
LECTURE 3. PLANIFICATION ET PRINCIPES DE LA PLANIFICATION D'UNE ENQUETE OU D'UNE EXPERIMENTATION ?

Prof. Kizungu Vumilia Roger

UNIKIN (FACAGRO-BIOLOGIE), UNILU (FACAGRO), UEA (FACAGRO), UCB (FACAGRO), ISS, ISTA (ENVIRONNEMENT), UPN (FACAGRO-MEDVET)

---GII-GIII-DEA---

Release: 26 décembre 2009

Sommaire

Sommaire.....	1
Introduction	2
Attitude des chercheurs et son origine.....	2
Pourquoi doit-on alors planifier une enquête, une expérimentation ?	3
Expérimenter mobilise des ressources.....	4
Principes qui guident une planification d'une enquête ou une expérimentation	5
Variabilité intra-groupe et variabilité inter-groupe.....	6
Pseudo-expérience	7
Nécessité de la répétition.....	8
Nécessité de la randomisation.....	9
Nécessité du blocking ou du contrôle des effets indésirables de certains facteurs	10
Vérification des connaissances	12

Introduction

Une recherche qui consiste à conclure, à inférer sur une population à partir d'un échantillon est très délicate à mener. D'où toute une théorie de décision qui a été développée sous l'appellation d'inférence statistique. Je veux répondre à une question bien précise sous garantie d'un degré de confiance. C'est avec une bonne collecte de données que tu pourras risquer d'extrapoler les résultats issues d'un échantillon à toute la population. Il est donc impérieux de connaître la bonne technique de collecte de données qui permet de réaliser une bonne inférence. Mais avant de connaître les principes de la planification, voyons pourquoi planifier la collecte des données.

Attitude des chercheurs et son origine

Une enquête révèle que les chercheurs refoulent systématiquement les textes quand ils y voient les termes « *planification* » et « *expérimental* ». Ils disent que *c'est l'affaire des biométriciens*, eux ils sont avant tout biologistes et préfèrent se concentrer sur les problèmes biologiques. Ils préfèrent *aller droit à l'expérimentation* sans réfléchir sur sa planification, sa budgétisation, et sa rentabilité.

D'où vient cette attitude ? Peut-être le souvenir amer que les mathématiques, les statistiques et leurs pratiques calculatoires ont laissé en nous ?

Avant d'aborder le sujet de l'importance de la planification de l'expérience, constatons d'abord deux faits :

- Depuis les années 20, la préoccupation du chercheur en agronomie est unidirectionnelle: *élaboration des technologies en vue des rendements de plus en plus élevés.*
- Depuis quelques années, les agronomes diversifient de plus en plus leurs soucis: ils s'occupent de la compétition entre cultures, de l'interaction plantes-insectes, de la prédation insectes nuisibles par insectes utiles, de l'agroalimentaire, de la chimie des plantes etc.

Cela nécessite une réflexion sur la nécessité de la planification des expériences en dehors des planifications classiques dites aussi *dispositifs expérimentaux* en recherche agronomique.

A la fin de ce paragraphe, tu ne devras plus planifier à l'aveugle ton dispositif expérimental. Tu ne dois plus avoir en ton esprit quelque doute qui persiste sur *la nécessité d'une planification de l'expérience.* Tu sauras en même temps qu'une bonne planification est vitale pour une bonne recherche.

Depuis notre jeune âge nous sommes initiés à *démarche scientifique.* On aurait pu choisir autre chose. Pour cela nous allons réfléchir sur la planification de l'expérience dans le contexte de cette démarche. En d'autres termes, la planification ne devra être évoquée qu'après

- avoir fait le contour de la question qui nous intéresse,
- avoir avancé des hypothèses,
- avoir défini avec précision les individus sur lesquels porte l'enquête ou l'expérimentation et

- avoir choisi les caractères à mesurer sur ces individus.

