

LES EXPÉRIENCES COMPLÈTEMENT ALÉATOIRES

1. Principe :

Le dispositif expérimental le plus simple est le dispositif complètement aléatoire, qui résulte de l'affectation « au hasard » des différents objets aux différentes unités expérimentales.

Cette opération de répartition complètement aléatoire ou au « hasard » est également appelée randomisation ou casualisation. Elle peut se faire notamment à l'aide de tables de nombres aléatoires, telles qu'il en existe dans la plupart des livres de statistique et des recueils de tables statistiques (FISHER et YATES, 1963, PEARSON et HARTLEY, 1966). Mais on notera que des nombres aléatoires (ou pseudo-aléatoires) peuvent aussi être engendrés par ordinateur et à l'aide de certaines machines à calculer portatives.

2. Analyse des résultats :

Le mode d'analyse des résultats d'une expérience complètement aléatoire dépend essentiellement de la nature des données et du nombre de facteurs pris en considération. Il pourra s'agir en effet, pour un facteur, d'une analyse de la variance à un critère de classification pour deux facteurs, d'un modèle croisé d'analyse de la variance à deux critères de classification et pour trois ou plus de trois facteurs, d'un modèle croisé d'analyse de la variance à trois ou plus de trois critères de classification. Dans tous les cas, l'analyse de la variance pourra être précédée, en fonction des besoins, de tests de normalité de tests d'égalité des variances et de transformations de variables. De même, l'analyse de la variance pourra éventuellement être complétée par la réalisation de comparaisons multiples ou de comparaisons particulières de moyennes.

3. Discussion :

1- Les expériences complètement aléatoires ont à première vue l'avantage d'être les plus simples à réaliser, mais il faut reconnaître que le gain de facilité, par rapport aux expériences en blocs aléatoires complets par exemple, n'est vraiment pas important. Lorsqu'elles ne comportent qu'un seul facteur, ces expériences ont aussi l'avantage de s'adapter sans aucune difficulté au cas où le nombre d'observations (ou d'unités expérimentales) par objet sont inégaux, que cette inégalité soit voulue, pour quelque raison que ce soit, ou qu'elle résulte de l'existence de données manquantes, liées à des incidents intervenus en cours d'expérience.

Par contre, les expériences complètement aléatoires ont l'inconvénient d'être souvent relativement peu efficaces ou peu sensibles ou peu puissantes, du fait de l'hétérogénéité du

matériel expérimental. Cette remarque est vraie surtout lorsque le nombre d'objets considérés est élevé.

2- En pratique, bien peu d'expériences sont réellement organisées de façon complètement aléatoire, mais il arrive fréquemment que des expériences réalisées sans règles particulières ou de façon tout à fait systématique soient considérées comme complètement aléatoires au moment de l'interprétation des résultats. Tel est le cas, en chimie et en physique notamment, lorsque les conditions de travail sont considérées, à tort ou à raison, comme parfaitement stables. Une telle pratique n'est nullement exempte de risques, malheureusement difficiles à mesurer : l'expérimentateur qui décide d'agir de la sorte devrait toujours en être conscient. Peut-être est-il d'ailleurs bon de souligner ici, à ce propos, que les milieux de culture qui sont généralement considérés comme les plus réguliers (serres, chambres de culture, chambres froides, etc.) sont souvent ceux qui présentent les hétérogénéités les plus marquées (gradient de température ou d'éclairement, par exemple)?

4. Exemple d'expérience « complètement aléatoire »: expérience en laboratoire sur panneaux de fibres

4.1. Protocole expérimental :

1. Nous avons présenté précédemment un exemple d'expérience dont l'objectif était d'étudier la résistance de panneaux de fibres à l'arrachage de clous de différentes dimensions. Nous donnerons ici quelque information complémentaire au sujet de l'organisation de cet essai et de l'analyse de ses résultats.

Les unités expérimentales sont des éprouvettes carrées de 50 mm de côté. Les facteurs pris en considération sont la grosseur des clous (clous à têtes de 6,5 et de 8 mm de diamètre), la dimension des anneaux sur lesquels sont déposées les éprouvettes au moment de l'arrachage des clous (anneaux de 22 et de 30 mm de diamètre) et la vitesse d'arrachage (22, 45 et 90 mm/min), l'ensemble constituant une expérience factorielle de type 2^3 , comportant donc douze objets.

Au total, soixante éprouvettes ont été utilisées, de manière à réaliser, pour chaque objet, cinq répétitions. Enfin, les observations sont relatives uniquement à la résistance à l'arrachage, exprimée en kilogrammes.

