

## Certificat d'Expertise Actuarielle Epreuve QCM de sélection

**Mardi 23 septembre 2025**

*Aucun document autorisé (sauf papier brouillon)*

Les consignes indiquées ci-dessous sont suffisamment explicites pour ne pas laisser de doute quant à leur interprétation.

**Barème de notation : une seule bonne réponse est attendue.**

- 1 bonne réponse : +1 point
- 1 mauvaise réponse : 0 point
- pas de réponse : 0 point

**Matériel interdit :**

Accès internet - Téléphone portable - Tablette, montre connectée, Clé USB – 3G/4G, documents.

Navigation sur votre ordinateur (Word, Excel, internet...) pendant la durée du test

Le non-respect de ces consignes entraînera soit l'exclusion de l'épreuve soit son annulation.

**Matériel autorisé :**

Papier brouillon / calculatrice simple (type collègue)

## MATHÉMATIQUES FINANCIÈRES DE BASE POUR L'ACTUARIAT

**Pour les 14 questions suivantes, on adopte la convention de taux annuel, les intérêts étant payés en fin de période. Les annuités des crédits sont payées en fin de période.**

- 1. Un particulier fait 10 placements annuels (versés en début de période) de 12 000 euros au taux de 3.5%. Quelle est la valeur de son placement à la fin de la 10ème année ?**
  - a) 140 777 euros
  - b) 145 704 euros
  - c) 147 321 euros
- 2. Quelle est l'annuité d'un crédit de 100 000 euros d'une durée de 20 ans au taux de 3%?**
  - a) 6 722 euros
  - b) 6 957 euros
  - c) 7 036 euros
- 3. Quelles sont les annuités d'un crédit de 15 000 euros d'une durée de 15 ans dont 2 ans de différé total, au taux de 3.5% ?**
  - a) 525 euros les 2 premières années et 1456 euros les 13 années suivantes.
  - b) 525 euros les 2 premières années et 1560 euros les 13 années suivantes.
  - c) 0 euros les 2 premières années et 1 560 euros les 13 années suivantes.
- 4. Soit un crédit de 3 000 euros d'une durée de 3 ans au taux de 2.4%. Les deux premières annuités sont de 1 000 euros. Quel est le montant de la troisième annuité ?**
  - a) 1 000 euros
  - b) 1 048 euros
  - c) 1 149 euros
- 5. Quel est le coût (i.e. le montant total des intérêts) d'un crédit de 1 000 000 euros (avec annuités constantes) d'une durée de 30 ans au taux de 4.5% ?**
  - a) 675 000 euros
  - b) 753 776 euros
  - c) 841 746 euros

6. Quel est le coût d'un crédit de 150 000 euros sur 15 ans à amortissement in fine, sachant que le taux est de 3% ?
- a) 38 475 euros
  - b) 67 500 euros
  - c) 83 695 euros
7. Soit un crédit à amortissement constant de 400 000 euros sur 20 ans au taux de 4%. Quel est le montant de la 17ème annuité ?
- a) 20 000 euros
  - b) 22 400 euros
  - c) 23 200 euros
8. Quel est le montant d'un crédit d'une durée de 15 ans, sachant que le taux est de 3% et que l'annuité est constante à 3 000 euros ?
- a) 35 814 euros
  - b) 40 145 euros
  - c) 45 000 euros
9. Soit un crédit de 8 000 euros d'une durée de 4 ans au taux de 2 %, dont les trois premières annuités sont de 2 000 euros. Quel est le coût de ce crédit ?
- a) 400 euros
  - b) 408 euros
  - c) 416 euros
10. Quel le taux d'un crédit de 20 000 euros d'une durée de 4 ans dont les trois premières annuités sont de 5 000 euros et la dernière annuité est de 6 041 euros ?
- a) 1.3%
  - b) 2 %
  - c) 2.5%
11. Quelle est la duration d'une obligation 5 ans de nominal 100 qui paie un coupon de 3 et qui cote 100 ?
- a) 4.72
  - b) 4.85
  - c) 5



