Contrôle Continu de Statistiques Appliquées I

****

- *Le cours, les exercices de travaux dirigés, leurs corrigés ainsi que les notes de cours sont autorisés. Tout autre document est interdit.*
- *Les téléphones portables sont formellement interdits.*
- *Les calculatrices sont autorisées.*
- *Tous les tests seront effectués au seuil de signification $\alpha = 5$ %.*
- *Les deux exercices sont indépendants.*
- *On prendra un soin particulier à préciser quelles sont les hypothèses testées.*
- *Les deux fichiers contenant les données de chacun des deux exercices sont disponibles dans la bibliothèque du groupe. Pour y accéder il suffit de cliquer sur le livre rouge « Documents de Référence » puis d'enregistrer les deux fichiers dans votre espace personnel. Vous pourrez alors les lire avec Minitab en utilisant la fonction « Ouvrir une feuille de travail ».*

Durée de l'épreuve : 1 heure 30 minutes

****

Exercice 1. Vitesse de la lumière.

Albert A. Michelson et Edward Morley[1] ont mesuré la vitesse de la lumière dans l'air entre le 5 juin 1879 et le 2 juillet 1879. Ils ont réalisé cinq expériences de vingt mesures. La réponse expérimentale est la vitesse de la lumière dans l'air exprimée en km/s à laquelle nous avons soustrait 299000 km/s. La valeur de la vitesse de la lumière dans l'air communément acceptée de nos jours est de 299734,5 km/s, soit 734,5 dans l'échelle utilisée pour exprimer les résultats de l'expérience de Michelson et de Morley.

Les résultats obtenus ont été reportés dans le tableau ci-après.

[1] Données reproduites dans A.J. Weekes, *A Genstat Primer*, London : Edward Arnold, 1986.

Exp.	Essai	Vitesse	Exp.	Essai	Vitesse	Exp.	Essai	Vitesse	Exp.	Essai	Vitesse	Exp.	Essai	Vitesse
1	1	850	2	1	960	3	1	880	4	1	890	5	1	890
1	2	740	2	2	940	3	2	880	4	2	810	5	2	840
1	3	900	2	3	960	3	3	880	4	3	810	5	3	780
1	4	1070	2	4	940	3	4	860	4	4	820	5	4	810
1	5	930	2	5	880	3	5	720	4	5	800	5	5	760
1	6	850	2	6	800	3	6	720	4	6	770	5	6	810
1	7	950	2	7	850	3	7	620	4	7	760	5	7	790
1	8	980	2	8	880	3	8	860	4	8	740	5	8	810
1	9	980	2	9	900	3	9	970	4	9	750	5	9	820
1	10	880	2	10	840	3	10	950	4	10	760	5	10	850
1	11	1000	2	11	830	3	11	880	4	11	910	5	11	870
1	12	980	2	12	790	3	12	910	4	12	920	5	12	870
1	13	930	2	13	810	3	13	850	4	13	890	5	13	810
1	14	650	2	14	880	3	14	870	4	14	860	5	14	740
1	15	760	2	15	880	3	15	840	4	15	880	5	15	810
1	16	810	2	16	830	3	16	840	4	16	720	5	16	940
1	17	1000	2	17	800	3	17	850	4	17	840	5	17	950
1	18	1000	2	18	790	3	18	840	4	18	850	5	18	800
1	19	960	2	19	760	3	19	840	4	19	850	5	19	810
1	20	960	2	20	800	3	20	840	4	20	780	5	20	870

1. Quels modèles d'analyse de la variance à deux facteurs peut-on utiliser pour étudier ces données ? L'objectif de l'expérience est d'obtenir une valeur approchée de la vitesse de la lumière dans l'air, pourquoi doit-on modéliser les facteurs *Experience* et *Essai* comme des facteurs à effets aléatoires ?

2. Décrire le modèle statistique retenu à la question **1.** et rappeler les conditions d'utilisation de ce modèle.

3. Procéder à l'étude à l'aide de Minitab.

4. Quelles sont les estimations des coefficients du modèle ? Donner en particulier une estimation de la vitesse de la lumière dans l'air.

