

Université Claude Bernard



Lyon 1



Tutorat Lyon Est

Unité d'Enseignement 3

BANQUE DE QCM

2013 - 2022

Statistiques pour l'épidémiologie
QUESTIONS-REPNSES

Question 1

Plusieurs observations semblent en faveur d'un lien entre la fréquence de consommation de charcuterie par semaine et le risque de développer un cancer colorectal. On souhaite donc vérifier cette hypothèse d'un lien entre charcuterie et cancer colorectal. Pour cela, on réalise une étude incluant des sujets ne présentant pas de cancer colorectal. Leur consommation de charcuterie hebdomadaire est recueillie par questionnaire et classée en trois niveaux de consommation : faible, moyen ou élevé.

Les sujets inclus dans l'étude sont suivis pendant 10 ans pour identifier l'apparition d'un cancer colorectal.

On résume les résultats de l'étude dans le tableau ci-dessous :

Consommation de charcuterie	Taux relatif	Intervalle de confiance des taux relatifs à 95%
Faible	1	
Moyen	1,1	[0,9; 1,2]
Elevé	1,2	[1,1; 1,3]

- A. Il s'agit d'une étude cas-témoins.
- B. Cette étude permet d'estimer l'incidence du cancer colorectal en fonction du niveau de consommation en charcuterie.
- C. Au risque de 5%, on peut admettre un taux d'incidence du cancer colorectal plus élevé pour les sujets présentant une consommation moyenne par rapport à ceux avec une consommation faible.
- D. Au risque de 5%, on admet un taux d'incidence du cancer colorectal plus élevé pour les sujets présentant une consommation élevée par rapport à ceux avec une consommation faible.
- E. Cette étude nous permet de conclure à une relation causale entre facteur et maladie.

Question 1 [BD]

A FAUX. Ici, on suit dans le temps de façon individuelle les sujets inclus dans l'étude. On se trouve donc dans le cas d'une étude de cohorte. On précise d'ailleurs qu'à l'inclusion dans l'étude, les sujets ne présentent pas le critère de résultat (cancer colorectal).

B VRAI. On se trouve donc, comme dit précédemment dans le cas d'une étude de cohorte, donc une étude longitudinale. On va donc pouvoir suivre les sujets et l'apparition du cancer colorectal. On va donc pouvoir estimer l'incidence du cancer colorectal en fonction du niveau de consommation en charcuterie.

C FAUX. Tous les résultats sont tirés du tableau.

On observe que le taux relatif de présenter un cancer colorectal chez les sujets ayant une consommation moyenne est 1,1 fois supérieur à celui des sujets qui avaient une consommation faible. On pourrait donc conclure à un taux d'incidence plus élevé.

Cependant, l'intervalle de confiance à 95% du taux relatif contient la valeur 1. L'étude ne permet pas de conclure que le taux relatif est significativement supérieur à 1. On n'admet donc pas une différence significative des taux d'incidence au seuil de 5%.

D VRAI. Comme dans l'item C. On peut donc affirmer que le taux d'incidence du cancer colorectal est significativement plus élevé pour les sujets présentant une consommation élevée par rapport à ceux avec une consommation faible.

E FAUX. Une seule étude observationnelle ne permet pas de conclure à une relation causale entre facteur et maladie.

Question 2

Face au nombre important de dépression du fait des conditions professionnelles (stress, pression et soucis de compétitivité et risque de chômage), on souhaite évaluer l'effet de la musique sur l'incidence de la dépression dans une grande entreprise.

Pour être inclus dans l'étude, les sujets ne doivent pas présenter de dépression à l'inclusion. Finalement, 2400 sujets sont inclus dans l'étude et randomisés de façon équilibrée dans le groupe A ou dans le groupe B. Les deux groupes sont donc de taille identique.

- Le groupe A est le groupe test qui est donc exposé à la musique lors de ses heures de travail.
- Le groupe B est le groupe contrôle, qui n'est pas exposé à la musique lors de ses heures de travail.

On suit donc ces 2 groupes durant un an. On compte à la fin de notre étude 200 personnes en dépression chez les exposés contre 400 chez les non exposés.

Le nombre de personnes années vaut dans le groupe A 1100 et vaut dans le groupe B 1000.

Aides au calcul : $e^{-\frac{1}{3}} \approx 0,72$; $e^{-\frac{1}{6}} \approx 0,84$; $e^{-\frac{1}{2}} \approx 0,6$; $e^{-\frac{1}{5}} \approx 0,82$; $e^{-\frac{2}{5}} \approx 0,67$

- A. Le taux d'incidence dans le groupe des exposés vaut 0,2.
- B. Le risque à un an de présenter une dépression chez les non-exposés est égale à 0,67.
- C. Le taux relatif est égale à $\frac{5}{11}$
- D. L'odds ratio vaut 0,6.
- E. Les résultats sont en faveur d'un rôle protecteur de la musique sur le risque de dépression.

Question 2 [CE]

Ici, on n'étudie pas un facteur de risque mais un facteur protecteur (musique au travail). Cependant, cela ne change rien à notre démarche. Je vous remets ici les différentes données de l'énoncé pour que ce soit bien clair pour vous :

Le groupe A correspond au groupe des exposés et le groupe B au non exposés.

- $n_A = 1200$ avec $M_A = 200$ et $\overline{M}_A = 1000$
- $n_B = 1200$ avec $M_B = 400$ et $\overline{M}_B = 800$

A FAUX Le taux d'incidence correspond au nombre de nouveaux cas sur le nombre de personnes années, soit sur la durée totale d'observation.

$$\text{Donc } \lambda_A = \frac{\text{nombre de nouveau cas chez les exposés}}{\text{nombre de personnes années}} = \frac{200}{1100} = \frac{2}{11} \neq 0,2$$

B FAUX Comme on a aucun perdu-vu, on peut faire directement le rapport du nombre d'événements sur l'effectif du groupe à l'inclusion : $R(T \leq 1) = \frac{400}{1200} = \frac{1}{3} \approx 0,33$

On peut aussi passer par le taux d'incidence. Il nous faut tout d'abord calculer notre taux d'incidence dans le groupe B, sous l'hypothèse de taux constant au cours du suivi.

$$\text{Soit } \lambda_B = \frac{\text{nombre de nouveau cas chez les non-exposés}}{\text{nombre de personnes années}} = \frac{400}{1000} = 0,4$$

On nous demande donc $R(T \leq 1)$

$$R(T \leq 1) = 1 - e^{-\lambda_B \times t} = 1 - e^{-0,4} \approx 1 - 0,67 \approx 0,33.$$

C VRAI Le taux relatif correspond au rapport entre le taux d'incidence des exposés sur le taux d'incidence des non-exposés.

$$\text{Soit, TR} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{\frac{2}{11}}{0,4} = \frac{20}{44} = \frac{10}{22} = \frac{5}{11}$$

D FAUX Ici, il nous faut d'abord calculer les odds de la maladie chez les exposés et l'odds de la maladie chez les non exposés.

$$\text{Odds maladie chez exposés} = \frac{M_E}{\bar{M}_E} = \frac{200}{1000} = 0,2$$

$$\text{Odds maladie chez non-exposés} = \frac{M_{\bar{E}}}{\bar{M}_{\bar{E}}} = \frac{400}{800} = 0,5$$

Donc, l'odds ratio est égale à :

$$\text{OR} = \frac{\text{Odds maladie chez exposés}}{\text{Odds maladie chez non-exposés}} = \frac{0,2}{0,5} = \frac{2}{5} = 0,4$$

E VRAI. D'après les items précédents, on a pu constater que le taux d'incidence des exposés était inférieur à celui des non exposés et on peut aussi noter un odds ratio inférieur à 1. Les résultats sont en faveur d'un rôle protecteur de la musique sur le risque de dépression. Pour conclure sur le rôle protecteur, il faudrait soit le résultat du test statistique qui compare les taux d'incidence soit un intervalle de confiance du taux relatif ou de l'odds ratio.

