

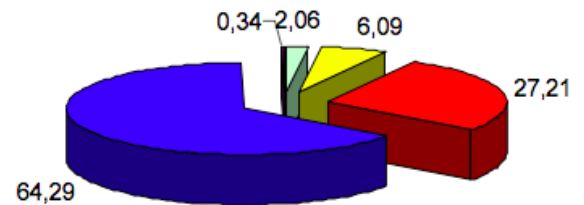
ANNATUT'

# BIOSTATISTIQUES

## UE SPÉ 1

[Année 2021-2022]

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$



⇒ Qcm issus des Tutorats, classés par chapitre

⇒ Correction détaillée



# SOMMAIRE

<b>1. Introduction à la Métrologie et à la Biométrie .....</b>	<b>3</b>
Correction : Introduction à la Métrologie et à la Biométrie .....	7
<b>2. Evénements et probabilités élémentaires .....</b>	<b>10</b>
Correction : Evénements et probabilités élémentaires .....	13
<b>3. Probabilités conditionnelles, Théorème de Bayes, Indépendance en probabilité .....</b>	<b>17</b>
Correction : Probabilités conditionnelles, Théorème de Bayes, Indépendance en probabilité.....	20
<b>4. Variables aléatoires, Lois de probabilités discrètes et continues .....</b>	<b>23</b>
Correction : Variables aléatoires, Lois de probabilités discrètes et continues .....	28
<b>5. Statistiques Descriptives - Population, Echantillon, Paramètres (moyenne – médiane – écart type) et Intervalles de confiance .....</b>	<b>34</b>
Correction : Statistiques Descriptives - Population, Echantillon, Paramètres (moyenne – médiane – écart type) et Intervalles de confiance .....	37
<b>6. Statistiques Dédutives - Tests d'hypothèses : Paramétriques et non paramétriques ..</b>	<b>41</b>
Correction : Statistiques Dédutives - Tests d'hypothèses : Paramétriques et non paramétriques .....	53
<b>7. Analyse de la survie .....</b>	<b>61</b>
Correction : Analyse de la survie .....	64
<b>8. Statistiques descriptives en épidémiologie .....</b>	<b>67</b>
Correction : Statistiques descriptives en épidémiologie .....	69
<b>9. Test diagnostique : Sensibilité, Spécificité, VPP, VPN .....</b>	<b>71</b>
Correction : Test diagnostique : Sensibilité, Spécificité, VPP, VPN .....	76
<b>10. Les essais thérapeutiques .....</b>	<b>81</b>
Correction : Les essais thérapeutiques.....	86
<b>11. Algèbre linéaire .....</b>	<b>91</b>
Correction : Algèbre linéaire .....	94
<b>12. Equations différentielles .....</b>	<b>97</b>
Correction : Application de l'informatique à la décision médicale.....	102
<b>13. Modèles multivariés .....</b>	<b>109</b>
Correction : Modèles multivariés .....	114
<b>14. Tables : Loi Normale centrée réduite, <math>X^2</math>, Ecart réduit, U de Mann-Whitney, <math>r'</math> de Spearman, T de Student .....</b>	<b>118</b>

# 1. Introduction à la Métrologie et à la Biométrie

2020 – 2021 (Pr. Staccini)

**QRU 1 : A propos du codage numérique des variables, donnez la proposition juste :**

- A) Lors de la discrétisation d'une variable qualitative ordinale, le découpage en classes ne doit être ni trop fin ni trop large
- B) Lors du codage numérique d'une variable qualitative nominale, on peut attribuer n'importe quelle valeur numérique à chaque catégorie
- C) Le codage d'une variable qualitative ordinale est plus arbitraire que celui d'une variable qualitative nominale
- D) Si je veux coder la variable « taille de tacos », je peux coder les 3 caractéristiques de cette manière : 1 = taille S / 2 = taille M / 3 = taille L
- E) Les propositions A, B, C, et D sont fausses

**QRU 2 : A propos de la classification des variables, donnez la proposition juste :**

- A) Pour les variables qualitatives ordinales, la distance qui sépare 2 catégories est connue
- B) La variable « date » est une variable quantitative relative
- C) La variable « consommation d'alcool journalière » mesurée de la façon suivante : 0 verre ; 1 à 2 verres ; 3 à 4 verres ; plus de 4 verres, est une variable qualitative ordinale
- D) La variable « survenue d'un cancer » au sein d'un échantillon de personnes âgées de moins de 65 ans est une variable qualitative ordinale
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 3 : Sarah râle (encore) parce que le coiffeur lui a trop coupé ses pointes. Elle avait demandé à couper 5cm, mais lorsqu'elle mesure ses mèches de cheveux par terre (trop perfectionniste) elle trouve 7cm. Sarah sait qu'il existait une incertitude de 25% sur la mesure dû au manque de précision des ciseaux, et elle décidera d'appeler le responsable seulement si c'est le coiffeur qui s'est complètement planté. Donnez la proposition juste :**

- A) Sarah, tutrice de biostat à ses heures perdues, calcule l'incertitude de la mesure, conclut avec certitude que le coiffeur a totalement abusé, et pète un scandale
- B) Si l'erreur de mesure provient du coiffeur qui n'a pas bien placé son décimètre en mesurant la longueur des cheveux à couper, il s'agit d'une erreur systématique
- C) Non, il s'agit d'une erreur d'échelle (gain), qui dépend de façon linéaire de la valeur mesurée
- D) L'erreur relative est de 20%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 : Sacha, Nicco et Tristan jouent à la pétanque (ces gros beaufs). Donnez la proposition juste :**

- A) Si Sacha tire toujours au même endroit à 25cm du cochonnet, il est imprécis
- B) Nicco tire toujours pile poil sur le cochonnet : il est juste
- C) Tristan tire tout autour du cochonnet, sans jamais s'en éloigner : il est fidèle
- D) La fidélité donne une indication sur les erreurs systématiques
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses, mais ce sont des Chefs Tut' d'amour <3

**QRU 5 : A propos des différents types de caractères, donnez la proposition juste :**

- A) La température corporelle est un caractère physiologique
- B) Le nombre de grains de beauté est un caractère morphologique métrique
- C) L'adiposité est un caractère physiologique relevant d'une appréciation qualitative en se basant sur une unité arbitrairement choisie
- D) Les caractères numériques peuvent être dénombrables ou métriques
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 6 : A propos du cours sur les mesures des phénomènes biologiques, indiquez la proposition exacte :**

- A) Lors du passage d'un signal analogique à un signal numérique, on peut faire une erreur de mobilité
- B) Étalonner désigne l'action de comparer une grandeur inconnue à une référence
- C) Le temps, la quantité de matière et l'intensité lumineuse font partie des 7 unités de base
- D) Les erreurs accidentelles sont des erreurs non reproductibles, qui ne sont pas prises en compte lors de la détermination de la mesure
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 7 : A propos de la classification des variables, indiquez la proposition exacte :**

- A) Si on mène une étude pour comparer la moyenne de l'IMC (indice de masse corporelle) entre 2 populations d'enfants venant de 2 pays différents (France et États-Unis), la moyenne de l'IMC est une variable quantitative discrète
- B) En se basant toujours sur cette même étude, la variable « population d'enfants (France / États-Unis) » est une variable qualitative nominale binaire
- C) Si on étudiait 2 populations d'enfants venant du même pays, mais sur des années différentes (1990 et 2020), la variable « population d'enfants (1990 / 2020) » serait une variable quantitative
- D) Pour la variable « moyenne de l'IMC », il existe une valeur nulle arbitraire, donc on parle de variable quantitative par intervalle
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 8 : A propos des erreurs accidentelles, indiquez la proposition exacte :**

- A) L'erreur de zéro (offset) dépend de façon linéaire de la valeur mesurée
- B) Si la caractéristique n'est pas une droite, on parle d'erreur de mobilité
- C) La viscosité peut être la source d'une erreur due au phénomène d'hystérésis
- D) Elles peuvent survenir si une balance est mal étalonnée, par exemple
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 9 : Un test urinaire de grossesse permet de détecter la présence de l'hormone  $\beta$ -hCG, sécrétée en cas de grossesse par les cellules du trophoblaste. Sur la notice, le fabricant a noté que le seuil de détection était à 25UI/L (c'est-à-dire que si la concentration (C) mesurée par le test est  $\geq 2500$  mUI/L, le test sera positif). On reporte dans le tableau ci-dessous les valeurs moyennes des taux de  $\beta$ -hCG selon le terme de la grossesse, et l'incertitude du test en fonction du domaine d'application. Indiquez la proposition exacte :**

Terme de la grossesse	Taux de $\beta$ -hCG moyen (en mUI/L)	Domaine d'application	Incertainitude
0 jour	< 5	C < 100 mUI/L	$\pm 10$ mUI/L
7 jours	Entre 5 et 20		
14 jours	Entre 100 et 6000	$100 \leq C < 6000$ mUI/L	$\pm 5\%$ de la valeur mesurée
21 jours	Entre 1500 et 25000	C > 6000 mUI/L	$\pm 2,5\%$ de la valeur mesurée

- A) L'incertitude est une fonction monotone de la concentration pour les concentrations inférieures à 50 mUI/L
- B) L'amplitude de l'incertitude augmente avec la concentration
- C) L'incertitude est absolue pour les concentrations supérieures à 6000 mUI/L
- D) Une femme enceinte de 17 jours et avec un taux de  $\beta$ hCG de 2700 mUI/L ne sera pas forcément déclarée positive par le test urinaire vu l'incertitude
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 10 : On souhaite étudier la relation entre le délai d'apparition de l'effet d'un médicament et la concentration injectée de ce médicament. Pour cela, on constitue un échantillon de patients chez lesquels on mesure la concentration du médicament (variable C) puis le délai d'apparition (en minutes) de son effet (variable D). Indiquez la proposition exacte :**

- A) La variable D ne peut pas être considérée comme une variable aléatoire car elle dépend de la variable C
- B) La variable C peut être considérée comme une variable aléatoire, même si elle dépend de la variable D
- C) La variable D est qualifiée de variable aléatoire quantitative discrète
- D) La variable C est qualifiée de variable aléatoire quantitative continue
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 11 : Parmi ces caractéristiques, laquelle n'est pas une caractéristique d'une variable aléatoire qualitative ? Indiquez la proposition exacte :**

- A) Elle peut être représentée sous forme numérique
- B) Elle est représentée par un diagramme
- C) Elle peut être ordonnée
- D) Il est impossible de faire la différence de deux résultats
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 : A propos des variables, indiquez la proposition exacte :**

- A) Une variable qualitative ordinale peut être transformée en une variable quantitative discrète
- B) Une variable quantitative discrète peut être transformée en une variable qualitative ordinale
- C) Une variable qualitative ordinale peut être transformée en une variable qualitative nominale
- D) Une variable quantitative continue peut être transformée en une variable quantitative discrète
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 13 : A propos des variables suivantes, indiquez la proposition exacte :**

- A) Le genre (homme / femme / autre) n'est pas une variable de nature catégorielle
- B) La sévérité de l'hémophilie (léger / modéré / sévère) est une variable catégorielle
- C) Le type de diabète (type I / type II) chez des patients diabétiques est une variable qualitative ordinale
- D) La réduction de la tension artérielle dans le cadre du suivi d'un traitement antihypertenseur est une variable quantitative discrète
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 14 : A propos des variables, donnez la proposition juste parmi les suivantes :**

- A) La variable « qualité des locaux dans un hôpital » est une variable qualitative nominale
- B) La variable « âge réel » est une variable quantitative discrète
- C) La variable « température mesurée en Kelvin » est une variable quantitative par intervalle
- D) La variable « présence d'une calvitie » est une variable qualitative binaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 15 : Vous venez de passer les ECN et commencez votre internat de pédiatrie. Vous pesez un nouveau-né de 3,000 kg et la balance affiche 3 150g. A propos de la précision de la balance, vous pouvez dire que :**

- A)  $e = 5\%$
- B)  $e_r = 0,150$  kg
- C)  $e_r = 2,5\%$
- D)  $e = 150$  g
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 16 : Carl et Yanis se prennent une grosse murge au Whiskey pur, et Oumi décide de mesurer leur taux d'alcoolémie afin de décider s'ils peuvent rentrer seuls à pied jusqu'à Valrose. Elle estime que s'ils sont à plus de 2,5g/L, elle leur commandera un Uber. Son éthylotest possède une incertitude de 5%, et il affiche une valeur de 2,9g/L. Indiquez la proposition exacte :**

- A) La variable « taux d'alcoolémie dans le sang » est une variable quantitative par intervalle continue
- B) On peut décider de discrétiser la variable en la transformant en variable qualitative ordinale
- C) L'erreur relative de la mesure est de 40%
- D) Oumi décide avec certitude de ne pas laisser Carl et Yanis remonter seuls chez eux (quelle bonne âme)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 17 : Maria est peut-être magnifique, mais c'est une énorme brêle en Biostat. Elle confond toujours les différentes erreurs de mesure. Aidez-la à retrouver la bonne proposition :**

- A) Si Maria prépare un Captain-Coca, mais que Yanousa qui passe par-là justement la bouscule et qu'elle fait tomber la moitié du Captain dans son cocktail, c'est une erreur systématique
- B) Maria ne sait pas conduire (quelle brêle décidément) et tape dans la voiture de derrière lors de son créneau : c'est une erreur accidentelle car elle n'a pas le compas dans l'œil pour mesurer les distances
- C) Maria prend la température rectale de Ricardo, mais un courant d'air passe dans ses fesses à ce moment-là, ce qui refroidit sa température : c'est un biais
- D) Si Oumi vote pour Émeraude comme couleur de t-shirt, c'est une erreur de goût (comptez **FAUX** bien sûr)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 18 : A propos des variables suivantes, indiquez la proposition exacte :**

- A) La fréquence cardiaque est une variable quantitative continue
- B) La température est un caractère physiologique
- C) La température exprimée en degrés Celsius est une variable quantitative relative
- D) La taille exprimée en centimètres est une variable quantitative par intervalle
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 19 : Parmi les variables suivantes, laquelle est mesurée par une échelle quantitative par intervalle ? Indiquez la proposition exacte :**

- A) Le nombre annuel de séjours d'hospitalisation
- B) Le nombre de naissances au sein d'une famille
- C) Le taux d'alcoolémie mesuré dans le sang
- D) La température mesurée en Kelvin
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 20 : Vous êtes passés en P2 médecine et vous effectuez votre stage infirmier de début d'année dans un service de gériatrie. Chaque patient du service est régulièrement pesé. La balance électronique affiche le poids selon le format 000,0. L'infirmière qui vous encadre vous propose également de mesurer différents paramètres comme la fréquence cardiaque (nombre de battements cardiaques par minute), la tension artérielle (brassard électronique donnant une valeur en mmHg) et la température rectale (thermomètre gradué en °C). Indiquez la proposition exacte :**

- A) La fréquence cardiaque est une variable quantitative continue
- B) La balance peut afficher un poids à 4 chiffres significatifs
- C) La température rectale est une variable à échelle de variation relative
- D) La tension artérielle est une variable quantitative discrète
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 21 : Dans un protocole de recherche, la glycémie capillaire des patients est mesurée avec un appareil dont l'écran de lecture est reproduit ci-dessous. L'unité de mesure utilisée sur cet écran est en mg/dL. La valeur à reporter dans le cahier d'observations doit être en g/L. L'appareil de mesure possède une incertitude de 1%. Indiquez la proposition exacte :**



- A) En reportant la valeur en g/L, cela modifie le nombre de chiffres significatifs par rapport à la mesure initiale en mg/dL
- B) La valeur à reporter dans le dossier est 0,106 g/L
- C) La valeur vraie qui sera reportée dans le dossier se situe en fait dans l'intervalle  $[104,9; 107,1]$
- D) Dans cette situation, on ne peut pas calculer l'erreur relative
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Introduction à la Métrologie et à la Biométrie****2020 – 2021 (Pr. Staccini)****QRU 1 : B**

- A) Faux : Lors de la discrétisation d'une variable **quantitative continue**, le découpage ne doit être ni trop fin ni trop grossier  
B) Vrai : Il n'y a pas d'ordre à respecter  
C) Faux : Le codage d'une variable qualitative ordinale est **MOINS** arbitraire que celui d'une variable qualitative nominale  
D) Faux : Le plus bas niveau est généralement codé par un 0 donc : 0 = taille S / 1 = taille M / 2 = taille L  
E) Faux

**QRU 2 : C**

- A) Faux : Pour les variables qualitatives ordinales, l'ordre des catégories et les distances existant entre elles sont ignorés  
B) Faux : C'est une variable quantitative par intervalle car la valeur nulle est arbitraire et ne représente pas vraiment l'absence ou la nullité  
C) Vrai : C'est une variable qualitative ordinale car on a présenté le nombre de verres sous forme d'une variable qualitative en les regroupant dans différentes classes ordonnées : on décrit la qualité d'appartenir à telle ou telle catégorie, et ce n'est pas le nombre de verres que l'on compte directement  
D) Faux : C'est une variable qualitative nominale, et elle est binaire : survenue du cancer / pas de cancer  
E) Faux

**QRU 3 : A**

- A) Vrai :  $0,25 \times 7 = 1,75$   
 $7 - 1,75 = 5,25$  (et  $7 + 1,75 = 8,75$ )  
Malgré l'incertitude qui existe sur la mesure, on peut être sûr que c'est le coiffeur qui s'est planté, car la mesure vraie (5cm) n'appartient pas à l'intervalle  $[5,25 ; 8,75]$   
B) Faux : Il s'agit d'une erreur accidentelle, due à un mauvais emploi du décimètre  
C) Faux : C'est une erreur de zéro (offset) car elle ne dépend pas de la valeur mesurée  $x = 7$  alors que  $X = 5$   
D) Faux :  $er = e / X = (x - X) / X = (7 - 5) / 5 = 2 / 5 = 0,4 = 40\%$   
E) Faux

**QRU 4 : B**

- A) Faux : Il est fidèle car il tire toujours à 25cm, mais il n'est pas juste. Or, imprécis = pas juste + infidèle  
B) Vrai : Il est aussi fidèle, donc précis  
C) Faux : Il est juste, mais pas fidèle  
D) Faux : Sur les erreurs aléatoires  
E) Faux : même si la 2<sup>ème</sup> partie de la proposition est bien évidemment vraie <3

**QRU 5 : C**

- A) Faux : caractère morphologique  
B) Faux : caractère morphologique numérique, car c'est quelque chose qu'on dénombre et non pas qu'on mesure  
C) Vrai  
D) Faux : Les caractères numériques sont dénombrables, alors que les caractères métriques sont mesurables par rapport à une unité déterminée et grâce à un appareil de mesure  
E) Faux

**QRU 6 : A**

- A) Vrai  
B) Faux : c'est la définition de mesurer  
C) Faux : ce sont des grandeurs et non des unités, mais elles font bien partie des grandeurs de base  
D) Faux : elles peuvent être reproductibles  
E) Faux

**QRU 7 : B**

- A) Faux : c'est une variable qualitative continue  
B) Vrai : la variable « population d'enfants » désigne le fait d'appartenir à la population venant de France, ou bien à celle venant des États-Unis, on a donc 2 modalités de réponses (variable binaire), non ordonnées donc variable qualitative nominale  
C) Faux : elle serait toujours qualitative, on désigne encore le fait d'appartenir à telle ou telle catégorie (1990 ou 2020) mais on ne compte rien donc ce n'est pas quantitatif  
D) Faux : ici, le zéro signifie la nullité, donc c'est une variable quantitative relative  
E) Faux

**QRU 8 : C**

- A) Faux : c'est l'erreur d'échelle (gain)  
B) Faux : erreur de linéarité  
C) Vrai  
D) Faux : ce serait une erreur systématique (biais) et non pas accidentelle, car reliée à sa cause par une loi physique  
E) Faux

**QCM 9 : A**

- A) Vrai : Il y a une incertitude constante (monotone) de + ou – 10 mUI/L quelque soit la concentration considérée tant qu'elle est inférieure à 100 mUI/L (donc ça marche aussi pour <50 mUI/L)  
B) Faux : Elle diminue  
C) Faux : Elle est relative car elle s'exprime en pourcentages et non pas dans l'unité de la mesure  
D) Faux : à 2700 mUI/L on se trouve dans le cadre de l'incertitude qui vaut + ou – 5% de la valeur mesurée, on fait donc :  $2700 \times 0,05 = 135$ , et  $2700 - 135 = 2565$ , donc on a  $2565 > 2500$ , donc elle sera forcément déclarée positive par le test  
E) Faux

**QRU 10 : D (QRU inspiré d'annales, relu et approuvé par le prof)**

- A) Faux : on la considère bel et bien comme une variable aléatoire  
B) Faux : la variable C ne dépend pas de la variable D, c'est l'inverse  
C) Faux : la variable D se mesure, c'est qualitatif continu  
D) Vrai : la variable C est issue d'une mesure, c'est donc quantitatif continu  
E) Faux

**QRU 11 : E**

- A) Faux : Le codage numérique est une façade. La variable reste qualitative.  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Vrai

**QRU 12 : D**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Vrai  
E) Faux

**QRU 13 : E**

- A) Faux : de nature catégorielle = qualitative  
B) Faux : catégorielle = nominale, or ici la variable est qualitative ordinale  
C) Faux : nominale  
D) Faux : quantitative continue  
E) Vrai

**QRU 14 : D**

- A) Faux : Variable qualitative **ordinale**, car on peut ordonner les valeurs selon un critère connu  
B) Faux : Variable quantitative **continue**  
C) Faux : Variable quantitative **relative** car le zéro signifie l'absence de température  
D) Vrai : C'est une variable qualitative nominale, binaire car on ne peut répondre que par oui ou par non  
E) Faux



**QRU 15 : D**

- A) Faux :  $er = e / X = 150 / 3000 = 0,05 = 5 \%$   
B) Faux :  $e = 0,150 \text{ kg}$   
C) Faux :  $er = e / X = 150 / 3000 = 0,05 = 5\%$   
D) Vrai :  $e = 3150 - 3000 = 150 \text{ g}$   
E) Faux

**QRU 16 : D**

- A) Faux : C'est une variable quantitative **relative**, car le zéro signifie la nullité  
B) Faux : On la transforme en variable quantitative discrète (la nature quantitative ne change pas)  
C) Faux :  $e = x - X = 2,9 - 2,5 = 0,4 \text{ g/L}$   
et  $er = e/X = 0,4/2,5 = (0,4/5) \times 2 = (40.10^{-2}/5) \times 2 = 8.10^{-2} \times 2 = 0,08 \times 2 = 0,16 = 16\%$   
D) Vrai :  $0,05 \times 2,9 = 0,145$   
 $2,9 - 0,145 > X$  et  $2,9 + 0,145 > X$ ,  $2,8 > X$  et  $3,0 > X$   
En tenant compte de l'incertitude de 5% qui s'applique sur la mesure, la valeur de leur taux d'alcoolémie est comprise entre 2,8 et 3,0g/L, ce qui est bien nettement supérieur à la valeur seuil de 2,5g/L. Donc Oumi peut décider avec certitude de commander un Uber.  
E) Faux

**QRU 17 : B**

- A) Faux : C'est une erreur aléatoire, en effet, le passage et la bousculade de Yanousa à ce moment-là sont dus au hasard  
B) Vrai : Car c'est dû au fait que Maria ne sait pas bien manier la voiture  
C) Faux : C'est une erreur aléatoire, car le passage d'un courant d'air à ce moment-là obéit à une loi statistique  
D) Faux : L'erreur de goût c'est si elle vote Fuchsia !!!  
E) Faux

**QRU 18 : B**

- A) Faux : **discrète** ++++++  
B) Vrai : allez me checker les réponses des profs svp ++  
C) Faux : **par intervalle** car le zéro est arbitraire  
D) Faux : **relative** car le zéro signifie la nullité  
E) Faux

**QRU 19 : E**

- A) Faux : échelle relative, car le zéro signifie la nullité  
B) Faux : échelle relative, car le zéro signifie la nullité  
C) Faux : échelle relative, car le zéro signifie la nullité  
D) Faux : échelle relative, car le zéro signifie la nullité  
E) Vrai

**QRU 20 : B**

- A) Faux : discrète  
B) Vrai  
C) Faux : par intervalle car le zéro est une valeur nulle arbitraire (0°C ne correspond pas au 0 absolu)  
D) Faux : continue  
E) Faux

**QRU 21 : D**

- A) Faux : justement, en faisant la conversion, on ne doit pas modifier le nombre de CS ++  
B) Faux :  $106 \text{ mg/dl} = 106 (\text{mg} = 0,001 \text{ g}) / (\text{dl} = 0,1 \text{ l}) = 106 \times 0,001 / 0,1 = 106 / 1000 \times 10 = \mathbf{1,06 \text{ g/l}}$   
C) Faux : c'est le bon intervalle pour la valeur affichée, mais pas pour la valeur reportée qui sera elle en g/L  
D) Vrai : il nous manque la valeur vraie  
E) Faux : *désolée pour ce QRU un peu différent par rapport à d'habitude, mais je commence à être à court d'idées me permettant de me renouveler..Sachez que les 2 premiers items sont issus d'annales +++ les 2 derniers sont un poil plus poussés*

## 2. Événements et probabilités élémentaires

2020 – 2021 (Pr. Staccini)

**QRU 1 : À propos des probabilités, donnez la proposition correcte :**

- A) La formule d'inclusion-exclusion concerne les situations où chaque événement élémentaire a la même probabilité
- B) Si A est inclus dans B,  $P(B) < P(A)$
- C) Si les ensembles A et B sont incompatibles, leurs événements ne peuvent pas se produire en même temps
- D)  $P(\Omega) = 0.1$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 2 : À propos des dénombrements, donnez la proposition correcte :**

- A) On utilise la combinaison de n éléments pris p à p lors de tirages non ordonnés avec remise
- B) On utilise la p-list lors de tirages avec remise et ordonnés
- C) On utilise la permutation d'un ensemble fini à n éléments pour tout tirage ordonné sans remise
- D) Lorsque l'on ne considère que la catégorie pour l'ordre on n'utilise pas la permutation avec répétition
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 3 : Ce mardi 22 Septembre, un cardiologue a reçu 50 patients dans son cabinet (il est chaud le mec). 40% d'entre eux sont venus pour une angine de poitrine, 20% pour une arythmie cardiaque et 5% sont venus pour une angine de poitrine mais également pour une arythmie. Combien de patients sont venus pour autre chose qu'une angine de poitrine ou une arythmie cardiaque ?**

- A) 10 patients
- B) 20 patients
- C) 30 patients
- D) 40 patients
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 : Soient A et B deux événements. On suppose que  $P(A) = 0,8$  et  $P(B) = 0,3$ . Quelle est la proposition vraie ?**

- A)  $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$
- B) A et B ne peuvent pas être incompatibles
- C) A et B ne peuvent pas être indépendants
- D)  $P(A \cap B) = P(A) \times P(B) = 0,35$
- E) Les propositions A, B, C, D et E sont fausses

**QRU 5 : À propos des différents types d'ensembles, donnez la proposition correcte :**

- A) L'ensemble  $A = \{\text{tous les étudiants en PASS de France}\}$  est un ensemble défini en intention
- B) L'ensemble des entiers naturels est un ensemble infini non dénombrable
- C) L'ensemble  $A = \{1 ; 2 ; 3\}$  est implicite
- D) L'ensemble des réels est infini dénombrable
- E) Aucune des propositions n'est vraie

**QRU 6 : Pour traiter une prostate gonflée, les médecins disposent de 3 médicaments Ma, Mb et Mc. Ils prescrivent Ma dans 50% des cas, Mb dans 30% des cas et Mc dans 20% des cas. Le taux de guérison de la maladie pour chacun de ces médicaments est respectivement de 80%, 90% et 70%. Indiquez la proposition exacte. La probabilité globale d'échec du traitement :**

- A) Est égale à 15%
- B) Est égale à 19%
- C) Est égale à 24%
- D) Est égale à 28%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 7 : On tire successivement 4 billes dans un sac contenant 9 billes, les yeux fermés et on ne remet pas les billes dans le sac entre chaque tirage. Après ouverture des yeux, on se demande quel est le nombre de possibilités de tirage des billes qui se trouvent dans notre main.**

- A) Il y a 126 possibilités de tirage
- B) Il y a  $9!/(4! \cdot 5!)$  possibilités de tirage
- C) Il y a 3024 possibilités de tirage
- D) Il y a  $4!$  possibilités de tirage
- E) Tout est faux

**QRU 8 : À propos des probabilités élémentaires, donnez la proposition correcte :**

- A) Lorsque  $A \cap B = \emptyset$ , on dit qu'il n'y a pas de solution, les ensembles sont disjoints.
- B) Un ensemble explicite se définit selon les propriétés de ses éléments.
- C) La différence symétrique représente tout ce qui appartient à A ou à B, sans appartenir à  $A \cap B$  (on la note  $A \oplus B$ ).
- D) On peut compter les éléments d'ensembles infinis.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 9 : À propos des ensembles, donnez la proposition correcte :**

- A) Un ensemble constitué de 8 sous-ensembles possède  $2^8$  parties.
- B) Les couples ordonnés de deux ensembles A et B représente la famille des parties de A, puis de B.
- C) Un ensemble nul n'est pas un ensemble fini.
- D) On ne peut pas définir en intention un ensemble infini indénombrable.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 10 : Harry Potter cherche un nom original pour un nouveau sort magique. Il souhaite inventer un mot de 6 lettres en utilisant uniquement une fois chaque lettre. Combien de mots différents existe-il à sa disposition ?**

- A) 6 !
- B)  $26^6$
- C)  $\frac{26!}{20!}$
- D)  $\frac{26!}{6! \cdot (26-6)!}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 11 : Pour l'apéro, Sarah souhaite récupérer 2 bouteilles dans sa cave à vin en piochant au hasard. Elle a en stock 2 bouteilles de vin rouge, 2 bouteilles de vin blanc et une bouteille de rosé. Toutes les bouteilles sont de marques différentes. En allant chercher ses boissons, elle se demande quelle est la probabilité de piocher deux bouteilles contenant le même type de vin à la suite :**

- A) 1/4
- B) 1/5
- C) 1/6
- D) 1/7
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 12 : Concernant les intersections, donnez la proposition correcte :**

- A)  $A \cup \emptyset = \emptyset$ .
- B)  $A \cap \Omega = \Omega$
- C)  $A^c \cup B^c = (A \cup B)^c$
- D)  $(A \cup B) \cup C = (B \cup C) \cup A$ .
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 13 : Vous avez la dalle et vous décidez de piocher 6 M&Ms dans le sac de votre camarade, qui contient au total 68 M&Ms. Comme toutes les cacahuètes ont des formes différentes, chaque M&M est unique. Selon-vous, combien de piochages d'M&Ms différents sont possibles ?**

- A) 68 !
- B)  $\frac{68!}{(68-6)!}$
- C) 1800
- D)  $\frac{68!}{62! \cdot 8!}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 14 : À propos des éléments de probabilité :**

- A)  $P(\emptyset) = 0$ .
- B) L'événement certain contient quasiment tous les résultats possibles.
- C) Le théorème des probabilités totales permet de calculer directement  $P(A \cup B \cup C)$ .
- D) Si  $P(A \cup B) = 0$ , les ensembles A et B sont incompatibles.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 15 :** Vous êtes un médecin au CHU de Nice, et vous devez répartir 15 patients atteints du Covid-19 dans des chambres différentes. De combien de façons peut-on les distribuer ?

- A)  $\frac{15!}{2!(15-2)!}$
- B) 15 !
- C) De 15 façons.
- D) Il faut effectuer un tirage ordonné avec remise.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 16 :** À propos des dénombrements, donnez la proposition correcte :

- A) La combinaison de n éléments pris p à p concerne les tirages non ordonnés avec remise.
- B) La permutation avec répétition est équivalente à la permutation d'un ensemble fini à n éléments.
- C) Dans l'arrangement de n éléments pris p à p on prend successivement p éléments parmi n en remettant p.
- D)  $\frac{50!}{2!(50-2)!} = 1225$ .
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 17 :** On veut répartir 15 patients covidés dans des lits à l'hôpital Pasteur. Quelle est la bonne formule à utiliser pour trouver le nombre de répartitions possibles ? Indiquez la proposition exacte les frères.

- A) La p-list
- B) L'arrangement avec répétition
- C) La permutation d'un ensemble fini
- D) La combinaison
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 18 :** Donnez le nombre de couples possibles d'un ensemble produit entre l'ensemble A qui contient 8 éléments et l'ensemble B qui contient 14 éléments :

- A) 69
- B) 144
- C) 102
- D) 112
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

**QRU 19 :** Vos 5 tuteurs de biostats (B1, B2, B3, B4, B5) font une course sur 100m contre vos 3 tutrices de biochimie (C1, C2, C3). Et oui, le sport ça existe. On se demande combien de classements sont possibles à l'arrivée en ne tenant compte que des équipes par matières. (Même si les tutrices de bioch perdraient inévitablement dans la vraie vie)

- A) On utilise la p-list avec remise ou l'arrangement avec répétition car c'est la même chose
- B) On utilise la permutation avec répétition et il y a 48 possibilités de classement
- C) Le classement B1 B4 C1 B5 C2 B2 B3 C3 est considéré comme identique à B5 B1 C1 B4 C2 B2 B3 C3
- D) Il y a 32 possibilités de classement
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 20 :** Je tire successivement 3 cartes parmi 10 sans les remettre. Combien d'arrangements sont possibles en tenant compte de l'ordre du tirage ?

- A)  $\frac{3!}{10!}$
- B) 720
- C) 820
- D)  $\frac{10!}{3!*7!}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 21 :** Au CHU de Strasbourg, on cherche à placer 6 patients atteints d'une syphilis dans le service des maladies infectieuses. Combien il y a-t-il de possibilités de placements possibles dans ce CHU ?

- A) 620
- B) 720
- C) 820
- D) 920
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Evénements et probabilités élémentaires****2020 – 2021 (Pr. Staccini)****QRU 1 : C**

- A) Faux : La formule d'inclusion-exclusion permet de calculer l'union entre plusieurs ensembles.  
B) Faux : Si A est inclus dans B,  $P(A) \leq P(B)$   
C) Vrai : Cours  
D) Faux :  $P(\Omega) = 1$   
E) Faux

**QRU 2 : B**

- A) Faux : On utilise la combinaison de n éléments pris p à p lors de tirages non ordonnés **sans** remise  
B) Vrai  
C) Faux : On utilise la permutation d'un ensemble fini à n éléments pour les tirage ordonné sans remise lorsque **p=n** (et pas pour tous les tirages ordonnés sans remise)  
D) Faux : Lorsque l'on ne considère que la catégorie pour l'ordre on utilise la permutation avec répétition  
E) Faux

**QRU 3 : B**

- A) Faux  
B) Vrai : Soit A = angine de poitrine et B = Arythmie, on cherche le complémentaire de  $P(A \cup B)$ .  $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$   
Donc  $P(A \cup B) = 0.4 + 0.3 - 0.1 = 0.6$ . Ainsi  $P(A \cup B)^c = 0.4$ . Donc 40% des patients sont venus pour autre chose que l'angor ou l'arythmie, soit  $50 \times 40 / 100 = 20$  personnes.  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QRU 4 : B**

- A) Faux :  $P(A) + P(B) = 1,2 > 1$  donc c'est impossible  
B) Vrai :  $P(A \cup B) \neq P(A) + P(B)$   
C) Faux :  $P(A) \times P(B) = 0,35 < 1$  donc A et B peuvent être indépendants  
D) Faux : On ne sait pas si A et B sont indépendants ou pas  
E) Faux

**QRU 5 : E**

- A) Faux : Il est défini en compréhension (=implicite) car on ne liste pas tout le monde  
B) Faux : Il est dénombrable !  
C) Faux : Lui est explicite car on liste tout  
D) Faux : Les réels sont indénombrables  
E) Vrai

**QRU 6 : B**

- A) Faux  
B) Vrai : Proportion de médicament prescrits :  $P(Ma) = 50\%$ ,  $P(Mb) = 30\%$ ,  $P(Mc) = 20\%$   
Taux d'échec pour chaque médicament :  
 $P(\text{échec } Ma) = (100\% - 80\%) = 20\%$  ;  $P(\text{échec } Mb) = (100\% - 90\%) = 10\%$  ;  $P(\text{échec } Mc) = (100\% - 70\%) = 30\%$  ;  
La probabilité globale d'échec est de :  $P(\text{échec } Ma) \times P(Ma) + P(\text{échec } Mb) \times P(Mb) + P(\text{échec } Mc) \times P(Mc)$   
 $= 0,5 \times 0,2 + 0,3 \times 0,1 + 0,2 \times 0,3 = 0,1 + 0,03 + 0,06 = 0,19 = 19\%$  (qru d'annales ça sort pas de mon chapeau)  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QRU 7 : A**

A) Vrai : La majorité d'entre vous a surement hésité entre la formule de l'arrangement de  $n$  éléments pris  $p$  à  $p$  et de la combinaison. Ici, on avait un tirage non ordonné et sans remise. Le tirage est non ordonné car : 1) on ne précise pas que l'ordre compte (élément suffisant pour se décider selon le Pr. Staccini) ; 2) au moment de tirer successivement les billes, on ferme les yeux et ce n'est qu'après les avoir toutes en main que l'on regarde ce que l'on a. Ainsi on élimine toute notion d'ordre dans notre tirage. Donc on utilise bien la formule des combinaisons et on simplifie les factoriels pour trouver 126.

B) Faux

C) Faux

D) Faux

E) Faux

**QRU 8 : D**

A) Faux : Voir fiche, on ne doit pas confondre  $\emptyset$  et 0 (ensemble  $\neq$  valeur). Ce qui est égal à 0 c'est la probabilité de l'ensemble vide ( $\emptyset$ ).

B) Faux : Un ensemble explicite se définit en listant ses éléments un à un.

C) Faux : Ce qui est entre parenthèses est faux, la différence symétrique se note  $A \Delta B$ .

D) Vrai : On peut compter les éléments d'ensembles infinis et très particulièrement d'ensembles infinis dénombrables.

E) Faux

**QRU 9 : E**

A) Faux : Attention sous-ensembles=parties, si vous remplacez sous-ensembles par éléments la proposition devient correcte.

B) Faux : Ne pas confondre la famille des parties d'un ensemble avec les couples coordonnés de deux ensembles.

C) Faux : Un ensemble nul est un ensemble fini.

D) Faux : On peut définir en intention un ensemble infini indénombrable.

E) Vrai

**QRU 10 : C**

A) Faux

B) Faux

C) Vrai : Mots = **tirages ordonnés** de lettres, utiliser une seule fois chaque lettre = **sans remise** donc on utilise l'arrangement de  $n$  éléments pris  $p$  à  $p$ .

D) Faux

E) Faux

**QRU 11 : B**

A) Faux

B) Vrai : Ici chaque bouteille est unique et rentre dans une catégorie (Blanc1 ; Blanc2 ; Rouge1 ; Rouge2 ; Rosé1). On va piocher deux bouteilles à la suite c'est donc un tirage ordonné sans remise. On n'utilise pas la permutation avec répétition car on différencie par exemple Blanc1 de Blanc2. On ne va pas non plus piocher jusqu'à épuisement, il nous reste donc l'arrangement de  $n$  éléments pris  $p$  à  $p$  (raisonnement par élimination les gars). Ainsi on a :  $\frac{5!}{3!} = 20$  possibilités de tirages différents en prenant l'ordre en compte. Ce qui intéresse Sarah c'est de piocher par exemple 2 blancs à la suite ou 2 rouges. On aura uniquement 4 possibilités qui correspondent à l'énoncé (Rouge1 ; Rouge2) ; (Rouge2 ; Rouge 1) ; (Blanc1 ; Blanc2) et (Blanc2 ; Blanc1). Donc 4 possibilités sur les 20 tirages différents possibles. Ce qui donne une probabilité de  $4/20 = 1/5$ .

C) Faux

D) Faux

E) Faux (pour les pass qui réclamaient du plus difficile)

**QRU 12 : E**

A) Faux, c'est une union et en plus  $A \cup \emptyset = A$ .

B) Faux : Ce n'est pas une intersection.

C) Faux :  $A \cap \Omega = A$ .

D) Faux : Pas d'intersection.

E) Vrai : Courage la biostat c'est cool (Ricardo qui vous kif)

**QRU 13 : E**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux

E) Vrai : Le piochage est simultané car on pioche 6 M&Ms en même temps, il n'y a donc pas de notion d'ordre ni de remise, c'est un tirage non ordonné sans remise = COMBINAISONS donc il y a  $\frac{68!}{(68-6)! \cdot 6!}$  piochages différents.

**QRU 14 : A**

- A) Vrai :  $P(C\Omega) = P(\emptyset) = 0$ .
- B) Faux : Événement certain : l'ensemble contient **TOUS** les résultats possibles.
- C) Faux
- D) Faux : Les ensembles A et B sont incompatibles si  $P(A \cap B) = 0$ .
- E) Faux

**QRU 15 : B**

- A) Faux : Ce n'est pas un tirage simultané.
- B) Vrai : On utilise la permutation d'un ensemble fini à n éléments, car on place les patients un à un jusqu'à ce qu'ils soient tous assis. (Une fois placés, ils ne bougent plus, il y a donc tirage ordonné sans remise avec  $p=n$ )
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 16 : D**

- A) Faux : La combinaison de n éléments pris p à p concerne les tirages non ordonnés **SANS** remise.
- B) Faux : Même type de tirage mais à utiliser dans des situations différentes.
- C) Faux : Dans l'arrangement de n éléments pris p à p on prend successivement p éléments parmi n **SANS** remettre.
- D) Vrai :  $\frac{50!}{2!(50-2)!} = \frac{50!}{2! \cdot 48!} = \frac{50 \cdot 49}{2} = \frac{2450}{2} = 1225$  (Petit calcul des familles)
- E) Faux

**QRU 17 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : C'est l'équivalent d'un tirage ordonné sans remise, où  $n=p$  car ya suffisamment de lits pour tous les patients
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 18 : D**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai :  $\text{Card}(A) \cdot \text{Card}(B) = 8 \cdot 14 = 112$  le numéro à appeler si vous croisez une de ces dangereuses tutrices de bioch
- E) Faux

**QRU 19 : C**

- A) Faux : C'est la même chose mais on ne l'utilise pas ici
- B) Faux : Oui mais il y a 56 possibilités (même si on sait qu'il n'y qu'une seule issue, toute la biostat devant la biochimie)
- C) Vrai : B1 est considéré comme identique à B2, B3, B4, B5 et pareil pour les tutrices de biochimie
- D) Faux : Non
- E) Faux (revoir la formule sur la permutation avec répétition)

**QRU 20 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : On utilise l'arrangement de n éléments pris p à p :  $n! / (n-p)! = 10! / (10-3)! = 10! / 7! = 720$
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 21 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : On place 6 patients dans 6 lits au hasard, donc  $6! = 720$
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux



### 3. Probabilités conditionnelles, Théorème de Bayes, Indépendance en probabilité

2020 – 2021 (Pr. Staccini)

**QRU 1 :** Lors de la publication de posts insta sur @fushue3 on peut avoir 2 types d'erreur appelées "A" et "E". La probabilité d'avoir l'erreur A est de 0,08. La probabilité d'avoir l'erreur "B" est de 0,4. Enfin, la probabilité d'avoir simultanément l'erreur "A" et "B" est de 0,032. Indiquez la proposition exacte :

- A) Les 2 erreurs ne peuvent pas avoir lieux en même temps sur la publication d'un post
- B) Les 2 erreurs interviennent de façon indépendantes
- C) Les 2 erreurs sont incompatibles
- D) L'erreur "A" arrive plus souvent que l'erreur "B"
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 2 :** Indiquez la proposition exacte

- A) Si A est inclus dans B alors  $P(A \cap B) = P(B)$
- B) Si A et B sont incompatibles alors  $P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$
- C) 2 événements A et B indépendants peuvent se réaliser en même temps
- D) Si A est exclus de B alors les événements sont indépendants
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 3 et 4 :** L'hémochromatose (trop de fer dans le sang) est un problème pour de nombreuses familles en France. On définit l'hémochromatose par une ferritine supérieure à 1000ng/mL. Une cause connue d'hémochromatose est génétique, le fait d'avoir 2 parents atteints.

