Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 1991, **25**, N° 4, 203-227

MÉTHODOLOGIE DE LA SÉLECTION CLONALE EN ALLEMAGNE

Dr H. SCHÖFFLING* et J. G. DEROO**

*Institut d'Enseignement et de Recherche en Agriculture,
Viticulture et Horticulture de Rhénanie-Palatinat
Département de sélection clonale, Trèves, (Allemagne)
**Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier (France)

Résumé : *Le système allemand de sélection clonale décrit dans l'article est basé sur une sélection par pieds séparés avec réalisation de tests de performances étudiés sur 3 générations, c'est-à-dire sur 18 années successives.*

En particulier, il est étudié à chaque phase d'expérimentation les 10 points suivants : nombre de clones, nombre de pieds, nombre de répétitions, choix de l'emplacement, années, travaux de culture, relevé des données, évaluation sensorielle des vins, évaluation des données et rigueur de sélection. Par rapport au nombre de plants de départ, seuls 0,05 p. cent des clones sont conservés.

INTRODUCTION

C'est en l'an 60 après Jésus-Christ que l'on trouve chez l'écrivain romain Columelle, dans son ouvrage en 12 volumes « de re rustica », les premières traces de mesures destinées à la conservation des espèces pour la vigne.

Mais ce n'est qu'à partir de 1787 que l'on peut parler d'une amélioration ciblée des plants de vigne grâce à la sélection. Dans son célèbre décret du 13 octobre 1787 visant une promotion du Riesling, le Prince électeur Wenzeslaus évoquait 3 bases de sélection : la stabilité du rendement, la dégénérescence et la morphologie. Grâce aux mesures prises dans le cadre de la sélection massale positive et négative, les rendements ont pu passer de 3.000 à 6.000 l/ha.

La sélection clonale fut, elle, introduite en 1876 par Adolf Froelich. Après une première sélection sur 20 ans, reposant sur 7 objectifs de culture, le premier vignoble clonal allemand a pu être planté en 1900.

Du début des années 20 jusqu'à la fin des années 30, les principes et les concepts des sélections actuelles (pré-sélection, sélection intermédiaire et haute sélection) ont été définis.

En 1968, la Commission des Communautés Européennes légiféra sur les questions virologiques. Les surfaces de multiplication devaient désormais être exemptes de tout virus dangereux et on ne tolérait plus la présence de symptômes viraux sur les plants. A partir de là se sont créés de nouveaux centres d'essais et de recherche sur la sélection clonale des plants de vigne.

Aujourd'hui, c'est-à-dire 200 ans après le début de la sélection clonale, chacun des 54 sélectionneurs-obtenteurs (dont 70 % sont indépendants) dispose de 530 clones sur les 43 variétés de plants testés sur les virus et sur le broussin.

LES MÉTHODES DE SÉLECTION CLONALE

Notre sélection clonale portant sur 20 ans se décompose en 4 phases :

I.	Première sélection	Pieds séparés
II.	Pré-sélection	Clones A
III.	Sélection intermédiaire	Clones B
IV.	Haute sélection	Clones C

A ce développement de base s'ajoute :

- l'inscription au Bureau Fédéral des Cépages (BFC),
- la plantation de surfaces de multiplication de base et de surfaces de multiplication certifiées.

Le développement des clones qui s'ensuit se divise en 2 phases :

V.	Post-sélection I	Pieds séparés
VI.	Post-sélection II	sous-clones

Les six phases (I, II, III, IV, V, VI) suivent deux plans méthodologiques généraux réunis chacun autour de 10 points.

Ces 10 points sont pour les phases I et V :

1) Choix des parcelles et des origines,
2) Nombre de parcelles,
3) Grandeur des surfaces de départ et nombre de pieds,
4) Nombre des années de sélection,
5) Nombre de caractéristiques,
6) Journal de relevés pour les caractéristiques de sélection,
7) Méthodes de relevés de sélection,
8) Époques du relevé des caractéristiques,
9) Méthode d'évaluation,
10) Rigueur de sélection.

Pour les phases II, III, IV et VI, ces 10 points sont les suivants :

1) Planification des expériences,
2) Emplacements,
3) Fabrication des greffes,
4) Travaux de culture,
5) Relevé de culture,
6) Vinification,
7) Évaluation du vin,
8) Relevé des données,
9) Méthodes d'évaluation,
10) Rigueur de sélection.

Ce sont ces deux plans méthodologiques que nous nous proposons de suivre, les différentes phases pouvant être aisément restituées dans leur chronologie, compte-tenu de ce que nous avons précédemment exposé.

MÉTHODOLOGIE DE LA PREMIERE SÉLECTION ET DE LA POST-SÉLECTION I

Le résultat de la première sélection dans le développement de base des clones est comparable à celui de la post-sélection I. Cependant, cette dernière dure plus longtemps. En effet, les pieds sont difficiles à évaluer du fait de leur état de performance homogène.

I — LE CHOIX DES PARCELLES ET DES ORIGINES

a) en première sélection :

On choisit les parcelles dans des communes sur le point d'être remembrées. Les vignes ont l'avantage d'y présenter des pieds très âgés (50-100 ans) qui possèdent donc une grande variation de performances. Le repérage s'en trouve alors simplifié et ces parcelles laissent espérer une certaine tolérance aux virus.

Les maladies infectieuses sont dépistées chez les origines selon la méthode de la sciure (STELLMACH et SCHÖFFLING, 1992) sous forme de tests de masse. Dans notre programme de sélection de Piesport, nous avons du, au terme des tests sérologiques, éliminer 76 % des origines prévues en raison du court-noué et de l'enroulement, bien que ces plants n'en aient pas présenté les symptômes.

b) en post-sélection I :

Les parcelles sont celles consacrées à la multiplication de base. Le contrôle des aspects considérés dans les phases II, III et IV doit être effectué (état sanitaire, homogénéité du sol et uniformité topographique de la parcelle).

II — LE NOMBRE DE PARCELLES

a) en première sélection :

Les variations des états topographiques et des état culturaux obligent, pour une comparaison conduisant à des résultats significatifs des performances des plants, à mobiliser de nombreuses parcelles.

Il faut disposer de suffisamment d'origines pour s'assurer de l'obtention de clones de présélection meilleure que le clone de référence. Ainsi, un minimum de 10 parcelles est recommandé lors d'une sélection visant une augmentation de rendements (et plus si l'on cherche la « résistance » à la pourriture).

b) en post-sélection I :

Le problème des origines ne se posant plus, une parcelle de base suffit en principe. En général, on plante 1-5 parcelles de base par clone.

III — GRANDEUR DES SURFACES DE DÉPART ET NOMBRE DE PIEDS

a) en première sélection :

La grandeur des surfaces de départ augmente avec :

- la difficulté des buts de sélection,
- l'élévation du degré d'amélioration,
- le mauvais niveau de performance des origines.