Question 3

On souhaite déterminer si l'exposition aux algues vertes est un facteur de risque d'asthme. Un échantillon de 1000 sujets habitant un village des Côtes d'Armor touché par les algues vertes et un échantillon de 1000 sujets habitant un village du Vaucluse ont été constitués. Les sujets inclus dans l'étude n'étaient pas asthmatiques lors de leur inclusion dans l'étude.

On note A l'échantillon provenant du village des Côtes-d'Armor et B l'échantillon provenant du village du Vaucluse.

Les sujets ont été suivis pendant 10 ans et la survenue d'un asthme au cours du suivi a été recueillie. Après 10 ans, on note dans le groupe A 100 cas d'asthme détectés, contre 70 dans le groupe B.

- A. La prévalence de l'asthme dans le groupe A vaut 10%.
- B. Il s'agit ici d'une étude longitudinale.
- C. L'estimation du risque à 10 ans dans le groupe A est égale à 1%.
- D. Un biais potentiel dans cette étude est le biais de mémoire.
- E. L'odds ratio vaut ici environ $\frac{31}{21}$.

Question 3 [BE]

A FAUX Ici, on se trouve dans le cas d'une étude de cohorte, donc une étude longitudinale. Les sujets n'ont pas la maladie lorsqu'ils sont inclus dans l'étude. Ils sont suivis pour identifier la survenue de la maladie, c'est-à-dire les nouveaux cas. Cette étude permet donc de mesurer l'incidence de la maladie. La prévalence se calcule dans les études transversales.

B VRAI Comme dit précédemment, on est dans le cas d'une étude de cohorte avec un suivi des sujets pour identifier la survenue de la maladie. Il s'agit donc d'une étude longitudinale.

C FAUX Dans le groupe A, on a :

$$N_A = 1000$$

$$M_A = 100 \text{ (nombre de nouveau cas détectés)}$$

$$t = 10 \text{ ans}$$

Donc, l'estimation du risque, notée \hat{R} , vaut :

$$\hat{R} = \frac{M_A}{N_A} = \frac{100}{1000} = 10\%$$

D FAUX Dans cette étude l'exposition des sujets aux algues vertes est mesurée dans le temps présent. Le biais de mémoire concerne les études cas-témoins dans lesquelles la mesure de l'exposition au facteur de risque étudié se fait dans le passé par l'interrogatoire des cas et des témoins. En général les cas se souviennent mieux de leur exposition que les témoins, ce qui entraîne une surestimation de l'effet du facteur de risque.

E VRAI En reprenant les données de l'énoncé, on a :

- $M_A = 100$ et $\bar{M}_A = 900$

- $M_B = 70$ et $\bar{M}_B = 930$

$$\text{Donc odds maladie chez les exposés} = \frac{M_A}{\bar{M}_A} = \frac{100}{900} = \frac{1}{9}$$

$$\text{Et odds maladie chez les non exposés} = \frac{M_B}{\bar{M}_B} = \frac{70}{930} = \frac{7}{93}$$

$$\text{Donc, Odds ratio maladie} = \frac{\text{Odds maladie chez les exposés}}{\text{Odds maladie chez les non exposés}}$$

$$\text{D'où, OR} = \frac{\frac{1}{9}}{\frac{7}{93}} = \frac{1}{9} \times \frac{93}{7} = \frac{3 \times 31}{3 \times 3 \times 7} = \frac{31}{21}$$

Question 4

On souhaite étudier le lien entre l'exposition à des rayonnements radioactifs et la survenue de cancer de la thyroïde. Pour cela, deux groupes ont été constitués suite à la fuite nucléaire de Tchernobyl en 1986 : le groupe 1 composé de 600 individus habitant à moins de 500km de la catastrophe (qui ont reçu une dose égale à 5 fois la dose au-dessous de laquelle on considère qu'il n'y a aucun effet) et le groupe 2 composé de 400 individus situés à plus de 1500km qui ont reçu une dose inférieure à la dose en dessous de laquelle on considère qu'il n'y a aucun effet observé).

On a suivi ces deux groupes pendant 10 ans et on a noté l'apparition ou non de la maladie : 150 ont développé la maladie dans le groupe 1 contre 30 dans le groupe 2. On considère que ceux qui ont contractés la maladie ont été suivis 5 ans. On suppose que les taux d'incidence sont constants sur la durée de l'étude et qu'il n'y a aucun perdu de vue.

Aides au calcul : $150/4650 = 0,032$ $150/5250 = 0,028$ $30/3850 = 0,0078$ $30/4350 = 0,0068$

$$0,028/0,0078 = 3,6 \quad 0,032/0,0068 = 4,7$$

- A. L'étude réalisée est une étude transversale.
- B. Les taux d'incidence de la maladie dans les deux groupes 1 et 2 sont : $\lambda_1 = 0,4$ et $\lambda_2 = 0,045$.
- C. Le taux relatif du groupe 1 par rapport au groupe 2 est environ égal à 3,6.
- D. Le risque de la maladie à la fin de l'étude dans le groupe 1 est $R = 1 - e^{-0,028}$
- E. Si le risque relatif de la maladie du groupe 1 par rapport au groupe 2 est supérieur à 1, on pourra directement conclure que l'exposition à des doses inhabituellement élevées de rayonnements radioactifs est liée à l'apparition de cancers de la thyroïde.

Question 4 [C]

A FAUX. On constitue 2 groupes : exposés (gpe 1) et non-exposés (gpe 2). Au début de l'étude, aucun individu n'est malade, on va donc suivre ces groupes dans le temps pour observer l'apparition éventuelle de la maladie. C'est donc une étude de cohorte et non une étude transversale qui ne fait aucun suivi mais mesure seulement la prévalence à un instant t.

B FAUX. Les taux d'incidences sont calculés avec la formule suivante : $\lambda = \text{nombre de nouveaux cas} / \text{nombre de personnes années}$.

C VRAI. Donc $\lambda_1 = 150 / (450 \times 10 + 150 \times 5) = 150 / 5250 = 0,028$

Et $\lambda_2 = 30 / (370 \times 10 + 30 \times 5) = 30 / 3850 = 0,0078$ Taux relatif = $\lambda_1 / \lambda_2 = 0,028 / 0,0078 = 3,6$

D FAUX. Le risque de la maladie à 10ans (à la fin de l'étude) est $R(10) = 1 - e^{-10 \times \lambda} = 1 - e^{-0,28}$

E FAUX. Avoir un risque relatif supérieur à 1 ne suffit pas pour conclure à un lien : on doit aussi calculer un intervalle de confiance du risque relatif. Si la borne inférieure de l'intervalle est supérieure à 1, alors on peut conclure qu'il y a un lien entre l'exposition à des rayonnements radioactifs et la survenue d'un cancer de la thyroïde.

