

# LES COMPOSITES ET LEUR APPLICATION AU MAIS \*

par

J. LE CONTE

Directeur de Recherche (ORSTOM)

Notre exposé comprendra deux parties d'égale importance.

Dans la première partie, nous définirons ce qu'est un composite, sur le plan génétique, sans faire d'hypothèse sur la nature de la plante ni sur la nature du caractère.

Il s'agira d'un exposé faisant surtout appel à une formulation théorique, et donnant lieu à des considérations très générales.

Dans la seconde partie, nous définirons comment la notion de composite peut être appliquée au maïs dans un programme d'amélioration valable sur un plan largement régional en faisant spécialement référence à la strate inter-tropicale ; nous définirons les étapes essentielles d'un travail basé sur l'exploitation de composites de maïs locaux et exotiques.

## TITRE I

### ETUDE DES COMPOSITES

#### A) DEFINITION D'UN COMPOSITE

Un composite représente en fait un « pool » de gènes. En substance, c'est un hybride intervariétal multiple exploitable en générations avancées. La notion de composite est très large, mais elle s'applique essentiellement aux plantes allogames. Toutefois, en utilisant des procédés spéciaux, on a étendu l'utilisation des composites à certaines plantes autogames, le sorgho notamment.

Un composite peut être constitué par un nombre d'entrées plus ou moins élevé, selon l'utilisation envisagée. De ce fait, on a créé des composites à bases très variables, plus ou moins compréhensives.

C'est ainsi que chez le maïs, le CIMMYT, au Mexique, met actuellement au point des composites de formules très diversifiées allant d'une part de composites « mondiaux », véritables « soupes » génétiques intégrant plusieurs milliers de constituants et destinés à constituer des réserves de gènes ; et d'autre part à des composites réduits, de nature thématique, regroupant un nombre d'entrées très limité ayant en commun un gène bien identifié : brachytique 2 ou opaque 2, par exemple.

Tous les intermédiaires existent entre ces deux formules extrêmes. Au cours de notre analyse nous prendrons essentiellement en considération des composites à base génétique limitée à un maximum de quelques dizaines d'entrées, faisant intervenir surtout des variétés maïs aussi éventuellement des entrées à base génétique plus réduite (hybrides simples ou doubles par exemple).

#### B) MODE DE FABRICATION D'UN COMPOSITE

Avant d'aborder le problème d'un composite sur le plan formel, il est nécessaire de donner des indications sur son mode de création.

La fabrication d'un composite doit se faire de telle façon que la contribution de ses constituants soit aussi égale que possible. Le processus consiste à pratiquer une série de fusions successives en maintenant égal le nombre d'entrées d'une fusion à la suivante. Au bout d'un nombre de fusions déterminé à l'avance, on estime que l'homogénéisation est acquise.

\* Communication présentée à la réunion des sélectionneurs de l'IRAT, novembre 1973, Bouaké.

Le procédé le plus précis consisterait à pratiquer entre les entrées de départ des croisements systématiques de type diallèle, et de prendre à l'étape suivante comme entrées nouvelles le croisement de chaque entrée avec l'ensemble des autres. Mais ce procédé n'est possible qu'avec un nombre d'entrées très limité. En fait, pour des composites à nombre d'entrées élevé, il faut faire appel à un autre procédé.

Dans la généralité des cas, et notamment chez le maïs, on procède à une succession de polycross, permettant de maintenir au maximum possible l'égalité de contribution des entrées constituantes. Au cours de la première fusion chaque entrée est croisée avec le mélange de toutes les entrées prises en parties égales et jouant le rôle de mâle. Au cours de la fusion suivante, la semence prise sur les entrées femelles joue le rôle des nouvelles entrées, dont le nombre reste ainsi constant.

Il y a lieu de remarquer que le système du polycross autorise, dès la première fusion, les entrées à se recombiner avec elles-mêmes : on se trouve donc d'emblée placé au niveau d'une génération F 2.

S'il n'y a pas de sélection au cours des générations suivant la première fusion, et si l'on considère comme négligeables les effets d'épistasie, le rendement doit rester sensiblement constant.

