

UE9 – Mathématiques - Biostatistiques

Annales classées corrigées

Test de comparaison de proportions

Tests du χ^2

SUJET

2023

Exercice 3

On s'intéresse à la survenue d'espèces bactériennes résistantes dans les selles chez des patients recevant un traitement antibiotique de 10 jours. On sait qu'avec l'antibiotique A, on trouve une résistance chez 80 % des patients à la fin du traitement. Une étude réalisée en janvier 2023 chez 100 patients qui ont reçu l'antibiotique B a montré que 60 patients présentaient une résistance à la fin du traitement. On suppose la survenue d'une résistance indépendante d'un patient à l'autre.

Question n°11 On cherche à tester (au risque 5 %) la proportion de résistance avec l'antibiotique B est différente de celle avec l'antibiotique A. Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s)?

- A. Quelle que soit la probabilité de résistance avec l'antibiotique B, l'intervalle de pari à 95 % de la proportion observée de résistance avec l'antibiotique B sur un échantillon de 100 patients vaut [50 %; 70 %], à 2 % près
- B. Sur un échantillon de 100 patients recevant l'antibiotique A, l'intervalle de pari à 95 % de la proportion observée de résistance vaut [72 %; 88 %], à 2 % près
- C. Pour faire le test, on peut utiliser un test du χ^2 à 2 degrés de liberté
- D. Pour faire le test, on peut utiliser l'intervalle de pari à 95 % de la proportion observée de résistance avec l'antibiotique B sur un échantillon de 100 patients en supposant que la probabilité de résistance avec l'antibiotique B est 80 %
- E. L'hypothèse nulle de ce test s'écrit $P = 80\%$ où P est la proportion observée de résistance avec l'antibiotique B dans cette étude

Question n°12 On teste si la proportion de résistance avec l'antibiotique B est différente de celle avec l'antibiotique A et on utilise le test de l'écart-réduit. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte?

- A. Le degré de signification du test est entre 10^{-3} et 10^{-2}
- B. Le degré de signification du test est entre 10^{-4} et 10^{-3}
- C. Le degré de signification du test est entre 10^{-5} et 10^{-4}
- D. Le degré de signification du test est entre 10^{-6} et 10^{-5}
- E. Le degré de signification du test est entre 10^{-7} et 10^{-6}

Exercice 3

On s'intéresse à la sévérité de la Covid-19 et aux pathologies associées des patients infectés. Le critère de sévérité considéré ici est l'admission en réanimation. En France, le réseau d'organisation de la surveillance des urgences a permis de récolter des données concernant 200 patients atteints d'une forme sévère de Covid-19 et donc transférés en réanimation (groupe S) et concernant 200 patients atteints d'une forme non sévère de Covid-19 (groupe NS).

Question n°11 Parmi les patients du groupe S, 88 avaient des pathologies associées. Parmi les patients du groupe NS, 72 avaient des pathologies associées. On souhaite comparer la proportion de patient avec pathologies associées entre les deux groupes. On note p_S et p_{NS} la valeur observée de cette proportion respectivement dans les groupes S et NS. Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s)?

- A. L'hypothèse nulle est $H_0 : p_S = p_{NS}$
- B. On peut effectuer un test du χ^2 à 1 degré de liberté
- C. Une des conditions de validité du test de l'écart réduit z est de vérifier que $200 \times 0,44$ est supérieur à 5
- D. On montre que les proportions théoriques de pathologies associées sont identiques dans les deux groupes au risque 5%
- E. On ne rejette pas l'hypothèse nulle au risque 5%

Question n°13 On s'intéresse aux effets secondaires du vaccin contre la Covid-19 avec ou sans ARN messenger. On considère la variable Y à quatre modalités : "Rougeur locale", "Douleur au point d'injection", "Réaction allergique" et "Pas d'effet secondaire". Les résultats portant sur 200 patients où chaque patient ne présente qu'une seule modalité de Y sont les suivants :

	Rougeur locale	Douleur au point d'injection	Réaction allergique	Pas d'effet secondaire	Total
Vaccin avec ARN messenger -	8	8	4	80	100
Vaccin sans ARN messenger	6	4	2	88	100
Total	14	12	6	168	200

On se demande si la répartition des modalités de Y est la même pour les vaccins avec ou sans ARN messenger. On donne la valeur de la statistique de test $K = 2,67$.

Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s)?

- A. Au risque 5%, la répartition des modalités de Y est la même pour les vaccins avec ou sans ARN messenger
- B. Sous l'hypothèse nulle, l'effectif attendu de patients recevant un vaccin avec ARN messenger et ayant une rougeur locale est 8
- C. Le degré de signification est strictement inférieur à 10^{-2}
- D. On ne peut pas réaliser un test du χ^2
- E. On peut réaliser un test de l'écart réduit z de comparaison de proportions

Question n°13 Un autre collègue lui dit qu'il faut un groupe contrôle et qu'il doit comparer les résultats avec et sans antiviral. Il réalise une autre étude dans l'EHPAD des muguet qui comprend 100 résidents. Il administre de l'antiviral à 50 résidents et une solution de sérum physiologique aux 50 autres résidents. A La fin du mois, il observe 3 contaminations dans le groupe qui a reçu l'antiviral et 8 dans le groupe qui a reçu le sérum physiologique. Il souhaite réaliser un test pour savoir si la probabilité de contamination diffère avec et sans antiviral. Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s) ?