Question 5

Une étude réalisée sur 500 personnes recherche un éventuel lien entre la vaccination contre les papillomavirus humain (qui peuvent induire le développement de cancer du col de l'utérus chez les femmes) et le développement d'une sclérose en plaque chez les femmes qui ont eu ce vaccin. On interroge 250 femmes ayant une sclérose en plaque et 250 femmes non-malades afin de savoir si elles ont bénéficié du vaccin avant le début de leur maladie. 100 femmes ont été vaccinées chez les malades, et 95 femmes chez les non-malades.

Aide au calcul : $\frac{155}{95} = 1,6$

- A. Le risque de développer la maladie est de 0,5.
- B. On ne peut pas estimer le risque relatif.
- C. L'odds de la maladie est de 100/95.
- D. L'odds ratio d'exposition des patientes atteintes de sclérose en plaques par rapport aux non malades est inférieur à 1,2.
- E. Ce type d'étude présente un risque de biais plus important que les études de cohorte.

Question 5 [BDE]

A FAUX. On ne peut pas calculer le risque car on réalise ici une étude cas-témoin qui ne fait aucun suivi (on interroge des malades et des non-malades sur leur exposition dans le passé).

B VRAI. On ne peut pas estimer le risque de la maladie donc on ne peut pas non plus estimer le risque relatif (qui est un rapport entre 2 risques).

C FAUX. **⚠** On ne peut pas estimer l'Odds de la maladie, on peut seulement calculer l'Odds d'EXPOSITION !

D VRAI. On va successivement calculer les Odds d'exposition chez les malades et chez les non malades :

$$\text{Odds cas} = \frac{P(E|M)}{1-P(E|M)} = \frac{\frac{100}{250}}{\frac{150}{250}} = \frac{100}{150} = \frac{2}{3}$$

$$\text{Odds témoins} = \frac{P(E|\bar{M})}{1-P(E|\bar{M})} = \frac{\frac{95}{250}}{\frac{155}{250}} = 95/155$$

$$\text{OR} = \text{Odds cas} / \text{Odds témoins} = \frac{2}{3} \times \frac{155}{95} = \frac{2}{3} \times 1,6 = 3,2/3 \text{ qui est environ égal à } 1.$$

E VRAI. Les études cas-témoins présentent effectivement un biais plus important que les études de cohorte car les individus inclus dans l'étude sont interrogés sur leur exposition antérieure alors qu'ils sont suivis pendant l'exposition dans les études de cohorte.

Question 6

On suit 1000 sujets dont 600 toxicomanes pendant 10 ans. On étudie l'apparition de l'endocardite infectieuse (EI) dans ces 2 populations. Il n'y a pas de perdus de vue. Pour les sujets ayant contracté une EI au cours du suivi, on considère qu'ils ont été suivis la moitié de la durée de suivi totale, soit 5 ans. On dresse le tableau suivant :

	<i>EI</i>	<i>Pas d'EI</i>	<i>Total</i>
<i>Toxicomanes</i>	100	500	600
<i>Non toxicomanes</i>	20	380	400
<i>Total</i>	120	880	1000

Aide aux calculs : $\frac{1}{6} \approx 0.16$ $\frac{1}{55} \approx 0.018$

- A. Il s'agit d'une étude transversale
- B. La prévalence de l'EI dans la population peut être estimée à 0.12
- C. Le taux d'incidence de la maladie peut être estimé chez les toxicomanes à 0.018 cas par personne année
- D. Si le taux d'incidence est constant sur ces 10 ans on peut dire que le risque de l'EI chez les toxicomanes suit la fonction $R(t) = e^{-0.018t}$
- E. Les toxicomanes ont environ 3.3 fois plus de risques de contracter une endocardite infectieuse que les non toxicomanes à 10 ans

Question 6 [CE]

A FAUX. Une étude transversale est réalisée à un moment précis; ici l'énoncé dit qu'on a suivi une cohorte pendant 10 ans. Il ne peut donc pas s'agir d'une étude transversale. Il s'agit d'une étude de cohorte.

B FAUX. Une étude de cohorte ne permet pas d'estimer la prévalence de la maladie dans la population car au moment de leur inclusion dans l'étude, les sujets n'ont pas la maladie étudiée. On ne prend pas en compte les sujets prévalents, c'est-à-dire les sujets de la population qui ont déjà la maladie au début de la période d'observation.

C VRAI. Le taux d'incidence $\hat{\lambda}$ est donné par la formule $\hat{\lambda} = \frac{\text{nombre de nouveaux cas}}{\text{nombre de personne année}}$

Chez les toxicomanes, en 10 ans on a décelé 100 nouveaux cas. Le nombre de personne année est donné par le produit du temps de suivi par le nombre de sujets suivis. On a 500 personnes suivies pendant 10 ans (ceux qui n'attrapent pas la maladie). Pour ceux qui contractent une EI, on approxime leur durée de suivi à 5 ans vu qu'on ne sait pas la durée exacte $\hat{\lambda} = \frac{100}{500 \times 10 + 100 \times 5} = \frac{100}{5500} = \frac{1}{55} \approx 0.018$ cas par personne année

D FAUX. Pour un taux d'incidence λ donné, le risque est donné par la formule : $R(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ Dans notre cas : $R(t) = 1 - e^{-0.018t}$

Ce qui est logique, le risque augmente au cours du temps. La formule de l'item D correspond à celle de la survie, qui, au contraire, diminue selon t.

E VRAI On doit calculer un **Risque Relatif (RR)** :

$$RR = \frac{\text{Risque d'EI chez les toxicos}}{\text{Risque d'EI chez les non toxicos}}$$

Or le risque se calcule par le quotient du nombre de nouveau cas durant la période de suivi (dans la colonne EI) sur le nombre de sujets à risque au début de la période (dans la colonne « total »)

$$RR = \frac{100/600}{20/400} \approx 3.3$$

D'où :

$$\text{Risque d'EI chez les toxicos} \approx 3.3 \times \text{Risque d'EI chez les non - toxicos}$$

Question 7

On souhaite étudier le lien entre le tabagisme et la survenue d'infarctus du myocarde. Pour cela, on constitue un groupe de non-fumeurs de 100 personnes (groupe A), un groupe de 100 individus qui fument 1 à 5 cigarettes par jour (groupe B) et un autre groupe de 100 individus qui fument 10 à 15 cigarettes par jour (groupe C). On suit ces patients pendant 20 ans. Dans le groupe A, 5 ont développés la maladie, alors qu'ils sont 15 dans le groupe B et 25 dans le groupe C. Dans cette étude il n'y a pas eu de perdus de vue et on considérera que les sujets qui ont développé la maladie ont eu un suivi de 10 ans.

$$5/1950 = 0,0025 \quad 15/1850 = 0,0081 \quad 25/1750 = 0,014 \quad 25/1850 = 0,013$$

- A. On ne peut pas calculer la prévalence.
- B. Les taux d'incidence des groupes A, B et C sont respectivement : 0,0025, 0,081 et 0,013.

- C. On ne peut pas calculer de taux relatifs avec cette étude.
- D. Le risque de développer la maladie à t=20ans est de 0,25 dans le groupe C.
- E. Le risque relatif à 20 ans du groupe C par rapport au groupe A est de 5 et celui du groupe B par rapport au groupe A est de 3, donc le risque de développer un infarctus du myocarde semble être augmenté par la consommation de tabac.

