

Diplôme : BTSA Agronomie : Productions végétales

**Module M 57
Statistiques et démarches expérimentales**

**Objectif général du module :
Mettre en place et suivre une expérimentation ou une
enquête ; en exploiter les résultats**

Indications de contenus, commentaires, recommandations pédagogiques

Le technicien supérieur peut avoir pour mission de mettre en place des expérimentations sur le terrain et/ou de traduire sous forme de conseils des résultats issus d'expérimentations ou d'enquêtes.

Ce module a pour visée principale de consolider les connaissances de statistiques acquises antérieurement en privilégiant le développement de celles qui ont un champ d'application en productions végétales. L'accent est mis en particulier sur les démarches et les techniques mobilisées lors de la mise en œuvre de protocoles expérimentaux. Les statistiques développées dans ce module en liaison étroite avec le module M 41 sont donc directement utilisables dans le domaine technique : présentation des données sous forme de tableau individus-variables, étude de variabilité, étude de la dépendance linéaire de deux variables quantitatives, étude de l'influence d'un ou de deux facteurs sur une variable quantitative, traitement simple de données multifactorielles.

Les développements théoriques sont réduits et toujours présentés dans un cadre simple afin de donner du sens aux notions développées. La mobilisation de logiciels pour traiter les données expérimentales est indispensable. Une approche pluridisciplinaire, en complément de ce module, permet de valoriser les notions et les méthodes abordées.

Ce module permet de sensibiliser les étudiants à la démarche expérimentale (observation de faits, élaboration d'une hypothèse, expérimentation, confirmation ou infirmation de l'hypothèse de départ) et à ses limites.

« *L'observation scientifique est toujours une observation polémique* » Bachelard.

Les différents objectifs de ce module peuvent être conduits de manière concomitante.

Le tableur informatique et la calculatrice sont des outils indispensables à la fois pour introduire les nouvelles notions mais aussi pour traiter les exemples d'application. En particulier certains logiciels constitués de macro instructions d'un tableur sont des outils efficaces. Des logiciels spécifiques de traitement de données peuvent également être utilisés.

Objectif 1 : Mettre en œuvre une démarche statistique pour exprimer, valider, interpréter et utiliser des résultats

Objectif 1.1 - Définir les unités statistiques et les différents caractères à partir de données techniques afin de les exploiter

Mots clés : variables quantitatives et qualitatives, individu, codage de variable, construction de tableaux.

Avant toute collecte de données, trois aspects sont à considérer : Le premier aspect consiste à préciser la raison de cette collecte et l'objectif recherché. Le deuxième aspect est de déterminer les variables utiles. Enfin le dernier aspect porte sur le choix de la méthode de collecte des données. Les individus peuvent être pris au hasard ou de façon raisonnée suivant les contraintes matérielles ou les objectifs poursuivis.

On veille à présenter les données sous forme de tableaux individus, variables. Une ligne du tableau correspond à un individu et une colonne à une variable. Il est important de sensibiliser les étudiants à identifier l'individu statistique. Certaines applications exigent une précision rigoureuse ne laissant place à aucune ambiguïté.

Un codage numérique des variables qualitatives permet de les intégrer dans le tableau individus variables et de les prendre en considération lors du traitement et interprétation des données.

Lors de la préparation d'une enquête, il est indispensable de construire simultanément un questionnaire et un tableau individus, variables en lien avec l'objectif 3.

Objectif 1.2 - Maîtriser la variabilité d'un caractère : intervalle de confiance d'une variance, conformité d'une variance

Mots clés : intervalle de confiance, test de conformité

Un intervalle de confiance et le test de conformité sont construits à partir de la variable aléatoire $\frac{nS^2}{\sigma^2}$ On veille à attirer l'attention sur la non symétrie de cet intervalle.

Objectif 1.3 - Apprécier la dépendance linéaire de deux variables quantitatives

On effectue un test du coefficient de corrélation ou du coefficient de détermination.

Objectif 1.4 - Maîtriser l'effet d'un ou deux facteurs sur une grandeur quantitative : analyse de variance

Mots clés : analyse de variance, conditions de validité, test de NK

L'analyse de variance à un facteur est explicitée au moyen d'un exemple simple. Le cas de deux facteurs fait l'objet d'un traitement informatique. Aucun développement théorique n'est envisagé. Les conditions de validité de l'analyse sont vérifiées.

Le coefficient de variation est un indicateur simple qui peut être utilisé lors de l'interprétation des résultats.

Lorsque l'égalité des moyennes n'est pas retenue, la constitution de différents groupes homogènes s'effectue à l'aide du test de Newman et Keuls.

Objectif 1.5 - Interpréter des données multifactorielles, classification hiérarchique

Mots clés : classification hiérarchique.

On se limite à la classification hiérarchique pour initier les étudiants à l'analyse de données multifactorielles. La classification hiérarchique ascendante consiste à construire un arbre en regroupant les individus les plus proches selon des critères de distances. Les distances retenues sont les distances euclidiennes. Un exemple simple permet d'introduire le principe de la méthode. Un traitement informatique est ensuite envisagé.

