

*MÉTHODES ACTUELLES
DE L'AMÉLIORATION
DES PLANTES FOURRAGÈRES*

Dans un domaine aussi récemment ouvert que celui de l'amélioration des espèces fourragères, les progrès possibles touchaient pratiquement tous les aspects de la production, aussi bien l'amélioration génétique et variétale, que celle des techniques d'exploitation, de récolte et de conservation.

Les trois thèmes développés ci-après ne prétendent pas présenter une vue d'ensemble des améliorations biologiques possibles ; ils ont simplement été retenus comme étant des illustrations significatives de l'utilisation de connaissances scientifiques récentes à des réalisations d'intérêt pratique évident.

Nous aurions tout aussi bien pu développer les recherches poursuivies par ESSAD à Versailles sur des hybrides Ray-grass × Fétuques, par GUY à Lusignan sur les facteurs de la compétition chez la Luzerne, par DU CREHU, à Rennes sur la biologie florale du Chou. Il n'est pas dans le propos des pages qui suivent d'être un traité de génétique et de biologie des espèces fourragères, mais simplement d'informer les praticiens éclairés des grandes lignes de force de la recherche appliquée actuelle.

Y.D.

LE PROBLÈME DES VARIÉTÉS FOURRAGÈRES SYNTHÉTIQUES LEUR CRÉATION ET LEUR CONSERVATION

LA PLUPART DES VARIÉTÉS FOURRAGÈRES FRANÇAISES, GRAMINÉES OU LEGUMINEUSES, SONT DES VARIÉTÉS SYNTHÉTIQUES. LORSQU'ON CONSULTE LES CATALOGUES des sélectionneurs, l'origine de telles variétés est décrite comme résultant de « recombinaisons systématiques de clones (ou de lignées) sélectionnés à partir de populations naturelles bien définies ». Dans les catalogues étrangers, il est fait également mention de ces variétés et l'utilisateur, l'agriculteur fourrager, se demande parfois quel est l'avantage d'un tel matériel. En réalité, le phénomène de l'hétérosis est en cause et sans faire rappel du procès historique nous devons néanmoins situer la variété synthétique dans l'éventail des hybrides.

Si on fait abstraction de quelques espèces annuelles à autofécondation prépondérante (Vesce et Pois), les autres espèces le plus souvent pluriannuelles (sauf la Féverole) sont des plantes allogames, c'est-à-dire chez lesquelles la fécondation croisée est quasi-générale. Dès lors que le pollen étranger est préférentiel au moment de la fécondation, les semences récoltées donnent naissance à des individus hybrides et l'ensemble de la descendance est une véritable population très complexe dans laquelle un choix, un tri, peut intervenir.

Une première élimination résulte de la sélection naturelle en faveur des individus les mieux adaptés au milieu en cause. On comprend alors, fort bien, que de telles populations se révèlent intéressantes dans leur milieu d'apparition, car elles sont «plastiques, adaptées face aux adversités de l'endroit (froid, sécheresse, insectes, maladies)». A ce moment là, si l'homme intervient à son tour, convaincu qu'il élimine dans une population quelconque les individus les plus défectueux en se réservant les meilleurs à l'appréciation visuelle essentiellement subjective, et en espérant obtenir un matériel plus affiné, il n'agit que d'instinct. Il se trompe, car il ne perçoit que les phénotypes qu'on peut imaginer comme une enveloppe extérieure qui cache en réalité un ensemble héréditaire très compliqué. La génétique moderne a parfaitement démontré le devenir de telles populations chimériques.

L'exemple le plus simple est celui où, chez un organisme, le caractère choisi dépend d'un seul locus où deux gènes sont en présence. S'il s'agit d'un diploïde, la vieille loi de HARDY-WEINBERG (1908) vérifie qu'en deux générations, si des facteurs extérieurs n'interviennent pas et si la panmixie est parfaite, il s'établit un niveau identique à celui dont on est parti. Ainsi l'individu intéressant au départ, mais hybride insoupçonné, redonne 25 % d'individus défavorables dès sa première descendance.

Chez un organisme tétraploïde, les gènes à dose double se répartissent selon une disjonction un peu plus compliquée, mais bien que l'évolution soit plus lente on arrive également au même résultat.

Ainsi, chez la Luzerne, la grosseur des tiges qui conditionne en partie le port dressé semble répondre à ce type de disjonction. Il serait vain de maintenir ce caractère dans les descendance d'un seul individu. Il faudrait, pour rester maître du problème, intervenir à chaque génération. Pour livrer à l'utilisateur 1.000 kg de semences répondant au seul critère «port dressé des plantes» le sélectionneur devrait éliminer sur appréciation visuelle, à l'intérieur d'un champ de multiplication de 2 à 3 ha au moins, le quart de la plantation en supposant qu'il ne fasse pas d'erreur de jugement (ce qui est humainement impensable) et ceci à un moment où précisément les plantes ayant atteint leur stade adulte ont déjà interchangé leurs masses polliniques. Le problème est évidemment plus compliqué encore lorsqu'on envisage des caractères intéressants dus à des gènes situés sur plusieurs loci.

DEFINITION DE LA VARIETE SYNTHETIQUE

L'exemple précédent esquisse suffisamment l'importance et la complexité d'une variété synthétique. Sa définition est difficile à formuler.