Question 7 [ADE]

A VRAI. Cette étude est une étude de cohorte car on inclut des individus non malades et on étudie si ils développent ou non la maladie. A partir d'une étude de cohorte, on peut estimer la prévalence de la maladie à un moment donné en mesurant la fréquence relative de la maladie à un moment donné. Cependant la cohorte constituée par les trois échantillons n'est pas représentative de la population générale.

B FAUX. Comme on a un suivi, on peut calculer les taux d'incidence pour les différents groupes

- $\lambda_A = 5 / (5 \times 10 + 95 \times 20) = 5 / 1950 = 0,0025$
- $\lambda_B = 15 / (15 \times 10 + 85 \times 20) = 15 / 1850 = 0,0081$
- $\lambda_C = 25 / (25 \times 10 + 75 \times 20) = 25 / 1750 = 0,014$

Le taux d'incidence de l'infarctus du myocarde est estimé à 0,014 dans le groupe C et non pas à 0,013.

C FAUX. On peut calculer des taux relatifs avec une étude de cohortes exposés-non exposés.

D VRAI. $R(t) = \text{nombre de nouveaux cas} / \text{nombre de sujets à risque au début de l'étude}$.

$$R_C(20) = 25 / 100 = 0,25$$

E VRAI. On calcule les risques relatifs pour différents niveaux d'exposition : Le risque relatif à 20 ans du groupe C par rapport au groupe A est $RR_{Ca} = R_C(20) / R_A(20) = 0,25 / (5 / 100) = 0,25 / 0,05 = 5$. Le risque relatif à 20ans du groupe B par rapport au groupe A est : $RR_{Ba} = R_B(20) / R_A(20) = (15 / 100) / 0,05 = 3$.

Question 8

On veut savoir s'il existe une relation entre l'exposition à l'amiante et l'apparition d'emphysème pulmonaire (destruction de la paroi des alvéoles pulmonaires). On constitue un échantillon de 500 ouvriers dont 50 ont un emphysème. Parmi ces 500 ouvriers, par des investigations on détermine combien ont été en contact avec de l'amiante pendant une durée minimale définie a priori.

On réalise un test du Chi-2 pour mettre en évidence une éventuelle association. On dresse le tableau de contingence suivant :

	Emphysème	Pas d'emphysème	Total
Intoxiqués	30	70	100

Non intoxiqués	20	380	400
Total	50	450	500

- A. Pour mesurer la force de l'association entre l'exposition et le développement de la maladie, on peut calculer un Risque Relatif.
- B. Le Risque Relatif vaut 6.
- C. L'Odds-Ratio d'exposition est estimé à 3,9.
- D. L'Odds-Ratio d'exposition est estimé à 8,1.
- E. Pour mettre en évidence un effet dose liant emphysème et durée d'intoxication on devrait calculer l'Odds-Ratio de la maladie pour différentes durées d'exposition par rapport à un niveau de base.

Question 8 [DE]

A FAUX. Pour mesurer la force de l'association entre l'exposition et le développement de la maladie, on peut calculer un risque relatif RR_{SEP} . On est dans le cas d'une étude cas-témoin : on n'a donc aucune estimation des risques de la maladie. On ne peut donc pas calculer de risque relatif RR_{SEP} .

B FAUX. Voir A.

C FAUX. Voir D.

D VRAI L'odds ratio d'exposition est estimé à 8,1. On peut calculer un odds-ratio pour une étude cas-témoin. On fait le rapport de l'odds d'exposition sachant qu'on est malade, sur l'odds d'exposition sachant qu'on n'est pas malade.

E VRAI. Pour mettre en évidence un effet dose liant emphysème et durée d'intoxication on devrait calculer l'odds ratio de la maladie pour différentes durées d'exposition par rapport à un niveau de base. C'est du cours. Pour rappel, l'odds ratio de la maladie est égal à l'odds ratio d'exposition (celui qu'on a calculé ci-dessus)

Question 9

On souhaite déterminer si manger des fruits de mer est un facteur de risque pour l'intoxication alimentaire. On dispose d'un échantillon de 500 personnes résidant à Lyon ne présentant pas de signe d'intoxication alimentaire ainsi que d'un échantillon de 50 personnes venant se faire hospitaliser pour intoxication alimentaire et résidant à Lyon. On interroge toute les personnes sur leurs consommations de fruit de mer dans les 24h précédentes. C'est-à-dire qu'on placera l'individu dans le groupe des exposés si sa consommation en fruit de mer est supérieure ou égale à 1 fois par semaine.

On réalise un tableau de contingence :

	Intoxication alimentaire	Pas d'intoxication alimentaire	TOTAL
Consommation supérieur ou égale à 1 fois par semaine de fruits de mer	20	100	120

Consommation occasionnelle inférieur à 1 fois par semaine de fruits de mer	30	400	430
TOTAL	50	500	550

On fera les approximations suivantes : $120/11 = 10$ $100/110 = 1$ $100/390 = 1/4$

- A. L'estimation de l'incidence chez les cas est de 40%
- B. L'estimation de la probabilité d'être exposé chez les témoins est de 25%
- C. Au risque de 5%, on peut dire qu'il existe une relation entre la consommation de fruit de mer et les intoxications alimentaires.
- D. L'odds ratio d'exposition vaut $\frac{8}{3}$
- E. L'odds ratio d'exposition vaut $\frac{2}{12}$

Question 9 : [CD]

A FAUX : Il s'agit ici d'une étude cas-témoin, on ne peut pas faire d'estimation de l'incidence.

B FAUX : Chez les témoins (total de 500 personnes), 100 sont exposés, donc la probabilité d'être exposé est de 1/5.

C VRAI : On commence par calculer les effectifs attendus en s'aidant des approximations.

	Intoxication alimentaire	Pas d'intoxication alimentaire	TOTAL
Consommation supérieur ou égale à 1 fois par semaine de fruits de mer	20 ($120 \cdot 50 / 550 = 120 / 11 = 10$) (avec approximation)	100 ($120 - 10 = 110$)	120
Consommation occasionnelle inférieur à 1 fois par semaine de fruits de mer	30 ($50 - 10 = 40$)	400 ($500 - 110 = 390$)	430
TOTAL	50	500	550

Pour rappel : $\sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \sim \chi^2_{1ddl}$

En s'aidant des approximations on trouve :

$$\chi^2_1 = \frac{(20-10)^2}{10} + \frac{(110-110)^2}{110} + \frac{(30-40)^2}{40} + \frac{(400-390)^2}{390} \approx 13,75 \gg 3,84$$

Étant donné que $\chi^2_1 > 3,84$, la probabilité que la différence observée soit due au hasard est très inférieure à 5%. La différence est statistiquement significative. On peut donc penser qu'il existe un lien entre la consommation de fruit de mer et les intoxications alimentaires.

D. **VRAI** et E. **FAUX** :

$$\widehat{OR} = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{a \times d}{c \times b} = \frac{20 \times 400}{30 \times 100} = \frac{8}{3}$$

Question 10

Une étude a été réalisée parmi les étudiants en médecine de différentes facultés de France pour apprécier l'ampleur du nombre de cas de dépression. Cinq mille étudiants provenant de toute la France ont été inclus dans l'étude. Au début de l'étude tous étaient en pleine santé puis nous avons observé l'apparition d'un syndrome dépressif au cours de leur cursus scolaire. Les syndromes dépressifs ont été diagnostiqués selon des recommandations internationales. Au bout de 8 ans d'étude on a diagnostiqué 1000 cas de syndrome dépressif sur notre échantillon. Les sujets ont été suivis soit 8 ans soit jusqu'au diagnostic de syndrome dépressif. Comme on ne connaît pas la date exacte de diagnostic on considérera celui-ci effectué à 4 ans après le début de l'étude.

