

## La rigueur de l'ordinateur et les aléas de l'agriculture

Guglielmi M., Rouillé d'Orfeuil H.

Informatique et développement rural

Paris : CIHEAM  
Options Méditerranéennes; n. 2

1970  
pages 23-27

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

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI010317>

To cite this article / Pour citer cet article

Guglielmi M., Rouillé d'Orfeuil H. *La rigueur de l'ordinateur et les aléas de l'agriculture. Informatique et développement rural.* Paris : CIHEAM, 1970. p. 23-27 (Options Méditerranéennes; n. 2)



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

# La rigueur de l'ordinateur et les aléas de l'agriculture

Michel GUGLIELMI

Henri ROUILLÉ D'ORFEUIL

Ce qui nous intéresse ici n'est pas la démarche théorique mais le contact de l'ordinateur et de la réalité. Ce contact se situe, d'une part, à la prise de données lorsque l'on ne s'arrête pas à l'écran de statistiques et, d'autre part, au retour des résultats quand on va jusqu'à la vulgarisation. C'est en effectuant une programmation linéaire sur un village que nous avons mis en évidence les difficultés que l'on rencontre à ces deux niveaux. Nous insisterons donc, plus particulièrement, après avoir rapidement défini le cadre de l'étude sur les deux points de confrontation des mathématiques et des faits : la prise de données et le retour des résultats.

## LE CADRE DE L'ÉTUDE

Le libellé de l'étude qui nous était demandée était le suivant : « Étude de l'évolution des systèmes de production des Exploitations du Cambresis ». Avec, sous jacent, le problème de l'introduction du taurillon et de la concurrence lait-viande. Pour que le travail soit plus concret, nous avons préféré le mener sur l'échantillon constitué par un village de la région. Après avoir réalisé une enquête exhaustive, après avoir éliminé certains cas « aberrants » (ouvriers-payans), nous avons essayé de représenter l'ensemble des 25 exploitations par un modèle unique, en créant des activités ou en paramétrant. Notre travail n'a pris fin qu'après la discussion des résultats avec les agriculteurs du village.

## TRAVAIL ANALYTIQUE ET RÉALITÉ AGRICOLE

Il fallait pour mener à bien ce travail de programmation linéaire construire la matrice représentant, par l'intermédiaire des activités, des contraintes et des coefficients techniques, l'ensemble des secteurs des exploitations du village.

La programmation linéaire exige que tous les mécanismes d'une exploitation, tous les phénomènes qui s'y produisent, fussent-ils d'ordre biologique, technique,

économique ou humain, soient traduits en équations linéaires de la manière la plus exacte possible, traduction qui suppose que tout soit parfaitement connu, d'une part, et chiffrable, d'autre part. Cela est-il possible ?

\*  
\*\*

C'est un lieu commun que de rappeler la différence qui existe entre l'opération de transformation industrielle et l'opération de transformation agricole. Faisons le tout de même ! Un processus de fabrication industrielle est entièrement conçu et réalisé par l'homme : les machines, la transformation proprement dite et même, quelquefois, les matières premières. Schématiquement on peut considérer que la fonction de production  $P = f(x)$  est parfaitement connue, c'est-à-dire qu'on sait que les mêmes quantités de facteurs de production (heures de travail, matières premières...) conduisent toujours à la même quantité de produit final. Au cours du processus de transformation, la place la plus faible possible est laissée à l'intervention de l'individu en tant qu'élément non calculé.

En l'état actuel, tel n'est pas le cas du processus de transformation agricole. Les raisons en sont multiples :

— scientifiquement, les phénomènes chimiques et biologiques qui se produisent dans le sol (transformation de semence en grain) ou dans l'animal (transformation d'aliments en viande ou en lait) sont encore mal établis ;

— de nombreux facteurs techniques intervenant dans la fonction de production ne sont pas connus ou impossible à prévoir : influence des aléas climatiques, des micro-climats, de la nature des sols ;

— enfin, l'influence de l'individu est considérable. Deux agriculteurs possédant des sols identiques (ou supposés tels), utilisant pour la même culture les mêmes techniques, n'atteindront pas les mêmes résultats. Un décalage de quelques jours dans la date d'un semis peut avoir des conséquences inattendues. Une heure de labour exécutée par un agriculteur n'a pas le même poids qu'une heure

de labour effectuée par un autre agriculteur.

