

LICENCE DE PSYCHOLOGIE - UV PSY33A1  
CORRIGÉ DE L'ÉPREUVE DE STATISTIQUES ET INFORMATIQUE  
APPLIQUÉES À LA PSYCHOLOGIE DONNÉE EN JANVIER 2001

### Exercice 1

Aux États-Unis, en 1936, deux candidats s'affrontent pour l'élection présidentielle : F.D. Roosevelt et G.M. Landon. Plusieurs sondages visant à prévoir le résultat du vote sont réalisés. Le magazine *Literacy Digest* interroge par téléphone 2 millions d'électeurs sur leurs intentions de vote et prédit ainsi une large victoire de Landon.

G. Gallup, qui vient de fonder son institut de sondages, n'interroge que 3000 personnes et prédit la victoire de Roosevelt.

Et, c'est bien Roosevelt qui sera élu le 3 novembre 1936...

1) Les deux sondages donnent des résultats apparemment contradictoires. Parmi les raisons données ci-dessous, choisir celle (ou celles) qui paraît la plus vraisemblable. Justifier.

1. L'échantillon de *Literacy Digest* est trop petit.
2. L'échantillon de *Literacy Digest* est trop grand.
3. L'échantillon de *Literacy Digest* n'est pas représentatif de l'électorat.
4. Gallup a eu beaucoup de chance alors que *Literacy Digest* n'en a pas eu.

2) L'histoire n'a pas retenu le pourcentage d'intentions de vote en faveur de Landon observé par *Literacy Digest*. Supposons, dans cette question, que ce pourcentage était de  $f = 60\%$ . Soit  $p$  le pourcentage (inconnu) d'intentions de vote pour Landon dans la population dont est issu l'échantillon.

Déterminer un intervalle de confiance pour  $p$ , avec un degré de confiance de 0.1%.

*1) L'échantillon de Literacy Digest n'est évidemment pas trop petit : on peut faire des sondages valables sur des échantillons beaucoup plus réduits. Et, contrairement à l'affirmation 2, il n'existe pas d'échantillon trop grand. Le résultat de la question 2 montrera que l'erreur de Literacy Digest n'est pas due à la malchance : si l'échantillon avait été correctement choisi, la probabilité d'obtenir un résultat faux était infime. En revanche, le choix de l'échantillon a été biaisé par la méthode utilisée : on n'a interrogé que des personnes possédant le téléphone (qui n'était pas universellement répandu en 1936).*

*2)  $E^2 = \frac{f(1-f)}{n} = 0.00000012$  ;  $E = 0.000346$ . La table de la loi normale donne :  $P(-z_\alpha \leq Z \leq z_\alpha) = 0.999$  pour  $z_\alpha = 3.3$ . On obtient donc, comme intervalle de confiance :  $0.60 - 0.000346 \times 3.3 \leq p \leq 0.60 + 0.000346 \times 3.3$ , c'est-à-dire :  $59.88\% \leq p \leq 60.12\%$ .*

### Exercice 2

Dans une étude devenue classique (1939), des chercheurs ont montré à des enfants noirs une poupée noire et une poupée blanche en leur demandant de choisir celle avec laquelle ils voudraient jouer. Sur 252 enfants, 169 ont choisi la poupée blanche tandis que 83 préféraient la poupée noire.

Un deuxième groupe de recherche a reproduit l'expérience précédente en 1970. Les études n'étaient pas exactement identiques, mais les résultats se sont avérés intéressants : sur 89 enfants noirs, 28 ont choisi la poupée blanche et 61 ont préféré la poupée noire.

Pour les deux études, un test adéquat montre que les enfants ne choisissent pas la poupée au hasard.

Une troisième équipe de chercheurs réunit les résultats précédents dans un tableau de contingence et procède à un test du  $\chi^2$  sur ce tableau :

	Exp. 1	Exp. 2
Poupée noire	83	61
Poupée blanche	169	28

Formuler avec précision l'hypothèse nulle et l'hypothèse alternative correspondant à ce test. Réaliser le test et conclure.