Il s'agit d'une population dont les générations successives résultent du croisement naturel d'un certain nombre d'individus représentant des lignées ou des clones choisis tant pour leurs caractéristiques morphologiques et physiologiques que pour leur aptitude à fournir un rendement élevé lorsqu'ils se croisent entre eux.

Une telle définition exclut toute intervention artificielle comme ce serait le cas chez le Maïs où la castration des pieds (lignées) femelles fournissant la semence hybride est la règle courante (1).

En toute logique, les croisements ne seront pas tous réalisés dans les conditions naturelles, car de nombreux facteurs extérieurs interviennent pour faire dévier leur équilibre et leurs fréquences. Par conséquent la panmixie, envisagée à la base des prévisions d'évolution de la variété synthétique, n'intervient qu'imparfaitement. Il s'ensuit que l'hétérosis (la vigueur hybride) n'est pas totalement réalisé, et ce d'autant plus qu'en dehors de cas très rares d'autostérilité, incomplète d'ailleurs comme chez le Trèfle et le Sainfoin par exemple, on doit admettre et craindre qu'il existe un pourcentage variable d'autofécondation naturelle. Celle-ci vient précisément à l'encontre du but recherché. Ainsi, à l'aléa de la composition de la population en individus hybrides de constitutions génétiques différentes, s'ajoute le risque de voir apparaître un nombre parfois élevé de plantes *inbred* moins vigoureuses. Le niveau de cette vigueur hybride et son maintien dans les générations successives sont incertains ; il appartient donc au sélectionneur de vérifier à l'aide d'essais préalables la valeur du produit final qu'il se propose d'offrir à l'agriculteur.

(1) Rappelons que l'utilisation de lignées mâles-stériles évite la castration. Pour d'autres espèces hermaphrodites, on a envisagé la castration par des moyens chimiques. Pour la Luzerne, l'opération reste délicate (alcool) et n'est pratiquée que

CREATION DES VARIETES SYNTHETIQUES

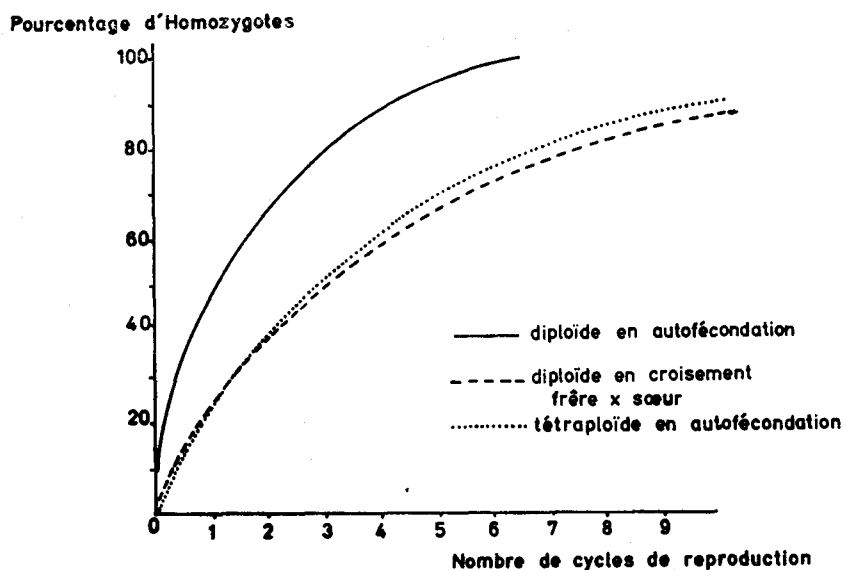
A la limite de la définition précédente, on peut concevoir une variété synthétique comme résultant du croisement de deux lignées ou de deux clones seulement. Toutefois, le plus souvent, on fait appel à un plus grand nombre de constituants. Le croisement étant naturel et non contrôlé, donc incomplet, on a vu que la descendance est variable. Mais dans le cas où l'on n'utiliserait que deux lignées très proches de l'homozygotie et fortement autostériles (2), la descendance se comporterait comme un hybride simple dont on exploiterait la première génération exclusivement. Le taux de multiplication des espèces fourragères qui nous intéressent (rapport de la quantité de semences récoltées à la quantité semée) est assez faible ; aussi cette solution n'est-elle encore pas envisageable.

Si, par contre, on réalise la confrontation d'un nombre plus ou moins élevé de génomes, conception qui a été le sujet de discussions considérables entre les sélectionneurs, on doit s'attendre à une évolution de vitesses et d'allures différentes suivant qu'on s'adresse à des clones hétérozygotes ou à des lignées arrivées à un niveau d'homozygotie assez avancé. Les sélectionneurs nord-américains estiment que la valeur primordiale de l'inbreeding est de développer un génotype reproductible et utilisable dans les hybrides dès leur première génération. Pour les espèces fourragères allogames et pérennes où la reproduction par voie végétative est relativement facile, la justification de l'inbreeding a moins d'importance d'après ces chercheurs, car n'importe quel génotype peut théoriquement être perpétué à l'infini. Cette conception les a conduits à la sélection et à l'emploi de tels clones dans la création des variétés synthétiques. En France, les résultats obtenus par les chercheurs de l'Institut National de la Recherche Agronomique, récemment encore sous la direction de Y. DEMARLY (3), ont montré, malgré des travaux d'approche assez longs et minutieux, que l'utilisation de constituants inbred confère une sécurité et une chance de réussite indéniables dans la valeur des descendance.