À la limite, il faudrait presque définir une fonction de production pour chaque ensemble (parcelle, année, agriculteur). Encore ne pourrait-on la définir qu'en la constatant sur les années déjà écoulées, mais on ne pourrait à coup sûr pas la prévoir.

\*  
\*\*

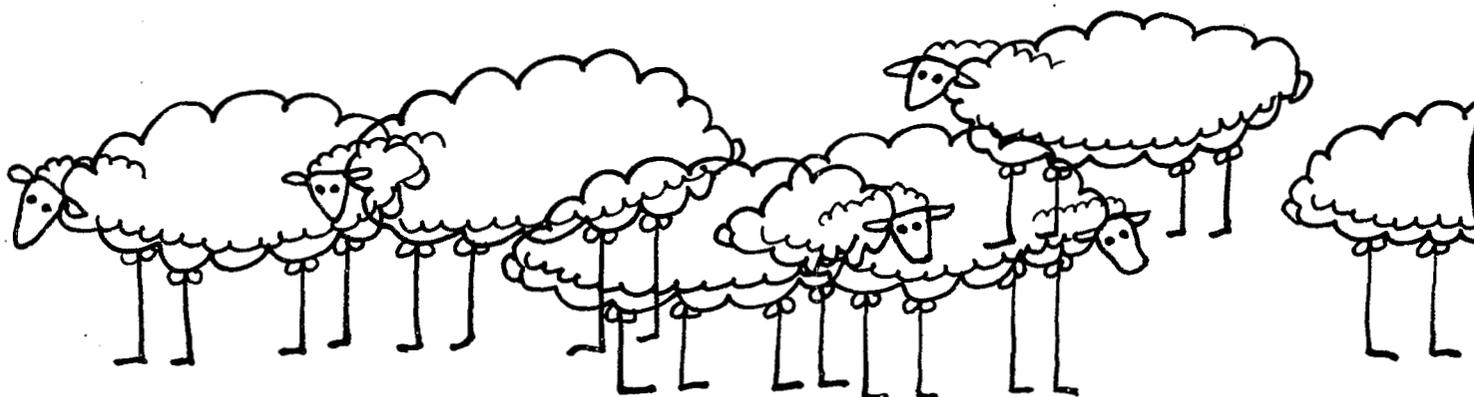
Outre cette mal-connaissance de la fonction de production, il existe une distorsion fondamentale entre la méthode analytique d'approche des problèmes exigée par la programmation linéaire et la manière dont l'agriculteur lui-même perçoit son exploitation.

Lors de l'analyse exigée par la programmation linéaire, l'on effectue une triple division de l'exploitation : une première division horizontale, une deuxième verticale, une troisième de nouveau horizontale.

La première concerne l'inventaire de toutes les spéculations pratiquées et de celles qu'on envisage d'introduire : culture du maïs, différents élevages, etc. Ensuite, pour chaque spéculation sont répertoriées et examinées toutes les opérations successives effectuées au long de l'année : labour, semis, récolte, etc. Enfin l'on effectue une dernière division horizontale fondée sur les différentes techniques pouvant être utilisées à chacune des étapes précédemment répertoriées.

L'on aboutit ainsi à la création d'activités absolument indépendantes les unes des autres, les liaisons entre elles ne se faisant que par l'utilisation ou la fourniture de ressources (contraintes). C'est l'ordinateur qui est chargé de réintégrer par le calcul, tous ces éléments dans un modèle de production.

Il est évident que cette manière de percevoir l'exploitation de l'extérieur ne correspond aucunement à celle de l'agriculteur qui la voit de l'intérieur. Même s'il est difficile et délicat de procéder ici à des généralisations hâtives, l'on peut tout de même dire que l'agriculteur à chaque instant de l'année voit son exploitation comme un tout, comme un ensemble de rouages dont il est le centre et qu'il s'agit de faire fonctionner. Les différentes activités pour lui ne sont jamais indépendantes, mais toujours étroitement imbriquées les unes dans les autres. C'est cet ensemble cohérent qu'il essaie de gérer au mieux de ses intérêts, en se fiant à son savoir technique, mais aussi à son expérience et à son intuition.



L'analyste au contraire cherche à isoler les activités, à rendre chacune d'elles concurrente de toutes les autres, tout en introduisant de manière parfois artificielle des contraintes à cette concurrence.

De manière caricaturale, on pourrait dire que l'agriculteur :

- ne divise pas, il intègre ;
- ne mesure pas, il sent ;
- ne crée pas son milieu, il « fait avec ».

