés : maturité précoce et maturité tardive. Elle explique la répartition bimodale fort éloignée d'une distribution correspondant à une population panmictique.

- En intégrant le niveau des hybrides on constate que la probabilité d'obtention de matériels performants est proportionnelle au nombre d'hybrides observés.

- Parallèlement on constate que la probabilité d'extraire une variété semble aléatoire.

Ceci reflète une des particularités de l'amélioration des espèces fruitières :

- le choix des variétés ne repose pas uniquement sur des critères qualifiables ou quantifiables mesurés,

- la qualification ou quantification de critères permet de sélectionner et ainsi améliorer la population source mais le choix de la variété fait appel :

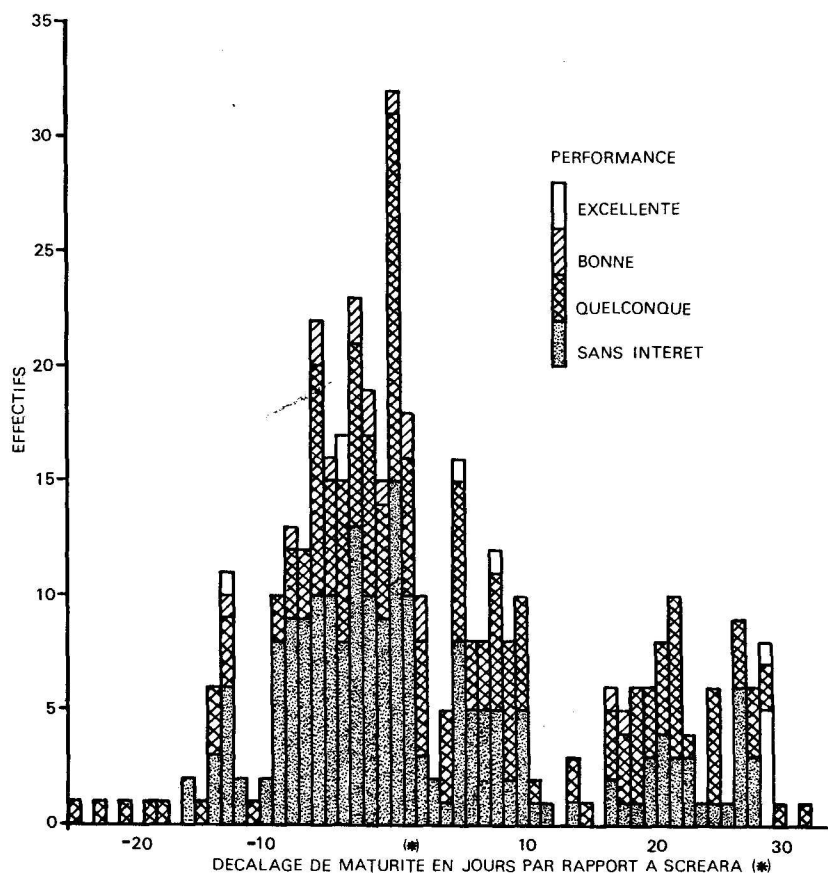


FIG. 7 • Répartition des présélections en fonction de leur maturité et de leur performance.

- à des critères économiques qui modifient la règle de décision en fonction des périodes (présence/absence de variétés intéressantes à cette époque ...)

- à des critères subjectifs, qui traduits de façon empirique, se formalisent en disant qu'une bonne variété se repère au milieu des autres.

c) Discussion pour une optimisation : Réflexions - Perspectives.

A priori, il existe plusieurs façons de choisir les individus mais il faut retenir celles qui permettent le progrès génétique maximal par unité de temps et d'espace.

- Le progrès maximal sur la valeur d'utilisation est dans notre cas particulièrement important à estimer. En effet, la nature polygénique de nombreux caractères, leur nombre, leur importance et leur relative indépendance en font des éléments déterminants, non nécessairement appréhendés, d'un choix variétal. Aussi la probabilité de rencontre de l'ensemble des caractéristiques favorables chez un individu tend vers le produit des probabilités élémentaires (WILLIAMS, 1959).

