

## TP n° 8 : ANOVA à 2 facteurs

**Exercice 1.** Un producteur de fromages s'intéresse à la teneur en  $pH$  au cœur du fromage. Ces fromages sont fabriqués à partir de 3 lignes de production :  $L_1$ ,  $L_2$  et  $L_3$ , et à partir du lait provenant de 5 sortes de citernes :  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  et  $C_5$ , chaque citerne pouvant alimenter n'importe laquelle des lignes de productions. Il s'aperçoit d'une disparité entre la teneur en  $pH$  entre les fromages et il ne sait pas s'il doit mettre cette disparité au compte d'un effet "type de ligne de production" ou au compte d'un effet "type de citerne", ou au compte des deux effets. Pour chaque couple  $(L_i, C_j)$ ,  $(i, j) \in \{1, 2, 3\} \times \{1, 2, 3, 4, 5\}$ , il prélève 2 fromages et en mesure le  $pH$ . Les résultats sont :

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$L_1$	5.5	6.2	5.4	5.6	6.2
	5.3	6.2	5.2	5.4	6.0
$L_2$	5.5	6.4	5.4	5.4	6.0
	5.3	6.2	5.4	5.4	6.0
$L_3$	5.6	6.0	5.3	5.6	6.3
	5.2	6.2	5.1	5.5	6.1

Les 3 problématiques sont les suivantes : Y a-t-il effet du facteur citernes ? Y a-t-il effet du facteur lignes ? L'effet du facteur citernes est-il le même quelque soit la modalité du facteur lignes, i.e. il n'y a pas d'interaction ? Pour ce faire, on utilise le test ANOVA à 2 facteurs. Reproduire et comprendre l'enjeu des commandes suivantes :

```
pH = c(5.5, 6.2, 5.4, 5.6, 6.2, 5.3, 6.2, 5.2, 5.4, 6.0, 5.5, 6.4, 5.4, 5.4, 6.0,
5.3, 6.2, 5.4, 5.4, 6.0, 5.6, 6.0, 5.3, 5.6, 6.3, 5.2, 6.2, 5.1, 5.5, 6.1)
lignes = factor(rep(c("L1", "L2", "L3"), rep(10, 3)))
citernes = factor(rep(c("C1", "C2", "C3", "C4", "C5"), 6))
fromage = data.frame(pH, lignes, citernes)
attach(fromage)
plot(pH ~ citernes * lignes)
interaction.plot(citernes, lignes, pH)
x11()
interaction.plot(lignes, citernes, pH)
reg = aov(pH ~ citernes * lignes)
summary(reg)
pairwise.t.test(pH, citernes, p.adj = "bonf")
pairwise.t.test(pH, citernes, p.adj = "holm")
```

**Exercice 2.** On souhaite comparer des pâtés quant à l'appréciation moyenne que pourra en donner un consommateur potentiel. Pour cela, on choisit au hasard 18 consommateurs et 18 pâtés.

Ces pâtés diffèrent à la fois par un facteur "type de hachage" de modalités : "Gros", "Moyen" et "Fin", et par un facteur "type de pâté" de modalités : "Campagne", "Canard" et "Sanglier" sont présentés. Il y a 2 répétitions par couple de modalités.

Les résultats sont :

	Gros	Moyen	Fin
Campagne	13.9	16.3	14.9
	14.5	15.9	15.1
Sanglier	14.7	14.8	15.4
	14.8	14.9	15.2
Canard	12.9	17.2	14.7
	12.9	17.1	15.1

L'objectif étant de répondre aux questions suivantes avec le risque 5% : Y a-t-il effet "type de pâté" sur l'appréciation moyenne ? Y a-t-il effet "type de hachage sur l'appréciation moyenne" ? Si oui, ces effets sont-ils les mêmes quelque soit la modalité prise par l'autre facteur?

**Exercice 3.** Un expérimentateur souhaite étudier les profils en acides gras de la cuisse de poulet selon le supplément en lipides à l'aliment de base qui renferme du maïs et du tourteau de soja, mais aussi de la farine de poisson.

Le premier facteur étudié sera le facteur  $A$  : "type d'ajout". Quatre types d'ajout seront expérimentés :  $A_1$  : huile de maïs (6%),  $A_2$  : suif (6%),  $A_3$  : huile de maïs (5%) + huile de poisson (1%),  $A_4$  : suif (5%) + huile de poisson (1%).

Le deuxième facteur étudié sera le facteur  $B$  "lieu d'élevage des poulets". Cinq lieux d'élevage seront étudiés  $B_1, B_2, B_3, B_4$  et  $B_5$ . La variable étudiée sera le pourcentage d'acide gras de type C 18:1 par rapport aux acides gras totaux. Pour un lieu d'élevage donné, 5 poulets seront soumis à l'ajout  $A_1$ , 5 autres poulets à l'ajout  $A_2$ ... Les résultats sont :

	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$
$A_1$	24.4	20.3	25.3	32.5	29.4
	33.6	27	21.8	19.7	11.5
	20.9	25.5	15	27.4	37.4
	30.4	31.6	18.8	24.5	22.9
$A_2$	31.6	35.1	36.4	26.8	30.8
	35.5	37.7	31.4	34.7	36.1
	32.9	32.8	36.9	31.3	36.3
$A_3$	35.5	35.6	43.6	36.8	36
	22.7	34.6	26.9	30.5	23.3
	31.9	27	33.9	27.1	31.3
	34.6	26.6	33.4	21	22.7
$A_4$	33	36.7	28.8	36.7	22.3
	27.9	26.9	25.7	29.8	30.7
	39.9	21.8	24.9	34.1	28
	31.7	27.3	26.5	41.3	27.2
	27.5	35.7	31.7	26.8	37.4

Effectuer un analyse complète de ce problème. Éventuellement, on pourra utiliser le fichier de données disponible ici :

<https://chesneau.users.lmno.cnrs.fr/poulet.txt>