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.*

• *Vous prendrez 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. Pollution de l'air. (D'après Corneillon *et al.* 2008.)

La pollution de l'air constitue actuellement une des préoccupations majeures de santé publique. De nombreuses études épidémiologiques ont permis de mettre en évidence l'influence sur la santé de certains composés comme le dioxyde de souffre (SO_2), le dioxyde d'azote (NO_2), l'ozone (O_3) ou des pesticides sous forme de poussières contenues dans l'air.

Des associations de surveillance de la qualité de l'air existent sur tout le territoire français et mesurent la concentration des polluants. Elles enregistrent également les conditions météorologiques comme la température, la nébulosité, le vent, ...

Nous souhaitons analyser la relation entre le maximum journalier de la concentration en ozone (en $\mu g/m^3$) et la direction du vent classée en secteur : *Nord*, *Sud*, *Est*,

Ouest et la précipitation classée en deux modalités *Sec* et *Pluie*.

Nous disposons de 82 données expérimentales récoltées au cours de l'été 2001 à Rennes. Le mode de relevé des données est trop complexe pour être détaillé ici. Il permet toutefois d'assurer que toutes les hypothèses d'indépendance qui pourraient être requises par la modèle statistique seront remplies.

1. Quels modèles d'analyse de la variance à deux facteurs est-il possible d'utiliser pour étudier ces données ? Nous décidons de retenir, pour répondre aux questions suivantes, le modèle le plus complet parmi ceux dont il est possible de se servir.

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 paramètres du modèle ? Donner les valeurs des moyennes ajustées pour chacune des modalités des deux facteurs.

5. Est-il nécessaire de 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.**.

maxO3	vent	pluie	maxO3	vent	pluie	maxO3	vent	pluie	maxO3	vent	pluie
42	Nord	Pluie	68	Ouest	Pluie	76	Ouest	Sec	84	Sud	Sec
54	Sud	Pluie	69	Ouest	Pluie	76	Ouest	Pluie	84	Nord	Sec
55	Ouest	Pluie	69	Nord	Pluie	76	Ouest	Pluie	84	Sud	Sec
56	Ouest	Pluie	70	Ouest	Pluie	77	Ouest	Sec	87	Nord	Sec
57	Ouest	Pluie	70	Nord	Sec	77	Ouest	Pluie	88	Ouest	Sec
59	Ouest	Pluie	70	Nord	Pluie	77	Nord	Sec	88	Ouest	Sec
59	Nord	Pluie	70	Sud	Sec	77	Sud	Pluie	88	Ouest	Pluie
60	Ouest	Pluie	70	Est	Pluie	78	Nord	Pluie	90	Sud	Sec
60	Nord	Pluie	71	Ouest	Sec	78	Ouest	Sec	92	Est	Sec
63	Ouest	Pluie	71	Nord	Pluie	79	Ouest	Sec	92	Nord	Sec
63	Ouest	Pluie	71	Nord	Pluie	79	Nord	Sec	92	Nord	Sec
63	Ouest	Sec	71	Nord	Sec	79	Ouest	Sec	93	Sud	Pluie
65	Est	Pluie	71	Ouest	Sec	80	Ouest	Pluie	94	Ouest	Sec
65	Ouest	Sec	72	Sud	Sec	81	Nord	Sec	95	Est	Sec
65	Ouest	Pluie	72	Ouest	Pluie	81	Sud	Sec	97	Nord	Sec
66	Sud	Sec	72	Ouest	Sec	81	Nord	Sec	98	Ouest	Pluie
66	Nord	Pluie	72	Ouest	Pluie	82	Nord	Sec	98	Est	Sec
67	Ouest	Sec	74	Ouest	Pluie	83	Nord	Sec	99	Sud	Sec
67	Ouest	Pluie	75	Est	Pluie	83	Ouest	Sec	100	Ouest	Sec
67	Ouest	Pluie	75	Nord	Sec	83	Nord	Sec			
67	Ouest	Pluie	76	Ouest	Pluie	83	Ouest	Pluie			

Exercice 2. Consommation d'oxygène chez les crabes.

Nous cherchons à étudier l'influence de la température et de l'espèce sur le taux de consommation d'oxygène, exprimé en mg O_2/H/individu, pour des crabes.

Les trois espèces différentes de crabes sont de même taille. L'influence de la température est évaluée à partir des trois conditions expérimentales suivantes : basse température, 10°C, moyenne température, 20°C, et température élevée, 30°C.

Les résultats, portant sur 72 crabes différents ne présentant aucun lien de parenté entre eux, ont été reportés dans le tableau ci-dessous.

Espèce	Température Basse		Température Moyenne		Température Élevée	
A	1,9	1,8	2,3	2,4	2,9	3,0
A	1,8	1,7	2,1	2,7	2,8	3,1
A	1,6	1,4	2,0	2,4	3,4	3,0
A	1,4	1,5	2,6	2,6	3,2	2,7
B	2,1	2,3	2,4	2,0	3,6	3,1
B	2,0	2,0	2,6	2,3	3,1	3,0
B	1,8	1,9	2,7	2,1	3,4	2,8
B	2,2	1,7	2,3	2,4	3,2	3,2
C	1,1	1,4	2,0	2,4	2,9	3,2
C	1,2	1,0	2,1	2,6	2,8	2,9
C	1,0	1,3	1,9	2,3	3,0	2,8
C	1,4	1,2	2,2	2,2	3,1	2,9

1. Proposer une méthode statistique permettant d'étudier l'influence de l'espèce et de la température sur le taux de consommation d'oxygène des crabes.

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 ?

5. Est-il nécessaire de 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.**.