(2) Lors de l'obtention de ces lignées inbred, la difficulté réside précisément dans l'autostérilité.

(3) Consulter la thèse de Y. DEMARLY : « Génétique des tétraploïdes et amélioration des plantes » (1963).

Vitesse de réalisation de l'homozygotie (d'après DEMARLY)



Un point important à définir, dans l'élaboration d'une variété synthétique, est non seulement la valeur des constituants, mais également leur nombre. Le jugement porté à leur égard dépend surtout des performances observées lors du test d'appréciation de leur aptitude à la combinaison, particulière ou générale. Il est donc nécessaire, avant de faire un choix, de procéder au contrôle de la valeur de leurs descendance en fécondation libre (top cross, progenies test, polycross) ou dirigée (hybrides simples systématiques).

Si l'on n'envisage qu'un faible nombre de constituants, l'appréciation de l'aptitude particulière à la combinaison est primordiale, avec la restriction qu'il n'est pas facile de trouver des géniteurs capables de réaliser une haute vigueur dans tous les croisements diallèles. Ainsi, pour quatre géniteurs A, B, C, D, les six hybrides AB, AC, AD, BC, BD et CD devraient tous manifester une vigueur et un rendement remarquables, car le niveau de valeur

de la population F1, issue d'une telle synthèse (en supposant que l'absence de castration n'entraîne pas une proportion notable d'autofécondations) est déterminée par parties égales de plantes hybrides, chacun des hybrides précités intervenant pour $1/6$. Au fur et à mesure qu'augmente le nombre de constituants au départ, la partie du rendement incombant à chacun des génotypes décroît rapidement et correspond à la fraction $\frac{n(n-1)}{2}$, c'est-à-dire

à $\frac{1}{45}$ pour dix constituants, à $\frac{1}{105}$ pour quinze constituants et à $\frac{1}{190}$ pour vingt constituants. En d'autres termes, le fait d'introduire dans la composition de la variété synthétique deux génotypes présentant entre eux une faculté d'association particulière médiocre n'a pas une répercussion très grave sur le rendement de l'ensemble et ceci d'autant plus qu'on ne commercialisera que la deuxième ou troisième multiplication, ou parfois une génération plus avancée.

A titre documentaire nous donnons un exemple traité pour le Trèfle incarnat par PICARD.

Cette plante diploïde, autofertile, présente dans les conditions naturelles un taux élevé d'allogamie. Il est possible d'obtenir des lignées qui maintiennent malgré l'inbreeding une vigueur suffisante pour permettre leur maintien sans difficultés particulières. Leur utilisation est alors susceptible d'apporter un surcroît de rendement dans les descendance d'une variété synthétique. La réalisation de cette variété effectuée par la culture des lignées en mélange n'extériorisera que 75 % de la vigueur hybride, 25 % étant attribués au niveau d'autofécondation naturelle. « Si cette première génération doit être utilisée pour la production de fourrage, on n'utilisera que 75 % de la vigueur hybride potentielle... Il semble difficile d'obtenir une quantité suffisante de semences G1 (première génération) pour assurer la commercialisation d'une variété à ce stade. Il serait sans doute nécessaire de mettre au commerce la deuxième génération. » Avec l'hypothèse vérifiée d'un taux d'autogamie de 25 %, la deuxième génération extériorisera :

- le potentiel des lignées parentales, soit $11/128$;
- le niveau de la F1, % très faible soit $3/128$;
- une fraction résultant des back-crosses, soit $36/128$;
- la F2, soit $78/128$.

Si l'on a pris au préalable la précaution d'utiliser des lignées très vigoureuses ayant les mêmes caractéristiques de croissance, en particulier de précocité permettant le synchronisme des floraisons, il y aura des chances de voir se maintenir une certaine homogénéité commune à toutes les fractions de la génération.

On admet d'ailleurs que la différence de vigueur ou de productivité est d'autant plus faible entre les générations G1 et G2 que la productivité des parents est elle-même élevée. La formule communément admise serait :

$$F1 - F2 = \frac{F1 - P}{n} \quad (4) \quad (\text{Formule de WRIGHT}).$$

Cette formule expliquerait également pourquoi, si on augmente le nombre des constituants parentaux, la différence observée entre les deux générations reste faible.

L'EVOLUTION DES VARIETES SYNTHETIQUES

Les causes génétiques.

Que les constituants au départ de la multiplication de la variété synthétique soient des clones ou des lignées, les populations dans leurs générations successives présentent une évolution qui n'est pas toujours celle attendue par les prévisions statistiques ou génétiques.

Il importe cependant de rappeler quelques lois ou propositions mathématiques dont la valeur a été démontrée par Y. DEMARLY et ses collaborateurs à l'aide de résultats expérimentaux de plus en plus précis.