Les perspectives d'amélioration sont donc, en première approximation, directement fonction du niveau des géni-

teurs utilisés et l'optimisation de l'activité de sélection repose sur la caractérisation des paramètres permettant de maximiser la prédiction de la valeur d'utilisation.

- Le schéma de sélection utilisé repose sur une succession d'observations sur le même individu, dans un premier temps sur des propres racines, dans un second temps (en fonction de ses performances) greffé et placé en essais de comportement multilocaux (vergers A et B).

L'objectif de la sélection étant d'extraire des variétés à partir des hybrides fabriqués et observés il ne s'agit pas d'optimiser la sélection au stade hybride mais de rechercher des meilleurs individus dans les essais multilocaux, le plus tôt possible.

L'échelon multilocal se justifie pleinement, surtout pour une espèce aussi sensible aux «conditions pédo-climatiques» que l'Abricotier.

Il faut donc choisir les hybrides en fonction des résultats des vergers A et B pour être sûr :

- de ne pas en laisser échapper,
- de ne pas en retenir trop.

Pour ce faire il convient, au stade du verger d'hybrides et des présélections, d'extraire une méthode d'optimisation

de la sélection intégrant, peut-être, le coût relatif des opérations.

En fait ceci revient d'une part à définir les critères objectifs sur lesquels on peut et on doit sélectionner ainsi que leur place respective dans le processus de sélection, d'autre part, à effectuer la sélection d'individus de sorte que ceux qui sont sélectionnés soient les «meilleurs» possible. On recherche alors les meilleurs avec une variance d'estimateur la plus faible possible.

● Concrètement, grâce au travail effectué par M. COURAN-JOU on dispose d'informations recueillies, systématiquement selon un canevas suivi avec constance pour l'observation des hybrides et des présélections.

Cette expérience acquise nous permet actuellement au stade hybride :

- de considérer la sélection moins comme une définition des meilleurs qu'une élimination des plus mauvais,
- de faire porter notre effort sur quelques critères parfaitement définis, considérés comme fiables, après greffage, au cours du temps (tableau 2),
- de réduire notablement la durée d'observation des hybrides sur leurs propres racines, dans la mesure où les critères considérés sont suffisamment stables pour être notés dès la première fructification significative,
- de reporter au verger «A» l'observation de critères que l'on ne peut pas aborder objectivement (tableau 2).

Ceci revient à considérer certains critères (au niveau de l'hybride) par rapport à des valeurs seuils d'acceptabilité, (ex : les qualités gustatives) et à reporter leur appréciation objective au verger «A» à l'aide de critères plus précis (indice réfractométrique, acidité titrable, fermeté, ...).

Choix des géniteurs.

Dans une optique de valorisation, l'améliorateur est souvent tenté d'étendre intuitivement les résultats obtenus avec quelques géniteurs à l'ensemble des croisements.

TABLEAU 2 - Répartition des critères observés sur les hybrides Abricotier en fonction de la fiabilité.		
Critère	Fiable	Pas ou peu fiable
Niveau considéré		
Fleur		<ul style="list-style-type: none"> - port - volume - localisation de la production - production (volume, régularité) - adaptation aux conditions pédoclimatiques
Fruit	<ul style="list-style-type: none"> - époque de floraison - compatibilité pollinique - époque de maturité - qualités gustatives - calibre - forme - coloration (épiderme, chair) 	<ul style="list-style-type: none"> - floribondité - qualité de la floraison - indice réfractométrique - acidité - fermeté - aptitude au transport - aptitude à la transformation

Dans un contexte d'optimisation de l'ensemble de la filière Amélioration/Sélection la caractérisation des performances des géniteurs est un élément déterminant pour l'obtention d'un progrès génétique.

Sur un plan théorique ceci revient à définir ou rechercher :

- l'aptitude générale à la combinaison (AGC) qui pour un génotype déterminé est représentée par la performance moyenne de ce génotype en croisement avec tous les autres génotypes de la population,
- l'aptitude spécifique à la combinaison (ASC) qui caractérise la déviation entre la valeur observée d'un hybride et sa valeur attendue sur la base de l'AGC des parents.

