

MARIE-CHRISTINE SADO

GILLES SADO

**Discussion et commentaires. La planification  
des expériences : choix des traitements et  
dispositif expérimental**

*Journal de la société française de statistique*, tome 141, n° 1-2 (2000),  
p. 55-57

[http://www.numdam.org/item?id=JSFS\\_2000\\_\\_141\\_1-2\\_55\\_0](http://www.numdam.org/item?id=JSFS_2000__141_1-2_55_0)

© Société française de statistique, 2000, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Journal de la société française de statistique » (<http://publications-sfds.math.cnrs.fr/index.php/J-SFdS>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

# DISCUSSION ET COMMENTAIRES

## La planification des expériences : choix des traitements et dispositif expérimental

Marie-Christine SADO<sup>1</sup> et Gilles SADO<sup>2</sup>

Dans son article, Pierre Dagnelie souligne le danger de se focaliser principalement sur la construction du plan d'expériences au détriment de l'erreur expérimentale.

Très tôt, il note bien que le domaine industriel est quelque peu différent du domaine des sciences de la vie (agronomie, pharmacie, médecine, biologie). En effet, la tradition des plans d'expériences en agronomie remonte déjà à plusieurs générations de chercheurs, tandis que lors de la première édition de notre ouvrage en 1991, malgré les actions de Box, Hunter et Hunter et celles du Professeur Phan Tan Luu, beaucoup trop d'études dans le domaine industriel en France étaient réalisées de manière intuitive; l'estimation de l'incertitude figurait trop rarement dans les rapports. Notre priorité était donc de sensibiliser chercheurs et industriels à l'obtention d'une information robuste par :

- le choix d'un plan optimal,
- la prise en compte de l'erreur expérimentale. Dans ce contexte, la démarche que nous proposons rejoint celle exposée par Pierre Dagnelie, avec quelques différences propres au domaine.

Dans une activité d'expérimentation, il faudrait toujours garder à l'esprit les questions clés auxquelles l'expérimentateur ne peut pas échapper :

### Pourquoi ? Quoi ? Comment ?

Pourquoi cette étude ? Quel objectif ? ... Quoi ? Quelle stratégie adopter ? Quel plan choisir ? ... Comment s'organiser ? le nombre des essais, la fidélité des analyses, un ou plusieurs blocs, ... ?

### Pourquoi cette étude ?

Avant de commencer une étude pertinente, il convient de définir les objectifs. A ce stade, il est très souhaitable de bien se poser toutes les questions relatives

---

1. Cabinet MC Sado, 19 rue de Caligny, 76600 Le Havre

2. TotalFina, CERT. Département Optimisation, BP 27, 76700 Harfleur.

e-mail : gilles.sado@totalfinaelf.com

à l'objectif recherché. S'agit-il d'identifier les facteurs influents? de prévoir la réponse en tout point du domaine? de trouver un réglage optimal? Selon les cas, les outils mis en œuvre ne seront pas les mêmes, l'organisation non plus (*cf.* Introduction et chapitre 21 dans G. & MC. Sado, 2000).

## Quoi ?

Pour dresser un inventaire aussi exhaustif que possible des facteurs, l'expérimentateur peut s'aider de certaines méthodes de la Qualité : diagramme de Pareto, diagramme d'Ichikawa, (*cf.* *ibid.* Chapitres 16 et 21). Le plan utilisé dépendra du nombre des facteurs sélectionnés pour l'étude, de la nature de ces facteurs (continus ou discontinus). Très vite, il devra se poser des questions sur la réponse (ou les réponses) retenue(s) pour caractériser l'état du système. La réponse doit être répétable : le bruit dû aux causes aléatoires de dispersion doit être faible devant les variations qui seront constatées au cours du plan. Si ce n'est pas le cas, il faut améliorer la qualité de cette réponse ou en chercher une autre ou bien renoncer à l'étude.

## Comment ?

Comment agencer ses essais pour mettre en évidence des facteurs significatifs sans grever les coûts et les délais? Là, nous apportons des possibilités différentes de celles proposées dans l'article de Pierre Dagnelie (*ibid.* Chapitre 6). En effet, dans le monde de l'industrie, en production, les méthodes d'essai sont assez bien maîtrisées, elles sont normalisées. Par exemple, la viscosité d'une huile utilisée dans le moteur d'une voiture est très « précise », on peut détecter une faible erreur de formulation ; il en est de même de l'indice d'octane à la pompe ou de la dureté d'un acier, ... Dans ce cas il n'est peut-être pas nécessaire de répéter cinq ou dix fois les mesures en tout point du plan. Nous préconisons plutôt l'utilisation des 'points au centre du domaine' qui permettront

- i) de vérifier dès le début de l'étude que l'essai est bien maîtrisé, sinon il conviendra de faire une étude préalable pour identifier les facteurs qui sont en cause;
- ii) de savoir s'il faut considérer une dérive significative ou non. Cette dérive a pour nom rodage, passivation, usure, jeu,
- iii) de contribuer à la validation du modèle qui peut être élaboré.

Cette solution est très préférable à certaines préconisations telles que l'usage de la droite de Daniel ou l'utilisation des interactions d'ordre élevé pour estimer l'écart-type de répétition.

## Conclusion.

Il apparaît donc que nous souscrivons grandement – peut-être pas totalement – aux conclusions de Pierre Dagnelie.

L'expérimentateur doit être prêt à consacrer une partie de son effort à l'estimation de l'incertitude expérimentale. Le nombre des degrés de liberté devra être approprié à l'importance de l'expérimentation. Il apparaît délicat de demander plus de quatre ou cinq répétitions au centre lorsque la matrice d'expériences est une  $2^3$  à huit essais. Si la disproportion est trop flagrante, le donneur d'ordre ne sera pas prêt à accorder son financement.

Finalement, il est souhaitable que

- l'expérimentateur se pose toutes les questions relatives à son expérimentation : Pourquoi ? Quoi ? Comment ? Le tout est analogue à une chaîne, laquelle n'est pas plus forte que son maillon le plus faible.
- Les réponses lui appartiennent. Elles dépendront du domaine, de la maîtrise des conditions opératoires, des usages de la branche : aller trop brutalement à contre-courant risque de créer une situation de rejet de la part du management.

## RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

SADO G., SADO M. C., [2000], *Les plans d'expériences : de l'expérimentation à l'assurance qualité*. AFNOR Technique.