Donc, la planification se situera entre la formulation claire d'une question scientifique et le début de l'expérience.

D'aucun se posent la question où trouver les exemples de planification. Ce qui est sûr est que les livres classiques de Biométrie n'en présentent pas trop. La planification des expériences au champ est très documentée dans beaucoup d'ouvrages mais laissent souvent le lecteur sur sa soif à savoir pourquoi répéter les observations, pourquoi randomiser les traitements aux individus etc. Le meilleur réflexe est celui de consulter la « méthode » des revues scientifiques à comité de lecture.

Ces revues critiquent souvent les auteurs des articles. Ils constatent certains abus :

- Identification impropre des répétitions et des pseudo-répétitions (Hubert, 1984, Gurevitch et Chester, 1986),
- Mauvaise utilisation des tests de comparaison multiple (Day et Quinn; 1989),
- Mauvaise utilisation de la technique bien connue comme l'ANOVA (Gaines et Rice, 1990),
- Mauvaise utilisation de la régression multiple (James et McCulloch),
- Non utilisation des méthodes qui existent (Manova, mesures répétées, ajustement non linéaire, analyse spatiale, analyse bayésienne, métaanalyses...),
- Mauvaise présentation des données sur les paramètres et les tests (Fowler 1990),
- Utilisation abusive des tests de signification (Yoccoz, 1991).

Pourquoi doit-on alors planifier une enquête, une expérimentation ?

- D'abord pour mieux collecter des données analysables par les modèles statistiques disponibles,
- Ensuite pour mieux ressortir l'effet escompté
- Enfin, c'est vital dans le cadre de la démarche scientifique et cela ouvre la voie à une belle carrière scientifique.

Ce qui est vrai est qu'au fil des années il y a deux mythes autour de la planification des expériences. Certains chercheurs disent et c'est le premier mythe:

« Il n'est pas important de se poser des questions sur comment collecter les données. Car, vous trouverez toujours *un logiciel statistique* pour les analyser »

Ce serait beau, mais c'est faux. Il existe plusieurs tests statistiques mais tous ne s'adaptent qu'à des situations particulières de collecte de données. Chaque test s'accompagne des suppositions à respecter pour qu'il soit applicable correctement.

Et toi personnellement, tu connais combien de tests ? Pendant très longtemps le cours de Biométrie s'est limité au test de Fisher de l'analyse de la variance ou le test de Student de la régression. Les chapitres qui suivent en donnent d'autres.

Beaucoup de chercheurs connaissent l'analyse de la variance et la régression mais se soucient moins de leurs conditions d'application. D'où l'insouciance au niveau de la planification de la collecte des données.

Il y a un deuxième mythe autour de la planification des essais. Certains chercheurs disent :

« Collecter un grand nombre des données peut nous dédouaner de la planification de l'expérience. Elles doivent sûrement renfermer quelques effets observables »

Ceci est faux. La quantité des données n'est nullement liée à leur qualité. Ma conviction est qu'une petite quantité des données collectées suivant un dispositif bien pensé rend ***l'analyse statistique puissante***. Une analyse puissante est celle qui détecte un effet quand celui-ci existe réellement. Et donc, il n'existe pas de logiciel puissant mais plutôt de test puissant. Car tous les logiciels utilisent, pour un même test, la même formule.

L'exemple que je garde à l'esprit est celui d'un étudiant qui a fait une enquête phytosanitaire et a observé 9000 plantes sans planification. La première semaine il n'a prélevé que les diamètres au collet des plantes. La deuxième semaine il a observé les feuilles malades et a estimé l'incidence et la sévérité dans les champs. La troisième semaine il s'est souvenu qu'il pouvait aussi prendre les hauteurs des plantes. Il avait ainsi abattu un grand travail, il avait collecté beaucoup de données qui ne retraçaient aucun souci majeur, aucun objectif précis.

Un grand lot de données collectées ***n'importe comment*** peut réduire la puissance d'un test.