Il faut un minimum de 1 hectare; aucun maximum n'est fixé.

Le nombre de pieds minimum est de 10.000. Dans l'étude du rendement, le nombre des pieds marqués positivement décroît au fil des ans, il faut s'assurer contre de tels risques qui diminuent le nombre de clones de départ de première sélection.

b) en post-sélection I :

La surface minimale prescrite est de 0,12 hectare. En pratique, elle couvre en général 0,2 hectare.

IV — NOMBRE DES ANNÉES DE SÉLECTION

a) en première sélection :

Une période d'observation de 5 ans est suffisante pour établir une base solide de sélection des pieds de départ. De ce fait, on arrive à une réduction des modifications dues à l'environnement.

b) en post-sélection I :

La durée de sélection est de 10 années.

V — NOMBRE DE CARACTÉRISTIQUES DE SÉLECTION

a) en première sélection :

Comme le montre l'annexe 1, on peut inclure 5 caractéristiques avec au total 40 critères dans les observations. Pour plus de facilité, nous ne proposons que 4 groupes de critères; il s'agit des caractéristiques concernant :

1) la pousse,
2) la grappe,
3) les maladies,
4) le vin.

Pour des raisons économiques, les critères peuvent ne pas être tous pris en considération. Dans ce cas, il convient d'établir une liste prioritaire. En principe, on peut parvenir à un succès de sélection avec d'autant moins de critères que l'état de sélection est mauvais pour une variété. Plus l'état de sélection est bon, moins grande est la marge des différences et plus il faut considérer de caractéristiques. Dans tous les cas, on ne peut se dispenser de l'évaluation du vin, le critère seul du poids du moût étant insuffisant.

b) en post-sélection :

Seuls les trois premiers groupes de critères sont nécessaires. Leur choix se fait en principe sur le modèle de la première sélection du développement de base avec cependant un choix complémentaire d'objectifs négligés jusque là.

VI — JOURNAL DE RELEVÉS POUR LES CARACTÉRISTIQUES DE SÉLECTION

Pour les deux phases, les différentes caractéristiques sont relevées dans un catalogue. Le modèle de journal de sélection est utilisable aussi bien pour les résultats de pieds séparés que pour ceux des parcelles.

VII — MÉTHODE DE RELEVÉ DES CARACTÉRISTIQUES.

Les méthodes de relevés des caractéristiques sont essentiellement le comptage, l'estimation et l'observation couplés à des tests. Ainsi la caractéristique « enroulement » sera relevée après une observation et un indexage, le résultat se présentant sous la forme « pourcentage de plants contaminés ». Autre exemple, la caractéristique taille (nombre d'yeux) subira un comptage ou une égalisation des yeux par pied, le résultat s'écrivant en nombre d'yeux par pied.

Dans la première sélection, la vinification doit se faire dans des conditions uniformisées: pressurage à la même pression, mêmes temps de fermentation aux mêmes températures, vinification en 2 répétitions. Pour des raisons techniques et en raison de la difficulté à trouver des dégustateurs, nous recommandons d'effectuer un coupage des deux cuves de fermentation avant le soutirage en bouteilles.

Outre le clone de référence vinifié dans les mêmes conditions en une quantité 12 fois plus

grande et dont la qualité du vin est déjà estimée et connue, la base de l'expérimentation pour un pied est la suivante :

- 125 pieds - 2 répétitions.
- 250 cuves de moût d'un litre - 125 cuves de vin d'un litre.

L'évaluation du vin suit le schéma à 5 points de la Société Allemande d'Agriculture. Cette méthode "scoring" permet de noter les différences avec précision et d'en déterminer l'origine.

Les conditions idéales de dégustation sont à notre sens les suivantes :

- 10 vins maximum,
- dégustation à l'aveugle, en 2 répétitions, les vins étant servis ensemble sur un plateau afin de pouvoir les regoûter,
- nombre de dégustateurs : environ 80. 40 est le minimum,
- fiabilité des dégustateurs : élimination des dégustateurs non fiables au fil des répétitions.

VII — CALENDRIER DU RELEVÉ DES CARACTÉRISTIQUES

Il est présenté dans l'annexe 2.

IX — MÉTHODE D'ÉVALUATION

a) en première sélection :

En cinquième année de sélection, seuls les pieds dont le rendement en raisin a été jugé satisfaisant chaque année seront gardés; c'est la condition nécessaire à une viticulture économique. En plus de la qualité du vin dans l'évaluation des pieds, le résultat des tests sur les virus et sur le broussin ont une importance décisive.

Mais dès le terme de la 2ème année de sélection, nous procédons à une qualification très rigoureuse. Le nombre de pieds est réduit de telle manière que le restant permet des tests sur les viroses pour chaque pied séparé. Simultanément, nous procédons à une multiplication parallèle. Ainsi avons-nous la garantie de commencer la pré-sélection avec des clones testés sur les virus et sur le broussin.

b) en post-sélection I :

Les surfaces de multiplication de 1.000 pieds sont utilisées pendant 20 ans. Pendant cette période il est réalisé :

- une sélection massale négative (dans un premier temps),
- une sélection individuelle par observation visuelle de la 1ère à la 10ème année,
- puis les 100 meilleurs pieds sont soumis à une sélection individuelle pratiquée sous forme de mesures (5 ans).

Après la 2ème année d'examen, nous procédons à une préqualification : test d'indexage viral et test sur le broussin. La haute qualification a lieu la 5ème année. On mesure annuellement les performances des pieds pour les caractéristiques importantes sur la moyenne de

tous les pieds. Les améliorations des caractéristiques montreront si la sélection est assez stricte.

X — LA RIGUEUR DE SÉLECTION

a) en première sélection :

Elle doit porter sur 3 facteurs :

- l'objectif de la culture,
- le degré d'amélioration,
- le niveau des origines.

Pour un objectif tel l'augmentation de rendements, une rigueur de 2 p. cent suffit (élimination de 98 p. cent des pieds). Si l'objectif est plus difficile, résistance à la pourriture etc..., la barre est amenée au-dessous de 2 p. cent. On peut se servir de l'écart-type en pourcentage comme mesure d'évaluation.

b) en post-sélection I : elle n'est pas aussi sévère que précédemment, 5 p. cent suffisent. il reste 50 pieds sur 1.000 de la surface de multiplication.

MÉTHODOLOGIE DES PHASES II, III, IV ET VI

Pour alléger notre compte-rendu, nous ferons référence aux différentes phases de la sélection en utilisant leurs numéros : II, III, IV et VI (cf.« les méthodes de sélections clonales»).

