

Démarche expérimentale et méthodologie

Le numéro spécial de 1977 présentait de façon détaillée l'organisation des recherches sur ananas. Une grande part des considérations exposées restent valables mais doivent être aujourd'hui complétées, les dix années écoulées ayant vu une évolution marquée de l'approche expérimentale, évolution que l'on peut lier à deux causes principales :

- la modification de la nature même des questions que se pose le chercheur avec comme conséquence le besoin d'outils méthodologiques correspondant à ces nouvelles interrogations.
- l'évolution des moyens de calcul et en particulier la généralisation des micro-ordinateurs.

EVOLUTION DE LA DEMARCHE EXPERIMENTALE

Approche inférentielle.

Depuis les réels débuts de la recherche agronomique, la démarche la plus habituelle est la **comparaison** de traitements. On compare plusieurs doses d'azote, plusieurs dates de plantation, plusieurs variétés ... Cette démarche est soutenue par une panoplie d'outils statistiques extrêmement solides mis au point par quelques statisticiens de très grand talent (on considère souvent que le développement de l'agronomie moderne n'a été permis que grâce aux travaux de statisticiens comme PEARSON ou FISHER dans la première moitié du vingtième siècle).

Cette démarche est dite «**inférentielle**» puisqu'elle permet d'étendre un résultat déduit d'un échantillon à un ensemble beaucoup plus vaste, extension assortie d'un critère de fiabilité : on peut ainsi dire qu'un traitement A est supérieur à un traitement B et que cette affirmation sera vraie si l'on recommence la comparaison, dans les mêmes conditions, 95 fois sur 100.

La méthodologie liée à cette démarche est largement commentée dans le document de 1977. On note ces dernières années une tendance à l'augmentation des observations en cours de cycle végétatif (prélèvements de plants pour compléter les informations de la «F D») et surtout pendant la phase de fructification (prélèvements de plants, observations sur fruits ...). Cette tendance s'intègre dans un raisonnement en termes de «**composantes du rendement**» ; il n'est plus suffisant d'observer l'effet dépressif d'un traitement sur la production ; il est nécessaire de mieux le comprendre en précisant si cette diminution est liée à un ralentissement de la croissance végétative ou à une perturbation de la différenciation florale, ou à un mauvais remplissage des fruits ... Sur un plan pratique, cette

augmentation des prélèvements intermédiaires renforce la nécessité de parcelles de taille suffisante (on conseille d'habitude des parcelles de 120 plants) et surtout de sélectionner très sévèrement le matériel végétal de départ ainsi que de soigner scrupuleusement l'homogénéité des différentes interventions culturales.

L'interprétation des résultats s'est souvent enrichie en complétant les discussions sur l'individu théorique, statistiquement «moyen» et représentatif (?) d'un traitement, par des considérations sur les **variations** des individus réels autour de cette moyenne. Il n'est pas équivalent de constater une augmentation de la moyenne par déplacement complet de la courbe de distribution ou par diminution de la fréquence des individus les plus «petits».

Cette démarche expérimentale a fait les preuves de son efficacité ; elle continuera, dans son domaine d'application, à rendre de grands services, surtout si l'on développe encore le raisonnement en termes de fonctionnement de la plante et en variabilité de ce fonctionnement.

Cependant sa principale limite inhérente à sa nature même est de ne traiter que d'un petit nombre de facteurs (2 ou 3 au maximum). Cette limite a conduit à rechercher d'autres approches.

Approche modélisation.

Le progrès rapide des connaissances a très vite nécessité une fragmentation de la recherche et l'apparition de spécialistes disciplinaires (pathologistes, physiologistes, entomologistes ...) et, par voie de conséquences, de spécialistes par plante chargés de reconstruire une «agronomie» à partir de cette recherche fragmentée.

Ces deux types de spécialistes ont été conduits, pour des raisons différentes, vers une approche que l'on a qualifiée ultérieurement d'«**approche système**».

Les premiers se sont aperçus que, pour continuer à progresser dans leur domaine, ils devaient nécessairement prendre en compte un nombre de plus en plus important de facteurs, facteurs interagissant entre eux et agissant sur d'autres compartiments de la plante.

Les deuxièmes se sont heurtés à des problèmes de reconstruction à partir de fragments de plus en plus petits et ont été conduits à bâtir leur «agronomie» en raisonnant en termes de système «peuplement végétal en interaction avec l'ensemble des facteurs du milieu».

A cette notion de système est étroitement liée la notion de modèle. Ce n'est pas tant la description du système qui nous intéresse que son fonctionnement : l'objectif final, même s'il est très loin de tout modèle, est d'être la formalisation du fonctionnement d'un système.

Cette évolution de la démarche expérimentale, historiquement justifiée, prend un intérêt tout particulier en agronomie tropicale. Le mode d'intervention que l'on nous demande maintenant et la multiplicité des régions pédoclimatiques où l'on peut être appelé à intervenir rendent impossible la répétition de la séquence d'expérimentations conduisant à un référentiel local. Nous ne serons en mesure de fournir rapidement des solutions efficaces que si au moins une partie de cette séquence peut être remplacée par la mise en oeuvre de modèles prenant en compte les différents facteurs du milieu et donc transposables.

Par ailleurs, il faut signaler l'intérêt, pour une plante comme l'ananas, d'une telle approche. La culture se fait souvent sur un seul cycle et il est en général trop tard lorsque l'on constate une quelconque anomalie. Il est alors primordial de pouvoir prévoir, d'où l'intérêt de modèles prédictifs.

