

4 blocs de 3 parcelles de 3 arbres sans bordure. 3 traitements et témoins, de 1 à 3.

Bloc.....	A			B			C			D			Coefficients de variation	Plus petite différence significative
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c		
Parcelle.....														
Combinaison donnant la plus faible variance de l'erreur expérimentale	2	1	3	3	2	1	2	3	1	2	1	3	12,0	15,3
Combinaison donnant la plus forte variance de l'erreur	2	1	3	2	1	3	2	3	1	3	1	2	27,4	34,8
Bloc.....	E			F			G			H			Coefficients de variation	Plus petite différence significative
Parcelle.....	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c		
Combinaison donnant la plus faible variance de l'erreur expérimentale	2	3	1	3	2	1	2	1	3	1	2	3	8,12	10,6
Combinaison donnant la plus forte variance de l'erreur	2	3	1	1	2	3	2	1	3	2	3	1	18,8	22,1

Dans le second cas, cet inconvénient est réduit au minimum : la comparaison des variances donne $\frac{140}{7.014} = 0.02$, les résultats sont donc comparables, la limite 5,05 étant loin d'être atteinte. L'erreur apparente est voisine de sa valeur réelle.

Les indications données par les variances sont d'autant plus faussées qu'elles portent sur le *rapport* de deux nombres se modifiant en sens inverse. Dans l'exemple cité, des différences de 50 % peuvent ne pas être tenues pour significatives. Notons cependant qu'il ne s'agit là que de cas extrêmes dont les chances d'apparaître sont assez réduites. D'autres exemples sont donnés dans les tableaux des figures 23 et 24.

Le défaut essentiel de cette méthode d'évaluation de l'erreur expérimentale réside dans ce fait qu'elle néglige la variation due aux traitements hypothétiques. Celle-ci renferme les effets de causes non contrôlées qui, s'ils se maintiennent, ne pourront être séparés de l'effet des traitements futurs. Ces erreurs cachées sont donc les plus graves (fig. 24).

Figure 24. - COMBINAISONS EXTREMES

<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>
<i>b</i> A	<i>b</i> B	<i>b</i> E	<i>b</i> F
<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>
<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>
<i>b</i> C	<i>b</i> D	<i>b</i> G	<i>b</i> H
<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>

On pourrait songer à tester la précision des essais à blanc sur l'estimation de la somme de la variation entre traitements et de celle de l'erreur qui correspond à la variation interne des blocs et représente commodément, par un seul nombre, le *degré de précision de l'essai à blanc*. La variance s'obtiendra en divisant le total de la somme des carrés des écarts des traitements et de l'erreur par le

nombre total de degrés de liberté de ces deux facteurs. Cette méthode a l'avantage de simplifier notablement les calculs. Dans le cas considéré au tableau VII, les résultats seraient les suivants :

Différence entre la somme des carrés totale et la somme des carrés interbloes : 35.772 = variation interne totale des bloes.

Nombre de degrés de liberté :	10
Variance :	3.577
Ecart-type :	59,8
Coefficient de variation :	15

Cette manière de calculer la précision d'un essai à blanc nous semble la plus recommandable, tant par sa simplicité que par sa logique. Aucune raison ne peut être invoquée pour tenir compte de différences entre des traitements qui relèvent du domaine de l'hypothèse et il paraît normal de confondre ces écarts avec ceux provenant de causes non contrôlées, qui sont inclus dans l'erreur expérimentale.

Cependant, si cette méthode permet de juger comparativement la valeur des bloes, l'incertitude concernant la répartition intérieure des parcelles subsiste.

	A						B					
	E	A	D	F	C	B	B	C	D	A	E	F
	F	D	A	E	B	C	C	F	B	E	D	A
	C	B	E	D	A	F	F	B	C	D	A	E
	B	C	F	A	D	E	A	E	F	C	B	D
	A	F	B	C	E	D	F	D	A	B	F	C
	D	E	C	B	F	A	D	A	E	F	C	B

Fig. 25

CARRÉS LATINS

Plus petites différences significatives $A = 33$ k. 53
 $B = 37$ k. 96

CARRÉ LATIN. Théoriquement, le carré latin constitue, en raison de l'hétérogénéité de la production fruitière, le meilleur dispositif expérimental pour les vergers. Malheureusement, il se heurte à des difficultés d'application lorsqu'il faut se garder des effets de bordure et ne se prête pas bien aux essais de longue durée.