12. Quel est le prix forward à terme d'échéance 10 ans d'une action (sans dividende ni repo) qui cote 76 euros aujourd'hui, sachant que le taux 10 ans est de 2.5% ?
- a) 95 euros
  - b) 97.29 euros
  - c) 99.47 euros
13. On considère un modèle binomial à une période. Le taux sans risque est de 2%. L'actif risqué cote aujourd'hui à 40 euros, dans 1 an il cotera à 44 euros avec probabilité 0.4, ou à 36 euros avec probabilité 0.6. Une option de vente (ou put) donne le droit (et non l'obligation) de vendre dans 1 an l'actif risqué au prix (strike)  $K=40$  euros. Quelle est la valeur de cette option de vente en  $t = 0$  ?
- a) 1.57
  - b) 1.60
  - c) 2.35
14. On vend 100 options d'achat (calls) sur une actif risqué (de type action) qui cote aujourd'hui 28 euros. Ces options d'achat donne le droit (et non l'obligation) d'acheter dans 1 an l'actif risqué au prix (strike)  $K=32$  euros. Le taux sans risque est de 2.5%. Comment dois je me couvrir?
- a) J'achète 33 actions et j'emprunte de l'actif sans risque
  - b) Je vends 33 actions et j'emprunte de l'actif sans risque
  - c) Je vends 33 actions et je place sur l'actif sans risque

## STATISTIQUE ET ANALYSE DE DONNÉES

1. **En statistique mathématique (ou statistique inférentielle), une statistique est une fonction des variables du modèle ; c'est :**
  - a. une variable gaussienne
  - b. une variable aléatoire
  - c. une variable centrée réduite
  - d. une variable de Student
  
2. **Un estimateur d'un paramètre inconnu est une statistique construite de manière à :**
  - a. être égale à la valeur du paramètre
  - b. décrire les valeurs possibles du paramètre
  - c. converger vers la valeur du paramètre
  - d. rejeter les valeurs impossibles du paramètre
  
3. **La qualité d'un estimateur se mesure par le risque quadratique, qui est :**
  - a. la somme du biais au carré et de la variance de l'estimateur
  - b. la somme du biais au carré et de l'espérance de l'estimateur au carré
  - c. la somme de l'espérance de l'estimateur au carré et de sa variance
  - d. la somme du biais et de l'écart-type de l'estimateur
  
4. **Estimer un intervalle de confiance pour un paramètre inconnu consiste à :**
  - a. encadrer un estimateur entre deux valeurs
  - b. encadrer le paramètre inconnu entre deux estimateurs
  - c. encadrer le paramètre inconnu entre deux valeurs
  - d. encadrer un estimateur entre deux paramètres

5. Lors d'un vote, on demande à 100 personnes lors de leur sortie du bureau de vote s'ils ont voté pour le candidat A ou le candidat B. 60 se prononcent pour le candidat A (et donc 40 pour le candidat B). On considère que la probabilité de voter pour le candidat A suit une loi de Bernoulli de paramètre  $p$ , et on cherche un intervalle de confiance à 95% pour  $p$ .

*On pourra procéder à une approximation normale, en supposant que cette loi de Bernoulli est une loi normale d'espérance  $p$  et de variance  $p(1-p)$ , et on rappelle que le quantile 0,95 d'une loi normale standard est 1,64, et le quantile 0,975 est 1,96.*