**QRU 3 :** En France, on sait que 8% des gens présentent une ferritine supérieure à 1000ng/mL. Parmi les gens avec 2 parents atteints, 80% présentent une ferritine supérieure à 1000ng/mL. Que représentent ces 80% ? Indiquez la proposition exacte :

- A) La probabilité d'être atteint d'hémochromatose en France et d'avoir une ferritine supérieure à 1000ng/mL
- B) La spécificité d'avoir une ferritine supérieure à 1000ng/mL pour l'hémochromatose
- C) La probabilité d'avoir une ferritine supérieure à 1000ng/mL en France pour les gens atteints d'hémochromatose
- D) La prévalence en France d'hémochromatose
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 4 :** En France, 4% des gens ont leurs 2 parents atteints d'hémochromatose. Indiquez la proposition exacte :

- A) La probabilité qu'une personne atteinte en France d'hémochromatose a ses 2 parents atteints est de 0,8
- B) La probabilité qu'une personne soit atteinte en France d'hémochromatose et d'avoir ses 2 parents atteints est de 0,32
- C) La probabilité qu'une personne en France avec ses 2 parents atteints d'hémochromatose soit atteinte d'hémochromatose est de 0,4.
- D) La probabilité qu'une personne soit atteinte en France d'hémochromatose ou qu'elle a ses 2 parents atteints est de 0,4.
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 5 :** Indiquez la proposition exacte :

- A)  $P(\Omega) = \emptyset$
- B)  $P(\bar{A}) = P(B)$
- C)  $P(A \cap B) \neq P(B \cap A)$
- D)  $P(A|B)$  = la probabilité d'avoir B sachant qu'on a déjà eu A
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 6 :** Le tuto gang (à lire avec l'accent) est dévasté par une épidémie de grippe avant l'anniversaire d'Emilie (où Simon malgré l'invitation sera sûrement encore absent), après que certains aient été affaibli par une gastro-entérite quelques jours avant. On travail seulement sur les personnes composant ce gang en étudiant le fait qu'avoir une gastro affaibli notre corps et augmente la probabilité  $P(B)$  d'avoir une grippe. La probabilité  $P(A)$  qu'on tombe sur quelqu'un ayant eu la gastro est de 0,4. 70% des personnes ont eu la grippe et 100% de ceux ayant eu la gastro ont eu la grippe. Quel est la probabilité d'avoir eu la gastro puis la grippe ?

- A) 1
- B) 0,8
- C) 0,6
- D) 0,4
- E) 0,28

**QRU 7 :** Indiquez la proposition exacte

- A) Théorèmes des probabilités totales + Théorème de la multiplication = Théorèmes de Bayes
- B) Théorèmes des probabilités totales + Théorème de la multiplication = Formule de Bayes
- C) Formule de Bayes - Théorème de la multiplication = Théorème de Bayes
- D) Formule de Bayes + Formule des probabilités totales = Théorème de la multiplication
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 8 :** Soit A et B deux évènements. Indiquez la proposition exacte :

- A) Si  $P(A \cap B) = P(B)$  alors les 2 évènements A et B sont indépendants
- B) Si A et B sont incompatibles alors  $P(A \mid B) = P(B)$
- C) Si  $P(A \cap B) = P(B)$  alors  $P(B \mid A) = 1$
- D) Si  $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$  alors  $P(B \mid A) = 0$
- E) Les réponses A,B,C et D sont fausses

**QRU 9 :** Vous êtes embauché sur une étude sur les maladies fréquentes chez les hommes en France. Dans cette étude, la probabilité d'avoir un cancer de la prostate est notée  $P(A) = 0,13$  et la probabilité d'avoir une maladie de l'appareil génital masculin (penis, testicule, épидидyme, canal éjaculateur, prostate...) est notée  $P(B) = 0,2$ . Quelle est la probabilité d'avoir une maladie de l'appareil génital masculin et un cancer de la prostate ?

- A) 0,13
- B) 0,26
- C) 0,39
- D) 0,52
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 10 :** En pleine épidémie de rhinopharyngite, Valentine, pédiatre, à l'impression qu'elle consulte plus de petites filles que de petits garçons. Elle décide de faire attention et au bout d'un mois, elle a consulté 240 filles sur 400 bébés, elle avait donc raison. Mais en plus de cela, elle s'aperçoit que 50% des filles ont une rhinopharyngite alors que seulement 30% des garçons en ont une. Aidez Valentine à trouver la probabilité d'être un garçon et de ne pas avoir de rhinopharyngite.

- A) 0,08
- B) 0,13
- C) 0,28
- D) 0,49
- E) Les réponses A,B,C et D sont fausses.

**QRU 11 :** Soient deux événements A et B dont leurs probabilités sont respectivement 0,2 et 0,5. On notera que A est inclus dans B. Indiquer la proposition exacte.

- A)  $P(A|B) = 0,4$
- B)  $P(B|A) = 0,4$
- C)  $P(A \cap B) = 0,4$
- D)  $P(A \cup B) = 0,4$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 :** Vous êtes externe et devez faire un rapport sur les fréquences des cancers chez les hommes et les femmes à Lacassagne. Vous notez la probabilité  $P(A)$  = probabilité d'avoir un cancer de la prostate = 0,3 et  $P(B)$  = la probabilité d'avoir un cancer pour une femme avant 60 ans = 0,6. Vous avez demandé à votre petit frère de vous poser des questions sur vos calculs pour vous relire et bien connaître votre sujet. Bien qu'il n'en a rien à faire de votre réponse, il vous écoute et vous demande la probabilité d'avoir pour une femme un cancer de la prostate avant 60 ans.

- A) 0,03
- B) 0,18
- C) 0,30
- D) 0,60
- E) Les réponses A,B,C et D sont fausses.

**QRU 13 :** Nous sommes dans le cadre d'études en phase 4 sur un antibiotique contre la COVID-19 intitulé RICA-RD0. Celui ci est sur le marché et observé par des chercheurs depuis 2 mois et les résultats sont attendus par toute la planète. Ces chercheurs ont heureusement fait biostatistiques en PACES il y a 20 ans et dans leur démarche, ils décident de faire une étude comparative avec deux autres antibiotiques. Ils remarquent que lorsqu'on met à disposition des patients les trois médicaments, ils utilisent à 80% le nouveau médicament alors que les deux autres antibiotiques sont utilisés dans seulement 10% des cas chacun. En revanche ils remarquent que le nouveau médicament n'est efficace que dans 30% des cas alors que les deux autres antibiotiques sont efficaces à 60% pour l'un et 70% pour l'autre. Aidez les chercheurs à trouver la probabilité de soigner un patient à qui les trois médicaments sont à disposition ?

- A) 6%
- B) 24%
- C) 37%
- D) 64%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses (et Ricardo est beau)

**QRU 14 :** On teste l'efficacité d'un médicament sur un échantillon d'individus ayant un taux de glycémie anormalement élevé. Dans cette expérience, 50% des individus prennent le médicament, les autres reçoivent un placebo. On étudie la baisse du taux de glycémie après l'expérimentation. On constate une baisse de ce taux chez 80% d'individus ayant pris le médicament. On ne constate aucune baisse pour 90% des personnes ayant pris le placebo. On choisit au hasard une personne dans l'ensemble de tous les individus ayant participé à l'expérience. Quelle est la probabilité qu'elle ait un taux de glycémie encore élevé ?

- A) 0,40
- B) 0,45
- C) 0,50
- D) 0,55
- E) Les réponses A,B,C et D sont fausses.

**QRU 15 :** A propos du cours sur l'indépendance, l'inclusion et l'exclusion en probabilités.

- A) Si  $A \subset B$ , alors  $P(A \cap B) = P(B)$
- B) Si  $A \subset B$ , alors  $P(A|B) = P(B) / P(A)$
- C) Si  $P(B|A) = P(A) \times P(B)$ , alors les événements sont incompatibles.
- D) Si les événements sont indépendants, alors  $P(A|B) = 1$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Probabilités conditionnelles, Théorème de Bayes, Indépendance en probabilité****2020 – 2021 (Pr. Staccini)****QRU 1 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : elle peuvent intervenir simultanément donc elles ne sont pas incompatibles et  $P(A) \cdot P(B) = P(A \cap B)$
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 2 : C**

- A) Faux :  $P(A \cap B) = P(A)$
- B) Faux indépendants
- C) Vrai
- D) Faux : incompatibles
- E) Faux

**QRU 3 : E**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux : La probabilité d'avoir une ferritine supérieure à 1000ng/mL pour les gens avec 2 parents atteints
- D) Faux
- E) Vrai

**QRU 4 : B**

- A) Faux : ça c'est la proba d'avoir une ferritine supérieure à 1000ng/mL=atteint d'hémochromatose pour les gens avec 2 parents atteints et pas l'inverse
- B) Vrai : Soit la proba d'avoir une ferritine élevée est appelée  $P(F) = 0,05$  et la proba d'avoir ses 2 parents atteints est notée  $P(2P) = 0,04$ . On a aussi dans l'énoncé  $P(F/2P) = 0,8$ .  
Donc  $P(F \cap 2P) = P(F/2P) \cdot P(2P) = 0,8 \cdot 0,04 = 0,32$ .
- C) Faux : ça c'est la proba d'avoir ses 2 parents atteints sachant que la personne a de l'hémochromatose.  $P(F \cap 2P) = 0,32$ .  $P(2P/F) = P(F \cap 2P)/P(F) = 0,32/0,08 = 0,4$
- D) Faux
- E) Faux : *qrus très compliqués je trouve, mais bon il y en a 2 comme ça dans les annales, perso l'année dernière j'avais galéré à comprendre un peu donc si vous comprenez pas je vous réexplique sur le forum 😊*

**QRU 5 : E**

- A) Faux :  $P(\Omega) = 1$
- B) Faux : si l'univers est fait que de A et B alors oui mais ce n'est donc pas tout le temps vrai.
- C) Faux
- D) Faux : l'inverse
- E) Vrai

**QRU 6 : D**

- A) Faux  $P(A) = 0,4$  et  $P(B|A) = 1$  donc  $P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B|A) = 0,4 \cdot 1 = 0,4$
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 7 : B**

- A) Faux
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 8 : C**

- A) Faux : alors B est inclus dans A  
B) Faux : Si A et B disjoints alors  $P(A|B) = P(A)$   
C) Vrai  
D) Faux : si  $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$  alors  $P(B|A) = P(B)$   
E) Faux

**QRU 9 : A**

- A) Vrai : La prostate fait partie de l'appareil génital masculin, donc un cancer de la prostate est une maladie de l'appareil génital masculin, donc A est inclus dans B, donc  $P(A \cap B) = P(A) = 0,13$ .  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux : oui j'aime bien les prostates mdr, au passage dédié à l'UE10 (BDR au S2) ♥

**QRU 10 : C**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Vrai  
D) Faux  
E) Faux  
 $P(A) = \text{être un garçon} = 160/400 = 16/40 = 4/10 = 0,4$   
 $P(B) = \text{avoir une rhino} = 0,3$   
 $P(B|A) = \text{être un garçon et avoir une rhino} = 0,7$   
Donc  $P(\bar{B}|A) = 0,3$   
 $P(A \cap \bar{B}) = P(\bar{B}|A) \times P(A) = 0,3 \times 0,4 = 0,12$

**QRU 11 : A**

- A) Vrai :  $P(A) = 0,5$  et  $P(B) = 0,2$  A est inclus dans B donc  $P(A \cap B) = P(A)$   $P(A|B) = P(A) / P(B) = 0,5 / 0,2 = 2,5$   
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QRU 12 : E**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Vrai : les femmes n'ont pas de prostate, tout le monde le sait (sauf votre petit frère peut être), donc ce n'est pas possible d'être une femme et d'avoir un cancer de la prostate avant 60 ans (après aussi d'ailleurs mdr), donc A et B sont exclus = disjoints = incompatibles.  $P(A \cap B) = 0$ .

**QRU 13 : C**

D'abord on pose les événements : Événement A : « utiliser le nouveau médicament » ; Événement B : « utiliser le premier médicament comparatif » ; Événement C : « utiliser le deuxième médicament comparatif » ; Événement X : « le patient est soigné ».

On a :  $P(A)=0,8$  ;  $P(B)=0,1$  ;  $P(C)=0,1$  ;  $P(X|A)=0,3$  ;  $P(X|B)=0,6$  ;  $P(X|C)=0,7$ .

On utilise le théorème de la multiplication ( $P(A \cap X) = P(X|A) \times P(A)$ ) ainsi que celui des probas totales.

La probabilité de soigner un patient est donc :

$$P(X) = P(A) \times P(X|A) + P(B) \times P(X|B) + P(C) \times P(X|C) = 0,8 \times 0,3 + 0,1 \times 0,6 + 0,1 \times 0,7 = 0,37$$

- A) Faux  
B) Faux  
C) Vrai  
D) Faux  
E) Faux

**QRU 14 : D**

M = 50% (médicament)

P = 50% (placebo)

BM = 80% (baisse sous médicament)

BP = 10% (baisse sous placebo)

$$P(B-) = P(M) \times P(BM-) + P(P) \times P(BP-) = 0,5 \times 0,2 + 0,5 \times 0,9 = 0,1 + 0,45 = 0,55$$

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Vrai

E) Faux

**QRU 15 : E**

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Faux

E) Vrai : qcm de cours

## 4. Variables aléatoires, Lois de probabilités discrètes et continues

2020 – 2021 (Pr. Staccini)

**QRU 1 : A propos des variables aléatoires discrètes et des lois associées, donnez la réponse vraie :**

- A) Elles sont aussi appelées « variables à densité »
- B)  $0 \leq p_i \leq 1$  et  $\sum p_i < 1$
- C) Les lois de probabilité discrètes peuvent être représentées par une table ou un diagramme en bâtons
- D) La fonction de répartition est croissante, monotone et continue
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 2 : A propos des paramètres des lois de probabilité discrètes, donnez la réponse vraie :**

- A) Dans la loi Binomiale, on a  $\mu=p$
- B) Pour la loi Hypergéométrique  $\mu=np$  et  $\sigma^2 = npq$
- C) Dans la loi Géométrique  $\sigma^2 = npq \times \frac{N-n}{N-1} \sigma^2 = npq \times \frac{N-n}{N-1}$
- D) Dans la loi de Poisson  $\mu = \sigma^2 = \lambda$
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

**QRU 3 : On s'intéresse au contrôle anti-dopage chez les cyclistes du tour de France qui sont passés à Nice le week-end du 31 août. Dans le milieu sportif, la probabilité qu'un athlète soit testé positif au contrôle est de 5%. On a contrôlé ce dimanche 300 cyclistes. Quelle était la probabilité qu'aucun ne soit testé positif ? Donnez la vraie :**

- A) 0,95
- B)  $0,05^{300}$
- C)  $e^{-15}$  à l'aide d'une approximation par la loi de Poisson
- D) On ne peut pas faire d'approximation via la loi de Poisson pour ce calcul
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 : L'intoxication éthylique aiguë (IEA) est un motif fréquent de recours aux urgences, notamment chez des patients présentant un trouble lié à l'usage d'alcool (TLUA). Chez ces patients, le taux d'alcoolémie suit une loi Normale de paramètres  $\mu=2,2$  g/L et  $\sigma=0,1$ g/L. Donnez la réponse vraie :**

- A) La densité de probabilité sera ici symétrique autour de 0,1 g/L
- B) La densité de probabilité a 2 points d'inflexion à 2,0 et 2,4 g/L
- C) Il y a 1 chance sur 100 pour que  $X < 1,942$  ou  $X > 2,458$
- D) On peut approximer cette loi Normale par une loi Binomiale  $B(n,p)$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 5 : A propos des variables et lois de probabilité, donnez la vraie :**

- A) La fonction de répartition peut être décroissante
- B) Dans le cadre d'application de la loi Binomiale, si  $p > 0,5$ , on parle d'asymétrie positive
- C) Quand  $n$  est grand et  $p$  très proche de 0, la loi Binomiale tend vers la loi Normale
- D) Un tirage exhaustif est toujours indépendant des autres tirages
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 6 : Dans l'heure où il se lève, après avoir trainé dans son lit un certain temps, Alexis se fait un café pour attaquer sa journée. Sachant que son réveil sonne à 7h00 et qu'il peut sortir du lit à tout moment entre 7 et 8h, donnez la réponse vraie :**

- A) La probabilité qu'il se fasse un café à 7h20 pétantes est de 0,2
- B) La probabilité qu'il se fasse un café entre 7h10 et 7h40 est de 0,5
- C) La probabilité qu'il se fasse un café après 7h45 est de 0,75
- D) La probabilité qu'il se fasse un café entre 7h13 et 7h17 est de 0,04
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 7 :** Un soir d'été, la team Biostat' décide de faire des crêpes. En gros dalleux qu'ils sont, ils suivent une recette donnant en moyenne de quoi faire 30 crêpes, +/- 2. Quelle est la probabilité qu'ils en obtiennent finalement moins de 26 ? Donnez la réponse vraie :

- A) 0,025
- B) 0,8
- C) 0,43
- D) 0,05
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 8 :** Un examen est composé de 10 questions à réponse unique, comportant chacune 5 propositions. Tu voudrais impasser cette matière, et tu cherches donc la probabilité d'obtenir une bonne note en répondant au hasard. Quelle est la probabilité d'obtenir 6/10 ? Indiquez la proposition exacte :

- A) 0,1
- B)  $0,2^6$
- C)  $\frac{10!}{6!4!}$
- D)  $0,2^6 \times 0,8^4$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 9 :** On étudie la durée de vie de la machine à café de la BU, suivant une loi exponentielle de paramètre 0,01. Indiquez la proposition exacte :

- A) La probabilité que la machine cesse de fonctionner le 7 novembre à 16h00 est de  $e^{-0,07}$
- B) La probabilité que la machine ait une durée de vie supérieure à 30 jours est de  $1 - e^{-0,3}$
- C) La probabilité que la machine ait une durée de vie comprise entre 15 et 30 jours est de  $e^{-0,15} - e^{-0,3}$
- D) La probabilité que la machine ait une durée de vie comprise entre 30 et 45 jours est supérieure à la probabilité énoncée dans la C)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 10 :** Au CHU Pasteur, on recense aujourd'hui 640 personnes hospitalisées en MCO (Médecine, Chirurgie, Odontologie), dont 20% de mineurs. Parmi tous les patients hospitalisés, on prélève un échantillon de 100 personnes. Quelle est la probabilité que dans cet échantillon, 40 soient âgés de moins de 18 ans ? Indiquez la proposition exacte :

- A)  $\frac{C_{128}^{40} \times C_{512}^{60}}{C_{640}^{100}}$
- B)  $C_{100}^{40} \times 0,2^{40} \times 0,8^{60}$
- C)  $C_{128}^{40} \times 0,2^{40} \times 0,8^{60}$
- D)  $\frac{C_{100}^{40} \times C_{640}^{128}}{C_{640}^{100}}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 11 :** Avec l'hiver arrive la saison des gastros. Sachant qu'une personne atteinte de gastroentérite va à la selle en moyenne 4 fois par jour, quelle est la probabilité qu'exceptionnellement aujourd'hui, votre patient Tchoupi étant atteint n'y aille pas du tout ? Indiquez la proposition exacte :

- A) 1
- B)  $1/e^4$
- C)  $e^4$
- D) 0
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 :** Simon et Zélie sont passionnés de rando. Au cours d'une d'elles, ils décident de s'improviser photographes animaliers. Or, sur leur circuit de randonnée ils croisent 15 chamois, 25 marmottes, et 10 lièvres. Cachés derrière un buisson, ils déclenchent l'objectif à chaque fois qu'un animal passe. Indiquez la proposition exacte :

- A) La probabilité qu'ils aient leur première photo de marmotte au bout du 3<sup>e</sup> passage est de 0,125
- B) La probabilité que parmi les 5 premières photos, 3 soient des chamois est de 0,3
- C) La probabilité que parmi les 5 premières photos, au moins 1 soit un lièvre est de 0,2
- D) La probabilité photographier un kangourou est de 0,01
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QRU 13 : La durée de vie de votre feutre noir est modélisée par une loi exponentielle de paramètre  $k=0,15$ . Indiquez la proposition exacte :**

- A) La probabilité que votre feutre ait une durée de vie inférieure à 6 jours est de  $e^{-0,9}$
- B) La probabilité que votre feutre ait une durée de vie supérieure à 2 semaines est de  $1 - e^{-2,1}$
- C) La probabilité que votre feutre ait une durée de vie comprise entre 3 et 6 jours est de  $e^{-0,45} - e^{-0,9}$
- D) La probabilité que votre feutre ait une durée de vie comprise entre 6 et 9 jours est supérieure à la probabilité qu'il tienne entre 3 et 6 jours
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 14 : Chaque année, la perte de masse musculaire (en g) chez les PASS et PACES suit une loi Normale de moyenne 1200 et d'écart type 300. Indiquez la proposition exacte :**

- A) La probabilité que Bob perde plus de 1700g de muscle durant l'année est de 0,1
- B) La probabilité que Patrick perde entre 420g et 1,98kg est de 0,05%
- C) Philibert fait partie des 2,5% des premières année ayant perdu le moins de muscle, il a donc perdu environ 600g
- D) Carl lui, le plus stock des anciens P1 nous affirme n'avoir absolument rien perdu. Si c'est vrai, il se place dans les 3% de la promo ayant perdu moins de 200g
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 15 : Light, très prisé, reçoit en moyenne 16 sms par heure. Il ne répond évidemment qu'à ce qui l'arrange, soit à 2 messages par heure (mais pas d'inquiétude, sur le forum il répond à tout !). Indiquez la proposition exacte :**

- A) La probabilité qu'il soit boycotté et ne reçoive aucun message dans les 2 prochaines heures est de  $e^{-16}$
- B) La probabilité que soudainement il réponde à 10 messages dans la prochaine heure est de  $\frac{2^{10}e^{-2}}{10!}$
- C) L'intervalle de temps entre 2 réponses suit une loi Poisson de paramètre 0,5
- D) L'écart-type des messages reçus est de 4
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 16 : Carl, féru de mode, a aujourd'hui une veste bleu roi (mais pas assortie à ses baskets). Il se demande quelle est la probabilité que 15 personnes sur les 200 personnes qu'il croise quotidiennement, se retournent sur lui dans la rue aujourd'hui, sachant qu'en moyenne, le bleu roi attire l'attention de 30% de la population. Indiquez la proposition exacte :**

- A)  $0,3^{15}$
- B)  $7,5^{15}$
- C)  $C_{200}^{15} 0,3^{15}$
- D)  $C_{200}^{15} 0,7^{15} * 0,3^{185}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses, mais Carl a un style de ouf

**QRU 17 : Les soirs de fête aux urgences, les patients arrivent quasiment en continue. La probabilité qu'un brancard du SAMU franchissent les portes des urgences le jour de Noël entre 22h et 22h10 suit une loi uniforme. Indiquez la proposition exacte :**

- A) L'heure moyenne d'arrivée du brancard est de 22h02
- B) La fonction de densité de cette variable suit  $f(x) = 1/(b-a)$  sur R
- C) La variance (en minutes) de cette variable aléatoire est de  $25/3 = 8,33$
- D) La probabilité pour que le brancard arrive entre 22h08 et 22h09 est de 0,2
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 18 : Zélie, votre super tutrice d'anat, prépare des fiches incroyables pour votre S2. Les 4 qu'il lui reste à faire sont : 1) Locomoteur 2)Organe des sens 3)Digestif 4)Système nerveux. Elle n'arrive pas à se décider, et décide donc de procéder par tirage au sort. Donnez la proposition exacte :**

- A) La probabilité qu'elle tire « Organe des sens » suit une loi de Poisson
- B) Zélie tire au sein des 4 sujets jusqu'à tomber sur « système nerveux ». La probabilité qu'il lui faille pour cela 1 seul tirage est de 0,2
- C) Elle procède à 5 tirages, la probabilité qu'elle tire 3 fois « Locomoteur » est de  $C_3^5 0,25^3 \times 0,75^2$
- D) Elle procède de nouveau à 5 tirages, la probabilité qu'elle tire « Digestif » moins de 5 fois est de  $C_5^4 0,25^4 \times 0,75^1$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 19 : On comptabilise l'été sur une plage (bientôt bientôt...) environ 200 vagues par heure. On regarde sur l'ensemble d'une journée (8h – 18h) combien de flopees bleues s'écrasent sur les galets. Indiquez la proposition exacte :**

- A) Pour calculer la probabilité d'observer 100 vagues entre midi et 14h, on peut utiliser une loi Binomiale de moyenne 400
- B) Non, l'item A est faux car la moyenne est de 200
- C) La probabilité d'observer 200 vagues entre 15 et 17h est de  $\frac{200^{400}e^{-200}}{400!}$
- D) La probabilité d'observer entre 348 et 452 vagues entre 17h et 19h est de 99%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 20 : A propos de la fonction de répartition d'une variable aléatoire, indiquez la proposition exacte :**

- A) Elle n'est pas toujours monotone croissante
- B) Elle est définie comme  $F(a) = P(X < a)$ , avec X notre variable aléatoire
- C) La fonction de répartition d'une variable aléatoire continue est une fonction en escalier
- D) Les discontinuités de la fonction de répartition d'une variable aléatoire discrète se produisent pour des valeurs de X ayant des probabilités nulles
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 21 : En tant que médecin du travail dans une entreprise de travaux publics, vous recueillez tous les accidents de travail auxquels vous êtes confrontés. En un mois (4 semaines), vous avez recensé 16 accidents. Vous trouvez que la moyenne hebdomadaire du nombre d'accidents est égale à la variance. Indiquez la proposition exacte :**

- A) Le nombre moyen d'accidents par semaine est donné par une loi Poisson de paramètre  $\lambda=4$
- B) Le nombre moyen d'accidents par semaine est donné par une loi Binomiale (208 ; 1/3)
- C) L'écart type est de 4
- D) Par mois, il y a autant de semaines avec 4 accidents que de semaines avec 3 accidents
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 22 : Au sein de la population française, lors d'un don du sang on prélève en moyenne 450 mL. Or, la variable aléatoire « volume sanguin prélevé » suit une loi Normale (450 ; 30). Indiquez la proposition exacte :**

- A) 68% de nos patients donnent entre 444,5 et 455,5mL
- B) Environ 2,5% des patients donnent moins de 390mL
- C) Environ 99% des patients donnent moins de 372mL ou plus de 528mL
- D) 50% des patients donnent entre 400 et 500mL
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 23 : A propos des variables aléatoires et lois de probabilité, indiquez la proposition exacte :**

- A) La loi Poisson est une loi continue
- B) On peut approximer une loi Hypergéométrique
- C) On peut approximer une loi Normale par une loi Poisson si  $m > 25$
- D) Une loi Normale (25 ; 16) a une moyenne de 25 et un écart type de 4
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 24 : Sur l'autoroute A8, il y a en moyenne 2 accidents par semaine. Considérant qu'un mois compte 4 semaines, en moyenne sur 1 mois, combien de semaines auront eu 1 accidents ?  $e^{(-2)} = 0,135$ . Indiquez la proposition exacte :**

- A) 1 semaine
- B) 2 semaines
- C) 3 semaines
- D) 0 semaines
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 25 : Soit la variable aléatoire X donnant le poids gagné (compté en positif) ou perdu (en négatif) en grammes durant le mois d'octobre. X suit une loi de Gauss de paramètres (0, 600). Indiquez la proposition exacte :**

- A) 68% de la population a perdu ou gagné plus de 600g
- B) Thérèse a environ 99,9% de chance d'avoir perdu ou gagné moins de 2kg
- C) La courbe de Gauss décrite dans l'énoncé suit une loi Normale centrée réduite
- D) Il y a 5% de chances pour que Thérèse n'ait rien perdu, mais ait gagné plus de 1,2kg
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 26 :** Soit  $X$  une variable aléatoire suivant une loi Normale  $N(6 ; 3)$ . A l'aide de la table de la fonction de répartition de la loi Normale  $(0 ; 1)$  en annexe, donnant  $P(Z \leq a)$ , trouvez la probabilité  $P(X > 12)$  au millième : (indiquez la proposition exacte)

- A) 0,023
- B) 0,320
- C) 0,622
- D) 0,977
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 27 :** Soit une variable aléatoire suivant une loi Normale  $(m, \sigma)$ , indiquez la proposition exacte :

- A) L'intervalle  $[m - \sigma ; m + \sigma]$  comptabilise 32% de la population
- B) L'intervalle  $[m - 1,96\sigma ; m + 1,96\sigma]$  comptabilise 99% de la population
- C) L'intervalle  $[m - 1,96\sigma ; m + 1,96\sigma]$  comptabilise 95% de la population
- D) L'intervalle  $[m - 3,3\sigma ; m + 3,3\sigma]$  comptabilise 99% de la population
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 28 :** On s'intéresse à la conformité du matériel chirurgical utilisé au bloc opératoire. La probabilité pour un scalpel d'être non conforme aux normes est de 0,01. On contrôle la conformité de 200 poches dans les stocks de l'hôpital Pasteur. La probabilité que tous les scalpels soient aux normes est de :

- A) 0,99
- B)  $0,01^{200}$
- C)  $e^{-2}$  (en faisant l'approximation par une loi de Poisson)
- D) Les valeurs données dans l'énoncé ne permettent pas une approximation par une loi de Poisson
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 29 :** Suite à un Infarctus du myocarde, on peut observer dans les heures qui suivent une élévation de la concentration sanguine en troponine, suivant une loi Normale. En moyenne dans la population, cette élévation est décelable au bout de 3h, avec un écart type de 0,5h. Quelle est approximativement la proportion de patients pour lesquels le délai d'élévation de la troponine est inférieur à 2h ?

- A) 1%
- B) 2,5%
- C) 5%
- D) 95%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Variables aléatoires, Loïs de probabilités discrètes et continues****2020 – 2021 (Pr. Staccini)****QRU 1 : C**

- A) Faux : ce sont les variables aléatoires continues  
 B) Faux :  $\sum p_i = 1$   
 C) Vrai  
 D) Faux : c'est pour les lois **continues**  
 E) Faux

**QRU 2 : D**

- A) Faux :  $\mu = np$   
 B) Faux :  $\sigma^2 = npq \times \frac{N-n}{N-1} \sigma^2 = npq \times \frac{N-n}{N-1}$   
 C) Faux : cette formule correspond à la loi Hypergéométrique  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QRU 3 : D**

- A) Faux :  $n=300$ ,  $p=0,05$ , on utilise une loi Binomiale avec  $k=0$  (aucun cycliste testé positif). Donc

$$P(X = 0) = C_{300}^0 \times 0,05^0 \times 0,95^{300}$$

$$P(X = 0) = 1 \times 1 \times 0,95^{300} P(X = 0) = 1 \times 1 \times 0,95^{300} = 0,95^{300}$$

- B) Faux  
 C) Faux :  $N > 50$ ;  $p < 0,10$  mais  $np=15$  (donc  ~~$np \leq 5$~~ ). On ne peut donc pas faire une approximation par la Loi de Poisson  
 D) Vrai : voir C  
 E) Faux

**QRU 4 : C**

- A) Faux : symétrique autour de la moyenne, soit autour de  $\mu=2,2$  g/L  
 B) Faux : les deux points d'inflexion sont aux abscisses  $\mu - \sigma$  et  $\mu + \sigma$  soit 2,1 et 2,3 g/L  
 C) Vrai : Il y a 1 chance sur 100 pour que  $X < \mu - 2,58\sigma$  ou  $X > \mu + 2,58\sigma$ .  $2,2 - 2,58 \times 0,1 = 1,942$  et  $2,2 + 2,58 \times 0,1 = 2,458$   
 D) Faux : ATTENTION, on ne peut jamais approximer une loi Binomiale par une loi Normale, seul l'inverse est possible !  
 E) Faux

**QRU 5 : B**

- A) Faux  
 B) Vrai : Texto fiche  
 C) Faux : C'est quand  $n$  est grand et  $p$  n'est pas trop proche de 0 ni de 1  
 D) Faux : Un tirage exhaustif est dépendant des autres tirages  
 E) Faux

**QRU 6 : B**

- A) Faux : On utilise la loi Uniforme qui est une loi continue. Donc on a une probabilité nulle d'être égal à un nombre donné  
 B) Vrai : Il peut aller chercher son café à n'importe quel moment, donc toutes les valeurs ont la même probabilité → Loi Uniforme.

$$P(7h10 \leq X \leq 7h40) = (7h40 - 7h10) / (8h - 7h) = 30\text{min} / 1h = \mathbf{0,5}$$

$$C) \text{ Faux : } P(X \geq 7h45) = 1 - P(X \leq 7h45) = 1 - (45\text{min} / 1h) = 1 - 0,75 = \mathbf{0,25}$$

$$D) \text{ Faux : } P(7h13 \leq X \leq 7h17) = (7h17 - 7h13) / 1h = 4\text{min} / 60\text{min} = \mathbf{0,067}$$

- E) Faux

**QRU 7 : A**

A) Vrai : On utilise une loi Normale de moyenne  $\mu=30$  et d'écart type  $\sigma=2$ .

Or,  $26 = 30 - 4 = 30 - 2 \times 2 \approx \mu - 1,96\sigma$ .

On sait, d'après le cours sur les lois de probabilité continues, qu'il y a 5 chances sur 100 pour que  $X \leq \mu - 1,96\sigma$  ou  $X \geq \mu + 1,96\sigma$ .

Donc par déduction, il y a 2,5 chances sur 100 pour que  $X \leq \mu - 1,96\sigma$ .

Donc  **$P(X \leq 26) = 0,025$** .

B) Faux

C) Faux

D) Faux

E) Faux

**QCM 8 : E**

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Faux

E) Vrai : on est dans le champ d'application d'une loi Binomiale basique, donc  $P(X=6) = C_{10}^6 \times 0,2^6 \times 0,8^4$

**QRU 9 : C**

A) Faux : la loi exponentielle est une loi continue. Donc la probabilité que X soit égal à une valeur donnée est de 0

B) Faux :  $P(X > 30) = 1 - P(X < 30) = 1 - (1 - e^{-0,01 \times 30}) = e^{-0,3}$

C) Vrai :  $P(a < X < b) = P(X < b) - P(X < a)$

donc  $P(15 < X < 30) = P(X < 30) - P(X < 15) = (1 - e^{-0,3}) - (1 - e^{-0,15}) = e^{-0,15} - e^{-0,3}$

D) Faux : item de déduction grâce à la fonction de densité de la loi exponentielle. Vous voyez que la courbe est décroissante. De ce fait, l'intégrale de 15 à 30 sera supérieure à l'intégrale (aire sous la courbe) de 30 à 45, et non l'inverse

E) Faux

**QRU 10 : A**

A) Vrai : le taux de sondage est  $> 0,10$  donc on utilise la loi hypergéométrique.  $\frac{C_D^k \times C_{N-D}^{n-k}}{C_N^n}$ , avec  $k=40$ ,  $D=20\% \times 640$ ,  $n=100$  et  $N=640$

B) Faux

C) Faux

D) Faux

E) Faux

**QRU 11 : B**

A) Faux

B) Vrai : Vous avez une moyenne par UNITE DE TEMPS, ça doit vous indiquer directement qu'on utilise la loi

POISSON :  $\frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \frac{4^0 e^{-4}}{0!} = e^{-4} = 1/e^4$

C) Faux

D) Faux

E) Faux

**QRU 12 : A**

A) Vrai : les mots clés « au bout de » doivent vous indiquer qu'on utilise la loi Géométrique. Sa formule est  $pq^{n-1}$  soit  $0,5 \times 0,5^2 = 0,125$

B) Faux : Dans le cadre des valeurs discrètes, si on cherche une probabilité de type  $P(X=a)$  parmi un échantillon  $n$ , on pense à la loi Binomiale ! (ici on a bien un taux de sondage faible donc on exclue la loi hypergéométrique). On a donc  $P(X=3) = C_5^3 \times 0,3^3 \times 0,7^2$ , car la probabilité de photographier un chamois est de  $15/50 = 0,3$ .

C) Faux : On est toujours dans le cadre d'application de la loi Binomiale. On peut faire ce calcul car  $P(X > 0) = 1 - P(X=0)$ . Donc on a  $1 - (C_5^0 \times 0,2^0 \times 0,8^5) = 1 - 0,8^5$

D) Faux : pas de kangourou en vue sur leur circuit

E) Faux

**QRU 13 : C**

A) Faux : selon la loi exponentielle,  $P(X < x) = 1 - e^{-kx}$ . On a ici  $k=0,15$  et  $x=6$  donc  $P(X < 6) = 1 - e^{-0,15 \times 6} = 1 - e^{-0,9}$

B) Faux :  $P(X > x) = 1 - P(X < x)$ , donc ici  $P(X > 14) = 1 - P(X < 14) = 1 - [1 - e^{-0,15 \times 14}] = e^{-2,1}$

C) Vrai :  $P(a < X < b) = P(X < b) - P(X < a)$

Donc ici  $P(3 < X < 6) = P(X < 6) - P(X < 3) = [1 - e^{-0,15 \times 6}] - [1 - e^{-0,15 \times 3}] = 1 - e^{-0,9} - 1 + e^{-0,45} = e^{-0,45} - e^{-0,9}$

D) Faux : Item de déduction qui ne nécessite pas de calcul mais que vous visualisiez la courbe de la densité de probabilité de la loi exponentielle (décroissante, qui tend vers 0). Du fait de la décroissance de la courbe, l'aire sous la courbe dans l'intervalle  $[3,6]$  est nettement supérieure à l'aire sous la courbe (donc à la probabilité) dans l'intervalle  $[6,9]$ .

E) Faux

**QRU 14 : C**

A) Faux :  $1700 \approx 1200 + 1,65 \text{ ec.t.}$ . Or, la probabilité donnée dans le cours est « il y a 10% de chances pour que  $X < m - 1,65 \text{ ec.t.}$  OU  $X > m + 1,65 \text{ ec.t.}$  ». La courbe de la loi normale étant symétrique, on a 5% de chances pour que  $X > m + 1,65 \text{ ec.t.}$ . Dans notre cas, Bob a donc 5% de chances de perdre plus de 1700g de muscle cette année.

B) Faux :  $420 = 1200 - 2,6 \times 300 = 1200 - 2,6 \text{ ec.t.}$  et  $1980 = 1200 + 2,6 \text{ ec.t.}$ . Or on donne dans le cours que « il y a 1 chance sur 100 pour que  $X < m - 2,6 \text{ ec.t.}$  ou  $X > m + 2,6 \text{ ec.t.}$  ». Dans cette propriété, on regarde donc à « l'extérieur de l'intervalle. Ici on cherche la probabilité d'être à l'intérieur de l'intervalle  $[m - 2,6 \text{ ec.t.} ; m + 2,6 \text{ ec.t.}]$ .

Or,  $P(420 < X < 1980) = 1 - P(X < 420 \text{ U } X > 1980) = 1 - 1\% = 99\%$ .

C) Vrai : On donne dans le cours : «  $P(X < m - 1,96 \text{ ec.t. U } X > m + 1,96 \text{ ec.t.}) = 5\%$  ». Donc  $P(X < m - 1,96 \text{ ec.t.}) = 2,5\%$ . Donc Philibert a perdu environ  $1200 - 1,96 \times 300 = 600 \text{ g.}$

D) Faux :  $200 = 1200 - 3,3 \times 300 = 1200 - 3,3 \text{ ec.t.}$ . On cherche donc  $P(X < m - 3,3 \text{ ec.t.})$ .

Dans le cours, on a  $P(X < m - 3,3 \text{ ec.t. U } X > m + 3,3 \text{ ec.t.}) = 0,1\%$ . Donc  $P(X < m - 3,3 \text{ ec.t.}) = 0,001 / 2 = 0,0005$ . On est loin de 0,03.

E) Faux

**QRU 15 : B**

A) Faux :  $\frac{(16 \times 2)^0 e^{-16 \times 2}}{0!} = e^{-32}$

B) Vrai : application basique de la formule du cours

C) Faux : l'intervalle de temps entre 2 réponses suit une loi EXPONENTIELLE de paramètre 1/2

D) Faux : la moyenne = la variance = carré de l'écart type. Donc l'écart type est de  $\sqrt{16} = 4$

E) Faux

**QRU 16 : E**

A) Faux : le taux de sondage est faible donc on applique une loi Binomiale dont la bonne formule est  $C_{200}^{15} 0,3^{15} \times 0,7^{185}$

B) Faux

C) Faux

D) Faux

E) Vrai

**QRU 17 : C**

A) Faux :  $(a+b)/2 = 22h05$

B) Faux : elle suit bien  $f(x) = 1/(b-a)$  mais sur l'intervalle  $[a ; b]$  ! Le reste du temps c'est  $f(x) = 0$

C) Vrai : La variance est donnée par  $(b-a)^2/12 = 100/12 = 25/3 = 8,33$

D) Faux :  $P(x < X < y) = P(X < y) - P(X < x) = \frac{y-x}{b-a}$  dans le cas de la loi uniforme.

Donc ici  $P(22h08 < X < 22h09) = \frac{22h09 - 22h08}{22h10 - 22h00} = 1/10 = 0,1$

E) Faux

**QRU 18 : E**

A) Faux : c'est une loi de Bernoulli, avec 1 tirage, et des probabilités associées à chaque éventualité

B) Faux : On utilise la loi géométrique, qui nous est indiqué par le terme « jusqu'à ». On a donc  $P(X=1) = 0,25^1 \times 0,75^0 = 0,25$

C) Faux : On utilise la loi Binomiale, car on nous donne une  $p$  dans l'énoncé, et un nombre  $n$  de tirages lors desquels on veut  $k$  succès.

On a donc  $P(X=3) = C_5^3 0,25^3 \times 0,75^2$ . (Piège pas cool, mais faites attention, on sait jamais...)

D) Faux : On utilise à nouveau une Binomiale. Mais attention,  $P(X < 5) \neq P(X=4)$  !!!