Pas de panique, la planification d'une expérience n'exige pas de connaissances en mathématique. Elle fait appel au bon sens avant tout mais elle est soumise à quelques règles élémentaires de base.

A part ces raisons qui sont issues de ces deux mythes, il y a bien d'autres qui montrent bien la nécessité de planifier son enquête ou son expérimentation.

Expérimenter mobilise des ressources.

D'abord au niveau de la bibliographie, puisqu'il en faut pour tracer le contour de son sujet de recherche, définir son originalité par rapport aux autres auteurs. La bibliographie sur un sujet peut s'étendre sur deux mois pour une monographie en troisième année, sur sur 6 mois pour un travail de mémoire de fin d'études ou de DEA. Certains chercheurs lisent plus de 30 articles pour cette étape préliminaire de la planification au niveau de DEA. Le calcul est vite fait à raison de 25 \$ par article.

Ensuite au niveau du choix des sujets de recherche. Si le chercheur doit peser les chèvres, le statisticien lui souffle qu'il en faut au moins 30 pour des résultats valables. S'il doit tester une technologie agricole, il doit mobiliser pendant au moins trois saisons 16 parcelles pour un essai qui teste 4 traitement à 4 répétitions. Ceci peut se chiffrer également.

Enfin, au niveau du choix des caractères. S'il doit compter les taches de la rouille de la baselle, cela se solde par un temps très long à passer dans le champ. S'il doit mesurer la longueur des feuilles de 10 plantes de maïs par parcelle, il doit le faire sur 160 plantes et sur plus de 10 feuilles par plante: il faut du temps. Le temps c'est aussi l'argent dit-on.

Une expérience non planifiée est un mauvais investissement des ressources financières, humaines et matérielles. Si une expérience génère beaucoup de données sans permettre à l'expérimentateur de répondre à sa question biologique alors il aura perdu non seulement le temps mais aussi l'argent et l'énergie

Symétriquement, quand un chercheur trouve que l'expérience prévue peut prendre beaucoup de temps et d'argent, il l'organise plus sobre, il la planifie simplement.

Résumons nous :

- Tu ne peux pas être un bon scientifique dans le domaine des sciences de la vie sans comprendre les notions de base de la planification de l'expérience,
- Ces notions de base sont un ensemble bien restreint des règles simples.
- Vous n'avez pas besoin d'être performant en mathématiques pour planifier une bonne expérience,
- Si vous planifiez mal une expérience, vous payez ce défaut en temps et en argent perdus

S'il n'y a qu'un ensemble bien restreint des règles simples pour planifier une expérience, que sont-elle ?

Principes qui guident une planification d'une enquête ou une expérimentation

Les concepts et les méthodes statistiques sont non seulement importants mais sont nécessaires dans la compréhension du monde autour de nous. Ils nous aident à dévoiler certaines réalités dans chacun de nos domaines respectifs. Ils nous aident à porter des jugements intelligents en présence de l'incertitude et de la variation. Si l'incertitude et la variation n'existaient pas, alors il n'y aurait aucune raison d'étudier les statistiques. En effet, si les sols d'un milieu donné était identique, pourquoi prendrait-on plusieurs échantillons et les amener au laboratoire ? Une seule observation suffirait pour révéler l'information désirée. Dans le monde où règne l'incertitude et la variation, il est donc obligatoire de planifier une collecte de données selon des normes établies afin de mieux appréhender la vérité cherchée.

Il n'y a que trois principes fondamentaux qui guident une planification d'une enquête ou d'une expérimentation :

- Les répétitions
- La randomisation et
- Le contrôle des erreurs

L'objectif de toute planification est de donner à l'expérimentateur *toutes les chances* de mettre en évidence et d'expliquer les effets qui constituent l'objet de son travail. En d'autres termes, l'expérimentateur doit être capable d'expliquer à quoi est due la variabilité observée dans la variable qu'il étudie. Pour comprendre cette assertion il est mieux de voir à la volée la notion de variabilité intra-groupe et de variabilité inter-groupe. Ceci nous donnera une idée sur une expérience et une pseudo-expérience.