I — PLANIFICATION DES EXPÉRIENCES

Le tableau I représente la planification des expériences. Nous devons noter :

- Aux données présentées s'ajoute le clone de référence (tableau I) :

* phase II : 10 répétitions, clone très productif,
* phase III : 120 pieds sur 2 emplacements avec 2 porte-greffes et 3 répétitions, etc....

Le clone de référence est soumis aux mêmes conditions d'expérience.

Le champ de pré-sélection (II) doit être dégagé pour protéger les clones des influences extérieures. Il convient de ceindre le champ par des plants ne faisant pas partie de l'expérience.

Les 120 pieds par clone de III garantissent en gros la stabilité du rendement de toutes les variétés, même dans un champ non homogène à 100 p. cent.

Par ailleurs, les répétitions (cf. phases III et VI) sont nécessaires :

* un manque d'homogénéité, même dans un espace restreint est prévisible;

TABLEAU I

Planification des expériences

Phases	II	III	IV	VI
Nombre de facteurs Facteurs	2 100 clones 5 années	4 20 clones 2 porte-greffes 2 emplacements 5 années	4 10 clones 4 degrés de taille 3 emplacements 5 années	2 50 sous-clones 5 années
Nombre de répétions	2	3	4	4
Nombre de pieds	20 par clone 10 par répétition	120 par clone 60 par porte-greffe 1.200 par emplacement 10 par répétition	480 par clone 1.200 par degré de taille 1.600 par emplacement 10 par répétition	40 par sous-clone 10 par répétition
Parcelles séparées à vendanger	200	240	480	200
Nombre total de pieds	2.000	2.400	4.800	2.000

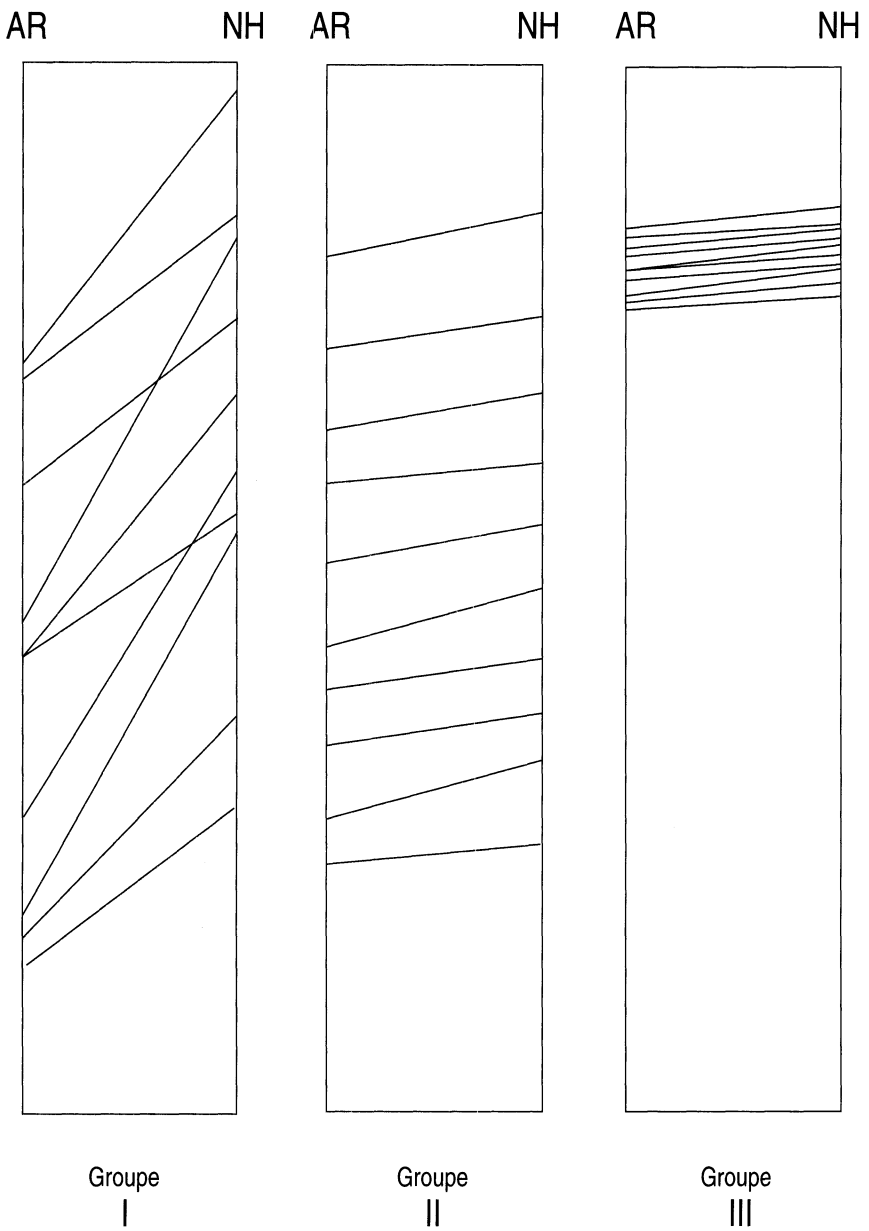


Fig. 1. — Lignes de régression pour clones Riesling blanc sur 2 emplacements avec interaction significative (I), niveau différent (II) et comportement homogène (III)

AR = Altenbamberger Rothenberg, 1957 : Riesling blanc (26G); argile sablonneux; S, 54 p. cent; 1,30 x 1,00 m
NH = Niederhäuser Hermannsberg, 1956 : Riesling blanc (26G); argile sablonneux; S, 55 p. cent; 1,30 x 1,00 m

* les répétitions permettent de déterminer les influences imputables au sol et au microclimat et donc d'apprécier la stabilité des performances, en particulier dans la mise en relation de 2 emplacements différents (figure 1);
* le dépistage des différences est facilité, même dans les cas de performances assez homogènes.

- en III, l'examen d'affinité des porte-greffes est indispensable pour collecter des informations spécifiques sur ces derniers.

- en IV, à la place des degrés de taille, on pourrait donner la priorité à d'autres questions tels les degrés de fumure, les porte-greffes, la lutte contre les parasites, etc....

L'installation de pieds à rendements différents permet d'obtenir des données sur la relation qualité-quantité.

II — EMPLACEMENTS

Les conditions préalables pour les 4 phases sont établies après les examens suivants :

- état sanitaire du sol; les nématodes dangereux doivent être absents,
- état sanitaire des plants avec, entre autre, l'application de tests de masse selon la méthode de la sciure (STELLMACH ET SCHÖFFLING, 1992).
- topographie en vue d'une uniformité maximale,
- étude de la non homogénéité du sol via le prélèvement de récoltes et l'étude du profil du sol,
- alimentation du sol.

Par ailleurs, pour la phase III, les emplacements doivent être représentatifs de la région et assez éloignés l'un de l'autre.

