

## Informatique et production animale : réalisation et mise en place de plans d'amélioration génétique

Poujardieu B.

Agriculture et informatique

Paris : CIHEAM  
Options Méditerranéennes; n. 1

1970  
pages 116-119

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI01.0387>

To cite this article / Pour citer cet article

Poujardieu B. **Informatique et production animale : réalisation et mise en place de plans d'amélioration génétique.** *Agriculture et informatique*. Paris : CIHEAM, 1970. p. 116-119 (Options Méditerranéennes; n. 1)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

# Information et production animale une illustration : la réalisation et la mise en place de plans d'amélioration génétique

B. POUJARDIEU

Station de génétique quantitative  
et appliquée  
Institut National de la Recherche  
Agronomique

Comme dans bien d'autres secteurs d'activités, l'apparition des calculateurs électroniques permet, dans le domaine des productions animales, d'envisager une planification raisonnée irréalisable auparavant. Dans tous les secteurs de production animale où acquérir une connaissance nécessite de synthétiser une masse d'informations, ces machines sont utiles ; l'ensemble de ces secteurs recouvre l'économie et nombre de disciplines scientifiques de la biologie.

On peut alors se demander s'il est possible pour un seul de traiter de façon autre que superficielle de l'utilité de l'informatique en production animale. Notre formation génétique et zootechnique nous a poussés à n'envisager qu'un aspect de ce vaste problème : l'aide apportée par les techniques de traitement de l'informatique à la définition, la modélisation, la réalisation et la diffusion des résultats de plans d'amélioration génétique.

Améliorer une production c'est finalement augmenter le revenu national. Pour y parvenir deux actions techniques complémentaires sont possibles : modifier les structures de production, mais aussi accroître la valeur génétique des reproducteurs. Si en cuniculiculture 20 % de la production actuelle pour l'indice de consommation, le revenu annuel serait accru de 3,15 millions alors qu'en 1966 la valeur de la production de lapins était estimée à 1 492 millions de francs courants.

Par le passé, un fossé existait entre le niveau des connaissances en génétique quantitative, en génétique des populations ou en statistique et leur transposition dans la pratique de l'amélioration génétique. Cette situation, cause probable du peu d'efficacité de la sélection, s'explique par les difficultés qu'éprouvaient les éleveurs, voire les techniciens des organismes d'élevage, à comprendre les méthodes à utiliser et aussi par la nécessité, faute d'autres moyens, de traiter de façon quasi manuelle les informations utiles.

La possibilité d'utiliser des calculateurs électroniques va modifier cette situation : elle permettra d'envisager un accroissement considérable de la

masse d'informations traitables, elle rend concevable le partage des tâches : collecte de l'information, élaboration et réalisation des méthodes, diffusion des résultats. Enfin pour rentabiliser au mieux les fonds toujours trop limités disponibles pour la sélection, elle incite les responsables à coordonner et partant à planifier leurs efforts. Ainsi de facilité technique, l'ordinateur qui, pour être rentable malgré son coût, ne saurait être multiplié, devient agent intégrateur.

Dans un pays tel que la France où une entreprise privée n'avait pas une assise financière suffisante pour réaliser les plans d'amélioration génétique de l'ensemble des espèces, — bien souvent les bénéfices à attendre d'une action n'apparaissent que plusieurs années après son lancement —, où le faible effectif de personnes aptes, de par leur formation, à résoudre les problèmes, interdisait la dispersion des efforts, la mise en place de plans d'amélioration a été prise en charge par la collectivité par voies légales et réglementaires.