Variabilité intra-groupe et variabilité inter-groupe

Si on étudie un groupe d'individus, chacun est différent des autres. En effet, les chevreaux de même âge n'ont pas la même taille, les bactéries de la même colonie n'ont pas le même taux de croissance, les différentes variétés de maïs ne répondent pas de la même façon aux attaques des insectes etc. La variabilité dans le groupe est connue sous l'appellation de variabilité intra-groupe. Par exemple, soit l'observation porte sur une variable X (Poids des cobayes, Taille d'une chèvre, Rendement d'une parcelle, Sévérité sur une parcelle, ...) et sur 7 individus. Le tableau de données se présente comme sur le tableau XX

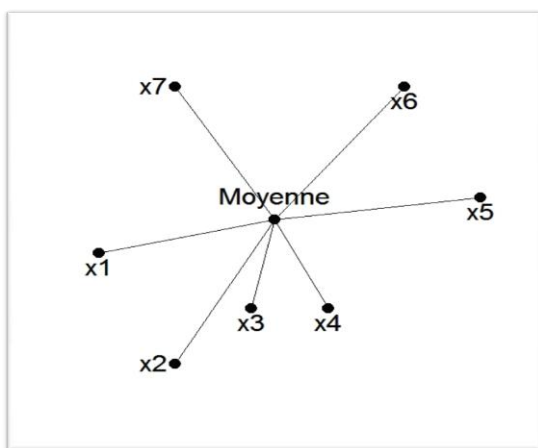
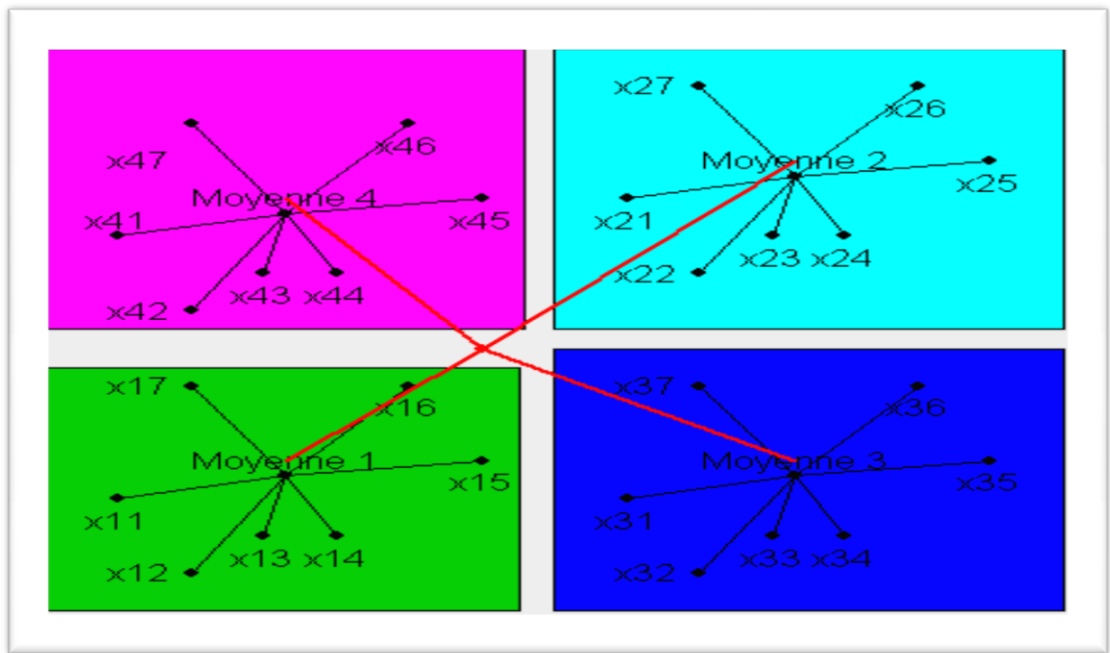