1^{re} proposition :

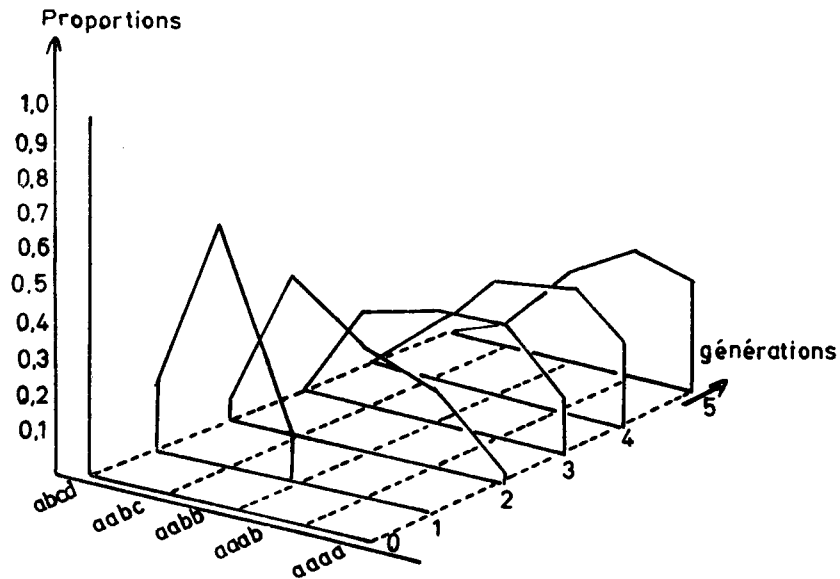
Une population synthétique, quelle que soit la constitution génétique de l'espèce envisagée (diploïde ou polyploïde) évolue vers un état d'équilibre stable dont le niveau dépend avant tout de la fréquence initiale des différents allèles. La courbe théorique de l'équilibre prévu est d'autant plus

- (4) P est le rendement moyen des lignées parentales
 F1 est le rendement de la première génération
 F2 est le rendement de la deuxième génération
 n est le nombre des constituants parentaux

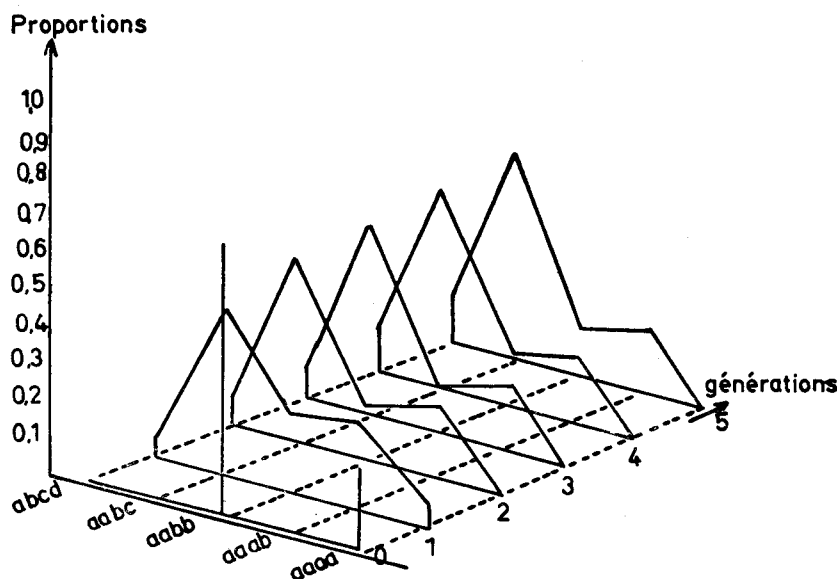
lente que l'on considère un plus grand nombre de gènes et que ces gènes sont plus étroitement liés les uns aux autres, c'est-à-dire que les loci sont plus voisins. L'évolution est très marquée pendant les premières multiplications et tend asymptotiquement vers son état stable.

2^e proposition :

Dans le cas de populations tétraploïdes symétriques, où tous les alléomorphes sont présents, les générations panmictiques voient leur vigueur croître ou décroître. Il y a augmentation progressive de la vigueur si l'homozygotie des constituants de départ est supérieure à un certain seuil d'uniformité génétique. Ainsi, selon sa constitution de départ, chaque variété synthétique évoluera avec une allure qui pourrait être prévue s'il n'y avait pas de causes extérieures perturbatrices :



Diagrammes d'évolution des structures génotypiques au cours des générations d'autofécondation.



Diagrammes d'évolution des structures génotypiques au cours des générations de panmixie (d'après Y. DEMARLY).

- pour des synthétiques diploïdes constituées à partir de lignées homozygotes, la première ou les deux premières générations ont le niveau d'hétérozygotie le plus élevé ; donc ce sont elles qu'on doit exploiter. Si les lignées sont encore loin de l'homozygotie, la fréquence des allèles reste primordiale. Des séries alléliques très différentes amenées par des familles ou des clones extraits de populations d'origines géographiques très variées conféreront certainement une sécurité d'hétérosis bien supérieure. Il est probable qu'on observera peu de différence entre les premières générations ;
- pour des synthétiques issues d'un simple tri massal comme c'est le cas pour de nombreuses variétés actuellement utilisées en France, la sécurité précaire du choix initial disparaît rapidement en quelques

générations. L'intervention des facteurs sélectifs, la précocité différente des descendants, la répartition imprévisible des gènes d'infertilité, les phénomènes de compétition, entraînent une évolution importante et incertaine que justifie un contrôle répété à chaque génération et surtout à celle à laquelle se fera la commercialisation ;

- chez des synthétiques d'espèces autopolyploïdes, l'évolution est moins rapide et les risques de chute de vigueur moins grands d'une génération à une autre.