**L'intervalle de confiance bilatéral pour  $p$  est :**

- a. 0,473 – 0,727
  - b. 0,504 – 0,696
  - c. 0,510 – 0,680
  - d. 0,595 – 0,505
6. Multiplier par deux la taille de l'échantillon donnerait un intervalle de confiance de largeur :
- a. 1,414 fois plus petite
  - b. 2 fois plus petite
  - c. 1,414 fois plus grande
  - d. 2 fois plus grande
7. Un test paramétrique permet de décider entre deux alternatives, notées  $H_0$  et  $H_1$ . Dans un test, on fixe :
- a. la probabilité d'erreur de première espèce, qui consiste à refuser  $H_0$  alors que  $H_0$  est vraie
  - b. la probabilité d'erreur de première espèce, qui consiste à refuser  $H_1$  alors que  $H_1$  est vraie
  - c. la probabilité d'erreur de seconde espèce, qui consiste à refuser  $H_0$  alors que  $H_0$  est vraie
  - d. la probabilité d'erreur de seconde espèce, qui consiste à refuser  $H_1$  alors que  $H_1$  est vraie
8. Une analyse en composantes principales (ACP) est :
- a. une méthode permettant de visualiser les ressemblances et oppositions entre des individus décrits par des variables qualitatives
  - b. une méthode permettant de visualiser les ressemblances et oppositions entre des individus décrits par des variables quantitatives
  - c. une méthode permettant d'expliquer des variables qualitatives par des variables quantitatives
  - d. une méthode d'estimation des paramètres d'un modèle multivarié

**9. L'ACP produit des valeurs propres et des vecteurs propres. Ce sont :**

- a. les moyennes des composantes principales, et leurs variances
- b. les axes d'inertie du nuage et leurs corrélations
- c. l'inertie expliquée par les axes de dispersion maximale du nuage, et les composantes principales associées
- d. l'inertie expliquée par les axes de dispersion maximale du nuage, et les vecteurs directeurs de ces axes

**10. Dans une analyse en composantes principales, une valeur propre associée à un axe principal est aussi :**

- a. l'espérance de la composante principale associée
- b. la variance de la composante principale associée
- c. la covariance de la composante principale et des variables initiales
- d. la part des corrélations expliquée par cet axe

**11. En ACP, les composantes principales sont de nouvelles variables intéressantes car :**

- a. elles sont sans biais
- b. elles sont de variance minimale
- c. elles sont plus simples que les variables de départ
- d. elles sont les plus corrélées, en moyenne, aux variables de départ

**12. Une AFC est une analyse factorielle des profils des lignes et des profils des colonnes. Le vecteur représentant une modalité de X est composé :**

- a. des fréquences des modalités de Y dans la population
- b. des fréquences des modalités de Y dans la sous-population prenant cette modalité de X
- c. des fréquences jointes de X et de Y pour les modalités en question
- d. des fréquences des modalités de X dans la population

**13. L'indépendance des variables se traduit par :**

- a. toutes les valeurs propres égales en ACP et en AFC
- b. toutes les valeurs propres nulles sauf une en ACP et en AFC
- c. toutes les valeurs propres égales à 1 en ACP et en AFC
- d. toutes les valeurs propres égales en ACP et toutes valeurs propres nulles sauf une en AFC

**14. En classification ascendante hiérarchique, la méthode de Ward (stratégie d'agrégation de Ward) permet à chaque étape :**

- a. d'augmenter l'inertie interclasse et d'augmenter l'inertie intraclasse
- b. de diminuer l'inertie interclasse et d'augmenter l'inertie intraclasse
- c. d'augmenter l'inertie interclasse et de diminuer l'inertie intraclasse
- d. de diminuer l'inertie interclasse et de diminuer l'inertie intraclasse

## MATHÉMATIQUES DE L'ASSURANCE NON-VIE

- On considère un contrat de RC professionnelle d'une durée de 3 ans avec une prime émise totale de 480k€. La prime est fractionnée au trimestre avec des échéances de 40k€, échues le 1<sup>er</sup> jour du trimestre. Le contrat à effet différé est signé le 1<sup>er</sup> avril 2025 pour un début de couverture le 1<sup>er</sup> juillet de la même année. Quel est le montant de provision pour prime non acquise relative à ce contrat à l'arrêté du 31/12/2025 ?
  - 80k€
  - 120k€
  - 360k€
  - 400k€
  
- On se donne les éléments suivants d'un compte de résultat. Tout est en m€. Tous les contrats sont annuels, sans effet différé, sans tacite reconduction. Les quantités non précisées sont supposées nulles. Donnez le résultat net de réassurance à fin N.