- A. Les conditions de validité ne sont pas vérifiées car il observe que 3 contaminations dans le groupe antiviral
- B. Les conditions de validité du test font intervenir la moyenne pondérée des proportions observées de contaminations entre les deux groupes qui vaut ici 11%
- C. Il rejette l'hypothèse nulle au risque 5%, mais il a pu commettre une erreur de type I
- D. Il ne rejette pas l'hypothèse nulle au risque 5%, mais il a pu commettre une erreur de type II
- E. Avec plus de résidents par groupe et les mêmes proportions observées dans chacun des groupes, l'erreur de type II serait diminuée

Question n°14 M. Gérard apprend des autorités sanitaires qu'en fait, d'une région à l'autre, la probabilité de contamination n'est pas la même. Pendant le mois de mars, il décide de compter le nombre de contaminations dans 4 EHPAD de son réseau de 4 régions différentes sans donner aucun traitement. Il obtient le tableau suivant :

	Haut-de-France	PACA	Grand-Est	Ile-de-France	Total
Contaminés	19	25	57	49	150
Non contaminés	181	125	243	201	750
Total	200	150	300	250	900

Il veut comparer la probabilité de contamination entre les quatre régions. Il trouve que la statistique de ce test vaut $K = 10,121$. I. Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s) ?

- A. Il peut réaliser un test de l'écart-réduit de comparaison de proportions
- B. Il peut réaliser un test du χ^2 où la statistique de test suis sous H_0 une loi du χ^2 à 2 degrés de liberté
- C. Sous l'hypothèse nulle, l'effectif attendu de patients contaminés dans l'EHPAD de PACA est de 25
- D. Il conclut à une différence significative des probabilités de contamination entre les 4 régions au risque 5%
- E. Le degré de signification du test est inférieur à 10^{-2}

Question n°8 Il est connu qu'en Europe, la proportion de sérologies positives pour le virus V est de 4%. Le président de la région Rhône-Alpes a testé 100 personnes et a observé 6 sérologies positives. Il souhaite tester si le taux de sérologies positives est différent dans sa région de celle connue en Europe.

Codiez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A. Il peut faire le test de l'écart réduit de comparaison de deux proportions observées
- B. Il peut faire le test de l'écart-réduit de comparaison d'une proportion observée à une proportion théorique
- C. La proportion observée de sérologie positive en région Rhône-Alpes est de 4%
- D. On peut calculer l'intervalle de prédiction à 95% pour la proportion de sérologies positives chez 100 personnes en Europe avec l'application du théorème central limite
- E. On peut calculer l'intervalle de prédiction à 95% pour la proportion de sérologies positives chez 200 personnes en Europe avec l'application du théorème central limite

Question n°9 Le président de la région Rhône-Alpes complète ses résultats, et test un total de 200 personnes. Il trouve 12 sérologies positives. Il souhaite tester si le taux de séropositivité est différent dans sa région qu'en Europe.

On donne:

$$\sqrt{\frac{0,04 \times 0,96}{200}} = 0,014 \text{ et } \sqrt{\frac{0,06 \times 0,94}{200}} = 0,017$$

Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A. Il peut faire le test de l'écart réduit de comparaison de deux proportions observées
- B. Il peut faire le test de l'écart-réduit de comparaison d'une proportion observée à une proportion théorique '
- C. La proportion observée de séropositivité en Rhône-Alpes est de 6%
- D. Il conclut à une différence significative au risque 5%, mais il a pu faire une erreur de type I
- E. Il conclut à l'absence de différence significative au risque 5%, mais il a pu faire une erreur de type II

Question n°10 Le président de la région Ile de France a également des résultats sur 200 personnes et il obtient 28 sérologies positives. Il souhaite comparer ses résultats avec ceux de son collègue de Rhône-Alpes.

Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A. Il peut faire le test de l'écart-réduit de comparaison de deux proportions observées
- B. Il peut faire le test de l'écart-réduit de comparaison d'une proportion observée à une proportion théorique
- C. Les conditions de validité du test sont vérifiées car chaque échantillon est plus grand que 30
- D. Il conclut à une différence significative au risque 5%, mais il a pu faire une erreur de type I
- E. Il conclut à l'absence de différence significative au risque 5%, mais il a pu faire une erreur de type II

Question n°11 Le président de la région Bretagne a aussi des résultats sur 200 personnes et il obtient 5 sérologies positives. Il souhaite comparer ses résultats avec ceux de ses collègues de Rhône-Alpes et d'Ile de France.

Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A. Il peut faire le test de comparaison de deux proportions observées
- B. Il peut faire un test du χ^2 à 2 degrés de liberté
- C. L'hypothèse nulle du test suppose que les proportions de sérologies positives dans les trois régions sont différentes
- D. Sous l'hypothèse nulle, le nombre attendu de sérologies positives pour 200 patients est de 15
- E. Sous l'hypothèse alternative, le nombre attendu de sérologies positives pour 200 patients est de 15

Question n°12 Il réalise le test de la question n°11 et on obtient $K = 20$

Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A. Le plus petit effectif calculé vaut 5
- B. Le plus petit effectif calculé vaut 15
- C. Il rejette l'hypothèse nulle au risque 5%
- D. Il ne rejette pas l'hypothèse nulle au risque 5%
- E. Le degré de signification du test est inférieur à 0,1%

Le virus de Lassa provoque des fièvres hémorragiques virales parfois mortelles, maladie appelée fièvre de Lassa. Ce virus est transmis par des petits rongeurs durant la saison des pluies, et la fièvre de Lassa est une maladie présente dans différents pays d'Afrique dont le Nigéria. Le traitement antiviral de référence est la ribavirine (appelée RIBA par la suite). En 2017, la mortalité des patients atteints de fièvre de Lassa et traités par RIBA était de 20% au Nigéria.