Donc  $P(X < 5) = 1 - P(X=5) = 1 - C_5^5 0,25^5 \times 0,75^0 = 1 - (1 \times 0,25^5 \times 1) = 1 - 0,25^5$

E) Vrai

**QRU 19 : D**

- A) Faux : on utilise une loi de Poisson car on a une moyenne en fonction d'une unité de temps !
- B) Faux : sur 2h le paramètre de la loi de Poisson est bien de 400
- C) Faux :  $\frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \frac{400^{200} e^{-400}}{200!}$
- D) Vrai : pour calculer la probabilité que le nombre de vagues soit compris dans un intervalle on peut approximer la loi de poisson par une loi Normale de moyenne 400 (car on travaille sur 2h) et d'écart type  $\sqrt{m} = \sqrt{400} = 20$   
 Or,  $348 = 400 - 2,6 \cdot 20$  et  $452 = 400 + 2,6 \cdot 20$   
 Du coup  $P(348 < X < 452) = P(m - 2,6 \text{ ec.t} < X < m + 2,6 \text{ ec.t}) = 1 - P(X < m - 2,6 \text{ ec.t} \cup X > m + 2,6 \text{ ec.t}) = 1 - 1\% = 99\%$
- E) Faux

**QRU 20 : B**

- A) Faux : Elle est toujours monotone croissante
- B) Vrai
- C) Faux : La fonction de répartition d'une v.a DISCRETE est une fonction en escaliers. Elle est continue pour une v.a continue
- D) Faux : c'est dans les mises à jour du cours : Les discontinuités de la fonction de répartition d'une variable aléatoire discrète se produisent pour des valeurs de X ayant des probabilités NON nulles
- E) Faux

**QRU 21 : D**

- A) Faux : tout d'abord avant de m'incendier, cet item et sa correction sont inspirés du total UE4 donc quasiment rédigés par le prof, qui aime bien faire tomber les qcm de son livre en concours !! Donc ici, certes la variable aléatoire « nombre d'accidents » suit bien une loi Poisson, mais « la loi Poisson donne la probabilité d'avoir k accidents dans une semaine et non le nombre moyen d'accidents par semaine ! »
- B) Faux : on est pas du tout dans le champ d'application de la Binomiale
- C) Faux : la moyenne est égale à la variance, soit 4 par semaine. L'écart type est donc = racine de 4 = 2
- D) Vrai : Contre intuitif, mais il fallait calculer !

$$P(X = 4) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \frac{4^4 e^{-4}}{4!} P(X = 4) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \frac{4^4 e^{-4}}{4!} = \frac{4 \cdot 4^3 e^{-4}}{4 \cdot 3!} = \frac{4 \cdot 4^3 e^{-4}}{4 \cdot 3!} = \frac{4^3 e^{-4}}{3!} = \frac{4^3 e^{-4}}{3!}$$

$$P(X = 4)P(X = 4) = \frac{4^3 e^{-4} 4^3 e^{-4}}{3! 3!} = P(X=4)$$

- E) Faux

**QRU 22 : B**

- A) Faux : 68% des valeurs se trouvent entre m-1écart type et m+1écart-type. Soit 68% de nos patients donnent entre 420 et 480mL de sang
- B) Vrai :  $390\text{mL} = 450 - 60 = m - 2\text{ec.t}$ . Or, le cours nous dit « Il y a 5% de chances pour que  $X < m - 1,96\text{ec.t}$  ou  $X > m + 1,96\text{ec.t}$  ». Il y a donc  $5/2 = 2,5\%$  de chances pour que  $X < m - 1,96\text{ec.t}$ . On a donc bien environ 2,5% de nos patients qui donnent moins de 390mL.
- C) Faux :  $372 = 450 - 2,6 \cdot 30$ . Or, la probabilité d'avoir moins de m-2,6ec.t ou plus de m+2,6 ec.t est de 1%. La bonne version aurait été « environ 99% des patients donnent ENTRE 372 et 528mL »
- D) Faux : on sait déjà via l'item A que 68% des patients donnent entre 420 et 480mL. Donc entre 400 et 500 il y a forcément plus de patients comme l'intervalle est plus grand
- E) Faux

**QRU 23 : E**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux : c'est l'inverse. On peut approximer une loi Poisson par une loi Normale si  $m (= \lambda) > 25$
- D) Faux : les paramètres donnés entre parenthèse correspondent à la moyenne et l'écart type, donc l'écart type est de 16.
- E) Vrai

**QRU 24 : A**

A) Vrai : on nous donne dans l'énoncé une moyenne par unité de temps : « 2 accidents par semaine ». On sait donc qu'on va utiliser une loi poisson de paramètre  $\lambda=2$ . On cherche d'abord la probabilité d'avoir 1 accident en une semaine :  $P(X=1) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \frac{2^1 e^{-2}}{1!} = 2e^{-2} = 2 * 0,135 = 0,27$ . On cherche ensuite à combien de semaines cela correspondra en multipliant par le nombre de semaines comptées en 1 mois :  $0,27 * 4 = 1,08$ . On a donc bien 1 semaine en moyenne sur 1 mois qui comptabilisera 1 seul accident. Cet exo est inspiré d'un de ceux du prof qui arrondi bien la valeur obtenue pour compter en semaines complètes

B) FauxC) FauxD) FauxE) Faux**QRU 25 : B**

A) Faux : 68% correspond à la probabilité d'être compris DANS l'intervalle  $[m-1\text{ec.t} ; m+1\text{ec.t}] = [-600 ; 600]$ ,

B) Vrai : 99,9% est la probabilité d'être compris dans l'intervalle  $[m-3,3\text{ec.t} ; m+3,3\text{ec.t}]$  qui est environ  $[-2000 ; 2000]$

C) Faux : pour être centrée réduite il faut que la moyenne soit égale à 0 (ça ok), et que l'écart type soit égale à 1, ce qui n'est pas le cas ici

D) Faux : On cherche  $P(X>1,2)$ . Or  $1200g=m+2\text{ec.t}$ . Or, la probabilité de  $X<m-1,96\text{ec.t}$  ou  $X>m+1,96\text{ec.t}$  est de 5%. Donc  $P(X>1,2)$  sera inférieure à  $0,05/2 = 2,5\%$

E) Faux**QRU 26 : A**

A) Vrai : La table donne la probabilité sous la forme  $(Z \leq a)$ . Nous cherchons nous  $P(X>12)$ . La première étape est donc de se débrouiller pour transformer notre probabilité pour qu'elle soit sous la forme « X inférieur ou égal à... ». Pour cela il suffit de dire que :

$$P(X>12) = 1 - P(X \leq 12)$$

De plus, la table correspond à la loi normale centrée réduite. On doit donc centrer et réduire notre variable grâce à la formule :

$$(X-m) / \sigma = (12-6) / 3 = 2$$

On cherche donc :  $1 - P(Z \leq 2)$ .

Dans la table, on lit que  $P(Z \leq 2) = P(Z \leq 2,00) = 0,977$ , colonne « 0,00 », ligne « 2,0 »

On fait donc  $1-0,977$  et on obtient bien 0,023

B) FauxC) FauxD) Faux

E) Faux : si vous avez eu un peu de mal vous pouvez retrouver une méthode un peu plus détaillée pour ce genre de qru dans la fiche récap « methodo : lire une table » dans le CT. Je ne vous avais pas fait de qru comme ça précédemment, donc même si ça ne tombe pas forcément souvent je voulais que vous ayez au moins un exemple de ce type.

**QRU 27 : C**A) Faux : 68%B) Faux : 95%C) VraiD) Faux : 99,9%E) Faux**QRU 28 : C**A) Faux

B) Faux : L'énoncé s'apparente à une loi Binomiale. On a 200 épreuves, avec pour chacune une probabilité de 0,01 que le scalpel ne soit pas conforme. La probabilité que tous les scalpels soient aux normes est la probabilité qu'aucun scalpel ne soit défectueux.

$$\text{Cad } P(X=0) = C_n^k p^k q^{n-k} = C_{200}^0 * 0,01^0 * 0,99^{200} = 1 * 1 * 0,99^{200} = 0,99^{200}$$

C) Vrai : dans notre énoncé  $n=200 > 50$  et  $p=0,01 < 0,1$  et  $np = 2 < 5$ . Donc toutes les conditions nécessaires sont réunies pour faire une approximation par loi de Poisson de paramètre  $\lambda=np = 2$

$$\text{On applique donc : } \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \frac{2^0 e^{-2}}{0!} = e^{-2}$$

D) Faux : voir C)E) Faux



**QRU 29 : B**A) FauxB) Vrai :  $2h = 3h - 2 \times 0,5h = m - 2\text{ec.t} \approx m - 1,96 \text{ ec.t.}$ Or, on dit dans le cours que : « il y a 5% de chances que  $X < m - 1,96 \text{ ec.t.}$  ou  $X > m + 1,96 \text{ ec.t.}$  »Ici on ne cherche que la probabilité de  $X < m - 1,96 \text{ ec.t.}$  On fait donc 5% divisé par 2.

Il y a donc 2,5% de la population de patients pour qui l'élévation est décelable avant 2h

C) FauxD) FauxE) Faux

## 5. Statistiques Descriptives – Population, Echantillon, Paramètres (moyenne – médiane – écart type) et Intervalles de confiance

2020 – 2021 (Pr. Maignant)

**QRU 1 : Les récentes données de Santé Publique France montrent qu'un petit village français de montagne présente un certain nombre de patients atteints du COVID-19. Les patients atteints sont tous d'âges différents :**

58 4 47 46 12 84 73 81 99 66

**A propos de cette suite de valeurs, donnez la bonne réponse :**

- A) La moyenne d'âge des personnes atteintes est de 70 ans
- B) Le premier quartile est 46,5
- C) La médiane est de 62 ans
- D) On peut conclure que la moyenne d'âge des personnes atteintes du COVID-19 en France est de 60 ans
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 2 : A propos des différences entre moyenne et médiane, donnez la bonne réponse :**

- A) La moyenne est peu significative en statistique
- B) La médiane est peu sensible aux valeurs anormales mais présente un calcul difficile à réaliser
- C) La médiane est très utile lors de calculs en statistique
- D) Tout comme la médiane, la moyenne est peu utile lors de manipulations statistiques, on préférera utiliser les quartiles car ils permettent une étude plus précise de la série de valeurs
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 3 : A propos des définitions en statistiques descriptives, donnez la bonne réponse :**

- A) Le risque  $\alpha$  c'est le risque d'erreur dans l'estimation de l'écart type
- B)  $\varepsilon$  représente l'écart-réduit, il ne dépend pas de  $\alpha$
- C)  $i$  représente l'indice de précision, si  $i$  augmente alors la précision augmente
- D) Pour  $\alpha = 5\%$ ,  $\varepsilon = 1,96$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 : Une étude est réalisée auprès de plusieurs tuteurs afin d'étudier le QI moyen des étudiants en santé. Les valeurs sont regroupées par matière :**

**Biostat : 220 43, 160, 114, 97**

**Histo : 2 (Yanis), 15, 134**

**Chimie : 56, 117, 108**

**Physiologie : 123, 10, 94**

**A propos de ces suites de valeurs, donnez la bonne réponse :**

- A) En admettant que la moyenne de QI en France est comprise entre 85 et 115, on peut conclure que les tuteurs étudiés ont un QI moyen en adéquation avec la moyenne française
- B) La médiane du groupe de Biostat est 105,5
- C) La moyenne du groupe de Chimie est 76
- D) En rassemblant les valeurs des groupes d'Histo et de Physiologie, la médiane est d'environ 125
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 5 : A propos des variations du risque  $\alpha$ , donnez la bonne réponse :**

- A) Si  $n \uparrow$  alors  $i \downarrow$  donc l'IC  $\downarrow$  donc la précision  $\downarrow$
- B) Si  $\alpha \uparrow$  alors  $\varepsilon \uparrow$  donc  $i \downarrow$  donc l'IC  $\downarrow$  donc la précision  $\uparrow$
- C) Si  $n \uparrow$  alors  $i \downarrow$  donc l'IC  $\downarrow$  donc la précision  $\uparrow$
- D) Si  $\alpha \uparrow$  alors  $\varepsilon \downarrow$  donc  $i \downarrow$  donc l'IC  $\uparrow$  donc la précision  $\uparrow$
- E) Si  $\alpha \downarrow$  alors  $\varepsilon \uparrow$  donc  $i \uparrow$  donc l'IC  $\uparrow$  donc la précision  $\uparrow$

**QRU 6 : Parmi l'ensemble de la population française âgée de 18 à 50 ans, on tire au sort 900 personnes afin d'étudier le nombre moyen de rapports sexuels par mois, on obtient une moyenne de 14,6 et un écart type de 2,1. Donnez la bonne réponse :**

- A) On prend en général un risque  $\alpha$  de 10%
- B) L'intervalle de confiance à 5% est de  $[14,6 - (4,116/30) ; 14,6 + (4,116/30)]$
- C) L'intervalle de confiance à 5% est de  $[14,6 - (4,116/810 \cdot 10^{-3}) ; 14,6 + (4,116/810 \cdot 10^{-3})]$
- D) Si on avait eu un effectif de 90 000, la précision aurait été 100 fois meilleure
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 7 : Yanis votre tuteur d'histoire souhaite réaliser un sondage à propos de sa matière. Ayant passé la biostat, il ne se souvient plus des règles à respecter et vous demande de l'aide :**

- A) Si Yanis réalise son sondage auprès des tuteurs, le résultat sera représentatif de l'ensemble de la promo de deuxième année
- B) Yanis peut utiliser un pourcentage pour représenter les résultats du sondage mais le nombre de réponses par catégorie reste plus précis et surtout plus utile
- C) Le résultat de son sondage devra être accompagné d'un intervalle de confiance
- D) Plus Yanis sélectionne de participants, moins son échantillon sera précis
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 8 : Une étude est réalisée auprès de 30 officines sélectionnées via leur emplacement géographique, afin d'étudier la consommation moyenne d'aspirine par la population française. Pour cela, après chaque achat d'aspirine en pharmacie, le pharmacien note anonymement la date et le nombre de boîtes demandées. Si la demande n'est pas de l'aspirine, le pharmacien note "N". Après un an, les données sont récoltées :**

- 24% des français se présentant en pharmacie avec ordonnance, demandent de l'aspirine.
- 46% des français se présentant en pharmacie sans ordonnance, demandent de l'aspirine.
- 56% des français demandant de l'aspirine au pharmacien, repartent avec 2 boîtes ou plus.

**A propos de l'étude suivante, donnez la bonne réponse :**

- A) On peut conclure qu'environ un quart des français demande régulièrement de l'aspirine
- B) L'étude n'est pas exploitable car on aurait dû suivre les résultats d'un seul français sur un an
- C) On peut conclure que les médecins français prescrivent une quantité excessive d'aspirine
- D) Si les officines avaient été tiré au sort, on aurait pu conclure que précisément 46% des français se présentant en pharmacie sans ordonnance, demandent de l'aspirine
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 9 : Des scientifiques ont réalisé une expérience afin d'étudier la concentration moyenne de mélatonine chez 25 femmes françaises, ayant un diagnostic de syndrome prémenstruel, tirées au sort. On obtient une moyenne de 24 pg/ml et un IC au risque  $\alpha = 5\%$  de  $[24 \mp 5 \text{ pg/ml}]$ . Quel est l'écart-type ? (environ) :**

- A) 0,9996
- B) 9,6
- C) 5
- D) 12,75
- E) 11,2

**QRU 10 : Parmi l'ensemble de la population espagnole, on tire au sort 10 000 personnes afin de noter leur consommation annuelle de chorizo. On trouve une moyenne sur l'échantillon de  $m = 34,8$  et un écart-type  $s = 4$ . Les scientifiques souhaitent maintenant extrapoler ces résultats à l'ensemble de la population espagnole. Pour ce faire, on souhaite réaliser un Intervalle de Confiance à 95%. Aidez les scientifiques à trouver le bon :**

- A)  $IC_{95\%} = [34,8 \pm (\frac{4*2,65}{\sqrt{10000}})]$
- B)  $IC_{95\%} = [34,8 \pm (\frac{2*1,96}{10000})]$
- C)  $IC_{95\%} = [34,8 \pm (\frac{4*1,60}{\sqrt{10000}})]$
- D)  $IC_{95\%} = [34,8 \pm (\frac{4*1,96}{10000})]$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 11 : Carl votre tuteur préféré est en recherche d'inspiration pour ses nouvelles tenues. Il demande donc à ses potes tuteurs le nombre de vêtements présents dans leur garde robe et obtient les valeurs suivantes :**

**26, 34, 8, 54, 14, 43**

**Donnez la vraie :**

- A) La moyenne est d'environ 35
- B) La médiane est 30
- C) La moyenne est exactement 30
- D) Le premier quartile est 12
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 : La répartition de taux de café dans le sang des tuteurs à 8h du matin suit une loi normale notée  $N(53,2)$ , donnez la bonne réponse :**

- A) L'intervalle  $[51 ; 55]$  a été réalisé en prenant un risque  $\alpha$  d'environ 10%
- B) L'intervalle  $[49 ; 57]$  comprend environ 99% des valeurs
- C) L'intervalle  $[47,8 ; 58,2]$  a été réalisé en prenant un risque  $\alpha$  d'environ 1%
- D) L'intervalle  $[47,8 ; 58,2]$  comprend environ 95% des valeurs
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 13 :** Depuis de nombreuses années, l'espérance de vie à la naissance des femmes est largement supérieure à celle des hommes. Cependant, cet écart tend à diminuer suite à l'augmentation des conduites à risques chez les femmes. Sarah, épidémiologiste en herbe, souhaite réaliser une étude à propos de cette différence d'espérance de vie. Pour cela, elle tire au sort 2 groupes de 5 personnes séparées par sexe et note leur âge lors du décès. Elle obtient les résultats suivants :

Femmes	86	81	78	64	89
Hommes	69	74	72	90	102

**A propos de l'étude réalisée par Sarah, donnez la bonne réponse :**

- A) L'espérance de vie moyenne du groupe des femmes dépasse 82 ans
- B) On peut conclure qu'au sein de l'étude l'espérance de vie des hommes surpasse celle des femmes
- C) La médiane du groupe des femmes est inférieure à celle des hommes
- D) Sarah peut conclure qu'elle vivra plus longtemps que son redouté co-tut Ricardo
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 14 :** Un de vos tuteurs s'ennuyait et a décidé de mesurer la longueur de cheveux de l'ensemble du tutorat féminin afin de sélectionner sa future dulcinée : il obtient une moyenne de 18,4 cm et un écart-type de 2,7 cm. Ce tuteur recherche précisément une concubine dont la chevelure serait supérieure à 23,8 cm (ouais il est un peu chelou). Aidez ce tuteur à faire son choix (donnez la bonne réponse) :

- A) 95% des tutrices ont une longueur de cheveux comprise entre 11,4 et 25,4 cm
- B) Seulement 5% des tutrices correspondent à son critère bizarre
- C) 10% des tutrices n'ont pas une longueur de cheveux comprise entre 13 et 23,8 cm
- D) Seulement 2,5% des tutrices correspondent à son critère bizarre
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 15 :** A propos statistiques descriptives, donnez la bonne réponse :

- A) L'Intervalle de Confiance accompagne la moyenne récoltée à partir de la population cible afin d'estimer une moyenne représentative de l'échantillon
- B) Les variations du risque  $\alpha$  n'influent pas sur la précision de l'estimation
- C) L'indice de précision  $i$  permet de calculer la précision de l'estimation de  $\mu$ . Cette valeur est inversement proportionnelle à la largeur de l'IC et donc proportionnelle à la précision
- D) Si  $n \uparrow$  alors  $i \downarrow$  donc l'IC  $\downarrow$  donc la précision  $\downarrow$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Statistiques Descriptives - Population, Echantillon, Paramètres (moyenne – médiane – écart type) et Intervalles de confiance****2020 – 2021 (Pr. Mignant)****QRU 1 : C**

A) Faux : Pour répondre à cet item, on va d'abord tout additionner :  $58 + 34 + 47 + 46 + 12 + 84 + 73 + 81 + 99 + 66 = 600$ .

Ensuite on divise par le nombre de valeurs :  $600/10 = 60$ .

Donc  $m = 60$

B) Faux : Pour les quartiles et la médiane il faut d'abord ranger les valeurs par ordre croissant :

12 / 34 / 46 / 47 / 58 / 66 / 73 / 81 / 84 / 99

Ensuite on va diviser le nombre total de valeurs par 4,  $10/4 = 2,5$

Le premier quartile est donc la moyenne des valeurs 2 et 3 :  $(34 + 46)/2 = 40$

C) Vrai : Pour la médiane, étant donné que le nombre total de valeurs est pair (10), on prend  $n/2$  et  $(n+1)/2$  et on fait la moyenne :  $n/2 = 5$  et  $(n+1)/2 = 6$  La 5<sup>ème</sup> valeur est 58, La 6<sup>ème</sup> valeur est 66 donc médiane =  $(58+66)/2 = 62$

D) Faux : ABSOLUMENT PAS, on peut conclure que la moyenne d'âge des personnes comprises dans l'étude est de 60 ans mais pas la moyenne des personnes atteintes en France pour 2 raisons : déjà l'étude est réalisée à partir d'un petit village et pas toute la France et puis IL N'Y A PAS EU DE TIRAGE AU SORT, je sais que je suis chiant mais c'est ultra important, sans tirage au sort on ne peut pas extrapoler les résultats de l'étude à une certaine population.

E) Faux

**QRU 2 : E**

A) Faux : La moyenne est très significative et utile en statistiques.

B) Faux : La médiane est un calcul très simple.

C) Faux : Item un peu bizarre mais qui peut tomber, en fait étant donné que ce qcm porte sur la différence entre moyenne et médiane il faut prendre cet item comme étant une comparaison avec la moyenne. On ne dit pas clairement dans le cours que la médiane n'est pas utile en statistiques par contre on dit clairement qu'elle l'est moins que la moyenne, d'où le fait de compter cet item faux.

D) Faux : N'importe quoi la moyenne est très utile, encore une fois.

E) Vrai

**QRU 3 : D**

A) Faux : Le risque  $\alpha$  c'est le risque d'erreur dans l'estimation de la moyenne.

B) Faux :  $\epsilon$  dépend évidemment de  $\alpha$ .

C) Faux : Et non, je sais que c'est traître, mais  $i$  représente la largeur de l'intervalle de confiance donc plus  $i$ , et donc l'intervalle, augmente plus la précision de la valeur trouvée est basse.

D) Vrai

E) Faux

**QRU 4 : A**

A) Vrai : Bon, calcul assez fat je suis désolé mais c'est pour vous habituez à vraiment savoir poser les additions et être efficace en calcul mental, donc :

$m = 220 + 43 + 160 + 114 + 97 + 2 + 150 + 134 + 56 + 117 + 108 + 123 + 10 + 94 = 1428$ .

Ensuite  $1428/14 = 102$  et  $85 < 102 < 115$ , la moyenne de QI des tuteurs est donc bien comprise dans la moyenne française.

B) Faux : Pour la médiane on range les valeurs par ordre croissant : 43, 97, 114, 160, 220. Il y a 5 valeurs (impair), la médiane est donc  $(n+1)/2$  soit la 3<sup>ème</sup> valeur c'est à dire 114.

C) Faux :  $m = (56 + 117 + 108)/3 = 94$

D) Faux : On classe de nouveau par ordre croissant : 2, 10, 94, 123, 134, 150. Il y a 6 valeurs (pair) , la médiane est donc la moyenne entre  $n/2$  et  $(n+1)/2$  soit  $(94+123)/2 = 108,5$ .

E) Faux

**QRU 5 : C**

Encore une fois, désolé pour ce QRU mais c'est un point à vraiment maîtriser. Alors pour répondre à ce genre de QRU il faut surtout se rappeler de la formule et des variations donc sur votre brouillon vous écrivez :  $i = \epsilon s / \sqrt{n}$  puis **i proportionnel à IC,  $\alpha$  inversement proportionnel à  $\epsilon$  et enfin i inversement proportionnel à la précision.** A partir de là c'est hyper simple :

A) Faux : Soit vous vous rappelez quand augmentant l'effectif on augmente la précision (point hyper important) soit que i est inversement proportionnel à la précision.

Si n ☒ alors i ☐ donc l'IC ☐ donc la précision ☒

B) Faux : Si  $\alpha$  ☒ alors  $\epsilon$  ☐ donc i ☐ donc l'IC ☐ donc la précision ☒

C) Vrai

D) Faux : Si  $\alpha$  ☒ alors  $\epsilon$  ☐ donc i ☐ donc l'IC ☐ donc la précision ☒

E) Faux : Si  $\alpha$  ☐ alors  $\epsilon$  ☒ donc i ☒ donc l'IC ☒ donc la précision ☐

**QRU 6 : B**

A) Faux : J'ESPÈRE QUE VOUS AVEZ EU JUSTE. Evidemment que cet item est faux on prend généralement un risque  $\alpha$  de 5%.

B) Vrai : L'application totale de la formule  $IC = [m \mp \epsilon s / \sqrt{n}]$ . Comme on prend un risque de 5%  $\epsilon = 1,96$  et  $s = 2,1$  donc  $1,96 * 2,1 = 4,116$ .

C) Faux : Presque juste mais quand même faux. Toute la formule est bonne sauf le dénominateur puisqu'on prend  $\sqrt{n}$  et pas  $n^2$  et  $n = 900$  donc c'est pas  $810.10^3$  mais 30.

D) Faux : Piège classique. 90 000 est 100x plus grand que 900 SAUF QUE on prend la racine de n et non n lui-même. La précision n'est donc pas 100x plus bonne mais seulement 10x. ( $\sqrt{100} = 10$  pour les plus en retard)

E) Faux

**QRU 7 : C**

A) Faux : Pas du tout, même si Yanis utilise un tirage au sort et donc réalise un échantillon représentatif, ce dernier ne sera valable qu'après des tuteurs et non de l'ensemble de la promo.

B) Faux : Yanis peut et doit utiliser un pourcentage pour représenter ses résultats étant donné qu'en parlant d'un sondage il s'agit forcément d'une variable qualitative.

C) Vrai : toujours

D) Faux : Souvenez-vous, le nombre de participants est au dénominateur dans la formule de la largeur de l'IC donc si le nombre de participants augmente, la largeur de l'intervalle diminue et donc la précision augmente

E) Faux

**QRU 8 : E**

A) Faux : Non, non et non. On ne peut rien conclure sur la population française si l'étude n'est pas réalisée à l'aide d'un tirage au sort.

B) Faux : Pas forcément. Le moyen d'étude utilisé est valable et ne sélectionner qu'un seul français n'aurait jamais pu permettre de conclusions générales.

C) Faux : Doublement faux. Déjà, je rappelle qu'on ne peut rien conclure de manière générale au niveau des médecins ou de la population française et puis rien ne nous permet d'affirmer que la prescription est excessive. En effet, il n'y a pas de valeurs permettant de comparer la prescription étudiée à une prescription moyenne ou excessive.

D) Faux : Effectivement, si les officines avaient été tirées au sort, on aurait pu extrapoler les résultats à la population française, MAIS PAS SANS INTERVALLE DE CONFIANCE. C'est faux de conclure à un résultat de 46% en passant simplement de l'échantillon à la population française.

E) Vrai

**QRU 9 : D**

Pour résoudre ce QRU on va devoir utiliser la formule de l'IC soit  $IC = [m \mp i]$ .

Ici on cherche l'écart-type  $s$ , on développe donc  $i$  :  $i = \epsilon s / \sqrt{n}$ .

Ensuite on fait en sorte d'isoler  $s$  :  $i \cdot \sqrt{n} = \epsilon s \rightarrow s = i \cdot \sqrt{n} / \epsilon$ .

Une fois qu'on obtient cette égalité, on remplace par nos valeurs :  $i = 5$ , étant donné que  $\alpha = 5\%$ ,  $\epsilon = 1,96$  et  $n = 25$  donc  $\sqrt{n} = 5$  :

$$s = 5 * 5 / 1,96 \approx 25 / 2 = 12,5$$

On peut donc conclure que la réponse D est juste.

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Vrai

E) Faux

**QRU 10 : E**

On rappelle la formule de l'Intervalle de Confiance à 95% :  $IC = [m \pm \epsilon.s/\sqrt{n}]$ , on remplace :

$IC = [34,8 \pm (4*1,96/\sqrt{10000})]$ , on peut donc conclure que c'est la réponse E.

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai

**QRU 11 : B**

QRU assez simple mais tombable sous cette forme :

- A) Faux : On additionne toutes les valeurs,  $26 + 34 + 8 + 54 + 14 + 43 = 179$ ,  $179/6 = 29,83$
- B) Vrai : On classe les valeurs par ordre croissant : 8, 14, 26, 34, 43, 54,  $n = 6$  (pair) la médiane correspond donc à la moyenne entre la 3<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> valeur :  $(26+34)/2 = 30$
- C) Faux : Désolé, je manque d'inspi, mais vous pouvez facilement être sûr que c'est faux avec le « exactement » et avec l'item du dessus qui lui est bien vrai.
- D) Faux : On classe de nouveau les valeurs par ordre croissant : 8, 14, 26, 34, 43, 54 ;  $n=6$  donc  $Q1 = 6/4 = 1,25$ . Le premier quartile est donc la moyenne entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> valeur :  $(8+14)/2 = 11$
- E) Faux

**QRU 12 : C**

- A) Faux : L'intervalle [51 ; 55] correspond à l'intervalle  $[m - 1\sigma ; m + 1\sigma]$  qui contient environ 68% de la population et a donc été réalisé avec un risque  $\alpha$  d'environ 30%
- B) Faux : L'intervalle [49 ; 57] correspond à l'intervalle  $[m - 2\sigma ; m + 2\sigma]$  qui contient environ 95% de la population et a donc été réalisé avec un risque  $\alpha$  d'environ 5%
- C) Vrai : L'intervalle [47,8 ; 58,2] correspond à l'intervalle  $[m - 2,6\sigma ; m + 2,6\sigma]$  qui contient environ 99% de la population et a donc été réalisé avec un risque  $\alpha$  d'environ 1%
- D) Faux : Voir la correction du C
- E) Faux

**QRU 13 : B**

- A) Faux : Calculons la moyenne pour le groupe des femmes :  $86 + 81 + 78 + 64 + 89 = 398$ . Il y a 5 valeurs donc  $398/5 = 79,6 < 82$
- B) Vrai : Maintenant calculons la moyenne pour le groupe des hommes :  $69 + 74 + 72 + 90 + 102 = 407$ .  $407/5 = 81,4$ . Etant donné que  $81,4 > 79,6$  on peut effectivement conclure qu'au sein de l'étude l'espérance de vie des hommes surpasse celle des femmes
- C) Faux : Alors, il y a 5 valeurs dans chaque groupe, la médiane est donc très rapide et facile à trouver, on classe seulement les valeurs par ordre croissant puis on prend la valeur centrale.  
Pour les hommes : 69 / 72 / 74 / 90 / 102, la médiane est donc 74,  
Pour les femmes : 64 / 78 / 81 / 86 / 89 : la médiane est donc 81.  
 $81 > 74$ , l'item est donc faux.
- D) Faux : Rien ne permet de conclure cela étant donné que les résultats de l'étude ne vont absolument pas dans ce sens
- E) Faux

**QRU 14 : D**

Pour répondre à ce QRU il suffit de se rappeler des valeurs limites de la loi Normale :

Il y a 10 chances sur 100 pour que  $X < \mu - 1,65\sigma$  ou  $X > \mu + 1,65\sigma$

Il y a 5 chances sur 100 pour que  $X < \mu - 1,96\sigma$  ou  $X > \mu + 1,96\sigma$

Il y a 1 chance sur 100 pour que  $X < \mu - 2,58\sigma$  ou  $X > \mu + 2,58\sigma$

Maintenant on peut se lancer dans ce QRU :

- A) Faux : On nous donne l'intervalle  $11,4 < X < 25,4$  cm qui correspond à  $X < \mu - 2,58\sigma$  ou  $X > \mu + 2,58\sigma$  et qui comprend donc 99% des valeurs
- B) Faux : Cette fois ci on cherche le pourcentage de tuteurs ayant une longueur de cheveux supérieure à 23,8 cm soit  $m + 2\sigma$ . Etant donné qu'on ne cherche qu'un seul côté de l'intervalle limite, on va diviser le pourcentage par 2. Logique, si 5% des valeurs ne sont pas comprises entre  $m - 2\sigma$  et  $m + 2\sigma$  (puisqu'on le rappelle, cet intervalle contient 95% des valeurs) alors seulement 2,5% des valeurs se trouvent au-dessus de cet intervalle, et inversement. On peut donc conclure que seulement 2,5% des tuteurs ont une longueur de cheveux supérieur à 23,8 cm ( $= m + 2\sigma$ ).
- C) Faux : On nous donne l'intervalle  $13 < X < 23,8$  cm qui correspond à  $X < \mu - 1,96\sigma$  ou  $X > \mu + 1,96\sigma$ , qui comprend 95% des valeurs et qui ne comprend donc pas 5% des valeurs
- D) Vrai : Voir correction de l'item B
- E) Faux

**QRU 15 : E**

- A) Faux : L'Intervalle de Confiance accompagne la moyenne récoltée à partir de **l'échantillon** afin d'estimer une moyenne représentative de la **population cible**
- B) Faux : La précision est totalement dépendante des variations du risque  $\alpha$ , si on prend plus de risque c'est justement pour augmenter la précision de l'estimation
- C) Faux : C'est l'inverse.  $i$  représente la largeur de l'IC donc si  $i$  augmente, la largeur de l'IC augmente et la précision diminue
- D) Faux : Si  $n$  augmente, la précision augmente également
- E) Vrai



## 6. Statistiques Déductives - Tests d'hypothèses : Paramétriques et non paramétriques

2020 – 2021 (Pr. Maignant)

**QRU 1 : A propos de la réalisation d'un test d'hypothèse, indiquez la proposition exacte :**

- A) Le degré de signification, fixé à postériori, représente le risque de se tromper en rejetant  $H_0$  si  $\alpha$  s'avère plus petit que celui fixé à priori
- B) Le risque  $\alpha$ , fixé à priori, représente le risque de rejeter  $H_1$  si  $H_1$  est vraie
- C) La puissance du test représente la probabilité d'accepter  $H_0$  si  $H_0$  est fausse
- D) Le plus souvent, le risque  $\beta$  de seconde espèce est maîtrisé
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 2 : Selon une étude menée sur 83 hommes adultes en Californie en 1996, le coefficient de corrélation entre la taille du pénis flaccide (mou) et la taille du pénis en érection vaut 0,8. Ces 2 variables suivent une loi normale. Indiquez la proposition exacte :**

- A) Le coefficient de corrélation est inférieur à 1, donc la liaison est négative et les deux variables varient en sens inverse
- B) Si on établit qu'il existe une corrélation entre ces deux variables, on pourra dire qu'une grande taille de pénis au repos entraîne une grande taille de pénis en érection
- C) On utilisera de préférence un test non paramétrique ( $r'$  de Spearman)
- D) On utilise la table du coefficient de corrélation avec  $n-2$  DDL
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 3 : Dans le cadre de l'évaluation du dispositif « qualité du Tutorat Niçois » à la Faculté de Médecine de Nice, une étude a été lancée afin d'évaluer la satisfaction des étudiants de première année utilisant les services du Tutorat concernant la qualité de l'aide reçue. Sur le sondage, les étudiants pouvaient répondre par : très insatisfaisante, plutôt insatisfaisante, plutôt satisfaisante, très satisfaisante. Le questionnaire est envoyé par mail à tous les étudiants inscrits aux séances d'entraînement du tutorat (soit 870 étudiants). A la fin du semestre, 140 réponses sont recueillies. Indiquez la proposition exacte :**

- A) L'exploitation prévoira de coder les 4 niveaux de satisfaction de 1 à 4
- B) La variable d'intérêt « qualité de l'aide proposée par le Tutorat Niçois » est une variable catégorielle nominale
- C) Les résultats du sondage pourront être analysés et extrapolés à l'ensemble des étudiants inscrits au tutorat, mais pas à l'ensemble des étudiants de première année
- D) Les résultats ne pourront pas être interprétés car le taux de réponses reçues est trop faible par rapport au nombre total d'étudiants inscrits au tutorat
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 : Un laboratoire souhaite démontrer l'efficacité d'une certaine substance dans l'amélioration des performances intellectuelles. L'idée est de prouver que les étudiants utilisant cette substance peuvent avoir de meilleures capacités de concentration et de mémorisation. Par tirage au sort, on crée 2 groupes de 15 étudiants. Les étudiants du groupe A absorberont la substance et les étudiants du groupe B auront un placebo. Les performances sont mesurées après une semaine de révisions sur un sujet donné grâce à un test composé de questions portant sur le sujet, et indiquant une note /20. En utilisant le test statistique approprié, on trouve un paramètre calculé de 2,829. Indiquez la proposition exacte :**

- A) On étudie deux caractères qualitatifs : le fait de prendre la substance ou le placebo, et le fait d'avoir une amélioration de la performance intellectuelle ou non
- B) Le test statistique adapté pour répondre à la question est le test t de Student pour séries appariées
- C) On décide de rejeter  $H_0$  au risque  $\alpha = 5\%$
- D) A posteriori, on s'aperçoit que le degré de précision de l'étude ne peut pas être amélioré car  $p > 0,01$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 5 : A propos des conditions d'application des différents tests statistiques, indiquez la proposition exacte :**

- A) Le test du Chi-2 peut permettre de comparer des pourcentages ou des durées de vie
- B) Les tests non paramétriques s'utilisent lorsque les conditions d'application de tests paramétriques ne sont pas remplies, et permettent de comparer deux moyennes ou deux pourcentages
- C) Le test t de Student n'est plus valide lorsque la variable aléatoire suit une loi normale
- D) Pour la comparaison de la distribution de deux variables qualitatives à deux modalités sur des échantillons indépendants, on utilisera un test de comparaison de moyennes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 6 :** Les taux d'alcoolémie de 49 étudiants en médecine lors d'une soirée inter-filières sont comparés à ceux de 80 étudiants hors-santé. On cherche à savoir si les étudiants en médecine sont plus alcoolisés en soirée que les autres étudiants, à un instant  $t$ . Les données sont consignées dans le tableau ci-dessous. Indiquez la proposition exacte :

	Nombre d'étudiants	Moyenne du taux d'alcoolémie mesurée à la même heure	Écart-type
Étudiants en médecine	49	2,3 g/L	1,4 g/L
Autres étudiants	80	1,8 g/L	0,9 g/L

- A) L'hypothèse  $H_0$  est « les taux d'alcoolémie en soirée sont égaux peu importe la filière d'étude »
- B) Étant donné la valeur des écarts type, il faut faire un test non paramétrique
- C) Un test du Chi-2 permettra de répondre à la question
- D) Il manque des données pour répondre à la question
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 7 :** Soient 2 ensembles observés que l'on cherche à comparer. Le risque de première espèce est de 5% et le risque de seconde espèce est de 20%. Indiquez la proposition exacte : (Relu et approuvé par le Pr. Maignant)

- A) Il y a une probabilité de 5% que la non-différence observée entre les 2 ensembles soit due au hasard alors que les 2 ensembles sont différents en réalité
- B) Il y a une probabilité de 20% que la différence observée entre les 2 ensembles soit due au hasard alors que les 2 ensembles ne sont pas différents en réalité
- C) Il y a une probabilité de 80% que la non-différence observée entre les 2 ensembles ne soit pas due au hasard, et que les 2 ensembles ne soient pas différents en réalité
- D) Il y a une probabilité de 95% que la différence observée entre les 2 ensembles ne soit pas due au hasard, et que les 2 ensembles soient bien différents en réalité
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 8 :** On cherche à comparer la consommation de tabac chez les jeunes de 18-25 ans entre 2000 et 2020. Pour cela, on effectue un tirage au sort d'un échantillon représentatif de la population des jeunes d'aujourd'hui, et on compare le nombre de cigarettes fumées par jour en moyenne à celui d'un échantillon représentatif de la population des jeunes en 2000. A l'issue du test statistique le plus adapté, on obtient un paramètre calculé de 2,41 pour un risque de première espèce de 5%. Indiquez la proposition exacte : (Relu et approuvé par le Pr. Maignant)

- A) A l'issue de cette étude, on ne peut rien conclure
- B) Le paramètre théorique lu avec le test le plus adapté, avec un risque de première espèce de 5%, est de 2,58
- C) A l'issue du test, on peut dire qu'une des deux générations est plus fumeuse que l'autre
- D) Le degré de signification à l'issue de l'étude est inférieur à 1%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 9 :** Un nouvel examen biologique mis au point permet de distinguer trois formes différentes (1, 2, et 3) d'une maladie intestinale. On souhaite montrer que cette classification en 3 formes est liée à la présence ou non de la douleur chez les patients atteints de cette maladie-là. Indiquez la proposition exacte : (Relu et approuvé par le Pr. Maignant)

- A) L'hypothèse nulle peut s'exprimer ainsi : forme de la maladie et douleur sont liées
- B) Cela revient à montrer que forme de la maladie et douleur sont indépendantes
- C) Pour le démontrer, on constitue au hasard 2 groupes de malades : dans le premier on recueille la présence ou l'absence de la douleur, et dans le second on recueille la forme de la maladie
- D) Le paramètre du test suit, sous  $H_0$ , un  $\chi^2$  à 2 degrés de liberté
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 10 :** Soit le tableau de données suivantes, on cherche à savoir s'il existe une relation entre la ville d'exercice et le revenu salarial annuel présenté en 2 catégories. Indiquez la proposition exacte :

	<50000	>50000	TOTAL
Nice	<u>20</u> 40 <b>20</b>	<u>300</u> 10 <b>13,3</b>	50
Paris	<u>80</u> 60	140 <b>3,3</b>	200
TOTAL	100	150	250

Les effectifs théoriques sont soulignés, et les Khi-2 partiels sont en **gras**.