Pour la phase IV, il est souhaitable que la nature du sol des emplacements soit différenciée lors de l'utilisation de porte-greffes différents. Dans le cas contraire, il convient d'utiliser un porte-greffe pour des qualités différentes d'emplacements.

III —LA CONFECTION DES GREFFES

A l'issue des périodes d'observation de chaque phase, les greffes seront réalisées à partir des pieds retenus.

Pour la phase VI, on procède au greffage en partant du pied séparé de la surface de multiplication de base de la phase V ou de la multiplication parallèle. Elles se font sur des porte-greffes courants qui doivent être choisis en fonction de leur adaptation aux caractéristiques du sol. Connaissant l'interdiction de planter franc, il nous faut accepter l'influence de l'affinité.

Avant le greffage, les porte-greffes et les greffons déjà testés doivent subir des contrôles sanitaires (méthode de la sciure). Les éléments à réaction positive sont éliminés. Le greffage et la culture se font à l'abri des infections (en cartonnage).

IV — LES TRAVAUX DE CULTURE

Les travaux de culture, depuis la préparation du champ jusqu'aux vendanges et à la taille, en passant par la plantation des vignes issues des cartonnages, doivent se faire :

- de manière uniforme,
- simultanément,
- par les mêmes personnes.

V — LE RELEVÉ DES DONNÉES

a) en phase II :

En pré-sélection, il suffit de peu de caractéristiques pour distinguer les clones. Le relevé des données par l'observation et l'estimation obéit au principe par 2 côtés. Pour les mesures de maturité sur un échantillon de 200 grains, nous recommandons un pressoir travaillant à la même pression qu'un grand pressoir.

Pour la récolte, nous vendangeons séparément les raisins des différentes parcelles, nous les pesons et en extrayons le jus à la main. Les raisins au sol et les raisins pourris sont estimés avant ou pendant la vendange. les 200 parcelles peuvent être vendangées en une journée.

b) en phase III :

Le relevé se fait sur le même modèle qu'en phase II, mais en nous démarquant du principe de simultanéité, nous effectuons la vendange à maturité idéale du raisin (grâce à des mesures hebdomadaires de maturité et un suivi de la pourriture de la grappe).

c) en phase IV :

Le relevé s'effectue en général sur 3 années de récolte. Pendant ce temps, les clones des phases II et III continuent d'être observés. Ainsi sur les 10 clones de phase IV, nous détenons 13 résultats de phase II, 8 de phase III et 3 de phase IV concernant les récoltes, d'où un suivi des rendements.

Les règles qui prévalent au relevé sont les mêmes que précédemment.

d) en phase VI :

La technique à suivre est exposée dans la partie traitant la pré-sélection. Nous avons relevé 15 caractéristiques qui nous semblent importantes :

pour la pousse	pour la grappe	pour les maladies
- débourrement	- floraison	- raisins au sol
- croissance	- coulure	- pourriture de la grappe
	- millerandage	- court-noué
	- mûrissement	- enroulement

- rendement
- poids du moût
- acidité totale
- valeur du pH
- broussin

VI — LA VINIFICATION

La vinification (tableau II) se fait de préférence durant la deuxième année de récolte, sauf pour la phase VI ou elle s'effectue lors de la première année (les résultats doivent être obtenus à temps pour l'inscription).

a) en phase II :

Pour des raisons d'économie de travail et de volume limité de moût, on presse les raisins des 2 répétitions ensemble. Mais il faut, dès le départ, séparer en 2 cuves distinctes le moût des clones pour la fermentation, l'assemblage se fera avant la mise en bouteille.

b) en phase III :

Il est indispensable de pratiquer au moins une vinification par phase de multiplication dans le cadre d'une sélection ayant pour objectif la qualité. Pour réduire le volume de travail, on se limite à 20 clones avec 2 combinaisons de porte-greffe et ce, pour un emplacement.

c) en phase IV :

Lors de la caractérisation des clones, la connaissance de leur structure qualitative sur les 3 emplacements est très importante. Grâce à cette information, nous ne réalisons que 2 degrés de taille. Les degrés de taille doivent différer fortement quant au nombre d'yeux/m^2 et les tailles doivent tenir compte, autant que possible, de la pratique.

d) en phase VI :

Il est indispensable de procéder à une vinification des subclones, on constate en effet des écarts-types importants pour les différents caractères.

Pour les 4 phases concernées, les bases d'expérimentation sont présentées dans le tableau II.

Le clone de référence a subit les mêmes traitements mais dans des proportions :

- 10 fois plus grandes en phase II,
- 4 fois plus grandes en phase III,
- 6 fois plus grandes en phase IV,
- 5 fois plus grandes en phase VI.

VII — L'ÉVALUATION DU VIN

Pour les phases II, III et IV, elle se fait en 2 répétitions selon la méthode « scoring» en 5 points. En raison des dégustations séparées, on doit procéder à une évaluation par groupes de clones mais toujours en relation avec le clone de comparaison.

TABLEAU II

Bases d'expérimentation des phases II, III, IV et VI

Phases	Pieds de départ	Caractéristiques
II	20	100 clones 2 répétitions 200 cuves de moût de 20 l 100 cuves de vin de 20 l
III	30	20 clones 2 porte-greffes 2 répétitions en cave 80 cuves de moût de 30 l 40 cuves de vin de 30 l
IV	40	10 clones 2 périodes de taille 3 emplacements 2 répétitions en cave 120 cuves de moût de 40 l 60 cuves de vin de 40 l
VI	50 (subclones)	50 subclones 2 répétitions en cave 100 cuves de moût de 20 l 50 cuves de vin de 20 l

TABLEAU III

Fiche de dégustation des vins de la Société Allemande d'Agriculture

Caractéristique	Appréciation	Points	Nbre maximum de points par caractéristique
Couleur	Pâle ou prononcé Jaune clair Typique	0 1 2	2
Limpidité	Trouble Clair Brillant	0 1 2	2
Odeur	Avec défaut Sans distinction Distincte Parfumée Fruitée et arôme	 1 2 3 4	4
Goût	Avec défaut Sans défaut Net et vineux Mûr, équilibré Plein et généreux	 1 - 3 4 - 6 7 - 9 10 - 12	12
Nombre maximum de points obtenus par vin			20

L'évaluation du vin à 2 âges différents augmente le travail mais n'est pas sans importance.

La phase IV est décisive pour l'évaluation des vins clonaux. Les clones sont pour la plupart destinés à être plantés, les viticulteurs doivent être informés des qualités spécifiques de chaque vin. On pourra ainsi tirer des recommandations sur le coupage des vins, sur la plantation selon les emplacements des vignobles, sur l'utilisation des produits. Le schéma proposé d'évaluation à 20 points (tableau III) serait plus détaillé que le schéma officiel à 5 points. Enfin, il faut arranger les dégustations de telle sorte qu'on dispose de résultats d'évaluation des vins clonaux pour deux stades différents de maturité (par exemple : 1ère dégustation du vin 6 mois après la vendange, puis la deuxième dégustation un an après).