*Les variables mises en jeu dans le tableau de contingence proposé sont d'une part la couleur de la poupée (noire ou blanche), d'autre part le numéro d'ordre de l'expérience (expérience 1 ou expérience 2). L'hypothèse correspondant au test du  $\chi^2$  est donc ici: "le choix pour l'une ou l'autre des poupées dépend-il de l'expérience considérée?" ou encore: "les deux expériences fournissent-elles des résultats identiques?". Autrement dit, on a:*

$H_0$  : Les variables "choix de la poupée" et "No de l'expérience" sont indépendantes

$H_1$  : Les deux variables sont dépendantes.

Les tableaux d'effectifs théoriques et de contributions au  $\chi^2$  sont donnés par :

	Exp. 1	Exp. 2		Exp. 1	Exp. 2
<i>Poupée noire</i>	<i>106.4</i>	<i>37.6</i>	<i>Poupée noire</i>	<i>5.15</i>	<i>14.59</i>
<i>Poupée blanche</i>	<i>145.6</i>	<i>51.4</i>	<i>Poupée blanche</i>	<i>3.76</i>	<i>10.66</i>

On trouve :  $\chi_{obs}^2 = 34.15$  ;  $ddl = 1$  ; pour  $\alpha = 5\%$ ,  $\chi_{crit}^2 = 3.84$  et donc les deux expériences fournissent des résultats différents: le choix des enfants ne s'est pas fait de la même façon dans les deux expériences.

### Exercice 3

*N.B. Les trois questions sont indépendantes*

Nurcombe et *al.* ont mené en 1984 une étude sur les enfants présentant un poids réduit à la naissance (PRN). Ces enfants posent des problèmes particuliers à leurs parents parce qu'ils sont, en apparence, apathiques et imprévisibles; en outre, ils risquent de connaître des problèmes physiques et comportementaux. L'étude a porté sur trois groupes d'enfants;

- Un groupe expérimental de 25 enfants PRN dont les mères bénéficiaient d'un apprentissage particulier : elles étaient sensibilisées aux signaux émis par ces enfants, afin de leur permettre de mieux répondre à leurs besoins ;
- Un groupe témoin de 31 enfants PRN dont les mères ne bénéficiaient d'aucun programme particulier ;
- Un groupe d'enfants dont le poids à la naissance était normal.

Le tableau 1 ci-dessous représente une partie des données, saisies dans la plage A1:F33 d'une feuille Excel. Il indique d'une part, l'indice de développement mental (IDM) à 6 mois et à 24 mois pour le groupe témoin PRN, ainsi que la différence entre les deux indices et d'autre part l'IDM à 24 mois pour le groupe expérimental PRN.

Les tableaux 2 et 3 indiquent les formules utilisées sous Excel pour calculer les paramètres descriptifs indiqués dans la zone B34:F38 de la feuille.

1) Des travaux antérieurs sur de tels enfants laissent penser que les scores IDM des enfants PRN du groupe témoin pouvaient diminuer de façon sensible entre 6 et 24 mois. Réaliser un test de comparaison de moyennes afin de déterminer si les données observées confirment cette hypothèse (choisir un seuil de 5%).

2) Le programme de formation proposé est-il efficace? Apporter une réponse à cette question en procédant à un autre test de comparaison de moyennes. Choisir de même un seuil de 5%.

3) Peu satisfait du résultat obtenu à la question 1, un chercheur souhaite comparer les données relatives aux enfants du groupe témoin PRN à l'aide d'un test du signe. Réaliser le test et conclure.

1) Soit  $\mu_6$  et  $\mu_{24}$  les moyennes de l'IDM à 6 mois et à 24 mois dans la population dont est issu l'échantillon. L'hypothèse de recherche se traduit par les hypothèses statistiques suivantes :

$$H_0 : \mu_6 = \mu_{24}$$

$$H_1 : \mu_6 > \mu_{24}$$

Il s'agit d'un test de comparaison de moyennes sur des groupes appariés. La statistique de test est  $t = \frac{\bar{d}}{E}$  avec  $E^2 = \frac{s_c^2}{n}$ . Compte tenu de l'effectif ( $n = 31$ ), on peut utiliser ici une loi de Student avec 30 ddl ou une loi normale. Pour un seuil de 5% (et un test unilatéral avec la zone de rejet "à gauche"), on obtient  $t_{crit} = -1.70$  (ou  $z_{crit} = -1.65$ ).