La méthodologie employée pour extraire ces informations relève de la statistique de FISHER. Elle s'élabore sur les bases de l'Analyse de la Variance et possède donc les hypothèses et limites inhérentes à cette méthode. Elle repose aussi sur une structuration précise des croisements dont le plan diallèle est un exemple.

On se reportera pour plus de précision aux ouvrages théoriques ou publications correspondantes en s'attachant tout particulièrement aux hypothèses dont l'importance ne doit surtout pas être négligée car en découle toute la pertinence et l'optimisation des programmes d'hybridations (D. KEMPTHORNE, 1956 ; D.S. FALCONER, 1961 ; A. GALLAIS, 1976 ; Y. DEMARLY, 1977 ; G. LEFORT, 1977).

Au rang de celles-ci on s'intéressera particulièrement à trois d'entre elles appréhendées à travers les diallèles mis en oeuvre sur l'espèce Abricotier.

a) Egalité et minimisation des variances.

Dans le cas de croisement diallèle les variances observées à l'intérieur de croisements (variances intra) sont considérées comme nulles en théorie (Y. DEMARLY, 1977).

Avec une espèce comme l'Abricotier où l'on passe de

variétés autogames strictes (cléistogames) à des variétés allogames (autoincompatibles) cette hypothèse prend une acuité toute particulière et remet en cause la crédibilité de l'AGC ainsi définie.

b) Tailles des descendance et importance du plan de croisement.

L'estimation des paramètres d'AGC et ASC repose qualitativement sur la nature et le nombre de géniteurs utilisés dans le plan de croisement (sous réserve qu'ils ne soient pas trop proches génétiquement).

En effet, plus le nombre de géniteurs augmente plus l'estimation de l'AGC sera précise et va tendre vers la valeur «d'usage» (A. GALLAIS, 1976).

Parallèlement, il est fort important d'avoir présent à l'esprit l'importance de la taille des descendance par croisement. Tout comme dans la première partie en terme d'échantillonnage : les hybrides recueillis dans chaque combinaison doivent être représentatifs des possibilités de recombinaison au sein du croisement. Ce qui signifie que la variance génétique intracroisement doit avoir un sens (G. LEFORT, 1977).

Alors, même si on recherche objectivement l'AGC et ASC d'un géniteur pour ses prestations en multilocal sous

des variances d'estimateur réduites, on relève l'ambiguïté d'une telle stratégie avec la définition des variances d'AGC et ASC les plus fiables possible. On devrait donc appréhender séparément les paramètres et leur variance sachant que dans l'étude des effets sur les populations (σ^2) il sera illusoire de situer l'interprétation au niveau des moyennes (leur signification n'étant plus que statistique).

c) Structuration du plan de croisement - Conséquences.

Dans la plupart des cas l'Améliorateur ne peut mettre en oeuvre un diallèle complet mais simplement un semi-diallèle.

Les restrictions d'interprétation et les hypothèses du modèle en ont largement été exposées par O. KEMPTHORNE (1956).

L'expérimentation conduite sur Abricotier permet cependant d'éclairer l'importance d'une d'entre elles : l'existence d'effets maternels.

Exemple : Date de maturité (figure 8).

Un croisement et sa réciproque entre une variété espagnole «Patriarca temprano» (A 373) et une variété américaine «Henderson» (A 634) a été observé à Manduel (Gard)