De ce fait des responsabilités nouvelles incombent au généticien zootechnicien. Ce dernier, au prix d'une bonne connaissance du matériel de traitement de l'information et des règles de plus en plus simples de la programmation, peut concevoir lui-même l'ensemble du traitement depuis la collecte des données jusqu'à l'obtention des résultats, présentés de telle façon qu'ils satisfassent à la fois les besoins des chercheurs et ceux du praticien soucieux de disposer d'éléments de décision immédiate. Ainsi des scientifiques zootechniciens et généticiens du département de génétique animale de l'institut national de la recherche agronomique ont été amenés à jouer le rôle de bureau d'étude et de centre de calcul des organismes d'élevage. L'originalité de cette équipe a été, non seulement de proposer des méthodes de sélection, mais surtout de contrôler la mise en place des plans d'amélioration, au niveau des races ou des zones géographiques.

La généralisation à l'ensemble du cheptel bovin laitier français des méthodes de sélection définies par Poly et *al.* (1969), Frebling et *al.* (1967a, 1967b,

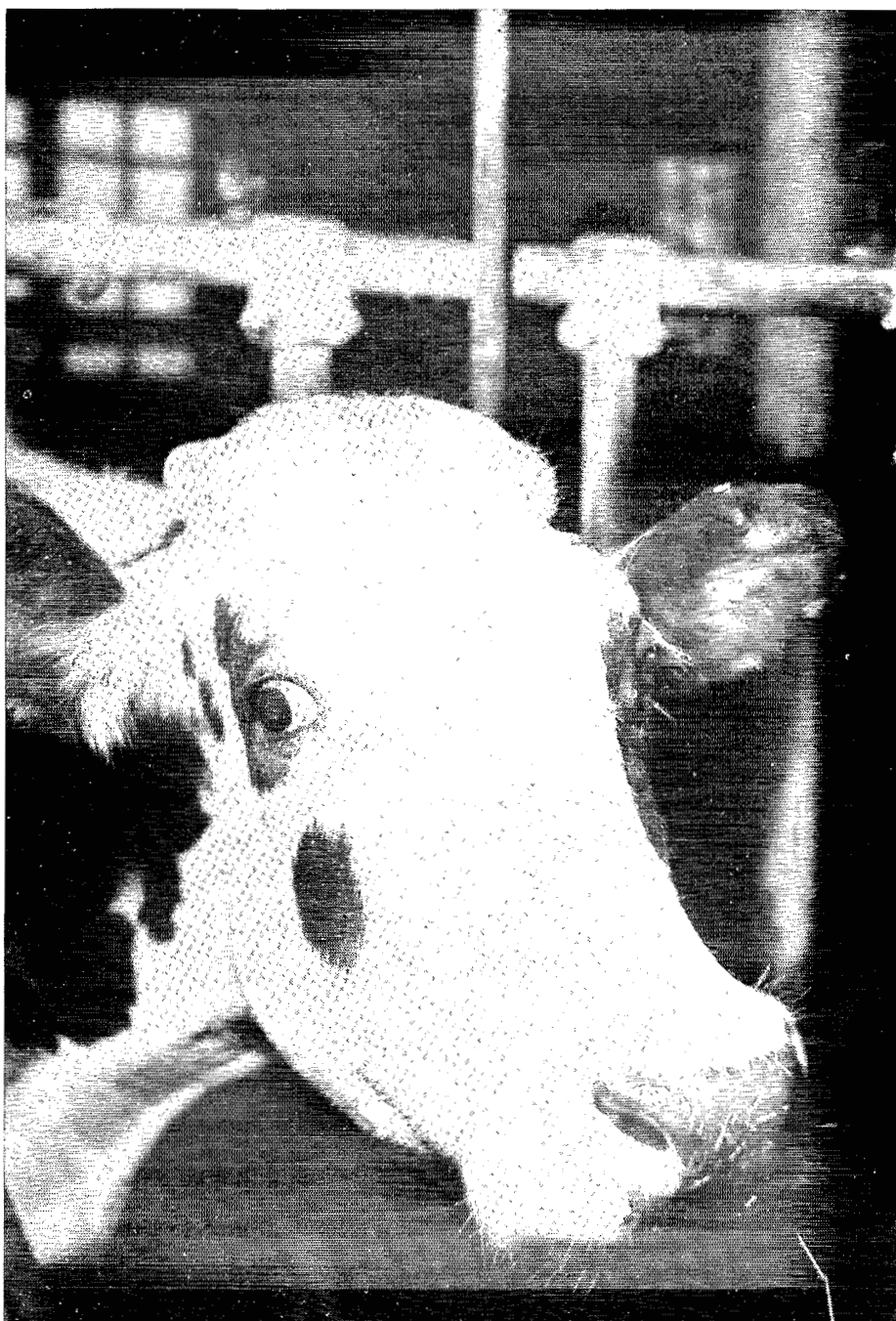
1966), Poutous (1969), implique nécessairement une organisation rigoureuse et logique de l'ensemble des circuits de collecte des données zootechniques. Notre propos n'est pas de développer ce point. Mais par suite de l'augmentation de l'effectif des vaches soumises au contrôle laitier (400 000 vaches en 1964, plus d'un million en 1970), il est illusoire de penser qu'un organisme national unique puisse assurer le transfert sur un support mécanographique (la carte) de l'ensemble des données collectées au niveau des syndicats de contrôle laitier.