\*\*

Nous avons donc mis en évidence, une sorte de contradiction entre l'analyse rigoureuse qu'est la programmation linéaire et la nature de « l'agricole ». Comment se traduit-elle pratiquement dans la phase de collecte de renseignements et de modélisation du problème.

Sur toute la France, dans toutes les régions, on trouve des études statistiques photographiant par des moyennes et des pourcentages, le milieu agricole dans son ensemble, divisant les exploitants en classes d'âges, ou les exploitations en classes de superficie. Mais, on s'en aperçoit dès que l'on essaie d'obtenir des renseignements chiffrés auprès des agriculteurs, ces études ne rendent compte que très imparfaitement et très partiellement de la réalité.

Au niveau de l'obtention du chiffre lui-même, l'on rencontre déjà de grosses difficultés : l'agriculteur ne calcule pas, ne mesure pas ou peu ses propres performances. Il connaît rarement par exemple ses rendements en blé de manière exacte, il ne sait pas quelles quantités d'aliments il donne à ses animaux, il ne définit pas une fois pour toutes le taux de sélection de son troupeau, il n'enregistre pas ses temps de travaux. On est donc conduit le plus souvent à faire des estimations plus ou moins hasardeuses. C'est le cas, par exemple, des gains de poids journaliers des animaux ou des rendements de prairies.

D'autre part, ces performances varient d'une année à l'autre, d'un agriculteur à l'autre. Là encore, il faut choisir

— ou la performance réalisée par le plus grand nombre ;

— ou la moyenne des performances ;

— ou la performance considérée comme la plus probable dans les années à venir ; les chiffres choisis sont toujours faux, évidemment.

Enfin, un problème se pose lorsqu'il s'agit d'introduire dans un milieu donné des activités nouvelles. On peut disposer, certes, de données chiffrées obtenues expérimentalement ou dans d'autres régions ; mais comment prévoir la manière dont sera accueillie et adoptée l'innovation ?

\*\*

La collecte des renseignements chiffrés est donc incertaine, mais même après avoir obtenu des données supposées assez proches de la réalité, il faut ensuite modéliser le problème, c'est-à-dire assembler ces données en équations linéaires et choisir un objectif.

Tous les mécanismes d'une exploitation agricole ne fonctionnent évidemment pas de façon linéaire. Le coût d'une moissonneuse-batteuse n'est pas proportionnel au nombre d'hectares moissonnés. Le temps de travail dans une étable n'est pas proportionnel au nombre de vaches qui s'y trouvent. La linéarisation conduit obligatoirement à une représentation artificielle et inexacte de la réalité.

Le choix de l'objectif (critère de maximisation) est également assez délicat. Celui que l'on retient dans une programmation est généralement la maximisation du revenu agricole. Mais un agriculteur poursuit toujours plusieurs objectifs. Il ne s'agit pas pour lui que de dégager le plus d'argent possible, il veut aussi s'assurer une certaine sécurité, tenir compte de ses préférences personnelles, de la somme de travail qu'il est disposé à fournir, il souhaite souvent aussi se garder du temps disponible pour sa formation technique et culturelle, etc. Parmi tous ces objectifs, l'on devra en choisir un et réduire les autres au rang de contraintes.

## COMMENT INTÉGRER LES ALÉAS ET LES DIVERSITÉS DANS UN MODÈLE UNIQUE

Il est possible cependant, au cours de la modélisation, de pallier dans une certaine mesure aux inconvénients signalés plus haut, en utilisant au mieux les différentes possibilités d'écriture offertes par un programme linéaire :

— Multiplication des activités en relation :

- soit avec différents niveaux de technicité : c'est le cas, par exemple, des activités « vaches laitières » produisant 3 500, 4 000, 4 500 ou 5 000 litres de lait par an.

- soit avec la définition de plages de validité dans lesquelles une spéculation évolue de manière linéaire, c'est le cas des activités « vaches laitières » dont les coefficients techniques (temps de travaux) sont différents selon l'effectif du troupeau : de 0 à 20 vaches, de 20 à 40 ou de 40 à 80.

— Paramétrage de coefficients techniques, de coefficients de la fonction économique, de coefficients de second membre. C'est par exemple le cas de la surface des exploitations et/ou des prix de certains produits et/ou de certains rendements.

