

Le logiciel de plan d'expérience KitTag

La fonction essentielle du **logiciel KitTag** est de standardiser et automatiser des routines de traitement de préparation puis d'exploitation des plans d'expériences.

Il est conçu pour être utilisable, *sans aucun apprentissage préliminaire*, par de non-spécialistes des statistiques et de l'informatique, en évacuant tous les aspects théoriques de construction et d'exploitation des plans d'expériences.

Lors des opérations délicates de saisie des données (spécifiques aux deux types de plans d'expériences : statique et dynamique) :

- il guide pas à pas et contrôle systématiquement la validité et la cohérence des saisies effectuées, et émet des alertes indiquant les erreurs à corriger pour permettre la poursuite de la saisie (incohérence entre les nombres de mesures par essai et de facteurs bruits testés, saisie d'écart types pour des caractéristiques ne comportant qu'une seule mesure par essai, etc. ...)
- il privilégie la convivialité, la simplicité et la souplesse des modalités de saisies (choix de l'ordre des caractéristiques ou des essais concernés, possibilité d'interrompre à tous moments les cycles de saisies des résultats, de les sauvegarder, puis de les poursuivre ultérieurement,...).

Enfin, lors de son installation, KitTag se configure automatiquement en fonction de la langue (française, anglaise ou espagnole) choisie pour la communication avec l'ordinateur et pour l'édition des différents documents.

Fonctionnalités des modules KitTag

Le **logiciel KitTag** comporte cinq modules :

• Établissement des documents de réalisation de l'expérimentation

Sélection du type de système - *statique ou dynamique* - à optimiser.

- Sélection, dans la liste des *matrices d'expériences préétablies*, de celle choisie pour l'expérimentation à réaliser.
- Saisie des spécifications des *facteurs contrôlés* (et parfois des *facteurs bruits*), et de leurs niveaux de valeur, à tester.
- Établissement des *Feuilles d'essai* qui, à l'instar de gammes de fabrication, *définissent clairement et sans risque d'erreurs, toutes les modalités techniques de réalisation de chacun des essais à effectuer*. Elles permettent également de notifier les diverses observations relevées durant la réalisation des essais, qui permettront d'élucider ultérieurement d'éventuelles anomalies des résultats.

• Saisie des résultats de l'expérimentation

- Saisie du *nombre de caractéristiques* et/ou relations à optimiser, puis de leurs spécifications respectives (type (à cibler, à minimiser ou à maximiser), désignation, nombre de mesures par essai, unité de mesure).
- Saisie - soit individuellement, soit par leurs *moyennes* -, et leurs *écarts types* des mesures (fonctionnera même s'il n'y a pas de valeurs saisies), relatives à chacune des caractéristiques et/ou relations à optimiser.
- Calcul automatique des *rapports Signal/Bruit* respectifs des caractéristiques et/ou relations à optimiser, pour chacun des essais du plan d'expériences.
- Établissement des documents « Récapitulation des résultats » de l'expérimentation.

• Dépouillement des résultats de l'expérimentation

- Établissement du *Tableau des réponses* de chaque caractéristique ou relation à optimiser, donnant pour *chacun des niveaux* des *facteurs contrôlés* et des *interactions* étudiées :
 - son effet sur la *valeur de la caractéristique* ou relation concernéeet
 - son effet sur le *ratio Signal/Bruit*.

- Présentation des résultats ci-dessus sous forme de *graphiques* plus facilement interprétables.
- Établissement de l'*Analyse de la variance* (uniquement pour les systèmes statiques), permettant une information complémentaire sur la pertinence (à 95% et à 99%) des effets des facteurs testés.
- La recherche de l'optimisation s'effectue en 3 étapes :
 - Définir le niveau de chacun des facteurs, qui maximise la somme des *indicateurs de performance* de l'ensemble des caractéristiques, en supposant qu'elles sont toutes d'égale importance.
 - *Pondérer* éventuellement les importances respectives des différentes caractéristiques.
 - Ajuster (éventuellement) les valeurs résultantes des caractéristiques, sur les valeurs (nominale, minimale ou maximale) à atteindre *en modifiant les niveaux des facteurs* et en visualisant leurs conséquences sur les caractéristiques.

• Exploitation des résultats de l'essai de validation

La comparaison entre les résultats prévisionnels précédemment calculés, et ceux réellement obtenus lors de l'essai de validation, permet de vérifier la validité des hypothèses retenues.

Des résultats réels s'avérant proches de ceux prévus par le calcul, signifient une bonne additivité des effets individuels des facteurs testés.

Sinon (après avoir préalablement recherché puis éliminé les autres causes possibles), il faut envisager la présence d'interactions, puis éventuellement effectuer une expérimentation complémentaire d'affinement des résultats.