Tableau XX. Tableau de données

Individus	Variable X
Individu 1	X1
Individu 2	X2
Individu 3	X3
Individu 4	X4
Individu 5	X5
Individu 6	X6
Individu 7	X7
	Moyenne

Fig. xx. Variabilité Intra-groupe

Quand on considère plusieurs groupes Y, on observe une variabilité inter-groupe. Soit un exemple de 4 groupes de 7 individus chacun (Fig. xx, Tableau xx)



Individus	Variabes X	Variabes Y	Moyenne Groupe	Moyenne Gén
Individu 1	X11	Groupe 1	Moyenne Gpe1	Moy. Gén
Individu 2	X12	Groupe 1	Moyenne Gpe 1	Moy. Gén
Individu 3	X13	Groupe 1	Moyenne Gpe 1	Moy. Gén
Individu 4	X14	Groupe 1	Moyenne Gpe 1	Moy. Gén

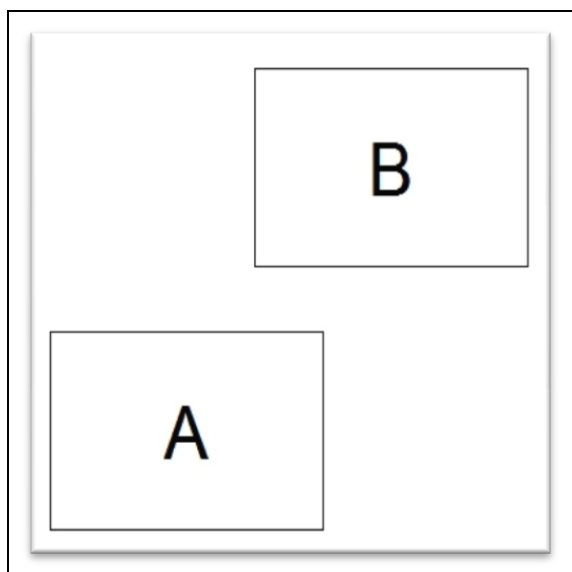
Individu 5	X15	Groupe 1	Moyenne Gpe 1	Moy. Gén
Individu 6	X16	Groupe 1	Moyenne Gpe 1	Moy. Gén
Individu 7	X17	Groupe 1	Moyenne Gpe 1	Moy. Gén
Individu 8	X21	Groupe 2	Moyenne Gpe 2	Moy. Gén
Individu 9	X22	Groupe 2	Moyenne Gpe 2	Moy. Gén
Individu 10	X23	Groupe 2	Moyenne Gpe 2	Moy. Gén
Individu 11	X24	Groupe 2	Moyenne Gpe 2	Moy. Gén
Individu 12	X25	Groupe 2	Moyenne Gpe 2	Moy. Gén
Individu 13	X26	Groupe 2	Moyenne Gpe 2	Moy. Gén
Individu 14	X27	Groupe 2	Moyenne Gpe 2	Moy. Gén
Individu 15	X31	Groupe 3	Moyenne Gpe 3	Moy. Gén
Individu 16	X32	Groupe 3	Moyenne Gpe 3	Moy. Gén
Individu 17	X33	Groupe 3	Moyenne Gpe 3	Moy. Gén
Individu 18	X34	Groupe 3	Moyenne Gpe 3	Moy. Gén
Individu 19	X35	Groupe 3	Moyenne Gpe 3	Moy. Gén
Individu 20	X36	Groupe 3	Moyenne Gpe 3	Moy. Gén
Individu 21	X37	Groupe 3	Moyenne Gpe 3	Moy. Gén
Individu 22	X41	Groupe 4	Moyenne Gpe 4	Moy. Gén
Individu 23	X42	Groupe 4	Moyenne Gpe 4	Moy. Gén
Individu 24	X43	Groupe 4	Moyenne Gpe 4	Moy. Gén
Individu 25	X44	Groupe 4	Moyenne Gpe 4	Moy. Gén
Individu 26	X45	Groupe 4	Moyenne Gpe 4	Moy. Gén
Individu 27	X46	Groupe 4	Moyenne Gpe 4	Moy. Gén
Individu 28	X47	Groupe 4	Moyenne Gpe 4	Moy. Gén