## DES RÉSULTATS A LA VULGARISATION

La prévision des résultats, au regard de l'imprécision des données, n'est pas significative. Parler de cent millièmes d'hectare ou de mouton est évidemment absurde. Il est plus juste de considérer des ordres de grandeur ou des tendances. A la limite, les chiffres n'ont aucun intérêt. Prenons un exemple, la surface optimum en blé : l'enquête nous a donné le rendement en blé de 25 exploitations ; le plus souvent, il s'agissait d'estimations faites par l'agriculteur lui-même, les chiffres

étaient donc sujet à erreur : 2 à 3 quintaux par exemple. Ils s'étaient de 35 q. à 55 q./ha. Nous avons retenu pour notre activité Blé un rendement de 48 q./ha. Nous aurions pu tout aussi bien choisir 45 ou 50. Or une différence de + 3 ou de - 3 entraîne une variation du bénéfice par ha de blé de  $\pm 132$  F — c'est suffisant pour modifier considérablement les résultats quant à la surface optimum du blé.

\*  
\*\*

Cette remarque générale faite, il est nécessaire de voir comment on peut retrouver « le raisonnement ordinateur » et l'adapter au raisonnement de l'agriculteur.

Ce qui importe c'est de saisir le pourquoi des solutions proposées par l'ordinateur :

— Dans un premier temps, il est utile de rechercher à partir de données (les activités) les « tendances naturelles » et pour cela il est bon de classer les différentes spéculations en fonction de critères simples : citons, par exemple, le revenu/ha, le nombre d'heures de travail/ha, la rémunération horaire du travail.

Exemple d'établissement d'un « ordre naturel » pour la région considérée :



« Parler de cent millièmes d'hectare ou de mouton... »

Travail/hec.	Revenu/hec.	Salaire/h.
Vaches .... (228 h.)	Betteraves .. 2034 F	Blé ..... 27 F
Taurillon .. (166 h.)	Taurillon .... 2020 F	Betteraves .. 11,4 F
Betteraves . ( 95 h.)	Vaches (1780 à 2070 F	Taurillon .... 12,10 F
Blé ..... ( 47 h.)	Blé ..... 1274 F	Vaches .. (7,8 à 9,1 F
à minimiser	à maximiser	à maximiser

On voit que, quelque soit le critère, le taurillon doit éliminer la vache laitière, mais devrait disparaître au profit de la betterave. Or, la lecture des résultats fournit des conclusions tout autres. La contradiction provient bien sûr de l'intervention des contraintes traduites dans les modèles en équations et inéquations.

— Dans un deuxième temps, ces contradictions étant apparues, il s'agit de les expliquer en prenant en compte les contraintes les plus déterminantes. L'analyse des valeurs duales est particulièrement éclairante. Ainsi dans le cas qui nous intéresse, il s'avérait que la contrainte : temps de travail à l'époque de la récolte du maïs, avait une influence considérable sur le système optima proposé. Ce phénomène mis en évidence, a été facile à expliquer, mais personne ne s'y attendait ; c'est pourtant à partir de cet élément et de quelques autres également déterminants que doit être entreprise toute recherche d'amélioration du système.

— A la fin de ce deuxième temps d'analyse, on doit avoir retrouvé de

manière synthétique l'explication complète des résultats. Si ce n'est pas le cas, c'est que l'on s'est trompé dans l'écriture du modèle. On comprend maintenant pourquoi les chiffres ont peu d'importance, ce qui est intéressant c'est de remonter le mécanisme de concurrence et d'interdépendance des activités à partir de données chiffrées obtenues par « démontage » de la réalité agricole.

\*  
\*\*

Nous sommes maintenant proche du travail de vulgarisation. En effet, s'il est illusoire de vouloir convaincre un agriculteur par des résultats quasi magiques, il est parfaitement possible de reprendre avec lui ce raisonnement d'optimisation sous contrainte.

Mais on ne peut rester sur le plan de la spéculation intellectuelle car, du fait de son contact direct avec une réalité mouvante, l'agriculteur ne sera pas satisfait par des considérations qui ne débouchent pas sur du concret. Il faut reprendre avec lui les trois points suivants :

— examen des coefficients techniques introduits dans la matrice ; ces coefficients représentent en effet ce qu'il est possible de réaliser, mais pour certaines exploitations ils sont loin de refléter la réalité concrète. Il faudra étudier les moyens techniques qui peuvent être mis en œuvre pour lui permettre d'atteindre ces objectifs ;

— comparaison de la situation actuelle de l'exploitation et du système de production proposé par le modèle et éventuellement détermination du chemin à parcourir de l'un à l'autre.