Les carrés latins figurés au plan (fig. 25) qui comportent un témoin et 5 traitements, engendrent une grande complication dans les travaux et sont sujets aux effets de bordure. Pour neutraliser ceux-ci, 169 arbres seraient nécessaires pour 36 en observation. Avec des carrés de 4 arbres, il faudrait disposer d'une parcelle ayant au minimum 361 arbres. En abaissant le nombre des traitements à 3, 81 arbres seraient indispensables pour un essai avec bordures simples. On voit que le carré latin est difficile à réaliser en culture fruitière.

Si l'on peut, théoriquement, donner une étendue plus grande au carré latin qu'au bloc, car les variations internes non contrôlées peuvent être éliminées avec le premier tandis qu'elles ne le sont pas avec le second, on se heurte à des difficultés pratiques, d'ordre financier principalement.

Le nombre des Clémentiniers (84) est à peine suffisant pour constituer deux carrés latins sans bordures et il est trop réduit pour un seul carré avec bordures. Dans ce cas particulier, il faudrait disposer d'un hectare pour pouvoir expérimenter rationnellement, avec bordures, en menant de front 3 ou 4 comparaisons. Les accidents qui peuvent survenir à certains arbres au cours d'expériences de longue durée sont fort gênants pour l'interprétation des résultats.

Les essais à blanc sur carré latin se prêtent à de multiples combinaisons et il serait trop long de dégager celles qui donnent les meilleurs et les plus mauvais résultats. Les dispositifs pris au hasard représentés fig. 25 donnent des degrés de précision mentionnés en dessous du plan. Les réserves faites concernant l'influence des combinaisons de parcelles au sujet des blocs restent valables pour le carré, avec une atténuation due au grand nombre de parcelles mises en expérience.

Nous revenons à cette idée directrice de l'expérimentation agricole, qui s'applique avec une rigueur toute particulière lorsqu'il s'agit d'arbres fruitiers : C'est *le nombre des essais* qui reste le facteur déterminant de la précision des résultats.

Sans doute, avec une espèce moins capricieuse que le Clémentinier, avec des arbres d'un même clone, sur un terrain bien étudié, on pourrait réduire notablement le nombre des arbres à mettre en œuvre.

Cependant, l'expérimentateur sera presque toujours amené à limiter ses ambitions, faute de matériel végétal approprié. Nous sommes ainsi conduits à calculer la superficie nécessaire pour une Station expérimentale.

V. — SUPERFICIE A DONNER A UNE STATION EXPERIMENTALE

Nous prendrons comme exemple une Station spécialisée en Agrumiculture, organisée pour étudier les principaux problèmes qui se posent en Afrique du Nord.

Le programme de travail envisagé pourrait s'établir comme suit, par ordre de priorité :

- 1° Fumure. — Amélioration de l'alimentation du végétal.
- 2° Irrigation. — Economie de l'eau.
- 3° Porte-greffes résistants à la dégénérescence infectieuse.
- 4° Recherche de clones améliorés.
- 5° Mise à fruits du Clémentinier.
- 6° Emploi des phytohormones.

1° *Fumure.* — Les essais devraient porter sur 10 espèces et variétés commerciales ou d'avenir. On prendra trois séries d'engrais organiques : Fumier — Engrais vert — Apport de paille, combinés avec 4 séries d'engrais minéraux N seul, NP, NK et NPK. On comparera deux doses dans chaque combinaison. Pour N, on aura 2 époques d'application. On organisera 3 répétitions dans la même année.

Ce programme, assez limité, va nécessiter la superficie suivante, à raison de 6 arbres \times 50 m² = 300 m² par parcelle (3 ares).

10 espèces \times 3 organiques \times 4 minéraux \times 2 doses \times 2 époques \times 3 répétitions = 1,440 parcelles de 3 ares, soit 43 ha 20 qu'il faudrait multiplier par 2,5 pour se prémunir contre les effets de bordure $43,2 \times 2,5 = 108$ hectares.

Si l'on ajoutait la fumure au pal et la question des oligoéléments, qui préoccupent vivement les producteurs, on atteindrait, pour la seule fumure, la superficie d'une grande station dont les plantations, à elles seules, nécessiteraient des investissements de l'ordre de 200 millions de francs.

On sera donc amené à limiter les programmes en réduisant d'abord le nombre des variétés pour ne traiter que les 4 ou 5 espèces principales. Il n'y aura pas de témoin sans engrais car l'on connaît depuis longtemps la nécessité de ceux-ci. Il ne s'agit que d'une mise au point de la fumure. On pourra réduire à deux le nombre des essais d'engrais minéraux : N et NPK, remettant à plus tard les essais qui départageront P et K. On ne fera que deux répétitions au lieu de 3.

