

Certificat d'Expertise Actuarielle Epreuve QCM de sélection

Mardi 24 septembre 2024

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 points
- 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)

MATHEMATIQUES FINANCIERES 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 20 placements annuels (versés en début de période) de 5 000 euros au taux de 2.5%. Quelle est la valeur de son placement à la fin de la 20ème année ?

- A) 126 250 euros
- B) 127 723 euros
- C) 130 916 euros

2. Quelle est l'annuité d'un crédit de 200 000 euros d'une durée de 10 ans au taux de 3% ?

- A) 22 763 euros
- B) 23 446 euros
- C) 23 795 euros

3. Quelles sont les annuités d'un crédit de 15 000 euros d'une durée de 15 ans dont 2 ans de différé d'amortissement, 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 10 000 euros d'une durée de 3 ans au taux de 2.4%. Les deux premières annuités sont de 3 500 euros. Quel est le montant de la troisième annuité ?

- A) 3 000 euros
- B) 3 483 euros
- C) 3 495 euros

5. Quel est le coût d'un crédit de 500 000 euros (avec annuités constantes) d'une durée de 25 ans au taux de 3.5% ?

- A) 232 778 euros
- B) 160 211 euros
- C) 258 425 euros



6. Quel est le coût (i.e. le montant total des intérêts) d'un crédit de 100 000 euros sur 12 ans à amortissement in fine, sachant que le taux est de 3 % ?

- A) 20 544 euros
- B) 36 000 euros
- C) 42 576 euros

7. Soit un crédit à amortissement constant de 60 000 euros sur 12 ans au taux de 2 %. Quel est le montant de la 10ème annuité ?

- A) 5 200 euros
- B) 5 300 euros
- C) 5 673 euros

8. Quel est le montant d'un crédit d'une durée de 15 ans dont 3 ans de différé total, sachant que le taux est de 3% et que l'annuité est 3 000 euros les 12 dernières années ?

- A) 27 328 euros
- B) 29 862 euros
- C) 30 073 euros

9. Soit un crédit de 40 000 euros d'une durée de 4 ans au taux de 1.5 %, dont les trois premières annuités sont de 10 000 euros. Quel est le coût (i.e. le montant total des intérêts) de ce crédit ?

- A) 2 440 euros
- B) 2 531 euros
- C) 2 627 euros

10. On considère une combinaison d'un crédit classique de 30 000 euros à taux 3% d'une durée de 5 ans, et d'un prêt à taux zéro d'une durée de 5 ans avec différé d'un an et d'un montant de 10 000 euros. L'annuité du prêt lissé correspondant est

- A) 8 521 euros
- B) 8 551 euros
- C) 9051 euros

11. Quelle est la duration d'une obligation 5 ans de nominal 100 qui paie un coupon de 1.5 et qui cote 100 ?

- A) 4.85
- B) 4.95
- C) 5

12. Quel est le prix forward à terme d'échéance 5 ans d'une action (sans dividende ni repo) qui cote 36 euros aujourd'hui, sachant que la valeur aujourd'hui du zéro-coupon de nominal 100 et de maturité 5 ans est de 88.00 euros ?

- A) 31.68 euros
- B) 36.00 euros
- C) 40.91 euros

13. On considère un modèle binomial à une période. Le taux sans risque est de 5%.

L'actif risqué cote aujourd'hui à 56 euros, dans 1 an il cotera à 61.6 euros avec probabilité 1/2, ou à 50.4 euros avec probabilité 1/2. Une option d'achat (ou call) donne le droit (et non l'obligation) d'acheter dans 1 an l'actif risqué au prix $K=52.5$ euros. Quelle est la valeur de cette option d'achat en $t = 0$?

- A) 4.33
- B) 6.5
- C) 6.825

14. On considère un marché financier sans arbitrage avec un Zéro-coupon qui paie 1 à la maturité T , un actif risqué, une option d'achat (call) sur cet actif risqué, de maturité T et prix d'exercice (strike) K , ainsi qu'une option de vente (put) sur ce même actif, de même maturité et même strike. On dispose des 2 portefeuilles suivants.

Portefeuille 1 : Position longue d'un Call et short d'un Put

Portefeuille 2 : Position longue du sous-jacent et short de K Zéro-coupon de maturité T .