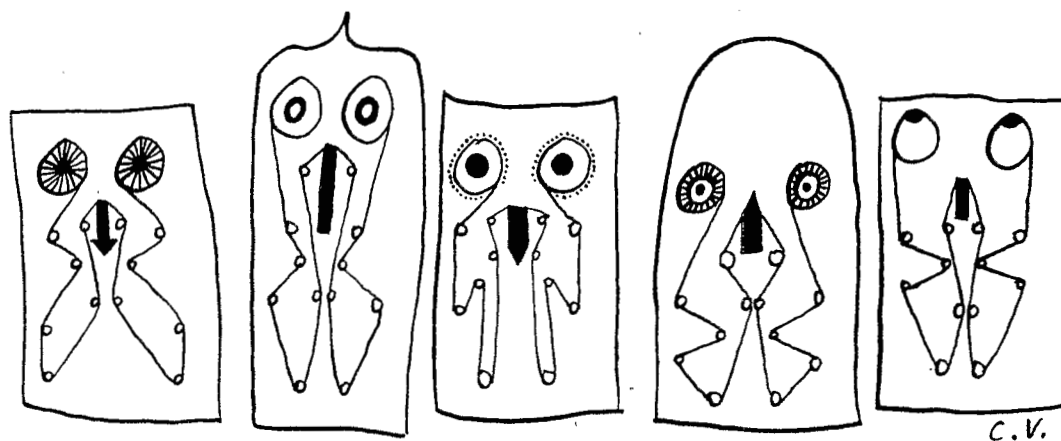
L'ensemble des traitements primaires perforation des cartes et vérification formelles ont été confiés à dix Associations régionales au service des organismes d'élevage (ARSOE). Ces ateliers régionaux, implantés à Paris, Cambrai, Caen, Rennes, Angers, Toulouse, Lyon, Besançon, Nancy et Auxerre, se partagent l'ensemble des travaux mécanographiques primaires pour les espèces bovine, ovine, caprine et porcine. Ils transmettent à l'ordinateur central dans des délais rigoureux les fichiers perforés.

Une telle structure permet de gagner un temps précieux dans l'exécution du traitement. Si les résultats de contrôle de performance ainsi transmis n'ont en eux-mêmes qu'un intérêt limité, par contre ils présentent un grand intérêt quand, (1969).