Question n°7 Un médecin décide d'ajouter au traitement par RIBA un autre médicament antiviral, le favipiravir (appelé FAVI par la suite). En 2018, il réalise une étude dans un hôpital au Nigéria chez 100 patients atteints de fièvre de Lassa à qui il administre RIBA et FAVI (RIBA + FAVI). Seulement 4 patients décèdent. Il souhaite comparer les résultats de son étude aux résultats obtenus sous RIBA l'année précédente. Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A. Il a réalisé un essai thérapeutique randomisé
- B. Les conditions de validité du test de l'écart réduit ne sont pas vérifiées
- C. Il rejette l'hypothèse nulle (au risque 5%)
- D. Le degré de signification du test est inférieur à 10^{-4}
- E. Le médecin a prouvé que RIBA + FAVI est plus efficace que RIBA seule dans la fièvre de Lassa

Question n°11 En fait, le médecin décide de faire un essai thérapeutique randomisé à 3 groupes, un groupe RIBA seule, un groupe FAVI seul et un groupe RIBA + FAVI, avec 200 patients par groupe. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

	RIBA	FAVI	RIBA + FAVI	Total
Décédé	40	30	20	90
Non Décédé	160	170	180	510
Total	200	200	200	600

Il veut comparer la mortalité entre les 3 groupes de traitement. Il trouve que la statistique de test vaut $K = 7,84$. Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A. Il peut réaliser un test de l'écart réduit de comparaison de proportions
- B. Il peut réaliser un test du χ^2 à 2 degrés de liberté
- C. Sous l'hypothèse nulle, l'effectif attendu de patients décédés dans chaque groupe de traitement est de 30
- D. Il conclut à une différence significative de mortalité entre les 3 groupes au risque 5%
- E. Le degré de signification du test est inférieur à 10^{-3}

Question n°8

On réalise un essai randomisé, en double aveugle, avec 32 enfants par groupe recevant un vaccin soit sans adjuvant soit avec adjuvant. On observe une moyenne d'anticorps de 9,5 UI/L et un écart type de 4 UI/L dans le groupe sans adjuvant. On observe une moyenne d'anticorps de 11 UI/L et un écart type de 4 UI/L dans le groupe avec adjuvant. On veut comparer les résultats des deux groupes.

Question n°10

On apprend que ce qui est important ce n'est pas le taux d'anticorps en tant que tel, mais le fait d'avoir une valeur supérieure à 10 UI/L qui est le seuil de protection. On analyse à nouveau l'étude de la question 8. On observe dans le groupe sans adjuvant 12 enfants ayant un taux protecteur sur les 32 (soit 37,5%). On observe dans le groupe avec adjuvant 20 enfants ayant un taux protecteur sur les 32 (soit 62,5%). On compare les résultats entre les deux groupes.

Cochez la ou les bonnes réponses.

- A. On peut faire un test du χ^2 à 1 degré de liberté.
- B. On ne rejette pas l'hypothèse nulle (au risque 5%), mais on a pu commettre une erreur de type II.
- C. On rejette l'hypothèse nulle (au risque 5%), mais on a pu commettre une erreur de type I.
- D. Le degré de signification est inférieur à 0,01.
- E. Vu ce qu'on sait sur la conduite de l'essai, on peut conclure à l'efficacité de l'adjuvant en terme de proportion d'enfants protégés (au risque 5%).

Afin de s'assurer que les enfants sont vaccinés au plus vite, la Protection Maternelle et Infantile (PMI) de la ville de Champagnac lance une campagne d'information par affichage auprès des familles.

Question n°11

100 enfants sont tirés au sort dans les crèches de la ville et leurs familles sont interrogées. Il ressort que sur cet échantillon seules 60% des familles sont informées et le maire se demande si la campagne est efficace. On considère qu'une campagne est efficace si 80% des familles sont informées. Que peut-on dire?

Cochez la ou les bonnes réponses.

- A. Un test de comparaison de moyennes permet de répondre à la question.
- B. Vous pouvez affirmer au seuil 5% que la campagne n'est pas efficace.
- C. Vous pouvez affirmer au seuil 1% que la campagne n'est pas efficace.
- D. Vous pouvez affirmer au seuil 1% que la campagne n'est pas efficace.
- E. La puissance du test est de 20%.

2017

Vous souhaitez montrer que la probabilité de toxicité à la dose retenue dans cette expérience (d_3) n'est pas de 0,30. Soit π cette probabilité.

Question n°4 Le laboratoire, lui, a utilisé une autre procédure de test : il a administré la dose d_3 à $n = 21$ malades et observé 4 toxicités. Il a ensuite appliqué le test de comparaison d'un pourcentage observé à une valeur théorique. Sur la base de cette expérience, cochez **LA** proposition exacte.

- A. Vous rejetez l'hypothèse nulle.
- B. Vous acceptez l'hypothèse nulle.
- C. Vous pouvez avoir commis une erreur de type II.
- D. Le théorème limite central n'est pas valide car $n = 21$.
- E. Le théorème limite central n'est pas valide car il y a 4 toxicités.

Question n°7 Dans l'un des hôpitaux où la couverture vaccinale est faible, on réalise une enquête plus détaillée par type de personnel soignant. On obtient les résultats présentés dans le tableau suivant et on se demande s'il y a un lien entre la vaccination et le type de profession.

	Médecin	Etudiant	Infirmier	Aide-soignant	Total
Vacciné	25	50	100	125	300
Non vacciné	75	50	100	75	300
Total	100	100	200	200	600

Cochez **LA** proposition exacte.

- A. L'hypothèse nulle du test postule que la couverture vaccinale diffère suivant le type de profession.
- B. L'hypothèse nulle du test postule que la vaccination est liée au type de profession.
- C. On peut faire un test de l'écart-réduit.
- D. On peut un test du χ^2 à 1 degré de liberté.
- E. On conclut à un lien significatif (au risque 5%) entre vaccination et type de profession.

2016

Durant l'épidémie d'Ebola en Afrique la mortalité lors de la prise en charge standard a été de 50%.