En utilisant les valeurs des cellules D34 et D35 du tableau Excel fourni, on obtient :  $E^2 = \frac{257.21}{31} = 8.30$  ;  $E = \sqrt{8.30} = 2.88$  ;  $t_{obs} = \frac{-4.29}{2.88} = -1.49$ . L'hypothèse  $H_0$  est donc retenue : l'hypothèse d'une baisse de l'IDM n'a pas été démontrée.

2) Il s'agit maintenant d'une comparaison de moyennes sur deux groupes indépendants. On utilise la méthode adaptée aux petits échantillons (car  $n' = 25$ ). On a :

$$H_0 : \mu = \mu'$$

$$H_1 : \mu < \mu'$$

La statistique de test suit une loi de Student avec 54 ddl. Pour un seuil de 5% (et un test unilatéral), on obtient  $t_{crit} = -1.67$ .

En utilisant les valeurs des cellules C34, F34, C36 et F36, on obtient :

$$E^2 = \frac{31 \times 162.40 + 25 \times 154.4}{54} \left( \frac{1}{31} + \frac{1}{25} \right) = 11.90 \text{ d'où } E = 3.45 \text{ et } t_{obs} = \frac{-10.49}{3.45} = -3.04.$$

Comme  $t_{obs} < t_{crit}$ , on en déduit que la différence entre les deux groupes est significative d'un effet du programme de formation, au bénéfice du groupe expérimental.

3) Les hypothèses statistiques s'expriment ici par :

$H_0$  : Autant de différences positives que de différences négatives dans la population.

$H_1$  : Dans la population parente, la fréquence des différences négatives est supérieure à 50%.

Comme  $N > 30$ , on peut utiliser l'approximation de la loi binomiale par une loi normale et prendre comme statistique de test :  $Z = \frac{2D - 1 - N}{\sqrt{N}}$  où  $D = \max(D_+, D_-)$ . Pour un seuil de

5%, on obtient  $z_{crit} = 1.65$ . On a ici 12 différences positives pour 19 différences négatives, d'où :  $z_{obs} = \frac{38 - 1 - 31}{\sqrt{31}} = 1.07$ . On accepte donc l'hypothèse  $H_0$ , ce qui confirme le résultat de la question

1.

## PARTIE INFORMATIQUE

### Exercice 4

Dans un article intitulé "hypermédiat et pédagogie : comment promouvoir l'activité de l'élève?", H. Choplin et al. écrivent notamment :

D'un point de vue *cognitif*, l'ergonomie et la didactique semblent tirer dans des sens contraires. Alors que la première cherche, autant que possible, à rendre *facile, commode* ou encore *explicite* l'utilisation de l'outil informatique, la seconde, du moins si elle est constructiviste, cherche plutôt à susciter ou à ménager la *difficulté* ou *l'implicite inhérent et nécessaire à tout apprentissage*, en particulier le questionnement indispensable à l'intégration du savoir au cadre de référence personnel (...) L'attestent les concepts privilégiés par ces deux disciplines centrées sur la psychologie du sujet. Si l'ergonomie s'intéresse aux idées de *désorientation* et de *surcharge cognitive* afin de proposer des outils susceptibles de limiter ces phénomènes dans un hypermédia, la didactique, du moins celle issue de l'épistémologie de Bachelard et du constructivisme de Piaget, privilégie "au contraire" les idées de *rupture*, de *déconstruction*, de *dissonances* en tant qu'elles désignent des phénomènes à provoquer chez l'apprenant pour susciter l'apprentissage. (...) Voilà qui nous amène à distinguer en droit deux sujets – l'*utilisateur* et l'*apprenant* – et à expliciter ainsi la distinction entre l'ergonomie et la didactique : tandis que l'une cherche plutôt à faciliter le travail de l'*utilisateur*, à réduire la complexité de sa tâche, l'autre *cherche d'abord à développer les interrogations de l'apprenant* dans le domaine enseigné via l'outil informatique.

1) Citer des caractéristiques de l'interface utilisateur qui visent à rendre facile, commode ou explicite l'utilisation de l'outil informatique. Donner des exemples.