Prime émise le 1 <sup>er</sup> janvier N-1	240
Prime émise le 1 <sup>er</sup> juillet N-1	180
Prime émise le 1 <sup>er</sup> janvier N	220
Prime émise le 1 <sup>er</sup> avril N	120
Prime émise le 1 <sup>er</sup> juillet N	120
Règlements en N sur survenance courante	160
Règlements en N sur survenances antérieures	210
Frais payés en N	75
Produits financiers perçus en N	80
PSAP à fin N-1	1250
PSAP à fin N	1340
Prime de réassurance payée en N	80
Récupérations de réassurance en N	50

- 25
- 15
- 5
- 35

3. On se donne les triangles suivants (règlements cumulés, et charges dossier/dossier cumulées) vus à fin 2024. Tous les montants sont en m€. Il n’y a ni recours ni prévisions de recours.

Triangle de règlements cumulés						Triangle de charges							
↓ SURV	DEV →	1	2	3	4	5	↓ SURV	DEV →	1	2	3	4	5
2020		70	90	130	140	150	2020		130	140	140	150	150
2021		30	100	120	130		2021		70	150	140	150	
2022		80	100	130			2022		150	160	170		
2023		100	120				2023		160	170			
2024		90					2024		160				

Quel est le flux de règlement observé en 2023 ?

- a. 150
  - b. 160
  - c. 460
  - d. 620
4. On se donne les triangles suivants (règlements cumulés, et charges dossier/dossier cumulées) vus à fin 2024. Tous les montants sont en m€. Il n’y a ni recours ni prévisions de recours.

Triangle de règlements cumulés						Triangle de charges							
↓ SURV	DEV →	1	2	3	4	5	↓ SURV	DEV →	1	2	3	4	5
2020		70	90	130	140	150	2020		130	140	140	150	150
2021		30	100	120	130		2021		70	150	140	150	
2022		80	100	130			2022		150	160	170		
2023		100	120				2023		160	170			
2024		90					2024		160				

Les triangles font apparaître un point aberrant pouvant faire l’objet d’une exclusion de coefficient de passage individuel. La charge ultime de quelle survenance sera impactée par cette exclusion en cas d’utilisation de la méthode de Chain-Ladder pour le provisionnement ?

- a. 2020
- b. 2021
- c. 2022
- d. 2023
- e. 2024

5. On se donne les triangles suivants (règlements cumulés, et charges dossier/dossier cumulées) vus à fin 2024. Tous les montants sont en m€. Il n’y a ni recours ni prévisions de recours.

Triangle de règlements cumulés						Triangle de charges							
↓ SURV	DEV →	1	2	3	4	5	↓ SURV	DEV →	1	2	3	4	5
2020		70	90	130	140	150	2020		130	140	140	150	150
2021		30	100	120	130		2021		70	150	140	150	
2022		80	100	130			2022		150	160	170		
2023		100	120				2023		160	170			
2024		90					2024		160				

En appliquant la méthode de Chain-Ladder et en vous autorisant une unique exclusion de coefficient de passage individuel, donnez le montant total d’IBNR provisionnés sur la base du triangle de règlements à fin 2024.

- a. 620
  - b. 622
  - c. 791
  - d. 800
  - e. 821
  - f. 847
6. On se donne les triangles suivants (règlements cumulés, et charges dossier/dossier cumulées) vus à fin 2024. Tous les montants sont en m€. Il n’y a ni recours ni prévisions de recours.

Triangle de règlements cumulés						Triangle de charges							
↓ SURV	DEV →	1	2	3	4	5	↓ SURV	DEV →	1	2	3	4	5
2020		70	90	130	140	150	2020		130	140	140	150	150
2021		30	100	120	130		2021		70	150	140	150	
2022		80	100	130			2022		150	160	170		
2023		100	120				2023		160	170			
2024		90					2024		160				

Sur la base de la projection précédente, donnez la cadence de règlement moyen après deux ans de développement.