Question n°8 On réalise une étude chez 100 patients à qui on donne du favipiravir. La mortalité observée est de 20%. Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A. On réalise un test de comparaison de proportions pour deux échantillons indépendants.
- B. On a réalisé un essai thérapeutique randomisé.
- C. On conclut à une mortalité significativement différente dans cette étude par rapport à la prise en charge standard, au risque 5%.
- D. Le degré de signification est inférieur à 10^{-8} .
- E. On conclut à l'efficacité du favipiravir pour la réduction de la mortalité dans la maladie à virus Ebola (au risque 5%).

Question n°10 On réalise un essai randomisé comparant la mortalité chez deux groupes de 98 patients chacun, ayant soit la prise en charge standard, soit recevant en plus du favipiravir. On observe une mortalité de 55% avec la prise en charge standard et de 45% avec le favipiravir. Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A. On conclut, au risque 5%, que le favipiravir est efficace.
- B. On conclut, au risque 5%, que le favipiravir est inefficace.
- C. On ne peut pas conclure, au risque 5%, sur l'efficacité du favipiravir.
- D. On a pu commettre une erreur de première espèce.
- E. On a pu commettre une erreur de deuxième espèce.

Question n°11 On réalise maintenant une étude comparant 3 traitements : l'interféron, le Zmap et le favi-piravir. On administre chacun de ces traitements à 50 patients. Le nombre de décès observés est de 20, 15 et 10, chez les patients recevant respectivement l'interféron, le Zmap et le favipiravir. On souhaite tester si la mortalité est différente entre les 3 traitements et on trouve $K = 8,53$. Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A. On peut faire un test du χ^2 à 2 degrés de liberté.
- B. On peut faire un test du χ^2 à 3 degrés de liberté.
- C. Les conditions de validité du test ne sont pas respectées.
- D. L'hypothèse nulle est que la mortalité est la même pour les 3 traitements.
- E. On rejette l'hypothèse nulle au risque 5%.

2015

Un médecin souhaite évaluer un nouveau médicament biologique pour le traitement de certains mélanomes (cancers de la peau). Il souhaite comparer ce nouveau traitement au traitement actuel par chimiothérapie. Le médecin apprend que le traitement biologique agit sur une cible spécifique R qui n'est pas présente dans tous les mélanomes.

QCM 12 – Le médecin décide d'étudier la répartition de la présence de cette cible R chez des patients atteints de mélanome dans différents pays. En France, il étudie 100 patients dont 50 ont la cible R. Au Brésil, il étudie 100 patients et aucun n'a la cible R. Au Japon, il étudie 100 patients et tous ont la cible R. Le médecin effectue un test statistique pour analyser ces données. Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A - Le médecin peut effectuer un test du χ^2 à 2 degrés de liberté
- B - Le médecin peut effectuer un test du χ^2 à 3 degrés de liberté
- C - Le médecin ne peut effectuer un test du χ^2 car les conditions de validité ne sont pas respectées
- D - Le médecin conclut que la répartition de la cible R diffère significativement entre les 3 pays (au risque 5%)
- E - Le médecin ne peut pas conclure que la répartition de la cible R diffère significativement entre les 3 pays (au risque 5%)

QCM 14 – Il réalise son essai thérapeutique randomisé en double aveugle dans deux groupes de 98 patients. Avec la chimiothérapie, il observe 25% de guérison ; avec le médicament biologique, il observe 75% de guérison. Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s).

- A - Le médecin conclut à une différence significative entre les deux groupes au risque 1%
- B - Le médecin conclut à la supériorité du médicament biologique au risque 1%
- C - Le médecin conclut à la supériorité de la chimiothérapie au risque 1%
- D - Le degré de signification est inférieur à 1%
- E - Le degré de signification est inférieur à 10^{-3}

QCM 2 Un deuxième chercheur propose de mesurer le CIT sur un échantillon de 100 malades de sa consultation de Génétique. Il observe sur ces 100 mesures, une moyenne de 89 UI avec une variance de 36 UI^2 . Il se demande si la moyenne de CIT dans sa consultation diffère de la valeur habituelle qui est 95 UI. Cocher la ou les propositions exactes.

- A - Il peut faire un test z de l'écart réduit
- B - Il rejette H_0 au risque 5%
- C - Il accepte H_0 au risque 5%
- D - Il peut faire un test du χ^2 à un degré de liberté
- E - Le degré de signification est inférieur à 10^{-9}

QCM 6 En fait il existe 3 mutations différentes de la maladie de Gaucher : les mutations SS, RS et RR. Les chercheurs souhaitent évaluer si la proportion de succès de ce traitement est liée à la mutation. Ils réalisent une étude dont le tableau de contingence est donné ci-dessous. Le paramètre du test vaut $K=72$. Cochez la ou les propositions exactes.

	Mutation SS	Mutation RS	Mutation RR
Succès	80	50	20
Echec	20	50	80

- A - On doit faire un test du χ^2 à 1 degrés de liberté
- B - On doit faire un test du χ^2 à 2 degrés de liberté
- C - L'hypothèse nulle du test est que la probabilité de succès est la même quelle que soit la mutation
- D - Tous les effectifs calculés valent 50
- E - Les chercheurs concluent que la proportion de succès est différente suivant la mutation, au risque 5%

Une étude publiée récemment a été réalisée en Grande Bretagne pour apporter des informations épidémiologiques sur la violence. Au total, le groupe interrogé comprenait 8000 individus (4000 hommes et 4000 femmes), dont 1000 (750 hommes et 250 femmes) ont rapporté un comportement violent. Deux tiers des sujets violents avaient des troubles de la personnalité contre un tiers des non violents. *Les données de l'étude ont été légèrement modifiées pour simplifier les calculs.*

QCM 12 On souhaite alors étudier si la proportion de sujets violents est ou non identique en France à celle notée dans cette étude anglaise. Sur les 100 individus français interrogés, on observe 10 individus « violents ». Cochez la ou les propositions exactes.