Les risques de déviation.

Il est bien évident que de telles propositions font abstraction complète de facteurs aléatoires qui pourraient interférer sur la fréquence des différents allèles. On pourrait imaginer que le milieu dans lequel on suit le développement d'une variété synthétique agisse par « pression » continue en faveur de certains gamètes ou de certains génotypes. En pratique, il est assez rare que le milieu naturel agisse d'une manière aussi constante. On peut donc espérer que la population synthétique évoluera quand même vers son état d'équilibre bien que la courbe soit irrégulière. Dans le cas contraire, la détérioration de l'équilibre attendu est très rapide et le produit final, celui qui est précisément mis à la disposition de l'agriculteur, ne répond plus aux caractéristiques agronomiques demandées.

W. ELLIS DAVIES cite le cas de la déviation observée lors de l'évolution d'une variété tardive de Ray-grass à Aberystwyth. Il s'agit de la variété S 23 pour laquelle l'auteur fait mention d'une modification remarquable de la précocité entre la première et la sixième génération. Cette variation provenait de l'accroissement du nombre de plantes à épiaison précoce dans les générations avancées et de l'élimination rapide, systématique et involontaire des plantes à épiaison tardive.

Dans cette variété, les tiges restent assez vertes, même lorsque la graine est mûre et, selon qu'on utilise une moissonneuse-batteuse ou une faucheuse (chute de graines au sol pour les pieds les plus mûrs), on récoltera des lots de semences très différents. L'auteur constate qu'une récolte précoce est suffisante pour modifier l'équilibre de la variété et qu'à partir de ce moment-là on favorise une multiplication différentielle différente de celle attendue.

synthétiques et il faut bien reconnaître qu'il n'est pas toujours aisé d'en contrôler les causes. Nous pouvons toutefois rappeler les principales.

a) *Intervention du pollen étranger* : Le pollen qui vient de l'extérieur est l'élément majeur d'une perturbation grave à l'encontre de laquelle tous les moyens sont à mettre en œuvre. Les éléments principaux à prendre en considération sont le vicinisme et la mobilité du pollen transporté par le vent (graminées) ou par les insectes (légumineuses.) Aussi exige-t-on pour la production contrôlée des semences fourragères les normes minima suivantes :

<i>Semences de base</i>	300 m d'isolement
<i>Semences commerciales</i>	100 m d'isolement

Ces normes ne sont pas excessives et dans certaines régions très ventées du Sud de la France, elles seraient même insuffisantes pour les graminées anémophiles. Il serait même souhaitable d'envisager la création de zones protégées, zones où la culture des générations de semence serait réglementée, visant à imposer telle ou telle variété, quitte à fournir la semence de la même variété pour la production du fourrage. Cette solution a déjà eu des précédents en matière de production de semences d'autres espèces, de Betterave entre autres. Mais là, la réglementation ne gênait pas les agriculteurs qui ne sont pas producteurs de semences. Dans le cas du Maïs, l'agriculteur qui veut produire du Maïs de consommation emploiera la semence de l'hybride simple, parent mâle. Pour les semences fourragères, on se heurtera à l'individualisme des agriculteurs et on pourra considérer comme un véritable progrès l'acceptation de la fauche de parcelles voisines à une date suffisamment précoce pour écarter tout danger de vicinisme. Ceci n'est d'ailleurs qu'un palliatif, car dans le cas de la Luzerne il est notable que la repousse après fauche en période estivale est très rapide, amenant une nouvelle floraison dangereuse au moment où la parcelle voisine protégée est toujours en floraison. L'intervention et la surveillance doivent donc être continues.

Il faut également considérer comme pollen étranger perturbateur non seulement celui provenant des plantes spontanées présentes dans toutes les régions de multiplication mais aussi et surtout celui qui résulterait d'un ressemis naturel à l'intérieur d'une même parcelle. La déviation serait évidente : juxtaposition de deux générations différentes dont l'une présente des plantes plus précoces ou plus tardives que celles fournies par la moyenne de la génération dont elles sont issues. La nécessité de la propreté des cultures, l'obligation de n'effectuer qu'une seule récolte, à une époque précise, pour cer-

taines variétés de graminées (le caractère de l'alternativité étant en cause) sont des impératifs à respecter.

On peut même se demander si l'intervention de la précoupe (besoin d'une récolte de fourrage, couramment pratiquée pour limiter en même temps la végétation des adventices) ne serait pas à déconseiller pour les légumineuses. A ce sujet, il serait même curieux de comparer les descendances de telles récoltes, tout au moins chez les variétés offrant un large étalement de la floraison. Le problème du synchronisme des floraisons mâles et femelles dans le champ de multiplication est particulièrement important puisque dans le cas précis des variétés synthétiques, il s'agit de favoriser tant que faire se peut toutes les hybridations possibles, tous les croisements multiples. Au départ, on devra donc prendre soin de réunir des constituants de même rythme et de même précocité et d'augmenter la sécurité en amenant chez ces plantes ce caractère à un degré d'homozygotie suffisant. Il semble heureusement que le caractère précocité chez certaines espèces, la Luzerne entre autres, fasse partie du patrimoine héréditaire aisément fixable (dominance simple) et qu'il soit facile à détecter lors des contrôles d'aptitude générale à la combinaison.