- a. 45%
- b. 53%
- c. 66%
- d. 86%

7. Pour les 3 questions qui suivent, on se donne le programme de réassurance TGN (tempête grêle neige) suivant. Tous les montants sont en m€. On note avec un @ le nombre de reconstitutions.

Tranche 1 : 300 Cat XS 200 @1 rec

Tranche 2 : 300 Cat XS 500 @0 rec

Cat Aggregate 200 XS 1000, appliqué au net du traité Cat XS

**Il survient un premier événement TGN pour un coût total de 700. Quel est le montant des cessions au programme de réassurance ?**

- a. 0
- b. 500
- c. 600
- d. 700

8. Il survient trois événements TGN supplémentaires pour un coût respectif de 200, 500 et 500. Quel est le montant total des cessions au programme de réassurance pour les 4 événements ?

- a. 800
- b. 900
- c. 1300
- d. 1700

9. Le coût initial des traités est de 60 pour la tranche 1, 30 pour la tranche 2 et 50 pour le cat aggregate. Les reconstitutions sont payantes, au même prix que la couverture initiale. Quel est le solde de réassurance ?

- a. 600
- b. 700
- c. 760
- d. 840

**10. Quelle est la bonne définition du coefficient de corrélation linéaire ?**

a. 
$$\rho(X, Y) = \frac{E((X-E(X))(Y-E(Y)))}{V(X)V(Y)}$$

b. 
$$\rho(X, Y) = \frac{E((X-E(X))(Y-E(Y)))}{\sigma(X)\sigma(Y)}$$

c. 
$$\rho(X, Y) = \frac{E((X-E(X))^2(Y-E(Y))^2)}{\sigma(X)\sigma(Y)}$$

d. 
$$\rho(X, Y) = \frac{E((X-E(X))^2(Y-E(Y))^2)}{V(X)V(Y)}$$

**11. La probabilité que l'étudiant connaisse la bonne réponse à la question n°11 du QCM est de 0,6. S'il ne la connaît pas, il choisit au hasard parmi les 4 réponses possibles à cette question. Quelle est, pour le correcteur, la probabilité que l'étudiant connaisse vraiment la bonne réponse à la question 11 lorsqu'il l'a donnée ?**

- a. 68%
- b. 70%
- c. 86%
- d. 91%

**12. On obtient dans le logiciel R la sortie suivante, en cherchant à expliquer la variable Y à partir des variables  $X_i$ .**

```
Call:
lm(formula = Y ~ X)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.29874 -0.76827  0.02396  0.59538  2.32972

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.2469      0.5210    2.393  0.0192
X1           0.1374      0.4070    0.338  0.7365
X2           0.9958      0.4230    2.354  0.0212
X3          -0.2810      0.3764   -0.746  0.4578
X4          -0.1644      0.3748   -0.439  0.6622
X5          -0.1709      0.3565   -0.479  0.6330
X6          -2.5982      0.3744  -6.940 1.14e-09
X7           0.6975      0.3853    1.810  0.0742
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.9517 on 76 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4491,    Adjusted R-squared:  0.3983
F-statistic:  8.85 on 7 and 76 DF,  p-value: 6.358e-08
```

**La variable X2 est :**

- Significative au niveau 5% et significative au niveau 10%
- Non significative au niveau 5% et significative au niveau 10%
- Significative au niveau 5% et non significative au niveau 10%
- Non significative au niveau 5% et non significative au niveau 10%

**13. Quelle est la fonction de lien canonique de la loi de Poisson dans un modèle GLM ?**

- $\mu$
- $\log(\mu)$
- $\log\left(\frac{1}{\mu}\right)$
- $\exp\left(\frac{1}{\mu}\right)$