A tout temps t avant la maturité T :

- A) La valeur du portefeuille 1 est plus grande que celle du portefeuille 2
- B) Les 2 portefeuilles ont la même valeur
- C) La valeur du portefeuille 2 est plus grande que celle du portefeuille 1

STATISTIQUE ET ANALYSE DE DONNÉES

Q1. Un estimateur d'un paramètre dans un modèle statistique paramétrique est :

- A) une variable aléatoire
- B) une valeur déterministe
- C) un intervalle de confiance
- D) un vecteur

Q2. Un bon estimateur minimise le risque quadratique, qui est la somme :

- A) de la précision de l'estimateur et de son exactitude
- B) de l'espérance de l'estimateur et de son écart-type
- C) du biais au carré et de la variance de l'estimateur
- D) de l'espérance au carré de l'estimateur et de sa variance

Q3. L'estimateur du maximum de vraisemblance d'un paramètre d'un modèle statistique est :

- A) l'estimateur le plus probable de ce paramètre
- B) un estimateur de variance minimale si le modèle est régulier
- C) la plus grande valeur admissible de ce paramètre
- D) un estimateur sans biais et de variance minimale

Q4. Un test statistique d'une hypothèse H_0 contre une hypothèse H_1 , en pratique, consiste à se fixer un niveau, et à déterminer une région critique. Le niveau de ce test est :

- A) le risque maximal de prendre une mauvaise décision
- B) le risque minimal de prendre une mauvaise décision
- C) la probabilité d'accepter à tort l'hypothèse H_0
- D) la probabilité de refuser à tort l'hypothèse H_0

Q5. (suite de Q4.) La région critique est :

- A) l'ensemble des valeurs de la statistique de test pour lesquelles le niveau du test n'est pas atteint
- B) l'ensemble des valeurs de la statistique de test pour lesquelles le niveau du test est dépassé
- C) l'ensemble des valeurs de la statistique de test conduisant à rejeter H_0
- D) l'ensemble des valeurs de la statistique de test conduisant à accepter H_0

Q6. Lors de la correction d'un examen de 400 copies, on a fait appel à quatre correcteurs, qui ont corrigé chacun le même nombre de copies. Dans chaque paquet, les notes présentent le même écart-type empirique de 4,3, qui est aussi celui obtenu tous les ans. Dans trois des paquets, la moyenne des notes est la même, et dans le quatrième paquet elle est inférieure aux autres. On veut effectuer un test statistique pour savoir si cette différence est significative ou non, c'est-à-dire si un des correcteurs s'est montré plus sévère, et s'il faut remonter les notes.

On peut supposer que les notes suivent des lois normales d'écart-type 4,3. On rappelle que pour un loi normale standard (centrée réduite), le quantile 0,95 vaut 1,64 et le quantile 0,975 vaut 1,96.

Les trois paquets de copies corrigées par les correcteurs ayant obtenu les mêmes résultats ont une moyenne empirique m_0 de 11,20. Le paquet corrigé par le correcteur éventuellement plus sévère a obtenu une moyenne empirique m de 10,51. On effectue le test approprié au niveau de confiance 0,95.

- A) comme $m > 10,49$ on refuse l'hypothèse nulle du test et on ne remonte pas les notes
- B) comme $m > 10,49$ on accepte l'hypothèse nulle du test et on ne remonte pas les notes
- C) comme $m < 10,85$ on refuse l'hypothèse nulle du test et on remonte les notes
- D) comme $m < 10,85$ on accepte l'hypothèse nulle du test et on remonte les notes

Q7. (suite de Q6.) Le test précédent a été posé de la manière suivante :

- A) H_0 : le correcteur a été sévère, H_1 : le correcteur n'a pas été sévère, test bilatéral
- B) H_0 : le correcteur n'a pas été sévère, H_1 : le correcteur a été sévère, test bilatéral
- C) H_0 : le correcteur a été sévère, H_1 : le correcteur n'a pas été sévère, test unilatéral
- D) H_0 : le correcteur n'a pas été sévère, H_1 : le correcteur a été sévère, test unilatéral

Q8. Les méthodes d'analyse factorielle de données (ACP, AFC, ACM) consistent à étudier un nuage de points en :

- A) déterminant des facteurs expliquant la dispersion des points
- B) déterminant des représentations graphiques qui mettent en évidence la dispersion des points du nuage
- C) classant les points en classes compactes et séparées
- D) déterminant le modèle statistique le plus adapté aux données