La loi sur l'élevage récemment mise en application et qui définit les responsabilités des parties prenantes permettra de mettre en place un schéma logique du traitement de l'information. Cette dernière confie la responsabilité de l'authentification des généalogies aux Etablissements départementaux de l'Élevage. Connaissant la date probable de conception et la date de naissance, ils attribuent à l'individu un père aux vues des durées de gestation. Manuellement un tel travail est fastidieux et de l'ennui qu'il engendre naît une source d'erreur. Or une telle tâche est simple à réaliser sur un ordinateur. Connaissant pour une race donnée une zone de vraisemblance renfermant la quasi totalité des durées de gestations possibles et la liste des pères utilisés lors des saillies il est facile de rechercher à quel père correspond

Photo Roger Viollet





une durée de gestation vraisemblable. Dans le cas où plusieurs pères conduiraient à des durées possibles, une analyse sanguine de la mère, des pères et du produit pourrait contribuer à lever l'incertitude.

Certes un telle manière d'agir n'est pas exempte de critiques. En effet nous disposons actuellement des paramètres nécessaires pour les races pures présentant un état sanitaire satisfaisant. Sa généralisation nécessiterait d'étudier l'incidence de l'état de santé de la mère, par exemple, sur la durée de la gestation. Mais aussi, dans le cas où les croisements entre races se généraliseraient, il importerait d'apporter des éléments de réponse à deux problèmes. La durée de gestation d'une femelle est-elle une caractéristique biologique de cette dernière ou bien peut-elle être influencée par le génotype du produit qu'elle porte ? Comment se situe la durée de gestation de femelles croisées par rapport à celles des races parentales ?

D'autre part la possibilité d'adjoindre à une unité de calcul des mémoires magnétiques auxiliaires (bandes ou disques) à grande capacité et à accès rapide, permet d'augmenter la quantité d'informations à traiter pour résoudre un problème particulier. Dans le cas de la recherche de paternité, si la méthode que nous venons de décrire, reposant sur l'enregistrement des dates de saillies et de naissance, conduit à ne retenir comme père qu'un individu statistiquement vraisemblable, elle ne nous permet en aucun cas d'affirmer que le père retenu soit le vrai père. Pour affiner notre détermination, nous pouvons adjoindre à la seule durée de gestation d'autres éléments de décisions tels que des caractères mendéliens simples, marqueurs phénotypiques : c'est le cas, par exemple, des caractères présence ou absence de pendeloques chez la brebis et chez la chèvre (Ricordeau, 1967). La prise en considération de tels caractères ne permet pas de confirmer la paternité mais seulement de rejeter des paternités que nous devrions considérer si nous jugions uniquement sur des critères de durée. Cependant le mécanisme héré-

ditaire de ces caractères doit être précisé parfaitement par le chercheur avant d'être utilisé comme élément de décision pour un plan d'amélioration. La confirmation de l'ascendance des animaux contrôlés doit être réalisée sans ambiguïté dans tous les cas où le choix des reproducteurs repose sur l'analyse objective de caractères qu'ils ne peuvent extérioriser ; c'est le cas en particulier du choix des taureaux sur les aptitudes laitières de leurs filles ou sur la valeur de carcasse de leurs descendants.

La décision de retenir un reproducteur est prise, dans la plupart des cas, au vu de résultats obtenus à partir de contrôles réalisés par des organismes différents à des époques variables. C'est ainsi que le choix des taureaux utilisés en insémination artificielle pour la production de viande de jeunes bovins tient compte : de la croissance du reproducteur lui-même jusqu'à l'âge de trois mois mesurée par le syndicat de contrôle de croissance, de sa croissance et de sa consommation entre les âges approximatifs de 7 mois et de 14 mois contrôlés lors de son passage dans les stations de sélection bovine, de la valeur biologique de son sperme apprécié par le Laboratoire de Contrôle Biologique des Reproducteurs, éventuellement de la valeur bouchère de la descendance (Frebling et al., 1967c). Ainsi parallèlement à la confirmation de la paternité, il importerait d'identifier de façon unique les individus. La création d'un état civil unique des reproducteurs devient absolument indispensable par suite de la généralisation en insémination artificielle des techniques de congélation favorables à l'échange de sperme entre centres. L'ordinateur par ses possibilités de mémorisation et sa rapidité de recherche permettrait de gérer un tel fichier. Un individu y entrerait lors de l'enregistrement, par exemple, de la déclaration de naissance.