On obtient ainsi, en adoptant le même ordre que précédemment, $5 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3$ ares = 7 ha 20. Effet de bordure $7,2 \times 2,5 = 18$ ha. Avec le pal et les oligoéléments, on pourra affecter une vingtaine d'hectares à la fumure. Et l'on n'aura ainsi résolu qu'un cas particulier !

2° *Irrigation* --- Les trois systèmes : sillons, cuvette et pluie pourraient être mis en comparaison. Deux types de doses et deux périodes seraient à mettre à l'essai dans chaque cas, ce qui fait 12 combinaisons répétées 2 fois à 3 ares multipliés par 2,5 pour effets de bordure soit 1 ha 80, ou 2 ha en chiffres ronds.

3° *Porte-greffes*. --- On essaiera 3 porte-greffes sur 10 espèces ou variétés, pour vérifier les questions d'affinité et la résistance à la gommose, avec 2 répétitions : $3 \times 10 \times 2 \times 3$ ares $\times 2,5 = 4$ ha 5, soit 5 ha environ

4° *Clones améliorés*. --- Carré d'étude de 50 clones à 20 arbres chacun : $50 \times 20 \times 0$ are $50 \times 2,5 = 12$ ha 5.

5° *Clémentiniers*. --- Parcelle de 2 ha.

6° *Phytohormones*. --- On dispose de nombreux produits dont les doses sont à mettre au point, ainsi que les époques d'application. En raison de l'incertitude des conditions d'emploi, du seuil d'efficacité très étroit des doses à employer et des nombreuses applications possibles, des essais multiples seraient à envisager. Devant l'ampleur d'une telle tâche, on est conduit à se limiter à la vérification des travaux étrangers les plus marquants, sur 2 hectares.

La Station comprendra, en outre, un carré de collection de 200 espèces et variétés à 4 arbres chacune, soit 4 ha ; une pépinière, la surface des chemins, bâtiments, etc. (2 ha).

On arrive à un total de $20 + 2 + 5 + 12,5 + 2 + 2 + 4 + 2 = 49$ ha 5, soit une cinquantaine d'hectares, pour un programme de travail fort limité et un seul groupe d'espèces fruitières.

On se heurte rapidement, ainsi que nous l'avons signalé plus haut, à des difficultés de financement.

L'obstacle peut être tourné en faisant appel aux vergers privés pour tous les essais qui ne nécessitent pas un contrôle minutieux des résultats. On s'efforce néanmoins de rendre les conditions de travail aussi uniformes que possible. Le matériel végétal sera préparé en station, avec des clones connus. La notation des conditions de milieu, travaux de premier établissement, soins d'entretien, sera effectuée aussi fidèlement que possible. Les dossiers dont nous nous servons à cet égard sont analysés ci-après (Annexes).

Les essais effectués chez des particuliers ont donné lieu à des critiques. On leur reproche l'impossibilité de contrôler de nombreuses causes de variation. Les soins ne sont pas toujours donnés avec toute l'attention désirable.

Cependant, des résultats enviables ont été obtenus par cette méthode au Service Botanique et Agronomique de Tunisie. Les frais d'installation sont considérablement réduits, ce qui permet de multiplier les points d'observation. BERT, qui a été l'initiateur de ce système, a écrit dans son ouvrage sur la Recherche et l'Expérimentation en Agriculture : « *Il y a plus de progrès à attendre de la multiplicité des essais que de la précision de chacun d'eux* ». Mais si l'on économise sur la première mise de fonds, il serait imprudent de tabler sur une réduction des frais de personnel technique. Celui-ci devra être assez étoffé et pourvu de moyens de déplacement pour suivre de près la marche des essais.

L'expérimentation chez les particuliers présente l'avantage de se réaliser dans les véritables conditions de la pratique. Elle constitue un stade presque toujours inévitable avant la diffusion en grand des résultats d'une expérience en station. Quels que soient les soins apportés à celle-ci, elle n'est pas souvent transposable dans les milieux si divers de la grande culture.

Un exemple récent nous est fourni par les insecticides de synthèse. Ces produits ont été, avant d'être mis au commerce, étudiés minutieusement en laboratoire et en culture. Une industrie chimique occupant des centaines d'ouvriers ne monte pas ses usines avant de s'être assurée que les ingrédients qu'elle livrera donneront satisfaction. Cependant, malgré toutes les précautions prises, ce n'est qu'après plusieurs années d'emploi en grande culture que certains défauts se sont révélés. La précision et la minutie des essais en Station ont été incapables de se substituer aux épreuves culturales.