• Consultation, modification, impression a posteriori des documents

- Possibilité de *consultation* a posteriori des documents déjà établis, et de modification de la *configuration des niveaux* des *facteurs contrôlés* précédemment adoptée, suivie du calcul *des prédictions résultantes des ratios Signal/Bruit et des valeurs* des caractéristiques et/ou relations concernées.

Dans un but d'investigations particulières, cette fonctionnalité permet :

- d'effectuer les calculs prévisionnels ci-dessus, pour n'importe quelle combinaison des niveaux de valeurs des facteurs contrôlés (prédéfinies pour la réalisation du plan d'expériences) ;
 - d'émettre les Feuilles d'essai de réalisation de l'essai correspondant, puis de comparer les valeurs réelles et prévisionnelles des résultats obtenus.
- Possibilité de *modification* a posteriori de tout ou partie des documents déjà établis :
 - ajout ou suppression de caractéristiques,
 - modification des saisies précédemment effectuées, ...,
 et exécution d'un nouveau dépouillement des résultats.
 - Possibilité d'exporter tous les écrans visualisés lors de la préparation puis de l'exploitation puis des éventuelles modifications. Cet export massif se fait sur la base d'images collées dans une page Excel.

Caractéristiques techniques du logiciel

- **Le logiciel KitTag** a été développé, en langage macro international (anglais), à partir de « Microsoft Excel (version 5,0) ». Ceci présente les avantages suivants :
 - Son utilisation est possible sur tous les ordinateurs « PC » et « Apple Macintosh », pour toutes les versions linguistiques de Microsoft Excel.
 - Il bénéficie de toute la puissance et de la facilité d'exploitation de ce tableur universellement utilisé. Toutes les conventions concernant la souris, le clavier et la configuration du système d'exploitation, ainsi que toutes les commandes à effectuer telles que : « Fermer », « Enregistrer », « Imprimer », etc., sont rigoureusement les mêmes et sont donc justiciables de tous les raccourcis et astuces connus par les habitués de ce tableur.
 - Possibilité de transférer et d'exploiter les différents tableaux et graphiques édités par **KitTag**, dans des comptes-rendus, études, ... (par simples « copier - coller »).
 - La pérennité de l'utilisation du logiciel avec les versions ultérieures du tableur, découle de la *compatibilité descendante* assurée par Microsoft.

- Le logiciel **KitTag** est capable de traiter des expérimentations comportant au maximum :
 - 6 *caractéristiques* ou *relations* à optimiser conjointement ;
 - 31 *facteurs contrôlés*, chacun d'eux pouvant être testé à 2, 3, 4 ou 5 *niveaux* de valeurs différents ;
 - La bibliothèque du logiciel contient 33 *matrices d'expériences* préétablies directement utilisables, et 8 matrices permettent l'étude des *interactions* :
 - Dans le cas de relations continues linéaires et binaires discontinues (*plan dynamique*), il permet la saisie et l'exploitation des résultats relatifs à 10 *niveaux de valeur* du *facteur signal* ;
 - Dans le cas de relations continues de formes quelconques (*plan dynamique*), il permet la saisie et l'exploitation des résultats relatifs à 100 niveaux de valeur du *facteur signal*.
 - Il permet le test de *facteurs bruits*, selon l'approche « *Plans produits Taguchi* ».

Nota sur les matrices d'expériences

Pour rester accessible à la majorité des utilisateurs, le logiciel *KitTag* utilise exclusivement des plans factoriels orthogonaux équilibrés préétablis. Même s'ils ne minimisent pas toujours le nombre d'essais à réaliser, le dépouillement des résultats est le plus simple et élimine les risques d'erreur d'interprétation.

La définition du plan d'expériences se limite donc à sélectionner la plus économique parmi les 33 matrices factorielles orthogonales disponibles du logiciel, permettant de réaliser le meilleur compromis entre :

- le nombre de facteurs contrôlés et le nombre de niveaux de valeurs à tester pour chacun d'eux,
- les contraintes technologiques, industrielles d'exécution des essais, ...,
- la durée et le coût admissibles pour la réalisation de l'expérimentation.

Plus de vingt années de pratique des plans d'expériences, dans les domaines technologiques les plus variés, permettent d'affirmer, si l'étude technique préliminaire du problème à traiter est correctement effectuée, que *moins du tiers de ces 33 matrices sont utilisées !*

C'est à partir de cette constatation que le logiciel *KitTag* ne comporte pas de module pour la construction d'autres types de matrices.

Néanmoins, pour satisfaire des besoins exceptionnels, le logiciel permet de modifier une matrice existante, ou d'en importer une nouvelle, sous réserve que la propriété d'orthogonalité équilibrée soit assurée.

Cette opération s'effectue sous la responsabilité de son concepteur !

Pour d'éviter l'introduction de matrices incorrectes dans la bibliothèque du logiciel, celui-ci n'autorise pas leur adjonction à titre permanent.