Mais le champ d'application de l'ordinateur ne se limite pas à ces travaux préliminaires, certes importants puisqu'ils nous permettent de mieux savoir de qui l'on parle ; il permet de fournir dans des délais raisonnables, au praticien, des éléments de gestion technique ou

économique de son troupeau, au responsable de la sélection des éléments objectifs de choix. Dans le cas du choix des taureaux pour la production laitière, l'ordinateur national reçoit chaque semaine des ARSOE les performances d'un quart de l'effectif des vaches soumises aux contrôles. Le traitement consiste, dans un premier temps à vérifier la vraisemblance des données par rapport aux informations déjà enregistrées et mémorisées pour chaque animal, dans un deuxième temps à calculer les performances laitières soit au quatrième contrôle, soit en fin de lactation pour les vaches tarées au cours du mois en mémorisant les nouveaux apports. A la fin de la première phase, une liste d'informations erronées est éditée. Elle sera transmise aux syndicats de contrôle laitier par le canal des ARSOE. A l'issue de la seconde phase sera édité le certificat de lactation, document de gestion technique pour l'éleveur.

Jusqu'en 1969, le calcul des index laitiers production totale utilisant comme données les résultats édités sur les certificats de lactation était réalisé non à partir de résultats mémorisés par l'ordinateur mais à l'aide d'un jeu de cartes, reproduction des résultats globaux de lactation, vérifié par le Centre technique de Contrôle de la Descendance. Cet organisme confirmait, après vérification auprès des livres généalogiques ou zootechniques, les paternités des vaches à traiter. Ce système entraînait, outre une perte de temps considérable, une sous utilisation des possibilités des ordinateurs. Les possibilités de vérifier l'ascendance des individus dès l'enregistrement des déclarations de naissance, outre qu'elles permettraient de rendre obligatoire l'élaboration des déclarations de naissance pour l'ensemble du cheptel contrôlé, permettraient de diminuer notablement les délais de calcul et d'augmenter l'effectif contrôlé réellement utile pour la sélection collective. D'autre part la connaissance précoce des performances laitières partielles au quatrième contrôle permet de calculer des index provisoires, outils indispensables pour déceler précocement les taureaux transmettant les aptitudes laitières extrêmes (Poutous, 1969).

Avant de proposer un plan d'amélioration et d'envisager de le mettre en pratique, une analyse préalable de la population à laquelle il serait applicable est nécessaire tant pour préciser la nature et l'importance de la variabilité génétique existante que pour déceler les facteurs extrinsèques de variations des critères considérés (Frebling et al., 1967a). Les performances de vitesse de croissance, de production laitière par exemple ne sauraient être utilisées telles quelles ; elles sont en effet influencées :

— par la période au cours de laquelle elles ont été collectées, influence qui pour la production laitière peut être en grande partie confondue avec le mois de vêlage ;

— par les conditions d'exploitation des animaux caractérisées par la moyenne de l'étable ;

— par le mode de conduite du troupeau et le niveau technique de l'éleveur, facteurs parmi lesquels le mode d'alimentation joue un rôle principal ;

— par le passé de l'animal ;

— par les potentialités propres de l'animal considéré.

Or, toute place de sélection revient à calculer la valeur génétique, donc celle liée aux potentialités propres de l'animal la plus probable d'un reproducteur. La méthode de calcul retenue doit permettre de rendre cette valeur aussi précise que possible en éliminant au mieux et au moindre coût l'influence des facteurs non génétiques. Or le choix des facteurs pour lesquels seront effectuées des corrections est guidé par la part de variabilité qu'ils expliquent, par la possibilité pratique de corriger leurs effets, enfin par la possibilité de les contrôler, par exemple, par le choix judicieux d'un plan d'accouplement que pourraient respecter les éleveurs. Or, l'acquisition de ces informations nécessite une analyse préalable de la population dans laquelle pourraient être ultérieurement recueillies les informations indispensables au déroulement du plan d'amélioration. Une telle explo-