Q9. L'analyse en composantes principales (ACP) s'effectue en diagonalisant une matrice V qui représente l'inertie du nuage, et donc en calculant les valeurs propres et vecteurs propres de V . Ces quantités correspondent aux grandeurs suivantes :

- A) valeurs propres : inertie expliquée par les axes de projection, vecteurs propres : axes de projection
- B) valeurs propres : variances des composantes principales, vecteurs propres : composantes principales
- C) valeurs propres : directions invariantes du nuage, vecteurs propres : directions caractéristiques du nuage
- D) valeurs propres : variances des variables, vecteurs propres : covariances entre les variables

Q10. (suite de Q9.) L'ACP a aussi une interprétation statistique. Effectuer une ACP consiste à :

- A) rendre les variables les plus proches possibles de loi normales centrées réduites
- B) définir de nouvelles variables non-corrélées deux à deux et hiérarchisées par leurs variances
- C) rendre indépendantes les variables de départ
- D) augmenter le plus possible la variance du nuage

Q11. (suite de Q10.) On centre le nuage des individus lorsqu'on effectue une ACP. Toutefois, on ne centre pas le nuage des variables lorsqu'on fait la deuxième analyse destinée à aider à interpréter les composantes principales car :

- A) le nuage est déjà centré
- B) en faisant ainsi, les deux nuages ont les mêmes vecteurs propres et les mêmes facteurs (coordonnées sur les axes)
- C) en faisant ainsi, les valeurs propres du nuage des individus sont colinéaires aux vecteurs propres du nuage des variables, et les vecteurs propres du nuage des individus sont colinéaires aux valeurs propres du nuage des variables
- D) en faisant ainsi, les vecteurs propres du nuage des individus sont colinéaires aux facteurs du nuage des variables, et les facteurs du nuage des individus sont colinéaires aux vecteurs propres du nuage des variables

Q12. Une analyse factorielle des correspondances (AFC) croisant deux variables qualitatives X et Y, de modalités $X^1, \dots, X^i, \dots, X^p$ et $Y^1, \dots, Y^j, \dots, Y^q$, repose sur deux ACP, celle des profils des lignes et celle des profils des colonnes. La ligne i du tableau des profils des lignes représentant la modalité X^i de X est :

- A) la loi jointe de X^i et de Y
- B) la loi de X^i sachant Y
- C) la loi de X^i
- D) la loi de Y sachant $X = X^i$

Q13. (suite de Q12.) En AFC, si les variables X et Y sont indépendantes, alors :

- A) toutes les valeurs propres sont nulles
- B) la somme des valeurs propres vaut 1
- C) la matrice d'inertie n'est pas inversible et l'analyse est impossible
- D) une valeur propre vaut 1, et toutes les autres sont nulles

Q14. Pour effectuer une classification ascendante hiérarchique, on compare des individus et des classes. La manière de comparer des classes :

- A) peut se faire de différentes manières, et a un impact important sur les résultats
- B) peut se faire de différentes manières, mais a peu d'impact sur les résultats
- C) se fait de manière canonique en utilisant une structure d'espace euclidien
- D) suppose que les données soient plongées dans un espace euclidien

MATHEMATIQUES DE L'ASSURANCE NON-VIE

1. **Comment se calcule à la fin de l'année 2023 le ratio de sinistralité de l'année de survenance 2022 ?**
 - A. en divisant la somme des règlements versés en 2022 et 2023 pour l'année de survenance 2022 d'une part et les provisions pour sinistres à payer estimées fin 2023 pour l'année de survenance 2022 d'autre part, par le chiffre d'affaires de 2022 estimé fin 2023
 - B. en divisant la somme des règlements versés en 2022 et 2023 pour l'année de survenance 2022 d'une part et les provisions pour sinistres à payer estimées fin 2023 pour l'année de survenance 2022 d'autre part, par les primes acquises en 2022 estimées fin 2023
 - C. en divisant la somme des règlements versés en 2022 et 2023 pour l'année de survenance 2022 d'une part et les provisions au dossier estimées fin 2023 pour l'année de survenance 2022 d'autre part, par le chiffre d'affaires de 2022 estimé fin 2023
 - D. en divisant la somme des règlements versés en 2022 et 2023 pour l'année de survenance 2022 d'une part et les provisions au dossier estimées fin 2023 pour l'année de survenance 2022 d'autre part, par les primes acquises en 2022 estimées fin 2023