- A. Il s'agit d'une étude interventionnelle.
- B. Il s'agit d'une étude de cohorte.
- C. Cette étude permet de déterminer l'incidence des syndromes dépressifs parmi les étudiants en médecine.
- D. Le taux d'incidence du syndrome dépressif est de $\frac{1}{40}$ parmi les étudiants de médecine.
- E. Un intervalle de confiance à 90% du taux d'incidence dans ce cas-là correspondrait à :

$$\lambda \pm 1,64 \times \sqrt{\frac{\lambda}{\text{nombre de personnes-années}}}$$

Question 10 : [BCE]

A FAUX : Dans une étude interventionnelle il y a une intervention du corps médical, par exemple on teste un nouveau traitement en le donnant aux patients. Or dans cette étude on ne fait qu'observer l'apparition des cas, c'est de l'épidémiologie descriptive.

B VRAI : Au début aucun des sujets n'est malade puis on suit nos sujets dans le temps pour enregistrer l'apparition des nouveaux cas. Il s'agit ici d'une cohorte descriptive mais nous pouvons aussi faire des études de cohorte en épidémiologie analytique.

C VRAI : C'est le but des études de cohorte descriptive.

D FAUX : la formule du taux d'incidence est la suivante :

$$\lambda = \frac{\text{nombre de nouveaux cas}}{\text{nombre de personnes-années}} = \frac{1000}{4000*8 + 1000*4} = \frac{1000}{36000} = \frac{1}{36}$$

E VRAI : On a les données obtenues sur un échantillon on peut donc calculer un intervalle de

confiance de λ : $\lambda \pm \frac{z_{\alpha}}{2} \times \sqrt{\frac{\lambda}{\text{nombre de personnes-années}}}$

avec $\frac{z_{\alpha}}{2}$ qui correspond au risque $\alpha=0,1$ à $z_{0,05}$. On regarde dans la table de la loi normale centrée réduite (cas classique) et on trouve 1,6449.

Question 11

Des chercheurs souhaitent évaluer le lien entre la prise de contraceptifs oraux et le risque de faire une embolie pulmonaire (EP) par la suite. Ils ont donc monté une étude en incluant des femmes de 15 à 44 ans ayant fait une embolie pulmonaire ainsi que des femmes venant dans le service pour une autre raison. Il a été demandé de manière systématique à toutes les femmes passant par le service par un questionnaire si elles avaient utilisé des contraceptifs oraux dans les 5 dernières années. Les résultats de l'étude ont été publiés sous forme de tableau :

	Episode d'embolie pulmonaire	Pas d'épisode d'embolie pulmonaire	Total
Prise de contraceptifs oraux	200	400	600
Pas de prise de contraceptifs oraux	200	1000	1200
Total	400	1400	1800

- A. Il s'agit d'une étude cas-témoin.
- B. Le risque relatif d'embolie pulmonaire des femmes exposées aux contraceptifs oraux par rapport aux femmes non exposées est de 2.
- C. L'odds-ratio d'exposition des cas par rapport aux témoins est de 5.
- D. Cette étude semble indiquer que la consommation de contraceptifs oraux est liée à une augmentation du risque de faire une embolie pulmonaire.
- E. Les études cas-témoin présentent des biais moins importants que les études de cohorte.

Question 11 : [AD]

A VRAI : On a un groupe de sujets malades (EP) et un groupe non-malades (pas d'EP) et on recherche l'exposition antérieure à un facteur de risque (contraceptifs oraux) par questionnaire.

B FAUX : Attention nous sommes dans une étude cas-témoin, il n'y a pas de suivi des patients donc on ne peut pas calculer de risque relatif ou de taux relatif. JAMAIS de RR ou TR en cas-témoin.

C FAUX : L'odds-ratio d'exposition des cas par rapport aux témoins vaut 2,5

$$OR = \frac{\text{odds d'exposition}_{cas}}{\text{odds d'exposition}_{témoin}} = \frac{\frac{200}{400}}{\frac{200}{1000}} = \frac{200 \cdot 1000}{200 \cdot 400} = 2,5$$

D VRAI : L'odds ratio est supérieur à 1, ce qui indique une association entre le facteur de risque (contraceptifs oraux) et le risque de faire une EP.

E FAUX : En comparaison il y a plus de biais avec les études cas-témoin : biais de sélection, biais de mesure du facteur étudié ...

Question 12

La pollution de l'air pose de plus en plus de problèmes de santé aujourd'hui. Une étude s'intéresse au lien entre la pollution de l'air dans différentes villes et l'apparition de bronchopneumopathies chroniques obstructives (BPCO). Pour cela, on suit des sujets habitant dans diverses régions de France. On distingue les villes considérées comme polluées de celles considérées comme non polluées, par un dépassement du seuil de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de microparticules dans l'air plus de 100 jours par an. Ainsi un sujet habitant dans une ville dépassant ce seuil sera considéré comme exposé à la pollution de l'air. Les autres sujets seront considérés comme non exposés à la pollution de l'air.

L'étude a inclus des adultes français ne présentant pas de BPCO et les a suivis durant 5 ans. Un échantillon de 200 sujets exposés à la pollution et un échantillon de 250 sujets non exposés à la pollution ont été constitués.

On a observé au total l'apparition de 100 BPCO, dont 80 chez les personnes exposées à la pollution.

- L'étude réalisée est une étude de cohorte analytique.
- Le risque relatif est estimé à $RR = 5$.
- L'odds de la BPCO chez les exposés est estimé à environ 0,67.
- L'odds d'exposition chez les sujets ayant développé une BPCO est estimé à environ 4.
- RR et OR étant supérieurs à 1, on conclut que la pollution de l'air est un facteur de risque de l'apparition de BPCO.

Question 12 : [ABC]

A VRAI L'étude réalisée est une étude de cohorte car on réalise un suivi de sujets durant un certain temps et dans l'attente de l'apparition d'un évènement. C'est également une étude analytique car on cherche à identifier un facteur de risque (ici la pollution) dans l'apparition de la maladie.

B VRAI Tout d'abord on va construire un tableau de contingence pour que la lecture des données de l'énoncé soit plus simple et plus rapide. On connaît le nombre de sujets exposés à la pollution (200), le nombre de sujets non exposés (250), le nombre de BPCO total (100) et le nombre de BPCO parmi les exposés (80). Ainsi on pouvait en déduire toutes les valeurs du tableau :

	<i>BPCO</i>	\overline{BPCO}	TOTAL
Villes polluées	80	120	200
Villes non polluées	20	230	250
TOTAL	100	350	450

On peut calculer le risque relatif car on est dans une étude de cohorte. Ce qui est différent d'une étude cas-témoins (pas de calcul du risque relatif ni du taux relatif).

On applique la formule du cours :

$$RR = \frac{a/m_0}{c/m_1} = \frac{a}{m_0} \times \frac{m_1}{c} = \frac{80}{200} \times \frac{250}{20} = 4 \times \frac{5}{4} = 5$$

C VRAI Dans une étude de cohorte, on peut calculer l'odds de la maladie chez les exposés et chez les non exposés. A la différence d'une étude cas-témoins, dans laquelle on calcule l'odds d'exposition chez les cas et chez les témoins.