### C) FORMULATION THEORIQUE

Pour simplifier notre exposé, nous considérerons un composite formé de  $n$  variétés sans faire d'hypothèse ni sur la nature de la plante ni sur la nature du caractère. Nous nous placerons dans le cas d'une fusion polycross, dans laquelle les entrées sont autorisées à se recombiner avec elles-mêmes selon l'échiquier :

$$(V_1 + V_2 + \dots + V_n)^2$$

On se trouve donc dans le cas d'un modèle impliquant à la fois les croisements et leurs variétés parentales.

La valeur du caractère considéré de la variété  $V_j$  peut s'exprimer par le modèle de GARDNER et EBERHART (1966) :

$$V_j = \bar{V} + v_j \quad (\text{avec comme condition } \sum_n v_j = 0)$$

et dans lequel  $\bar{V}$  est la moyenne de toutes les variétés de l'essai et  $v_j$  est l'effet variétal de la variété  $v_j$ .

Cet effet variétal  $v_j$  exprime les effets additifs et de dominance  $a$  et  $d$  de la variété par rapport à la moyenne de ces effets pour l'ensemble des variétés :

$$v_j = (a - \bar{a}) + (d - \bar{d})$$

Si nous considérons le croisement de deux variétés  $V_i$  et  $V_j$ , nous aurons le modèle suivant :

$$V_i \times V_j = C_{ij} = \bar{V} + \frac{1}{2} (v_i + v_j) + h_{ij}$$

Le terme  $h_{ij}$  est le terme d'hétérosis, et est fonction des différences de fréquences géniques entre les deux variétés et des effets de dominance :

$$h_{ij} = S (p - p')^2 \times d \quad (S = \text{somme})$$

Ce terme est lui-même décomposable en quatre termes élémentaires :

$$h_{ij} = \bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}$$

$\bar{h}$  étant l'hétérosis moyen pour l'ensemble des croisements du composite,  $h_i$  et  $h_j$  l'hétérosis moyen des variétés  $i$  et  $j$  dans l'ensemble de leurs croisements et  $s_{ij}$  l'hétérosis spécifique marquant le croisement  $V_i \times V_j$ .

En fait, le terme  $h_{ij}$  exprime l'excès des combinaisons hétérozygotes résultant du croisement des deux variétés.

Considérons maintenant l'échiquier des recombinaisons constituant la première fusion polycross des entrées du composite. Le nombre d'entrées étant  $n$ , on aura donc  $n^2$  cases.

$n(n-1)$  cases seront occupées par les combinaisons  $C_{ij}$

$n$  cases seront occupées par les variétés  $V_i$ .

La valeur moyenne K du composite sera donc égale à

$$K = \frac{1}{n^2} (2 S C_{ij} + S V_i) \quad (S = \text{somme}).$$

Cette expression est susceptible d'être transformée, par des manipulations algébriques simples, en l'expression équivalente suivante :

$$K = \bar{C}_{ij} - \frac{1}{n} (\bar{C}_{ij} - \bar{V}_i)$$

formule identique à celle que WRIGHT avait établie pour les synthétiques et dans laquelle  $\bar{C}_{ij}$  est la moyenne de tous les croisements et  $\bar{V}_i$  est la moyenne de toutes les variétés entrant dans les croisements.

Cette formule exprime que la moyenne d'un composite à n entrées pris en génération avancée est égale à la moyenne de tous les croisements possibles entre ces entrées deux à deux, moins la différence divisée par n entre cette moyenne et la moyenne des entrées.

#### D) ASPECTS GENETIQUES DES GENERATIONS AVANCEES D'UN COMPOSITE SUR LE PLAN FORMEL

Nous allons envisager maintenant certains aspects génétiques sur le plan formel d'un composite à n entrées en nous basant sur l'échiquier des recombinaisons entre ces entrées, ces entrées pouvant être des variétés ou des souches à formule génétique plus restreinte (hybrides doubles, simples et même lignées pures). Nous maintiendrons le symbole  $V_i$  pour ces entrées.

##### 1) CALCUL DU TAUX D'HOMOZYGOTIE MOYEN D'UN COMPOSITE

Le calcul du taux d'homozygotie moyen  $\bar{F}$  peut se faire à partir de l'échiquier E :

$$2 S C_{ij} + S V_i \quad (E)$$

Sur la diagonale des recombinaisons des entrées avec elles-mêmes, on relève le taux d'homozygotie F de chaque entrée prise séparément en génération avancée. Ce taux peut être posé égal à 0 pour les entrées à large base génétique (variétés).