2. **Sur la base des informations ci-dessous relatives à la sinistralité d'un organisme d'assurance sur un périmètre très spécifique, quel est le montant total des provisions au dossier estimées fin avril 2023 au titre de la survenance 2022 ?**

N° sinistre	Date événement	Type événement	Valeur
4633	18/10/2021	Déclaration à l'assureur de la date de survenance	18/10/2021
4633	18/10/2021	Estimation au dossier du coût du sinistre (forfait d'ouverture)	2500
4633	08/11/2021	Paiement dans le cadre d'un arrangement et clôture du dossier	2000
8247	18/12/2021	Déclaration à l'assureur de la date de survenance	26/05/2021
8247	18/12/2021	Estimation au dossier du coût du sinistre (forfait d'ouverture)	4500
8247	06/02/2022	Paiement d'un expert d'assurance et clôture du dossier pour exclusion de garantie	250
6081	17/05/2022	Déclaration à l'assureur de la date de survenance	13/05/2022
6081	17/05/2022	Estimation au dossier du coût du sinistre (forfait d'ouverture)	3500
6081	06/04/2023	Paiement d'un expert d'assurance	750
6081	15/04/2023	Estimation au dossier du coût du sinistre (réel)	5500
6081	08/06/2023	Paiement d'un prestataire	5000
6081	25/06/2023	Recours et clôture du dossier	3000
6293	02/03/2023	Déclaration à l'assureur de la date de survenance	02/03/2023
6293	02/03/2023	Estimation au dossier du coût du sinistre (forfait d'ouverture)	3000
6293	23/03/2023	Paiement dans le cadre d'un arrangement et clôture du dossier	2500

- A. 0
- B. 750
- C. 4750
- D. 5500

3. Pour les prochaines questions, nous considérons les triangles cumulés suivants qui sont rappelés à chaque question. Quel est le flux de règlements observés en 2022 au titre de la survenance 2020 ?

Règlements	12	24	36	48		Charges	12	24	36	48
2020	1500	4800	5000	5000		2020	5000	5500	5000	5000
2021	2000	5300	5500			2021	6000	6500	5500	
2022	2500	5800				2022	6000	7000		
2023	3000					2023	7000			

- A. 0
- B. 200
- C. 4800
- D. 5000

4. Quelle est la variation des charges en 2023 au titre de la survenance 2021 ?

Règlements	12	24	36	48		Charges	12	24	36	48
2020	1500	4800	5000	5000		2020	5000	5500	5000	5000
2021	2000	5300	5500			2021	6000	6500	5500	
2022	2500	5800				2022	6000	7000		
2023	3000					2023	7000			

- A. -1000
- B. 0
- C. 5500
- D. 6500

5. Quel est le flux de règlements observés en 2022 ?

Règlements	12	24	36	48		Charges	12	24	36	48
2020	1500	4800	5000	5000		2020	5000	5500	5000	5000
2021	2000	5300	5500			2021	6000	6500	5500	
2022	2500	5800				2022	6000	7000		
2023	3000					2023	7000			

- A. 2500
- B. 6000
- C. 7800
- D. 12800

6. Quel est le volume total de provisions au dossier estimées fin 2023 ?

Règlements	12	24	36	48		Charges	12	24	36	48
2020	1500	4800	5000	5000		2020	5000	5500	5000	5000
2021	2000	5300	5500			2021	6000	6500	5500	
2022	2500	5800				2022	6000	7000		
2023	3000					2023	7000			

- A. 4000
- B. 5200
- C. 7000
- D. 24500

7. Quel modèle est sous-jacent à la formule calculatoire de l'estimation d'un coefficient de passage dans la méthode Chain Ladder ?

- A. le modèle de proportionnalité (déterministe)
- B. le modèle linéaire homoscédastique (aléatoire)
- C. le modèle linéaire hétéroscédastique (aléatoire)
- D. le modèle linéaire généralisé logit (aléatoire)

8. Sur la base du triangle de règlements accessible fin 2022, quelle est la prédiction approximative de l'ultime de la survenance 2022 par la méthode Chain Ladder ?