Remarquer :

- Quatre variétés peuvent avoir des moyennes de rendement différentes auquel cas la variabilité intra-groupe est petite que la variabilité inter-groupe
- Quatre variétés peuvent avoir des moyennes de rendement égales auquel cas la variabilité intra-groupe est grande que la variabilité inter-groupe

Pseudo-expérience

La notion de variance intra-groupe introduit celle de pseudo-expérience.



Faisons appel au bon sens: Supposons que l'on compare une variété de haricot A inconnue dans une région à une variété B connue dans cette région. On les installe dans deux parcelles.

Par enchantement, la variété A donne un rendement supérieur à la variété B. Est-ce que le fait que le rendement de A soit supérieur au rendement de B est lié à la génétique de A et B ? est ce que c'est dû au fait que par hasard le sol qui a reçu A est plus riche que l'autre ? A cette étape on ne sait pas trop le dire.

On reprend la même chose avec la même variété A. sur les deux parcelles.

Curieusement, le résultat n'est pas le même. Donc la différence n'est pas liée à la génétique mais peut-être à la qualité du sol. Puisqu'il est difficile d'admettre que la variété A est différente d'elle-même.

Et donc, dans toute expérience, il y a d'une part, l'effet qui intéresse l'étude et d'autre part les effets qui n'intéressent pas l'étude. En d'autres termes, dans toute expérience, il y a d'une part, les variations qui intéressent l'étude et d'autre part les variations qui n'intéressent pas l'étude. On les appelle les bruits ou les variations aléatoires ou encore les erreurs expérimentales. C'est ainsi qu'en agronomie, une fois que l'on fixe les facteurs que l'on veut étudier, on organise l'expérience de sorte que tous les autres facteurs, toutes les autres sources de variation soient maîtrisées. On dira, « tout restant égal pailleurs, je teste l'effet variété ou l'effet fertilisant ». Cela veut tout simplement dire que les mesures se prendront par le même observateur de peur d'introduire un effet observateur, les sarclages se feront de la même manière de peur d'introduire une variation due aux sarclages différents, l'arrosage se pratiquera de la même façon de peur d'introduire un effet arrosage etc.

L'expérimentation consiste donc à s'intéresser à quoi sont dues les variations dans une variable en étude. Elle a pour but de répondre à la question de savoir quelle quantité de cette variation est due aux facteurs qui intéressent l'étude et celle qui est due aux facteurs qui n'intéressent pas l'étude.

L'expérimentateur cherche les voies et moyens pour réduire les bruits ou les variations aléatoires. Ceci éclaire les effets des facteurs en étude. Sachant que la variabilité intra-groupe a des origines soit génétiques soit environnementales, il faut bien cerner les différents facteurs à étudier et maîtriser les autres. C'est à ce niveau que la bibliographie joue son grand rôle, c'est à ce niveau que les analyses multivariées sont d'une grande importance.

Nécessité de la répétition

La variation intra-groupe rend insensée l'étude d'une seule observation. Pour mettre en évidence la variabilité intra-groupe, il est impératif de répéter les observations sur un certain nombre d'individus. Pour nous en convaincre imaginons une expérience qui consiste à prouver si oui ou non le sexe a un effet sur la taille de l'homme.