On fait la sommation des taux de consanguinité F des différentes entrées, et l'on divise par le carré du nombre des entrées, soit  $n^2$ . On aura donc :

$$\bar{F} = \frac{S F_i}{n^2}$$

Si l'on prend un exemple simple d'un composite créé à partir d'un hybride simple, d'un hybride double et de trois variétés très hétérozygotes pour lesquels on suppose  $F = 0$ , le taux de consanguinité moyen du composite sera :

$$\frac{50 + 25}{5 \times 5} \text{ soit } 3 \%$$

Prenons également le cas particulier d'un composite formé uniquement de n lignées pures, c'est-à-dire d'un synthétique, l'application de la formule donnera :

$$\bar{F} = \frac{100 \times n}{n^2} \text{ soit } \frac{100}{n}$$

on retrouve la formule connue du taux de consanguinité d'un synthétique à n entrées.

##### 2) MAINTIEN DE L'HETEROSIS AU SEIN D'UN COMPOSITE

Si l'on considère n entrées, les croisements en tous sens de ces entrées et leurs réciproques donneront :

$$n(n-1) \text{ combinaisons au total.}$$

Chaque combinaison sera affectée d'un terme d'hétérosis  $h_{ij}$ .

On posera :

$$S h_{ij}/n (n-1) = \bar{h}$$

soit l'hétérosis moyen pour l'ensemble des combinaisons. Il s'agit de l'hétérosis relatif à l'ensemble des croisements des entrées combinées entre elles deux à deux.

Si l'on passe maintenant au polycross représentant la première fusion d'un composite à  $n$  entrées, nous avons vu que l'on se place au niveau d'une  $F_2$ , puisque les entrées sont autorisées à se recombiner avec elles-mêmes.

Aux  $n(n-1)$  combinaisons définies ci-dessus s'ajoutent  $n$  combinaisons supplémentaires des variétés combinées avec elles-mêmes, pour lesquelles  $h_{ij} = 0$ .

L'hétérosis moyen de cette génération  $F_2$  sera donc :

$$h(F_2) = \frac{n(n-1)\bar{h} + n \times 0}{n^2} = (1 - 1/n)\bar{h}$$

La réduction de l'hétérosis moyen est d'autant plus faible que  $n$  est élevé. Pour un nombre  $n$  très élevé, on maintiendra pratiquement les effets d'hétérosis de la recombinaison des entrées de départ. Toutefois, cette conclusion n'est exacte que dans la mesure où l'on néglige les effets épistatiques.

### 3) INFLUENCE DU RENDEMENT DES ENTREES DE DEPART

Si l'on considère le rendement du composite, celui-ci s'exprime par la formule :

$$R = \frac{1}{n^2} (2 S C_{ij} + S V_i) \quad (1)$$

tirée de l'échiquier des recombinaisons E.

Posons :

$$2 S C_{ij}/n (n-1) = \bar{C}$$

$$\text{et } S V_i/n = \bar{V}$$

$\bar{C}$  étant la valeur moyenne des croisements et  $\bar{V}$  la valeur moyenne des entrées.

Si l'on substitue les valeurs  $\bar{C}$  et  $\bar{V}$  dans l'équation (1), on aboutit, après des manipulations algébriques simples, à :

$$R = (1 - 1/n)\bar{C} + 1/n\bar{V} \quad (2)$$

On voit que lorsque le nombre d'entrées s'accroît, le terme en  $V$  va en diminuant, tandis que :

$$R \longrightarrow \bar{C}$$

Autrement dit, l'influence propre du rendement des entrées constituantes est d'autant plus faible que le nombre de ces entrées est plus élevé.

## E) STRUCTURE D'UN COMPOSITE SUR LE PLAN DE LA GENETIQUE QUANTITATIVE

### 1) VARIANCES ADDITIVE ET DE DOMINANCE

Par suite des différences de fréquences géniques entre les entrées de départ, il en résultera une augmentation du niveau général d'hétérozygotie chez le composite.