- A) On ne pourra pas utiliser un test du Khi-2 car on n'est pas en présence de 2 variables qualitatives
- B) Le nombre de degrés de liberté est égal à 2
- C) L'effectif théorique manquant est égal à 120
- D) Le Khi-2 partiel manquant est égal à 15
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 11 :** Dans une étude récente sur 40 patients atteints de démence, 20 patients ont été traités par un nouveau traitement et les 20 autres ont reçu un placebo. Le score cognitif (score quantitatif variant de 0 à 280) a été comparé entre les deux groupes par un test statistique bilatéral au risque de 5%. On considère que dans les deux populations étudiées, les variances sont égales et que la distribution du score cognitif est très proche d'une loi normale. Indiquez la proposition exacte :

- A) Les variables impliquées dans ce test sont deux variables qualitatives
- B) Tels qu'ils sont décrits dans l'énoncé, on peut considérer que les deux échantillons sont appariés
- C) Si on envisage de réaliser un test de Student, la statistique de test suit une loi de Student à 19 degrés de liberté sous  $H_0$
- D) En augmentant les effectifs à 40 patients traités par le nouveau traitement et 40 patients sous placebo, on pourrait envisager d'utiliser un test de l'écart réduit
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 :** Concernant, le degré de signification d'un test d'hypothèse, noté p, indiquez la proposition exacte :

- A) C'est la probabilité d'observer une différence au moins aussi importante que celle observée sous l'hypothèse nulle
- B) C'est une probabilité fixée à priori, avant la réalisation d'un test d'hypothèse
- C) Lors de la conclusion au test statistique, on rejette l'hypothèse nulle si  $p > \alpha$
- D) Lors de la conclusion au test statistique, si  $p > \alpha$ , on considère qu'il existe une différence statistiquement significative
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 13 :** On étudie la répartition des enfants par classe d'IMC ( $IMC < 20$ ,  $20 < IMC < 30$ , ou  $IMC > 30$ ) et par année d'étude (1980 ou 2010). L'obésité est définie chez les adolescents pour un  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ . On cherche à savoir si à 30 ans d'écart, la proportion d'adolescents présentant une obésité est stable, en augmentation ou en régression. Indiquez la proposition exacte :

- A) On compare une variable quantitative et une variable qualitative
- B) On compare deux pourcentages
- C) On fera un test statistique sur séries appariées
- D) On ne pourra pas utiliser un test du Khi-2
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 14 :** Dans une étude récente sur 40 patients atteints de démence, 20 patients ont été traités par un nouveau traitement et les 20 autres ont reçu un placebo. Le score cognitif (score quantitatif variant de 0 à 280) a été comparé entre les deux groupes par un test statistique bilatéral au risque de 5%. On considère que dans les deux populations étudiées, les variances sont égales et que la distribution du score cognitif est très proche d'une loi normale. Indiquez la proposition exacte :

- A) Les variables impliquées dans ce test sont deux variables qualitatives
- B) Tels qu'ils sont décrits dans l'énoncé, on peut considérer que les deux échantillons sont appariés
- C) Si on envisage de réaliser un test de Student, la statistique de test suit une loi de Student à 19 degrés de liberté sous  $H_0$
- D) En augmentant les effectifs à 40 patients traités par le nouveau traitement et 40 patients sous placebo, on pourrait envisager d'utiliser un test de l'écart réduit
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 15 : Concernant le degré de signification d'un test d'hypothèse, noté  $p$ , indiquez la proposition exacte :**

- A) C'est la probabilité d'observer une différence au moins aussi importante que celle observée sous l'hypothèse nulle
- B) C'est une probabilité fixée à priori, avant la réalisation d'un test d'hypothèse
- C) Lors de la conclusion au test statistique, on rejette l'hypothèse nulle si  $p > \alpha$
- D) Lors de la conclusion au test statistique, si  $p > \alpha$ , on considère qu'il existe une différence statistiquement significative
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 16 : Une étude est réalisée au sein du Tutorat Niçois, afin de comparer la qualité des fiches proposées et le sexe du tuteur. Carl (hors compétition), Tristan (qui n'a rien d'autre à faire malgré sa D1) et Virgile (petit P2 déçu de ne pas avoir d'inté) constituent 2 groupes : le groupe « Tutrices » ( $n=38$ ) et le groupe « Tuteurs » ( $n=18$ ). Ils tirent ensuite au sort une fiche dans chaque groupe, qu'ils soumettent à l'avis de 15 P1 choisis aléatoirement à la BU. Les moyennes des notes /10 attribués par les P1 aux fiches sont notées dans le tableau suivant.**

	Moyenne des notes	Écart-type
Groupe « Tutrices »	8/10	1,5
Groupe « Tuteurs »	7/10	1,2

**Indiquez la proposition exacte :**

- A) Les effectifs étant différents dans chaque groupe, on ne pourra pas comparer
- B) Les écarts-type étant différents, le résultat du test statistique approprié ne sera pas fiable
- C) On effectuera un test  $t$  de Student
- D) Avec un paramètre calculé de 2,1, et en situation unilatérale, on conclut que les fiches du groupe « Tutrices » sont plus qualitatives au risque  $\alpha=5\%$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 17 : Une vaste étude internationale est menée afin d'investiguer le lien entre l'utilisation régulière d'un téléphone portable pendant plus d'un an et le diagnostic de gliome cérébral. L'utilisation régulière d'un téléphone portable était retrouvée chez :**

- 1666 des 2708 sujets avec un gliome cérébral (61%)
- 1894 des 2972 sujets sans gliome cérébral (64%)

**On obtient un paramètre calculé de 2,95. Indiquez la proposition exacte :**

- A) Dans cette étude, on teste l'association entre une variable qualitative binaire et une variable quantitative continue
- B) L'effectif attendu d'utilisateurs réguliers d'un téléphone portable sans gliome cérébral est obtenu par le calcul suivant :  $2708 \times 2120 / 5680$
- C) Le degré de signification correspondant est inférieur à 5%
- D) On conclut à l'acceptation de  $H_0$  au risque de première espèce égal à 5%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 18 : A propos de l'énoncé du QRU précédent, indiquez la proposition exacte :**

- A) On peut conclure à l'existence d'une relation causale entre l'utilisation régulière d'un téléphone portable et la présence d'un gliome cérébral
- B) On peut conclure qu'on ne met pas en évidence de différence statistiquement significative du pourcentage d'utilisateurs réguliers de téléphone portable entre les sujets avec un gliome cérébral et les sujets sans gliome cérébral
- C) On peut conclure à l'existence d'une différence statistiquement significative du pourcentage d'utilisateurs réguliers d'un téléphone portable entre les sujets avec un gliome cérébral et les sujets sans gliome cérébral
- D) On peut conclure qu'on ne met pas en évidence de différence statistiquement significative de la durée moyenne d'utilisation du téléphone portable entre les sujets avec un gliome cérébral et les sujets sans gliome cérébral
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 19 : On compare les résultats obtenus avec deux traitements différents A et B, suivis chacun par un groupe de patients. Avec le traitement A, on observe 65% de guérisons dans le premier groupe, et 75% avec le traitement B dans le second groupe. Le résultat de cette comparaison est accompagné de la mention suivante : «  $p < 0,05$  ». A propos de ce qu'on peut conclure, indiquez la proposition exacte :**

- A) Il y a moins de 5 chances sur 100 que la différence observée ne soit pas due au hasard
- B) On accepte l'hypothèse nulle  $H_0$  avec moins de 5% de certitude
- C) Il y a moins de 5 chances sur 100 que l'on rejette  $H_0$
- D) Les deux traitements diffèrent significativement pour ce qui est des taux de guérison
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 20 :** Dans un service de maternité, une étude est réalisée dans le secteur « grossesses à risque » sur l'effet d'un nouveau traitement visant à diminuer les contractions utérines (CU) avant le 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse. Sont choisies, en fonction du dossier médical, lors de leur entrée dans le service, 14 patientes qui auront l'ancien traitement (Groupe A) et 22 autres qui auront le nouveau (Groupe B). Dans chaque groupe et pour chaque patiente, on mesure l'intensité des CU grâce à un monitoring avant et après traitement. Puis, on calcule la diminution de l'intensité des CU (exprimée en mmHg) et l'intervalle de confiance à 95% des moyennes de diminution de l'intensité :

Dans le groupe A : IC = [8 ; 17] mA = 12mmHg

Dans le groupe B : IC = [19 ; 26] mB = 23mmHg

Indiquez la proposition exacte :

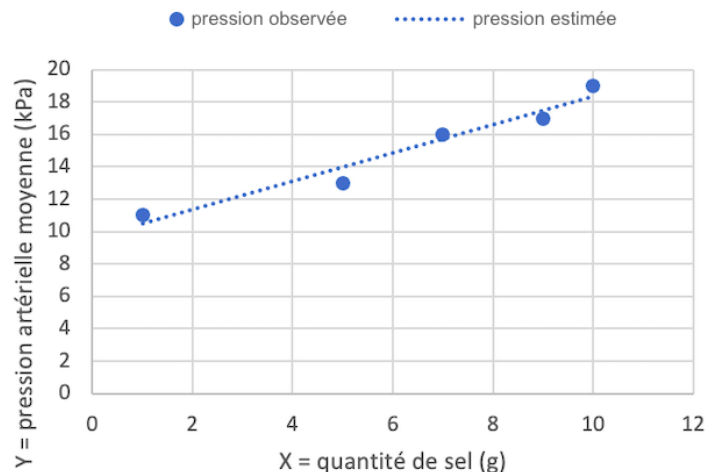
- A) On ne peut rien conclure sur la plus grande efficacité d'un des deux traitements
- B) On peut conclure sur la plus grande efficacité d'un des deux traitements car les intervalles de confiance ne se recoupent pas
- C) On conclut à une différence entre l'efficacité des deux traitements, mais sans pouvoir dire lequel des deux est meilleur
- D) On peut conclure, mais pas extrapoler à l'ensemble des patientes hospitalisées dans ce service de maternité pour une grossesse à risque
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 21 :** A propos des tests d'hypothèse, indiquez la proposition exacte :

- A) Le risque de première espèce est la probabilité de ne pas détecter un effet de facteur de risque alors qu'il en existe en fait
- B) Le risque de seconde espèce est le risque de rejeter  $H_0$  si  $H_0$  est fausse
- C) Il existe une dissymétrie dans le traitement des 2 hypothèses  $H_0$  et  $H_1$  car on choisit de maîtriser le risque de première espèce quitte à ignorer celui de second espèce
- D) La puissance du test est la probabilité d'accepter  $H_0$  si  $H_0$  est fausse
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 22 :** Des scientifiques ont montré une forte corrélation positive ( $r=0,8$ ) entre la quantité de sel ingérée par jour (exprimée en g) et la pression artérielle moyenne (exprimée en Pa). On dispose de la courbe de régression calculée. Indiquez la proposition exacte :

- A) Plus la quantité de sel ingérée est faible, plus la pression artérielle moyenne est élevée
- B) Grâce à la droite de régression, on peut prédire la pression artérielle moyenne pour une quantité de 8g de sel ingérée par jour
- C)  $H_0$  s'écrit : la quantité de sel ingérée par jour et la pression artérielle moyenne varient en sens inverse
- D) Il est prouvé que la cause de la hausse de la pression artérielle moyenne est bien l'ingestion d'une quantité élevée de sel par jour
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QRU 23 :** Un psychiatre soupçonne un antipsychotique utilisé dans le traitement de la schizophrénie d'entraîner une augmentation du risque de dépression chez ses patients. Il inclut 30 patients tirés au sort dans 2 groupes de 15 sujets. Les patients d'un groupe prennent le traitement (Gr A), les patients de l'autre groupe prennent un placebo (Gr B). Il dénombre le nombre d'épisodes dépressifs survenus dans les 2 groupes pendant 18 mois de traitement. Il obtient les résultats suivants : mA = 5 ; mB = 2 ; sA = 1 ; sB = 2. Après la réalisation du test statistique adapté, on obtient  $p < 0,01$ . Indiquez la proposition exacte :

- A) Le risque de première espèce a été fixé a priori à 0,01
- B) Le nombre de sujets de chaque groupe était insuffisant pour pouvoir conclure
- C) Si on ne rejette pas  $H_0$ , on se trompe avec une probabilité inférieure à 0,01
- D) Si on rejette  $H_0$ , on peut se tromper avec une probabilité inférieure à 0,01
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Énoncé des QRUs 24 à 27 :** Une étude a été réalisée au sein d'une population d'enfants atteints d'infection congénitale à cytomégalo virus (CMV). Les chercheurs ont étudié la survenue d'une perte auditive neurosensorielle (PANS) en fonction du type d'infection maternelle : primo-infection à CMV, infection récidivante à CMV, type d'infection maternelle indéterminée. Ils ont souhaité savoir si l'incidence des troubles auditifs était comparable entre les différents types d'infection maternelle. Le tableau obtenu est le suivant :

Audition	Primo-infection n (%)	Infection récidivante n (%)	Infection indéterminée n (%)
Normale	22 (81%)	13 (87%)	12 (57%)
PANS	5 (19%)	2 (13%)	9 (43%)

**QRU 24 : A propos de l'étude citée ci-dessus, indiquez la proposition exacte :**

- A) Pour répondre à la question posée, la méthode utilisée est la comparaison de deux variables qualitatives ordinales
- B) Pour répondre à la question posée, la méthode utilisée est la comparaison de deux variables quantitatives
- C) Pour répondre à la question posée, la méthode utilisée est la comparaison de deux variables binaires
- D) Pour répondre à la question posée, la méthode utilisée est la comparaison de deux variables qualitatives nominales
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 25 : A propos de cette même étude, indiquez la proposition exacte :**

- A) Le test statistique qui sera utilisé pour répondre à la question est un test d'indépendance de deux variables
- B) Le test statistique qui sera utilisé pour répondre à la question est un test de corrélation
- C) Le test statistique qui sera utilisé pour répondre à la question est un test non paramétrique
- D) Le test statistique qui sera utilisé pour répondre à la question est un test de comparaison de deux moyennes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 26 : Toujours à propos de cette même étude, indiquez la proposition exacte :**

- A) Pour répondre à la question posée, on fera un test de Student à 2 DDL
- B) Pour répondre à la question posée, on fera un test du Khi-2 à 1 DDL
- C) Pour répondre à la question posée, on fera un test de U-Mann et Whitney
- D) Il manque des données pour répondre à la question
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 27 : Après réalisation du test d'hypothèse idoine (adapté), on trouve une p-value  $p=0,074$ . Que cela signifie-t-il ? Indiquez la proposition exacte :**

- A) Il y a environ 7% de chances que la répartition observée soit due au hasard
- B) On rejette l'hypothèse nulle de comparabilité des distributions
- C) La perte d'audition est significativement liée au type d'infection maternelle
- D) Il manque des données pour répondre
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 28 : Dans un service de chirurgie gynécologique, on note qu'en 2019 la fréquence des complications post-opératoires s'élevait à 35,8% pour l'ensemble des actes pratiqués, alors qu'en 2018 cette fréquence s'élevait à 29,8%. On veut comparer ces deux proportions. Indiquez la proposition exacte :**

- A) L'hypothèse  $H_0$  est : « La fréquence des complications post-opératoires est plus importante en 2019 »
- B) Il s'agit de comparer des données de type qualitatif : « complications » et « pas de complications »
- C) Il s'agit de comparer des données de type qualitatif : « complications en 2019 » et « complications en 2018 »
- D) Il s'agit de comparer des données de type quantitatif : « pourcentage de complications en 2019 » et « pourcentage de complications en 2018 »
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 29 : La lutte contre l'augmentation du taux de cholestérol devient une priorité en France. Afin de mieux prendre en charge cette pathologie, on teste un nouveau médicament. On attribue ce traitement à 32 patients en surpoids, tirés au sort. On compare le taux de cholestérol avant puis après traitement. Indiquez la proposition exacte :**

- A) Cette étude concerne 2 échantillons indépendants puisque tous les sujets ont été tirés au sort
- B) Il faudra utiliser la méthode des couples
- C) On compare les valeurs dans 2 groupes différents (groupe 1 = patients avec un taux élevé de cholestérol ; groupe 2 = patients avec un taux normal de cholestérol)
- D) A l'issue du test, le paramètre calculé sera comparé à une valeur lue dans la table théorique du t de Student
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 30 : Concernant les tests d'hypothèse, indiquez la proposition exacte :**

- A) Le risque de première espèce est le risque d'accepter  $H_0$  si  $H_0$  est vraie
- B) Le risque de seconde espèce est le risque de rejeter  $H_0$  si  $H_0$  est fausse
- C) La puissance du test correspond à la probabilité d'accepter  $H_0$  si  $H_0$  est fausse
- D) Le risque de seconde espèce est maîtrisé, contrairement à celui de première espèce qui est négligé
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 31 : Une étude est menée afin de savoir si les hommes atteints de cancer de la prostate présentent un taux de PSA significativement plus élevé que les hommes ne présentant pas de cancer. Pour cela, un chef de service constitue deux échantillons avec les patients à sa disposition ce jour-là : un premier échantillon A comportant 22 hommes hospitalisés dans le service d'urologie pour cancer de la prostate, et un deuxième échantillon B comportant 18 hommes de même âge et hospitalisés dans le même service d'urologie pour une pathologie prostatique non cancéreuse. Indiquez la proposition exacte :**

- A) Les résultats de cette étude ne seront pas généralisables à l'ensemble de la population française, mais seront généralisables à l'ensemble des patients de ce service uniquement, se présentant n'importe quel jour de l'année
- B) L'étude statistique menée porte sur un lien éventuel entre cancer de la prostate et taux de PSA
- C) On utilisera un test non paramétrique
- D) On pourra utiliser un test du Khi-2
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 32 : Une étude vise à comparer le taux de mélatonine avec la prise ou non de millepertuis. Pour ce faire, on tire au sort un groupe A de 25 personnes prenant du millepertuis, et un groupe B de 17 personnes n'en prenant pas. Au bout de 2 semaines, le taux sanguin de mélatonine est mesuré chez chacun des participants des deux groupes. A l'aide du test statistique approprié, on trouve  $Z_{\text{calc}} = 1,6$  et  $Z_{\text{théorique}} = 2,4$ . Indiquez la proposition exacte :**

- A) On peut utiliser le test du T de student avec 40 DDL
- B) Il ne sera pas possible d'utiliser un test non paramétrique
- C) La prise de millepertuis influence le taux de mélatonine
- D) On ne pourra rien extrapoler de cette étude à cause d'un biais d'échantillonnage
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 33 : A propos de la décision d'accepter  $H_0$ , indiquez la proposition exacte :**

- A) Elle est équivalente à : «  $H_0$  est vraie et  $H_1$  est fausse »
- B) Elle est équivalente à la conclusion du test de ne pas rejeter  $H_0$
- C) Elle traduit le fait qu'il n'y a pas d'évidence nette pour que  $H_0$  soit fausse
- D) Elle traduit le fait qu'il n'y a pas d'évidence nette pour que  $H_1$  soit vraie
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 34 : Soit le tableau de données suivantes, on cherche à savoir s'il y a une relation entre le sexe et le choix de la filière d'étude. Indiquez la proposition exacte :**

Filière	Médecine	Sciences	Lettres	Droit
Garçons	822	450	210	420
Filles	678	380	760	630

- A) Le calcul du Khi-2 ne permet pas forcément de savoir si une telle relation existe
- B) Le Khi-2 total est d'environ 310
- C) Le nombre de degrés de liberté est égal à 6
- D) Le choix de la filière d'étude est indépendant du sexe au risque 5%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 35 :** On compare la diminution du LDL-cholestérol produite par un nouveau traitement N à celle produite par le traitement de référence R. On tire au sort deux groupes de patients représentatifs de la population niçoise.

Après traitement dans le groupe N ( $n_N = 500$ ) :  $m_N = 1.4$  g/L ,  $IC_{95\%} = [1.2 ; 1.4]$

Après traitement dans le groupe R ( $n_R = 500$ ) :  $m_R = 2.8$  g/L ,  $IC_{95\%} = [2.6 ; 3.0]$

Parmi les propositions suivantes, choisir celle qui est exacte :

- A) Le nouveau traitement N est plus efficace que le traitement R au risque  $\alpha = 5\%$ , le LDL-cholestérol a beaucoup baissé
- B) Les intervalles de confiance ne permettent pas de conclure que  $\mu_N \neq \mu_R$
- C) On ne peut rien conclure car la distribution des valeurs n'est pas normale
- D) Il y a une différence statistique car on travaille avec des échantillons représentatifs de la population
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 36 :** Dans le but d'évaluer l'efficacité d'un traitement spécifique contre la COVID-19, une étude clinique portant sur 180 patients a été menée. Ces patients ont été répartis en un groupe T de 100 patients, bénéficiant du nouveau traitement, et un groupe C de 80 patients bénéficiant d'un traitement antiviral classique. Après 3 semaines de traitement, le pourcentage de patients présentant une charge virale indétectable (succès du traitement) était de 55% dans le groupe T et de 45% dans le groupe C. On cherche à affirmer la supériorité d'un des deux traitements. Indiquez la proposition exacte :

- A) L'hypothèse  $H_0$  est : "Le traitement T n'a pas une meilleure efficacité que le traitement C"
- B) L'hypothèse  $H_1$  est : "L'un des deux traitements a une meilleure efficacité que l'autre"
- C) L'hypothèse  $H_1$  est : "Les deux traitements ont une efficacité comparable"
- D) Il s'agit d'étudier la relation entre une variable qualitative et une variable quantitative
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 37 :** On veut savoir si une nouvelle molécule présente un effet anti déprimeur. Pour cela, on organise un essai portant sur 20 malades dépressifs, répartis en 2 groupes. Les 20 malades sont répartis par TAS en 2 groupes de 10 sujets, l'un recevant la nouvelle molécule, l'autre recevant un placebo. On évalue les patients à l'aide d'une échelle numérique de 0 (non déprimé) à 50 (très déprimé). Le groupe témoin reçoit le placebo. Les patients des 2 groupes sont évalués avant traitement, puis après traitement au bout de 28 jours. On veut savoir s'il existe un effet placebo. Indiquez la proposition exacte :

- A) On compare une variable qualitative et une variable pseudo-quantitative
- B) Il sera possible d'utiliser un test T de Student sur séries appariées même s'il est préférable de faire un U-Mann et Whitney au vu des effectifs
- C) L'hypothèse  $H_0$  est : "Le placebo n'a aucun effet (les scores  $J_0$  ne diffèrent pas des scores  $J_{28}$ )"
- D) Pour répondre à la question posée, on compare les scores entre témoins et traités à  $J_{28}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 38 :** On souhaite comparer l'efficacité de deux vaccins A et B contre le COVID, produits par des laboratoires pharmaceutiques différents. Pour cela, on vaccine deux groupes d'individus tirés au sort dans la population, l'un par A et l'autre par B, et on note le pourcentage de sujets qui ont contracté le virus. L'attribution des vaccins est faite par TAS. Indiquez la proposition exacte :

Vaccin A	$n_A = 100$	% de sujets ayant contracté le COVID : 24%	$IC(95\%) = [19,5\% ; 36,4\%]$
Vaccin B	$n_B = 200$	% de sujets ayant contracté le COVID : 19%	$IC(95\%) = [11,2\% ; 23,7\%]$

- A) La précision des estimations ne dépend pas de la taille des échantillons considérés
- B) On préférera utiliser un test non paramétrique pour comparer l'efficacité des deux vaccins
- C) On peut conclure que les deux vaccins ont la même efficacité au risque de 5%
- D) On peut conclure que le vaccin B est plus efficace que la vaccin A au risque de 5%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QRU 39 :** Les hémorragies sont des complications fréquentes chez les patientes ayant subi une césarienne. Un essai thérapeutique randomisé, contrôlé versus placebo et en double aveugle, a été conduit pour évaluer l'efficacité d'un traitement de Desmopressine en prévention de ces complications. Des patientes en bonne santé ont été aléatoirement réparties en deux groupes : groupe « traitement » ou groupe « placebo ». 11 patientes du groupe placebo et 2 patientes du groupe « traitement » ont développé une hémorragie post-césarienne. Après réalisation du test statistique approprié, on obtient  $p < 0,001$ . Indiquez la proposition exacte :

- A) Le risque de première espèce a été fixé à priori à 0,01
- B) Le nombre de sujets inclus dans l'essai était suffisant pour pouvoir conclure
- C) Si on ne rejette pas  $H_0$ , on se trompe avec une probabilité inférieure à 0,001
- D) Si on rejette  $H_0$ , on se trompe avec une probabilité inférieure à 0,001
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 40 :** A 20 ans d'intervalle (2000 et 2020), l'INSERM a réalisé une étude portant sur des enfants âgés de 3 à 11 ans. Cette étude s'intéresse à l'IMC (Indice de Masse Corporelle) qui mesure l'excès de poids de ces enfants. Lors des 2 campagnes de mesure à 20 ans d'intervalle, tous les enfants ont été tirés au sort au niveau national. Sont calculés, pour chaque année, la moyenne et l'écart-type des IMC mesurés. On obtient les résultats suivants :

Année d'étude	Effectif	Moyenne IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Écart-type IMC (kg/m <sup>2</sup> )
2000	8000	20	4
2020	10000	21	5

On cherche à savoir si à 20 ans d'écart, les enfants ont un IMC comparable ? Indiquez la proposition exacte :

- A) L'hypothèse  $H_0$  peut se noter : « Les enfants n'ont pas grossi en 20 ans »
- B) On compare deux variables quantitatives
- C) Le résultat du test statistique adapté donne 1,768 : on conclut que les enfants âgés de 3 à 11 ans n'ont pas significativement grossi en 20 ans, au risque de 5%
- D) Avec les écarts-type indiqués, on aboutit à des intervalles de confiance à 95% qui se recouperaient, donc on ne peut pas conclure
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 41 :** Une équipe de chercheurs niçois découvre une nouvelle molécule révolutionnaire susceptible de traiter les symptômes du COVID. Ils constituent par tirage au sort une cohorte de 24 patients qu'ils divisent en deux groupes : le groupe A avec un effectif de 11 recevra le placebo et le groupe B avec un effectif de 13 recevra la nouvelle molécule. On compte dans chaque groupe le nombre de symptômes du COVID par patients. On comparera donc le nombre de symptômes en fonction du traitement pris. Le paramètre calculé Z est de 2,7. Indiquez la proposition exacte :

- A) On peut utiliser un test de U Mann et Whitney
- B) On peut utiliser un test t de Student pour séries appariées
- C) En utilisant le test t de Student, on conclut à  $H_0$
- D) On note : «  $H_1$  = Le nouveau traitement est plus efficace que l'ancien »
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 42 :** Lors de votre stage de sémiologie dans le service de gériatrie de Pasteur, vous voyez 10 patients par jour pendant 1 semaine (hors week-end). Vous avez demandé à chacun de ces patients d'attribuer une note comprise entre 0 à 10 de leur douleur. Puis vous notez leur âge. Vous vous interrogez sur le lien entre âge et la douleur. Indiquez la proposition exacte :

- A) On peut utiliser un test de comparaison de moyennes
- B) On peut extrapoler les résultats de notre étude à l'ensemble des patients du service de gériatrie de Pasteur
- C) On ne peut pas conclure au niveau de notre échantillon
- D) On utilisera un test de corrélation entre les deux données
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 43 :** On réalise une mesure de la pression artérielle systolique sur des patients atteints du syndrome d'Eisenmenger (*syndrome cardiaque lié à une communication anormale dans le cœur*). Une partie des patients avaient une communication pre-tricuspide et l'autre post-tricuspide. On relève la pression artérielle des patients des deux groupes. On calcule la moyenne des PA systoliques par groupe ainsi que leurs intervalles de confiance :

**G1 : Pré-tricuspide  $m_1=145\text{mmHg}$  [140 ; 150] G2 : Post-tricuspide  $m_2=142\text{mmHg}$  [138 ; 144]**

**Le but de l'étude est de déterminer si la localisation de la communication influence la pression artérielle. Indiquez la proposition exacte :**

- A) On ne peut pas conclure car les deux intervalles se recoupent
- B) On conclut à  $H_0$  car les deux intervalles se recoupent, les PA systoliques ne sont donc pas significativement différentes dans les deux groupes d'Eisenmenger
- C) On conclut au risque de 5% que les deux groupes ont des PA systoliques différentes
- D) On accepte  $H_1$  car  $m_2 > m_1$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 44 :** Une étude visant à prouver l'efficacité d'une nouvelle crème contre l'eczéma est menée. Pour cela, on tire au sort 32 patients parmi une population de personnes atteintes d'eczéma et on répartit les sujets en deux groupes de 15 et 17 patients : le premier recevra le traitement de référence tandis que le deuxième recevra la nouvelle crème. Après analyse des résultats en double aveugle, on obtient un degré de signification  $p < 0,001$ . À propos de cette étude, indiquez la proposition exacte :

- A) Le degré de signification correspond au risque que l'on commet en acceptant à tort l'hypothèse nulle
- B) L'hypothèse  $H_0$  est « La nouvelle crème est plus efficace contre l'eczéma que celle de référence »
- C) Le nombre de sujets inclus dans l'étude était insuffisant pour pouvoir conclure
- D) Il y a moins de 0,1% de risque de se tromper en rejetant  $H_0$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 45 :** Un groupe de 100 souris atteintes d'adénocarcinome ont été suivies afin de déterminer si la létalité était différente en fonction du stade de la tumeur. Parmi ces 100 souris, 62 avaient un cancer au stade II, tandis que les 48 souris restantes étaient au stade III. On a relevé leur durée de vie en jours en fonction du stade du cancer. Après avoir effectué le test approprié, on conclut à  $H_1$ . On se demande si le stade de la tumeur influe sur la durée de survie des souris. Indiquez la proposition exacte :

Groupe de souris	Effectif	Durée de survie moyenne en jours
Stade II	62	15
Stade III	48	4

- A) Il s'agit ici de comparer deux variables qualitatives, on utilise donc un test de comparaison de pourcentages
- B) L'hypothèse  $H_0$  est : « Le stade du cancer n'influe pas sur la durée de survie des souris »
- C) L'hypothèse  $H_1$  est : « Les souris atteintes du cancer en phase III vivent moins longtemps que celles en phase II »
- D) On effectuera un test du U de Mann et Whitney
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 46 :** A propos du degré de signification  $p$  et du risque  $\alpha$ , indiquez la proposition exacte:

- A) Le risque  $\alpha$  est trouvé en utilisant les tables statistiques
- B) Le degré de signification  $p$  est défini à posteriori, et vaut généralement 5%
- C) Lorsque l'on rejette l'hypothèse  $H_0$ , on détermine un degré de signification qui peut être différent d'une étude à l'autre
- D) Le risque  $\alpha$  estime le risque d'accepter  $H_0$  alors qu'elle est fausse
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 47 :** On cherche à savoir si le fait de porter un soutien-gorge peut accentuer le risque d'avoir un cancer au sein. Pour cela on fait un premier groupe de 100 femmes qui portent un soutien-gorge et un autre de même effectif où elles n'en portent pas. Dans le premier groupe, le pourcentage de femmes développant un cancer du sein est de 33% et dans le deuxième de 25%. Avec le test approprié on trouve un paramètre calculé de 2.68. Indiquez la proposition exacte :

- A) Le test du Khi-2 est le plus approprié pour mettre en évidence la différence entre les deux groupes
- B) A l'issue du test adapté on accepte  $H_0$
- C) A l'issue du test adapté, on rejette  $H_0$  avec une  $p$ -value égale de 0,05
- D) A l'issue du test adapté, on rejette  $H_0$  avec un degré de signification inférieur à 1%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 48 :** Dans un service hospitalier de 22 patients, en 1 mois on diagnostique 5 infections nosocomiales. Habituellement, le nombre de cas d'infections avec le même nombre de patients est inférieur ou égal à 3. Indiquez la proposition exacte :

- A) On étudie le lien entre des données quantitatives
- B) On ne peut pas utiliser le test de comparaison de pourcentages
- C) Si on n'accepte pas  $H_0$ , cela signifie que seul le hasard est responsable de ces chiffres
- D) Si on repousse  $H_0$ , cela signifie qu'il y a un problème d'hygiène dans ce service
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 49 :** Le seuil de 5% signifie que (indiquez la proposition exacte) :

- A) La probabilité de se tromper en rejetant l'hypothèse nulle est inférieure à 5%
- B) La probabilité de se tromper en rejetant l'hypothèse nulle est supérieure à 5%
- C) La probabilité de se tromper en rejetant l'hypothèse nulle est inférieure à 95%
- D) La probabilité de se tromper en rejetant l'hypothèse nulle est supérieure à 95%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 50 :** On cherche à savoir si le traitement permet de guérir les patients par rapport au placebo.

	Malades	Guéris	Total
Traitement	200 / 100 / 50	300 / 400 / 33.3	500
Placebo	200 / 300 / ?	? / 200 / ?	500
Total	400	600	1000

Les valeurs en gras correspondent aux effectifs théoriques et celles soulignées aux khi 2 partiels. Indiquez la proposition exacte :

- A) Le Khi-2 partiel des malades sous le placebo est égal à 25
- B) L'effectif théorique manquant est égal à 100
- C)  $X^2$  total = 166,6
- D)  $X^2$  total = 142
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 51 :** On se demande si un nouvel hypotenseur H est plus efficace que le traitement traditionnel T. On réalise un essai thérapeutique en double aveugle où la moitié des patients (tirés au sort) reçoit H, et l'autre reçoit T. Ces deux groupes de patients sont notés H et T. Malheureusement, la pharmacie s'est trompée dans la distribution des médicaments : tous les malades (T et H) ont reçu T, ce dont ni les malades ni les médecins ne se sont aperçus car l'essai est en double aveugle. Le statisticien effectue le test de comparaison entre les groupes H et T. Lui non plus ne connaît pas l'erreur de la pharmacie. Le test est effectué, comme toujours, au risque de première espèce 5 %. La puissance de l'étude a été établie à 90 %. Indiquez la proposition exacte :

- A) Il y a 5 chances sur 100 pour que le test statistique final conduise à déclarer que T et H ont des effets différents
- B) Il y a 95 chances sur 100 pour que le test statistique final conduise à déclarer que T et H ont des effets différents
- C) Il y a 10 chances sur 100 pour que le test statistique final conduise à déclarer que T et H ont des effets différents
- D) Il y a 90 chances sur 100 pour que le test statistique final conduise à déclarer que T et H ont des effets différents
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 52 :** Si le degré de signification d'un test ou d'une étude est inférieur à 0,01, alors c'est :

- A) Que l'on se trompe avec une probabilité inférieure à 0,01 si on ne rejette pas  $H_0$
- B) Que même si le risque de première espèce avait été choisi à 0,01,  $H_0$  aurait été rejetée à ce risque
- C) Que la probabilité qu'avait, sous  $H_0$ , le paramètre du test d'indiquer un écart à  $H_0$  plus grand que ne l'a fait la valeur observée du paramètre est supérieure à 0,01
- D) Que le risque de première espèce avait été choisi à 0,01
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 53** : On étudie la relation entre le nombre d'heures hebdomadaires passées à réviser la P2 et la note aux partiels, les variables étant présentées comme suit. On note le nombre d'étudiants de la promo concernés pour chaque modalité (certains étudiants n'ayant pas souhaité participer à cette étude). Indiquez la proposition exacte :

Note aux partiels / Nb d'h	[0 ;10]	]10 ;20[	[20 ;30[
[11 ;20]	30	10	20
[0 ;10]	10	20	30

- A) L'effectif attendu des personnes ayant travaillé entre 0 et 10h hebdomadaires et ayant obtenu une note comprise entre 11 et 20, est égal à 15
- B) L'effectif attendu des personnes ayant travaillé entre 10 et 20h hebdomadaires et ayant obtenu une note comprise entre 0 et 10, est égal à 20
- C) Le Khi-2 partiel des personnes ayant travaillé entre 20 et 30h hebdomadaires et ayant obtenu une note comprise entre 0 et 10, est égal à 1,25
- D) Le Khi-2 partiel des personnes ayant travaillé entre 20 et 30h hebdomadaires et ayant obtenu une note comprise entre 0 et 10, est égal à 1
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Statistiques DédDUCTIVES - Tests d'hypothèses : Paramétriques et non paramétriques****2020 – 2021 (Pr. Maigant)****QRU 1 : A**

- A) Vrai  
B) Faux : le risque  $\alpha$ , fixé à priori, représente le risque de **rejeter  $H_0$  si  $H_0$  est vraie**  
C) Faux : la puissance du test représente la probabilité de **rejeter  $H_0$  si  $H_0$  est fausse**  
D) Faux : il est le + souvent **négligé**  
E) Faux

**QRU 2 : D**

- A) Faux : Le coefficient de corrélation  $r$  est toujours inférieur à 1. Ici, il est supérieur à 0, donc la liaison est positive et les 2 variables varient dans le même sens  
B) Faux : corrélation  $\neq$  causalité. Si on établit qu'il existe une corrélation entre ces deux variables, on pourra dire que les deux tailles au repos et en érection sont liées/corrélées (elles varient dans le même sens), sans pour autant dire que l'une cause l'autre  
C) Faux : on a un grand effectif, donc on utilise préférentiellement un test paramétrique  
D) Vrai : on a un effectif important, donc on utilise un test paramétrique (coefficient de corrélation  $r$ )  
E) Faux

**QRU 3 : E**

- A) Faux : On codera les 4 niveaux de satisfaction de 0 à 4  
B) Faux : C'est une variable qualitative ordinale  
C) Faux : Les résultats ne pourront pas être extrapolés car il n'y a pas eu de TAS ++  
D) Faux : Les résultats ne pourront pas être interprétés **car il n'y a pas eu de TAS +++** et non pas à cause du taux de réponses ! Lorsqu'on envoie un sondage comme ça par mail, on introduit un biais dans notre étude car les étudiants qui prendront la peine de répondre au questionnaire seront peut-être uniquement ceux qui ont été très satisfaits de la qualité du tutorat. Il aurait fallu faire un TAS parmi tous les étudiants inscrits aux séances tutorat et aller leur demander directement  
E) Vrai

**QRU 4 : C**

- A) Faux : D'après les données de l'énoncé, on étudie un caractère qualitatif (le fait de prendre la substance ou le placebo) et un caractère quantitatif (la note au test)  
B) Faux : Les groupes sont indépendants donc on utilisera le test  $t$  de Student pour échantillons indépendants  
C) Vrai : On étudie deux caractères qualitatif/quantitatif avec des échantillons  $<30$  donc on utilise le test  $t$  de Student. On calcule le nombre de DDL =  $(n_1-1) + (n_2-1) = 14 + 14 = 28$ . On cherche dans la table du  $t$  de Student l'intersection entre la ligne 28 (nb de DDL) et la colonne 0,05 (pour  $\alpha = 5\%$ ) et on trouve **2,048** comme paramètre théorique.  $2,829 > 2,048$  donc on peut rejeter  $H_0$  au risque 5%  
D) Faux : Lorsqu'on regarde l'intersection entre la ligne 28 et la colonne 0,01 (correspondant au risque 1%), on s'aperçoit que notre paramètre calculé est toujours supérieur au paramètre théorique au risque  $p=1\%$  ( $2,829 > 2,763$ ). Le degré de signification  $p$  fixé à postériori est inférieur à 1% donc la précision de l'étude peut être améliorée  
E) Faux

**QRU 5 : B**

- A) Faux : Pas des durées de vie car ce sont des variables quantitatives, et ce test s'utilise pour des variables qualitatives  
B) Vrai : Item tiré du livre Total UE4 (QCM 34 page 153)  
C) Faux : Il est **toujours valide**, mais avec de grands effectifs ( $>30$ , donc en condition d'application de la loi normale) on préférera utiliser le test de comparaison de moyennes. Le choix d'un test statistique repose sur plusieurs critères et non pas que sur l'effectif de l'échantillon, même si cette année le prof n'aborde pas les autres critères dans son cours, par souci de simplification (c'est pour cette raison que vous pouvez voir des fois le test  $t$  de Student utilisé sur des échantillons  $>30$ )  
D) Faux : On utilisera un test du Chi-2  
E) Faux

**QRU 6 : A**

- A) Vrai :  $H_0$  = pas de différence entre les 2 groupes  
 B) Faux : Le fait de choisir de réaliser un test non paramétrique dépend plus des effectifs lorsque les distributions ne sont pas normales  
 C) Faux : Il s'agit d'un test de comparaison de deux moyennes  
 D) Faux  
 E) Faux

**QRU 7 : E (QRU relu et approuvé par le prof)**

- A) Faux : 20%  
 B) Faux : 5%  
 C) Faux : 95%  
 D) Faux : 80%  
 E) Vrai : Désolée pour ce QRU un peu laborieux... Il fallait se poser, dessiner son petit tableau au brouillon et ne pas s'emmêler les pinceaux.

		Décision du statisticien	
		Rejet $H_0$	Non rejet $H_0$
Réalité	$H_0$ vraie	$\alpha$	$1-\alpha$
	$H_1$ vraie	$1-\beta$	$\beta$

On a donc :

- **alpha** = risque de 1<sup>ère</sup> espèce = probabilité que la différence observée (rejet  $H_0$ ) soit due au hasard alors que les 2 ensembles ne sont pas différents en réalité ( $H_0$  vraie) = **5%** ici
- **bêta** = risque de 2<sup>ème</sup> espèce = probabilité que la non-différence observée (non-rejet de  $H_0$  = acceptation de  $H_1$ ) soit due au hasard alors que les 2 ensembles sont différents en réalité ( $H_1$  vraie) = **20%** ici
- **1-alpha** = probabilité que la non-différence observée (non-rejet de  $H_0$ ) ne soit pas due au hasard et que les 2 ensembles ne soient pas différents en réalité ( $H_0$  vraie) = **95%** ici
- **1-bêta** = puissance du test = probabilité que la différence observée (rejet de  $H_0$ ) ne soit pas due au hasard, et que les 2 ensembles soient bien différents en réalité ( $H_1$  vraie) = **80%** ici

**QRU 8 : C (QRU relu et approuvé par le prof)**

- A) Faux : voir C  
 B) Faux : On a une variable quantitative (nombre de cigarettes fumées par jour) et une variable qualitative (population de 2000 ou de 2020) donc on va faire un test de comparaison de moyennes. Avec un risque  $\alpha=5\%$ , on trouve un paramètre théorique de 1,96 et non pas de 2,58  
 C) Vrai : On a paramètre théorique = 1,96 < paramètre calculé = 2,41 du coup on peut rejeter  $H_0$  et accepter  $H_1$  (donc dire qu'il existe une différence de consommation entre les 2 groupes)  
 D) Faux : on peut dire que  $p < 5\%$  puisque le paramètre calculé = 2,41 > 1,96. Cependant il n'est pas inférieur à 1% puisqu'il est quand même inférieur à 2,58  
 E) Faux

**QRU 9 : D (QRU relu et approuvé par le prof)**

- A) Faux :  $H_0$  = forme de la maladie et douleur sont indépendantes  
 B) Faux : ne sont PAS indépendantes  
 C) Faux : On classe les patients selon la forme de leur maladie, et dans chaque groupe on va noter le nombre de patients qui présentent des douleurs, et le nombre de ceux qui n'en présentent pas  
 D) Vrai : On est en présence de 2 variables qualitatives (forme de la maladie, présence ou absence de douleur) donc on va faire un test du Khi-2. Pour calculer le nombre de DDL, on fait = (nb colonnes - 1) \* (nb lignes - 1) = (3-1)\*(2-1) = 2  
 E) Faux

**QRU 10 : C**

A) Faux : le revenu salarial annuel présenté de cette sorte s'apparente à une variable qualitative (on cherche la qualité d'appartenir à la catégorie <50000 ou à la catégorie >50000) donc on pourra utiliser un test du Khi-2

B) Faux :  $DDL = (nb\text{ lignes} - 1) * (nb\text{ colonnes} - 1) = (2-1) \times (2-1) = 1 \times 1 = 1$

C) Vrai : on utilise la formule pour trouver l'effectif théorique de la catégorie « >50000 » pour Paris :

$$\begin{aligned} ET &= \text{total « >50000 »} \times \text{total « Paris »} / \text{total} \\ &= (150 \times 200) / 250 \\ &= 3 \times 5 \times 10 \times 4 \times 5 \times 10 / 5 \times 5 \times 10 \\ &= 3 \times 4 \times 10 / 1 \\ &= 12 \times 10 \\ &= 120 \end{aligned}$$

D) Faux : on utilise la formule du Khi-2 partiel pour trouver le Khi-2 partiel de la catégorie « <50000 » pour Paris :

$$\begin{aligned} \text{Khi-2 partiel} &= (\text{effectif observé} - \text{effectif théorique})^2 / \text{effectif théorique} \\ &= (60-80)^2 / 80 \\ &= (-20)^2 / 80 \\ &= 400 / 80 \\ &= 40 / 8 \\ &= 5 \end{aligned}$$

E) Faux

**QRU 11 : D**

A) Faux : Les variables impliquées dans ce test sont une variable quantitative (score cognitif) et une variable qualitative (appartenance au groupe nouveau traitement ou placebo)

B) Faux : indépendants

C) Faux :  $DDL = (n1-1) + (n2-1) = 19 + 19 = 38$

D) Vrai : on aurait  $n1$  et  $n2 > 30$  et on pourrait faire un test de comparaison de moyennes en utilisant la table de l'écart réduit

E) Faux

**QRU 12 : A**

A) Vrai

B) Faux : fixée a posteriori, après la réalisation d'un test d'hypothèse

C) Faux : Lors de la conclusion au test statistique, on NE rejette PAS l'hypothèse nulle si  $p > \alpha$

D) Faux : si  $p < \alpha$

E) Faux

**QRU 13 : B**

A) Faux : 2 variables qualitatives (la classe d'IMC et le groupe selon l'année d'étude)

B) Vrai

C) Faux : 2 échantillons indépendants

D) Faux : ben si, pourquoi pas ?