Ainsi on peut appliquer la formule du cours :

$$\text{Odds maladie chez les exposés} = \frac{a}{b} = \frac{80}{120} = \frac{2}{3} \approx 0,67$$

D FAUX Dans cette étude (étude de cohorte), les effectifs de sujets exposés et de sujets non exposés ont été fixés par l'investigateur. La proportion d'exposés ou l'odds d'exposition chez les sujets qui ont développé une BPCO ne sont donc pas représentatifs de la proportion d'exposés ou de l'odds d'exposition dans la population des sujets ayant une BPCO. En revanche à partir des résultats de cette étude, il est possible d'estimer le risque de développer la maladie ou l'odds de la maladie chez les exposés.

La proportion d'exposés ou l'odds d'exposition peut être estimé dans les études cas-témoins par exemple.

E FAUX Les résultats d'une étude observationnelle ne permettent pas de conclure à une relation causale entre un facteur et une maladie. Cela nécessite plusieurs études allant dans le même sens, car il faut tenir compte des autres facteurs de risque potentiels. Donc on ne peut pas conclure que la pollution de l'air est un facteur de risque pour les BPCO.

Cependant si l'intervalle de confiance de RR ou OR ne contient pas la valeur 1, on pourra conclure à une association entre le facteur et la maladie. On pourra ainsi dire que le facteur est associé à une augmentation du risque (si OR ou RR > 1), ou à une diminution du risque (si OR ou RR < 1).

En l'absence d'intervalle de confiance dans cette étude, nous ne pouvons pas conclure à une augmentation statistiquement significative du risque de BPCO chez les sujets exposés par rapport aux non exposés.

Question 13

Un centre de recherche s'intéresse aux différentes manières de traiter les hémorroïdes et aux récurrences qui peuvent survenir. Ils ont étudié 2 techniques : un traitement endoscopique par ligature élastique ou une chirurgie visant à réséquer les plexus hémorroïdaires. 5000 patients ayant été traités dans les 5 années avant le début de l'étude par une de ces 2 techniques ont été intégrés dans l'étude : 2600 par endoscopie et 2400 par chirurgie. Ces patients ont été suivis pendant 10 ans et les chercheurs ont comparés le nombre de rechutes entre les 2 groupes.

- A. Le critère de jugement principal correspond à la survenue d'hémorroïdes au cours des 5 ans précédant le traitement quel qu'il soit.
- B. Il s'agit d'un essai clinique comparatif non randomisé.
- C. Il est possible de calculer le risque relatif dans ce type d'étude mais il manque des données.
- D. Bien sûr que non, il n'est pas possible de calculer de risque relatif dans ce type d'étude.
- E. Cette étude ne présente pas de biais de confusion.

Question 13 : [C]

A FAUX Le critère de jugement principal correspond à la survenue d'une récurrence d'hémorroïdes au cours des 10 ans qui représentent la durée de l'étude.

B FAUX Il s'agit d'une étude de cohorte. On observe l'apparition de récurrences après un traitement. Il n'y a pas de randomisation puisque les patients sont inclus dans un bras ou dans l'autre en fonction du traitement choisi pour leurs hémorroïdes.

C VRAI Le risque relatif correspond ici au risque d'avoir une récurrence d'hémorroïdes chez ceux qui ont été traités par endoscopie par rapport à ceux qui ont été traités par chirurgie. Il faut cependant avoir un suivi dans le temps puisqu'on parle de risque à un temps t , par exemple le risque de récurrences 2 ans après le traitement. Nous avons bien un suivi dans le temps (10 ans ici) dans les études de cohortes. Par opposition le risque relatif n'est pas calculable dans les études cas/témoins puisqu'il n'y a pas de suivi dans le temps.

D FAUX cf item C

E FAUX Les biais de confusion sont très nombreux (tabac, autres pathologies comme l'insuffisance cardiaque, âge avancé) et peuvent influencer la survenue du critère de jugement principal. Or l'étude ne prend en compte aucun facteur de confusion, on peut donc supposer que cette étude comporte des biais.

Question 14 :

Le Dr. X veut observer le lien entre tabagisme et infarctus du myocarde. Il monte une étude constituée de 500 patients hospitalisés pour infarctus du myocarde ne présentant pas d'autre antécédents et 750 patients sains. On considère que tous les sujets de l'étude fument à la même fréquence.

- A. Cette étude est une étude observationnelle
- B. Le schéma de l'étude permet de calculer la probabilité d'être exposé
- C. Le schéma de l'étude permet de calculer l'odds ratio de la maladie
- D. Le biais de mémoire est dû à la façon de mesurer le facteur étudié
- E. Les résultats d'étude d'une observation peuvent conclure à une relation causale entre un facteur et maladie.

Question 14 : BD

A FAUX nous sommes dans une étude cas-témoin (puisqu'on part avec un groupe de patients malade et un groupe de sujet sain dès le départ, et qu'il n'y a pas de suivi). Les études cas-témoin sont automatiquement des études analytiques. En revanche, on rappelle que les études de cohortes peuvent être DESCRIPTIVE (si on cherche juste l'incidence de la maladie) ou analytique (si on cherche le risque relatif de la maladie)

B VRAI les études cas-témoin permettent de mesurer trois valeurs : la probabilité d'être exposé, l'odds ratio d'exposition et l'odds d'exposition chez les malades et les non malades.

C FAUX non vrai ce sont les études de cohortes qui permettent de mesurer l'odds ratio de la MALADIE. Il ne faut pas confondre la maladie et l'exposition. Globalement, les études de cohortes s'intéressent

à la maladie (elles permettent de mesurer le risque relatif de la maladie, l'odds de la maladie chez les exposés et les non exposés, l'odds ratio de la maladie et le risque de la maladie), alors que les études cas-témoins s'intéressent d'avantage à l'exposition.

ATTENTION : odds ratio de la maladie = odds ratio d'exposition !!!!

D VRAI c'est du cours, le biais de mémoire est un biais de mesure (parmi d'autres)

E FAUX c'est l'inverse, les résultats d'étude d'une observation ne peuvent absolument pas conclure à une relation causale entre un facteur et une maladie. Elles ne peuvent que l'observer

Question 15 – Mettez un bonnet ! :

Le saviez-vous ? Les lutins peuvent aussi avoir des cancers. C'est la première cause de mortalité de Santareich. Ces dernières années, on a observé une apparition accrue de cancer des oreilles dans la population des lutins provenant de différentes régions.

Pour connaître le lien entre la température dans la région de résidence des lutins et le risque de cancer des oreilles, cent mille lutins indemnes de la maladie ont été inclus dans notre étude. Pour une durée moyenne de suivi de 50 ans, trente mille cas de cancer des oreilles ont été identifiés.

Voici les résultats de l'analyse du lien entre la température et le cancer des oreilles.

Température	Taux relatif	Intervalle de confiance à 0,95
-10°C à -20°C	1	
-20°C à -30°C	1,2	[0,8 ; 1,4]
-30°C à -40°C	3,4	[2,6 ; 4,2]
-40°C à -50°C	0,9	[0,7 ; 1,1]

- A. Le taux d'incidence du cancer des oreilles est estimé à environ 5 pour 1 000 lutins année.
- B. Le taux d'incidence du cancer des oreilles est estimé à environ 6 pour 1 000 lutins année.
- C. Le taux d'incidence de cancer est significativement plus élevé chez les lutins habitant dans les régions où il fait de -20°C à -30°C par rapport à ceux habitant dans les régions où il fait de -10°C à -20°C.
- D. Habiter dans une région où il fait de -30°C à -40°C constitue un facteur de risque de cancer des oreilles.
- E. Il existe un effet dose de la température sur le risque de cancer des oreilles.