**14. On considère que la population assurée est composée à 40% de citadins et à 60% de ruraux. L'assureur Alpha fait payer une prime  $p_1$  aux conducteurs citadins et une prime  $p_2 < p_1$  aux conducteurs ruraux, du fait d'un meilleur profil de risque. L'assureur Beta applique le même tarif  $p_3$  à tous ses clients, avec  $p_3 = 0,4.p_1 + 0,6.p_2$ . A quel risque s'expose l'assureur Beta ?**

- Un risque d'antisélection
- Un risque d'aléa moral
- Un risque d'asymétrie d'information
- Un risque de surdispersion

## MATHÉMATIQUES DE L'ASSURANCE VIE

Pour les calculs de probabilité de décès ou de probabilité de survie, utiliser les nombres de survivants issus des extraits de tables sexuées suivantes.

Pour les questions 1 à 7, les probabilités de décès ou de survie des hommes et des femmes sont considérées indépendantes.

x	Lx Homme	Lx Femme
60	92 032	95 841
61	91 484	95 597
62	90 895	95 337
63	90 260	95 060
64	89 572	94 764
65	88 823	94 446
66	88 007	94 103
67	87 103	93 723
68	86 101	93 299
69	84 991	92 823
70	83 762	92 283
71	82 404	91 669
72	80 905	90 967
73	79 258	90 164
74	77 431	89 243
75	75 479	88 188
76	73 335	86 983
77	71 015	85 610
78	68 518	84 050
79	65 847	82 280
80	63 004	80 277
81	60 000	78 020
82	56 848	75 485
83	53 564	72 656
84	50 170	69 519
85	46 691	66 067
86	43 155	62 304
87	39 594	58 243
88	36 040	53 910
89	32 529	49 349
90	29 097	44 618

1. **Quelle est la probabilité qu'un homme de 60 ans décède avant ses 65 ans ?**
  - a. 0,01124
  - b. 0,01456
  - c. 0,03487
  - d. 0,02673
  - e. 0,04373
  
2. **Quelle est la probabilité qu'un homme et une femme de 60 ans décèdent tous les deux avant leur 70 ans ?**
  - a. 0,00241
  - b. 0,00334
  - c. 0,00408
  - d. 0,00455
  - e. 0,81409
  
3. **Quelle est la probabilité qu'un homme et une femme de 61 ans soient tous les deux en vie à 70 ans ?**
  - a. 0,86374
  - b. 0,88385
  - c. 0,89200
  - d. 0,89441
  - e. 0,90207
  
4. **Quelle est la probabilité que parmi 3 hommes et 2 femmes de 60 ans, survivent au moins un homme et au moins deux femmes au bout de 5 ans ?**
  - a. 0,00035
  - b. 0,09774
  - c. 0,09804
  - d. 0,89874
  - e. 0,97106

5. Quelle est la probabilité que parmi deux hommes et deux femmes de 60 ans, il y ait au moins un survivant et au moins autant de survivantes que de survivants au bout de 5 ans ?
- 0,90456
  - 0,96992
  - 0,97185
  - 0,99857
  - 0,99878
6. Soit  $\phi$  la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite. Quelle est la probabilité que, parmi 900 hommes de 70 ans et autant de femmes du même âge, il y ait au moins 150 décès de moins chez les femmes avant 81 ans ?
- $\phi(1,97)$
  - $1 - \phi(1,91)$
  - $1 - \phi(1,93)$
  - $1 - \phi(1,95)$
  - $1 - \phi(1,97)$
7. Quel est l'intervalle de confiance à 95% du nombre de décès parmi 900 hommes de 70 ans jusqu'à 81 ans ?
- [97 ; 137]
  - [118 ; 160]
  - [198 ; 248]
  - [229 ; 282]
  - [239 ; 292]
8. Soient X et Y, des variables aléatoires gaussiennes (normales) centrées réduites indépendantes. N suit la loi de Bernoulli de paramètre  $\frac{1}{2}$  telle que les trois variables aléatoires N, X et Y sont mutuellement indépendantes.
- On note  $Z = N.X + (N-1).Y$
- Les deux variables aléatoires  $N.X$  et  $(1-N).Y$  suivent la même loi normale
  - Les deux variables aléatoires Z et N sont indépendantes
  - Les deux variables aléatoires Z et X sont indépendantes
  - La variable Z est centrée mais pas réduite
  - La variable Z est réduite mais pas centrée