E) Faux

**QRU 14 : D**

A) Faux : Les variables impliquées dans ce test sont une variable quantitative (score cognitif) et une variable qualitative (appartenance au groupe nouveau traitement ou placebo)

B) Faux : indépendants

C) Faux :  $DDL = (n1-1) + (n2-1) = 19 + 19 = 38$

D) Vrai : on aurait  $n1$  et  $n2 > 30$  et on pourrait faire un test de comparaison de moyennes en utilisant la table de l'écart réduit

E) Faux

**QRU 15 : A**

A) Vrai

B) Faux : fixée a posteriori, après la réalisation d'un test d'hypothèse

C) Faux : Lors de la conclusion au test statistique, on NE rejette PAS l'hypothèse nulle si  $p > \alpha$

D) Faux : si  $p < \alpha$

E) Faux



**QRU 16 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai
- D) Faux : on conclut au rejet de  $H_0$ , cad que la qualité des fiches entre les 2 groupes diffère, mais le test statistique UNILATERAL ne permet pas de dire laquelle est meilleure
- E) Faux

**QRU 17 : D**

- A) Faux : entre deux variables qualitatives binaires (utilisation régulière d'un téléphone portable pendant plus d'un an, et présence d'un gliome cérébral)
- B) Faux : 2708 correspond au total des sujets AVEC un gliome cérébral, donc à partir de là, l'item est faux
- C) Faux : on est en présence de 2 variables qualitatives donc on va utiliser la table du Khi-2. Le nombre de DDL est de 1 (tableau de contingence à 2 lignes et 2 colonnes, donc  $DDL = (nb \text{ lignes} - 1) * (nb \text{ colonnes} - 1) = 1$ ). On cherche dans la table l'intersection entre la ligne correspondant à 1 DDL et la colonne de 5% : on lit 3,841. Le paramètre calculé était de 2,95, donc le degré de signification est supérieur à 5%
- D) Vrai : à 5%, on a paramètre calculé < paramètre théorique, donc on accepte  $H_0$
- E) Vrai

**QRU 18 : B**

- A) Faux : On ne met pas en évidence d'association
- B) Vrai
- C) Faux :  $p > 0,05$
- D) Faux : Le test ne portait pas sur la durée moyenne d'utilisation du téléphone portable mais sur le pourcentage d'utilisateurs
- E) Faux

**QRU 19 : D**

- A) Faux : il y a moins de 5 chances sur 100 que la différence observée soit due au hasard
- B) Faux : du coup, on rejette  $H_0$  avec plus de 85% de certitude
- C) Faux :  $p$  représente le risque de rejeter  $H_0$  à tort
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 20 : A**

- A) Vrai : il n'y a pas eu de TAS, on a sélectionné les patientes en fonction de leur dossier médical donc on ne pourra rien conclure +++
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 21 : C**

- A) Faux : ça c'est le risque de seconde espèce
- B) Faux : ça c'est le risque de première espèce
- C) Vrai
- D) Faux : probabilité de rejeter  $H_0$  si  $H_0$  est fausse
- E) Faux

**QRU 22 : B**

- A) Faux : Plus la quantité de sel ingérée est **élevée**, plus la pression artérielle moyenne est élevée
- B) Vrai
- C) Faux : dans le même sens
- D) Faux : on ne démontre pas de causalité, seulement une corrélation +++
- E) Faux

**QRU 23 : D**

- A) Faux : à 0,05,  $p = 0,01$  correspond au degré de signification, fixé à postériori
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai : Comme  $p < 0,01$ , on rejette  $H_0$  et le risque d'erreur est inférieur à 0,01
- E) Faux



**QRU 24 : D**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 25 : A**

- A) Vrai
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux : comparaison de deux pourcentages
- E) Faux

**QRU 26 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : on compare 2 variables qualitatives et plus de deux pourcentages entre eux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 27 : A**

- A) Vrai : p correspond au degré de signification, c'est le risque d'erreur réel trouvé à postériori, qui correspond à la probabilité d'observer une différence au moins aussi importante que celle observée sous l'hypothèse nulle ++++++
- B) Faux : on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$
- C) Faux : on accepte  $H_0$  donc il n'existe pas de lien significatif entre la perte d'audition et le type d'infection maternelle
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 28 : C**

- A) Faux : l'hypothèse  $H_0$  est : « il n'y a pas de différence dans la fréquence des complications entre 2019 et 2018 »
- B) Faux
- C) Vrai : il s'agit bien de comparer les données qualitatives suivantes : « fréquence des complications en 2019 = complications en 2019 » et « fréquence des complications en 2018 = complications en 2018 », et on utilisera alors le test de comparaison de pourcentages
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 29 : B**

- A) Faux : dans ce cas, les 2 échantillons sont dépendants, car il s'agit des mêmes personnes. De plus, le caractère indépendant ou non des échantillons n'est absolument pas lié au procédé de recrutement des patients (TAS) +++
- B) Vrai
- C) Faux : On compare 2 valeurs pour le même groupe : valeur 1 = taux de cholestérol avant traitement ; valeur 2 = taux de cholestérol après traitement
- D) Faux : On compare bien 2 moyennes (moyenne des taux de cholestérol avant et après traitement), seulement l'effectif de patients étant supérieur à 30, le test utilisé est celui de la comparaison de moyennes. Le paramètre calculé avec ce test sera comparé à une valeur lue dans la table théorique de l'écart réduit
- E) Faux

**QRU 30 : E**

- A) Faux :  $\alpha$  = risque de rejeter  $H_0$  si  $H_0$  vraie
- B) Faux :  $\beta$  = risque d'accepter  $H_0$  si  $H_0$  fausse
- C) Faux : puissance =  $1 - \beta$  = risque de rejeter  $H_0$  si  $H_0$  fausse
- D) Faux : le risque de première espèce est maîtrisé, contrairement à celui de seconde espèce qui est négligé
- E) Vrai

**QRU 31 : B (j'espère ça va les traumas de la prostate)**

- A) Faux : pas de TAS donc pas de généralisation possible à quiconque, la conclusion se fera uniquement au niveau de l'échantillon  
B) Vrai  
C) Faux : non, les effectifs sont  $>12$  dans chaque groupe  
D) Faux : on est en présence d'une variable qualitative (groupe A ou B) et d'une variable quantitative (taux de PSA) donc test de comparaison de moyennes car effectifs  $<30$   
E) Faux

**QRU 32 : A**

- A) Vrai  
B) Faux : si, c'est possible (UMann et Whitney)  
C) Faux : on a  $Z_{calculé} < Z_{théorique}$ , donc on accepte  $H_0$   
D) Faux : il y a eu un TAS donc pas de biais dans l'échantillonnage  
E) Faux

**QRU 33 : C (QRU issu de la SDR du prof de l'année dernière ++)**

- A) Faux : il est faut de parler de «  $H_0$  vraie » (ou de «  $H_1$  fausse ») pour désigner le fait qu'on ACCEPTE  $H_0$   
B) Faux : elles ne sont pas équivalentes  
C) Vrai  
D) Faux : car on ne teste jamais  $H_1$  ++++  
E) Faux

**QRU 34 : B (QRU issu de la SDR du prof de l'année dernière ++)**

- A) Faux : on peut faire un test du Khi-2  
B) Vrai : environ 309,9  
C) Faux :  $DDL = 1 \times 3 = 3$   
D) Faux :  $p\text{-value} < 0.001$  donc on rejette l'hypothèse nulle d'indépendance des deux variables  
E) Faux

**QRU 35 : A**

- A) Vrai  
B) Faux  
C) Faux : Avec des échantillons aussi grands ( $n > 30$ ), on ne se pose pas la question, la distribution est normale  
D) Faux : Cela ne suffit pas pour conclure à une différence statistique  
E) Faux

**QRU 36 : B**

- A) Faux : on garde cette formulation : " $H_0$  = il n'existe **pas de différence d'efficacité** entre les deux traitements"  
B) Vrai  
C) Faux : ça c'est  $H_0$   
D) Faux : 2 variables qualitatives  
E) Faux

**QRU 37 : B**

- A) Faux : une variable qualitative et une variable quantitative. En effet, ici il s'agit de notes, on peut les soustraire ou en faire la moyenne si nécessaire (exactement comme des notes à un examen) donc ce sont bien des variables quantitatives. La variable qualitative est l'appartenance au groupe "nouvelle molécule" ou "placebo".  
B) Vrai +++++ (même s'il est plus juste de parler de test de Wilcoxon)  
C) Faux :  $H_0$  = le placebo a le même effet que le traitement  
D) Faux : on compare les scores entre témoins et traités à J28 et à J0  
E) Faux

**QRU 38 : C**

- A) Faux : Plus les effectifs des échantillons sont importants, plus l'estimation sera précise  
B) Faux : On va utiliser un test paramétrique (test de comparaison de pourcentages) au vu des effectifs, ce qui sera bien plus adéquat ici qu'un test non paramétrique, s'utilisant plutôt sur des effectifs faibles  
C) Vrai : Les 2 IC se recouvrent, donc il n'existe pas de différence significative entre les 2 pourcentages, on accepte alors  $H_0$   
D) Faux : On ne peut pas conclure ça car les 2 IC se recoupent (voir item C)  
E) Faux

**QRU 39 : D**

- A) Faux : à 0,05, comme d'habitude
- B) Faux : Il manque les effectifs des 2 groupes pour pouvoir répondre à cet item
- C) Faux : voir item D
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 40 : E**

- A) Faux : formulation réductrice et ambiguë, les enfants auraient pu maigrir. On préfère noter  $H_0$  = il n'y a pas de différence d'IMC entre les enfants de 2000 et ceux de 2020
- B) Faux : une qualitative (année d'étude) et une quantitative (moyenne d'IMC)
- C) Faux : on a paramètre calculé < paramètre théorique (1,96) donc on accepte  $H_0$
- D) Faux : on conclut à l'acceptation de  $H_0$  cad la non-différence significative
- E) Vrai

**QRU 41 : A**

- A) Vrai : on peut utiliser un test de U Mann et Whitney, car il s'utilise également pour des effectifs supérieurs à 12 étant donné qu'il est robuste car non paramétrique
- B) Faux : les séries ne sont pas appariées
- C) Faux : on peut utiliser un test t de Student ici car la limite inférieure de 12 est artificielle, et ici avec ces deux effectifs, un test t de Student est tout à fait réalisable et souhaitable.  
 $DDL = (n_1-1) + (n_2-1) = 10 + 12 = 22$ . Pour  $p=5\%$  on a 2,074.  
Donc,  $t$  calculé >  $t$  théorique, on rejette  $H_0$ .  
Pour un risque d'erreur plus faible, on s'aperçoit qu'à  $p = 0,01$  on a  $2,819 > 2,7$ , donc on conclura au risque de 2%, ce qui revient à garder un degré de signification à 5% (en général, on s'intéresse uniquement à 5% ou 1%, ou 0,1% par ex)
- D) Faux :  $H_1$  = il y a une différence significative entre les résultats de la molécule et le placebo
- E) Vrai

**QRU 42 : D**

- A) Vrai : On ne peut pas utiliser la comparaison de moyennes car on est en présence d'une variable pseudo-quantitative, à  $n$  classes, et on n'a pas le droit d'effectuer le calcul de moyennes
- B) Faux : On ne peut pas extrapoler les résultats car il n'y a pas eu de TAS des patients dans le service ++ on reste au niveau de l'échantillon uniquement
- C) Faux : Si (étant donné qu'il n'y a pas eu de gros biais de sélection, une conclusion au niveau de l'échantillon sera possible), mais au niveau de l'échantillon seulement ++
- D) Vrai : En considérant le score de douleur comme une variable pseudo-quantitative, il est tout à fait possible de réaliser un test de corrélation (avec l'âge comme autre variable quantitative)
- E) Faux

**QRU 43 : B**

- A) Faux : On peut tout à fait conclure
- B) Vrai : On accepte  $H_0$  lorsque les 2 intervalles se recoupent
- C) Faux
- D) Faux : Il faut regarder les intervalles de confiance, et faire le bon test
- E) Faux

**QRU 44 : D**

- A) Faux : En rejetant à tort  $H_0$
- B) Faux :  $H_0$  = il n'y a pas de différence significative entre les 2 groupes
- C) Faux : il était suffisant
- D) Vrai ++
- E) Faux

**QRU 45 : B**

- A) Faux : On compare une variable qualitative (stade du cancer) et une variable quantitative (durée de survie en jours)
- B) Vrai
- C) Faux : Lors de la formulation des hypothèses, on ne peut pas prédire quel groupe sera « meilleur » que l'autre
- D) Faux : Non, car les effectifs sont trop élevés. On pourrait l'utiliser, mais il vaut mieux privilégier le test de comparaison de moyennes
- E) Faux

**QRU 46 : C**

- A) Faux : Non, il est défini à priori, c'est p qui est trouvé à postériori dans les tables
- B) Faux : c'est alpha qui vaut généralement 5%
- C) Vrai
- D) Faux : C'est le risque de se tromper en rejetant à tort H0
- E) Faux

**QRU 47 : D**

- A) Faux : Le test de comparaison de pourcentages est le plus approprié même si on PEUT faire un Khi-2
- B) Faux :  $Z_c > Z_t = 1,96$ , donc on rejette H0
- C) Faux : on rejette H0 mais  $2,68 > 2,6$  donc  $p < 1\%$
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 48 : D**

- A) Faux : qualitatives (mois à 5 infections = mois actuel / ou les autres mois)
- B) Faux : on fait un test de comparaison de pourcentages (comparaison de % de patients infectés)
- C) Faux : si on accepte H0
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 49 : A**

- A) Vrai : Si on veut valider une hypothèse, fixer un seuil de signification de 5% signifie que la probabilité de se tromper en rejetant cette hypothèse est inférieure à 5%. Choisir un seuil de signification inférieur à la p value conduit à accepter l'hypothèse, alors que le choisir supérieur à la valeur p conduit à rejeter l'hypothèse. La valeur p est donc la valeur limite du seuil de signification à partir duquel l'observation conduit à rejeter l'hypothèse.
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 50 : C**

- A) Faux :  $(300 - 200)^2 / 200 = 50$
- B) Faux :  $ET = (600 \times 500) / 1000 = 300$
- C) Vrai :  $\text{Khi 2 manquant} = (200 - 300)^2 / 300 = 33,3$  et  $\text{Khi-2 total} = 50 + 50 + 33,3 + 33,3 = 166,6$
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 51 : A**

- A) Vrai
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 52 : B**

- A) Faux : si on rejette H0
- B) Vrai
- C) Faux : inférieure à 0,01
- D) Faux : pas du tout, et généralement, alpha est fixé à 5%
- E) Faux

**QRU 53 : D**

- A) Faux :  $30 \times 60 / 120 = 20$
- B) Faux :  $30 \times 60 / 120 = 15$
- C) Faux :  $ET = 50 \times 60 / 120 = 25$   
 $\text{Khi2 partiel} = (25 - 20)^2 / ET = 25 / 25 = 1$
- D) Vrai : (voir item C)
- E) Faux

## 7. Analyse de la survie

2020 – 2021 (Pr. Staccini)

**QRU 1 : À propos de l'analyse de survie, donnez la proposition correcte :**

- A) L'étude de survie est une étude longitudinale, rétrospective et étudiant une cohorte
- B) Dans une cohorte incipiente on inclue les patients observés à la fin de leur affection, à un point uniforme
- C) Un facteur pronostic est un facteur susceptible d'expliquer la survenue ou la non survenue d'un évènement
- D) Dans une étude transversale on suit un groupe de patients à partir d'un instant T
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 2 : À propos de l'analyse de survie, donnez la proposition correcte :**

- A) On parle de censure dès que l'évènement n'a pas eu lieu
- B) Le temps de participation se situe toujours entre la date d'origine et la date de point
- C) On utilise principalement la méthode Kaplan-Meier pour des échantillons dont le nombre de sujets dépasse 200
- D) Dans l'analyse actuarienne on change d'intervalle à chaque décès
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 3 : À propos du Log-Rank, donnez la proposition correcte :**

- A) Il s'agit d'un test du  $X^2$  (chi-2) avec un ddl=100
- B) C'est un test non-comparatif permettant de comparer des courbes de survie
- C) Il permet d'évaluer l'écart entre le nombre d'événements observés et attendus
- D) Il permet de calculer la circonférence de la grosse tête d'Emilepothèse
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 : Dans une étude de survie, le temps de recul est...**

- A) Le délai entre la date d'origine et la date des dernières nouvelles
- B) Le délai maximum potentiel de suivi pour un sujet
- C) La durée de surveillance pour chaque sujet
- D) Le délai entre la date d'origine et la date de virgule
- E) Les propositions A, B, C, D et E sont fausses

**QRU 5 : Une étude de survie doit être :**

- A) verticale
- B) rétrospective
- C) de cohorte
- D) Événementielle
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 6 : La construction d'une courbe de survie selon la méthode dite de Kaplan-Meier (Indiquez la proposition exacte) :**

- A) utilise un découpage du temps en intervalles égaux
- B) nécessite que tous les patients aient le même temps de participation
- C) nécessite que tous les patients aient la même date d'origine
- D) est privilégiée dans le cas de grands échantillons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 7 :** Dans le cadre d'une étude de survie portant sur un échantillon de 100 patients atteints d'une diarrhée intense pouvant s'aggraver rapidement, le tableau suivant a été obtenu au terme d'un suivi de 24 mois. Indiquez la proposition exacte :

Instants (mois)	V	C	D	N= V-C	(N-D)/N	S(t)
0	100	-	-	-	-	1
6	100	0	10	100	0.9	0.9
7	90	5	9	85	0.894	0.805
10	76	3	8	73	0.89	0.717
12	65	4	8	61	0.869	0.623
16	53	0	5	53	0.906	0.564
22	48	3	5	45	0.889	0.501
24	40	0	5	40	0.875	0.439

**V :** nombre de sujets vivants au début de l'intervalle

**C :** nombre de sujets vivants censurés dans l'intervalle

**D :** nombre de sujets décédés dans l'intervalle

**N :** nombre de sujets exposés au risque de décès dans l'intervalle

- A) La méthode d'estimation de la probabilité de survie utilise la méthode actuarielle
- B) Le temps de participation a été de 24 mois pour tous les patients
- C) Le taux brut de mortalité au terme du suivi de 24 mois est de 43.9%
- D) 90.6% des patients ont survécu 16 mois depuis le début de leur suivi
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 8 :** Dans un tableau d'analyse de survie, chaque ligne correspond à un intervalle de temps. Pour chaque intervalle, on calcule le taux de survie instantanée comme étant le rapport entre : (*QRU inspiré des annales*)

- A) Le nombre de décès dans l'intervalle et le nombre total d'individus inclus à l'origine dans l'étude
- B) Le nombre de décès dans l'intervalle et le nombre de sujets vivants au début de l'intervalle
- C) Le nombre de décès dans l'intervalle et le nombre de sujets qui survivent jusqu'à la fin l'intervalle
- D) Le nombre de décès dans l'intervalle et le nombre total d'individus décédés avant l'intervalle
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 9 :** À propos des fonctions en analyse de survie, donnez la proposition correcte :

- A) La loi de Poisson régit la survenue de la mort en fonction du temps
- B)  $F(t)$  correspond à la proportion de patients vivants à un temps  $t$
- C) En présence de censurés, la fonction de survie correspond au pourcentage de patients vivants en fonction du temps
- D)  $F(t_2) - F(t_1) = S(t_2) - S(t_1)$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 10 :** A propos des méthodes pour obtenir une courbe de survie, indiquez la proposition correcte :

- A) Elles sont paramétriques
- B) Elles supposent une hypothèse forte d'équiprobabilité
- C) Elles nécessitent des grands échantillons
- D) La probabilité d'événement dans l'intervalle c'est  $V/N$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 11 :** A propos des méthodes pour obtenir une courbe de survie, indiquez la proposition correcte :

- A) Elles permettent toutes d'obtenir une courbe en paliers
- B) Dans l'analyse actuarielle la fonction de survie est calculée sur des intervalles de temps non fixés à priori
- C)  $N=V-C$  dans ces méthodes
- D) Moi qui lis ce QRU, je ne suis pas beau
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 : A propos de l'analyse de survie, donnez la proposition correcte :**

- A) On distingue les perdus de vue et les censurés, ce sont des cas différents
- B) La fonction de répartition de la loi exponentielle  $F(t)$  représente une proportion de survivants au temps  $t$
- C) L'analyse actuarienne et la méthode de Kaplan-Meier sont des méthodes paramétriques qui supposent une hypothèse forte d'équiprobabilité
- D) La méthode de Kaplan-Meier s'utilise uniquement pour des grands échantillons
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

**QRU 13 : A propos de l'analyse de survie, donnez la proposition correcte :**

- A) On distingue les perdus de vue et les censurés, ce sont des cas différents
- B) La fonction de répartition de la loi exponentielle  $F(t)$  représente une proportion de survivants au temps  $t$
- C) L'analyse actuarienne et la méthode de Kaplan-Meier sont des méthodes paramétriques qui supposent une hypothèse forte d'équiprobabilité
- D) La méthode de Kaplan-Meier s'utilise uniquement pour des grands échantillons
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

**QRU 14 : Pour analyser les résultats d'un nouveau médicament contre la covid-19 on s'est intéressé à la survenue éventuelle d'une complication directement liée à la prise de celui-ci. Pour cela on a décidé de suivre pendant 20 jours, 35 personnes qui ont pris consécutivement ce médicament. Aucun des 35 patients n'a été perdu de vue. Pour chaque patient avec complication, le délai (en jours) de survenue d'une complication a été noté. Pour les patients sans complication, le délai (en jours) entre la date d'origine et la date de point a été noté. Les délais pour les patients de chaque groupe sont les suivants :**

**Patient avec complication (n=10) : 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 8, 8, 10, 12, 14, 18**

**Patient sans complication (n=14) : 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 15, 20**

- A) Le temps de participation maximal dans cette étude est de 20 jours
- B) Le temps de participation maximal dans cette étude est de 18 jours
- C) Il n'y a pas de données censurées à prendre en compte dans cette étude
- D) On utilise la méthode actuarielle pour analyser les résultats
- E) Les propositions A, B, C, D et E sont fausses

**QRU 15 : A propos de l'analyse de la survie, donnez la proposition vraie :**

- A) Avec la méthode actuarielle, les intervalles sont fixés par les instants auxquels les événements sont observés
- B) La courbe de survie de la méthode Actuarielle se compose de paliers successifs
- C) Pour la méthode Actuarielle  $N=V-C$
- D) La survie instantanée est strictement la même pour les deux méthodes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 16 : Dans une étude de survie on suit des patients atteint d'un alcoolisme sévère (dont Virgile), cette étude est menée pendant 5 ans. On suit 150 patients, parmi eux 100 décèdent durant l'intervalle et 25 ont des complications. La moitié des décès a eu lieu durant la première année de l'étude. Parmi les propositions suivantes laquelle est correcte ?**

- A) La probabilité de décès durant les 5 années de l'étude est de  $2/3$
- B) On ne peut rien conclure, les complications sont des biais
- C) La médiane de survie est de 3 ans
- D) On utilisera la méthode Actuarielle
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 17 : A propos du cours sur la survie, donnez la proposition correcte :**

- A) Une cohorte exprime le fait que les patients qui rentrent dans l'étude doit inclure des sujets observés au début de leur affection à un point uniforme de leur affection
- B) Une cohorte incipiente est un ensemble de sujets qui vivent les mêmes événements au même moment
- C) La date de point change en fonction du patient (événement, perte de vue)
- D)  $F(t)$  correspond à la proportion de patients qui vivent à un instant  $t$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Analyse de la survie****2020 – 2021 (Pr. Staccini)****QRU 1 : C**

- A) Faux : L'étude de survie est une étude longitudinale, **prospective** et étudiant une cohorte
- B) Faux : Dans une cohorte incipiente on inclue les patients observés **au début** de leur affection, à un point uniforme
- C) Vrai : cours
- D) Faux : Dans une étude longitudinale on suit un groupe de patients à partir d'un instant T
- E) Faux

**QRU 2 : A**

- A) Vrai : On différencie les perdus de vue et les vivants mais ils sont quand même censurés
- B) Faux : Le temps de participation se situe soit entre la date d'origine et la date de survenue de l'événement, soit entre la date d'origine et la date de dernières nouvelles soit entre la date d'origine et la date de point si le sujet est vivant à la date de point
- C) Faux : On utilise principalement la méthode **actuarienne** pour des échantillons dont le nombre de sujets dépasse 200
- D) Faux : Dans la **méthode Kaplan-Meier** on change d'intervalle à chaque décès
- E) Faux

**QRU 3 : C**

- A) Faux : Il s'agit d'un test du  $X^2$  (chi-2) avec un **ddl=1**
- B) Faux : C'est un test **comparatif** permettant de comparer des courbes de survie
- C) Vrai : Cours
- D) Faux : Rien ne permet de calculer la circonférence d'une si grosse tête
- E) Faux

**QRU 4 : D**

- A) Faux : Voir D)
- B) Vrai
- C) Faux : c'est la def du temps de participation
- D) Faux : Pas date de virgule mais date de point
- E) Faux

**QRU 5 : C**

- A) Faux : longitudinale
- B) Faux : prospective
- C) Vrai
- D) Faux : aucun rapport
- E) Faux

**QRU 6 : E**

- A) Faux : Avec la méthode dite de Kaplan- Meier les intervalles sont inégaux puisqu'ils correspondent à la survenue de l'événement d'intérêt qui est aléatoire.
- B) Faux : Ce serait bien évidemment absurde que tous les patients aient le même temps de participation. Cela signifierait qu'ils aient exactement la même durée de survie = la même durée entre la date d'origine et la date de survenue de l'événement.
- C) Faux : Les patients sont généralement inclus au fur et à mesure, lors du diagnostic de leur maladie par exemple. La date d'origine est donc différente. D'une manière générale, la méthode de Kaplan Meier n'impose aucun prérequis concernant les temps de survie.
- D) Faux : La méthode Actuarielle est privilégiée dans le cas de grands échantillons.
- E) Vrai

**QRU 7 : E**

- A) Faux : actuarielle :  $n > 200$  et N exposés au risque de Kaplan-Meier.
- B) Faux : il y a les patients décédés et les perdus de vue.
- C) Faux : c'est la survie.
- D) Faux : le 90,6% est la survie entre 12 et 16 mois. La survie à 16 mois est de 0,564%.
- E) Vrai



**QRU 8 : E (QRU inspiré des annales)**

- A) Faux :
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai : La survie instantanée dans l'intervalle c'est :  $(N-D)/N$

**QRU 9 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : morts
- C) Faux : en absence de censurés
- D) Faux :  $F(t_2) - F(t_1) = S(t_1) - S(t_2)$
- E) Faux

**QRU 10 : B**

- A) Faux :
- B) Vrai
- C) Faux : pas Kaplan meier
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 11 : E**

- A) Faux : seulement kaplan-meier
- B) Faux : fixés à priori
- C) Faux : Seulement dans kaplan-meier
- D) Faux : Tu es magnifique à ta manière
- E) Vrai

**QRU 12 : D**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai :  $\text{Card}(A) \cdot \text{Card}(B) = 8 \cdot 14 = 112$  le numéro à appeler si vous croisez une de ces dangereuses tutrices de bioch
- E) Faux

**QRU 13 : E**

- A) Faux : Les perdus de vue sont des censurés
- B) Faux : C'est la fonction de survie  $S(t)$  qui représente une proportion de survivants au temps  $t$
- C) Faux : L'analyse actuarienne et la méthode de Kaplan-Meier sont des méthodes **non** paramétriques qui supposent une hypothèse forte d'équiprobabilité
- D) Faux : La méthode de Kaplan-Meier s'utilise pour des échantillons de taille réduite
- E) Vrai

**QRU 14 : A**

- A) Vrai
- B) Faux
- C) Faux : Les 14 personnes qui n'ont pas eu de complications n'ont pas eu l'événement d'intérêt qui s'est produit donc elles sont censurées et on doit en prendre compte
- D) Faux : Echantillon trop petit pour cela
- E) Faux

**QRU 15 : E**

- A) Faux : méthode de KAPLAN MEIER
- B) Faux : méthode de KAPLAN MEIER
- C) Faux : méthode de KAPLAN MEIER
- D) Faux : survie instantanée =  $(N-D) / N$  pour les deux méthodes mais avec un  $N$  différent donc la survie instantanée diffère selon la méthode
- E) Vrai

**QRU 16 : A**

- A) Vrai : La probabilité de décès est : Décès / Nombre de sujets au début =  $100 / 150 = 2/3$   
B) Faux : Les complications n'empêchent pas de conclure  
C) Faux : La médiane est estimée par la plus petite durée pour laquelle la survie est inférieure à 50 %, or après la première année on a déjà la moitié des patients morts, ainsi après 3 ans il en reste moins que 50%  
D) Faux : L'échantillon est inférieur à 200 donc on utilise la méthode Kaplan -Meier  
E) Faux

**QCM 17 : B**

- A) Faux : C'est la définition de la cohorte incipiente  
B) Vrai  
C) Faux  
D) Faux :  $F(t)$  correspond à la proportion de patients décédés au temps  $t$   
E) Faux :  $<3$

## 8. Statistiques descriptives en épidémiologie

2020 – 2021 (Pr. Lupi)

**QRU 1 :** On compare la diminution de la glycémie produite par un nouveau traitement N à celle produite par le traitement de référence R. On tire au sort deux groupes de patients représentatifs de la population niçoise.

Après traitement dans le groupe N ( $n_N = 500$ ) :  $m_N = 1.5$  g/L ,  $IC_{95\%} = [0.8 ; 2.2]$

Après traitement dans le groupe R ( $n_R = 500$ ) :  $m_R = 2.8$  g/L ,  $IC_{95\%} = [2.2 ; 3.4]$

Parmi les propositions suivantes, choisir celle qui est exacte :

- A) Le nouveau traitement N est plus efficace que le traitement R au risque  $\alpha = 5\%$ , la glycémie a beaucoup baissé
- B) Les intervalles de confiance ne permettent pas de conclure que  $\mu_N \neq \mu_R$
- C) On ne peut rien conclure car la distribution des valeurs n'est pas normale
- D) Il y a une différence statistique car on travaille avec des échantillons représentatifs de la population
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 2 :** On prend un échantillon de 150 patients atteints de diabète de type II. La moyenne de leur glycémie est de 1,7g/L et l'écart-type s des valeurs vaut 0,5. Comment va-t-on exprimer l'intervalle de confiance à 5% de la moyenne ?

- A)  $[1,7 - (1 \times 0,5)/\sqrt{150} ; 1,7 + (1 \times 0,5)/\sqrt{150}]$
- B)  $[0,5 - (1 \times 1,7)/\sqrt{150} ; 0,5 + (1 \times 1,7)/\sqrt{150}]$
- C)  $[1,7 - (1,96 \times 0,5)/\sqrt{150} ; 1,7 + (1,96 \times 0,5)/\sqrt{150}]$
- D)  $[1,7 - 1,96 \times 0,5 ; 1,7 + 1,96 \times 0,5]$
- E) Les réponses A, B, C, et D sont fausses

**QRU 3 :** L'intervalle de confiance à 95% est :

- A) Utilisé pour extrapoler les résultats d'une population cible à un échantillon
- B) Calculé en utilisant un  $\sigma$  égal à 2,56
- C) Une estimation ponctuelle d'un paramètre à l'échelle de l'échantillon
- D) D'autant plus resserré que le nombre de sujet de l'échantillon est faible
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 :** A propos de l'estimation de données quantitatives, indiquez la proposition exacte :

- A) On va estimer ponctuellement un pourcentage au risque 5%
- B) Plus l'écart-type est grand plus le caractère étudié est homogène
- C) Les ddl c'est le nombre de valeurs nécessaires à connaître pour pouvoir résoudre l'équation
- D) On fait souvent des intervalles de confiance au risque 15%, qui sont très précis
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 5 :** Un sondage politique sérieux affirme qu'un candidat à l'élection présidentielle, M. HELENO, a un pourcentage d'intentions de vote de 46% (wow trop fort le gars), sur un échantillon tiré au sort de 2000 personnes. Indiquez la proposition exacte.

- A) Cette valeur est une estimation par intervalle du pourcentage réel de vote dans la population française
- B) L'estimation du pourcentage réel au risque 5%, au niveau de tous les électeurs de France sera :  $p \in [0.46 \pm 1.96 \sqrt{(0.46 \times 0.54)/2000}]$
- C) Au risque 1% l'estimation sera moins précise
- D) Si 200000 personnes avaient été interrogées la précision aurait été multipliée par 100
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 : Un sondage a été réalisé auprès de 7283 personnes en activité, tirées au sort et représentatives de 25 principaux corps de métiers. Les résultats sont que 49% des personnes interrogées s'ennuient au travail et 11% affirment détester leur métier. Quelle conclusion peut-on tirer de ce sondage ? (QRU inspiré des annales)**

- A) 49% et 11% sont des estimations ponctuelles applicables au niveau de la population des travailleurs en France.
- B) 49% et 11% sont calculés au niveau de l'échantillon et ne peuvent pas être extrapolés au niveau de la population des travailleurs en France.
- C) On peut en conclure que la moitié des travailleurs français s'ennuient au travail (49%)
- D) On ne peut rien conclure parce qu'on ne connaît pas la population de départ.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : À propos de l'estimation des données qualitatives, donnez la proposition correcte :**

- A) On calcule l'IC à partir d'une moyenne observée, afin d'estimer une moyenne vraie.
- B) L'indice de précision se calcule en multipliant l'écart-type par le nombre de sujets
- C) Il faut toujours constituer un échantillon représentatif par TAS
- D) Si  $n$  est multiplié par 100, alors  $s$  est divisé par 1000
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 8 : A propos des intervalles de confiance, donnez-la (les) vraie(s) :**

- A) Si  $\alpha$  diminue,  $\varepsilon$  augmente
- B) Plus  $\alpha$  est grand, plus l'intervalle est large
- C) Si la taille de l'échantillon augmente, l'indice de précision  $i$  augmente
- D) Plus l'IC est large, plus il est précis
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

**QRU 9 : Parmi les propositions suivantes, donnez la proposition correcte :**

- A) Les P1 qui ont assisté à la pré-rentree forment un échantillon représentatif des PASS de France
- B) Tous les PASS forment un échantillon représentatif des étudiants français
- C) Pour faire une étude sur tous les PASS de France, je peux travailler sur la promo 2020/2021 de Nice
- D) Non ! Pour faire cette étude je dois tirer au sort des PASS dans toutes les facs de France
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 10 : A propos des intervalles de confiance, donnez la proposition correcte :**

- A) Lorsque le risque  $\alpha$  est grand, la précision de l'intervalle de confiance est mauvaise
- B) Quand l'écart-type augmente, la précision de l'intervalle de confiance augmente
- C) L'intervalle de confiance est centré sur la moyenne  $m$  de l'échantillon
- D) Lorsque la variance augmente, la précision de l'intervalle de confiance augmente
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 11 : Un sondage sur les habitudes alimentaires des Mongoles vient d'être publié sur un site journalistique. 5220 volontaires ont participé au sondage. Selon ce site, 27% des Français pensent que les Mongoles ont une alimentation omnivore et 45% pensent qu'ils mangent uniquement des animaux (gnous, sangliers, autruches). Indiquez la proposition exacte :**

- A) Ce sondage est un exemple d'estimation ponctuelle fiable de l'avis des Français sur l'alimentation mongole
- B) L'estimation par intervalle donnée permet de conclure à une différence statistique
- C) L'effectif n'est pas assez élevé pour avoir un résultat fiable
- D) Ce sondage est fiable car notre échantillon est suffisamment grand pour conclure
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 : On compare la diminution du LDL-cholestérol produite par un nouveau traitement N à celle produite par le traitement de référence R. On tire au sort deux groupes de patients représentatifs de la population niçoise. Après traitement dans le groupe N ( $n_N = 500$ ) :  $m_N = 1.4$  g/L ,  $IC_{95\%} = [1.2 ; 1.4]$  ;  
Après traitement dans le groupe R ( $n_R = 500$ ) :  $m_R = 2.8$  g/L ,  $IC_{95\%} = [2.6 ; 3.0]$**

**Parmi les propositions suivantes, choisir celle qui est exacte :**

- A) Le nouveau traitement N est plus efficace que le traitement R au risque  $\alpha = 5\%$ , le LDL-cholestérol a beaucoup baissé
- B) Les intervalles de confiance ne permettent pas de conclure que  $\mu_N \neq \mu_R$
- C) On ne peut rien conclure car la distribution des valeurs n'est pas normale
- D) Il y a une différence statistique car on travaille avec des échantillons représentatifs de la population
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Statistiques descriptives en épidémiologie****2019 – 2020 (Pr. Lupi)****QRU 1 : B**

- A) Faux : On ne peut pas conclure à une différence statistique car les IC se recoupent au risque  $\alpha = 5\%$   
B) Vrai : Comme les IC se recoupent, on ne peut pas conclure que la moyenne vraie de chacun des groupes sont différentes  
C) Faux : Avec des échantillons aussi grands ( $n > 30$ ), on ne se pose pas la question, la distribution est normale  
D) Faux : Cela ne suffit pas pour conclure à une différence statistique  
E) Faux

**QRU 2 : C**

- A) Faux : L'item utilise l'intervalle  $[\mu - (1 \hat{\sigma})/\sqrt{n} ; \mu + (1 \hat{\sigma})/\sqrt{n}]$  qui contient 68,2% de la population et non pas 95%  
B) Faux : Dans l'item on a inversé  $\mu$  et  $\hat{\sigma}$  !  $[\mu - (1,96 \hat{\sigma})/\sqrt{n} ; \mu + (1,96 \hat{\sigma})/\sqrt{n}]$  et non pas  $[\hat{\sigma} - (1,96 \mu)/\sqrt{n} ; \hat{\sigma} + (1,96 \mu)/\sqrt{n}]$   
C) Vrai : C'est en effet cet intervalle de confiance qu'il fallait utiliser :  $[\mu - 1,96 \hat{\sigma})/\sqrt{n} ; \mu + 1,96 \hat{\sigma})/\sqrt{n}]$  avec  $\mu = 1,7$  et  $\hat{\sigma} = 0,5$   
D) Faux : L'intervalle ne prend pas en compte l'effectif « n »  
E) Faux

**QRU 3 : A**

- A) Faux : C'est l'inverse, d'un échantillon à une population cible  
B) Faux : Pour 95% c'est 1,96 !  
C) Faux : Non ce n'est pas ponctuel et ce n'est pas à l'échelle de l'échantillon !  
D) Faux : Moins il y a de sujets, plus l'intervalle est large.  
E) Faux

**QRU 4 : C**

- A) Faux  
B) Faux : cours  
C) Vrai  
D) Faux : ils sont très précis à 15% mais on les utilise rarement  
E) Faux

**QRU 5 : C**

- A) Faux : estimation ponctuelle  
B) Faux : L'effectif n'est pas élevé au carré dans la racine  
C) Vrai  
D) Faux : Précision  $\times 10$   
E) Faux

**QCM 6 : B (QRU inspiré des annales)**

- A) Faux : Les 25 principaux corps de métiers ne sont pas représentatifs de tous les travailleurs en France (explication donnée par le Pr. Staccini l'année dernière)  
B) Vrai  
C) Faux : Encore une fois pas tous les travailleurs français  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 7 : C**

- A) Faux : On estime un pourcentage et non pas une moyenne.  
B) Faux  
C) Vrai  
D) Faux  
E) Faux

**QRU 8 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : Plus l'intervalle est étroit
- C) Faux : Si la taille de l'échantillon augmente, l'indice de précision  $i$  diminue (car l'effectif  $n$  est au dénominateur dans la formule de  $i$ ) et la précision augmente
- D) Faux : Plus l'IC est large, moins il est précis car il est moins resserré et on a donc plus de choix mais on aura plus de mal à se rapprocher de la moyenne vraie de la population
- E) Faux

**QRU 9 : D**

- A) Faux : Pas du tout
- B) Faux : Les PASS ne représentent pas tous les étudiants de France
- C) Faux : Voir D
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 10 : C**

- A) Faux : Lorsque le risque  $\alpha$  est grand, la précision de l'intervalle de confiance est bonne
- B) Faux : Quand l'écart-type augmente, la précision de l'intervalle de confiance diminue
- C) Vrai
- D) Faux : Lorsque la variance augmente, la précision de l'intervalle de confiance diminue
- E) Faux

**QRU 11 : E**

- A) Faux : Estimation ponctuelle pas fiable car il manque le TAS de l'échantillon
- B) Faux : C'est une estimation ponctuelle
- C) Faux : Ce n'est pas une question d'effectif ici
- D) Faux
- E) Vrai

**QRU 12 : A**

- A) Vrai
- B) Faux
- C) Faux : Avec des échantillons aussi grands ( $n > 30$ ), on ne se pose pas la question, la distribution est normale
- D) Faux : Cela ne suffit pas pour conclure à une différence statistique
- E) Faux

## 9. Test diagnostique : Sensibilité, Spécificité, VPP, VPN

2020 – 2021 (Pr. Lupi)

**QRU 1 :** Un examen diagnostique révèle que 5% des sujets présentent des bactéries pathogènes pour le parodonte (tissus de soutien de la dent : os gencive, ligament). Parmi ces sujets, 75% se révèlent être effectivement atteints d'une parodontopathie. Par ailleurs, on considère que la prévalence des sujets porteurs de parodontopathies est de 5% dans cette population. Sur une population de 10 000 sujets, on peut dire que : (Indiquez la proposition exacte)

- A) La sensibilité du critère "présence de bactéries pathogènes" est de 0,85
- B) La sensibilité du critère "présence de bactéries pathogènes" est de 0,7
- C) Le nombre de vrais positifs est de 125
- D) La valeur prédictive positive du test est de 0,75
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 2 :** Un étude a été conduite en Bretagne dans un échantillon de 1946 patients pour évaluer les performances du dosage de keliline 8 (KLI-8) pour le diagnostic de la comacidose. Le diagnostic de certitude de comacidose a été posé par un examen de référence chez 730 patients. Le dosage de la KLI-8 était positif chez 666 patients présentant une comacidose et chez 202 patients sans comacidose. Indiquez la proposition exacte :

- A) Il y a 730 positifs
- B) Il y a 888 positifs
- C) Il y a 202 faux négatifs
- D) Il y a 1014 faux négatifs
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 3 :** Concernant les courbes ROC, quelle est la proposition exacte parmi les suivantes :

- A) La courbe ROC permet de déterminer la valeur qui répond au meilleur compromis entre sensibilité et spécificité
- B) La courbe ROC est construite sur un graphique avec en ordonnée les vrais positifs et en abscisse l'effectif de patient
- C) L'aire sous une courbe ROC sera toujours supérieure à 1
- D) La courbe ROC s'inscrit dans un carré de 0,5/0,5
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

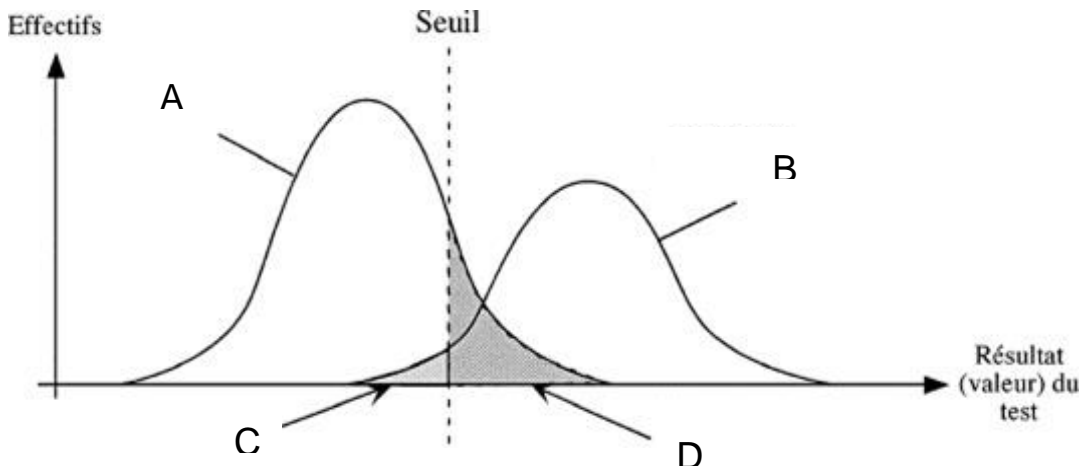
**QRU 4 :** Une étude a été conduite dans un échantillon de 200 patients pour évaluer les performances de la radiographie pour le diagnostic d'une lésion kystique buccale. Le diagnostic de certitude (biopsie) a été posé par un examen de référence chez 100 patients. La radiographie était positive chez 70 patients avec lésion kystique. Dans cette étude :

- A) Il manque des informations pour calculer la sensibilité et la spécificité
- B) Il manque des informations pour calculer les valeurs prédictives
- C) Il y a 70 patients sur les 200 qui sont positifs au à la radiographie
- D) La spécificité est de 70%
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 5 :** Dans le cadre de l'évaluation de la valeur diagnostique du dosage radio-immunologique des phosphatases acides dans le dépistage du cancer de la prostate (~~encore~~), une étude de cohorte a été menée et le test était considéré comme positif si le dosage était supérieur à 8,0 mg / 0,1mL. 500 sujets ont été soumis à la fois au test et à la biopsie. Sur les 300 cas de cancer diagnostiqués par biopsie, 100 étaient négatifs au test 39 étaient négatifs au test. Sur les 401 sujets positifs au test, 140 étaient négatif à la biopsie.

- A) Il y a 139 faux positifs au test
- B) Il y a 200 hommes atteints d'un cancer de la prostate
- C) La sensibilité est de 0,87 et la spécificité de 0,3
- D) La sensibilité est de 0,3 et la spécificité de 0,87
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 6 : A propos des résultats d'un test diagnostique où un taux élevé de marqueur révèle la présence de la maladie, le graphique suivant peut être construit. Indiquez la proposition exacte :**



- A) A désigne les personnes négatives au test
- B) D désigne les Faux Positifs
- C) Avec ce seuil on a l'impression que la spécificité est plus élevée que la sensibilité
- D) Si on augmente le seuil, on aura plus de sujets diagnostiqués négatifs, mais beaucoup moins de faux positifs, on privilégie la sensibilité
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 7 : Emiliepothèse (miss chaudière) pense qu'elle est enceinte donc elle va acheter un test à la pharmacie. Le test lui révèle qu'elle est positive. Elle regarde alors la sensibilité et la spécificité du test. La sensibilité est de 95% et la spécificité est de 70%. Emilie veut savoir la probabilité qu'elle soit vraiment enceinte, trouvez la pour elle svp !**

- A) 0,76
- B) 0,83
- C) 0,90
- D) 0,95
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 8 : Lors d'un test diagnostique:**

- A) Une sensibilité à 100% équivaut à avoir 0 Faux Positifs
- B) Une sensibilité à 100% équivaut à avoir 0 Vrai Positifs
- C) Une spécificité à 100% équivaut à avoir 0 Faux Négatifs
- D) Une spécificité à 100% équivaut à avoir 0 Vrai Négatifs
- E) Les réponses A,B, C et D sont fausses.

**QRU 9 : Concernant les courbes ROC, quelle est la proposition exactes parmi les suivantes ?**

- A) La courbe ROC permet de déterminer la valeur qui répond au meilleur compromis entre sensibilité et spécificité.
- B) La courbe ROC est construite à partir du taux de faux positifs en ordonnée et du taux de vrais positif en abscisse.
- C) La courbe ROC s'inscrit toujours dans un carré de surface égale à 0,1.
- D) Un test discriminant aura sa courbe ROC comme une droite passant par 0, dont l'air sous la courbe fait 0,5.
- E) Les réponses A,B,C et D sont fausses.

**QRU 10 : A propos de la valeur informationnelle d'un test diagnostique, quelle est la proposition exacte parmi les suivantes ?**

- A) La sensibilité et la spécificité sont telles que leur somme est égale à 1
- B) La valeur prédictive négative est la probabilité d'avoir un test négatif sachant qu'on est non malade
- C) Les valeurs prédictives négative et positive sont indépendantes de la prévalence de la maladie
- D) Quand la prévalence d'une maladie augmente, la VPP augmente
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QRU 11 :** On réalise une étude sur le dépistage des artériopathies oblitérantes des membres inférieurs. A partir d'un échantillon représentatif de la population, on va utiliser notre test de dépistage et on obtient différentes informations. Parmi les personnes malades, 170 sont positifs au test et 10 sont négatifs. De plus il y a 140 vrais négatifs dans notre échantillon. Sachant qu'au total, 210 patients sont positifs au test, quelle est la prévalence de la maladie ?