5. Doit-on réaliser des comparaisons multiples ? Si oui, pour quel facteur ? Le cas échéant, le faire.

6. Donner les types et les risques d'erreur associés à chacune des décisions prises à la lecture du tableau de l'analyse de la variance obtenu à la question **3.**.

Exercice 2. Régimes et rats.

Snedecor et Cochran[2] ont reproduit les résultats d'une expérience sur l'influence de différents régimes alimentaires sur la prise de poids, exprimé en g, de rats. Il s'agissait de déterminer les influences éventuelles de la source et de la quantité de protéines présentes dans l'alimentation des rats sur leur prise de poids. Trois sources différentes de protéines ont été considérées : du bœuf, du porc ou des céréales. Deux teneurs différentes en vitamines ont été utilisées : faible et élevée.

Les résultats, portant sur 60 rats différents ne présentant aucun lien de parenté entre eux, ont été reportés dans le tableau ci-dessous.

[2] G.W. Snedecor and W.G. Cochran, *Statistical Methods*, Iowa State University Press, 8th edition, 1989

Gain	Source	Teneur	Gain	Source	Teneur	Gain	Source	Teneur
73	Boeuf	Élevée	98	Porc	Élevée	74	Céréales	Faible
98	Céréales	Élevée	64	Boeuf	Faible	106	Porc	Faible
94	Porc	Élevée	80	Céréales	Faible	87	Boeuf	Élevée
90	Boeuf	Faible	86	Porc	Faible	77	Céréales	Élevée
107	Céréales	Faible	81	Boeuf	Élevée	91	Porc	Élevée
49	Porc	Faible	95	Céréales	Élevée	90	Boeuf	Faible
102	Boeuf	Élevée	102	Porc	Élevée	67	Céréales	Faible
74	Céréales	Élevée	86	Boeuf	Faible	70	Porc	Faible
79	Porc	Élevée	98	Céréales	Faible	117	Boeuf	Élevée
76	Boeuf	Faible	81	Porc	Faible	86	Céréales	Élevée
95	Céréales	Faible	107	Boeuf	Élevée	120	Porc	Élevée
82	Porc	Faible	88	Céréales	Élevée	95	Boeuf	Faible
118	Boeuf	Élevée	102	Porc	Élevée	89	Céréales	Faible
56	Céréales	Élevée	51	Boeuf	Faible	61	Porc	Faible
96	Porc	Élevée	74	Céréales	Faible	111	Boeuf	Élevée
90	Boeuf	Faible	97	Porc	Faible	92	Céréales	Élevée
97	Céréales	Faible	100	Boeuf	Élevée	105	Porc	Élevée
73	Porc	Faible	82	Céréales	Élevée	78	Boeuf	Faible
104	Boeuf	Élevée	108	Porc	Élevée	58	Céréales	Faible
111	Céréales	Élevée	72	Boeuf	Faible	82	Porc	Faible

1. Quels modèles d'analyse de la variance à deux facteurs peut-on utiliser pour étudier ces données ? Se servir du modèle le plus complet parmi ceux-ci dans la suite de l'exercice. Compte tenu de l'objectif poursuivi par les chercheurs, quel type d'effets, fixes ou aléatoires, doit-on choisir pour étudier ces résultats expérimentaux ?

2. Décrire le modèle statistique retenu à la question **1.** et rappeler les conditions d'utilisation de ce modèle.

3. Procéder à l'étude à l'aide de Minitab.

4. Quelles sont les estimations des coefficients du modèle ? Donner les valeurs des moyennes ajustées pour chacune des modalités des deux facteurs.

5. Doit-on réaliser des comparaisons multiples ? Si oui, pour quel facteur ? Le cas échéant, le faire.

6. Donner les types et les risques d'erreur associés à chacune des décisions prises à la lecture du tableau de l'analyse de la variance obtenu à la question **3.**.