Le croisement des diverses entrées qui, prises séparément, peuvent montrer certains loci près de la fixation, tend à favoriser l'obtention de fréquences intermédiaires, ce qui a pour effet d'augmenter la variance génétique, tant additive que dominante.

La valeur intermédiaire des fréquences géniques aura pour conséquence l'augmentation du taux des combinaisons hétérozygotes. Si un effet de dominance existe au niveau de ces combinaisons, on observera un accroissement des effets d'hétérosis, avec augmentation de la variance génétique (à la fois dominante et additive).

Dans le cas des combinaisons ne présentant pas d'effet de dominance, et par conséquent n'intervenant pas dans l'hétérosis, on observera une augmentation de la variance de nature additive.

Il faut remarquer que, sur un plan général, les effets additifs sont beaucoup plus importants que les effets non additifs dans les croisements entre variétés, par suite de l'hétérogénéité génétique de ces variétés (LONNQUIST et GARDNER, 1961).

Dans l'ensemble, l'augmentation de la variance additive ne peut que favoriser l'amélioration interne du composite, car on sait que dans tout système de sélection, la formule exprimant le gain de sélection fait intervenir la variance additive au numérateur.

## 2) DIVERS ASPECTS CONCERNANT LA SELECTION

L'augmentation de la variabilité génétique interne se répercutera sur l'ensemble des caractères que l'on désire étudier et modifier.

L'amélioration intrinsèque d'un composite est largement basée sur l'exploitation de sa variance additive. Cette exploitation requiert essentiellement l'utilisation de méthodes de sélection de type récurrent basées sur cycles successifs ajoutant leurs effets.

Cette variabilité concerne très généralement des caractères polygéniques.

En prenant pour exemple la résistance aux maladies, il convient de distinguer la sélection dite verticale, relative à un seul gène de résistance, et la sélection polygénique, dite horizontale, qui fait intervenir une série de gènes de résistance localisés en des loci distincts.

La formule composite, avec des entrées génétiquement distinctes, favorise la seconde formule de sélection. Or la sélection horizontale, qui bloque des effets géniques distincts, est beaucoup plus stable que la sélection monogénique. Cette dernière, basée sur un seul gène, risque beaucoup plus d'être remise en question par suite de l'arrivée d'une race physiologique nouvelle du parasite, pouvant être due à une simple mutation.

Enfin, il faut considérer que la manipulation des composites n'est pas, en principe, destinée à provoquer l'abandon des anciennes méthodes de sélection basées sur l'extraction de lignées pures et la création d'hybrides à formule fixe.

Un des buts essentiels de la sélection interne d'un composite a pour objet de fournir une **base génétique améliorée** pour l'extraction de lignées pures plus vigoureuses et plus productives que celles dont on disposait jusqu'alors et susceptibles de fournir par croisement des hybrides supérieurs aux hybrides actuels.

## TITRE II

### LES COMPOSITES REGIONAUX DE MAIS

#### A) FACTEURS RECENTS FAVORISANT LEUR EMPLOI

Le renouveau relativement récent de l'intérêt porté aux formules à large base génétique chez le maïs provient de plusieurs causes :

1) Etude plus poussée des hybridations intervariétales sur le plan du rendement, ayant mis en évidence de fréquents effets d'hétérosis, liés à la diversité génétique des parents, notamment dans le cas d'origines géographiques différentes (POLLAK *et alii*, 1957 ; LONNQUIST et GARDNER, 1961 ; PATERNIANI et LONNQUIST, 1963).

2) Constatation que, dans une région, les meilleurs croisements intervariétaux donnent des rendements souvent égaux et parfois même supérieurs aux hybrides doubles les mieux adaptés (WELLHAUSEN, 1965 ; SHEHATA *et alii*, 1972).

3. Développement de la génétique quantitative, qui a permis de calculer la part importante des effets de variance additive dans les populations, part beaucoup plus importante qu'on ne le supposait (ROBINSON *et alii*, 1955 ; LONNQUIST et GARDNER, 1961 ; LINDSEY *et alii*, 1962 ; G.F. SPRAGUE, 1966) ; d'où l'idée que la marge d'amélioration intrinsèque des populations peut être très grande dans certains cas.