- A) 0,50
- B) 0,70
- C) 0,32
- D) 0,20
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 :** On peut aujourd'hui réaliser un test prénatal non invasif afin de détecter une potentielle trisomie 21 chez un fœtus (coucou l'UE11 aka génétique). A l'issue de ce test, on devra confirmer un résultat positif à l'aide d'un test invasif (amniocentèse) puisqu'une interruption de grossesse faite à tort peut avoir de graves conséquences.

- A) On va privilégier la spécificité afin de diminuer le nombre de faux positifs
- B) On va privilégier la spécificité afin de diminuer le nombre de faux négatifs
- C) On va privilégier la sensibilité afin de diminuer le nombre de faux négatifs
- D) On va privilégier la sensibilité afin de diminuer le nombre de faux positifs
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 13 :** Donnez la proposition vraie :

- A)  $Se = P(T - I \cap NM)$
- B)  $Sp = VN / (VN + FP)$
- C)  $Se = P(T \cap NM) / P(NM)$
- D)  $Sp = P(T - I \cap M)$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 14 :** Selon une étude menée par un laboratoire indépendant, le cancer du sein touche 25% des femmes de la population. Celui-ci met alors au point un nouveau test permettant le dépistage de ce cancer qui se trouve être négatif chez 2/3 des femmes non malades et chez 20% des femmes malades.

- A) La sensibilité de ce test est de 0,666667
- B) La spécificité de ce test est de 0,20
- C) La VPP est de 20/45
- D) La VPN est de 2/11
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 15 :** A propos des valeurs informationnelles d'un signe, donnez la vraie.

- A) La VPN et VPP ne dépendent pas de la prévalence de la maladie
- B) Se et Sp sont des qualités intrinsèques du test diagnostique
- C) La Sensibilité et spécificité sont des qualités opérationnelles du test diagnostique
- D) La prévalence est une valeur qui ne peut pas être modifiée
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 16 :** A propos de la Sensibilité Se et de la Spécificité Sp, donnez la vraie.

- A) Si Se augmente, le nombre de FN diminue et si Sp augmente, le nombre de FP diminue
- B) Si Se augmente, le nombre de FP diminue et si Sp augmente, le nombre de FN diminue
- C) Si Se diminue, le nombre de FP augmente et si Sp diminue, le nombre de FN augmente
- D) Si Se diminue, le nombre de VP augmente et si Sp diminue, le nombre de VN augmente
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 17 :** A propos des courbes ROC, donnez la vraie.

- A) La courbe ROC s'inscrit dans un carré de 1/1, avec en abscisse la Sensibilité, et en ordonnée 1-Spécificité
- B) Mais non, la courbe ROC s'inscrit dans un carré de 1/1, avec en ordonnée la Sensibilité, et en abscisse la Spécificité
- C) Le test qui a la courbe la plus creuse est donc le test le moins discriminant
- D) Le seuil optimal (meilleur compromis entre Se & Sp), est dans le coin supérieur gauche
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**QRU 18 :** Quand les femmes ont 50 ans elles sont invitées à faire un test de dépistage pour le cancer du sein. En effet, si cette maladie est traitée tôt elle peut ne pas avoir de conséquences graves. Ce test a pour but de dépister toutes les femmes malades, au risque d'avoir un test positif chez des femmes saines. Ensuite elles devront faire un deuxième test pour être sûres d'avoir le cancer. A propos de ce test, quelle proposition est vraie ?

- A) On va privilégier la sensibilité.
- B) On va privilégier la spécificité.
- C) On va privilégier la Valeur Prédictive Positive.
- D) La sensibilité et la spécificité du test varient en fonction de la population.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 19 :** Une étude est réalisée sur 1000 personnes pour vérifier la fiabilité d'un test salivaire contre le virus SARS-CoV-2. Ce test est rapide et on le compare au test de référence qui est sûr à 100% mais très long. Après avoir passé le test de référence, on remarque que 700 personnes sont touchées par le virus et seulement 270 d'entre elles sont positives au nouveau test. Seulement 120 personnes ne sont pas atteintes tout en étant négative au test. A propos de ce test et de cette étude, quelle proposition est vraie ?

- A) Il y a 120 faux négatifs
- B) Le nombre de positif est de 180
- C) Il y a 430 faux positifs
- D) La sensibilité est de 0,5
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 20 :** Afin de diagnostiquer la présence d'une appendicite chez les patients présentant des douleurs abdominales aiguës, on réalise une échographie de la région abdominale. Parmi les 255 patients chez lesquels l'échographie était positive, 235 présentait effectivement une appendicite. Toutefois, 75 des 585 patients dont l'échographie était négative, présentaient également une appendicite? Quel rapport parmi les suivants donne la valeur prédictive positive de l'échographie abdominale ?

- A) 310/840
- B) 745/840
- C) 235/310
- D) 235/810
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QRU 21 :** A propos de la valeur informationnelle d'un test, quelle est la proposition exacte parmi les suivantes ?

- A) Un test avec une sensibilité élevée signifie qu'il y aura beaucoup de Vrai Positifs
- B) Un test avec une valeur prédictive négative élevée signifie qu'il y aura beaucoup de Faux Positif
- C) Un test avec beaucoup de Vrai Négatif aura une spécificité basse
- D) Un test avec une valeur prédictive élevée signifie qu'il y aura peu de Faux Positif
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 22 :** Une étude a été conduite sur un échantillon de 400 patients pour un test sanguin pouvant diagnostiquer précocement le cancer du poumon chez les patients à risques. Le diagnostic de certitude de cancer du poumon a été posé par un examen de référence chez ces même patients. Le test sanguin était positif chez 266 patients dont 212 qui avaient un cancer du poumon. Le test sanguin était négatif chez 134 patients dont 112 qui n'avaient pas le cancer du poumon. Dans cet échantillon :

- A) L'effectif de faux négatif est de 54
- B) On a un effectif total de 266 patients
- C) Au final 234 patients ont le cancer du poumon
- D) Au final 134 patients n'ont pas le cancer du poumon
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 23 :** Un paramètre biologique dosé dans le sang a des valeurs plus élevées chez les sujets malades que chez les sujets sains. Le test diagnostique reposant sur le dosage de ce paramètre est considéré comme "positif" si sa valeur est supérieur à un seuil S. Quelle est la proposition parmi les suivantes ?

- A) La sensibilité et la spécificité restent inchangées quelle que soit la valeur choisie pour le seuil S.
- B) Si on déplace le seuil S vers les valeurs plus faibles, on augmente la sensibilité.
- C) Si on déplace le seuil S vers les valeurs plus faibles, on augmente la spécificité.
- D) Si on déplace le seuil S vers les valeurs plus élevée, on augmente la sensibilité.
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses.

**QRU 24 : A propos de la valeur informationnelle d'un test diagnostique, quelle est la proposition exacte parmi les suivantes ?**

- A) Les tests quantitatifs tel que le dosage de la glycémie sont les tests de référence, toujours vrai et incontestable.
- B) Les Vrais négatifs sont des personnes malades et négatif au test.
- C) Les Faux positif sont des personnes malades et positif au test.
- D) Sur la courbe ROC, un test non discriminant aura sa courbe qui occupera la partie en haut et à gauche du graphique.
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

**Correction : Test diagnostique : Sensibilité, Spécificité, VPP, VPN****2020 – 2021 (Pr. Lupi)****QRU 1 : D**

	M	NM	
T+	375	125	500
T-	125	9375	9 500
	500	9 500	10 000

A) Faux :  $Se = 375/500 = 0,75$ B) FauxC) Faux : 375D) Vrai :  $VPP = 375/500 = 0,75$ E) Faux : qru très inspiré d'une vieille annale, je le trouve assez dur puisqu'il faut comprendre que les patients sont T+ si ils ont des bactéries pathogènes révélées par l'examen diagnostique. Si vous avez du mal venez sur le fofo 😊**QCM 2 : E**

	M	NM	
T+	666	202	868
T-	64	1014	1078
	730	1216	1946

A) FauxB) FauxC) FauxD) FauxE) Vrai : pour l'info la comacidose et la keliline 8 n'existe pas, en revanche vos tutrices adorées @amelie\_coma et @celeste\_kelili existent bien ♥**QCM 3 : A**A) VraiB) FauxC) Faux : entre 0 et 1D) Faux : carré de 1/1E) Faux**QCM 4 : B**

	M	NM	
T+	70		
T-	30		
	100	100	200

A) Faux : pas la sensibilité qui est de 0,7B) VraiC) Faux : 70 VP (positif mais malade, avec une lésion kystique)D) Faux : voir AE) Faux

**QCM 5 : C**

	M	NM	
T+	261	140	401
T-	39	60	99
	300	200	500

- A) Faux  
 B) Faux  
 C) Vrai :  $Se = 261/300 = 0,87$  et  $Sp = 60/200 = 0,3$   
 D) Faux  
 E) Faux

**QRU 6 : B**

- A) Faux : non malade  
 B) Vrai  
 C) Faux : l'inverse, il y a bcp moins de FN que de FP  
 D) Faux : spécificité  
 E) Faux

**QRU 7 : A**

	M	NM	
T+	95	30	125
T-	5	70	75
	100	100	200

- A) Vrai : on demande la VPP =  $VP / (VP+FP) = 95 / 125 = 19 \times 5 / 25 \times 5 = 19/25 = 19 \times 4 / 25 \times 4 = 0,76$   
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux

**QRU 8 : E**

- A) Faux  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Vrai : qcm repris de mon diapo, c'est vraiment important de bien connaître sensibilité et spécificité.

**QRU 9 : A**

- A) Vrai  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux : qru très inspiré d'une annale.

**QRU 10 : D**

- A) Faux : Non rien à voir  
 B) Faux : La VPN est la probabilité d'être non malade sachant que le test est négatif  
 C) Faux : Elles en sont dépendantes  
 D) Vrai : La prévalence augmente donc VPP augmente et VPN diminue  
 E) Faux

**QRU 11 : A**

- A) Vrai : La prévalence c'est le nombre de malades  $(170+10) / \text{nombre total de patients } (360) = 180/360 = 0,5$ .  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux

**QRU 12 : A**

- A) Vrai : on ne veut pas de FP pour éviter des interruptions de grossesses, donc on privilégie la spécificité  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux : dédié aux tuteurs de génétique/biomol/UE11 : Yanoulove ♥, Tristan et Audrey.

**QRU 13 : B**

- A) Faux : c'est la Sp  
 B) Vrai  
 C) Faux :  $Se = P(T+nM) / P(M)$   
 D) Faux :  $Sp = P(T- | NM)$   
 E) Faux

**QRU 14 : C**

	M	NM	
T+	20	25	45
T-	5	50	55
	25	75	100

- A) Faux :  $Se = 20/25 = 0,8$   
 B) Faux :  $Sp = 50/75 = 0,67$   
 C) Vrai :  $VPP = 20/45$   
 D) Faux :  $VPN = 5/55 = 1/11$   
 E) Faux

**QRU 15 : E**

- A) Faux : elles dépendent  
 B) Faux : extrinsèques  
 C) Faux : c'est encore la VPP et VPN ça  
 D) Faux : elle peut être modifiée  
 E) Vrai

**QRU 16 : A**

- A) Vrai  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux : regardez avec le graphique qu'il y a sur ma fiche à la page 3

**QRU 17 : D**

- A) Faux : inversez ordonnée et abscisse  
 B) Faux : 1-Spécificité  
 C) Faux : le plus discriminant  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QRU 18 : A**

- A) Vrai : On ne veut pas de FN au risque d'avoir des FP donc on privilégie la sensibilité  
 B) Faux : Voir A)  
 C) Faux : pas de rapport  
 D) Faux : La Se et la Sp sont intrinsèques au test, elles ne varient pas d'une population à une autre  
 E) Faux

**QRU 19 : E**

	M	NM	
T+	270	80	450
T-	430	120	550
	700	300	1000

- A) Faux  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux :  $Se = 270/700 = 0,39$   
 E) Vrai

**QRU 20 : E**

	M	NM	
T+	235	20	255
T-	75	510	585
	310	530	840

- A) Faux  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Vrai :  $VPN = VN / VN+FN = 510/510+75 = 510/585$ . C'est un qru d'annale.

**QRU 21 : A**

- A) Vrai  
 B) Faux : peu de FP  
 C) Faux : élevée  
 D) Faux : peu de FN  
 E) Faux

**QRU 22 : C**

	M	NM	Total
T+	212	54	266
T-	22	112	134
Total	234	166	400

- A) Faux : 54 Faux Positifs  
B) Faux : 400  
C) Vrai : (212 VP + 22 FN)  
D) Faux : 54 FP + 112 VN = 166 NM  
E) Faux, pensez à faire un tableau

**QRU 23 : B**

- A) Faux: en modifiant le seuil, on modifie la sensibilité et la spécificité, l'un au dépend de l'autre.  
B) Vrai : en diminuant le seuil, on le déplace vers la gauche, on augmente le nombre de vrai positifs (=sensibilité augmente), mais également le nombre de faux positifs augmente (=spécificité diminue).  
C) Faux : voir réponse B.  
D) Faux : en augmentant le seuil, on le déplace vers la droite, on augmente le nombre de vrai négatifs (=spécificité augmente), mais également le nombre de faux négatifs augmente (=sensibilité diminue).  
E) Faux

**QRU 24 : E**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Vrai : qcm de cours



## 10. Les essais thérapeutiques

2019 – 2020 (Pr. Lupi)

**QRU 1 : A propos des définitions lors d'essais cliniques, donnez la bonne réponse :**

- A) Il y a 4 impératifs à un essai clinique : Comparatif, Randomisé, En Insu et Réalisé en Intention de Traiter
- B) La répartition au hasard permet d'obtenir une distribution similaire de toutes les caractéristiques des sujets, connues ou non, sous réserve d'une grande taille d'échantillon ( $n \geq 300$ )
- C) Les essais ouverts sont les formes idéales d'essais cliniques car ce sont ceux qui respectent le plus le consentement et la liberté du patient
- D) L'insu donne des groupes comparables à J0 alors que le tirage au sort permet de maintenir cette comparabilité tout au long de l'essai
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 2 : Yanis, fatigué de ses cheveux blancs poussant de plus en plus vite, décide de tester l'efficacité d'un nouveau shampoing améliorant la noirceur des cheveux. Pour ce faire, il réalise un essai clinique en tirant au sort 100 participants parmi la population française. Chaque patient utilise le nouveau shampoing pendant 6 mois puis, après arrêt du traitement durant 2 mois, le shampoing de référence pendant 6 nouveaux mois. Les résultats sont ensuite comparés afin d'essayer de démontrer l'efficacité du nouveau traitement. A propos de cet essai clinique, donnez la bonne réponse :**

- A) Si ni le patient, ni sa famille ne connaissent la nature du shampoing testé (nouveau ou référence), on parle de double insu
- B) Dans le cas où Yanis, durant son tirage au sort, aurait malencontreusement intégré un membre de sa famille atteint du trouble des cheveux blancs, il y a un risque de biais de mesure du critère de jugement
- C) Un des avantages de l'essai de Yanis est qu'il permet d'éviter les cas de variabilité inter-individuelle
- D) Les critères de jugements principaux de l'essai peuvent être : Déterminer l'efficacité du nouveau traitement et Tester sa sécurité sur les cheveux sensibles
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 3 : A propos des définitions en essais cliniques, donnez la bonne réponse :**

- A) Un essai clinique a pour but d'évaluer une procédure thérapeutique, appliquée en laboratoire expérimental, pour une pathologie donnée
- B) Un placebo ne permet jamais d'amélioration de l'état du patient
- C) On préférera utiliser un placebo plutôt qu'un traitement de référence dû à sa plus grande stabilité clinique
- D) Un essai clinique soulève peu de questions éthiques
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 : Un psychiatre souhaite réaliser une étude portant sur l'état du sommeil de ses patients. Son objectif est de démontrer que les médicaments ne sont pas la seule source d'amélioration du sommeil. Il sélectionne donc 50 de ses patients atteints d'insomnie afin de mettre en œuvre son essai clinique. Le premier groupe de 25 patients va prendre le médicament classique, avec prescription adaptée ; tandis que les patients du second groupe s'étireront chaque soir pendant 20 minutes avant de lire pendant 30 minutes le livre de leur choix. Chaque matin les patients des 2 groupes notent le nombre d'heures de sommeil de la nuit précédente et la qualité de ce sommeil sur une échelle de 1 à 5. 3 mois plus tard les résultats sont récoltés et analysés par le psychiatre. A propos de cet essai clinique, donnez la bonne réponse :**

- A) Si le second groupe présente une amélioration du sommeil plus importante que le groupe 1, on peut conclure à une inefficacité du médicament de référence
- B) On peut affirmer qu'il s'agit d'un essai ouvert, cet essai est donc à proscrire
- C) Cet essai nécessite impérativement qu'on ait une maladie stable dans le temps
- D) Si le second groupe présente une amélioration du sommeil plus importante que le groupe 1, on peut conclure à une efficacité supérieure des activités réalisées par le second groupe par rapport au médicament de référence
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 5 : Suite du QRU 4 : Après récolte des résultats, le psychiatre se rend compte de nombreuses erreurs au sein de son étude. Qu'aurait-il pu améliorer pour rendre son essai plus fiable ?**

- A) Il aurait été préférable de faire appel à un expert non impliqué dans l'essai pour récolter les résultats des patients avant de les présenter au psychiatre
- B) Le second groupe aurait dû prendre un placebo afin d'évaluer de façon plus précise l'efficacité du médicament de référence
- C) En cas de perdus de vus, le psychiatre devrait appliquer l'analyse per protocole
- D) Rien, son essai est parfaitement réalisé
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 6 : Des scientifiques ont récemment lancé une étude afin de tester l'efficacité d'une nouvelle chimiothérapie « révolutionnaire » pour traiter le cancer du poumon. Pour étudier l'efficacité du traitement on note le nombre de décédés dans chaque groupe après 5 ans. Chaque patient présentant un cancer du poumon est tiré au sort afin d'appartenir à un des deux groupes. Les résultats sont présentés ci-dessous :**

Groupe	Effectif	Décès	Risque
Nouveau traitement	500	146	0,29
Traitement de référence	500	345	0,69

**A propos de ces résultats, donnez la proposition exacte :**

- A) Le risque relatif du nouveau traitement vaut 2,37
- B) Le nouveau traitement évite la survenue de 30 décès pour 100 patients traités
- C) En prenant comme valeur étalon le traitement de référence, avec le nouveau traitement il faut traiter en moyenne 2,5 patients pour éviter la survenue d'1 décès
- D) L'essai ne permet pas de conclure à une efficacité supérieure de nouveau traitement
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 7 : Simon, votre tuteur adoré, souhaite réaliser un essai clinique afin d'étudier la préférence des français pour JoJo ou pour Naruto. Seulement, il ne se souvient plus du nombre de sujets à inclure dans son essai (pas terrible pour un tuteur de Biostat). Aidez Simon à trouver la bonne réponse :**

- A) Si Simon prend plus de risques dans son essai, le nombre de sujets sélectionnés va augmenter
- B) Si la variabilité augmente, le nombre de sujets à inclure diminue
- C) Plus la différence que l'on attend entre les deux groupes augmente, plus le nombre de sujets à inclure sera grand
- D) Le nombre de sujets peut être déterminé à posteriori
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses et de toutes façons tout le monde sait que Jojo est le meilleur anime sur Terre

**QRU 8 : Un essai clinique est réalisé afin d'étudier la sûreté d'une nouvelle crème hydratante. Seulement, un des patients inclus dans l'essai se trouve être allergique à l'un des composants présents dans le produit. Sachant que l'allergie n'est détectée qu'un mois après le début de l'essai, donnez la bonne réponse :**

- A) Le patient aurait dû être inclus dans le groupe placebo
- B) Le patient va devoir prendre un traitement supplémentaire afin de pouvoir calmer son allergie et continuer l'essai
- C) Le fait d'être allergique au produit est un critère de non-inclusion devenu critère d'exclusion pour le patient
- D) Ce cas de figure rendra forcément les résultats de l'essai inutilisables
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 9 : Suite à l'anniversaire de Zélie, Carl votre tuteur préféré se rend compte qu'en ajoutant de la poudre de banane dans la pâte des magnifiques crêpes qu'il a préparé, les maux de têtes disparaissent plus facilement. Soucieux de l'état de santé de ses compères, il réalise un essai clinique afin de tester l'efficacité de la poudre de banane contre le mal de tête. Il tire au sort 100 participants répartis aléatoirement en 2 groupes : crêpes avec poudre de banane ou groupe A et crêpes sans poudre de banane ou groupe B (on considère que la poudre de banane au sein de la pâte à crêpe est inodore et insipide). A propos de la préparation de cet essai clinique, donnez la bonne réponse :**

- A) On peut directement affirmer que les résultats ne seront pas extrapolables
- B) On peut directement affirmer qu'être allergique à la poudre de banane est un critère de non-inclusion
- C) On peut directement affirmer qu'il s'agit d'un essai ouvert
- D) On peut directement affirmer qu'il s'agit d'un essai en groupes parallèles (sans prendre compte du QRU suivant)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 10 : Suite du QRU précédent. L'essai est réalisé de la façon suivante : le groupe A joue 2h par jour aux jeux-vidéos puis consomme 5 crêpes avec poudre de banane. 1h plus tard les patients notent leur douleur à la tête sur une échelle de 0 à 5. Le groupe B réalise les mêmes activités mais en consommant des crêpes sans poudre de banane. 1 mois plus tard, les résultats sont récoltés. Seulement, 3 patients du groupe A et 7 patients du groupe B abandonnent avant la fin de l'étude. A propos de cet essai clinique, donnez la bonne réponse :**

- A) Ce type d'essai nécessite une maladie stable dans le temps
- B) Il n'est pas obligatoire de prendre en compte les différents abandons pour utiliser les résultats
- C) Ce genre de situation crée un biais de confusion
- D) Ce genre de situation crée un biais de sélection différentielle
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 11 : A propos des avantages du tirage au sort, donnez la bonne réponse :**

- A) Un petit groupe favorise un tirage au sort équitable
- B) Le TAS permet d'éviter les biais de confusion
- C) Il permet de s'assurer que la seule différence entre les groupes comparés est due aux caractéristiques des patients
- D) La liste de randomisation est détenue dans un centre associé aux investigateurs
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 : A propos de l'insu, donnez la bonne réponse :**

- A) L'insu ne s'applique qu'au patient
- B) Il permet de prévenir les biais de confusion
- C) L'insu va permettre de s'éloigner de la subjectivité en effaçant le jugement du patient, du médecin ou du statisticien
- D) Pour préserver l'insu quand on a 2 formes galéniques différentes, on peut donner à tous les patients les 2 formes galéniques (médicament + placebo) ce qui permet de n'avoir aucun inconvénient
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 13 : Un essai est réalisé afin d'étudier la capacité d'un dentifrice à blanchir les dents. Pour ce faire, chaque patient va se brosser les dents avec 2 dentifrices différents (nouveau traitement + référence) sur des rangées de dents différentes. A propos de cette étude, donnez la bonne réponse :**

- A) Il s'agit d'une étude transversale
- B) Il s'agit d'une étude en groupes parallèles
- C) L'avantage de ce type d'essai est qu'il ne nécessite pas de maladie stable dans le temps
- D) L'avantage de cet essai est qu'il évite la variabilité inter-individuelle
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 14 : A propos des populations et des critères d'inclusion, donnez la bonne réponse :**

- A) La population source est celle que l'on vise, à qui on souhaite proposer le nouveau traitement
- B) Lors d'une étude réalisée avec des personnes myopes, le fait d'avoir 10/10 aux deux yeux est un critère d'exclusion
- C) Une fois qu'on a eu des résultats dans l'échantillon, on peut déduire des conclusions dans la population source : c'est l'inférence statistique
- D) Pas du tout, l'inférence statistique c'est le fait d'appliquer les résultats de la population source à la population cible
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 15 : A propos de la stratégie de développement, donnez la bonne réponse :**

- A) La phase 1 est effectuée sur des volontaires sains
- B) La phase 2 étudie l'efficacité VS un traitement de référence
- C) La phase 3 s'effectue après la délivrance de l'AMM
- D) La phase 4 s'effectue en condition théorique de prescriptions
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 16 : A propos de l'analyse des résultats en essais cliniques, donnez la bonne réponse :**

- A) Les perdus de vue n'ont pas de conséquence importante sur l'interprétation des résultats
- B) Si on a autant de perdus de vue dans les 2 groupes, on pourra toujours comparer les groupes malgré le fait qu'on crée un biais de sélection différentielle
- C) L'analyse per protocole donne un résultat très théorique, reflétant l'efficacité réelle du médicament et conserve la comparabilité initiale des groupes assurée par la randomisation
- D) Un risque relatif de 5 signifie que le facteur entraîne un risque 5 fois plus fort de développer la maladie/l'évènement
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 17 : Concernant les études cliniques de phase 2, indiquez la proposition exacte :**

- A) Cette phase étudie la sécurité de la molécule mais pas son efficacité
- B) Elles étudient l'efficacité face à un traitement de référence
- C) Cette phase s'effectue en coopération avec des sujets sains
- D) C'est durant cette phase que l'on définit la dose maximale tolérée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 18 : A propos des essais cliniques, indiquez la proposition exacte :**

- A) Un essai clinique randomisé sera toujours plus utile qu'une étude réalisée sans tirage au sort
- B) Pour préserver l'insu quand on a 2 formes galéniques différentes, on peut donner le véritable traitement au premier groupe et le placebo au second, puis échanger les produits au milieu de l'étude
- C) Pour évaluer l'efficacité d'un nouveau traitement contre le rhume, il est préférable d'effectuer un essai en groupes parallèles plutôt que groupes croisés
- D) En cas d'effectifs insuffisants lors de la réalisation des groupes d'une étude statistique, il sera impossible de conclure
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 19 : Le tirage au sort occupe une place importante au sein d'un essai clinique, seulement, un seul de ces avantages est exact, lequel ?**

- A) Le tirage au sort permet d'établir et de maintenir la comparabilité des groupes lors de l'essai clinique
- B) Il permet d'éviter la subjectivité des patients vis-à-vis de leur traitement
- C) Il permet d'éviter des déséquilibres de facteurs pronostics
- D) La présence d'un TAS permettra toujours une extrapolation des résultats
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 20 : Un essai clinique visant à tester l'efficacité d'un nouveau médicament permettant la repousse de dents perdues au combat est lancé dans les CHU de Morioh, Konoha, du village Zora et du Village Pingouin (si t'as toutes les refs je t'aime). Konoha est le centre investigateur principal. Les patients sont sélectionnés s'ils ont perdu au moins 2 dents. L'essai se déroule de la façon suivante : Chaque patient se voit injecter le nouveau produit dans la gencive gauche et le produit de référence dans la gencive droite. Le patient n'a pas connaissance de la nature des produits injectés mais l'investigateur si. L'objectif de l'essai est d'impérativement améliorer la vitesse de repousse afin d'éviter aux combattants de rester trop longtemps à l'infirmerie.**

**A partir de ces informations, indiquez la proposition exacte :**

- A) Il s'agit d'un essai monocentrique
- B) Il s'agit d'un essai comparable à un design en splitmouth
- C) L'essai est en double insu
- D) Le critère de jugement principal est : augmentation (ou pas) de la dureté des dents
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Enoncé des QRUs 21 à 25 : Sur les mers de Grand Line, le Scorbut, maladie touchant principalement les marins, provoque des gencives spongieuses, des saignements gingivaux spontanés, des dents mobiles, un teint anémique et une faiblesse et irritabilité. Le capitaine Crocodile souhaite réaliser un essai clinique afin d'évaluer l'efficacité d'un mélange aux agrumes dans le traitement de cette maladie et soigner son équipage. Il souhaite réaliser un essai en groupes parallèles avec un premier groupe consommant la préparation d'agrumes et un second consommant une préparation à base de plantes (traitement de référence). A propos du nombre de sujets à inclure dans l'essai, indiquez la proposition exacte :**

- A) Le nombre de sujets participants pleinement à l'essai sera déterminé lors de la phase 1
- B) Si l'on s'attend à ce que le premier groupe soit guéri en 3 jours et le second en 2 semaines, ce qui serait considérée comme une différence de résultats importante, alors l'étude nécessitera un nombre diminué de sujets
- C) Si la variabilité du critère de jugement définit par les investigateurs est importante alors le nombre de sujets à inclure sera restreint
- D) Plus Crocodile prendra de risque lors de la réalisation de son essai, plus le nombre d'équipages sollicités sera important
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 22 : Afin de réaliser cet essai, le capitaine Crocodile tire au sort 10000 participants répartis aléatoirement entre les 2 groupes. Parmi ces propositions, laquelle n'est PAS un avantage du tirage au sort ?**

- A) Prévention des biais de confusion
- B) Répartition équitable des facteurs pronostics
- C) Maintien de la comparabilité des groupes lors des phases 2 et 3
- D) Utilisation optimale des tests d'hypothèses
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 23 : Les résultats de l'étude sont consignés ci-dessous :**

Groupes	Effectifs	Guérisons après 1 semaine	Non Guérisons	Risque de non-guérison
Nouveau Traitement	5000	4750	250	0,05
Traitement de référence	5000	1650	3350	0,67

**A propos de ces résultats, indiquez la proposition exacte :**

- A) Le risque relatif de non-guérison du nouveau traitement est de 13,4
- B) La réduction relative du risque de non-guérison est  $(0,075 + 1) \times 100\%$
- C) Le nouveau traitement évite 72 cas de non-guérison pour 100 marins traités
- D) Pour éviter 1 cas de non-guérison il faut traiter en moyenne 1,6 marins
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 24 : Afin de compléter son étude, le capitaine Crocodile souhaite montrer la relation entre le fait d'être un marin consommant très peu d'agrumes et d'être atteint du Scorbut. Pour cela, avant de distribuer le traitement à chacun des marins atteints, il observe leur consommation d'agrumes au cours du dernier mois et la compare à celle de marins sains. Quel est l'inconvénient de cette enquête ? (Indiquez la proposition exacte)**

- A) La sélection délicate des témoins
- B) La nécessité d'un effectif important au départ
- C) Le prix de l'étude
- D) Le manque de mesure d'incidence
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 25 : Quel critère permettrait de prouver cette relation de cause à effet ? (Indiquez la proposition exacte)**

- A) La gravité de la forme de Scorbut développée
- B) Le fait que les marins atteints soient en mer depuis plus longtemps
- C) La lourdeur du climat
- D) La présence de la cause étudiée chez tous les malades
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 26 : Lors de la soirée d'inauguration d'un nouveau restaurant, de nombreux invités sont intoxiqués par un des éléments présents dans le plat principal. Le Chef cuisinier, et épidémiologiste à ses heures perdues, Limongi Camille décide de réaliser un essai clinique afin de déceler l'ingrédient responsable de la contamination. Un premier groupe consomme des plats à base d'huile de morue pendant 3 mois tandis que le second consomme des plats à base de pousses de brocoli. Quels sont les participants que l'on peut inclure dans l'essai ? (indiquez la proposition exacte)**

- A) Les patients allergiques à tous types de poisson
- B) Les patients intolérants aux légumes
- C) Les patients n'aimant pas le poisson
- D) Les patients végétariens (ne consommant aucun produit d'origine animale)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 27 : Les essais en groupes croisés possèdent toutes les caractéristiques suivantes sauf une, laquelle ?**

- A) Ils permettent d'éliminer la différence de résultats due aux différents métabolismes
- B) Ils ne nécessitent pas l'établissement d'une fenêtre thérapeutique
- C) Ils ne peuvent pas être mis en place si la maladie guérit trop rapidement
- D) Ils nécessitent moins d'effectif que les groupes parallèles
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 28 : Une enquête est réalisée afin d'étudier l'efficacité d'un nouvel anticoagulant oral à action directe dans le traitement de la fibrillation auriculaire non valvulaire. Afin de mesurer l'efficacité du médicament, un cathéter est introduit dans la veine céphalique afin de mesurer le débit sanguin moyen. Seulement, plusieurs appareils venant d'une certaine usine sont défectueux, ce qui va fausser les résultats et introduire un biais. De quel biais s'agit-il ?**

- A) Un biais de sélection
- B) Un biais de mesure du critère de jugement
- C) Un biais de mesure
- D) Un biais de confusion
- E) Un biais d'extrapolation

**Correction : Les essais thérapeutiques****2020 – 2021 (Pr. Lupi)****QRU 1 : B**

- A) Faux : Il y a seulement 3 impératifs à un essai clinique : Comparatif, Randomisé et En Insu. L'analyse en intention de traiter n'est pas obligatoire
- B) Vrai : Exactement la phrase du cours et définition à très bien connaître !
- C) Faux : Un essai ouvert est un essai dans lequel absolument tout le monde au sein de l'étude est conscient du médicament donné au patient, ce qui peut engendrer de nombreux biais. Les essais ouverts sont donc à éviter
- D) Faux : C'est l'inverse : Le tirage au sort donne des groupes comparables à J0 alors que l'insu permet de maintenir cette comparabilité tout au long de l'essai. Pareil, 2 définitions à vraiment connaître
- E) Faux

**QRU 2 : C**

- A) Faux : Non, on parle de double insu si ni le patient, ni le soignant ne connaissent la nature du traitement. Le patient et sa famille ne représentent qu'un seul parti au sein de l'essai, si ce sont les seuls à ne pas connaître la nature du shampoing testé, on parle de simple insu
- B) Faux : Le biais survient durant la phase de tirage au sort et non de traitement, il s'agit donc d'un biais de confusion
- C) Vrai : En effet, l'essai réalisé est un essai en groupes croisés puisque chaque patient va tester les 2 shampoings, cet essai évite donc la variabilité inter-individuelle
- D) Faux : IL N'Y A QU'UN SEUL CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL.
- E) Faux

**QRU 3 : E**

- A) Faux : Un essai clinique n'est pas du tout réalisé en laboratoire mais bien en situation clinique
- B) Faux : Un placebo peut parfois améliorer l'état du patient. En effet, même sans principe actif, le seul fait de prendre un médicament peut influencer le patient, dont l'état va inconsciemment s'améliorer
- C) Faux : Utiliser un traitement de référence est dans la majorité des cas bien plus parlant qu'un placebo en termes d'efficacité puisqu'on compare le nouveau médicament aux médicaments déjà présents sur le marché
- D) Faux : Etant donné qu'un essai clinique est réalisé sur des humains, il soulève de nombreuses questions éthiques
- E) Vrai

**QRU 4 : E**

- A) Faux : Alors tout d'abord, on ne peut rien conclure quant à l'efficacité ou non d'une des deux méthodes étant donné qu'il n'y a pas eu de tirage au sort ! Les groupes ne sont donc pas représentatifs de l'ensemble des patients du psychiatre puisqu'il les a lui-même sélectionnés. Par conséquent, les résultats de l'étude ne peuvent pas être extrapolés. Ensuite, même s'il y avait eu un TAS, on ne peut pas conclure qu'un médicament est intrinsèquement inefficace lors d'une étude comparative. On peut conclure qu'il soit moins efficace qu'une autre méthode mais pas inefficace en lui-même.
- B) Faux : Item un peu bancal mais bien faux. Il n'y a pas assez de détails nous permettant de conclure qu'il s'agit forcément d'un essai ouvert. Le psychiatre peut très bien récolter les résultats de manière anonyme et donc appliquer l'insu de son côté. Même si c'est grandement insinué, évitez de compter juste les items de ce genre.
- C) Faux : 2 groupes de patients prennent chacun un traitement différent, il s'agit donc d'un essai en groupes parallèles. La nécessité d'une maladie stable dans le temps est une caractéristique des essais en groupes croisés.
- D) Faux : Même correction que pour l'item A, pas de TAS donc pas de conclusion générale possible.
- E) Vrai

**QRU 5 : A**

- A) Vrai : Effectivement, même si ce n'est pas précisé, il est grandement insinué que l'étude réalisée soit un essai ouvert (voir correction du QRU précédent). Etant donné que les traitements sont totalement différents, le seul moyen d'appliquer l'insu est de faire appel à un expert indépendant de l'essai.
- B) Faux : Le but de l'essai n'est pas d'étudier l'efficacité intrinsèque du médicament de référence, mais bien de montrer qu'il y a d'autres alternatives pour lutter contre l'insomnie. Il est donc bien plus juste de réaliser les activités décrites dans l'énoncé du QRU précédent pour conclure à un résultat allant dans le sens de l'objectif.
- C) Faux : On rappelle l'objectif de l'essai : « Démontrer que les médicaments ne sont pas la seule source d'amélioration du sommeil ». Le but est donc de montrer qu'il existe une alternative aux traitements médicamenteux, seulement, cette alternative est bien plus contraignante que la prise d'un médicament (20 min d'étirements + 30 min de lecture). En cas de perdus de vue, il est donc plus intéressant de réaliser une analyse en intention de traiter étant donné que les patients du second groupe sont bien plus enclins à abandonner le traitement et cet abandon est à prendre en compte lors des résultats.
- D) Faux : Pas de TAS, pas d'insu, peu de patients, ... Cet essai pose de nombreux problèmes.
- E) Faux

**QRU 6 : C**

- A) Faux : Dans cette nouvelle partie du cours, la formule donnée par le professeur est :  $RR = \frac{r_1}{r_0} = \frac{0,29}{0,69} = 0,42$
- B) Faux : Pour résoudre cet item il faut calculer la différence des risques :  $DR = r_1 - r_0 = 0,29 - 0,69 = -0,40$  (- 40%). Une différence de risques de - 40% signifie que le nouveau traitement évite la survenue de 40 événements pour 100 patients traités.
- C) Vrai : On va maintenant calculer le NNT :  $NNT = \frac{1}{DR} = \frac{1}{0,40} = 2,5$ . Un NNT de 2,5 signifie qu'il faut traiter en moyenne 2,5 patients pour éviter un décès. En effet, avec le traitement de référence, le nombre d'événements attendu chez 2,5 sujets est de  $2,5 \times 0,69 = 1,725$  tandis que sous le nouveau traitement ce nombre est de  $2,5 \times 0,29 = 0,725$ , ce qui correspond bien à un patient de moins.
- D) Faux : L'étude est réalisée avec tirage au sort et les résultats sont cohérents, rien dans l'énoncé ne nous oriente vers une mauvaise réalisation de l'essai, on peut donc conclure que ce dernier est fiable et que les résultats trouvés sont utilisables.
- E) Faux

**QRU 7 : E**

- A) Faux : Si le risque  $\alpha$  ou le risque  $\beta$  augmente, le nombre de sujets devra diminuer.
- B) Faux : Si la variabilité augmente, le nombre de sujets augmente
- C) Faux : Si la différence attendue augmente, le nombre de sujets diminue
- D) Faux : Le nombre de sujets à inclure dans l'essai est toujours déterminé à l'avance afin d'éviter d'avoir un nombre insuffisant de participants
- E) Vrai :  $Jojo > all$  (même si Naruto est dans mon cœur)

**QRU 8 : C**

- A) Faux : Le patient n'aurait pas dû être inclus dans l'essai tout court. De plus, on ne peut pas inclure manuellement un patient dans un certain groupe sous peine de ne plus pouvoir extrapoler les résultats
- B) Faux : Le patient va devoir quitter l'essai. En prenant un traitement supplémentaire il risque de fausser les résultats et on ne peut pas le laisser continuer avec son allergie non traitée
- C) Vrai : Le fait d'être allergique au produit est, de base, un critère de non-inclusion dans l'essai. Mais, cette allergie n'étant découverte qu'après le début de l'essai, elle va entraîner l'exclusion d'un patient déjà présent au sein de l'étude, donc devenir un critère d'exclusion pour ce patient spécifique
- D) Faux : Il suffit qu'on ait autant de perdus de vue dans les 2 groupes pour pouvoir conclure
- E) Faux

**QRU 9 : B**

- A) Faux : L'essai est réalisé avec un tirage au sort, les résultats seront donc (sauf biais introduit plus tard dans l'essai) extrapolables
- B) Vrai : Le fait d'être allergique à la poudre de banane est contre-indiqué dans cet essai, on ne peut pas prendre le risque d'intoxiquer un patient et on ne peut pas aller contre le tirage au sort, il s'agit donc bien d'un critère de non-inclusion
- C) Faux : La poudre de banane est inodore et insipide, elle n'a ni goût ni odeur, il est donc impossible pour les participants de connaître la composition de leur pâte à crêpe, l'essai est au minimum en simple insu
- D) Faux : Rien ne nous précise dans l'énoncé que les patients ne changeront pas de groupes, on ne peut absolument pas affirmer qu'il s'agit d'un essai en groupes parallèles
- E) Faux

**QRU 10 : D**

- A) Faux : Il s'agit d'un essai en groupes parallèles, or ce sont les essais en groupes croisés qui nécessitent une maladie stable dans le temps
- B) Faux : Il est toujours indispensable de prendre en compte les différents perdus de vue
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 11 : B**

- A) Faux : C'est l'inverse. Plus le groupe est petit, plus les risques de déséquilibre sont élevés
- B) Vrai : Car on a une probabilité égale pour chaque patient
- C) Faux : Non justement, un TAS est là pour faire en sorte que les différences entre patients influent le moins possible sur l'efficacité du traitement
- D) Faux : Par un centre INDEPENDANT des investigateurs
- E) Faux

**QRU 12 : C**

- A) Faux : L'insu est susceptible de s'appliquer à tous les membres de l'étude
- B) Faux : Il permet de prévenir les biais de mesure du critère de jugement
- C) Vrai
- D) Faux : Dans ce cas-là, il y a un inconvénient contraignant, c'est le fait de multiplier le nombre de prises pour le patient
- E) Faux

**QRU 13 : D**

Point très important à maîtriser, étant donné que chaque patient est en contact avec les 2 traitements, il s'agit d'un essai en groupes croisés, avec tous les avantages et inconvénients qui vont avec :

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux : Avantage des essais en groupes parallèles
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 14 : C**

- A) Faux : C'est la population cible que l'on vise, la population source permet de prélever l'échantillon
- B) Faux : Le fait d'avoir 10/10 aux deux yeux est présent dès le début de l'étude, il s'agit donc d'un critère de non-inclusion. Un critère d'exclusion est un critère détecté au milieu de l'essai
- C) Vrai
- D) Faux : Appliquer les résultats de la population source à la population cible correspond à l'extrapolation
- E) Faux

**QRU 15 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : La phase 2 étudie l'efficacité VS **un placebo**
- C) Faux : C'est seulement la phase 4 qui s'effectue après la délivrance de l'AMM
- D) Faux : La phase 4 est effectuée en condition réelle/usuelle de prescription
- E) Faux

**QRU 16 : D**

- A) Faux : Justement c'est l'inverse, les perdus de vue ont de grosses conséquences au sein de l'essai
- B) Faux : C'est lorsqu'on n'a pas le même nombre de perdus de vue dans les 2 groupes qu'on crée un biais de sélection différentielle
- C) Faux : L'analyse per protocole ne permet pas de maintenir la comparabilité initiale des groupes
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 17 : E**

- A) Faux : Cette phase étudie l'efficacité et la sécurité
- B) Faux : Phase 3
- C) Faux : Des sujets malades, les sujets sains c'est en phase 1
- D) Faux : Phase 1
- E) Vrai : *Désolé pour ce QRU de pharmaco (beurk) mais ce tableau est déjà tombé 2 fois au concours donc autant être préparé à une dinguerie potentielle du prof*

**QRU 18 : C**

- A) Faux : Nimp, certaines études peuvent être extrêmement utiles sans que leur réalisation ne soit compatible avec un TAS
- B) Faux : Pour préserver l'insu quand on a 2 formes galéniques différentes, on peut **donner à tous les patients les 2 formes galéniques, où l'une contiendrait le véritable traitement et l'autre seulement son placebo**
- C) Vrai : Un rhume est une maladie qui guérit généralement assez vite, si l'on réalise un essai en groupes croisés, il y a de fortes chances que l'état du patient s'améliore avant la prise du second médicament, les résultats seront donc biaisés. Il est donc préférable de réaliser un essai en groupes parallèles.
- D) Faux : En cas d'effectifs insuffisants, il sera DIFFICILE de conclure. Encore une fois, l'épidémiologie c'est de la pratique, c'est du concret, rien n'est tranché au couteau.
- E) Faux



**QRU 19 : C**

- A) Faux : Le TAS permet de rendre les groupes comparables à J0 mais c'est l'insu qui va permettre de maintenir cette comparabilité
- B) Faux : Encore une fois, c'est l'insu qui permet d'éviter la subjectivité des patients
- C) Vrai : En effet, le TAS permet de répartir de manière équitable les facteurs des différents patients qui pourraient influencer les résultats
- D) Faux : De nombreux événements peuvent survenir au sein d'un essai et empêcher l'extrapolation des résultats (biais, perdus de vue, ...)
- E) Faux