VIII — RELEVÉ DES DONNÉES DANS LE CADRE DE LA SÉLECTION SANITAIRE

Dès l'année de plantation, l'absence de maladies (court-noué, enroulement, broussin) est contrôlée 2 fois par an visuellement et sur tous les pieds. Ces vérifications s'effectuent la première fois en été, la seconde en automne (6 observations par pied et par an).

Dès qu'un pied est suspect, toute la famille de clones est immédiatement arrachée. Par mesure de sécurité, on effectue une analyse des nématodes. Simultanément, les pieds voisins subissent un test sérologique portant sur une contamination latente. Selon le résultat, les mesures prises peuvent être encore plus rigoureuses.

IX — MÉTHODE D'ÉVALUATION

a) en pré-sélection :

Le nombre des clones à tester est grand et les caractéristiques diffèrent encore fortement. C'est pourquoi nous appliquons la méthode à 4 cases. Elle repose sur une qualification moyenne, mais elle inclut également une combinaison des caractéristiques. Dans la figure 2, les clones de la case II se qualifient du fait de l'obtention de valeurs de poids de moût et de rendement supérieurs à la moyenne. D'autres relations peuvent s'ajouter à l'étude (qualité du vin - rendement en raisin, poids du moût - pourriture de la grappe, etc...). Chaque relation doit se qualifier au maximum 3 fois, c'est-à-dire une fois par an. Les clones qui ont réussi le plus grand nombre de qualifications par année séparée sont prédestinés pour la sélection intermédiaire.

b) en sélection intermédiaire :

En raison des 8 années de récolte relevées, on peut calculer des paramètres de dispersion sur toutes les années. Plus ils sont bas, sachant le niveau bon, plus un clone peut être jugé favorablement.

Par ailleurs, nous utilisons également une analyse de variance et le test de Duncan pour déterminer la qualification en fonction des 4 groupes de caractéristiques que nous avons déjà évoqués. Le tableau IV en donne une illustration. Le clone de référence sert à l'échelle de mesure des performances des clones testés. Les clones choisis peuvent être décimés si l'on observe, dans une famille de clones, un manque de conformité sur le plan virologique ou bactériologique.

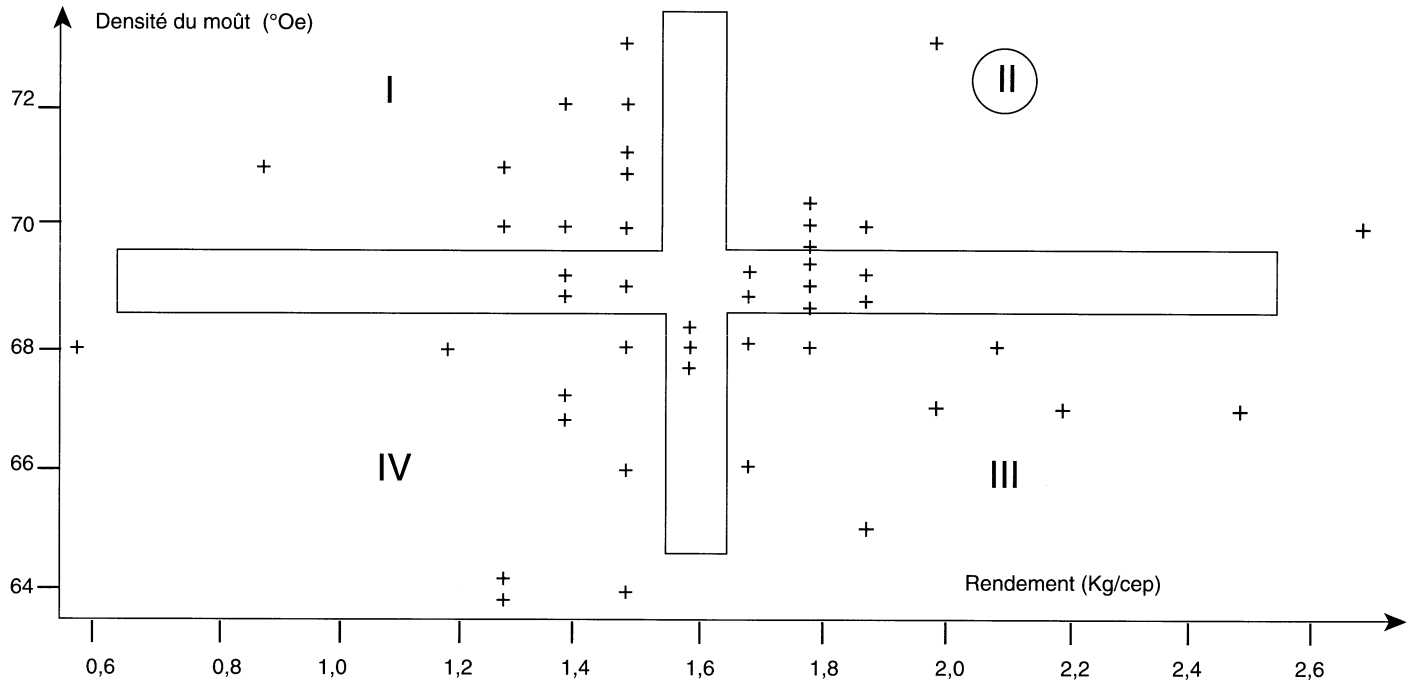


Fig. 2. — Tableau à 4 cases - Relation densité du moût/production de raisins pour clones Riesling Blanc (5 C; 1,50 x 1,50 m) en pré-sélection (1973-1975)

TABLEAU IV

Débourremment moyen, compte tenu de la longueur des pousses pour chaque cep de clones de la variété Riesling blanc (1971-1976) sur l'emplacement Leiwen (Moselle)

Résultat de l'analyse de variance

Origine de la variation	Test F
clones	+++
années	+++
clones x années	–

Résultat du test de Duncan

14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		cm	clone
-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14	153	239 Gm
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	13	162	122 M
		-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	12	163	378
			-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	11	166	68 T
				-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	10	167	uns.
					-	-	-	-	-	-	-	-	+	9	169	37 E
						-	-	-	-	-	-	-	+	8	169	356 Tr
							-	-	-	-	-	-	+	7	169	90 N
								-	-	-	-	-	+	6	170	65 H
									-	-	-	-	-	5	172	B 21
										-	-	-	-	4	176	1 R
											-	-	-	3	178	7St
												-	-	2	179	2090 L
													-	1	183	Bw

c) en haute sélection :

A cette phase, l'analyse des effets principaux et des interactions est très importante pour être en mesure de recommander spécifiquement chaque clone.