Question 15 – Mettez un bonnet ! : BD

Analyse du sujet : Nous sommes en présence d'une étude qui s'intéresse à l'effet de la température sur le risque de cancer des oreilles.

Tous les sujets sont initialement sains (« indemnes de la maladie ») et sont suivis dans le temps pour voir l'apparition ou non de la maladie, qui est le cancer des oreilles.

Il s'agit d'une étude de cohorte qui va donc permettre de mesurer l'incidence du critère de résultat.

A FAUX Voici la formule pour calculer l'incidence :

$$\hat{\lambda} = \frac{\text{nombre de nouveaux cas}}{\text{nombre de personnes} - \text{années}}$$

Le nombre de nouveaux cas : 30 000

Nombre de personnes : 100 000

Durée moyenne de suivi en années = 50

Le nombre de personnes année de suivi est donc égal à $50 \times 100\,000$.

$$\hat{\lambda} = \frac{30\,000}{100\,000 \cdot 50} = \frac{3}{500} = \frac{0,6}{100} = \frac{6}{1000}$$

Soit : Le taux d'incidence du cancer des oreilles est estimé à environ 6 pour 1000 personnes année.

B VRAI (cf. Item A)

C FAUX L'intervalle de confiance à 95% inclut 1. On ne peut pas conclure qu'il y a une augmentation du risque d'avoir le cancer des oreilles quand les lutins habitent dans des régions où il fait de -20°C à -30°C .

D VRAI L'intervalle de confiance à 95% n'inclut pas 1. La valeur du taux relatif est supérieure à 1, donc on peut dire qu'habiter dans une région où il fait de -30°C à -40°C favorise l'apparition du cancer des oreilles par rapport à habiter dans une région où la température est comprise entre -10 et -20°C .

E FAUX Ici, pour les lutins qui habitent dans des régions où il fait de -20°C à -30°C , la différence n'est pas significative (cf. Item C) et il en est de même pour les lutins qui habitent dans des régions où il fait -40°C à -50°C . De ce fait, on ne peut pas conclure sur un effet dose de la baisse de température sur le risque de cancer.

Question 16 – Ceci explique cela :

Suite à l'absence des lutins au travail en raison d'une intoxication alimentaire, le Père Noël a demandé aux tuteurs de Biostats de mener une enquête. Après une balade dans Lutin-town, ils ont découvert que les lutins adorent le foie gras. Ils souhaitent alors déterminer si la consommation de foie gras est responsable de l'intoxication alimentaire.

Une étude a été mise en place incluant tous les cas identifiés et ayant répondu à un même questionnaire portant sur la consommation du foie gras dans les deux derniers jours. Un échantillon de 1000 lutins du Lutin-town a été constitué parmi lesquels 800 ont eu une intoxication alimentaire et 200 n'en ont pas eu.

Parmi 800 lutins ayant eu une intoxication alimentaire, 500 ont déclaré avoir mangé du foie gras.

Parmi les 200 lutins n'ayant pas eu d'intoxication, 100 ont déclaré ne pas avoir mangé du foie gras dans les deux derniers jours.

Aide aux calculs : $1/6 = 0,16$; $1/3 = 0,33$

- Il s'agit d'une étude cas-témoin.
- La probabilité d'intoxication alimentaire chez les lutins ayant consommé du foie gras est de 0,8.
- L'estimation de la probabilité d'être exposé chez les lutins n'ayant fait d'intoxication alimentaire est de 0,5.
- Au risque de 5%, on peut dire qu'il existe une relation entre la consommation de foie gras et le risque d'intoxication alimentaire.
- Les lutins qui ont été exposés à une consommation de foie gras dans les deux derniers jours ont un odds d'intoxication alimentaire 1,66 fois plus élevé que les lutins n'ayant pas été exposés à une consommation de foie gras.

Question 16 – Ceci explique cela : ACDE

On peut commencer par faire un tableau de contingence :

	Intoxication	Pas d'intoxication	
Consommation de foie gras	500		
Pas de consommation de foie gras		100	
	800	200	1000

Puis, on le complète avec les informations manquantes :

	Intoxication	Pas d'intoxication	
Consommation de foie gras	500	100	600
Pas de consommation de foie gras	300	100	400
	800	200	1000

A VRAI Dans cette étude, on a constitué un groupe de sujets ayant une intoxication alimentaire (cas) et un groupe n'en ayant pas (témoin). On souhaite connaître l'exposition antérieure des sujets à un facteur de risque via un questionnaire.

B FAUX Il n'est pas possible d'estimer l'incidence de la maladie dans une étude cas-témoin.

C VRAI On peut par contre estimer la probabilité d'être exposé :

Chez les cas : $p(E|\bar{M}) = \frac{100}{200} = 0,5$

D VRAI Pour déterminer s'il existe une relation entre la consommation de foie gras et le risque d'intoxication alimentaire, on réalise un test du Chi-2.

On calcule les effectifs attendus :

	Intoxication	Pas d'intoxication	
Consommation de foie gras	500 (800 x 600/1000 = 480)	100 (120)	600
Pas de consommation de foie gras	300 (320)	100 (80)	400
	800	200	1000

Les effectifs attendus sont bien supérieurs à 5, on peut appliquer la loi du Chi-2 :

$$\begin{aligned}
 X^2 &= \frac{(500 - 480)^2}{480} + \frac{(100 - 120)^2}{120} + \frac{(300 - 320)^2}{320} + \frac{(100 - 80)^2}{80} \\
 X^2 &= \frac{20^2}{480} + \frac{(-20)^2}{120} + \frac{(-20)^2}{320} + \frac{20^2}{80} \\
 X^2 &= \frac{400}{480} + \frac{400}{120} + \frac{400}{320} + \frac{400}{80} \\
 X^2 &= \frac{5}{6} + \frac{10}{3} + \frac{10}{8} + 5 \\
 X^2 &= 5 \cdot \frac{1}{6} + 3,33 + 1,25 + 5 = 0,8 + 3,33 + 1,25 + 5 = 10,38
 \end{aligned}$$

Pour $\alpha = 5\%$, $X^2_{seuil} = 3,84$

Exemple d'utilisation de la table

Soit X une variable aléatoire suivant une loi du χ^2 à 3 degrés de liberté. Soit $p = 0,95$, alors la valeur de x telle que $P(X < x) = 0,95$ est 7,8147.

ddl \ P	0,005	0,010	0,025	0,050	0,100	0,250	0,500	0,750	0,900	0,950	0,975	0,990	0,999
1	0,0000	0,0002	0,0010	0,0039	0,0158	0,1015	0,4549	1,3233	2,7055	3,8415	5,0239	6,6349	10,8276
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,1026	0,2107	0,5754	1,3863	2,7726	4,6052	5,9915	7,3778	9,2103	13,8155
3	0,0717	0,1148	0,2158	0,3518	0,5844	1,2125	2,3660	4,1083	6,2514	7,8147	9,3484	11,3449	16,2662
4	0,2070	0,2971	0,4844	0,7107	1,0636	1,9226	3,3567	5,3853	7,7794	9,4877	11,1433	13,2767	18,4668
5	0,4117	0,5543	0,8312	1,1455	1,6103	2,6746	4,3515	6,6257	9,2364	11,0705	12,8325	15,0863	20,5150
6	0,6757	0,8721	1,2373	1,6354	2,2041	3,4546	5,3481	7,8408	10,6446	12,5916	14,4494	16,8119	22,4577

On observe que : $X^2 > 3,84$.