**QRU 20 : B**

- A) Faux : Il y a plusieurs CHU dont un centre principal où seront récoltés les résultats, il s'agit donc d'un essai multicentrique
- B) Vrai : Chaque patient reçoit un traitement différent sur chaque gencive
- C) Faux : L'investigateur est au courant du produit injecté sur chaque gencive mais pas le patient, l'essai est donc en simple insu
- D) Faux : Le critère de jugement principal est : augmentation (ou pas) de la vitesse de repousse des dents (cf. avant dernière phrase de l'énoncé)
- E) Faux

**QRU 21 : B**

- A) Faux : Le nombre de sujets à inclure est déterminé AVANT le début de l'essai
- B) Vrai : Plus la différence attendue augmente, plus le nombre de sujets à inclure diminue
- C) Faux : Plus la variabilité augmente, plus le nombre de sujets à inclure augmente
- D) Faux : Plus le risque augmente, plus le nombre de sujets à inclure diminue
- E) Faux

**QRU 22 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : Avantage de l'insu les gaaaaaaars. QRU à avoir à ce stade de l'année.
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 23 : D**

- A) Faux :  $RR = 0,05/0,67 = 0,075$
- B) Faux :  $RRR = (1 - 0,075) \times 100\%$
- C) Faux :  $DR = 0,05 - 0,67 = -0,62$ . Le nouveau traitement évite donc 62 cas de non-guérison pour 100 marins traités.
- D) Vrai :  $NNT = 1/\text{valeur absolue de } DR = 1/0,62 = 1,61$
- E) Faux

**QRU 24 : A**

- A) Vrai : On compare la consommation d'agrumes passée, il s'agit donc d'une étude cas-témoins et la sélection délicate des témoins est un des inconvénients de ces études
- B) Faux : Inconvénient des études de cohortes
- C) Faux : Inconvénient des études de cohortes
- D) Faux : Inconvénient des études transversales
- E) Faux

**QRU 25 : D**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai : Ce qui correspond à la spécificité de la cause et de l'effet, tous les autres items sont des inventions de ma part
- E) Faux

**QRU 26 : C**

- A) Faux : Etant donné que les participants seront vraisemblablement randomisés dans un des deux groupes, on ne peut prendre le risque de mettre en danger certains participants allergiques (ou intolérants).
- B) Faux : Voir correction de l'item A
- C) Vrai : Il est possible d'inclure des participants n'aimant pas le poisson dans l'essai. Même si ces derniers sont randomisés dans le groupe « huile de morue », le fait de ne pas apprécier le goût n'est pas un critère de non-inclusion.
- D) Faux : Cela ne serait pas éthique
- E) Faux

**QRU 27 : B**

- A) Faux : Le fait d'éliminer la variabilité inter-individuelle (puisque chaque patient test les 2 produits), permet d'éliminer la différence de résultats qui sera due aux différences de métabolisme
- B) Vrai : Si, justement, la fenêtre thérapeutique permettra d'éliminer l'effet du premier traitement avant d'administrer le second
- C) Faux : Effectivement, si la maladie guérit trop rapidement, le patient sentira les premières améliorations avant d'avoir pu tester les 2 traitements, ce qui faussera les résultats
- D) Faux : Ils nécessitent effectivement moins d'effectif que les essais en groupes parallèles
- E) Faux

**QRU 28 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai
- D) Faux
- E) Faux

# 11. Algèbre linéaire

2020 – 2021 (Pr. Mignant)

**QRU 1 : A propos de l'algèbre linéaire pour la modélisation en santé, donnez la proposition exacte :**

- A) Un espace vectoriel n'est pas une structure stable
- B) Dans un contexte de Big Data les transformations linéaires et les espaces vectoriels sont inutiles
- C) Une matrice univariée est une matrice ligne ( $p=1$ )
- D) Si  $n=p$  on parle de matrice carrée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 2 : A propos du calcul matriciel, donnez la proposition exacte :**

- A) Pour calculer le produit de 2 matrices, il faut que le nombre de lignes de la première soit égal au nombre de colonnes de la deuxième
- B) Soit une matrice  $A(3,2)$ , on peut calculer  $A^2$
- C) Soit une matrice  $A(2,2)$  et une matrice  $B(4,2)$ , on peut calculer le produit  $BA$
- D) La C est fautive, mais on peut par contre calculer le produit  $AB$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 3 : A propos des analyses factorielles, donnez la proposition exacte :**

- A) L'analyse en composante principale (ACP) est employée dans le cadre de variables qualitatives
- B) L'analyse factorielle des correspondances est utilisée dans le cadre des variables quantitatives
- C) Le procédé d'analyse factorielle permet de passer d'un espace de petites dimensions à un espace de grandes dimensions, avec une perte d'information minimale et contrôlée
- D) Dans une ACP, les facteurs (=axes) sont corrélés, et donc forment des angles droit deux à deux
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 : Soit la matrice  $A \begin{pmatrix} 0 & -8 \\ 8 & 0 \end{pmatrix}$  caractérisée par la formule  $MA M^{-1} = B$ . A propos de la matrice A, indiquez la proposition exacte :**

- A) A est une matrice antisymétrique
- B) M est la matrice passage de A à B
- C) A est une matrice diagonale
- D) On ne peut pas calculer le produit de A par sa transposée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 5 : A propos de la matrice  $C \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$ , indiquez la proposition exacte :**

- A) C est une matrice non inversible
- B)  $C^{-1} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0,5 & 0,25 \end{pmatrix}$
- C) Soit  $X \begin{pmatrix} 3 \\ 7 \end{pmatrix}$ , on peut calculer le produit  $XC$
- D)  $XC = \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ 4 & 0,5 \end{pmatrix}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 6 : A propos de l'algèbre linéaire pour la modélisation en santé, indiquez la proposition exacte :**

- A) La valeur propre  $\mu$  est une matrice carrée d'ordre 2
- B) Le produit d'une matrice et de sa transposée donne la matrice d'inertie, qui est une matrice symétrique
- C) Si l'histogramme des valeurs propres est assez concentré avec des valeurs propres très différenciées et des axes d'allongement marqués, on peut en déduire que les interrelations entre variables sont sans doute faibles
- D) La contribution des individus dans la formation de l'axe met en évidence des oppositions entre groupes d'individus
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 7 : A propos des bases d'algèbre linéaire pour la modélisation en santé, indiquez la proposition exacte :**

- A) Pour calculer le produit de 2 matrices, soit  $A \times B$ , il faut que le nombre de colonnes de B soit égal au nombre de lignes de A.
- B) Une matrice carrée d'ordre 2 a 2 lignes et  $2^2=4$  colonnes
- C) L'inverse d'une matrice revient à présenter l'information qui est en colonnes en lignes, et inversement
- D) Les matrices sont toujours commutatives, c'est-à-dire que  $AB=BA$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 8 : Soit la matrice  $A \begin{pmatrix} 0 & -7 \\ 7 & 0 \end{pmatrix}$  et la matrice  $B \begin{pmatrix} 1 & 2 & 6 \end{pmatrix}$**

- A) La matrice A peut être appelée matrice « colonne »
- B) La matrice A est une matrice antisymétrique
- C) On peut calculer le produit  $A \cdot B$
- D) On peut calculer l'inverse de la matrice B
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 9 : A propos du cours sur l'algèbre linéaire, indiquez la proposition exacte :**

- A) Les facteurs (ou axes factoriels) sont hiérarchisés : l'axe 10 contient donc plus d'informations que l'axe 3
- B) Une ACP normée consiste en des variables centrées-réduites ; une projection orthogonale, et la méthode des moindres carrés
- C) La transposée d'une matrice inversible est toujours inversible
- D) Soit  $L \begin{pmatrix} 7 & 0 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$ , on a alors  $L^4 = \begin{pmatrix} 1/28 & 0 \\ 0 & 1/16 \end{pmatrix}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 10 : A propos des matrices  $C \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 6 & 4 & 0 \end{pmatrix}$  et  $M \begin{pmatrix} 8 & 6 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$ , indiquez la proposition exacte :**

- A) On peut calculer le produit CM mais pas le produit MC
- B)  $C^2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 4 \\ 36 & 16 & 0 \end{pmatrix}$
- C) Les coefficients de  $M^2$  sont égaux aux carrés des coefficients de M
- D) On ne peut calculer ni  $C^{-1}$  ni  $M^{-1}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 11 : A propos des définitions du cours sur l'Algèbre Linéaire, indiquez la proposition exacte :**

- A) Une matrice R est dite inversible d'ordre n lorsque  $R^n = 0$  et  $R^{n-1} \neq 0$
- B) Une matrice est carrée d'ordre 4 si elle a 2 lignes et 2 colonnes
- C) L'intérêt de l'ACP est d'extraire le maximum d'informations d'un ensemble de données, et de mettre en évidence des interrelations, des ressemblances ou oppositions entre certaines de ces données
- D) L'ACP s'applique sur des variables qualitatives et quantitatives
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 : A propos de l'ACP, indiquez la proposition exacte :**

- A) La valeur propre  $\mu$  est donnée par la formule ad-bc
- B) Soit la matrice  $A \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 7 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$ , la matrice d'inertie de A notée L est  $\begin{pmatrix} 53 & 0 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$
- C) Si on perçoit sur l'histogramme des valeurs propres l'existence de 2 axes d'allongement très marqués, on peut en déduire que les interrelations entre les variables sont sans doute faibles
- D) Les facteurs sont hiérarchisés, c'est-à-dire que l'axe 1 comporte le minimum d'informations
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 13 : Soient A et B deux matrices carrées d'ordre n, indiquez la proposition exacte :**

- A)  $AB=BA$
- B)  $(A+B)^2=A^2+B^2+2AB$
- C) A et B sont inversibles
- D) Calculer le produit de A et B n'est pas toujours possible
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 14 :** Soit la matrice  $M = \begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 9 \end{pmatrix}$ , indiquez la proposition exacte :

- A) M est une matrice colonne d'ordre 3
- B) M est inversible comme toute puissance de M
- C) M est diagonale comme toute puissance de M
- D) L'inverse de  $M^n$  est  $\begin{pmatrix} 1/4^n & 0 & 0 \\ 0 & 1/9^n & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 15 :** Soit A et B, deux matrices carrées d'ordre n. Indiquez la proposition exacte :

- A) Pour toute matrice symétrique, on a  $tA = -A$
- B) Pour toute matrice antisymétrique, on a  $tA - A = 0$
- C) Si  $AB=BA=I$  alors A est inversible, et B est son inverse
- D) Toute matrice antisymétrique est inversible
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 16 :** Pour interpréter correctement une analyse factorielle, plusieurs données doivent être analysées. Parmi les propositions ci-dessous, indiquez la proposition NE faisant PAS partie des données à analyser :

- A) Les coordonnées sur les axes factorielles
- B) La qualité de représentation des individus
- C) L'INR : la part des individus dans l'inertie totale
- D) La contribution des individus dans la formation de l'axe
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 17 :** A propos de l'algèbre linéaire, indiquez la proposition exacte :

- A) La matrice d'inertie est carrée et symétrique
- B) Si les valeurs de l'ACP sont assez homogènes, il est obligatoire de centrer-réduire les données
- C) L'ACP (analyse en composantes factorielles) est utilisée dans le cadre de variables qualitatives
- D) Dans l'ACP, par construction, tous les axes (facteurs) sont non corrélés, c'est-à-dire parallèles deux à deux
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 18 :** Soit la matrice  $A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$

- A) Le déterminant de A est égal à 11
- B) A n'est pas inversible
- C)  $A^2 = \begin{pmatrix} 2^2 & 5^2 \\ 1^2 & 3^2 \end{pmatrix}$
- D) L'inverse de A est  $\begin{pmatrix} 3 & -5 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 19 :** Soit 2 matrices  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 12 & 2 \end{pmatrix}$  et  $B = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$  Indiquez la proposition exacte :

- A) Soit la matrice  $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$  égale au produit de A par B. Le coefficient a est donné par :  $1 \cdot 2 + 3 \cdot 3$
- B) Pour calculer le produit AB, il faut que le nombre de colonnes de B soit égale au nombre de lignes de A
- C) On peut calculer le produit BA
- D) B est une matrice carrée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 20 :** A propos du cours sur l'algèbre linéaire, indiquez la proposition FAUSSE :

- A) La transposée d'une matrice existe toujours
- B) La transposée d'une matrice inversible est toujours inversible
- C) La puissance d'une matrice diagonale est toujours diagonale
- D) Une matrice antisymétrique est toujours nilpotente
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Algèbre linéaire****2020 – 2021 (Pr. Maignant)****QRU 1 : D**

- A) Faux : Un espace vectoriel est une structure stable  
B) Faux  
C) Faux : Une matrice carrée a bien  $p=1$ , mais c'est donc une matrice colonne !  
D) Vrai  
E) Faux

**QRU 2 : C**

- A) Faux : Il faut que le nombre de COLONNES de la première soit égal au nombre de LIGNES de la deuxième  
B) Faux : On ne peut calculer la puissance que des matrices carrées  
C) Vrai : B a 2 colonnes, et A 2 lignes donc c'est bon Soit une matrice A(2,2) et une matrice B(4,2), on peut calculer le produit BA  
D) Faux : A a 2 colonnes et B 4 lignes donc non ce n'est pas possible  
E) Faux

**QRU 3 : E**

- A) Faux : QUANTITATIVES  
B) Faux : QUALITATIVES  
C) Faux : Le procédé d'analyse factorielle permet de passer d'un espace de GRANDES DIMENSIONS à un espace de PETITES dimensions, avec une perte d'information minimale et contrôlée  
D) Faux : NON corrélés  
E) Vrai

**QRU 4 : A**

- A) Vrai  
B) Faux : A est la matrice passage de M à B  
C) Faux : une matrice diagonale est une matrice donc les coefficients diagonaux sont égaux à 1 et les autres sont nuls  
D) Faux : A est une matrice carrée d'ordre 2, idem pour sa transposée. Sa transposée a donc bien le même nombre de lignes que le nombre de colonnes de A, donc on peut calculer leur produit  
E) Faux

**QRU 5 : B**

- A) Faux :  $\text{Det}(C) = ad-bc = -4 \neq 0$  donc C est inversible  
B) Vrai :  $C^{-1} = \frac{1}{\text{Det}(C)} \times \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix} = \frac{-1}{4} \times \begin{pmatrix} 4 & 0 \\ -2 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0,5 & 0,25 \end{pmatrix}$   
C) Faux : X a 1 colonne et C a 2 lignes donc XC n'existe pas  
D) Faux  
E) Faux

**QRU 6 : B**

- A) Faux : La valeur propre  $\mu$  n'est pas une matrice...  
B) Vrai  
C) Faux : ça c'est si l'histogramme est plutôt droit avec un nuage de points arrondi  
D) Faux : attention à ne pas tout mélanger. Dans le cours on dit simplement que « la contribution des individus dans la formation de l'axe est mesurée par la part des individus dans la variance » et que « les coordonnées sur les axes factoriels donnent la position des individus, qui permet de mettre en évidence des oppositions entre groupes d'individus ».  
E) Faux

**QRU 7 : E**

- A) Faux : Pour calculer le produit de 2 matrices  $A \times B$ , il faut que le nombre de lignes de la 2<sup>e</sup> matrice (B ici) soit égal au nombre de colonnes de la 1<sup>ère</sup> matrice (A)  
B) Faux : Une matrice carrée d'ordre n a n lignes et n colonnes. Donc ici elle aura 2 lignes et 2 colonnes.  
C) Faux : Ça c'est la transposée. L'inverse  
D) Faux : Ça arrive mais le plus souvent les matrices ne commutent pas  
E) Vrai

**QRU 8 : B**

- A) Faux : la matrice A est une matrice carrée, la matrice B une matrice ligne  
 B) Vrai : allez voir la fiche complément aux matrices si c'est pas déjà fait !!!  $A = -tA$  donc A est bien antisymétrique  
 C) Faux : B a une ligne alors que A a deux colonnes, donc pas possible !  
 D) Faux : pour calculer l'inverse il faut déjà que la matrice soit carrée...  
 E) Faux

**QRU 9 : C**

- A) Faux : l'axe 1 est l'axe contenant le plus d'informations, et ça va ensuite en diminuant  
 B) Faux : ACP normée = variables centrées-réduites ; une projection orthogonale, et la méthode des moindres carrés (dsl c'est batard mais lisez jusqu'au bout !)  
 C) Vrai : OUIIIII ! allez lire cette fiche j'ai dit !  
 D) Faux : pas besoin de partir dans des gros calculs ! Le cours nous dit que la puissance d'une matrice diagonale (ce qui est le cas ici), est une matrice diagonale dont les coefficients sont égaux aux puissances des coefficients de la matrice d'origine ! Donc  $L^4 = \begin{pmatrix} 7^4 & 0 \\ 0 & 4^4 \end{pmatrix}$   
 E) Faux

**QRU 10 : D**

- A) Faux : c'est l'inverse. On peut calculer le produit MC car C a 2 lignes et M 2 colonnes. Par contre on ne peut pas calculer le produit CM car M a 2 lignes tandis que C a 3 colonnes.  
 B) Faux : C n'est pas une matrice carrée donc on ne peut pas calculer ses puissances  
 C) Faux : cette méthode de calcul ne s'applique que pour une matrice Diagonale, ce qui n'est pas le cas ici !!  
 D) Vrai : C n'est pas inversible car ce n'est pas une matrice carrée. M n'est pas inversible non plus car  
 $\text{Det}(M) = ad-bc = 8*3-6*4 = 24-24 = 0$   
 E) Faux

**QRU 11 : C**

- A) Faux : c'est la définition d'une matrice **nilpotente**  
 B) Faux : une matrice 2x2 est une matrice carrée d'ordre 2  
 C) Vrai  
 D) Faux : l'ACP s'applique uniquement sur les variables QUANTITATIVES  
 E) Faux

**QRU 12 : B**

- A) Faux :  $\mu$  est donné par  $TV = \mu V$   
 B) Vrai : la matrice d'inertie de A est donnée par le produit de la transposée de A par A. Pour trouver  $tA$  on inverse les lignes et les colonnes de A, soit  
 $tA = \begin{pmatrix} 2 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$ .

$$\text{Donc } L = tA \cdot A = \begin{pmatrix} 2*2 + 7*7 & 2*0 + 7*0 + 0*2 \\ 0*2 + 0*7 + 2*3 & 0 + 0 + 2*2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 53 & 0 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$$

- C) Faux : si on a 2 axes d'allongement très marqués, on peut s'attendre à une différenciation forte  
 D) Faux : le maximum  
 E) Faux

**QRU 13 : E**

- A) Faux : pour ça il faudrait avoir les valeurs de A et B, et vérifier, car le produit de 2 matrices n'est que rarement commutatif  
 B) Faux : idem que pour la A), on peut par contre dire que  $(A+B)^2 = A^2 + B^2 + AB + BA$   
 C) Faux : il faudrait les valeurs pour calculer les déterminants, ici on ne peut rien dire  
 D) Faux : si, nos 2 matrices sont carrées et de même ordre, donc le nombre de colonne de l'une est égale au nombre de ligne de l'autre, donc on peut toujours calculer le produit BA et AB dans notre cas  
 E) Vrai

**QRU 14 : C**

- A) Faux : matrice carrée  
B) Faux : M n'est pas inversible car  $\text{Det}M=0 : 4*(0*9-0*0) -0+0)$   
C) Vrai : propriété des qcm du prof, voir fiche complément aux matrices  
D) Faux : L'inverse de  $M^n$  est  $\begin{pmatrix} 1/4^n & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/9^n \end{pmatrix}$   
E) Faux

**QRU 15 :**

- A) Faux : ça c'est la définition d'une matrice antisymétrique  
B) Faux : matrice symétrique  
C) Vrai : +++  
D) Faux  
E) Faux

**QRU 16 :**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Vrai : toutes ces propositions font partie des données à analyser

**QRU 17 : A**

- A) Vrai  
B) Faux : il est obligatoire de centrer-réduire lorsque les données sont hétérogènes  
C) Faux : QUANTITATIVES  
D) Faux : les axes sont perpendiculaires  
E) Faux

**QRU 18 : D**

- A) Faux : le déterminant est donné par :  $2*3 - 1*5 = 1$   
B) Faux : si, étant donné que son déterminant est différent de 0  
C) Faux : on ne peut malheureusement faire le calcul comme ça. Ça ne marche que pour les matrices diagonales  
D) Vrai : on inverse les coefficients en haut à gauche et en bas à droite, et on multiplie par (-1) les coefficients en haut à droite et en bas à gauche. On multiplie le tout par le déterminant (1)  
E) Faux

**QRU 19 : A**

- A) Vrai  
B) Faux : c'est l'inverse. Pour le produit AB il faut que colonneA=ligneB  
C) Faux : B a 3 colonnes et A 2 lignes donc non  
D) Faux : mais A oui  
E) Faux

**QRU 20 : D**

- A) Faux : propriété du cours  
B) Faux : propriété du cours  
C) Faux : propriété du cours  
D) Vrai : WTF, c'est bien la proposition FAUSSE  
E) Faux



## 12. Equations différentielles

2020 – 2021 (Pr. Mignant)

**QRU 1 : A propos des définitions en équations différentielles, donnez la proposition exacte :**

- A) Une équation différentielle de la forme  $y' + ay = 0$  est du second ordre
- B) Les solutions d'une équation différentielle s'appellent la vague
- C) Les équations différentielles permettent notamment d'estimer un taux de radioactivité
- D) Une équation différentielle linéaire du premier ordre peut ne pas avoir de solution
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 2 : On pose l'équation différentielle suivante :**

$$y' + 7y = 0$$

**A propos de cette équation différentielle du premier ordre, donnez la forme des solutions générales :**

- A)  $Ce^{4x}$
- B)  $Ce^{-7x}$
- C)  $Ce^{8x}$
- D)  $Ce^{-4x}$
- E)  $Ce^{7x}$

**QRU 3 : On pose l'équation différentielle suivante :  $y' + 3y = 9$ . Donnez la bonne réponse :**

- A) Cette équation différentielle est un cas particulier d'équation de second ordre
- B) La solution de cette équation est la multiplication de la solution de l'équation sans second membre et d'une solution particulière
- C) Une solution particulière  $y_0$  peut s'écrire 3
- D) Toute solution s'écrit  $Ce^{-3x} + \frac{1}{3}$  où C désigne une constante
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 : On pose l'équation différentielle suivante :  $4y' + 3y = 9$ . Donnez la solution générale de cette équation :**

- A)  $Ce^{-3/4x} + 3$
- B)  $Ce^{3x} + 8$
- C)  $Ce^{-3x} + 8$
- D)  $Ce^{-4/3x} + 3$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 5 : On pose l'équation différentielle suivante :  $y' + 5y = 0$ . Donnez la bonne réponse :**

- A) La solution est  $y = e^{-5x}$
- B) Cette équation différentielle est de second ordre
- C) Toute solution s'écrit  $Ce^{-5x}$  où C désigne une fonction affine
- D) Cette équation aura toujours une solution
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 6 : On pose l'équation différentielle suivante :  $y' + 4y = 12$ . Donnez la bonne réponse :**

- A)  $Ce^{-4x} - 3$
- B)  $Ce^{-4x} + 3$
- C)  $Ce^{-3x} + \frac{1}{3}$
- D)  $Ce^{-3x} - \frac{1}{3}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 7 : On pose l'équation différentielle suivante :  $7y' + 6y = 15$ . Donnez la solution générale de cette équation :**

- A)  $Ce^{-6/7x} + 15/7$
- B)  $Ce^{7/6x} + 15/7$
- C)  $Ce^{-6/7x} + 7/15$
- D)  $Ce^{-7/6x} + 7/15$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 8 :** On pose l'équation différentielle suivante :  $y' - 4y = x^2$ . On pose  $y_0 = -\frac{1}{4}x^2 - \frac{1}{8}x - \frac{1}{32}$  solution particulière de cette équation. Donnez la solution générale de cette équation :

- A)  $Ce^{4x} - \frac{1}{4}x^2 - \frac{1}{8}x - \frac{1}{32}$
- B)  $Ce^{4x} + \frac{1}{4}x^2 - \frac{1}{8}x - \frac{1}{32}$
- C)  $Ce^{-4x} + \frac{1}{4}x^2 - \frac{1}{8}x - \frac{1}{32}$
- D)  $Ce^{-4x} - \frac{1}{4}x^2 - \frac{1}{8}x - \frac{1}{32}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 9 :** On pose l'équation différentielle suivante :  $y'' + 6y' - 2y = 0$ . Donnez la bonne réponse :

- A)  $\Delta = b^2 + 4ac$  correspond au discriminant de cette équation différentielle
- B) Si le discriminant est positif, l'équation possède 2 solutions forcément positives
- C) Si le discriminant est nul, l'équation ne possède pas de solution
- D) Si le discriminant est négatif, l'équation possède 2 solutions complexes conjuguées
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 10 :** On reprend l'équation posée lors du QRU 5, donnez les solutions du polynôme caractéristique de cette équation :

- A)  $r_1 = \frac{-6 - \sqrt{28}}{2}$  ;  $r_2 = \frac{-6 + \sqrt{28}}{2}$
- B)  $r_1 = \frac{6 - \sqrt{48}}{2}$  ;  $r_2 = \frac{6 + \sqrt{48}}{2}$
- C)  $r_1 = \frac{-6 - \sqrt{44}}{2}$  ;  $r_2 = \frac{-6 + \sqrt{44}}{2}$
- D)  $r_1 = \frac{-6 - \sqrt{14}}{2}$  ;  $r_2 = \frac{-6 + \sqrt{14}}{2}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 11 :** Toujours en reprenant l'équation posée lors du QRU 5, donnez les solutions générales de cette équation :

- A)  $Ce^{r_1x} + Ce^{r_2x}$
- B)  $Ce^{r_1x} - Ce^{r_2x}$
- C)  $Ce^{r_1r_2x}$
- D)  $Ce^{(r_1+r_2)x} + Ce^{(r_1-r_2)x}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 :** On pose l'équation différentielle suivante :  $4y'' + 4y' + y = 0$ . Donnez les solutions générales de cette équation :

- A)  $Ce^{0,5x} + Ce^{4,5x}$
- B)  $(C_1x + C_2)e^{-0,5x}$
- C)  $(C_1x + C_2x)e^{2,5x}$
- D)  $(C_1x + C_2x)e^{0,5x}$
- E)  $(C_1x + C_2)e^{0,5x}$

**QRU 13 :** On pose l'équation différentielle suivante :  $y'' + y' + y = 0$ . Donnez les solutions de son polynôme associé :

- A)  $r_1 = \frac{-1 - i\sqrt{3}}{2}$  ;  $r_2 = \frac{-1 + i\sqrt{3}}{2}$
- B)  $r_1 = \frac{-1 - i\sqrt{5}}{2}$  ;  $r_2 = \frac{-1 + i\sqrt{5}}{2}$
- C)  $r_1 = \frac{-1 - i\sqrt{8}}{2}$  ;  $r_2 = \frac{-1 + i\sqrt{8}}{2}$
- D)  $r_1 = \frac{-1 - i\sqrt{10}}{2}$  ;  $r_2 = \frac{-1 + i\sqrt{10}}{2}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 14 : On reprend l'équation posée lors du QRU 9, donnez les solutions générales de cette équation :**

- A)  $(C_1 \sin(\frac{\sqrt{3}}{2}x) + C_2 \cos(\frac{\sqrt{3}}{2}x))e^{-x}$
- B)  $(C_1 \sin(\frac{\sqrt{3}}{2}x) + C_2 \cos(\frac{\sqrt{3}}{2}x))e^{-2x}$
- C)  $(C_1 \sin(x) + C_2 \cos(x))e^{-\frac{\sqrt{3}}{2}x}$
- D)  $(C_1 \sin(-0,5x) + C_2 \cos(-0,5x))e^{\frac{\sqrt{3}}{2}x}$
- E)  $(C_1 \sin(\frac{\sqrt{3}}{2}x) + C_2 \cos(\frac{\sqrt{3}}{2}x))e^{-0,5x}$

**Question 15 : On pose l'équation différentielle suivante :  $y'' + 3y' + 2y = 0$ . Trouvez les solutions générales de cette équation (vous devez trouver le raisonnement et la solution vous-même, sans proposition pour vous aider).**

**QRU 16 : On pose l'équation différentielle suivante :  $y'' + 6y' - 2y = \frac{1}{x}$ . Donnez la bonne réponse :**

- A) Il s'agit d'une équation différentielle du second ordre avec second membre constant
- B) Si l'on détermine un  $x_0$  spécifique, l'équation n'aura pas de solution
- C) En connaissant une solution particulière de cette équation, on en connaît exactement la moitié des solutions
- D) Les solutions générales de cette équation différentielle correspondent à la somme d'une solution particulière de l'équation et de l'ensemble des solutions de l'équation de premier ordre avec second membre associée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 17 : A propos du modèle de Lotka-Volterra, donnez la bonne réponse :**

- A) Ce modèle regroupe des équations non-linéaires du second ordre
- B) Dans ce système,  $\beta$  désigne le taux de reproduction des prédateurs
- C)  $y'(t)$  désigne les variations des populations au cours du temps
- D) Ce genre de système présente toujours une solution analytique simple
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 18 : A propos de tout ce qui est dit dans les exercices, donnez la bonne réponse :**

- A) Une ED du premier ordre peut ne pas avoir de solution
- B) Les solutions du modèle de Lotka – Volterra sont continues
- C) Lors de l'étude d'une décroissance radioactive de noyaux,  $\lambda$  désigne la vitesse de décroissance, il s'exprime comme l'inverse d'une distance
- D) Pour déterminer une solution particulière d'une ED du premier ordre avec une fonction en second membre, on peut utiliser la méthode de la variation de la constante
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 19 : On pose l'équation différentielle suivante :  $y' + y = (x^2 - 2x + 2)e^{2x}$ . Indiquez la proposition exacte :**

- A) La solution de cette équation est  $(\frac{1}{3}x^3 - \frac{8}{9}x^2 + \frac{26}{27})e^{2x}$
- B) La solution de l'équation est  $(\frac{1}{4}x^3 - \frac{8}{9}x^2 + \frac{26}{27})e^{2x}$
- C) La solution de cette équation est  $(\frac{1}{3}x^3 - \frac{8}{9}x^2 + \frac{26}{27})e^{3x}$
- D) La solution de l'équation est  $(\frac{1}{3}x^3 - \frac{8}{9}x^2 + \frac{27}{26})e^{2x}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 20 : On pose l'équation différentielle suivante :  $y'' + 4y' + 7 = 0$ . Indiquez la proposition exacte :**

- A) Le polynôme caractéristique de cette équation possède 2 solutions réelles
- B) L'équation possède une unique solution
- C) Si le discriminant est négatif, l'équation différentielle ne possède pas de solution réelle
- D) Les solutions de cette équation s'expriment à l'aide de fonctions trigonométriques
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 21 : On pose l'équation différentielle suivante :  $-y'' + 6y' - 9y = 0$ . Donnez la forme des solutions générales :**

- A)  $\lambda e^{0,5x} + \mu e^{3x}$
- B)  $(\lambda x + \mu)e^{3x}$
- C)  $(\lambda \sin(0,5x) + \mu \cos(0,5x))e^{3x}$
- D)  $\lambda e^{9x}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 22 : Soit (E) une équation différentielle du premier ordre avec second membre réelle, indiquez la proposition exacte :**

- A) Les solutions de cette équation sont définies comme étant :  $Ce^{ax} + b/a$
- B) Cette équation possède une infinité de solutions en règle générale mais une unique solution passant par le point de coordonnées (4,1)
- C) Cette équation contient une dérivée seconde
- D) L'équation ne peut pas posséder de solutions négatives
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 23 : On pose l'équation différentielle suivante :  $186y'' + 34y' + 0,9032y = 0$ . Donnez les solutions générales de cette équation :**

- A)  $C_1e^{-56/372x} + C_2e^{-12/372x}$
- B)  $C_1e^{-48/372x} + C_2e^{-9/372x}$
- C)  $C_1e^{-24/372x} + C_2e^{-3/372x}$
- D)  $C_1e^{-108/372x} + C_2e^{-43/372x}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 24 : A propos des différents modèles en équations différentielles, indiquez la bonne réponse :**

- A) Le modèle de Lotka – Volterra permet de modéliser la dynamique de population, le cycle de vie d'une innovation...
- B) Le modèle de Verhulst est également appelé « modèle proie-prédateur »
- C) Le modèle de Verhulst met en jeu des équations différentielles de premier ordre sans second membre
- D) Dans le modèle « proie-prédateur »,  $\delta$  désigne le taux de mortalité des prédateurs
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 25 : On pose l'équation différentielle suivante :  $6y'' + 3y' + y = 0$ . Donnez les solutions générales de cette équation : (indiquez la proposition exacte)**

- A)  $(C_1x + C_2)e^{-0,25x}$
- B)  $(C_1\sin(\frac{\sqrt{15}}{12}x) + C_2\cos(\frac{\sqrt{15}}{12}x))e^{-1/4x}$
- C)  $Ce^{-0,25x} + Ce^{\sqrt{1,25}x}$
- D)  $(C_1\sin(\sqrt{1,25}x) + C_2\cos(\sqrt{1,25}x))e^{-0,5x}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 26 : A propos des Equations Différentielles, indiquez la proposition exacte :**

- A) Les équations différentielles permettent notamment de dater au Carbone 12
- B) Pour déterminer la forme des solutions générales d'une équation différentielle homogène de premier ordre on peut utiliser la méthode de séparation des constantes
- C) Lorsque le second membre d'une équation différentielle de premier ordre est une fonction, on procède par la méthode de la variation de la constante suivie d'une intégration
- D) Toute équation différentielle a toujours une solution
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 27 : On pose l'équation différentielle suivante :  $3y' - 9y = 12$ . Indiquez la proposition exacte :**

- A) Les solutions générales de cette équation sont sous la forme  $Ce^{9x} - 1,3$
- B) Une solution particulière de cette équation est  $y_0 = 3$
- C) Les solutions générales de cette équation sont sous la forme  $Ce^{3x} - 1,3$
- D) Une solution particulière de cette équation est  $y_0 = 1,3$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 28 : Certains scientifiques présents en Océan Antarctique cherchent à développer un système mathématique permettant de décrire la dynamique d'évolution de populations de prédateurs : les orques et de leurs proies : les dauphins. Afin de créer ce système, il est nécessaire de d'utiliser un certain type d'équation différentielle, lequel ? (indiquez la proposition exacte)**

- A) Equation différentielle linéaire du premier ordre
- B) Equation différentielle linéaire du second ordre
- C) Equation différentielle non-linéaire du premier ordre
- D) Equation différentielle non-linéaire du second ordre
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 29 : A propos des équations différentielles, indiquez la proposition exacte :**

- A) Les solutions générales d'une équation différentielle du premier ordre sans second membre s'expriment sous la forme :  $Ce^{-x}$
- B) Les solutions générales d'une équation différentielle du premier ordre avec une fonction en second membre s'expriment comme étant la fraction ayant pour numérateur une solution particulière de l'ED et pour dénominateur les solutions générales de l'équation homogène associée
- C) Les solutions générales d'une équation différentielle homogène du second ordre à coefficients constants et dont le polynôme associé possède un discriminant nul s'expriment sous la forme :  $(C_1x + C_2)e^{rx}$
- D) Les solutions générales d'une équation différentielle du second ordre avec second membre et coefficients constants s'expriment comme étant la somme des 2 solutions particulières de l'équation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Equations différentielles****2020 – 2021 (Pr. Maignant)****QRU 1 : C**

- A) Faux : Il n'y a qu'une seule dérivée dans l'équation, cette dernière est donc du premier ordre  
 B) Faux : Les solutions d'une équation différentielle s'appellent le **flot**  
 C) Vrai  
 D) Faux : Non, une ED linéaire de premier ordre a toujours une solution  
 E) Faux

**QRU 2 : B**

Bon alors, pour ce QRU il faut d'abord se souvenir de la formule des solutions générales d'une équation différentielle de premier ordre. On se rappelle que si l'ED est sous la forme  $y' + ay = 0$  ; les solutions générales peuvent directement s'écrire  $Ce^{-ax}$  et si l'ED est sous la forme  $y' = ay$  ; ces solutions peuvent s'écrire  $Ce^{ax}$  (logique). Donc, les solutions générales de l'ED de premier ordre :  $y' + 7y = 0$  ( $y' + ay = 0$ ) sont  $Ce^{-7x}$  ( $Ce^{-ax}$ ).

- A) Faux  
 B) Vrai  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux

**QRU 3 : C**

- A) Faux : Pas du tout, il n'y a qu'une seule dérivée, on est donc dans le premier ordre  
 B) Faux : La solution de cette équation est la **somme** de la solution de l'équation sans second membre et d'une solution particulière  
 C) Vrai :  $y_0 = \frac{b}{a} = \frac{9}{3} = 3$   
 D) Faux : Toute solution s'écrit donc  $Ce^{-3x} + 3$  où C désigne une constante  
 E) Faux

**QRU 4 : A**

Alors pour ce QRU c'est un peu plus compliqué. Déjà on pose l'ED suivante :  $4y' + 3y = 9$  ; il s'agit donc d'un ED de premier ordre avec second membre constant. La forme des solutions générales est donc :  $Ce^{-ax} + \frac{b}{a}$ . Seulement, une valeur se trouve devant  $y'$ , ce qui nous écarte de la forme de la propriété. On va donc devoir développer :

$$\begin{aligned} 4y' + 3y &= 9 \\ 4y' &= -3y + 9 \\ y' &= \frac{-3}{4}y + \frac{9}{4} \end{aligned}$$

On a donc  $a = -3/4$  et  $b = 9/4$  ; on peut maintenant remplacer dans la formule des solutions générales (on prend  $ax$  parce qu'on est sous la forme  $y' = ay + b$ ) :

$$\begin{aligned} &Ce^{ax} - \frac{b}{a} \\ &Ce^{-3/4x} - \frac{9/4}{-3/4} \\ &Ce^{-3/4x} - \frac{9}{-3} \\ &Ce^{-3/4x} + 3 \end{aligned}$$

On a bien la forme des solutions générales :  **$Ce^{-3/4x} + 3$**

- A) Vrai  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux

**QRU 5 : D**

- A) Faux : Une solution est  $y = e^{-5x}$  mais cette solution n'est pas l'unique solution de l'équation  
 B) Faux : La fonction n'est dérivée qu'une fois, il s'agit donc d'une ED de premier ordre  
 C) Faux : Toute solution s'écrit  $Ce^{-5x}$  où C désigne une **constante**  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QRU 6 : B**

On est sous la forme  $y' + ay = b$ , la forme des solutions générales est donc  $Ce^{-ax} + \frac{b}{a}$  donc :  **$Ce^{-4x} + 3$**

- A) Faux  
 B) Vrai  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux

**QRU 7 : E**

On pose l'ED suivante :  $7y' + 6y = 15$  ; il s'agit donc d'une ED de premier ordre avec second membre constant. La forme des solutions générales est donc :  $Ce^{-ax} + \frac{b}{a}$ . Seulement, une valeur se trouve devant  $y'$ , ce qui nous écarte de la forme de la propriété. On va donc devoir développer :

$$7y' + 6y = 15$$

$$y' + 6/7y = 15/7$$

On a donc  $a = 6/7$  et  $b = 15/7$  ; on peut maintenant remplacer dans la formule des solutions générales :

$$Ce^{-ax} + \frac{b}{a}$$

$$Ce^{-6/7x} + \frac{15/7}{6/7}$$

$$Ce^{-6/7x} + \frac{15}{6}$$

On a bien la forme des solutions générales :  **$Ce^{-6/7x} + \frac{15}{6}$**

- A) Faux  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Vrai

**QRU 8 : A**

On est sous la forme  $y' + ay = f(x)$ , la forme des solutions générales est donc  $Ce^{-ax} + y_0$  donc :  **$Ce^{4x} - \frac{1}{4}x^2 - \frac{1}{8}x - \frac{1}{32}$**

- A) Vrai  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux

**QRU 9 : D**

A) Faux : La formule du discriminant  $\Delta$  est  $b^2 - 4ac$

B) Faux : Pas forcément, une solution peut être négative même si le discriminant est positif. En effet, en rappelant la formule de la première solution  $r_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$  il y a de nombreuses situations permettant de trouver un  $r_1$  négatif

C) Faux : Si le discriminant est nul, l'équation possède une unique solution

- D) Vrai  
 E) Faux

**QRU 10 : C**

On se trouve face à une équation différentielle de deuxième ordre sans second membre, la première chose à faire est donc de déterminer le polynôme caractéristique associé.

On pose l'équation :  **$y'' + 6y' - 2y = 0$**  et son polynôme associé :  **$r^2 + 6r - 2 = 0$**

On calcule maintenant le discriminant de ce polynôme du second degré :  **$\Delta = b^2 - 4ac = 6^2 - 4(1)(-2) = 36 + 8 = 44$**

Le discriminant est positif, l'équation possède donc 2 solutions réelles :

$$r_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-6 - \sqrt{44}}{2} \text{ et } r_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-6 + \sqrt{44}}{2}$$

- A) Faux  
 B) Faux  
 C) Vrai  
 D) Faux  
 E) Faux

**QRU 11 : A**

On est face à une équation différentielle homogène (sans second membre) de second ordre avec un polynôme caractéristique possédant un discriminant positif, la forme des solutions générales est donc  $Ce^{r_1x} + Ce^{r_2x}$

- A) Vrai
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 12 : B**

QRU difficile... Tout d'abord, on se trouve face à une équation différentielle homogène de second ordre, on doit donc passer par le polynôme caractéristique :

On pose l'équation :  $4y'' + 4y' + 1y = 0$  et son polynôme associé :  $4r^2 + 4r + 1 = 0$

On calcule maintenant le discriminant de ce polynôme du second degré :  $\Delta = b^2 - 4ac = 4^2 - 4(4)(1) = 16 - 16 = 0$

Le discriminant est nul, l'équation possède donc une unique solution réelle telle que :  $r = -b/2a = -4/8 = -0,5$

On est face à une équation différentielle homogène de second ordre avec un polynôme caractéristique possédant un discriminant nul, la forme des solutions générales est donc  $(C_1x + C_2)e^{rx}$  ce qui donne en remplaçant par la solution réelle :  $(C_1x + C_2)e^{-0,5x}$

- A) Faux
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 13 : A**

On se trouve face à une équation différentielle de deuxième ordre sans second membre, la première chose à faire est donc de déterminer le polynôme caractéristique associé.