2. Dans cette expérience, l'affectation des différents objets aux différentes éprouvettes ou, ce qui est équivalent, le choix de cinq éprouvettes pour chacun des objets a été fait de façon complètement aléatoire. Par contre, la réalisation des Soixante essais n'a pas été faite au hasard, mais au contraire, de façon systématique. Avec tous les risques que cela pouvait comporter si les conditions de l'expérience n'avaient pas été strictement constantes (évolution du degré d'humidité des éprouvettes ou modification progressive du réglage des appareils de mesure au cours temps, par exemple).

Analyse des résultats :

1- Expérience faisant intervenir un seul facteur

Analyse de la variance à un seul critère de classification :

k	i	1	2	...	p	totaux
1		x_{11}	x_{21}		x_{p1}	
2		x_{21}	x_{22}		x_{p2}	
\vdots						
n		x_{1n}	x_{2n}		x_{pn}	
\bar{x}_i	$\sum_{k=1}^n x_i k$	$x_{1\circ}$	$x_{2\circ}$		$x_{p\circ}$	$X_{\circ\circ}$
	$\sum_{k=1}^n x_i^2 k$	$\sum x_1^2 k$	$\sum x_2^2 k$		$\sum x_p^2 k$	
	$\frac{x_i^2}{x}$	$\frac{x_{1\circ}^2}{x}$	$\frac{x_{2\circ}^2}{x}$		$\frac{x_{p\circ}^2}{x}$	
	SCE_i	SCE_1	SCE_2		SCE_p	SCE_r

$$\sum x_i^2 k$$

i : nombre d'objet

k : nombre de répétition

X_{11} : observation du premier objet 1^{er} répétition

\bar{x}_i : Somme des observations par objet

x_1 : somme des observation du 1^{er} objet

$x_{\circ\circ}$: somme totale des observation

$\sum_{k=1}^n x_i^2 k$: somme des carrés des observation

$$\sum_{k=1}^n x_i^2 k = x_{11}^2 + x_{12}^2 + \dots + x_{1p}^2$$

T : somme des carrés des observations (total).

SCE_i : somme des carrés des écarts i

$$SCE_1 = \sum_{k=1}^n x_i^2 k - \frac{x_i^2}{n}$$

$$SCE_1 + SCE_2 + \dots + SCE_p = SCE_r$$

SCE_r : somme des carrés des écarts résiduelle.

$$C = \frac{x_{\circ\circ}^2}{p_n}$$

Avec

p_n : nombre d'observation

SCE_T : somme des carrés des écarts total

$$SCE_T = T - C$$

$$SCE = SCE_T - SCE_R$$

Analyse de la variance

Source des variation	ddl	SCE	CM	F observé
Variation factorielle	p-1	SCE _f	CM _f	CM _f /CM _R
Variation résiduelle	P(n-1)	SCER	CM _R	
Variation totale	Np-1	SCET		

$$CM_{fac} = \frac{SCE_f}{P - 1}$$

$$CM_{resi} = \frac{SCE_R}{P(n - 1)}$$

Exercice d'application :

- Quatorze pommier ont été répartis au hasard en trois groupes, soumis ensuite à trois traitements différents. En fonction des rendements en fruits suivants, doit-on conclure à l'existence différences entre traitement ?

Traitements :

1	2	3
26.7	36.7	45.1
32.6	39.5	41.0
32.0	37.4	42.5
36.5	41.2	47.0
	35.0	52.2

Corrigé :

- 1- Le but de l'expérience : comparaison entre les 3 traitements
- 2- Facteur : un seul traitement à 3 variantes
- 3- Objet : nbr=3= nombre des variantes
- 4- Unité expérimentales : pommier
- 5- Observation :
Nombre : 14
Type d'observation : Rendement en fruit
- 6- Protocole expérimentale : Les 14 pommiers sont repartis au hasard : expérience complètement aléatoires

traitement	1	2	3	total
effectif	4	5	5	14=n _o
somme	127.8	189.8	227.8	545.4=X _{oo}
Somme des carrés	131.90	7228.34	10455.10	21815.34=T
SCE _i	48.69	23.53	76.53	148.8=SCE _r

S.V	d.l.	SCE	CM	F.obs.
-----	------	-----	----	--------

factorielle	2	419.4	209.7	15.5***THS
résiduelle	11	148.8	13.52	
totale	13	568.1		

Il existe des différences très hautement significatives.