Dans le tableau V, nous trouvons un modèle pour l'évaluation d'un essai à 3 facteurs ayant pour but de tester l'adaptation à l'emplacement et à l'année.

En ce qui concerne la qualification finale, il est, à notre avis, impossible d'établir une règle générale. Dans un premier temps on cherche pour chaque clone, séparément, la qualification obtenue en fonction des critères choisis.

Dans un deuxième temps, on décide, à l'intérieur des caractéristiques importantes, celles à qui l'on accorde la priorité, les plus importantes pouvant compter double ou triple. Enfin, on additionne les qualifications obtenues (avec possibilité d'introduction de coefficients) pour chaque clone donnant ainsi un chiffre total d'évaluation.

Les clones qui auront donné satisfaction sur tous les plans ou ceux qui se distinguent par des caractéristiques particulièrement recherchées sont inscrits, vérifiés et enregistrés au Bureau Fédéral des Cépages.

d) en post-sélection II :

Comme on le voit sur la figure 3 pour la relation poids du moût/rendement en raisin, il y a une forte dispersion des subclones (68 subclones issus du clone Riesling Weis 21), et ce même sur une moyenne de 4 ans . Suivant différentes méthodes (tests différentiels, test de Duncan...), les clones qui ont montré le plus grand nombre de différences significatives pour les caractéristiques les plus importantes sont qualifiés. Par ailleurs, la figure 4 montre que la qualité du vin, n'est, hormis pour l'odeur, pas en corrélation avec le poids du moût.

TABLEAU V

Comparaison des aptitudes de 4 clones Riesling blanc (1973-1976.)
Analyse de variance du rendement sur les emplacements Leiven, Trèves, Ockfen et Niederhausen (Rhénanie-Palatinat)
Regroupement suivant le modèle du carré latin

Origine de la variation	Degré de liberté	Carrés moyens
Clones	13	6.552,48 +++
Emplacements	3	217.916,76 +++
Années	3	504.068,69 +++
Clones x Emplacements	39	1.191,41 +++
Clones x Années	39	525,32 +++
Emplacements x Années	9	192.779,31 +++
Clones x Emplacements x Années	117	326,70 +++
Influence du sol dans leur ensemble	416	958,64 +++
Erreurs	2.496	190,76

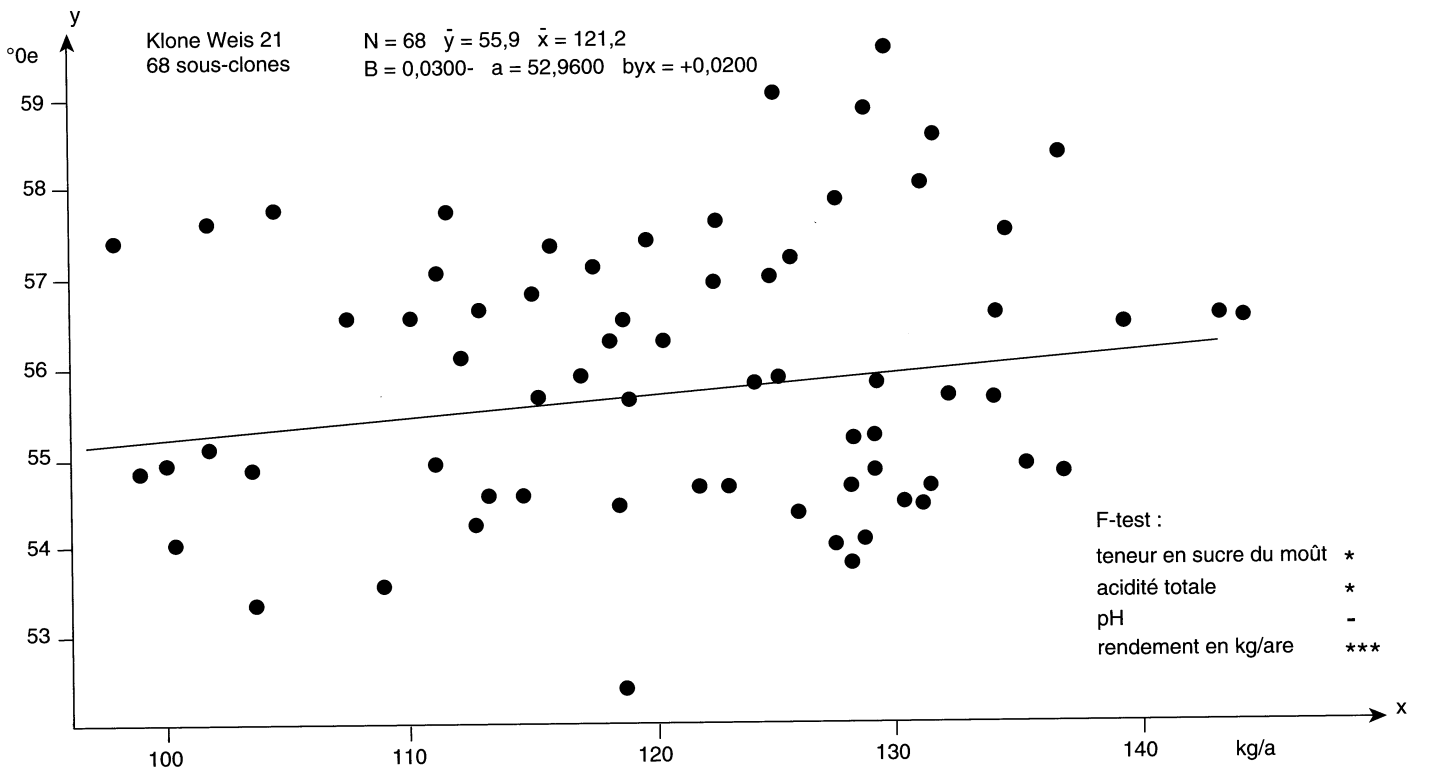


Fig. 3. — Degré potentiel du moût en fonction du rendement en raisin à Kanzem (Sarre) du domaine d'essai Weis (1984-1987)