Je suis plus grand que ma femme, donc, le sexe a un effet sur la taille des hommes. Le bon sens refuse une telle déclaration. Il y a ceux qui poseront la question suivante : « est-ce que c'est seulement le sexe qui est à la base de cette différence de taille entre l'homme et la femme ? ». « est-ce que l'alimentation pendant l'enfance ne peut pas être la cause de la différence de taille entre ce monsieur et sa femme ? Les parents de l'homme ne sont-ils pas en général de grande de taille ? »

Le bon sens ne me permet pas de conclure que puisque je suis plus grand que ma femme, donc, les hommes sont plus grands que les femmes. Toujours le bon sens suggère de faire un peu sérieux en prenant 10 hommes et 10 femmes au hasard et nous comparons leurs tailles. Au hasard pour éviter de prendre toutes les femmes de moins de 6 ans et tous les hommes adultes.

Si le choix au hasard est garanti alors, si la différence de taille entre mon épouse et moi est un fait du hasard, cela peut arriver aussi que les dix hommes choisis soient plus grands que les dix femmes au hasard. On admet difficilement que le hasard se présente dix fois. Il est inconcevable que les dix hommes choisis au hasard mangent bien

pendant leur enfance et qu'ils avaient tous des parents plus grands. Il doit bien avoir une autre raison. Si l'on fait le choix au hasard de 100 hommes et 100 femmes, le résultat semble convainquant. Si la différence se maintient sur les 100 couples choisis, alors on peut conclure que le sexe détermine la différence entre les tailles. Donc plus on observe un phénomène, moins il a la chance de paraître au hasard. La répétition nous met en confiance par rapport aux conclusions à tirer. Elle obéit à une règle: les observations doivent être indépendantes.

Si les mesures ne sont pas indépendantes, alors on parle plutôt de pseudo-répétitions. En effet, pour attester que la taille des hommes est supérieure à celle des femmes, je fais prendre ma mesure 10 fois et celle de ma femme 10 fois. J'ai réalisé 10 répétitions. Donc je peux conclure. Attention, toutes les 10 mesures sont affectées de la même façon aux effets des autres facteurs. On dira qu'il y a confusion des facteurs.

Les répétitions peuvent réduire les effets des effets aléatoires. Ceci a comme conséquence que l'expérience devienne sensible aux variations systématiques dues aux traitements. Quand une différence due à un effet traitement est si grande que l'on suppose que ce n'est pas un effet de hasard, alors on dit que la différence est significative.

Nécessité de la randomisation

La randomisation consiste dans un premier temps à la sélection aléatoire des unités expérimentales et dans un deuxième temps à l'affectation aléatoire de ces unités aux niveaux des facteurs. Cette opération **garantit l'indépendance des observations**. Le choix aléatoire des hommes et des femmes à recruter dans l'expérience qui consiste à comparer la taille des hommes et des femmes nous évite d'imaginer que l'on puisse prendre les mesures sur les mêmes personnes et déclarer que l'on a fait des répétitions.

La randomisation nous évite le biais. Elle réduit les chances des différences systématiques et l'effet de confusion entre traitements. Pour illustrer ce propos, imaginons une salle de classe avec trois rangées. Une horloge est suspendue au mur juste au milieu. Il est 9 heures très précises (Fig. xx). Les étudiants de la rangée du milieu lisent la bonne heure. Ceux de la rangée de gauche lisent 9 h 02 min (Fig. xx). Ceux de la rangée de droite lisent 8 h 58 min (Fig. xx).



Si nous avons à noter la bonne heure et si nous prenons systématiquement les étudiants de la rangée de gauche alors nous allons la sur-estimer. En statistique on dit, nous allons introduire un biais. Pareil si nous ne choisissons que les étudiants de la rangée de droite, alors nous sous-estimons l'heure, nous la biaisons. Si en revanche nous prenons les étudiants de façon aléatoire, il y en aura ceux qui vont surestimer et ceux qui vont sous-estimer. Les erreurs des uns vont, la répétition aidant, s'éliminer mutuellement. Ajouté

aux bonnes mesures de ceux du milieu de la classe, l'heure estimée sera autour de 9 h 00.