Règlements	12	24	36	48	Charges	12	24	36	48
2020	1500	4800	5000	5000	2020	5000	5500	5000	5000
2021	2000	5300	5500		2021	6000	6500	5500	
2022	2500	5800			2022	6000	7000		
2023	3000				2023	7000			

- A. 6030
- B. 6715
- C. 7417
- D. 7515

9. Sur la base du triangle de charges accessible fin 2022, quelle est la prédiction approximative de l'ultime de la survenance 2022 par la méthode Chain Ladder ?

Règlements	12	24	36	48	Charges	12	24	36	48
2020	1500	4800	5000	5000	2020	5000	5500	5000	5000
2021	2000	5300	5500		2021	6000	6500	5500	
2022	2500	5800			2022	6000	7000		
2023	3000				2023	7000			

- A. 5000
- B. 5855
- C. 5950
- D. 6125

10. En 2023, quel montant global de boni/mali approximatif est-il constaté sur la base du triangle des règlements ?

Règlements	12	24	36	48		Charges	12	24	36	48
2020	1500	4800	5000	5000		2020	5000	5500	5000	5000
2021	2000	5300	5500			2021	6000	6500	5500	
2022	2500	5800				2022	6000	7000		
2023	3000					2023	7000			

- A. un mali de 6759
- B. un boni de 713
- C. un mali de 1485
- D. un boni de 1506

11. En 2023, quel montant d'écart à l'expérience de l'estimation de 2022 approximatif est-il constaté sur la base du triangle des règlements ?

- A. une sur-estimation de 1435
- B. une sous-estimation de 1435
- C. une sur-estimation de 1214
- D. une sous-estimation de 1214

12. Quelle est la mesure de performance optimisée lors de l'estimation des paramètres d'un modèle linéaire généralisé ?

- A. la minimisation des écarts quadratiques
- B. la minimisation des écarts quadratiques pondérés en fonction des variables explicatives
- C. la minimisation du critère d'information d'Akaike
- D. la maximisation de la vraisemblance

13. Pour les prochaines questions, nous considérons l'échantillon de données explicatives encodées préalablement à l'estimation d'un modèle linéaire généralisé suivant. Un modèle linéaire additif est ajusté sur l'ensemble des données et les estimations des trois premiers coefficients sont précisées : 1500 ; 2500 ; -1000. Quelle est l'espérance du profil de risque caractérisé par la 8^{ème} ligne ?

id	X_1	X_2	X_3	X_4
1	1	1	1	0
2	1	1	1	0
3	1	0	0	0
4	1	1	1	0
5	1	1	1	0
6	1	0	0	1
7	1	0	0	0
8	1	1	1	1
9	1	0	1	1
10	1	1	1	0

- A. 500
- B. 1500
- C. 3000
- D. les éléments ne permettent pas de répondre à la question

14. Un modèle linéaire multiplicatif est ajusté sur l'ensemble des données et les estimations des quatre coefficients sont précisées : 1500 ; 2,4 ; 0,3 ; 10. Notons que les arrondis à une décimale des évaluations de la fonction exponentielle pour les trois derniers coefficients sont les suivantes : 11,0 ; 1,3 ; 22026,5. Quelle est l'espérance du profil de risque caractérisé par la 6^{ème} ligne ?

id	X_1	X_2	X_3	X_4
1	1	1	1	0
2	1	1	1	0
3	1	0	0	0
4	1	1	1	0
5	1	1	1	0
6	1	0	0	1
7	1	0	0	0
8	1	1	1	1
9	1	0	1	1
10	1	1	1	0

- A. 1500
- B. 1950
- C. 16500
- D. 21450

MATHEMATIQUES DE L'ASSURANCE VIE

Instruction importante

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

Pour les questions 3 à 5, 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

Question n°1

Quelle est la probabilité qu'une femme de 75 ans soit encore en vie à 80 ans ?

- A) 0.79492
- B) 0,83472
- C) 0,88470
- D) 0,91029
- E) 0,92290

Question n°2

Quelle est la probabilité qu'un homme de 75 ans décède avant ses 80 ans ?

- A) 0,00897
- B) 0,11529
- C) 0,16528
- D) 0,18184
- E) 0,20508

Question n°3

Quelle est la probabilité qu'un homme et une femme de 65 ans soient tous les deux en vie à 70 ans ?

- A) 0,90045
- B) 0,91212
- C) 0,91677
- D) 0,92142
- E) 0,97710

Question n°4

Quelle est la probabilité que parmi 2 hommes et 3 femmes de 65 ans, survivent au moins un homme et au moins deux femmes au bout de 5 ans ?