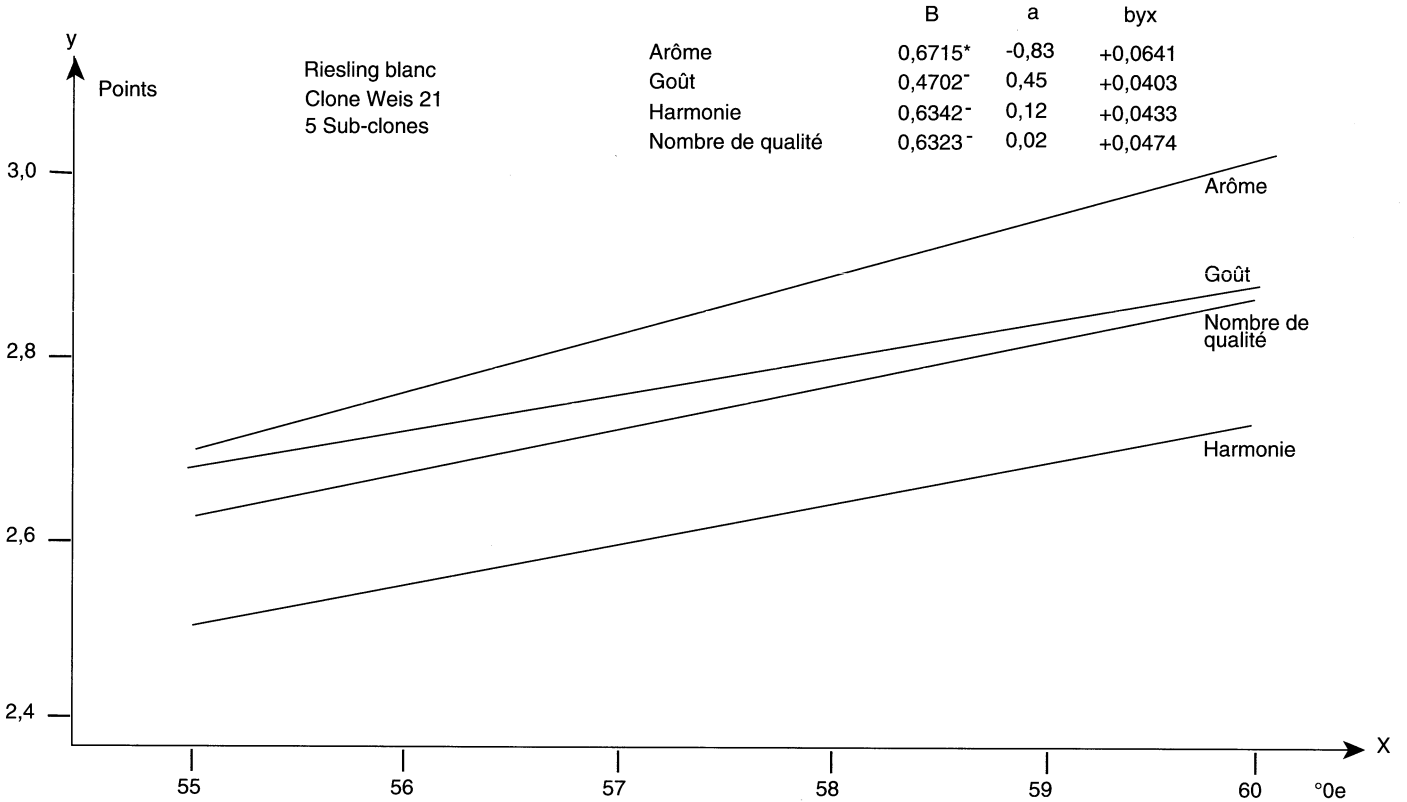


Fig. 4. — Évaluation sensorielle. Classification à 5 points et densité du moût.
Emplacement : Kanzem (Sarre)

X — LA RIGUEUR DE SÉLECTION

Le résultat de sélection dans le cadre du développement de base des clones suivant le modèle présenté (10 origines, 5 années de contrôle par phase) se résume de la façon suivante :

- Schéma portant sur le nombre de pieds de départ :

Première sélection	10.000 pieds	100 %
Pré-sélection	100 clones	10 %
Sélection intermédiaire	20 clones	0,2 %
Haute sélection	10 clones	0,1 %
Enregistrement officiel	5 clones	0,5 %
Rigueur de sélection au bout de 20 ans		99,95 %

- Schéma portant sur les clones de départ :

Pré-sélection	100 clones	100 %
Sélection intermédiaire	20 clones	20 %
Haute sélection	10 clones	10 %
Enregistrement officiel	5 clones	5 %
Rigueur de sélection au bout de 20 ans		95 %

A vrai dire, cette rigueur de sélection est variable et dépend du « screening », c'est-à-dire du procédé de sélection lors du développement d'un clone où entrent en jeu, par exemple:

- l'état initial de performance,
- le nombre de pieds de départ,
- le nombre de clones de départ,
- les buts de la sélection,
- l'intensité des examens.

De ce fait, la rigueur de sélection n'est pas rigide. Elle est finalement le produit de la situation de performance des origines au départ et de la performance que le sélectionneur-obtenteur attend du clone à la fin.

- en post-sélection II :

En raison de la rigueur de l'expérimentation de base et de la stricte observation des conditions d'expérience lors du relevé des données, les influences imputables à l'environnement sont pour ainsi dire exclues. Ce « nettoyage » réduit plus tôt les différences entre subclones. De plus, nous sommes dans une situation monoclonale, alors qu'en pré-sélection, nous avions affaire à une situation polyclonale. De ce fait également, les différences de performance de subclone à subclone sont automatiquement plus restreintes. Il est donc ici plus difficile de trouver des différences de performances dues à des mutations somatiques que lors de la pré-sélection.

Par ailleurs, d'après les généticiens, un mutant n'est stable qu'au bout de 3 phases de

multiplication; or il n'y a qu'une phase de multiplication en post-sélection II. Le système de qualification est-il remis en cause ?

Une chose est certaine : les seules sélections massales négatives et positives ont permis depuis 1787, de porter le rendement de la récolte, dans la région Moselle-Saar-Ruwer, de 3.000 l/ha à 6.000 l/ha (+100 p. cent). Avec le même procédé, nous sommes en mesure, après une sélection de 5 ans, d'augmenter les rendements de 7 à 17 p. cent, ce qui est actuellement pratiqué lorsqu'un clone défaillant doit être amélioré. Ceci est également possible par la sélection clonale avec une phase de sélection, comme pour le clone Riesling Neustadt 90. Les chiffres suivants (tableau VI) montrent les différences de rendement en raisin avant et après un développement selon cette méthode.

La différence a donc diminué de 21 p. cent à 13 p. cent. Il faut en outre remarquer que le clone Weis 21 est l'un de ceux qui ont été nettement améliorés.

Si nous considérons ces résultats, nous devons constater que notre procédé est bon : par une qualification des pieds en post-sélection I et une qualification des subclones en post-sélection II, nous transmettons les améliorations de performance. Mais n'ayant pas eu strictement 3 multiplications, nous devons nous attendre à une légère baisse de performance lors du développement des clones.

Malgré cette remarque critique, nous sommes donc sur la bonne voie dans notre procédé de qualification.