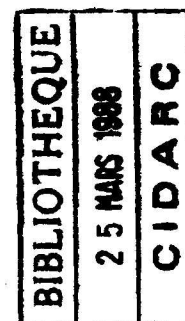
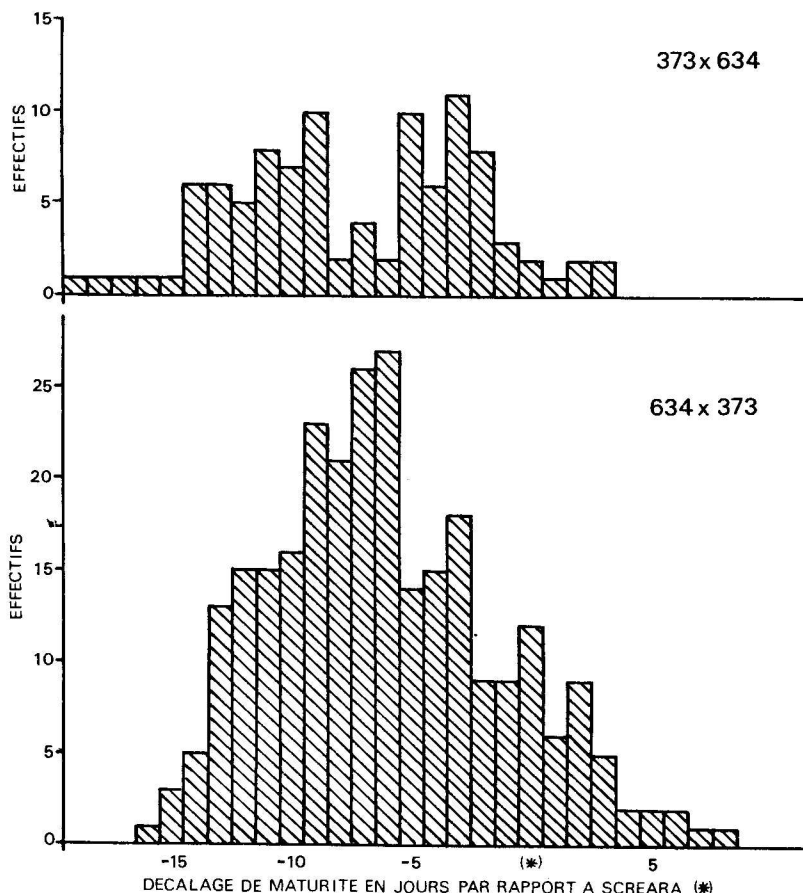


FIG. 8 • Répartition des hybrides des croisements 634 x 373 et 373 x 634 en fonction de leur époque de maturité.

dans une parcelle homogène. Les effectifs étudiés sont respectivement de 100 et 255 hybrides.

Les hybrides pleins frères «réciproques» ont été classés en fonction de leur date de maturité après lissage sur 4 années d'observation.

La comparaison des distributions (χ^2) conduit à un rejet de l'hypothèse d'égalité au seuil $\alpha = 1$ p. 100 et matérialise vraisemblablement l'existence d'effets dits maternels dont l'importance ne peut être négligée.

Remarque : Une tendance similaire a aussi été enregistrée sur un autre croisement «Colomer» (A 8) x «Rouget de Sernhac» (A 876) (COURANJOU, 1986) et avec d'autres variables telles l'Acidité totale, les teneurs en acides malique et citrique (travail réalisé en collaboration avec M. SOUTY).

Concrètement un certain nombre de croisements ont été effectués suivant des plans de croisement diallèles et on peut d'ores et déjà en extraire quelques enseignements critère par critère : ex. la mise en évidence et la caractérisation d'«effets maternels».

Une interprétation plus poussée devrait concrétiser un certain nombre de choix de géniteurs par l'évaluation des variances d'AGC, ASC et l'estimateur de l'AGC et l'ASC rendus possible, au moins dans le diallèle maturité précoce du fait de l'étendue de la base génétique manipulée pour les critères relatifs aux fleurs et aux fruits.

CONCLUSION

L'effort consenti par l'INRA dans le domaine de l'Amé-

lioration des espèces fruitières doit tendre vers une optimisation de l'activité de Sélection. Aujourd'hui l'importance et la qualité des travaux conduits jusqu'alors rendent possible une approche objective des hybrides ou variétés sur la base de critères pris individuellement.

● Dans les faits, les critères proposés peuvent sur la base même de leur domaine de validité être scindés en deux groupes :

- ceux fiables à l'état hybride,
- ceux dont l'intervalle de confiance ne permet pas un jugement objectif.

Ceci nous conduit à la définition d'une stratégie consistant à faire porter la sélection le plus tôt possible sur les éléments fiables (critères dont les variances d'estimateurs seront minimisées). Schématiquement ceci revient à sélectionner au stade hybride essentiellement sur les caractéristiques des fruits et des fleurs, les autres caractères ainsi que des points plus précis liés à la qualité gustative des fruits (indice réfractométrique, acidité, fermeté ...) étant appréhendés lors de la seconde étape de sélection.