- A - On peut dire que la proportion de sujets violents en France est de 10%
- B - L'intervalle de pari à 95% de la proportion de sujets violents en France est compris entre 4 et 16%
- C - L'intervalle de confiance à 95% de la proportion de sujets violents en France est compris entre 4 et 16%
- D - Un intervalle de pari à 90% est toujours plus étroit qu'un intervalle de pari à 95% de la même variable pour une taille d'échantillon donnée
- E - On peut réaliser un test de l'écart-réduit

La nevirapine est un médicament antirétroviral donné chez les patients infectés par VIH comme un des composants de la trithérapie. On étudie ce traitement au Cambodge.

QCM8- Dans la population caucasienne, les concentrations dans le plasma sont en moyenne de 5 mg/L après une dose standard. On effectue une étude chez 36 patients cambodgiens avec cette dose standard, et on trouve une concentration moyenne observée de 6,5 mg/L avec un écart-type de 6 mg/L. On souhaite tester si la concentration moyenne chez les cambodgiens est différente de celle des patients caucasiens. Cochez la ou les propositions exactes.

- A. Soit μ la moyenne théorique des concentrations chez les cambodgiens et m la concentration moyenne observée chez les cambodgiens. L'hypothèse nulle du test s'écrit $m=5$
- B. Soit μ la moyenne théorique des concentrations chez les cambodgiens et m la concentration moyenne observée chez les cambodgiens. L'hypothèse nulle du test s'écrit $\mu=5$
- C. On effectue un test du χ^2 à un degré de liberté
- D. On ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle au risque 5%, mais on a pu faire une erreur de deuxième espèce
- E. On rejette l'hypothèse nulle au risque 5%, mais on a pu faire une erreur de première espèce

On apprend que la nevirapine est transformée dans l'organisme par une enzyme et que certains patients sont métaboliseurs lents, c'est-à-dire qu'ils éliminent moins bien le médicament.

QCM11- On apprend que l'activité de cette enzyme dépend du polymorphisme génétique du gène CYP2B6. On trouve chez 100 patients caucasiens 80 patients avec le polymorphisme CC et 20 avec le polymorphisme CT. Chez 100 patients cambodgiens, 10 ont le polymorphisme CC, 50 le CT et 40 le TT. On veut comparer la répartition des polymorphismes entre les caucasiens et les cambodgiens. **On trouve que le paramètre du test vaut $K = 100$.** Cochez la ou les propositions exactes.

- A. On a effectué un test du χ^2 à 6 degrés de liberté
- B. Les conditions de validité du test sont vérifiées
- C. Si l'hypothèse nulle est vraie, le nombre calculé de patients ayant le polymorphisme TT chez les caucasiens est de 20
- D. On conclut que la répartition des polymorphismes du CYP2B6 est significativement différente entre les caucasiens et les cambodgiens (au risque 5%)
- E. Le degré de signification du test est inférieur à 0,001

2012

Un médecin étudie l'apparition de bactéries résistantes après administration d'antibiotiques.

QCM 8- Il est connu qu'après un traitement antibiotique standard 10% des patients ont des bactéries résistantes. Un médecin réalise une étude dans un service de réanimation chez 100 patients ayant reçu un nouvel antibiotique appelé Nouvant. Il observe 31 patients qui ont des bactéries résistantes. Il veut savoir si la proportion de bactéries résistantes avec Nouvant est différente de la proportion avec l'antibiotique standard. Cochez la ou les propositions exactes.

- A. Avec Nouvant, la proportion observée de patients ayant des bactéries résistantes est de 10%
- B. Avec Nouvant, la proportion théorique de patients ayant des bactéries résistantes est de 31%
- C. Soit π la proportion théorique de bactéries résistantes avec Nouvant. L'hypothèse nulle du test s'écrit $\pi = 10\%$
- D. Il rejette l'hypothèse nulle au risque 5%
- E. Le degré de signification est inférieur à 10^{-9}

QCM 9- Il décide d'étudier la résistance au Nouvant dans trois services de réanimation différents chez 100 malades à chaque fois. Il veut comparer si la proportion de patients avec des bactéries résistantes est identique dans les 3 réanimations. A Bichat il trouve 31 patients avec des bactéries résistantes, à Lariboisière il en trouve 42 et à St Louis il en trouve 27. **Le paramètre du test a pour valeur $K = 5,43$.** Cochez la ou les propositions exactes.

- A. Il peut faire un test du χ^2 à 2 degrés de liberté
- B. Il peut faire un test du χ^2 à 3 degrés de liberté
- C. L'hypothèse nulle postule que la proportion de bactéries résistantes diffère entre les 3 réanimations
- D. Il conclut que la proportion de bactéries résistantes n'est pas significativement différente entre les 3 réanimations au risque 5%
- E. Les conditions de validité du test ne sont pas vérifiées

2011

QCM 12 Le médecin traite maintenant 300 patients par octréotide et il mesure s'il y a, ou pas, une amélioration de la capacité au bout d'un an de traitement. Chez chacun des patients, on mesure sur un scanner en début de traitement le taux de fixation qui est classé en faible, moyen, ou élevé. Le médecin souhaite analyser le lien entre amélioration (oui/non) et le taux de fixation (faible/moyen/élevé).

Parmi les réponses suivantes, dire la(les) proposition(s) vraie(s).