b) *L'imperfection de la panmixie* : Même dans le cas idéal où on arriverait à faire coïncider parfaitement la floraison des constituants, on constate que des interventions inévitables handicapent dès le départ la réussite des appariements au hasard. Ainsi, la position d'une plante à l'intérieur du dispositif de plantation devant fournir la première génération de semences doit être envisagée de façon telle que cette plante comme toutes les autres plantes reçoive une population de pollen qui soit la même que celle reçue par toute autre. Il convient alors de répartir les individus sur le terrain suivant un schéma systématique qui neutraliserait les effets de voisinage. En utilisant le phosphore radioactif, DEMARLY a pu montrer l'importance du rôle joué par les plantes immédiatement voisines. Dans le cas de la Luzerne, le gradient de dissémination du pollen est notable sur un rayon de 10 m de part et d'autre de la plante.

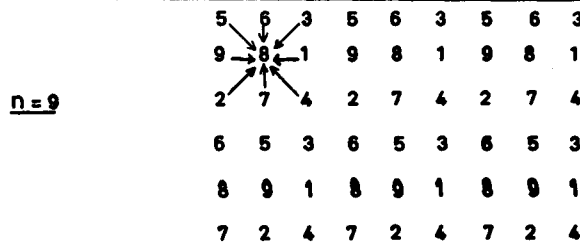
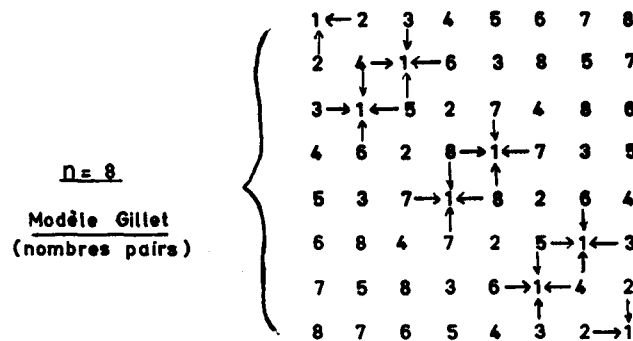
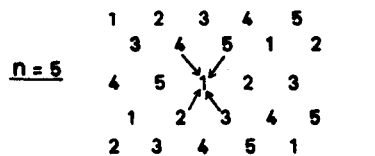
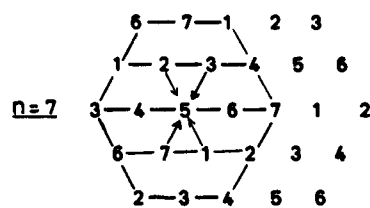
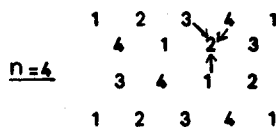
WITT, de son côté, a constaté qu'un clone de Ray-grass anglais (*Lolium perenne*) était pollinisé en moyenne pour 40 % par les deux clones adjacents et pour 74 % par les trois clones voisins de chaque côté.

Il est donc très difficile de réaliser les meilleures conditions d'une « pollinisation au hasard » et il importe avant tout au créateur d'une variété syn-

thétique de concevoir le meilleur schéma assurant l'utilisation la plus rationnelle du matériel dont il dispose. Selon HUTIN, l'expérience prouve que dans la mesure où le nombre de plantes-mères est faible (inférieur à dix), les résultats d'une disposition au hasard avec répétitions de plantes sont comparables à ceux d'un arrangement plus systématique. Ses conclusions découlent d'une étude des descendance d'un isolement de Trèfle blanc comportant sept répétitions disposées au hasard de sept individus différents, par la présence de marque foliaire et d'hétéroside cyanogène (soit trois loci en cause). L'auteur ajoute qu'« il est probable cependant qu'il y ait intérêt, lorsque le nombre des constituants d'une variété synthétique augmente, à adopter un plan assurant par permutations circulaires de plus grandes chances à chaque individu ou famille d'être également pollinisé par tous les autres ». C'est une condition évidemment élémentaire (et nécessaire) quand on veut réaliser une variété synthétique. A Versailles comme à Lusignan, on a imaginé un dispositif qui tient compte de la propriété de l'hexagone, seule figure géométrique dans laquelle le centre et les angles sont équidistants entre eux. Partant de ce principe, une plante située au centre de l'hexagone a donc une probabilité comparable (égale distance d'un point à un autre) de recevoir du pollen de chacun des six autres. Dans un même isolement, on peut également accoler des hexagones multiples de sorte qu'il est possible de laisser s'affronter des génotypes au nombre de sept ou d'un multiple de sept. A Montpellier, en admettant l'hypothèse qu'une translation de quelques centimètres est négligeable dans la probabilité d'interfécondation (anémophile ou entomophile) des schémas variés ont été conçus par ANGEVAIN permettant de donner toute sécurité à des dispositifs de synthétiques à nombre variable et élevé (documents inédits). GILLET, à Lusignan, a proposé un plan d'installation aussi équilibré qu'un croisement simple, demandant un nombre minimum de plantes et valable pour les nombres de base pairs. On voit donc que la réalisation d'un tel impératif élémentaire exige une minutie dès le départ et inquiète les chercheurs.