« Dans le domaine agricole, le nombre des facteurs à prendre en considération est si élevé qu'il n'est pas possible de travailler dans l'absolu et que, très fréquemment, le mieux est l'ennemi du bien » (CHABROLIN et J. MIÈGE).

On réservera donc aux Stations les essais qui exigent des contrôles minutieux et une assiduité constante, en faisant passer délibérément les autres dans la pratique. Dans l'exemple cité plus haut pour l'agrumiculture, on a limité volontairement l'étude des porte-greffes résistants à la dégénérescence infectieuse, la plus large part des essais devant être effectués chez les particuliers, en vergers d'observation, seule méthode permettant de savoir si l'utilisation en grand peut être recommandée.

L'emploi des phytohormones devra débiter obligatoirement en station, en raison des risques encourus. On n'étendra les essais aux vergers privés que lorsque les conditions d'utilisation seront au point.

Ainsi, l'expérimentation en station et les essais en vergers d'observation se complètent mutuellement, de même que la recherche dans les établissements scientifiques d'une part et l'observation des résultats en grande culture d'autre part, éclairent et guident les travaux de l'expérimentateur. L'essentiel est de réaliser des liaisons aussi étroites que possible entre ces différentes branches. Les vergers d'observation y concourent pour une large part.

La planche figure 26 donne un schéma de l'organisation de ces liaisons.

VI. — CONCLUSIONS

Les caractères essentiels des essais comparatifs de rendement en culture fruitière sont les suivants :

a) *L'importance des investissements* à l'unité de surface.

Il en résulte une limitation des superficies consacrées aux essais. D'autre part, le seuil de rentabilité est assez vite atteint.

b) *La surface occupée par individu*, qui est relativement importante.

On échappe difficilement à l'hétérogénéité du sol dont l'action se cumule avec celle du sous-sol.

Cette situation se trouve aggravée lorsque des bordures doivent être ménagées.

c) *Les effets d'inertie* de la plante, qui répartissent sur plusieurs années les conséquences d'un traitement ou d'une cause non contrôlée.

d) *La lenteur de la mise à fruits et l'étendue de la longévité*.

Pour les deux raisons c et d) l'expérimentation fruitière est une œuvre à long terme.

e) *La variabilité des rendements d'un individu à l'autre*.

On pourrait remédier à ce défaut par l'augmentation du nombre des sujets à soumettre aux essais, mais on est vite limité dans cette voie par les facteurs a et b.

La plantation de clones uniformes pour la constitution de la plantation, des essais d'uniformité permettant d'éliminer les arbres infertiles et le choix du meilleur dispositif expérimental peuvent pallier ce défaut.

f) *L'imprécision des résultats est de règle.*

Le calcul statistique des probabilités permet d'en mesurer l'ampleur

On ne comprendra, dans un programme de travail, que les essais susceptibles *d'apporter une amélioration très notable de la productivité*, les autres risquant d'être effectués en pure perte.

L'importance des capitaux à investir conduit d'ailleurs à la même conclusion.

Afin de procurer aux essais comparatifs l'ampleur indispensable sans se heurter à d'insurmontables difficultés financières, on complétera l'expérimentation par *l'observation*. Avec le concours des particuliers, il est possible d'organiser des essais élémentaires : adaptation de variétés, de porte-greffes, etc. Des techniciens exercés parcourent les vergers établis, à la recherche de différences de production caractéristiques, notant soigneusement toutes leurs observations. Les résultats sont encore plus imprécis qu'en station. Mais leur nombre, qui peut être considérable, permet, par recoupement, d'aboutir à des conclusions de valeur.

L'observation peut, à elle seule, dégrossir bien des problèmes, débarrassant le champ à *l'expérimentation* qui contrôle mieux les causes responsables des écarts de production, mais n'a que des possibilités d'exécution très limitées.

ANNEXES

Imprimés servant à l'établissement du dossier d'un verger d'observation

	Pages
Modèle A. Recto de la chemise contenant les pièces du dossier.....	51
Id. Pages intérieures de la chemise	52-53
Id. Verso de la chemise	54
Modèle B. Tableau de la composition du verger	55
Modèle C. Observations annuelles d'ensemble	57
Modèle D. Observations individuelles des arbres	59

SCHÉMA DE L'ORGANISATION-TYPE DE L'EXPERIMENTATION FRUITIÈRE EN ALGÉRIE