● Parallèlement, une seconde phase peu valorisée jusqu'alors par manque d'informations mérite un développement, il s'agit de l'estimation objective de la valeur d'usage d'un individu. Elle repose d'une part sur la prise en compte du processus complet de sélection de l'hybride à la variété, d'autre part, sur une approche globale (multicaractères) de l'individu. Auquel cas l'utilisation de modèles de génétique quantitative devrait permettre de prévoir et accéder à une compréhension et une optimisation globale du processus de Sélection.

BIBLIOGRAPHIE

- COURANJOU (J.). 1975.
L'Amélioration génétique de l'Abricotier par l'INRA en France.
I.- Aspects de la culture et de la production française.
B.T.I., 300, 391-396.
- COURANJOU (J.). 1975.
L'Amélioration génétique de l'Abricotier par l'INRA en France.
II.- Etude de l'espèce et Sélection de variétés.
B.T.I., 300, 397-410.
- COURANJOU (J.). 1975.
L'Amélioration génétique de l'Abricotier par l'INRA en France.
III.- Création de variétés. Conclusions.
B.T.I., 301, 489-492.
- COURANJOU (J.). 1986.
Principales informations génétiques apportées par des croisements diallèles réalisés sur Abricotier.
Comm. présentée au sous-groupe Abricot d'AGRIMED, Murcie, Juin.
- CROSSA-RAYNAUD (P.). 1985.
Compte-rendu A.T.P. Abricotier, 1985.
Polycopié INRA, Avignon.
- DELECOLLE (R.). 1983.
Méthodes statistiques utilisables pour caractériser les effets des brise-vent sur la production agricole.
Manuel sur l'utilisation des brise-vent dans les zones arides. Document FAO (sous presse), 305-346.
- DEMARLY (Y.). 1977.
Génétique et Amélioration des Plantes.
Masson et Cie, Paris, 287 p.
- DEMOLLIENS (B.). 1986.
Contribution à l'étude de l'échantillonnage des fruits pour des critères de qualité : cas de l'Abricotier.
Mémoire de fin d'Etudes ENITAH, Angers, 40 p.
- DENIS (J.B.) et VINCOURT (P.). 1982.
Panorama des méthodes statistiques d'analyse des interactions génotype x milieu.
Agronomie, 2 (3), 219-230.
- FALCONER (D.S.). 1974.
Introduction à la génétique quantitative.
Masson et Cie, Paris, 284 p.
- GALLAIS (A.). 1976.
Sur la signification de l'aptitude générale à la combinaison.
Ann. Amélior. Plantes, 26 (1), 1-13.
- KEMPTHORNE (O.). 1956.
The theory of the diallel cross.
Genetics, 41, 451-459.
- LEFORT (G.). 1977.
Remarques sur la modélisation et l'interprétation des dispositifs diallèles.
Ann. Amélior. Plantes, 27 (2), 171-202.
- LEGAVE (J.M.), GARCIA (G.) et MARCO (F.). 1983.
Interférence des conditions de températures et des besoins en froid et en chaleur sur la détermination de la fin de la dormance puis la floraison de divers génotypes d'Abricotier dans les principales régions de culture.
3e Colloque sur les Recherches fruitières, INRA-CTIFL, 63-77.
- PRADEN (M.). 1985.
Qualité gustative de l'Abricot. Recherche de critères objectifs.
Mémoire de fin d'Etudes, ENITAH, 39 p.
- SOUTY (M.). 1967.
Connaissance du matériel végétal.
B.T.I., 220, 1-18.
- VINCOURT (P.), DERIEUX (M.) et GALLAIS (A.). 1984.
Quelques méthodes de choix des génotypes à partir d'essais multilocaux.
Agronomie, 4 (9), 843-848.
- WILLIAMS (W.). 1959.
Selection of parents and family size in the breeding of top fruits.
Rpt. 2nd Congr. of Eucarpia, 211-213.