

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
3534-3

NORME
INTERNATIONALE

Second edition
Deuxième édition
1999-12-01

Statistics — Vocabulary and symbols —

Part 3:
Design of experiments

Statistique — Vocabulaire et symboles —

Partie 3:
Plans d'expérience



Reference number
Numéro de référence
ISO 3534-3:1999(E/F)

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 3.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

International Standard ISO 3534-3 was prepared by Technical Committee ISO/TC 69, *Applications of statistical methods*, Subcommittee SC 1, *Terminology and symbols*.

This second edition cancels and replaces the first edition (ISO 3534:1985), which has been technically revised.

ISO 3534 consists of the following parts, under the general title *Statistics — Vocabulary and symbols* :

- *Part 1: Probability and general statistical terms*
- *Part 2: Statistical quality control*
- *Part 3: Design of experiments*

The entries in this part of ISO 3534 are arranged analytically and alphabetical indexes in English and French are provided.

© ISO 1999

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher./Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

International Organization for Standardization
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland
Internet iso@iso.ch

Printed in Switzerland/Imprimé en Suisse

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 3534-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 69, *Application des méthodes statistiques*, sous-comité SC 1, *Terminologie et symboles*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 3534-3:1985), dont elle constitue une révision technique.

L'ISO 3534 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Statistique — Vocabulaire et symboles* :

- *Partie 1: Probabilité et termes statistiques généraux*
- *Partie 2: Maîtrise statistique de la qualité*
- *Partie 3: Plans d'expérience*

La disposition des termes dans la présente partie de l'ISO 3534 est faite de façon analytique et des index alphabétiques français et anglais sont donnés.

Introduction

Design of experiments is essentially a strategy of planning experiments so that valid and relevant conclusions may be reached efficiently and economically. The selection of the specific experimental plan should depend on the type of question to be addressed, the degree of generality to be attached to the conclusions, and the resources available (experimental material, personnel, time). A properly designed and executed experiment will frequently lead to relatively simple statistical analysis and interpretation of the results.

In recent years, the application of experimental design has flourished, notably due to the recognition that designed experiments are essential for improving the quality of goods and services. Although statistical quality control, management resolve, inspection and other quality tools also serve this function, experimental design represents the methodology of choice in complex, variable and interactive settings. Historically, design of experiments has evolved and thrived in the agricultural area. Medicine has also enjoyed a long standing history of careful experimental design. Currently, industrial settings are witnessing the considerable benefits of the methodology — due to ease of initiating efforts (user-friendly software packages), improved training, influential advocates, and accumulating successes with experimental design.

Factorial experiments (see 2.1) provide a methodology for studying the interrelationships among multiple factors of interest to the experimenter. These types of experiments can be far more efficient and effective than intuitive one-factor-at-a-time experiments. Factorial experiments are particularly well-suited for determining that a factor behaves differently (as reflected in the experimental response) at different levels of other factors. Frequently, the “breakthrough” in quality comes from the synergism revealed in a study of “interactions” (see 1.17). If the number of factors under consideration is large, then factorial experiments could exceed resources. However, fractional factorial designs (see 2.1.1) offer a possible compromise. Actually, if the initial goal is to identify factors warranting further investigation, then screening designs (see 2.2) can be useful.

In planning an experiment, it is necessary to limit biases introduced by the experimental conditions or assignment of treatments to experimental units. Topics such as “randomization” (see 1.29) and “blocking” (see 1.28) deal with minimizing the effects of nuisance or extraneous elements. Specific blocking strategies include randomized block designs (see 2.3.1), Latin-square designs (see 2.3.2) and variants, and balanced incomplete block designs (see 2.3.4.1).

Viewing design of experiments as an evolutionary process with continuous improvement as a goal, response surface designs (see 2.4) play a pivotal role. By considering multiple levels of key factors, response surface methods neatly accommodate curvilinear effects in the vicinity of optimum points.

Mixture designs (see 2.5) handle situations in which factors constitute proportions of a total, such as ingredients in an alloy. Nested designs (see 2.6) are particularly useful in interlaboratory testing.

Methods of analysis of the collected data are straightforward, if the experiment is carried out according to the plan. Graphical methods (see 3.1) can be particularly effective in revealing overall conclusions. Estimation of parameters from a model (see 1.1 and following) is commonly handled using regression analysis (see 3.3). Regression analysis methods can also handle difficulties with missing data, identification of outliers, and other problems.

Good experimental design should:

- a) incorporate prior knowledge and experience in selection of factors, their levels, and in describing assumptions;
- b) furnish relevant information with minimum effort;
- c) ensure, before starting the experiment, that the design is capable of achieving the objective of the experiment with the desired precision;
- d) reflect the sequential nature of most investigations;
- e) specify both arrangement and sequence of experimental treatments to avoid misunderstandings when the experiment is in progress.

