

Guide des meilleures pratiques

Le Plan d'expérience

Analyser pour mieux contrôler



Conception



Production



Amélioration
Continue

Sommaire

Le Plan d'expérience (ou *design of experiments* – DOE en anglais) est une technique d'analyse statistique pour quantifier l'influence de paramètres sur le produit ou le processus. Par une suite d'essais rigoureusement organisés, on cherche à déterminer, avec un minimum d'essais et un maximum de précision, l'influence respective de différents paramètres de conception ou de fabrication d'un produit, afin d'en optimiser les performances. Le plan d'expérience remplace la technique des essais et erreurs, pour une analyse plus scientifique. Cette technique s'utilise dans un contexte de conception de produit, d'ajustement de processus de fabrication ou d'amélioration des processus. L'objectif est d'obtenir un produit répondant le mieux au besoin ou un processus plus efficace, selon l'indicateur de performance choisi.

Saviez-vous que... ?

Dans une expérience de type plan complet (plutôt qu'un plan réduit) comportant 10 facteurs contrôlables à 3 niveaux chacun, on devra faire 59 049 expérimentations!

Description

La technique des plans d'expérience consiste à concevoir une expérience qui servira à comprendre l'influence de différents niveaux de certains facteurs contrôlables (les paramètres modifiables), selon des valeurs d'entrées, sur des variables de réponse, en considérant certains facteurs incontrôlables (Figure 1).

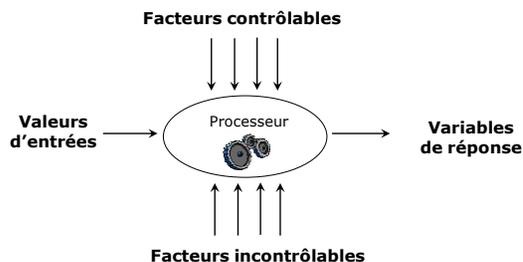


Figure 1. Intrants et extrants d'un plan d'expérience

But

- Permet de quantifier l'influence de paramètres sur le produit ou le processus à partir des résultats d'expérimentations
- Permet d'identifier les paramètres les plus influents
- Permet de juger de l'effet de chacun des paramètres et les interactions (corrélations) entre ceux-ci

Guide des meilleures pratiques



Conception



Production



Amélioration
Continue

- Permet de modéliser l'influence des paramètres à l'aide des résultats d'une expérience (modèles de régression), dans le but de prévoir le comportement

Types de plans

▪ Les plans complets

Cette stratégie consiste à tester toutes les combinaisons possibles des paramètres sélectionnés. Dans ce cas, le nombre d'essais peut vite devenir trop important, ce qui fait que ce type de plan est rarement utilisé. Par contre, cela permet de tenir en compte toutes les interactions entre les facteurs.

▪ Les plans réduits (fractionnaires)

Cette stratégie consiste à tester une fraction des combinaisons possibles des paramètres sélectionnés. Cela permet d'obtenir les effets de plusieurs facteurs en faisant un minimum d'essais. La difficulté demeure dans la sélection des essais, puisque cela ne permet pas d'obtenir toutes les interactions entre les facteurs. L'objectif consiste à identifier et isoler le ou les paramètres les plus influents avec une partie du plan complet pour gagner du temps d'analyse.

▪ Les plans Taguchi

Cette stratégie consiste à optimiser les plans réduits. Cela simplifie la mise en œuvre des plans d'expériences en proposant des tables standards (les tables de Taguchi).

Démarche

1. Définir clairement le problème
2. Collecter les informations sur le problème
3. Concevoir l'expérience
 - i. Établir les propositions à prouver
 - ii. Choisir les facteurs à étudier et leurs niveaux
 - iii. Choisir les variables de réponse à analyser
 - iv. Considérer la taille des échantillons, la précision des mesures et les limitations
 - v. Préparer un horaire d'expérimentation
 - vi. Éliminer au maximum les paramètres incontrôlables
 - vii. Choisir les méthodes d'analyse statistique
4. Faire l'expérience
 - i. Effectuer les expérimentations
 - ii. Enregistrer toute modification
 - iii. Collecter les données
5. Analyser les données
 - i. Appliquer les techniques statistiques sélectionnées
6. Interpréter les résultats et préparer le rapport

Pour en
savoir plus

Montgomery, D.C. (2005) Design and Analysis of Experiments, 6th edition, John Wiley & Sons

Ostle, B., Turner, K.V. Jr., Hicks, C.R. et McElrath, G.W. Engineering Statistics: The Industrial Experience