Il est évident que cette approche est récente et la présentation simplifiée qui en est faite ne doit pas laisser croire qu'il s'agit d'une approche parfaitement rodée, même si dans certains domaines des résultats intéressants ont été obtenus (déterminisme climatique des taches noires, modélisation de l'élaboration du rendement ...).

C'est en tout cas une voie que l'on essaiera de favoriser à l'avenir lors de la définition des programmes de recherche.

Sur le plan méthodologique, si l'approche inférentielle était étroitement liée à un outil statistique, ce n'est absolument pas le cas de l'approche modélisation, non pas par une lacune des statistiques mais par la très grande diversité que peut prendre cette approche. Chaque cas devient un cas particulier et il faut réfléchir chaque fois aux outils les mieux adaptés :

- équations différentielles et calcul numérique,
- régression multiple, linéaire ou non, avec ou sans contraintes sur les coefficients,
- etc.

Cette démarche pluridisciplinaire par essence implique donc également l'intervention de la biométrie.

EVOLUTION DES MOYENS DE CALCUL

L'avènement de l'informatique au cours de ces dix dernières années dans le monde agronomique a modifié en profondeur certaines tâches du chercheur : accès à un outil informatique par généralisation des micro-ordinateurs et augmentation considérable des puissances de calcul qui autorise des applications entièrement nouvelles.

Généralisation des micro-ordinateurs.

La plupart des équipes de recherche disposent aujourd'hui d'un micro-ordinateur de puissance suffisante et équipé des principaux logiciels nécessaires à un travail de recherche (logiciels généraux - tableurs, bases de données ... - ou spécialisés - logiciel statistique).

Il est donc possible au chercheur d'examiner immédiatement ses résultats, de déceler les éventuelles anomalies et de retourner sur le terrain faire les vérifications nécessaires, d'adapter au besoin ses protocoles en fonction des premiers résultats, éventuellement d'abandonner très tôt des travaux trop mal engagés ...

Lorsque les expérimentations demandent des méthodes d'analyse plus complexes ou exigent des capacités de calcul très importantes, les moyens du Service de Biométrie sont utilisés ; la transmission de données se fait alors sous forme de fichiers informatiques déjà élaborés où les informations sont contrôlées et mises sous des formes exploitables.

On conçoit le gain d'efficacité apporté par l'informatique ; cependant cette nouvelle façon de travailler demande au chercheur un investissement important ; il doit bien sûr apprendre à utiliser ce nouvel outil mais surtout acquérir un certain sens de l'organisation de l'information sans lequel l'efficacité de l'informatique ne sera qu'un leurre.

Par ailleurs, il doit maîtriser parfaitement les méthodes statistiques et mathématiques qu'il peut si facilement utiliser, sous peine d'arriver à des conclusions scientifiquement erronées bien qu'entourées d'une pseudo-caution statistique ou mathématique.

L'introduction de l'informatique dans un processus de recherche a donc des implications multiples. Ce qui pourrait paraître n'être qu'un problème de recherche de financement et d'apprentissage de quelques commandes est souvent, en réalité, la remise en cause profonde d'une façon de penser et de travailler.

Si le matériel est maintenant physiquement présent sur de nombreux sites, il n'est pas possible de considérer la phase d'informatique comme terminée ; elle est en bonne voie mais il faudra certainement plusieurs années avant d'arriver à un bilan totalement positif.

Nouvelles approches induites par l'informatique.

Les puissances de calcul atteintes aujourd'hui permettent de concevoir des applications jusqu'à présent inimaginables ou non utilisables.

La principale évolution des statistiques ces dernières décennies a été le développement des méthodes multidimensionnelles, méthodes conçues théoriquement dès le début du siècle mais qui n'ont été utilisables en pratique qu'avec l'apparition de l'informatique.

Il est certain que l'approche système que nous présentons comme une évolution logique de la recherche doit beaucoup à ces méthodes multidimensionnelles.

Le fait marquant des décennies à venir sera certainement le développement des méthodes dites d'«info-statistique». L'école moderne des statisticiens repense l'ensemble des statistiques en faisant abstraction de toutes les simplifications autrefois nécessaires pour construire des méthodes utilisables en pratique. Il est très probable qu'en agronomie, où ces hypothèses simplificatrices sont rarement vérifiées, ces nouvelles méthodes permettent des interprétations plus complètes et plus rigoureuses.

L'autre domaine bouleversé par l'informatique est l'organisation des connaissances avec la possibilité de stocker de grandes quantités d'informations et surtout d'y

accéder très rapidement.

D'où la création de systèmes de gestion de base de données. Par exemple, l'IRFA réalise actuellement un logiciel pour gérer une base des données météorologiques et en particulier en extraire très facilement les informations élaborées nécessaires à l'interprétation des résultats d'expérimentation et à la réalisation de modèles climatiques.

D'où également l'approche relevant, dans l'esprit, du domaine des «systèmes expert» ou de «l'intelligence artificielle». Une réflexion s'est engagée entre divers spécialistes pour rédiger le cahier des charges d'un système de diagnostic de l'état d'une parcelle d'ananas ; ce système destiné à des techniciens agricoles prendrait en compte l'ensemble des facteurs (parasitaires, nutritionnels ...) pouvant affecter l'état d'une parcelle et proposerait éventuellement les solutions adaptées.