— examen d'un certain nombre de problèmes précis soulevés au cours de l'étude des résultats en liaison immédiate avec les avantages que leur résolution entraîne, avantages le plus souvent exprimés en gain de temps ou en gain d'argent (exemple : déblocage de la contrainte « temps de travail » pendant la récolte du maïs).

En fait, une vulgarisation directe ingénieur-exploitant rencontre plusieurs limites :

— manque de temps de l'ingénieur  
— saine méfiance de l'agriculteur à l'égard d'un système proposé par un « étranger »

— difficultés de compréhension dues à des différences de langage et d'esprit  
— risque de blocage de la réflexion individuelle de l'agriculteur en présence d'un intellectuel ou devant un rapport écrit.

La réflexion et la discussion doivent donc nécessairement se faire au sein de groupes constitués (CETA, CUMA, Syndicats ou autres) animés et stimulés par un technicien compétent lui-même, en relation avec l'ingénieur.

Cependant, pour toute une série de raisons exposées précédemment, l'agriculteur est rarement préparé à ce type de réflexion. Le passage de son raisonnement « traditionnel » à un raisonnement économique doit se faire progressivement, l'étape la plus importante étant celle du contrôle de son exploitation par une gestion bien faite qui explicite la première division horizontale dont nous avons parlé et met en valeur un certain nombre de critères économiques importants.

\*  
\*\*

Ces conditions étant remplies, l'agriculteur a sous les yeux des solutions qui sont à sa portée et qui ont été élaborées par la démarche « programmation linéaire » qui est l'image du mode de pensée de l'entrepreneur moderne : maximisation du revenu sous contraintes, ces contraintes pouvant être techniques certes, mais aussi financières et humaines en liaison avec la rapidité de diffusion et d'adoption de l'innovation.

Il en retirera une meilleure connaissance des mécanismes intérieurs de son exploitation et la situera mieux par rapport aux facteurs externes qui ont une action sur elle, notamment l'évolution des prix.

Mis en confiance par des explications logiques enracinées dans la réalité de sa ferme et, souvent, si la programmation est réussie, par une relative proximité entre ce qu'il fait et les optima donnés par l'ordinateur, l'agriculteur sera peut être plus réceptif aux innovations proposées. Dans le choix des activités qui précèdent l'écriture du modèle, la difficulté c'est d'introduire suffisamment de spéculations nouvelles pour que l'étude propose des innovations intéressantes, mais pas trop pour que ces résultats n'aient pas un aspect quasi révolutionnaire qui n'aurait de ce fait aucun impact de vulgarisation.

\*  
\*\*

Tout au long du travail d'analyse des résultats, il apparaît la nécessité de compléter l'étude par des travaux qui se répartissent autour des deux axes :

— le premier axe se situe au niveau des instituts de recherche. C'est le cas, pour reprendre un exemple déjà cité, du problème de déblocage de la contrainte travail au cours de la récolte de maïs : Recherche de variétés plus précoces ou plus tardives, diversification de l'alimentation du taurillon... la programmation ne fait que poser le problème en termes clairs.

— le deuxième axe se situe au niveau de l'exploitation : ce sont les études de solutions concrètes, étude d'investissement, création d'un atelier commun de production porcine...

On comprend maintenant la position qu'occupe ce type d'étude. En liaison directe, d'une part, avec le terrain, d'autre part avec la recherche, la programmation linéaire ainsi conçue et si elle réussit à maintenir l'équilibre entre ces deux pôles permet par le travail de « démontage » et de « remontage » qu'elle impose, de mettre en évidence les éléments de blocage d'une évolution. Au niveau de l'exploitation comme au niveau de la recherche, c'est en réduisant successivement ces facteurs les plus limitants qu'un processus de progrès s'engage.

\*  
\*\*

Une meilleure maîtrise du milieu, une production faite sur de plus grandes surfaces ou de plus grand nombre pour l'élevage, une amélioration de l'appareil statistique qui sont des tendances d'évolution actuelle sont autant de facteurs qui limitent les aléas en agriculture. L'utilisation de l'ordinateur, en ce domaine, ne peut que progresser. Que ce soit pour des études interrégionales ou pour une approche globale des phénomènes de l'exploitation avec tous les intermédiaires possibles, le travail de programmation linéaire doit partir d'une analyse précise de l'unité de production de base : exploitation ou centre autogéré, c'est cet enracinement dans la réalité qui seul peut assurer la réussite de ces études.



*Ordinateur enraciné dans la réalité*