Or les meilleures conditions de sécurité étant réalisées, d'autres obstacles nuisent en réalité à la distribution panmictique des fécondations. Des précocités comparables n'étant plus en cause, la quantité de pollen émise par chaque élément reste variable et importante de conséquence, surtout dans le cas des graminées. Il arrive ainsi que les constituants d'une synthétique n'aient pas les mêmes capacités de pollinisation. On peut alors admettre que le géniteur le plus prolifique en pollen imprègne la synthétique de son patrimoine. Quant à l'homogamie phénotypique, elle est actuellement l'objet de recherches de

Diagrammes polycross (Angevain)



la part des entomologistes du monde entier. (Un insecte qui a butiné une fleur d'une certaine couleur serait par automatisme enclin à visiter de préférence les fleurs de couleur identique). L'expérience montrera s'il n'est pas possible d'empêcher le choix des plantes par l'insecte. On peut supposer que ce choix n'existera pas si l'insecte souffre de pénurie (faim). Mais à Montpellier, on a constaté que des abeilles affamées ont persisté à manifester une préférence à l'égard de certains pieds de Luzerne isolés en polycross, alors que d'autres pieds n'ont bénéficié d'aucune visite. Il faut s'attendre par ailleurs à ce que l'insecte travaillant longtemps sur la même plante engendre un pourcentage notable d'autofécondations. A ce risque s'ajoute la constatation suivante : plus le butinage est intense (légumineuses) plus le nombre de gousses est élevé ; mais le poids de graines formées est nettement inférieur. Ceci s'explique du fait que l'insecte visite également des fleurs immatures. Certains sélectionneurs envisageraient même de neutraliser l'attraction des insectes sur les plantes préférentielles en pulvérisant certaines substances olfactives (camphre sur Trèfle blanc). Mais ce problème est encore loin d'être résolu.

Les chercheurs norvégiens ont montré de leur côté que la production des graines du Trèfle violet tétraploïde reste faible malgré l'intervention des abeilles. L'attraction de ces insectes est en effet freinée par la dimension trop longue du tube de la corolle et il serait pour le moins conseillé de tenir compte de ce caractère dans la réalisation des synthétiques de Trèfle tétraploïde. Une morphologie défavorable des pièces florales ne fait qu'ajouter un argument supplémentaire au jeu encore trop peu connu de l'attraction florale. La non-attraction d'un phénotype dans une synthétique entomogame à quelque génération que ce soit annihile le rôle et l'efficacité de tels individus. Il y a là une stérilité indirecte, mais authentique.

Au cours du récent symposium international sur la pollinisation qui s'est tenu à Londres en juillet 1964, de nombreuses interventions ont également attiré l'attention sur le rôle non négligeable d'insectes autres que les abeilles et les bourdons. A ce titre, l'emploi intempestif d'insecticides néfastes engendre des préjudices certains à l'égard de la faune utile. On sait qu'en France l'usage du toxaphène est exigé pour assurer la protection des abeilles.

Pratiquement, de trop nombreux agriculteurs mal informés quoique bien intentionnés, traitent leurs champs de multiplication de semences fourragères en pleine floraison avec des substances dangereuses et il nous est sou-

vent arrivé de constater l'absence quasi-totale de fécondation dans des luzernières particulièrement bien conduites jusqu'à la floraison, mais traitées avec des produits inadaptés. D'autres circonstances peuvent d'ailleurs amener au même résultat, en particulier des conditions climatologiques anormales, froid tardif ou chaleur et sécheresse trop accentuées. En 1964, dans les zones méridionales françaises, ces conditions ayant été réalisées, on a observé un taux de fécondation très bas pour l'ensemble des multiplications de légumineuses.

On voit que l'interfécondation d'une variété synthétique, son équilibre espéré, sont à la merci de circonstances naturelles dont le nombre et l'importance nous sont peu à peu connus au fur et à mesure qu'augmente notre faisceau d'observations.

LE CONTROLE DE L'EVOLUTION DES VARIETES SYNTHETIQUES

Les aperçus précédents font état de quelques difficultés, parmi beaucoup d'autres, de la reproduction de générations de variétés synthétiques en panmixie. On imagine aisément les précautions à prendre pour garantir la sécurité d'utilisation du produit final.

Il faut avant tout insister sur le fait que les risques de déviation sont d'autant plus grands qu'il existe un nombre plus élevé de générations. Il serait par conséquent séduisant d'envisager la limitation du nombre de générations, mais un volume suffisant de semences de base nécessite souvent plusieurs multiplications.

Sur le plan strictement génétique, les sélectionneurs savent alors quelles sont les lois d'évolution qui leur permettent d'envisager la réussite d'une création.

Par contre, la réalisation pratique du contrôle de l'identité des variétés synthétiques nécessite une organisation raisonnée et sévère qui doit être à même de vérifier :

- si les multiplications en cause correspondent au schéma de développement de la variété tel que l'a indiqué l'obteneur ;
- si les conditions culturales sont suffisantes pour garantir l'intégrité de chaque génération.

L'organisation est alors la même pour ce type de variétés que pour tout autre conçu à partir des espèces allogames.