Introduction

Les plans d'expérience constituent essentiellement une stratégie de planification d'expériences afin d'obtenir des conclusions solides et adéquates de manière efficace et économique. Il convient que le choix du plan d'expérience dépende de la nature des questions à traiter, du degré de généralité recherché pour les conclusions, et des ressources disponibles (matériau expérimental, personnel, contraintes de temps). Une expérience convenablement organisée conduira fréquemment à une analyse et à une interprétation statistique relativement simples des résultats.

Au cours des dernières années, l'application des plans d'expérience s'est développée, particulièrement en raison du fait reconnu que ceux-ci sont essentiels pour l'amélioration de la qualité des biens et des services. Bien que la maîtrise statistique de la qualité, les solutions managériales, les inspections, et autres outils de qualité remplissent également cette fonction, le plan d'expérience représente la méthodologie par excellence dans le cas d'un environnement de paramètres complexes, variables et interactifs. D'un point de vue historique, les plans d'expérience ont évolué et se sont développés dans le secteur de l'agriculture. La médecine a également bénéficié d'une longue histoire de plans d'expérience élaborés avec soin. Actuellement, les environnements industriels témoignent de bénéfices considérables de la méthodologie, en raison de la facilité d'initiation des efforts (logiciels d'application conviviaux), d'une meilleure formation, de défenseurs influents, et des nombreux succès obtenus grâce aux plans d'expérience.

Les expériences factorielles (voir 2.1) fournissent une méthodologie d'étude des interrelations parmi les multiples facteurs d'intérêt pour la personne qui réalise l'expérience. Ces types d'expériences peuvent être bien plus efficaces et effectifs que les expériences intuitives du type «un facteur à la fois». Les expériences factorielles conviennent particulièrement pour déterminer le fait qu'un facteur se comporte différemment (comme reflété dans la réponse expérimentale) avec des variantes différentes d'autres facteurs. La «percée» de qualité provient fréquemment de la synergie révélée par une étude d'interactions (voir 1.17). Lorsque le nombre de facteurs considérés est important, les expériences factorielles peuvent alors dépasser les ressources. Cependant, les plans factoriels fractionnés (voir 2.1.1) offrent un compromis possible. En effet, lorsque le but initial est d'identifier les facteurs justifiant d'autres analyses, les plans de «screening» (voir 2.2) peuvent être utiles.

La planification d'une expérience nécessite de limiter les biais dus aux conditions expérimentales ou à l'affectation des traitements aux unités expérimentales. Les sujets tels que «randomisation» (voir 1.29) et «mise en blocs» (voir 1.28) traitent de la réduction des effets de nuisance ou des éléments étrangers. Les stratégies spécifiques de mise en blocs comprennent les plans en blocs randomisés (voir 2.3.1), les plans en carré latin (voir 2.3.2) et leurs variantes, ainsi que les plans en blocs incomplets équilibrés (voir 2.3.4.1).

En considérant le plan d'expériences comme un processus évolutif avec un objectif d'amélioration continue, les plans à surface de réponse (voir 2.4) jouent un rôle pivot. En tenant compte des niveaux multiples de facteurs clés, les méthodes de surface de réponse conviennent parfaitement aux effets curvilignes à proximité des points optimaux.

Les plans pour l'étude de mélanges (voir 2.5) traitent de situations dans lesquelles les facteurs constituent les proportions d'un ensemble, telles que les ingrédients d'un alliage. Les plans emboîtés (voir 2.6) sont particulièrement utiles dans les essais interlaboratoires.

Les méthodes d'analyse des données recueillies sont directes, lorsque l'expérience est effectuée selon le plan. Les méthodes graphiques (voir 3.1) peuvent être particulièrement efficaces pour révéler des conclusions générales. L'estimation des paramètres d'un modèle (voir 1.1 et suivants) s'effectue communément en utilisant l'analyse de régression (voir 3.3). Les méthodes d'analyse de régression peuvent également traiter des difficultés rencontrées avec les données manquantes, l'identification des points aberrants, et autres problèmes.

Il convient qu'un bon plan d'expérience

- a) intègre une connaissance et une expérience antérieures dans le choix des facteurs, de leurs niveaux, et dans la description des hypothèses;

- b) fournisse les informations correspondantes avec le minimum d'efforts;
- c) assure, avant l'expérience, que le plan est capable d'atteindre les objectifs de l'expérience avec la précision souhaitée;
- d) reflète la nature séquentielle de la plupart des analyses;
- e) spécifie à la fois la disposition et la séquence des traitements expérimentaux afin d'éviter les malentendus lorsque l'expérience est en cours.

This document is a preview generated by EVS

Statistics — Vocabulary and symbols —

Part 3:
Design of experiments

Scope

This part of ISO 3534 defines the terms used in the field of design of experiments and may be used in the drafting of other International Standards.

Statistique — Vocabulaire et symboles —

Partie 3:
Plans d'expérience

Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 3534 définit les termes utilisés dans le domaine des plans d'expérience et peut être utilisée pour l'élaboration d'autres Normes Internationales.

This document is a preview generated by EVS