9. Soit  $\Omega$  l'ensemble de issues possibles d'une expérience aléatoire, A, B, C les parties de  $\Omega$  associées à trois évènements aléatoires liés à cette expérience et  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$ ,  $\bar{C}$ , les parties associées aux évènements contraires.

$$P(A) = P(A \cap B) = 1/5$$

$$P(A \cap C) = 1/15$$

$$P(B \cap C) = 4/15$$

$$P(\bar{A} \cap \bar{B} \cap \bar{C}) = 1/5$$

- a.  $P(A \cap \bar{C}) = 1/3$
- b.  $P(A \cap \bar{C}) = 4/15$
- c.  $P(A \cap \bar{C}) = 1/5$
- d.  $P(A \cap \bar{C}) = 2/15$
- e.  $P(A \cap \bar{C}) = 1/15$

10. Soit  $\Omega$  l'ensemble de issues possibles d'une expérience aléatoire, A, B, C les parties de  $\Omega$  associées à trois évènements aléatoires liés à cette expérience et  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$ ,  $\bar{C}$ , les parties associées aux évènements contraires.

$$P(A) = P(A \cap B) = 1/5$$

$$P(A \cap C) = 1/15$$

$$P(B \cap C) = 4/15$$

$$P(\bar{A} \cap \bar{B} \cap \bar{C}) = 1/5$$

- a.  $P(B \cup C) = 8/15$
- b.  $P(B \cup C) = 3/5$
- c.  $P(B \cup C) = 2/3$
- d.  $P(B \cup C) = 11/15$
- e.  $P(B \cup C) = 4/5$

11. Soit  $\Omega$  l'ensemble de issues possibles d'une expérience aléatoire. A, B, C les parties de  $\Omega$  associées à trois évènements aléatoires chacun de probabilité égale à  $1/3$  tels que :

- $A \cap B = \emptyset$
- A et C indépendants
- B et C indépendants

- a.  $P(A \cup B \cup C) = 1$
- b.  $P(A \cup B \cup C) = 2/3$
- c. Les évènements A et B sont indépendants
- d. Les évènements AUB et C sont indépendants
- e. Les évènements A, B et C sont incompatibles

12. Un questionnaire à choix multiples propose 6 réponses par question. La probabilité qu'un étudiant connaisse la bonne réponse à une question donnée est  $p=50\%$ . S'il ignore la réponse, il choisit au hasard l'une des réponses proposées. Quelle est pour le correcteur la probabilité qu'un étudiant connaisse vraiment la bonne réponse lorsqu'il l'a donnée ?

- a. 17%
- b. 49%
- c. 70%
- d. 86%
- e. 99%

13. 
$$\int_1^{\infty} \frac{e^{-x}}{x} dx$$

- a. Diverge
- b. Converge et est égale a 0
- c. Converge et est égale a 1
- d. Converge et est comprise entre 0 et 1
- e. Converge et est strictement supérieure à 1

14. Soit  $Ja_{\overline{n}|}$ , la notation actuarielle d'une rente annuelle certaine à terme échu de durée  $n$  années, actualisée au taux annuel  $i$  et de progression géométrique  $r$ .

$$Ja_{\overline{n}|} = \sum_{k=1}^n \left( \frac{r}{1+i} \right)^k$$

Trouver la notation actuarielle  $X$  pour résoudre l'équation,  $(1+i-r)X = r - \frac{r^n}{(1+i)^{n-1}}$

- a.  $X = J\ddot{a}_{\overline{n}|}$
- b.  $X = Ja_{\overline{n}|}$
- c.  $X = J\ddot{a}_{\overline{n-1}|}$
- d.  $X = Ja_{\overline{n-1}|}$
- e.  $X = Ja_{\overline{n+1}|}$