Ce serait sortir du cadre de cet exposé que de rappeler toutes les normes imposées par les règlements du contrôle et de la certification, mais on peut insister en particulier sur certains détails graves de conséquence et qui résultent des considérations que nous venons de faire.

1° La multiplication de départ (le croisement multiple) doit être réalisée dans des conditions rigoureuses d'isolement et selon une disposition qui ne laisse rien au hasard. Des pépinières de sécurité où sont cultivés les clones ou les lignées utilisées dans les croisements devront fournir en tout temps le matériel végétal utilisable pour le remplacement des pieds manquants ou la répétition des isolements si les besoins en quantité de semences de départ augmentent.

En général, si l'on considère comme première génération les semences données par le polycross, la semence de base est récoltée dans une génération ultérieure, la troisième le plus souvent dans le cas précis des Luzernes. Aussi, il appartient à l'obteneur de la variété synthétique de déterminer une fois pour toutes quelle est la génération qui doit être commercialisée. Elle sera fonction de l'importance de son polycross et de ses besoins en semences commerciales. On a envisagé d'autres systèmes comme celui qui consisterait à conserver une année un certain stock de graines qui serait utilisé par petites quantités les années suivantes. Moyennant certaines précautions, c'est-à-dire si l'humidité des graines est maintenue au-dessous d'un certain seuil, en récipients étanches ou en enceinte conditionnée, et si la température reste au-dessous de 10° C, on peut envisager la conservation du stock de départ sur une dizaine d'années environ. Ce système, si l'abaissement éventuel du pouvoir germinatif n'est pas une résultante génétique préférentielle à l'égard de certains génomes, garantit l'intégrité de la génération de base durant une durée assez longue. Il est à craindre que les besoins commerciaux amplifiés pour une variété déterminée soient tels qu'il faille malgré tout recourir au polycross de départ.

Partant de ces considérations le Service Officiel de Contrôle et de Certification (S.O.C.) a prévu, en toute logique, que :

- pour les parcelles de semences de base ou de générations antérieures le contrôle de l'identité variétale doit être effectué sur toutes les parcelles.

— pour les parcelles de semences certifiées, le contrôle de l'identité variétale peut ne porter que sur une certaine proportion de celles ayant même origine de semences de base.

Par conséquent, les contrôleurs ayant estimé qu'un lot déterminé de semences de base était défectueux, *toutes les cultures établies à partir d'un tel lot seront refusées.*

2° La propreté des cultures. Cette condition est très importante car non seulement elle limite la présence d'espèces dont les semences sont difficilement séparables de celles de l'espèce produite, et également la présence de plantules provenant de ressemis naturel, mais elle atténue une des principales causes de déviation de la variété. En effet, si à la compétition intravariétale, c'est-à-dire entre toutes les plantes de la variété considérée, normale et d'ailleurs prévue dans l'équilibre de la génération considérée, s'ajoute la compétition entre la variété et les nombreuses plantes adventices, on risque fort de voir s'établir un état d'équilibre très différent de celui attendu.

3° Les accidents climatiques. D'autres causes doivent être prises en considération en cours de contrôle, en particulier les accidents climatiques et leurs interférences tant sur la survie des génotypes résistants (qui ne représentent qu'un pourcentage variable de la variété considérée) que sur la faune utile ou prédatrice.

En 1964, par exemple, des froids tardifs dans le Sud-Est de la France ont été cause d'une activité également tardive des insectes butineurs. Entre temps, chez la Luzerne, les inflorescences des pieds précoces étaient largement parasitées par les cécidomyies. On peut présumer que les fécondations se sont faites surtout chez les pieds tardifs et ont probablement déplacé la moyenne de précocité des descendances récoltées. Il importera donc, après avoir vérifié (*a posteriori*) en champ de culture les échantillons de ces semences, de décider de la valeur des récoltes.

Ces considérations permettent d'affirmer que pour les variétés fourragères synthétiques tout comme pour les autres variétés créées chez les espèces allogames, le sérieux et la précision des opérations de contrôle offrent une garantie suffisante sur l'authenticité du matériel multiplié.

C. CLAVIER,

Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CAUDERON A. (1961). — Problèmes posés par la production de semences chez les espèces allogames — Congrès National des Semences — (Rapports).
- DEMARLY Y. (1963). — Génétique des tétraploïdes et amélioration des plantes — Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris — Série A 4089 - n° 4940 - I.N.R.A. Paris.
- GILLET M. (1963). — Un plan systématique de polycross pour les nombres de base pairs. — *Ann. Amélior. Plantes* — T. 13 - 3 - 269-276.
- HUTIN Cl. (1954). — Evolution des souches au cours des générations de multiplication — Problèmes pratiques génétiques — *Conférence européenne des herbages* — juin 1954 - O.E.C.E.
- MAYER R. (1962). — L'amélioration des Plantes en France — *Ann. Amélior. Plantes* - volume 12 - hors série.
- PICARD J. (1954). — Observations sur les méthodes d'appréciation de la valeur des plantes ou des lignées destinées à la création de souches — *Conférence européenne des herbages* — juin 1954 - O.E.C.E.
- PICARD J. (1959). — Quelques résultats concernant l'amélioration du Trèfle incarnat. — *Ann. Amélioration des plantes* — série B - 319-331.
- X... (1962). — Rapport d'activité — Station d'amélioration des plantes fourragères Lusignan - I.N.R.A.