En expérimentation au champ, une parcelle peut être privilégiée puisqu'à un certain temps il y a des vaches qui y sont séjourné et qu'elles y ont laissé de la bouse fertilisante. Une autre parcelle en revanche peut être caillouteuse et les autres représentatives de la fertilité de l'ensemble. La présence de la bouse en un certain moment est un effet du hasard pour l'expérimentateur. De même la présence des cailloux dans d'autres parcelles. C'est la randomisation qui peut éviter le biais créé par la bouse et les cailloux.

Un mécanisme est requis pour effectuer une randomisation. Les très vieux manuels proposaient d'utiliser de bouts de papiers qui avaient les numéros de tous les individus. Ces bouts de papiers étaient réduits sous forme des boules et étaient placées dans un petit sac comme le font les joueurs de scrabble. S'il y a 12 individus et trois traitements, alors les quatre premiers numéros tirés sans remise sont affectés au premier traitement, les quatre suivants au deuxième. Les quatre restants ne peuvent qu'être affectés au troisième traitement. On perd, pour T traitement, un degré de liberté par cette contrainte. C'est la signification de T-1 que l'on trouvera dans le tableau des analyses de variances plus tard. Les manuels de statistiques d'il y a vingt ans proposaient des tables des nombres aléatoires. Gomez (1984) décrit comment les utiliser. Actuellement on trouve sur le marché des caleuses qui ont une fonction « random ». Celle-ci génère à chaque demande, un nombre aléatoire entre 0 et 1. Si on peut y accéder, il suffit de le multiplier par le nombre des unités statistiques et ajouter une unité pour effectuer un tirage aléatoire sans remise de 1 jusqu'au nombre des individus.

Nécessité du blocking ou du contrôle des effets indésirables de certains facteurs

Dans l'expérience sur l'effet taille, prendre tous les hommes à l'université et toutes les femmes à l'école primaire est une erreur d'échantillonnage. Le bon sens nous guide de faire deux études séparées, une à l'université et l'autre à l'école primaire. De la même façon, dans une expérience au champ, si on observe avant l'installation de l'essai qu'il y a des endroits où visiblement il y a une grande fertilité et des endroits où l'herbe est moins verte, randomiser sans tenir compte de cette source de variation est aussi une erreur d'échantillonnage. Il vaut mieux déclarer la partie verte comme un bloc et la partie moins verte comme un autre bloc.

Un bloc est donc un groupe d'unités expérimentales qui sont connus semblables avant une expérience et qui sont supposées répondre de la même façon à un traitement. Un bloc ne peut donc pas se déclarer sans une visite préalable du terrain, sans argument venant de la bibliographie

Résumons-nous :

- Réduire les effets de variation aléatoire permet de mettre en évidence l'effet en étude
- Répétition veut dire effectuer les mêmes manipulations et prendre des mesures sur différents individus

- La répétition est une façon d'éliminer la variation entre individus dû à la variation aléatoire
- Si les sujets ne sont pas indépendants on est en présence d'une pseudo-répétition
- Randomisation signifie tout simplement tirer des échantillons aléatoires d'une population
- La randomisation peut permettre le contrôle de la source de variation aléatoire
- Peu de répétitions peut-être un désastre

Vérification des connaissances

Quelles sont les 5 étapes d'une démarche scientifique ?

Par qui est faite une observation ?

Quelle est l'importance d'une recherche bibliographique ?

Qu'entendez-vous par expérimentation et par Théorie ?

Quelle est l'importance de la communication ?

Qu'est-ce une démarche expérimentale ?

Quelles sont les 4 tâches d'un expérimentateur et comment expliquez-vous la nécessité d'une synergie avec le biométricien ?

Schématiser la démarche de la biométrie et démontrer la nécessité de connaître le modèle à utiliser avant toute collecte de données