TABLEAU VI

Rendement en raisin avant et après un redéveloppement

	Clone Riesling Weis 21		Clone Riesling Neustadt	
	°Oechsle	kg/ha	°Oechsle	Kg/ha
Avant développement Emplacement Filzen (1971-1985)	64,4 (100%)	128 (100%)	65,3 (+ 1,4%)	101 (- 21%)
Après développement Emplacement Avelsbach (1981-1988)	70,8 (100%)	105 (100%)	70,3 (- 0,7%)	91 (- 13%)

INSCRIPTION, EXAMEN ET ENREGISTREMENT DES CLONES PAR LE BUREAU FÉDÉRAL DES CÉPAGES

Au début de la haute sélection, les 10 clones restant sont inscrits officiellement auprès du Bureau Fédéral des Cépages auquel il faut livrer 25 greffes de chaque clone. Le Bureau procède à une vérification de l'authenticité du cépage et de l'homogénéité des capacité physiologiques des clones. Cet examen dure 5 ans.

Sur la base des résultats de l'enregistrement, du livret de culture, et de l'examen de constance dans les champs de sélection, le comité d'examen des cépages du Bureau Fédéral des Cépages décide de l'enregistrement officiel des clones inscrits. Toutefois le sélectionneur-obtenteur n'est enregistré pour les clones qualifiés en haute sélection que s'il peut prouver 3 étapes de multiplication pour le développement de base (pré-sélection, sélection intermédiaire et haute sélection).

INSTALLATION DE SURFACES DE MULTIPLICATION DE BASE ET CERTIFIÉES

Après l'enregistrement, les champs de différentes phases de sélection sont transformés en surfaces de culture préliminaire. On y prélève du bois de multiplication protégé contre les infections pour installer des surfaces de base. Celles-ci, ainsi que les surfaces de multiplication qui en résultent, sont soumises aux règlements de la reconnaissance fédérale des vignes.

En raison de l'activité de post-sélection développée dans les surfaces de multiplication de base, il convient d'attacher une importance toute particulière à l'uniformité du sol et à la topographie dans ce type de surfaces (SCHÖFFLING ET DEROO, 1992).

CONCLUSION

La méthodologie de la sélection clonale repose depuis toujours sur l'état polyclonal et sanitaire des origines. La variabilité des caractéristiques de performance qui en découle est donc très grande. Pour un rendement en raisin faible, il fut facile de trouver des souches valables dans le cadre de sélections clonales portant sur plusieurs années en première sélection. Nous avions examiné le rendement et l'état de santé sur une base visuelle.

Il s'est avéré plus difficile, lorsque le rendement a augmenté, d'améliorer les performances, d'autant que d'autres exigences s'y étaient ajoutées (qualité par ex.). On a alors décidé d'allonger la durée de l'examen. Par ailleurs, on a introduit progressivement 3 phases de multiplication, plus 2 examens importants (poids de moût et stabilité). Aujourd'hui, le sélectionneur-obtenteur peut pratiquement garantir 10.000 l de vin par an sans perte de qualité, ceci pour des plants testés pour les virus.

C'est pourquoi l'accent est mis aujourd'hui sur la recherche de la qualité du vin, la résistance aux maladies et l'amélioration des réactions aux changements des conditions de plantation. Avec l'intensification des contrôles d'une part, l'exigence d'une main d'œuvre qualifiée d'autre part, le coût de la sélection clonale ne va cesser de croître. Par ailleurs, les progrès biotechnologiques (culture in vitro, progrès de la recherche en génétique...) vont entraîner une évolution de la méthodologie de la sélection clonale, laquelle est loin d'avoir trouvé son cadre définitif.

Manuscrit reçu le 24 juin 1991; accepté pour publication le 15 juillet 1991.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

SCHÖFFLING H. et DEROO G., 1991. Surfaces consacrées à la multiplication clonale en Allemagne - 1990. *Le Progrès agricole et viticole,* **108**, 391-397.

STELLMACH G. et SCHÖFFLING H., 1992. Klon-Züchtung bei Weinreben in Deutschland. Waldkirch Verlag.

ANNEXE I

Groupes de caractéristiques dotées d'un comportement clonal typique

I Caractéristiques morphologiques		
	Feuille	1
	Pousse	2
	Raisin	3
II Caractéristiques physiologiques		
Phénologie	Débourrement	4
	Floraison	5
	Début de maturation des fruits	6
	Début de l'aoûtement	7
	Changement de couleur	8
Végétation	Poids du bois de taille	9
	Longueur des sarments	10
	Nombre de bourgeons par sarment	11
	Superficie des feuilles	12
Résistance	*Botrytis cinerea*	13
	Résistance au dessèchement de la raffle	14
	Tolérance aux maladies à virus	15
	Autres éléments destructeurs	16
	Résistance à la chlorose	17
	Résistance aux gelées d'automne	18
	Résistance aux gelées d'hiver	19
	Résistance aux gelées de printemps	20
Quantité	Nombre d'inflorescences	21
	Coulure	22
	Nombre de raisins	23
	Poids du raisin	24
	Récolte de moût	25
Qualité	Densité du moût	26
	Acidité totale	27
	Acide tartrique : acide malique	28
	Valeur du pH	29
	Extrait non réducteur	30
	Acides aminés	31
	évaluation sensorielle	32
III Caractéristiques économiques		
	Recette raisin	33
	Recette vin	34
IV Caractéristiques variance environnement		
	Adaptation à la culture	35
	Adaptation (emplacements)	36
	Adaptation au climat (années)	37
V Caractéristiques variance génétique		
	Relations quantité	38
	Relations qualité	39
	Relations résistance	40

ANNEXE II

Calendrier des travaux de sélection

Période	Appréciation génétique	Appréciation virologique
Janvier	Aoûtement*	Prélèvement du bois, indexage
Février	Résistance aux gelées d'hiver Évaluation des vins*	Préparation du bois, indexage
Mars	Taille (nombre d'yeux)*	Greffage, indexage
Avril	Débourrement	Forçage, indexage
Mai	Gelées tardives*	Test de cresson Placement en pépinière, indexage
Juin	Nombre de pousses* Nombre d'inflorescences Floraison	Panachure infectieuse*
Juillet	Coulure/millerandage* Croissance* Entre-coeurs	Test sérologique
Août	Forme de la feuille Présentation des vrilles Nombre de grappes Forme de la grappe	Observations sur indicateurs
Septembre	Dégâts dus à la sécheresse Coloration précoce des feuilles Gel précoce Déssèchement de la rafle	Enroulement* Court-noué* Analyse portant sur les nématodes
Octobre	Raisins tombés au sol* Pourriture de la grappe* Rendement* Quantité de moût Densité du moût* Acidité totale* Valeur ph	
Novembre	Vinification	Désinfection du sol
Décembre	Évaluation	Évaluation

* : caractéristiques principales