4) Idée que l'obtention de lignées autofécondées vigoureuses est très facilitée par l'amélioration préalable des populations de base et l'exploitation maximum de leur variance additive interne. C'est seulement à l'étape suivante que l'on utilisera les effets géniques non additifs, par la recherche d'hybrides à haute potentialité pour la zone considérée. L'amélioration intrinsèque des populations locales a pour but ultime de procurer une source quasi illimitée de génotypes nouveaux et bien adaptés qui serviront de points de départ à un programme rénové de sélection pédigrée (ALLARD et HANSCH, 1964 ; G.F. SPRAGUE, 1966).

## B) OBJECTIF ET ETABLISSEMENT

La création d'un composite régional de maïs vise à l'obtention d'un maïs adapté à une aire régionale étendue, la région pouvant d'ailleurs englober des écologies très diverses, quoique limitées dans leur variation en latitude et en altitude. C'est pour la strate inter-tropicale que l'utilisation de composites régionaux a surtout été envisagée jusqu'ici.

Son établissement est assuré par le prélèvement d'une série d'écotypes, c'est-à-dire de types adaptés à une gamme d'écologies recouvrant l'ensemble de la région considérée. Ces écotypes pourront présenter une large variabilité morphologique et différer, dans une certaine mesure, pour leur longueur de cycle.

On n'exigera pas, au départ, des qualités morphologiques ou physiologiques trop précises. Chaque écotype interviendra avec ses qualités et ses éventuels défauts. On ne rejettera que les lots trop peu productifs ou présentant un défaut par trop accentué (sensibilité extrême à une maladie, par exemple).

La fusion des écotypes de départ s'opérera par étapes successives, selon le processus des polycross défini au début de cette note. Le nombre des fusions est arbitraire, mais il sera fonction du nombre des entrées et se situe en général autour de quatre ou cinq. Le processus sera stoppé lorsque les entrées ne se distingueront plus entre elles.

## C) STABILITE ET ADAPTABILITE

La simple fusion d'écotypes correspondant à une gamme d'écologies différentes permettra d'obtenir un composite très diversifié génétiquement, diversification favorisant son adaptabilité à l'ensemble de la zone. Une telle population pourra être dite « tamponnée » ou « amortie » (buffered) vis-à-vis des écologies représentant l'ensemble de la région. Cet effet tampon s'exercera d'ailleurs aussi bien au niveau de la plante individuelle, fortement hétérozygote, qu'au niveau du composite entier, à variance génétique de départ très élevée.

Dans une écologie donnée, le composite, du moins avant sélection, ne sera peut-être pas supérieur à l'écotype local, mais aura de bonnes chances d'être supérieur à la moyenne des écotypes le composant et considérés séparément. Pour l'ensemble des écologies de la zone, le composite surpassera donc, en moyenne, les divers écotypes entrant dans sa constitution.

Un tel comportement moyen se traduira aussi bien sur le plan de la stabilité des performances du composite dans le temps que de son adaptabilité dans l'espace ; stabilité et adaptabilité étant les deux aspects de l'équilibre génétique interne du composite.

## D) AMELIORATION INTERNE DU COMPOSITE

### 1) METHODE SUIVIE

Nous envisageons maintenant la sélection qui devra être appliquée au sein du composite. Celle-ci aura pour but de retenir et bloquer les qualités apportées au départ par tel ou tel écotype, tandis qu'elle s'efforcera d'éliminer les défauts.

Cette sélection ne s'exercera guère au cours des cycles de fusions successives, sauf pour éliminer le pire. Ces fusions auront surtout pour effet de briser les groupes de liaisons géniques (linkages) en favorisant au maximum les crossovers.

Par contre, lorsque le dernier cycle sera acquis, on engagera un travail positif d'amélioration au sein du composite ainsi créé.

Plusieurs types de sélection sont possibles, mais celui qui retient actuellement le plus la faveur des sélectionneurs est le test de lignées  $S_1$ . On sait que les lignées  $S_1$ , issues d'une seule autofécondation, sont à 50 % d'homozygotie ( $F = 0,5$ ).

