

À remettre individuellement ou en équipe de deux le mercredi 28 novembre avant le cours.

1. (25) Reprenons le premier exemple du chapitre 6 des notes de cours sur les quatre types de pointe utilisée pour mesurer la dureté de plaques de métal. Supposons que la donnée du type 2 sur la plaque 3 ait été perdue. Les seules données disponibles sont dans le tableau ci-dessous.

type de pointe (facteur)	plaque (bloc)			
	1	2	3	4
1	9.3	9.4	9.6	10.0
2	9.4	9.3		9.9
3	9.2	9.4	9.5	9.7
4	9.7	9.6	10.0	10.2

- a) (10) Calculer avec un logiciel statistique le nouveau tableau ANOVA.

Remarque: En SAS, par défaut les sommes de carrés sont de type III (non séquentielle) et donc l'ordre des facteurs n'a aucune importance. Il en va autrement en R où les sommes de carrés sont de type I (séquentielle) et il importe dans ce cas de spécifier le facteur bloc en premier suivi du facteur d'intérêt.

- b) (15) Vérifiez que le test F sur le facteur type en a) peut être obtenu à la calculatrice de la manière suivante. On pose S le grand total avec une observation manquante, T le total du traitement où l'observation est manquante et B le total du bloc où l'observation est manquante. On utilise comme observation manquante

$$M = \frac{aT + bB - S}{(a-1)(b-1)},$$

puis on calcule le tableau d'ANOVA comme dans les notes. On doit cependant apporter les modifications suivantes

- i) on diminue le degré de liberté des erreurs de 1
- ii) on diminue la somme de carrés du facteur type de

$$Z = [B - (a-1)M]^2 / [a(a-1)].$$

La solution proposée dans le livre de Montgomery ignore l'étape ii) ce qui constitue une erreur.

2. (25) Une expérience en 1956 avait pour but de déterminer l'effet du type de verre et du type de phosphore sur la clarté d'un écran cathodique de téléviseur. La variable réponse est le courant nécessaire en microampères pour obtenir le niveau de clarté voulu. Les données obtenues sont dans le tableau ci-dessous.

verre	phosphore		
	1	2	3
1	280	300	290
	290	310	285
	285	295	290
2	230	260	220
	235	240	225
	240	235	230

- a) (10) Calculer un intervalle de confiance de Student de niveau 95% sur la différence de moyennes entre types de verre 1 et 2.
 - b) (15) Calculer les intervalles de confiance simultanés de Tukey de niveau 95% sur la différence de moyennes entre types de phosphore.
3. (25) Un manufacturier soupçonne que des lots de matériaux de son fournisseur diffèrent significativement en teneur en calcium. On dispose d'un grand nombre de lots dans l'entrepôt. On en sélectionne cinq au hasard pour l'étude. Un chimiste effectue cinq analyses sur chaque lot et rapporte ses résultats dans le tableau suivant.

lot 1	lot 2	lot 3	lot 4	lot 5
23.46	23.59	23.51	23.28	23.29
23.48	23.46	23.64	23.40	23.46
23.56	23.42	23.46	23.37	23.37
23.39	23.49	23.52	23.46	23.32
23.40	23.50	23.49	23.39	23.38

- a) (10) Y a-t-il une variation significative en teneur en calcium entre les lots? Utiliser $\alpha = 0.05$.
 - b) (5) Estimer les composantes de la variance.
 - c) (5) Déterminer un intervalle de confiance de niveau 95% pour le pourcentage de la variation totale due à la variation entre les lots.
 - d) (5) Analyser les résidus de cette expérience.
4. (25) Une expérience sur la torsion de plaques de cuivre se penche sur les effets de la température T et du pourcentage de cuivre C utilisé. Chaque traitement est répliqué deux fois. On utilisera les abréviations suivantes pour les contrastes: L pour linéaire, Q pour quadratique et C pour cubique. Déterminez les sommes de carrés pour les contrastes suivants
- a) (10) T_Q et
 - b) (15) $TC_{Q \times C}$

température	cuivre %			
	40	60	80	100
50	17	16	24	28
	20	21	22	27
75	12	18	17	27
	9	13	12	31
100	16	18	25	29
	12	21	23	31
125	21	23	23	29
	17	21	22	31