- A) 0,82958
- B) 0,83663
- C) 0,92983
- D) 0,93137
- E) 0,99521

Question n°5

Quelle est la probabilité que parmi deux hommes et deux femmes de 65 ans, il y ait au moins un survivant et au moins autant de survivantes que de survivants au bout de 5 ans ?

- A) 0,84902
- B) 0,95162
- C) 0,95643
- D) 0,99623
- E) 0,99675

Question n°6

Soient A et B deux événements tels que $P(A)=1/5$ et $P(A \cup B)=1/2$. L'événement A ne peut être réalisé que si B l'est, trouver $P(B)$:

- A) $P(B) = 3/8$
- B) $P(B)= 3/10$
- C) $P(B)= 1/2$
- D) $P(B)= 0$
- E) $P(B)= 4/5$

Question n°7

Une compagnie d'assurance répartit ses clients en trois classes R1, R2 et R3 : les bons risques, les risques moyens, et les mauvais risques. Les effectifs de ces trois classes représentent 20% de la population totale pour la classe R1, 50% pour la classe R2, et 30% pour la classe R3. Les statistiques indiquent que les probabilités d'avoir un accident au cours de l'année pour une personne de l'une de ces trois classes sont respectivement de 0,05 , 0,15 et 0,30.

Quelle est la probabilité qu'un assuré n'ayant pas eu d'accident cette année soit un bon risque ?

- A) 1%
- B) 20%
- C) 22%
- D) 23%
- E) 25%

Question n°8

Soit ϕ la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite. Quelle est la probabilité que, parmi cinq cents hommes de 65 ans et autant de femmes du même âge, il y ait au moins 95 décès de moins chez les femmes avant 80 ans ?

- A) $\phi(1,96)$
- B) $1 - \phi(1,81)$
- C) $1 - \phi(1,91)$
- D) $1 - \phi(1,96)$
- E) $1 - \phi(1,975)$

Pour les questions 9 à 11, X et Y sont deux variables aléatoires indépendantes suivant chacune une loi normale centrée réduite.

Question n°9

$Z= X+Y+1$, $f(z)=$

- A) $\frac{1}{2\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{(x-1)^2}{2}\right)$
- B) $\frac{1}{2\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{(x-1)^2}{4}\right)$
- C) $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-1)^2}{4}\right)$
- D) $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-1)^2}{2}\right)$
- E) $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x+1)^2}{4}\right)$

Question n°10

Trouver l'équation correcte,

- A) $P(X=Y) = \frac{1}{2}$
- B) $P(X < Y+1) = \frac{1}{2}$
- C) $P(X+2Y=0) = \frac{1}{2}$
- D) $P(X < Y+1/2) = \frac{1}{2}$
- E) $P(X < 2Y) = \frac{1}{2}$

Question n°11

Soit ρ le coefficient de corrélation linéaire de $X+Y$ et $X-Y$:

- A. $\rho = -1$
- B. $\rho < 0$
- C. $\rho = 0$
- D. $\rho > 0$
- E. $\rho = 1$

Question n°12

Un intervalle de confiance de risque 5% pour la probabilité de décès q estimée à partir de 500 décès d'une cohorte de 4000 personnes admet pour bornes :

- A) 0,110 et 0,133
- B) 0,115 et 0,116
- C) 0,116 et 0,135
- D) 0,183 et 0,144
- E) 0,120 et 0,145

Question n°13

Si X suit une loi exponentielle d'espérance égale à 2, la probabilité que X soit compris entre 1 et 3 est :

- A) $e^{-1} - e^{-3}$
- B) $e^{-2} - e^{-6}$
- C) $e^{-3/2} - e^{-1/2}$
- D) $1 - e^{-1/2} - e^{-3/2}$
- E) $\frac{e-1}{\sqrt{e}}$

Question n°14

En notation actuarielle internationale, l'expression $(1+i) - (1+i)^{-n+2}$ s'écrit :

- A) $i.a_{\overline{n-2}|}$
- B) $i.a_{\overline{n-1}|}$
- C) $i.a_{\overline{n+1}|}$
- D) $i.\ddot{a}_{\overline{n-1}|}$
- E) $i.\ddot{a}_{\overline{n+1}|}$