On pose l'équation :  $y'' + y' + y = 0$  et son polynôme associé :  $r^2 + r + 1 = 0$

On calcule maintenant le discriminant de ce polynôme du second degré :  $\Delta = b^2 - 4ac = 1^2 - 4(1)(1) = 1 - 4 = -3 = i^2 3$

Le discriminant est négatif, l'équation possède donc 2 solutions complexes conjuguées :

$r_1 = (-b - \sqrt{\Delta})/2a = (-1 - i\sqrt{3})/2$  et  $r_2 = (-b + \sqrt{\Delta})/2a = (-1 + i\sqrt{3})/2$

- A) Vrai
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QRU 14 : E**

On est face à une équation différentielle homogène de second ordre avec un polynôme caractéristique possédant un discriminant négatif dont les solutions sont sous la forme  $(r + iw$  et  $r - iw)$ , la forme des solutions générales de l'ED est donc  $(C_1\sin(wx) + C_2\cos(wx))e^{rx}$ . On rappelle les solutions du polynôme :  $r_1 = (-1 - i\sqrt{3})/2 = -0,5 - i(\sqrt{3}/2)$  et

$r_2 = (-1 + i\sqrt{3})/2 = -0,5 + i(\sqrt{3}/2)$ . On a donc  $r = -0,5$  et  $w = \frac{\sqrt{3}}{2}$ , on remplace dans la formule  $(C_1\sin(\frac{\sqrt{3}}{2}x) +$

$C_2\cos(\frac{\sqrt{3}}{2}x))e^{-0,5x}$

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai



**Question 15 :**

Bon alors là j'ai tenté un truc un peu spécial, vous n'êtes pas censé voir de questions ouvertes de ce type aux examens mais je pense que ça reste un bon entraînement. Bon, commençons à répondre :

On pose l'équation différentielle suivante :  $y'' + 3y' + 2y = 0$

Il s'agit d'une équation différentielle homogène du second ordre, on va donc chercher son polynôme caractéristique :

$$r^2 + 3r + 2 = 0$$

On va maintenant résoudre cette équation du second degré :

$$\Delta = b^2 - 4ac = (3)^2 - 4(1)(2) = 9 - 8 = 1 > 0$$

$\Delta > 0$  donc 2 solutions réelles à l'équation caractéristique :

$$\begin{aligned} r_1 &= \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} \quad \text{et} \quad r_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} \\ &= \frac{-3 - 1}{2} \quad \quad \quad = \frac{-3 + 1}{2} \\ &= -2 \quad \quad \quad = -1 \end{aligned}$$

On est face à une équation différentielle homogène de second ordre avec un polynôme caractéristique possédant un discriminant positif, la forme des solutions générales est donc  $Ce^{r_1x} + Ce^{r_2x}$

On remplace par nos valeurs :  $Ce^{-2x} + Ce^{-x}$

L'ensemble des solutions de l'équation différentielle  $y'' + 3y' + 2y = 0$  est donc  **$y_{c1c2}(x) = C_1e^{-2x} + C_2e^{-x}$**

**QRU 16 : E**

- A) Faux : Le second membre n'est pas du tout une constante !  $\frac{1}{x}$  est une variable
- B) Faux : Si l'on détermine un  $x_0$  spécifique, l'équation aura une **unique solution**
- C) Faux : En connaissant une solution particulière de cette équation, on en connaît **TOUTES** les solutions
- D) Faux : N'importe quoi, les solutions générales d'une équation différentielle de second ordre avec second membre correspondent à la somme d'une solution particulière de l'équation et de l'ensemble des solutions de l'équation homogène associée
- E) Vrai

**QRU 17 : C**

- A) Faux : Ce modèle regroupe des équations non-linéaires du **premier** ordre
- B) Faux : Dans ce système,  $\beta$  désigne le taux de **taux de mortalité des proies**
- C) Vrai
- D) Faux : Ce genre de système ne présente PAS de solution analytique simple
- E) Faux

**QRU 18 : D**

- A) Faux : Une ED du premier ordre a toujours une solution
- B) Faux : Les solutions du modèle de Lotka – Volterra sont **périodiques**
- C) Faux :  $\lambda$  s'exprime comme l'inverse d'un temps
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 19 : E**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai : Seul l'item A est une réelle solution de l'équation, seulement, il s'agit d'une solution particulière de l'équation différentielle et non des solutions générales. L'item serait donc juste si on avait remplacé « la » par « une ». Etant donné qu'aucun item ne se présentait sous la forme des solutions générales de l'équation ( $Ce^{-ax} + y_0$ ) on pouvait directement valider la réponse E.

**QRU 20 : D**

- A) Faux : Le polynôme caractéristique de cette équation est :  $r^2 + 4r + 7$ . On calcule ensuite son discriminant :  $\Delta = b^2 - 4ac = (4)^2 - 4(1)(7) = 16 - 28 = -12$ . Le discriminant est négatif, le polynôme ne possède donc aucune solution réelle mais possède 2 solutions complexes conjuguées.
- B) Faux : Il s'agit d'une équation différentielle homogène de second ordre, elle possède donc une infinité de solutions
- C) Faux : Non, si le discriminant est négatif, le polynôme ne possède pas de solution réelle mais l'équation différentielle associée en possède ! C'est une distinction à faire.
- D) Vrai : Le discriminant est négatif, les solutions de l'ED s'expriment donc à l'aide des fonctions sin et cos qui sont des fonctions trigonométriques
- E) Faux

**QRU 21 : B**

On se trouve face à une équation différentielle homogène de second ordre, on doit donc passer par le polynôme caractéristique :

On pose l'équation :  $-y'' + 6y' - 9y = 0$  et son polynôme associé :  $-r^2 + 6r - 9 = 0$

On calcule maintenant le discriminant de ce polynôme du second degré :  $\Delta = b^2 - 4ac = 6^2 - 4(-1)(-9) = 36 - 36 = 0$

Le discriminant est nul, l'équation possède donc une unique solution réelle telle que :  $r = -b/2a = -6/-2 = 3$

On est face à une équation différentielle homogène de second ordre avec un polynôme caractéristique possédant un discriminant nul, la forme des solutions générales est donc  $(\lambda x + \mu)e^{rx}$  ce qui donne en remplaçant par la solution réelle :  $(\lambda x + \mu)e^{3x}$

- A) Faux  
 B) Vrai  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux

**QRU 22 : B**

A) Faux : Les solutions de cette équation sont définies comme étant  $Ce^{ax} - b/a$  OU  $Ce^{-ax} + b/a$  selon la position de a

B) Vrai : Toute équation différentielle linéaire du premier ordre a une solution qui s'écrit sous la forme  $Ce^{-ax}$ , ce qui signifie qu'il existe également une infinité de solutions (une infinité de constantes C). Si on souhaite que la solution passe par le point de coordonnées (4,1), cela implique que l'on fixe les valeurs des constantes C et a, et la solution devient alors unique (correction de la diapo)

C) Faux : Premier ordre donc dérivée première

D) Faux : N'importe quoi, l'équation possède une infinité de solutions donc également des solutions négatives

E) Faux

**QRU 23 : A**

On se trouve face à une équation différentielle de deuxième ordre sans second membre, la première chose à faire est donc de déterminer le polynôme caractéristique associé.

On pose l'équation :  $186y'' + 34y' + 0,9032y = 0$  et son polynôme associé :  $186r^2 + 34r + 0,9032 = 0$

On calcule maintenant le discriminant de ce polynôme du second degré :  $\Delta = b^2 - 4ac = 34^2 - 4(186)(0,9032) = 1156 - 671,9808 = 484$  environ

Le discriminant est positif, l'équation possède donc 2 solutions réelles :

$r_1 = (-b - \sqrt{\Delta})/2a = (-34 - \sqrt{484})/372 = (-34 - 22)/372 = -56/372$

et  $r_2 = (-b + \sqrt{\Delta})/2a = (-34 + \sqrt{484})/372 = (-34 + 22)/372 = -12/372$

On est face à une équation différentielle homogène (sans second membre) de second ordre avec un polynôme caractéristique possédant un discriminant positif, la forme des solutions générales est donc  $Ce^{r_1x} + Ce^{r_2x}$ . On

remplace par nos valeurs :  $C_1e^{-56/372x} + C_2e^{-12/372x}$

- A) Vrai  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux

E) Faux : Jamais de la vie vous n'aurez de valeurs aussi compliquées au concours mais je pense que ça reste un bon entraînement de calcul

**QRU 24 : E**

A) Faux

B) Faux : J'ai échangé les 2 modèles pour les items A et B

C) Faux : Des équations différentielles de premier ordre AVEC second membre

D) Faux :  $\delta$  désigne le taux de reproduction des prédateurs

E) Vrai

**QRU 25 : B**

On se trouve face à une équation différentielle de deuxième ordre sans second membre, la première chose à faire est donc de déterminer le polynôme caractéristique associé.

On pose l'équation :  $6y'' + 3y' + y = 0$  et son polynôme associé :  $6r^2 + 3r + 1 = 0$

On calcule maintenant le discriminant de ce polynôme du second degré :  $\Delta = b^2 - 4ac = 3^2 - 4(6)(1) = 9 - 24 = -15$

Le discriminant est négatif, le polynôme possède donc 2 solutions complexes conjuguées :

$$r_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-3 - i\sqrt{15}}{12} = -\frac{1}{4} - i\frac{\sqrt{15}}{12} \text{ et } r_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-3 + i\sqrt{15}}{12} = -\frac{1}{4} + i\frac{\sqrt{15}}{12}$$

On est face à une équation différentielle homogène de second ordre avec un polynôme caractéristique possédant un discriminant négatif dont les solutions sont sous la forme  $(r + iw \text{ et } r - iw)$ , la forme des solutions générales de l'ED

est donc  $(C_1 \sin(wx) + C_2 \cos(wx))e^{rx}$ . On rappelle les solutions du polynôme :  $r_1 = -\frac{1}{4} - i\frac{\sqrt{15}}{12}$  et  $r_2 = -\frac{1}{4} + i\frac{\sqrt{15}}{12}$ . On a

donc  $r = -\frac{1}{4}$  et  $w = \frac{\sqrt{15}}{12}$ , on remplace dans la formule  $(C_1 \sin(\frac{\sqrt{15}}{12}x) + C_2 \cos(\frac{\sqrt{15}}{12}x))e^{-1/4x}$

A) Faux

B) Vrai

C) Faux

D) Faux

E) Faux

**QRU 26 : C**

A) Faux : Au Carbone 14

B) Faux : Pour déterminer la forme des solutions générales d'une équation différentielle homogène de premier ordre on peut utiliser la méthode de séparation des **variables**

C) Vrai :

D) Faux : Certaines équations différentielles quelconques n'ont pas de solution

E) Faux

**QRU 27 : C**

On pose l'ED suivante :  $3y' - 9y = 12$  ; il s'agit donc d'une ED de premier ordre avec second membre constant. La forme des solutions générales est donc :  $Ce^{-ax} + \frac{b}{a}$ . Seulement, une valeur se trouve devant  $y'$ , ce qui nous écarte de la forme de la propriété. On va donc devoir développer :

$$3y' - 9y = 12$$

$$y' - 9/3y = 12/3$$

On a donc  $a = -3$  et  $b = 4$  ; on peut maintenant remplacer dans la formule des solutions générales :

$$Ce^{-ax} + \frac{b}{a}$$

$$Ce^{3x} + \frac{4}{-3}$$

$$Ce^{3x} - 1,3$$

On a bien la forme des solutions générales :  $Ce^{3x} - 1,3$

A) Faux

B) Faux : Une solution particulière de cette équation est donc  $y_0 = -1,3$

C) Vrai

D) Faux

E) Faux

**QRU 28 : C**

A) Faux

B) Faux

C) Vrai : Il s'agit d'un modèle « proie-prédateur » ou modèle de « Lotka – Volterra » et ce modèle correspond à un système d'équations différentielles non-linéaires du premier ordre

D) Faux

E) Faux

**QRU 29 : C**

- A) Faux : Les solutions générales d'une équation différentielle du premier ordre sans second membre s'expriment sous la forme : Ce-ax
- B) Faux : Les solutions générales d'une équation différentielle du premier ordre avec une fonction en second membre s'expriment comme étant la somme d'une solution particulière de l'ED et des solutions générales de l'équation homogène associée
- C) Vrai
- D) Faux
- E) Faux

## 13. Modèles multivariés

2020 – 2021 (Pr. Staccini)

**QRU 1 : A propos du cours sur l'introduction aux modèles multivariés, indiquez la proposition exacte :**

- A) Une statistique est une méthode consistant à observer et étudier des propriétés communes chez un groupe
- B) Dans les statistiques inférentielles, les données sont considérées comme incomplètes
- C) La régression logistique est le modèle le plus simple pour permettre une interprétation, une estimation, la prédiction et l'extrapolation
- D) Dans le modèle de régression logistique, si l'odds ratio est significativement différent de 1, il n'existe alors pas de lien significatif entre les deux variables X et Y
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 2 : A propos du cours sur l'introduction aux modèles multivariés, indiquez la proposition exacte :**

- A) Dans le cas où l'on souhaite prédire un âge en fonction de plusieurs mesures différentes (mesure du diamètre bi-pariétal, mesure de la longueur des fémurs, etc...), on se situe dans le modèle de régression linéaire multiple
- B) Dans le modèle de régression linéaire multiple, il est préconisé d'ajouter le plus de variables possibles qui servent à expliquer le modèle
- C) Lors de l'analyse en composantes principales, les variables sont toutes qualitatives
- D) Le principe de l'analyse en composantes principales repose sur le fait que l'essentiel de l'information ne peut pas être contenu dans les premières composantes principales
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 3 : A propos de l'analyse en composantes principales (ACP), indiquez la proposition exacte :**

- A) Si on a p variables, on peut obtenir (p+1) corrélations possibles
- B) La première composante principale C1 se définit par la combinaison linéaire des variables initiales minimisant la variance
- C) La deuxième composante principale C2 maximise la variance, et est corrélée à la première composante
- D) Le principe de l'ACP se base sur le critère de conservation de la variance, c'est-à-dire qu'on souhaite conserver la distance entre les individus sur la nouvelle représentation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 4 : A propos de la régression linéaire, indiquez la proposition exacte :**

- A) La droite d'ajustement, ou droite de régression, ne permet pas à elle seule de résumer le nuage de points
- B) L'erreur individuelle représente l'écart entre la vraie valeur observée et la valeur obtenue par la fonction  $y = ax + b$
- C) L'estimation consiste à estimer  $\alpha$  et  $\beta$  tel que l'erreur individuelle  $\varepsilon$  soit la plus petite possible, et la somme des carrés des écarts (SCE) soit la plus grande possible
- D) L'équation finale s'écrit  $E(Y/X) = \alpha\beta + X\varepsilon$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 5 : A propos du principe d'estimation en régression linéaire, indiquez la proposition exacte :**

- A) On estime la pente de la droite par  $\beta$  qui est le rapport de la covariance de X et de Y sur la variance de X
- B) On note  $H_0$  l'hypothèse « La pente  $\beta$  est égale à 0, il existe un lien entre X et Y »
- C) On note  $H_1$  l'hypothèse « Il n'existe pas de lien entre X et Y »
- D) Pour calculer la précision de la prédiction, on calcule le coefficient de corrélation entre X et Y
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 6 : A propos de l'analyse en composantes principales (ACP) utilisée dans les modèles multivariés, indiquez la proposition exacte :**

- A) Dans l'ACP, les variables sont toutes qualitatives
- B) On va examiner la structure des données : ressemblance, aberrance, etc.. : on cherche donc une causalité entre les variables
- C) Le principe de l'ACP est d'obtenir une représentation approchée des p variables (avec  $p > 2$ ) dans un espace en 1 dimension
- D) Le critère sur lequel se base l'ACP est la conservation de la variance (c'est-à-dire conserver la distance entre les individus lorsqu'on passe d'une représentation à l'autre)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 7 : A propos des stratégies d'analyse dans les modèles multivariés, indiquez la proposition exacte :**

- A) On utilise des graphiques (boxplot, histogrammes) dans les analyses univariées
- B) Les tests statistiques sont utilisés pour les statistiques descriptives
- C) L'analyse multivariée implique de garder les variables sélectionnées par la méthode pas-à-pas
- D) Si le modèle est pertinemment choisi, il n'est pas nécessaire d'effectuer une vérification de la qualité du modèle avant l'interprétation finale
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 8 : La régression linéaire est un modèle qui ne permet pas (indiquez la proposition exacte) :**

- A) Une interprétation du lien ou non entre deux variables
- B) Une estimation des paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  pour que la droite d'ajustement minimise l'erreur individuelle
- C) La prédiction et l'extrapolation
- D) De prédire une variable en fonction de plusieurs facteurs
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 9 : A propos du cours sur les modèles multivariés, indiquez la proposition exacte :**

- A) X est la variable expliquée (par exemple : réussite ou échec à l'examen) et Y est la variable explicative (par exemple : nombre d'heures passées à travailler)
- B) La fonction logit donne le logarithme népérien de la cote d'un événement, c'est-à-dire le rapport  $1-p/p$
- C) La droite d'ajustement est dite droite des moindres carrés, car elle permet de minimiser la somme des distances de chaque point observé à la droite (au carré)
- D) Une variable Y binomiale ou multinomiale ne permet pas d'appliquer la régression logistique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 10 : A propos de l'analyse multivariée, indiquez la proposition exacte :**

- A) L'analyse multivariée est recommandée lorsqu'on cherche à établir un lien statistique entre plusieurs variables, tout en prenant en compte des variables d'ajustement
- B) Pour la régression linéaire, on utilise l'Odds Ratio comme mesure d'association pour quantifier le lien entre deux variables
- C) Lorsque la variable à expliquer est quantitative continue, le modèle statistique adapté est la régression logistique
- D) Lorsqu'il n'existe qu'une seule variable explicative et qu'elle est quantitative, la régression linéaire donne un résultat proche d'un test T de Student
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 11 : A propos des modèles multivariés, indiquez la proposition exacte :**

- A) Lorsque la variable à expliquer est binaire et non censurée, le modèle statistique adapté est la régression linéaire
- B) Lorsqu'il n'existe qu'une seule variable explicative et qu'elle est qualitative, la régression linéaire donne un résultat proche d'un test du Khi-2
- C) Si on souhaite expliquer la taille d'un enfant en fonction de la taille de sa mère, Y est la taille de l'enfant et X la taille de la mère
- D) Les tests statistiques classiques (analyse univariée) prennent en compte les potentiels facteurs de confusion
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 12 : A propos des modèles multivariés, indiquez la proposition exacte :**

- A) L'analyse multivariée permet de tester chacun des facteurs Y pouvant avoir une influence sur la variable X et de leur donner un coefficient
- B) Le risque de premières espèce correspond au risque qu'on prend a priori de conclure à tort qu'un coefficient au moins aussi élevé soit dû au hasard
- C) La p-value est calculée a posteriori et correspond à la probabilité qu'on a d'observer un coefficient au moins aussi élevé uniquement en raison du hasard
- D) Lorsque p est inférieur au risque alpha, on accepte l'hypothèse nulle de nullité du coefficient
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 13 : On souhaite savoir si le poids de l'enfant à la naissance était corrélé à l'âge de la mère (Age madame), au sexe de l'enfant, au rang de la grossesse et au fait qu'il ait une malformation. Indiquez la proposition exacte :**

		Estimation [IC]	p	p global
Age madame		4.45 [-0.152, 9.0]	0.058	
Sexe	M vs F	138 [100, 180]	<0.001	
Rang grossesse	gemellaire vs unique	-285 [-335, -234]	<0.001	<0.001
	triple vs unique	-442 [-589, -295]	<0.001	
Malformation	oui vs non	-71.4 [-138, -4.87]	0.035	

- A) On peut conclure que le poids de la mère influence le poids de l'enfant  
 B) Le fait d'être un garçon augmente significativement le poids de l'enfant  
 C) Globalement, avoir une grossesse multiple n'influence pas significativement le poids de l'enfant  
 D) Avoir une malformation augmente significativement le poids de l'enfant  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 14 : A propos des modèles multivariés, indiquez la proposition exacte :**

- A) Si on souhaite expliquer la probabilité de naître du sexe masculin en fonction du régime alimentaire, on se trouve dans un problème de régression logistique  
 B) Lorsqu'il n'existe qu'une seule variable explicative et que celle-ci est qualitative, la régression logistique donne un résultat similaire à un test t de Student  
 C) On utilise la fonction logit dans le modèle de régression linéaire  
 D) L'odds ratio (ou OR), utilisé en régression linéaire, exprime force du lien entre X et Y, c'est le rapport des cotes  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 15 : On souhaite savoir si le sexe de l'enfant (0 = féminin) dépend de la technique utilisée et de l'âge des parents.**

		Odds Ratio [IC]	p	p global
Age madame		1.00 [0.974, 1.03]	0.9	
Age monsieur		0.995 [0.977, 1.01]	0.6	
Technique	ICSI vs FIV	0.836 [0.66, 1.06]	0.1	0.2
	IMSI vs FIV	0.836 [0.64, 1.09]	0.2	

**Indiquez la proposition exacte :**

- A) On peut conclure que l'âge de la mère ou l'âge du père ont une influence sur la probabilité que l'enfant soit de sexe masculin  
 B) La technique ICSI modifie statistiquement la probabilité que l'enfant soit de sexe masculin par rapport à la FIV  
 C) La technique IMSI modifie statistiquement la probabilité que l'enfant soit de sexe masculin par rapport à la FIV  
 D) La technique ICSI modifie statistiquement la probabilité que l'enfant soit de sexe masculin par rapport à la technique IMSI  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 16 : A propos des modèles multivariés, indiquez la proposition exacte :**

- A) Les analyses univariées permettent de prendre en compte les variables d'ajustement  
 B) Les analyses multivariées ne sont pas recommandées lorsqu'on cherche à établir un lien statistique entre plusieurs variables  
 C) La p-value quantifie le lien entre deux variables, tandis que les mesures d'association renseignent sur la significativité statistique  
 D) Les modèles statistiques multivariés permettent de mesurer à quel point un facteur agit sur la variable d'intérêt  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 17 :** Les notes à l'épreuve de première session d'anglais et de biostatistique de 60 étudiants inscrits en master en 2009 ont été analysées. Les statistiques descriptives résumées figurent dans le tableau suivant. Existe-t-il une relation entre la note d'anglais et la note de biostatistique en master ? Indiquez la proposition exacte :

	Anglais	Biostatistique
moyenne (m)	13,2	12,7
écart-type (s)	1,5	2,6
somme (anglais*biostat)	10173,0	

- A) Il s'agit d'un problème de régression  
 B) On note l'hypothèse nulle : «  $H_0$  = Il existe une liaison entre la note d'anglais et la note de biostatistique chez les étudiants de master »  
 C) Pour pouvoir utiliser un test de corrélation ici, il est nécessaire d'observer une indépendance des observations, et une liaison linéaire entre les deux variables  
 D) En obtenant un paramètre calculé de 0,5, on conclut que les notes de 1ère session d'anglais et de biostatistique ne sont pas corrélées chez les étudiants de master, au risque  $\alpha = 5\%$   
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Énoncé des QRUs 18 à 22 :** Une étude a été conduite sur un échantillon de 30 sujets pour déterminer si la valeur de la pression artérielle systolique dépendait de l'âge. Les statistiques descriptives sont présentées dans le tableau suivant.

	Age (an)	PAS (mmHg)
moyenne (m)	45	143
écart-type (s)	15	23
somme (âge*PAS)	199576	

**QRU 18 :** Les conditions d'application à vérifier avant d'estimer les paramètres (pente et ordonnée à l'origine) de la droite de régression linéaire de la pression artérielle systolique en fonction de l'âge sont (indiquez la proposition exacte) :

- A) Un degré de signification  $p < 0,05$   
 B) Des effectifs théoriques attendus sous l'hypothèse nulle  $H_0$  tous supérieurs ou égaux à 5  
 C) Une dépendance entre les observations  
 D) Une liaison linéaire entre la pression artérielle systolique et l'âge  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 19 :** Dans la droite de régression de la pression artérielle systolique en fonction de l'âge (dont l'équation est  $PAS = \alpha + \beta \times \text{âge}$ ), indiquez la proposition exacte :

- A) L'âge est la variable dépendante  
 B) La pression artérielle systolique est la variable explicative  
 C) La pression artérielle systolique est la variable indépendante  
 D) L'âge est la variable expliquée  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 20 :** L'estimation du coefficient de la pente (b) de la droite de régression est de 1.0 et l'estimation de son écart-type (sb) est de 0.2. La valeur observée du test de la pente de la droite de régression est égale à (indiquez la proposition exacte) :

- A) 2,048  
 B) 5  
 C) 0,05  
 D) 28  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QRU 21 : Le degré de signification (P-value) associé au test du coefficient de la pente de la droite de régression est inférieur à 0.001. Comment interpréter cette information ? Indiquez la proposition exacte :**

- A) La pente de la droite de régression diffère significativement de 0
- B) La pente de la droite de régression est égale à 0
- C) La pression artérielle systolique moyenne diffère significativement de l'âge moyen
- D) La pente de la droite de régression est significativement inférieure à 0.001
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QRU 22 : A propos de l'estimation du coefficient de l'ordonnée à l'origine (a) de la droite de régression, indiquez la proposition exacte :**

- A) Une particularité de la droite de régression est de passer par le point moyen théorique de coordonnée ( $m_x$ ,  $m_y$ )
- B) L'estimateur de l'ordonnée à l'origine  $b$  est déduit de la pente  $a$  et des coordonnées du point moyen ( $m_x$ ,  $m_y$ ) :  $b = m_y - am_x$
- C) On note  $a = m_y - bm_x$ , avec  $m_x = m_{PAS} = 143$  et  $m_y = m_{\text{âge}} = 45$
- D) L'estimation du coefficient de l'ordonnée à l'origine ( $a$ ) de la droite de régression est égale à 48
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Modèles multivariés****2020 – 2021 (Pr. Staccini)****QRU 1 : B**

- A) Faux : LA statistique
- B) Vrai
- C) Faux : la régression linéaire
- D) Faux : il existe un lien significatif
- E) Faux

**QRU 2 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : il est préconisé d'ajouter les variables pas-à-pas, ne pas ajouter de nouvelles variables tant que celles présentes suffisent (balance explication/prédiction)
- C) Faux : quantitatives
- D) Faux : si les variables sont liées entre elles, l'essentiel de l'information (cad la variance) est contenu dans les deux ou trois premières composantes principales
- E) Faux

**QRU 3 : D**

- A) Faux :  $p*(p+1)/2$  corrélations possibles
- B) Faux : **maximisant** la variance +++
- C) Faux : non-corrélée (principe d'orthogonalité)
- D) Vrai
- E) Faux

**QRU 4 : B**

- A) Faux : dans le cours, on dit que la droite d'ajustement, ou droite de régression, permet de résumer au mieux le nuage de points
- B) Vrai
- C) Faux : on veut aussi SCE la plus petite possible
- D) Faux : l'équation finale s'écrit  $Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$ , ou  $E(Y/X) = \alpha + \beta X$
- E) Faux

**QRU 5 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : il n'existe pas de lien
- C) Faux : il existe un lien
- D) Faux : on calcule le pourcentage de variance expliquée  $R^2$
- E) Faux

**QRU 6 : D**

- A) Faux : **quantitatives** ++
- B) Faux : on cherche la **corrélation** entre les variables ++
- C) Faux : dans un espace en **2** dimensions
- D) Vrai +++
- E) Faux

**QRU 7 : C**

- A) Faux : dans les statistiques descriptives
- B) Faux : dans les analyses univariées
- C) Vrai ++
- D) Faux : si, quand même
- E) Faux

**QRU 8 : E**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux : c'est de la régression linéaire multiple
- E) Vrai : la régression linéaire permet tout ça +++

**QRU 9 : C**

- A) Faux : j'ai inversé X et Y
- B) Faux : c'est-à-dire le rapport **p/1-p** (désolée, mais le prof veut que vous connaissiez la fonction logit..)
- C) Vrai
- D) Faux : si, c'est même une de ses conditions d'application
- E) Faux

**QRU 10 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : utilisé pour la régression logistique
- C) Faux : la régression linéaire
- D) Faux : et qu'elle est **qualitative**
- E) Faux

**QRU 11 : C**

- A) Faux : on utilise la régression linéaire principalement pour des variables à expliquer qui sont quantitatives continues
- B) Faux : résultat proche d'un test t de Student ++
- C) Vrai
- D) Faux : ils ne les prennent pas en compte, or ceux-ci sont fréquents en médecine, et il est donc nécessaire d'avoir recours à des méthodes statistiques plus complexes = les modèles statistiques de régression (analyse multivariée)
- E) Faux

**Pour mieux comprendre : FACTEURS DE CONFUSION :**

*Imaginons que l'on souhaite savoir si les buveurs de café ont un risque plus élevé de développer un cancer du poumon. Si on fait un simple test statistique, on s'apercevra qu'il existe une association significative entre les deux. Or, dans ce cas, ne pas ajuster serait une erreur, car il est nécessaire de prendre en compte (entre autres) le tabagisme comme variable de confusion.*

*L'association significative trouvée par le test serait due à la fois à l'association statistique entre tabagisme et cancer, et à la fréquence de consommation du café plus fréquente chez les fumeurs, constituant donc un fameux biais de confusion.*

**QRU 12 : C**

- A) Faux : chacun des facteurs **X** pouvant avoir une influence sur la variable **Y**
- B) Faux : ne soit PAS dû au hasard
- C) Vrai +++
- D) Faux : on rejette l'hypothèse nulle
- E) Faux

**QRU 13 : B**

- A) Faux : L'âge de la mère n'influence pas le poids de l'enfant ( $p > 0.05$ ); pour chaque année supplémentaire, le poids de l'enfant augmente de 4.45g, avec un intervalle de confiance comprenant 0 : [-0.152, 9.0]
- B) Vrai : +138g [100, 180]
- C) Faux : avoir une grossesse multiple a pour conséquence un poids plus faible chez l'enfant ( $p$  global  $< 0.001$ )
- D) Faux : Avoir une malformation diminue significativement le poids de l'enfant (-71.4g [-138, -4.87])
- E) Faux

**QRU 14 : A**

- A) Vrai : on note Y est le sexe masculin, et X le régime alimentaire. La variable à expliquer est bien binaire
- B) Faux : à un test du Khi-2
- C) Faux : dans le modèle de régression logistique
- D) Faux : utilisé en régression logistique
- E) Faux

**QRU 15 : E**

- A) Faux : Ni l'âge de la mère, ni l'âge du père n'ont une influence sur la probabilité que l'enfant soit de sexe masculin ( $p > 0.05$ )  
B) Faux : La technique ICSI ne modifie pas statistiquement la probabilité que l'enfant soit de sexe masculin ( $p > 0.05$ ) par rapport à la FIV  
C) Faux : La technique IMSI ne modifie pas statistiquement la probabilité que l'enfant soit de sexe masculin ( $p > 0.05$ ) par rapport à la FIV  
D) Faux : Les deux techniques ICSI et IMSI ne sont pas comparées entre elles  
E) Faux

**QRU 16 : D**

- A) Faux : non, ce sont les analyses multivariées qui les prennent en compte  
B) Faux : si, justement  
C) Faux : c'est l'inverse  
D) Vrai  
E) Faux

**QRU 17 : C**

- A) Faux : il s'agit d'un problème de corrélation. Il est possible que les 2 variables soient liées mais l'une n'est pas susceptible de dépendre de l'autre : il ne s'agit donc pas d'un problème de régression.  
B) Faux :  $H_0$  = il n'existe PAS de liaison linéaire entre la note d'anglais et la note de biostatistique chez les étudiants de master  
C) Vrai  
D) Faux : on a  $r=0,5 > 0$  donc on a une liaison positive : les notes de 1ère session d'anglais et de biostatistique sont positivement corrélées chez les étudiants de master  
E) Faux

**QRU 18 : D**

- A) Faux : Le degré de signification est déterminé a posteriori (cad après avoir calculé la valeur du test). Ce n'est pas une condition d'application du test qui doit être vérifiée a priori (i.e., avant de calculer la valeur du test)  
B) Faux : (il s'agit d'une condition d'application du test du Chi2, *mais peu importe, ne retenez pas ça*)  
C) Faux : une indépendance des observations  
D) Vrai : le plus souvent vérifiée empiriquement (sur les données de l'échantillon) par l'examen du nuage de points  
E) Faux

**QRU 19 : E**

- A) Faux : La pression artérielle systolique est la variable dépendante  
B) Faux : L'âge est la variable explicative  
C) Faux : L'âge est la variable indépendante  
D) Faux : La pression artérielle systolique est la variable expliquée  
E) Vrai : on a : **X = l'âge est la variable explicative (= indépendante)**  
et **Y = la pression artérielle systolique est la variable dépendante (= expliquée ou « à expliquer »)**

**QRU 20 : B**

- A) Faux : (il s'agit de la valeur de  $t_\alpha$  pour 28 ddl)  
B) Vrai : on effectue le test de la pente de la droite de régression (*voir ci-contre*)  
C) Faux : (il s'agit de la valeur du risque alpha)  
D) Faux : (il s'agit du nombre de degré de liberté test de la pente de la droite de régression pour un échantillon de 30 sujets)  
E) Faux

$$\frac{b}{s_b} \rightarrow t_{(n-2)ddl}$$

$$t_o = \frac{1}{0,2} = 5$$

**QRU 21 : A**

Pour résoudre ce QRU, on va :

1. Formuler les hypothèses du test de la pente de la droite de régression :
  - $H_0$  : la pente de la droite de régression est nulle :  $\beta = 0$  (ou  $PAS = \alpha$ )
  - $H_1$  : la pente de la droite de régression est différente de 0 :  $\beta \neq 0$  (ou  $PAS = \alpha + \beta \cdot \text{âge}$ )
2. Conclure à l'aide de la  $P$ -value :  $P < 0.001 \rightarrow P < \alpha$  : rejet de  $H_0$  : acceptation de  $H_1$  La pente de la droite de régression est différente de 0 :  $\beta \neq 0$

A) Vrai

B) Faux : il s'agit de  $H_0$

C) Faux : aucun intérêt de comparer la PAS moyenne à l'âge moyen (ils sont forcément différents)

D) Faux : 0.001 est le degré de signification ( $P$ -value) du test. Le degré de signification du test est une notion distincte de l'estimation ponctuelle de la pente de la droite de régression ( $b = 1.0$ )

E) Faux

**QRU 22 : A**

A) Vrai

B) Faux : L'estimateur de l'ordonnée à l'origine **a** est déduit de la pente **b** et des coordonnées du point moyen ( $m_x$ ,  $m_y$ ) :  **$a = m_y - b m_x$**

C) Faux : On note  $a = m_y - b m_x$ , avec  $m_y = m_{PAS} = 143$  et  $m_x = m_{\text{âge}} = 45$

D) Faux : à 98 ( $a = 143 - (1 \times 45) = 98$ )

E) Faux

# 14. Tables : Loi Normale centrée réduite, $X^2$ , Ecart réduit, U de Mann-Whitney, $r'$ de Spearman, T de Student

Table du  $X^2$ 

n <sup>p</sup>	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
1	0,0158	0,0642	0,148	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635
2	0,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210
3	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,341
4	1,064	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277
5	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	13,388	15,086
6	2,204	3,070	3,828	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812
7	2,833	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	16,622	18,475
8	3,490	4,594	5,527	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	18,168	20,090
9	4,168	5,380	6,393	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666
10	4,865	6,179	7,267	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	21,161	23,209
11	5,578	6,989	8,148	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	22,618	24,725
12	6,304	7,807	9,034	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	24,054	26,217

Table de l'écart réduit

	$\alpha$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	$\infty$	2,576	2,326	2,17	2,054	1,96	1,881	1,812	1,751	1,695
0,1	1,645	1,598	1,555	1,514	1,476	1,44	1,405	1,372	1,341	1,311
0,2	1,282	1,254	1,227	1,2	1,175	1,15	1,126	1,103	1,08	1,058
0,3	1,036	1,015	0,994	0,974	0,954	0,935	0,915	0,896	0,878	0,86
0,4	0,842	0,824	0,806	0,789	0,772	0,755	0,739	0,722	0,706	0,69
0,5	0,674	0,659	0,643	0,628	0,613	0,598	0,583	0,568	0,553	0,539
0,6	0,524	0,51	0,496	0,482	0,468	0,454	0,44	0,426	0,412	0,399
0,7	0,385	0,372	0,358	0,345	0,332	0,319	0,305	0,292	0,279	0,266
0,8	0,253	0,24	0,228	0,215	0,202	0,189	0,176	0,164	0,151	0,138
0,9	0,126	0,113	0,1	0,088	0,075	0,063	0,05	0,038	0,025	0,013

Table pour les petites valeurs de la probabilité

0,001	0,000 1	0,000 01	0,000 001	0,000 000 1	0,000 000 01	0,000 000 001
3,2905	3,89059	4,41717	4,89164	5,32672	5,73073	6,10941

Table U de Mann-Whitney

$n_1$  est le plus petit des 2 effectifs, U le plus petit des 2 U calculés

n2-n1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-	-	-	0	2	5	8	13	17	23
1	-	-	-	1	3	6	10	15	20	26
2	-	-	0	2	5	8	12	17	23	29
3	-	-	0	3	6	10	14	19	26	33
4	-	-	1	4	7	11	16	22	28	36
5	-	-	2	4	8	13	18	24	31	39
6	-	0	2	5	9	14	20	26	34	42
7	-	0	3	6	11	16	22	29	37	45
8	-	0	3	7	12	17	24	31	39	48
9	-	0	4	8	13	19	26	34	42	52

Intégrale $\Pi(t)$ de la Loi Normale Centrée Réduite $N(0; 1)$ .
------------------------------------------------------------------

$$\Pi(t) = P(X \leq t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad \text{et} \quad \Pi(-t) = 1 - \Pi(t).$$

t	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.7	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.8	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Table R' de Spearman

Table r' de Spearman



	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>4</b>	1.00	-
<b>5</b>	0.90	1.00
<b>6</b>	<b>0.83</b>	0.94
<b>7</b>	0.71	0.89
<b>8</b>	0.64	0.83
<b>9</b>	0.60	0.78
<b>10</b>	0.56	0.75
<b>12</b>	0.51	0.71
<b>14</b>	0.46	0.64
<b>16</b>	0.42	0.60
<b>18</b>	0.40	0.56
<b>20</b>	0.38	0.53
<b>22</b>	0.36	0.51



Table de la loi T de Student

	Seuil de risque $\alpha$ (bilatéral)													
	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005	0,001
DDL														
1	0,1584	0,3249	0,5095	0,7265	1	1,3764	1,9626	3,0777	6,3137	12,706	31,821	63,656	127,32	636,58
2	0,1421	0,2887	0,4447	0,6172	0,8165	1,0607	1,3862	1,8856	2,92	4,3027	6,9645	9,925	14,089	31,6
3	0,1366	0,2767	0,4242	0,5844	0,7649	0,9785	1,2498	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8408	7,4532	12,924
4	0,1338	0,2707	0,4142	0,5686	0,7407	0,941	1,1896	1,5332	2,1318	2,7765	3,7469	4,6041	5,5975	8,6101
5	0,1322	0,2672	0,4082	0,5594	0,7267	0,9195	1,1558	1,4759	2,015	2,5706	3,3649	4,0321	4,7733	6,8685
6	0,1311	0,2648	0,4043	0,5534	0,7176	0,9057	1,1342	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074	4,3168	5,9587
7	0,1303	0,2632	0,4015	0,5491	0,7111	0,896	1,1192	1,4149	1,8946	2,3646	2,9979	3,4995	4,0294	5,4081
8	0,1297	0,2619	0,3995	0,5459	0,7064	0,8889	1,1081	1,3968	1,8595	2,306	2,8965	3,3554	3,8325	5,0414
9	0,1293	0,261	0,3979	0,5435	0,7027	0,8834	1,0997	1,383	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	3,6896	4,7809
10	0,1289	0,2602	0,3966	0,5415	0,6998	0,8791	1,0931	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693	3,5814	4,5868
11	0,1286	0,2596	0,3956	0,5399	0,6974	0,8755	1,0877	1,3634	1,7959	2,201	2,7181	3,1058	3,4966	4,4369
12	0,1283	0,259	0,3947	0,5386	0,6955	0,8726	1,0832	1,3562	1,7823	2,1788	2,681	3,0545	3,4284	4,3178
13	0,1281	0,2586	0,394	0,5375	0,6938	0,8702	1,0795	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123	3,3725	4,2209
14	0,128	0,2582	0,3933	0,5366	0,6924	0,8681	1,0763	1,345	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768	3,3257	4,1403
15	0,1278	0,2579	0,3928	0,5357	0,6912	0,8662	1,0735	1,3406	1,7531	2,1315	2,6025	2,9467	3,286	4,0728
16	0,1277	0,2576	0,3923	0,535	0,6901	0,8647	1,0711	1,3368	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208	3,252	4,0149
17	0,1276	0,2573	0,3919	0,5344	0,6892	0,8633	1,069	1,3334	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982	3,2224	3,9651
18	0,1274	0,2571	0,3915	0,5338	0,6884	0,862	1,0672	1,3304	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784	3,1966	3,9217
19	0,1274	0,2569	0,3912	0,5333	0,6876	0,861	1,0655	1,3277	1,7291	2,093	2,5395	2,8609	3,1737	3,8833
20	0,1273	0,2567	0,3909	0,5329	0,687	0,86	1,064	1,3253	1,7247	2,086	2,528	2,8453	3,1534	3,8496
21	0,1272	0,2566	0,3906	0,5325	0,6864	0,8591	1,0627	1,3232	1,7207	2,0796	2,5176	2,8314	3,1352	3,8193
22	0,1271	0,2564	0,3904	0,5321	0,6858	0,8583	1,0614	1,3212	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188	3,1188	3,7922
23	0,1271	0,2563	0,3902	0,5317	0,6853	0,8575	1,0603	1,3195	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073	3,104	3,7676
24	0,127	0,2562	0,39	0,5314	0,6848	0,8569	1,0593	1,3178	1,7109	2,0639	2,4922	2,797	3,0905	3,7454
25	0,1269	0,2561	0,3898	0,5312	0,6844	0,8562	1,0584	1,3163	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874	3,0782	3,7251
26	0,1269	0,256	0,3896	0,5309	0,684	0,8557	1,0575	1,315	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787	3,0669	3,7067
27	0,1268	0,2559	0,3894	0,5306	0,6837	0,8551	1,0567	1,3137	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707	3,0565	3,6895
28	0,1268	0,2558	0,3893	0,5304	0,6834	0,8546	1,056	1,3125	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633	3,047	3,6739
29	0,1268	0,2557	0,3892	0,5302	0,683	0,8542	1,0553	1,3114	1,6991	2,0452	2,462	2,7564	3,038	3,6595
30	0,1267	0,2556	0,389	0,53	0,6828	0,8538	1,0547	1,3104	1,6973	2,0423	2,4573	2,75	3,0298	3,646
31	0,1267	0,2555	0,3889	0,5298	0,6825	0,8534	1,0541	1,3095	1,6955	2,0395	2,4528	2,744	3,0221	3,6335
32	0,1267	0,2555	0,3888	0,5297	0,6822	0,853	1,0535	1,3086	1,6939	2,0369	2,4487	2,7385	3,0149	3,6218
33	0,1266	0,2554	0,3887	0,5295	0,682	0,8526	1,053	1,3077	1,6924	2,0345	2,4448	2,7333	3,0082	3,6109
34	0,1266	0,2553	0,3886	0,5294	0,6818	0,8523	1,0525	1,307	1,6909	2,0322	2,4411	2,7284	3,002	3,6007
35	0,1266	0,2553	0,3885	0,5292	0,6816	0,852	1,052	1,3062	1,6896	2,0301	2,4377	2,7238	2,9961	3,5911
36	0,1266	0,2552	0,3884	0,5291	0,6814	0,8517	1,0516	1,3055	1,6883	2,0281	2,4345	2,7195	2,9905	3,5821
37	0,1265	0,2552	0,3883	0,5289	0,6812	0,8514	1,0512	1,3049	1,6871	2,0262	2,4314	2,7154	2,9853	3,5737
38	0,1265	0,2551	0,3882	0,5288	0,681	0,8512	1,0508	1,3042	1,686	2,0244	2,4286	2,7116	2,9803	3,5657
39	0,1265	0,2551	0,3882	0,5287	0,6808	0,8509	1,0504	1,3036	1,6849	2,0227	2,4258	2,7079	2,9756	3,5581
40	0,1265	0,255	0,3881	0,5286	0,6807	0,8507	1,05	1,3031	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045	2,9712	3,551
41	0,1264	0,255	0,388	0,5285	0,6805	0,8505	1,0497	1,3025	1,6829	2,0195	2,4208	2,7012	2,967	3,5443
42	0,1264	0,255	0,388	0,5284	0,6804	0,8503	1,0494	1,302	1,682	2,0181	2,4185	2,6981	2,963	3,5377
43	0,1264	0,2549	0,3879	0,5283	0,6802	0,8501	1,0491	1,3016	1,6811	2,0167	2,4163	2,6951	2,9592	3,5316
44	0,1264	0,2549	0,3878	0,5282	0,6801	0,8499	1,0488	1,3011	1,6802	2,0154	2,4141	2,6923	2,9555	3,5258
45	0,1264	0,2549	0,3878	0,5281	0,68	0,8497	1,0485	1,3007	1,6794	2,0141	2,4121	2,6896	2,9521	3,5203
46	0,1264	0,2548	0,3877	0,5281	0,6799	0,8495	1,0482	1,3002	1,6787	2,0129	2,4102	2,687	2,9488	3,5149
47	0,1263	0,2548	0,3877	0,528	0,6797	0,8493	1,048	1,2998	1,6779	2,0117	2,4083	2,6846	2,9456	3,5099
48	0,1263	0,2548	0,3876	0,5279	0,6796	0,8492	1,0478	1,2994	1,6772	2,0106	2,4066	2,6822	2,9426	3,505
49	0,1263	0,2547	0,3876	0,5278	0,6795	0,849	1,0475	1,2991	1,6766	2,0096	2,4049	2,68	2,9397	3,5005
50	0,1263	0,2547	0,3875	0,5278	0,6794	0,8489	1,0473	1,2987	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778	2,937	3,496