D'une façon générale, si dans une population l'on considère la variance due aux gènes agissant additivement, soit  $V_A$ , on calcule que la variance entre lignées issues de cette population est  $2 F V_A$ ,  $F$  étant le taux de consanguinité interne des lignées. On trouve alors que la variance entre lignées  $S_1$  est exactement égale à cette variance additive, puisque  $F = 1/2$ .

Comme nous l'avons vu précédemment, la variance additive au sein d'un composite avant toute sélection est favorisée par les fréquences intermédiaires des allèles amenés par les diverses entrées. Au départ, elle pourra donc être élevée et le test  $S_1$  sera capable de l'exploiter largement.

Plusieurs cycles successifs du test  $S_1$  permettront alors de déplacer graduellement l'équilibre génétique interne du composite dans un sens favorable à la sélection, les effets de chaque cycle s'ajoutant.

## 2) CARACTERES TRAVAILLES

Les caractères sur lesquels portera la sélection devront, si possible, s'exprimer au maximum dans la variance additive. Autrement dit, ils devront avoir une bonne héritabilité.

Parmi ces caractères, on pourra retenir certains caractères morphologiques (hauteur du plant et de l'épi, prolificité) ou physiologiques (résistance à la verse, aux maladies, aux parasites) d'intérêt agronomique.

On fixera également la longueur recherchée du cycle végétatif, ce caractère étant également de nature fortement additive.

A ce stade de la sélection, compte tenu de la nature des caractères envisagés, et compte tenu également des limitations en semence, le test aura lieu en un nombre très limité de localisations (trois ou quatre).

Ce type de sélection, portant sur des caractères précis et de bonne héritabilité, aura pour objet l'amélioration intrinsèque du composite.

Il va sans dire qu'une telle amélioration ne pourra que se répercuter favorablement sur le niveau du rendement et que le composite ainsi obtenu sera susceptible d'être diffusé.

Toutefois, l'on sait que le caractère rendement, pris en lui-même, est d'héritabilité limitée. Lorsque la variance additive interne du composite aura été largement épuisée par suite de la sélection récurrente  $S_1$ , le niveau de rendement atteint tendra vers un plafond, et de nouveaux progrès ne pourront être obtenus qu'en faisant intervenir des types d'action génique différents.

## E) INTERVENTION D'UN COMPOSITE COMPLEMENTAIRE D'INTRODUCTIONS

## 1) CREATION DU COMPOSITE COMPLEMENTAIRE

C'est à ce stade que l'on pourra songer faire intervenir un second composite, génétiquement complémentaire du composite régional. On se proposera d'utiliser, par leur croisement, un effet d'hétérosis intervariétal.

Ce second composite fera appel à des introductions, d'origine géographique différente, mais dont on aura vérifié un comportement correct dans leur nouvel environnement. Ces introductions pourront être des variétés ou des hybrides, et leurs caractéristiques de grain et d'épi ne seront pas nécessairement semblables à celles du composite régional.

Après avoir été testées séparément vis-à-vis du composite local, les introductions retenues constitueront les entrées du composite complémentaire du composite régional. Elles seront fusionnées selon les modalités déjà décrites, et le composite sera ensuite amélioré par le test  $S_1$ .

Ce composite d'introductions, par son origine, n'aura pas en principe la même adaptation que le composite régional. Toutefois, WELLHAUSEN (1965) a mis en évidence que le croisement entre un composite adapté et un composite non adapté à un certain milieu donnait des résultats aussi bons et parfois meilleurs que le croisement entre deux composites adaptés à ce milieu.

## 2) SELECTION RECIPROQUE POUR L'APTITUDE GENERALE A LA COMBINAISON

Il s'agira alors d'introduire entre les deux composites ainsi obtenus un système d'interactions génétiques aussi favorables que possible, se traduisant par un effet maximum d'hétérosis.

Diverses possibilités sont ouvertes : la plus logique consiste à faire appel à un système de sélection réciproque pour l'aptitude générale à la combinaison entre les deux composites.

Pour chaque cycle de la sélection réciproque, les deux séries de top-cross entre les deux composites seront testées en un nombre élevé de localisations réparties dans toute l'aire régionale. L'implantation du test multilocal sera facilitée par la quantité relativement élevée de semence récoltée pour chaque top-cross.