ration qui, pour être fidèle, doit prendre en considération un nombre suffisant d'observations, met en jeu des méthodes d'analyse statistique qui n'ont pu se vulgariser qu'à partir du moment où l'utilisation d'un calculateur électronique a permis d'obtenir rapidement leurs solutions. Ces méthodes d'analyse statistique nous permettent aussi d'estimer les paramètres génétiques des populations pour les critères considérés.

Enfin l'ordinateur, par ses possibilités de mémorisations, permet d'envisager de faire porter l'effort de sélection non seulement sur les mâles mais aussi sur le choix des femelles dont la valeur génétique serait estimée par un index calculé sur l'ensemble des performances de la mère (Bolon, 1969). Ainsi lorsque seront réalisées en pratique à la fois l'indexation des mâles et celle des femelles, les futurs reproducteurs ou tout au moins les jeunes mâles à mettre en testage pourront être choisis très précocement d'après les performances de leurs ascendants. Certes, pour être généralisées, de telles méthodes doivent encore être éprouvées dans le cadre de la recherche, ne serait-ce que pour prévoir le surplus de gain génétique à attendre de leur mise en application comparée au coût de leurs réalisations (Mocquot, Poutous, 1969).

Pour définir les règles d'action à mettre en œuvre dans des plans d'amélioration, le généticien zootechnicien doit définir des méthodes de sélection, les comparer entre elles et prévoir le progrès génétique à attendre de leurs mises en œuvre non seulement en termes de valeurs moyennes, mais aussi en terme de variabilité. Or, la théorie de la génétique quantitative qui lui permet d'aborder ces problèmes n'autorise bien souvent que des solutions approximatives puisque la quasi-totalité des résultats acquis dans cette science supposent que la population soumise à la sélection est de taille infinie et qu'il n'existe pas de lien de parenté entre les reproducteurs élaborant une nouvelle génération. De plus, sauf dans

des cas très simples où la sélection ne modifie pas la nature de la distribution statistique des critères considérés, la théorie de la génétique quantitative ne nous permet pas de calculer littéralement les progrès génétiques au-delà de la première génération de sélection.

Or la réalisation de plans d'amélioration que nous avons évoqués, devrait conduire à gérer l'ensemble des valeurs génétiques des mâles et celles des femelles pondérées par leurs valeurs d'élevage en vue de prédéterminer les accouplements les plus favorables eu égard aux objectifs poursuivis. Ainsi, même parmi la population des reproducteurs utiles, les accouplements ne seraient pas faits au hasard. De plus, compte tenu de la généralisation de l'insémination artificielle et de la technique de congélation du sperme qui ont pour conséquence la réduction de la taille de la population des géniteurs mâles utiles, négliger les liens de parenté sera de moins en moins une attitude réaliste. Enfin les populations auxquelles nous nous adressons, même d'effectif important, ne sont pas de taille infinie.

Puisque la théorie de la génétique quantitative ne nous permet plus de comparer les méthodes de sélection possibles, aucune des hypothèses fondamentales qui ont présidé à son élaboration n'étant respectée, nous pourrions résoudre ce problème de comparaison si nous disposions d'un outil nous permettant de réaliser chacune des opérations élémentaires qu'impliquerait la réalisation pratique des méthodes de sélection en un temps bref et pour un nombre d'individus suffisant. Par sa rapidité de calcul, le calculateur électronique permet, en utilisant des techniques de simulation aléatoire, d'effectuer des expériences de sélection et donc de comparer les méthodes. La mise en œuvre de cette technique implique théoriquement de disposer d'un modèle descriptif exact de l'état génétique de la population de base, d'une description fidèle de la structure de la population à chaque génération, de pou-