Objectif 2 : Mettre en œuvre un dispositif expérimental

L'exploitation de l'établissement est un support idéal pour la mise en œuvre de cet objectif. Des situations vécues lors des séquences de formation réalisées en milieu professionnel peuvent aussi être valorisées.

Objectif 2.1 - Identifier les objectifs d'une expérimentation

Mots clés : objectifs, théorie, hypothèses, faits, variables.

Objectif 2.2 - Justifier un protocole d'une expérimentation et le choix du plan d'expérience retenu

Mots clés : les dispositifs en blocs classiques à 1 ou 2 facteurs, critères de choix

Objectif 2.3 - Exposer les limites des dispositifs expérimentaux « classiques » de type factoriel

Mots clés : essais factoriels, essais, conduite de culture, réseau d'essais, extrapolation des résultats,

Aborder :

- les limites liées à la réalisation de l'essai et à la validité des résultats obtenus ;
- les limites liées à l'extrapolation agronomique des résultats ; évoquer l'intérêt des regroupements d'essais ;
- les intérêts et les limites des réseaux expérimentaux ;
- les intérêts et les limites des essais factoriels ; adaptation aux problématiques agronomiques actuelles comme la mise au point d'itinéraire techniques, la construction de systèmes de culture innovants ou l'évaluation de la durabilité d'un système agricole.

Objectif 2.4 - Mettre en place un dispositif expérimental et assurer le suivi d'une expérimentation à partir d'un protocole

On s'efforce de mettre en place avec les étudiants un essai simple réalisable dans le cadre du module.
Une visite complémentaire sur un site d'expérimentation est recommandée.

Objectif 2.5 - Mobiliser un outil de traitement de données obtenues dans le cadre d'un essai factoriel simple et discuter de la validité des résultats

A traiter en lien étroit avec l'objectif 2.4 de ce module.

Le tableur informatique et la calculatrice peuvent être des outils intéressants pour introduire les nouvelles notions ou pour traiter les exemples d'application. En particulier certains logiciels constitués de macro instructions d'un tableur sont des outils efficaces.

Des logiciels professionnels spécifiques de traitement de données sont utilisés. Multiplier les exemples d'interprétation.

Objectif 1. - Lire un compte rendu d'expérimentation et le traduire en un conseil adapté

Objectif 3 : Participer à la réalisation d'une enquête

Mots clés : différents types d'enquêtes agronomiques, protocole d'enquête, échantillonnage, réalisation d'un questionnaire, question fermée, question ouverte, utilisation d'un logiciel de traitement de données d'enquête, présentation des résultats, diagrammes et graphiques.

On se limite à une sensibilisation en s'appuyant sur un ou deux exemples et en insistant sur la réalisation d'un questionnaire et le recueil des données.

Il n'est pas demandé aux étudiants la maîtrise de méthodes de traitement de données multifactorielles (autre que celle présentée dans l'objectif 25 de ce module).

L'utilisation d'un logiciel d'enquêtes et de traitement de données ou celle d'un tableur est recommandée.

Activités pluridisciplinaires

Modules concernés	Thèmes indicatifs	Horaire élève	Disciplines concernées (horaires indicatifs)
M 57	Expérimentation, analyses de données	16 h	Agronomie : 16 h Mathématiques: 16 h

Références documentaires ou bibliographiques pour ce module (liste non exhaustive)

Bergonzini (J.-Cl.) avec la collaboration de C Duby, *Analyse et planification des expériences les dispositifs en blocs*, éditions Masson 1995 353p

Dagnélie (P.) *Statistique théorique et appliquée, Tome 1 et 2*, De Boeck Université, 2^{ième} édition, 2006

Fascicules G.R.E.S. www.enfa.fr/r2math

Gouet (J.-P.), *Comment faire un « bon questionnaire » : les pièges à éviter*, Perspectives Agricoles, n°226, 1997, pp. 84-87

Gras et al., *Le Fait Technique en Agronomie*, INRA et éditions de l'Harmattan, Paris, 1989, 184 p.

ITCF, *La puissance d'une expérience*, éditions Arvalis, 1984, 20p.

ITCF, *Théorie des plans d'expérience*, éditions Arvalis, 1989, 206 p.

ITCF, *La pratique de l'expérimentation au champ*, éditions Arvalis, 1991, 124 p.

ITCF, *Analyse de variance*, éditions Arvalis, 2002, 48 p.

ITCF-ACTA, *Élaboration d'un protocole d'enquête*, éditions Arvalis, 2002, 56p.

Loyce (C.) et al., *Méthodes d'évaluation en réseau d'itinéraires techniques potentiellement innovants*, in « systèmes de culture innovants et durables », RMT SCI, Educagri éditions, 2008, P. 129-147

Mc Gee, *Principes statistiques éditions*, Vuibert, 1975, 410p

Saporta (G.), *Probabilités analyse des données et statistique éditions Technip*, 1990, 490p

Reau (R.) et al, *Des essais factoriels aux essais « conduite de culture »*, in « Expérimenter sur les conduites de culture : un nouveau savoir-faire au service d'une agriculture en mutation », ACTA, ministère de l'Agriculture, de l'alimentation et de la pêche, 1996, p.52-62

Vilain (M.) *Méthodes expérimentales en agronomie* 1999 Tec et Doc Lavoisier, Paris, 337p.