On pourra espérer obtenir, après deux ou trois cycles de sélection réciproque, une complémentarité améliorée entre les deux composites. On sera ainsi ramené à l'exploitation de l'équivalent d'un hybride variétal. Mais, s'agissant de deux composites à large variabilité interne, il sera possible d'exploiter non seulement la  $F_1$  mais aussi, en cas de besoin, les premières générations avancées issues de cette  $F_1$ .

Telle quelle, cette sélection réciproque, aboutissant à l'exploitation d'effets d'hétérosis, est directement exploitable en vulgarisation.

## 3) SELECTION RECIPROQUE POUR L'APTITUDE SPECIFIQUE A LA COMBINAISON

Mais il paraît possible d'exercer sur les deux composites complémentaires un nouvel effort de sélection basé sur une aptitude à se croiser des composites non plus générale, mais spécifique.

Nous avons vu précédemment que l'effort de sélection appliqué à l'amélioration interne de chaque composite avait été basé sur l'application du test  $S_1$ .

Or, l'une des conséquences de ce test, sur le plan génétique, est de purger la population travaillée de ses récessifs les plus désavantageux, récessifs qui, à l'état homozygote, exercent une action très intensément dépressive. La population ainsi sélectionnée se prêtera mieux à l'extraction de lignées autofécondées, puisque certains des facteurs les plus actifs d'affaiblissement de ces lignées auront déjà été éliminés.

C'est dire que les deux composites se présenteront favorablement à une sélection réciproque spécifique, basée sur l'extraction et le croisement de lignées autofécondées.

L'obtention des lignées autofécondées dans chaque composite sera progressive. On procédera à une série d'autofécondations dans un composite, suivie du croisement de la série des  $S_1$  obtenues avec l'autre composite pris pour testeur et du test des top-cross obtenus. A la phase suivante, les rôles des deux composites seront inversés.

On est ainsi amené à sélectionner dans un premier cycle de sélection réciproque des formules de type :

$$S_1 \times S_1 \text{ (= crypto hybride double).}$$

Des cycles similaires conduiront ensuite à des formules :

$$S_1 \times S_2$$

puis  $S_2 \times S_2$  (= crypto hybride trois voies).

Par autofécondations et tests successifs, on peut poursuivre la sélection jusqu'à l'obtention d'un hybride simple entre deux lignées homozygotes stables  $S_n \times S_n$ .

Il ne sera probablement pas nécessaire, ni même souhaitable pour des raisons économiques ou d'adaptation générale, de pousser la sélection aussi loin. L'utilisation d'hybrides  $S_1 \times S_1$  ou  $S_2 \times S_2$  serait sans doute susceptible de donner satisfaction, à condition, bien entendu, de s'en tenir uniquement à l'exploitation de la génération  $F_1$ .

Mais, comme pour tous les hybrides à formule fixe, la nécessité de reconstituer la semence pour chaque saison représente une servitude importante.

## CONCLUSION

Au cours de notre exposé, nous nous sommes efforcé de donner le maximum de précisions sur la notion de composite envisagé d'un point de vue général, et avons marqué l'insertion de ces formules à large base génétique dans les nouveaux programmes de sélection.

Nous avons ensuite procédé à une analyse aussi poussée que possible d'un composite régional, en nous plaçant dans le cas du maïs.

Il est certain que l'utilisation de composites régionaux, selon l'optique nouvelle que nous avons décrite, est relativement récente et ne date guère que de ces dix dernières années. Les résultats déjà obtenus, notamment par le CIMMYT au Mexique, sont prometteurs. Toutefois, on ne possède pas encore beaucoup de données sur l'intervention de composites complémentaires.

Les derniers développements de notre note, relatifs à une action de sélection réciproque, ne sont pas encore passés dans les faits. Il s'agit essentiellement d'une projection logique dans le futur des actions actuellement engagées sur les composites dans divers pays. Nous avons tenté, compte tenu de ce que nous savons des programmes actuels, d'en décrire les prolongements possibles au cours des prochaines années à venir.