- a - On peut effectuer un test du χ^2 à 2 degrés de liberté (si les conditions de validité sont vérifiées)
- b - On peut effectuer un test de l'écart réduit (si les conditions de validité sont vérifiées)
- c - L'hypothèse nulle est que l'amélioration et le taux de fixation sont indépendants.
- d - Les conditions de validité sont vérifiées car il y a plus de 30 patients
- e - Les conditions de validité seront vérifiées si, dans chacun des groupes de patients définis par un taux de fixation faible, moyen, ou élevé, les nombres de patients observés avec amélioration et sans amélioration sont tous supérieurs ou égaux à 5

Le médecin souhaite comparer les performances de son ancien appareil d'échographie à celles d'un nouvel appareil.

QCM 10 Il réalise l'étude dans deux groupes de 200 femmes et il observe 50 erreurs avec l'ancien appareil et 30 avec le nouveau. Il veut tester si la proportion d'erreurs est identique entre les deux appareils. Il effectue un test approprié. Dire la(les) proposition(s) vraie(s).

- a - Le test est significatif au risque 5%
- b - Le test n'est pas significatif au risque 5%
- c - Le test est significatif au risque 2%
- d - Le degré de signification du test est inférieur à 2%
- e - Le degré de signification du test est inférieur à 1%

QCM 12 Il réalise une étude comparant 3 types d'appareil dans 3 groupes de 100 femmes. Le nombre d'erreurs trouvé est de 20 avec l'appareil 1, de 10 avec l'appareil 2 et de 0 avec l'appareil 3. Il souhaite tester si la probabilité d'erreur est liée à l'appareil. Dire LA proposition vraie.

- a - L'hypothèse nulle postule une liaison entre l'erreur et le type d'appareil
- b - L'hypothèse nulle postule l'indépendance entre l'erreur et le type d'appareil
- c - L'hypothèse nulle postule que la probabilité d'erreur est différente d'un appareil à l'autre
- d - On peut faire un test du χ^2 à 3 degrés de liberté
- e - Les conditions de validité du test ne sont pas respectées

2009

QCM 9 En regardant plus précisément l'étude de 2007, on note : 50% des patients ne présentent aucune résistance, 20% présentent une résistance à une seule molécule, 20% une résistance à 2 molécules et 10% une résistance à au moins 3 molécules. On réalise une étude en 2008 chez 100 patients, et on observe 50 patients sans aucune résistance, 25 patients avec résistance à une seule molécule, 20 avec résistance à 2 molécules et 5 avec résistance à au moins 3 molécules. On teste si la répartition du nombre de résistance aux traitements du paludisme a évolué entre 2007 et 2008. Parmi les propositions suivantes, dire la(les) proposition(s) vraie(s).

- a - On peut utiliser un test de l'écart-réduit
- b - On peut utiliser un test du χ^2 à 3 degrés de liberté
- c - Les conditions de validité sont vérifiées car le plus petit effectif observé vaut 5
- d - On conclut que la répartition des résistances en 2008 est différente de la répartition en 2007 (au risque 5%)
- e - On ne peut pas conclure que la répartition des résistances en 2008 est différente de la répartition en 2007 (au risque 5%)

QCM 12 On réalise un essai thérapeutique randomisé avec 200 enfants recevant le traitement de prévention et 200 enfants recevant un placebo. Le nombre d'enfants infectés est de 10 dans le groupe traitement et de 70 dans le groupe placebo. On souhaite tester l'efficacité du traitement préventif. Parmi les propositions suivantes, dire la(les) proposition(s) vraie(s).

- a - L'hypothèse nulle s'écrit $\pi_T - \pi_P = 0$, où π_T et π_P sont respectivement les proportions théoriques d'infection sous traitement et sous placebo
- b - On peut réaliser un test de l'écart-réduit
- c - On ne rejette pas l'hypothèse nulle au risque 5%
- d - On conclut à l'efficacité du traitement au risque 5%
- e - Le degré de signification du test est inférieur à 10^{-3}

2008

On s'intéresse à la survenue de bactéries résistantes dans les selles chez les patients recevant un traitement antibiotique de 10 jours. Une large étude réalisée en 2007 a retrouvé une résistance chez 80% des patients avec l'antibiotique A. On réalise une étude en janvier 2008 chez 100 patients qui reçoivent l'antibiotique B et on trouve 60 patients présentant une résistance.

QCM 7 On cherche à tester si la proportion de résistance observée dans cette étude avec l'antibiotique B est différente de celle trouvée en 2007 avec l'antibiotique A. On arrondira les pourcentages à 1% près. Parmi les propositions suivantes, dire la(les) proposition(s) vraie(s).

- a - L'intervalle de pari à 95% de la proportion observée de résistance avec l'antibiotique B sur un échantillon de 100 patients vaut [50%; 70%]
- b - L'intervalle de pari à 95% de la proportion observée de résistance avec l'antibiotique A sur un échantillon de 100 patients vaut [72%; 88%]
- c - Pour faire le test on peut utiliser un test du χ^2 à 2 degrés de liberté
- d - Pour faire le test on peut utiliser l'intervalle de pari à 95% de la proportion observée de résistance avec l'antibiotique A sur un échantillon de 100 patients
- e - L'hypothèse nulle de ce test s'écrit $p = 80\%$ où p est la proportion observée de résistance avec l'antibiotique B.

- QCM 8** On teste si la proportion de résistance observée dans cette étude avec l'antibiotique B est différente de celle trouvée en 2007 avec l'antibiotique A et on utilise le test de l'écart-réduit. Parmi les propositions suivantes, dire LA proposition vraie,
- a - On ne rejette pas l'hypothèse nulle au risque 5%
 - b - Le degré de signification du test est inférieur à 10^{-6}
 - c - Le degré de signification du test est inférieur à 10^{-7}
 - d - On conclut à la responsabilité de l'antibiotique B dans la diminution de la résistance (au risque 5%).
 - e - On conclut que l'antibiotique B donne autant de résistance que l'antibiotique A (au risque 5%).