Donc : la probabilité que la différence observée ou une différence supérieure soit due au hasard d'échantillonnage sous l'hypothèse nulle est inférieure à 5%. La différence est statistiquement significative.

Il existe bien une relation entre la consommation de foie gras et le risque d'intoxication alimentaire.

E VRAI Pour connaître la force de l'association entre la consommation de foie gras et le risque d'intoxication alimentaire, on va calculer l'odds ratio d'exposition. $OR = \frac{Odds\ exposés}{Odds\ non-exposés} = \frac{\frac{a}{c}}{\frac{b}{d}} = \frac{a.d}{c.b}$

$$OR = \frac{500.100}{300.100} = \frac{5}{3} = 1,66$$

Ainsi, l'odds des cas est 1,66 fois plus élevé que celui des témoins.

Question 17 – On continue, le foie gras mérite bien deux exercices :

- A. Les données recueillies chez les vieux Lutins, présents uniquement dans le groupe témoin et qui présentent des troubles mnésiques peuvent constituer un biais de mémoire.
- B. L'odds ratio d'exposition des malades par rapport aux non malades peut s'interpréter comme l'odds ratio de la maladie des exposés par rapport aux non-exposés.
- C. Il est possible de calculer le risque de la maladie dans une étude cas-témoin.
- D. L'objectif d'une étude descriptive est de rechercher la ou les facteurs de risque d'une maladie.
- E. Les études de cohorte sont plus rapides, sont moins lourdes à mettre en place et présentent moins de risque de biais.

Question 17 – On continue, le foie gras mérite bien deux exercices : AB

A VRAI Le biais de mémoire est un exemple de biais de mesure qui correspond à la situation où les témoins vont moins bien se souvenir de leur exposition au facteur étudié que les cas.

La conséquence est que l'on va sous-estimer la consommation de foie gras dans le groupe des témoins, ce qui va entraîner une surestimation de l'effet de la consommation de foie gras sur le risque d'intoxication alimentaire.

B VRAI En effet, les 2 odds ratios sont égaux et peuvent s'interpréter dans un sens ou dans l'autre.

C FAUX On peut calculer le risque de la maladie et le risque relatif dans une étude de cohorte pour mesurer l'ampleur de l'association facteur de risque-maladie, mais pas dans une étude cas-témoins. Dans une étude cas-témoin, il n'y a pas de suivi des patients, donc on ne peut pas calculer le risque relatif ou le taux relatif.

D FAUX Rechercher la ou les facteurs de risque d'une maladie est l'objectif des études analytiques. Les études descriptives ont pour objectif d'estimer la fréquence des maladies dans la population, son évolution au cours du temps, son hétérogénéité en fonction de la population, de la zone géographique... Elles permettent de soulever des hypothèses sur les facteurs de risque potentiels qui seront ensuite évalués dans des études analytiques.

E FAUX Certes, les études de cohorte présentent moins de risque de biais, mais elles sont plus longues, plus lourdes à mettre en place et nécessitent plus de participants que les études cas-témoins.

Question 18 – Le retour des vacances :

Au retour des vacances, on a observé un phénomène d'inflammation assez atypique chez certains P1. Au même moment, une équipe de chercheurs a identifié une invasion d'une nouvelle espèce de méduses sur la plage où les P1 ont passé leurs vacances. On les appelle *Medulomac*.

Inquiets, cette équipe de chercheurs ont suivi ce groupe de P1 pendant 2 ans pour comprendre le lien entre le type de méduse et la récurrence de l'inflammation à 2 ans provoquée par la piqûre de *Medulomac*.

Voici le tableau de contingence qui a été réalisé par notre équipe :

	Inflammation	Pas d'inflammation	Total
<i>Medulomac</i>	70	20	90
Pas de piqûre	30	140	170
Total	100	160	260

Aide au calcul : $119/27 = 4,41$

- A. Le risque de la maladie correspond à l'incidence cumulée jusqu'à un temps t.
- B. La plausibilité clinique et biologique ne sont pas des critères importants pour identifier un facteur de risque.
- C. L'odds de l'inflammation chez les P1 qui se sont fait piquer par *Medulomac* est de 7/10.
- D. L'odds de ceux qui se sont fait piquer par *Medulomac* chez les P1 qui ont une inflammation est de 7/10.
- E. L'odds ratio d'exposition est approximativement égal à 16,33.

Question 18 – Le retour des vacances : A

A VRAI

B FAUX Elle fait partie des critères à connaître pour identifier un facteur de risque dans une étude.

C FAUX

Rappel du tableau de contingence :

	Inflammation	Pas d'inflammation	Total
--	--------------	--------------------	-------

Exposés	a	b	a+b
Non-exposés	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	

L'odds de l'inflammation chez les P1 qui se sont fait piquer par *Medulomac* correspond à l'odds de la maladie chez les exposés.

Donc : Odds de l'inflammation chez les *Medulomac* = $\frac{a}{b} = \frac{70}{90} = \frac{7}{9}$.

D FAUX On est dans une étude de cohorte, on ne peut pas calculer l'odds des exposés chez les malades.

E FAUX

$$\begin{aligned} \text{Odds ratio d'exposition} = \text{Odds ratio de la maladie} &= \frac{a \cdot d}{b \cdot c} = \frac{70 \cdot 140}{20 \cdot 30} = \frac{7 \cdot 14}{2 \cdot 3} = \frac{7 \cdot 7}{3} = \frac{49}{3} \\ &= 16,33 \end{aligned}$$

Question 19 – Le retour des vacances et le risque :

- Le risque relatif vaut 4,4.
- On peut dire que la piqûre de *Medulomac* est associée à une augmentation du risque d'être malade car le risque relatif est supérieur à 0.
- Si le taux relatif est constant au cours de la période de suivi et que l'événement est rare, nous pouvons considérer que le taux relatif est équivalent au risque relatif.
- On peut dire que notre étude présente moins de biais qu'une étude cas-témoin.
- Dans une étude cas-témoin, on ne peut pas calculer le risque relatif.

Question 19 – Le retour des vacances et le risque : ACDE

A VRAI Le risque relatif est le rapport entre le risque de récurrence chez les personnes qui se sont fait piquer par les *Medulomac* et le risque de récurrence chez les personnes qui ne sont pas fait piquer.

$$\begin{aligned} RR &= \frac{R_{\text{Medulomac}}}{R_{\text{pas de piqûre}}} \\ RR &= \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}} = \frac{\frac{70}{90}}{\frac{30}{170}} = \frac{70 \cdot 170}{90 \cdot 30} = \frac{7 \cdot 17}{9 \cdot 3} = \frac{119}{27} = 4,4 \end{aligned}$$

B FAUX Certes la piqûre de *Medulomac* est associée à une augmentation du risque d'être malade. Mais cela s'explique par un RR ou Odds Ratio supérieur à 1 et non à 0 !

(Désolée pour le piège ☺)

C VRAI C'est le cours !

D VRAI Notre étude est une cohorte. Cette dernière présente moins de risque de biais comme le biais de sélection des cas et des témoins, le biais de mesure car l'exposition n'est pas mesurée en temps réel, le biais de confusion ...)

E VRAI Le risque de la maladie et le risque relatif ne peuvent être calculés que dans une étude de cohorte.