*On peut notamment citer la prévisibilité (les réponses du logiciel sont conformes à ce qu'attend l'utilisateur), la transparence (l'utilisateur est informé de l'avancement de la tâche en cours), la cohérence (une commande donnée aura toujours un effet du même type, quel que soit le logiciel utilisé), le guidage et le contrôle (le logiciel guide efficacement l'utilisateur, tout en lui laissant le contrôle des tâches à exécuter), l'intégrité (faire en sorte que l'utilisateur ne perde pas son travail à la suite d'une fausse manoeuvre).*

2) Donner une définition du mot *hypermédia*.

*Un document multimédia intègre sur un même support informatique des données numérisées de différents types: texte, images, images animées, sons. Un hypertexte est un ensemble de documents reliés par des pointeurs et des liens permettant une navigation rapide dans le document. Un hypermédia est évidemment un ensemble de documents rassemblant les deux aspects.*

3) A quels problèmes les auteurs font-ils allusion lorsqu'ils parlent de *désorientation*, de *surcharge cognitive*?

*L'utilisateur d'un hypermédia peut rapidement être tenté par le "zapping", perdre ainsi de vue le but qu'il s'est fixé. La succession des tâches à exécuter pour naviguer dans un hypermédia jusqu'à l'obtention du résultat désiré peut également amener une "surcharge cognitive": le but à atteindre est temporairement "sorti" de la mémoire de travail et c'est sous une forme dégradée qu'il est ultérieurement rappelé.*

	A	B	C	D	E	F
1	PRN Témoin				PRN expérimental	
2		IDM-6	IDM-24	Diff		IDM-24
3	s1	124	114	-10	s'1	96
4	s2	94	88	-6	s'2	127
5	s3	115	102	-13	s'3	127
6	s4	110	127	17	s'4	137
7	s5	116	104	-12	s'5	114
8	s6	139	104	-35	s'6	119
9	s7	116	91	-25	s'7	109
10	s8	110	96	-14	s'8	109
11	s9	129	104	-25	s'9	143
12	s10	120	106	-14	s'10	109
13	s11	105	91	-14	s'11	116
14	s12	88	102	14	s'12	114
15	s13	120	104	-16	s'13	143
16	s14	120	100	-20	s'14	109
17	s15	116	114	-2	s'15	117
18	s16	105	109	4	s'16	127
19	s17	100	109	9	s'17	112
20	s18	91	119	28	s'18	112
21	s19	129	91	-38	s'19	98
22	s20	84	81	-3	s'20	137
23	s21	91	114	23	s'21	112
24	s22	116	119	3	s'22	109
25	s23	100	102	2	s'23	119
26	s24	113	111	-2	s'24	106
27	s25	89	80	-9	s'25	109
28	s26	102	119	17		
29	s27	110	119	9		
30	s28	116	123	7		
31	s29	124	119	-5		
32	s30	126	114	-12		
33	s31	123	132	9		
34		111.00	106.71	-4.29		117.20
35		191.8667	167.8129	257.2129		160.8333
36		185.6774	162.3996	248.9157		154.4000
37		13.8516	12.9543	16.0379		12.6820
38		13.6264	12.7436	15.7771		12.4258

Tableau 1: Données PRN

	A	B	C	D
34		=MOYENNE(B3:B33)	=MOYENNE(C3:C33)	=MOYENNE(D3:D33)
35		=VAR(B3:B33)	=VAR(C3:C33)	=VAR(D3:D33)
36		=VAR.P(B3:B33)	=VAR.P(C3:C33)	=VAR.P(D3:D33)
37		=ECARTYPE(B3:B33)	=ECARTYPE(C3:C33)	=ECARTYPE(D3:D33)
38		=ECARTYPEP(B3:B33)	=ECARTYPEP(C3:C33)	=ECARTYPEP(D3:D33)

Tableau 2: Formules

	E	F
34		=MOYENNE(F3:F33)
35		=VAR(F3:F33)
36		=VAR.P(F3:F33)
37		=ECARTYPE(F3:F33)
38		=ECARTYPEP(F3:F33)

Tableau 3: Formules (suite)