2007

On s'intéresse aux septicémies (infections bactériennes sanguines) à E. Coli, à leur sévérité et à leur traitement. Les bactéries E. Coli appartiennent à quatre groupes phylogénétiques A, B1, D, B2. Ce sont usuellement des bactéries commensales de l'homme (hôtes usuels de l'intestin) qui peuvent devenir pathogènes, provoquant des septicémies parfois mortelles.

- QCM 8** On sait que dans la population française, la répartition des E. Coli commensaux de l'homme comprend 30% de A, 20% de B1, 30% de D et 20% de B2. On a analysé les souches pathogènes dans un échantillon représentatif de 100 patients atteints de septicémie. On trouve 20 souches A, 20 souches B1, 20 souches D et 40 souches B2. On veut tester si la répartition des E. Coli pathogènes responsables de septicémies est la même ou non que celle connue pour les E. Coli commensaux en France. Parmi les questions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) vraie(s)?
- a - On peut faire un test z
 - b - On peut faire un test du χ^2 à 1 degré de liberté
 - c - On peut faire un test du χ^2 à 3 degrés de liberté
 - d - On conclut que la répartition des E. Coli pathogènes est significativement différente, au risque 5%, de la répartition donnée pour les E. Coli commensaux en France
 - e - On conclut que la répartition des E. Coli pathogènes est significativement identique, au risque 5%, de la répartition donnée pour les E. Coli commensaux en France

- QCM 9** On veut comparer, chez des patients ayant une septicémie, la proportion de E. Coli de type B2 suivant que l'évolution de la septicémie est mortelle ou non. On constitue deux échantillons représentatifs constitués chacun de 200 patients ayant une septicémie mortelle (groupe M) ou non (groupe V). On trouve 140 E. Coli de type B2 dans le groupe M et 60 dans le groupe V. On veut tester si la proportion de E. Coli de type B2 est identique chez les patients ayant une septicémie mortelle ou non.

Parmi les questions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) vraie(s)?

- a - On peut faire un test z
- b - On peut faire un test du χ^2 à 2 degrés de liberté
- c - Les conditions de validité du test sont vérifiées car $0,3 \times 200$, ce qui correspond à la plus petite des conditions de validité, est supérieur ou égal à 5
- d - On ne peut pas conclure que la proportion de E. Coli type B2 est significativement différente, au risque 5%, entre les deux groupes de patients
- e - On rejette l'hypothèse nulle avec un degré de signification inférieur à 10^{-3}

Au cours de l'hiver 2005-2006, on effectue des tests chez des éleveurs de volaille atteints de grippe sévère afin de savoir s'ils sont atteints par le virus H5N1 de la grippe aviaire.

QCM 10 Chez 200 éleveurs de Provence-Alpes Côte d'Azur atteints de grippe, 44 étaient infectés par le virus H5N1. Chez 200 éleveurs de Bretagne, 36 étaient infectés par le virus H5N1. On se demande si les proportions de virus H5N1 chez les éleveurs de volaille atteints de grippe sévère diffèrent entre les deux régions. Parmi les propositions suivantes, la(les)quelle(s) est(sont) vraie(s) ?

- a - On peut utiliser un test du χ^2 à 2 d.d.l.
- b - On peut utiliser un test du χ^2 à 1 d.d.l.
- c - On peut utiliser un test de l'écart-réduit
- d - On a démontré que les proportions théoriques sont différentes dans les deux régions au risque 5%
- e - On a démontré que les proportions théoriques sont identiques dans les deux régions au risque 5%

QCM 11 On effectue la même étude chez 100 éleveurs de volaille atteints de grippe sévère d'Ile de France et aucun n'est trouvé atteint de la grippe aviaire. On souhaite comparer les trois régions par un test du χ^2 et on trouve comme paramètre du test $K = 25$.

Parmi les propositions suivantes, la(les)quelle(s) est (sont) vraie(s) ?

- a - On utilise un test du χ^2 à 2 d.d.l.
- b - On utilise un test du χ^2 à 1 d.d.l.
- c - On ne peut pas réaliser ce test, car les conditions de validité ne sont pas vérifiées en Ile de France
- d - On conclut que les variables grippe aviaire et région sont liées au risque 5%
- e - Le degré de signification est inférieur à 0,001

2023 Session 2

Une étude a pour but d'évaluer l'impact d'une intervention sportive. Cette étude porte sur 400 hommes âgés de 60 à 70 ans répartis aléatoirement dans un groupe contrôle (groupe C de 200 hommes) et un groupe suivant cette intervention sportive (groupe I de 200 hommes).

Le nombre d'hommes ayant eu au moins un événement cardiovasculaire pendant cette étude est de 15 dans le groupe C et de 5 dans le groupe I. On a mesuré le taux de cholestérol HDL (HDL en mg/dL) à la fin de l'étude. La moyenne observée de HDL est de 61,1 mg/dL (avec un écart-type observé de HDL de 33 mg/dL) dans le groupe C. La moyenne observée de HDL est de 50,0 mg/dL (avec un écart-type observé de HDL de 33 mg/dL) dans le groupe I.

Question n°10 On souhaite comparer la proportion théorique d'avoir au moins un événement cardiovasculaire avec ou sans intervention sportive.

Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s)?

- A. On peut réaliser un test du χ^2 à 1 degré de liberté
- B. On peut réaliser un test de l'écart réduit z de comparaison de proportions
- C. Sous l'hypothèse nulle, l'effectif attendu d'hommes ayant au moins un événement cardiovasculaire dans le groupe C est 15
- D. Au risque 1 %, on ne met pas en évidence un effet de l'intervention sportive
- E. Au risque 5 %, on ne met pas en évidence un effet de l'intervention sportive

Exercice 3

Une des possibles complications médicales suite à l'infection d'un adulte par le virus de la rougeole est l'apparition d'une pneumonie rougeoleuse qui impose une hospitalisation en réanimation.