Toutefois l'ultime phase des opérations, c'est-à-dire la sélection réciproque pour l'aptitude spécifique à se combiner, ne paraît envisageable que dans un avenir sensiblement plus lointain, car l'utilisation d'hybrides à formule fixe implique la mise en place d'une infrastructure complexe et onéreuse qu'il est difficile d'envisager actuellement dans bien des régions de la zone inter-tropicale.



## BIBLIOGRAPHIE

- ALLARD (R.W.), HANSCH (P.E.), 1964. Some parameters of population variability and their implications in plant breeding.  
*Advance in Agronomy*, 16, 281-325.
- GARDNER (C.O.), EBERHART (S.A.), 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations.  
*Biometrics*, 22, n° 3, 439-52.
- LINDSEY (M.F.), LONNQUIST (J.H.), GARDNER (C.O.), 1962. Estimates of genetic variance in open pollinated varieties of cornbelt corn.  
*Crop Sci.*, 2, 105-8.
- LONNQUIST (J.H.), GARDNER (C.O.), 1961. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implications in breeding procedure.  
*Crop Sci.*, 1, 179-83.
- PATERNIANI (E.), LONNQUIST (J.H.), 1963. Heterosis in inter-racial crosses of corn (*Zea mays* L.).  
*Crop Sci.*, 3, 304-7.
- POLLAK (E.), ROBINSON (H.F.), COMSTOCK (R.E.), 1957. Interpopulation hybrids in open-pollinated varieties of maize.  
*Amer. Nat.*, 91, 387-91.
- ROBINSON (H.F.), COMSTOCK (R.E.), HARVEY (P.H.), 1955. Genetic variances in open-pollinated varieties of corn.  
*Genetics*, 40, 45-60.
- SHEHATA (A.H.), DHAWAN (N.L.), EL DEMERDASH (R.M.), 1972. The level of dominance in an adapted maize variety in relation to its future improvement.  
8° Inter-Asian Corn Impr. Works, 108-13.
- SPRAGUE (G.F.), 1966. Quantitative genetics in plant improvement.  
Plant breeding, Ames, 325-54.
- WELLHAUSEN (E.J.), 1965. Exotic germ plasm for improvement of corn belt maize.  
Proc. 20th Ann. Hyb. Corn Ind. Res. Conf., 31-45.
- WRIGHT (S.), 1922. The effects of inbreeding and cross-breeding on guinea pig.  
U.S. Dept Agric. Bull. 1121.

**RESUME.** — *Cette note est divisée en deux parties :*

— l'étude des composites en partant de la définition d'un composite (« pool de gènes »), puis en développant leur mode de fabrication, la formulation théorique et les aspects génétiques de l'équilibre en générations avancées et de sa structure ;

— l'application qu'on peut en faire à un programme régional pour l'Afrique de l'Ouest ; il est proposé de créer un composite africain aussi large que possible et un composite introduit ayant une bonne aptitude à la combinaison avec le premier.

**SUMMARY.** — *THE COMPOSITES AND THEIR APPLICATION TO MAIZE.*

*This note consists of two parts:*

— the study of the composites: on the basis of the definition of a composite ("gene pool") by developing their making method, the theoretical formulation and the genetic aspects of equilibrium in advanced generations and its structure;

— the possible application to a regional programme for West Africa. It is suggested to develop an African composite as large as possible and an introduced composite with a good combining ability with the first one.

**RESUMEN.** — *LOS COMPUESTOS Y SU APLICACION AL MAIZ.*

*Esta nota consta de dos partes :*

— el estudio de los compuestos : ésta se basa en la definición de un compuesto (« pool de genes »), desarrollándose después el modo de obtención, la formulación teórica y los aspectos genéticos del equilibrio en generaciones avanzadas y de su estructura ;

— la aplicación de estos datos en un programa regional para Africa Occidental. Se propone la creación de un compuesto africano lo más amplio posible y un compuesto introducido que tenga una buena capacidad combinatoria con el primero.

# L'AGRONOMIE TROPICALE

—  
Extrait du Vol. XXIX, nos 6-7  
JUN-JUILLET 1974  
—

## LES COMPOSITES ET LEUR APPLICATION AU MAIS

par

J. LE CONTE

Directeur de Recherche (ORSTOM)

30 OCT. 1975

C. K. S. T. C. M.

Collection de Référence

n° B7825 Bio 87/100