On a interrogé l'ensemble des services de réanimation de France et tiré au sort 200 patients adultes hospitalisés pour pneumonie suite à une rougeole (cas) et 300 patients adultes, hospitalisés en réanimation pour une pneumonie d'une autre cause (témoins).

On souhaite dans un premier temps évaluer si la proportion de patients vaccinés diffère entre les cas et les témoins. On interroge pour cela les 500 patients sur leur éventuelle vaccination, que l'on catégorise en trois classes :

- correctement vacciné (2 doses reçues),
- insuffisamment vacciné (1 seule dose reçue)
- et non vacciné (aucune vaccination).

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

	Non vaccinés	Insuffisamment vaccinés	Correctement vaccinés
Cas	50	50	100
Témoins	50	0	250

Question n°11 Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s)?

- A. L'échantillon des 200 cas est représentatif de la population des patients atteints de pneumonie rougeoleuse en réanimation
- B. L'échantillon des 500 patients de l'étude est représentatif de la population des patients adultes hospitalisés en réanimation pour une pneumonie
- C. La prévalence de la non-vaccination chez les patients qui présentent une pneumonie rougeoleuse en réanimation peut être estimée ponctuellement par la valeur 0,25
- D. Il est possible que la prévalence de la non-vaccination dans la population des cas soit en dehors de son intervalle de confiance à 95%
- E. La prévalence de la vaccination correcte dans la population des témoins diffère significativement, au seuil 5%, de la valeur théorique de 0,75

Question n°14 On souhaite comparer les proportions théoriques de patients non vaccinés entre les cas et les témoins. Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s)?

- A. On peut réaliser un test du χ^2 à 2 degrés de liberté
- B. On peut réaliser un test z car il y a au moins 30 patients dans chaque groupe
- C. Si on fait le test, du χ^2 , on trouve $K = 5,2$ (à 0,1 près)
- D. Le degré de signification est inférieur à 2%
- E. On ne rejette pas l'hypothèse nulle au risque 5%

Question n°15 On souhaite étudier le lien entre le statut vaccinal (en trois classes tel que présenté dans le tableau) et le statut Cas/Témoin. Un professeur de biostatistiques propose un nouveau test statistique. Il réalise ce test sur les effectifs du tableau de l'énoncé, rejette l'hypothèse nulle au risque 5% et obtient un degré de signification de 0,015. Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s)?

- A. Sous l'hypothèse nulle, les proportions théoriques de patients non vaccinés chez les cas et les témoins sont identiques
- B. Sous l'hypothèse nulle, les proportions théoriques de patients correctement vaccinés chez les cas et les témoins sont différentes
- C. Au seuil 10%, le test aurait nécessairement conduit au rejet de l'hypothèse nulle
- D. Au seuil 2%, le test aurait nécessairement conduit au non rejet de l'hypothèse nulle
- E. Ce professeur aurait pu faire un test z de comparaison de deux proportions

2021 Session 2

Question n°13 Afin de mieux évaluer ce nouveau vaccin W, le statisticien conseille de faire une étude chez 200 participants, 100 qui recevront le vaccin J et 100 qui recevront le vaccin W. Pour le vaccin J, on obtient une moyenne expérimentale du taux d'anticorps de 103 UI et un écart type expérimental de 8 UI. Pour le vaccin W, on obtient une moyenne expérimentale du taux d'anticorps de 105 UI et un écart type expérimental de 8 UI.

Question n°14 Un autre conseiller au Ministère de la Santé précise que, ce qui est important, c'est d'avoir une protection vaccinale efficace, c'est à dire d'avoir un taux d'anticorps au-dessus de 80 UI. On analyse à nouveau les données de l'étude précédente (celles de la question 13) et on trouve que les proportions de patients non protégés ayant des anticorps en dessous de 80 UI sont de 8% pour le vaccin J et de 4% pour le vaccin W. On suppose que le taux d'anticorps avec le vaccin J suit une loi normale d'espérance 100 UI et d'écart-type 10 UI. Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s)

- A. Les conditions de validité du test de comparaison de proportions avec les vaccins J et W ne sont pas respectées car la proportion observée de patients non protégés avec le vaccin W vaut 4%
- B. On rejette l'hypothèse nulle au risque 5%, mais on a pu commettre une erreur de type I
- C. On ne rejette pas l'hypothèse nulle au risque 5%, mais on a pu commettre une erreur de type II
- D. Avec le vaccin J, on s'attend à une proportion de 98% de participants protégés (à 1% près)
- E. Avec le vaccin J, on s'attend à une proportion de 50% de participants non protégés (à 1% près)

Question n°15 Le ministère de la santé s'intéresse à la protection avec le vaccin W pour différentes classes d'âge. Il réalise une étude chez 600 patients dont les résultats sont dans le tableau suivant :

	Age < 50 ans	50 < Age < 70	Age > 70 ans	Total
Protégé	195	190	185	570
Non Protégé	5	10	15	30
Total	200	200	200	600

Il veut comparer la protection vaccinale entre les trois groupes d'âge. Il trouve que la statistique de test vaut $K = 5,3$. Parmi les propositions suivantes, laquelle est (ou lesquelles sont) exacte(s) :

- A. L'hypothèse nulle postule l'indépendance entre l'âge et la protection vaccinale
- B. Il peut réaliser un test du χ^2 où la statistique de test suit sous H_0 une loi du χ^2 à 3 degrés de liberté
- C. Sous l'hypothèse nulle, l'effectif attendu de patients non protégés dans chaque groupe d'âge est de 10
- D. Il conclut à un lien significatif entre l'âge et la protection vaccinale au risque 5%
- E. Il ne met pas en évidence de lien significatif entre l'âge et la protection vaccinale au risque 5%