

Devoirs et Lectures, 2022

William McCausland

2022-11-07

Cours 1, le 7 septembre

Devoirs, Rosenthal (matière du cours 1)

1. Exercice 1.3.1
2. Exercice 1.3.2
3. Exercice 1.3.3
4. Exercice 1.3.4
5. Exercice 1.3.5

Lectures, Rosenthal (matière du cours 2)

1. Chapitre 1
2. Chapitre 2

Définitions importantes : espace de probabilité; espace d'état; algèbre; tribu; additivité (finie ou dénombrable); stabilité par complémentation, pour les réunions ou intersections (finies ou dénombrables); semi-algèbre.

Questions sur les lectures

1. Soit $\Omega = [0, 1]$. Soit \mathcal{F} l'ensemble des parties de Ω qui sont finies ou de complémentaire fini.
 - a. Est-ce que \mathcal{F} est une algèbre? Appuyez votre réponse.
 - b. Est-ce que \mathcal{F} est une tribu (ou σ -algèbre)? Appuyez votre réponse.
2. Soit $\Omega = \{1, 2, 3\}$ et $\mathcal{F} = 2^\Omega$. Trouvez une mesure de probabilité additive $P: \mathcal{F} \rightarrow [0, 1]$ sur (Ω, \mathcal{F}) telle que $P(\{1, 2\}) = 3/4$ et $P(\{2, 3\}) = 1/2$.
3. Soit $\mathcal{J} = \{\emptyset, \{1\}, \{2\}, \dots, \{n\}, \{1, \dots, n\}\}$. Soit $\Omega = \{1, \dots, n\}$. Montrez que
 - a. \mathcal{J} est stable pour les intersections finies,
 - b. $\emptyset \in \mathcal{J}$ et $\Omega \in \mathcal{J}$,
 - c. tous les éléments de \mathcal{J} ont un complément par rapport à Ω qui égale une réunion disjointe finie des éléments de \mathcal{J} ,
 - d. \mathcal{J} est une semi-algèbre de parties de Ω .

Cours 2, le 14 septembre

Devoirs, Rosenthal (matière du cours 2)

1. Exercice 2.7.4
2. Exercice 2.7.8
3. Exercice 2.7.14
4. Exercice 2.7.20
5. Exercice 2.7.22

Lectures, Rosenthal (matière du cours 3)

1. Chapitre 3

Définitions importantes : variable aléatoire, \searrow , \nearrow , \liminf_n et \limsup_n pour une suite d'ensembles A_n , indépendance d'événements.

Questions sur les lectures

1. Trouver Λ_1 tel que $[-1/n, 1/n) \searrow \Lambda_1$.
2. Trouver Λ_2 tel que $[-1 + 1/n, 1 - 1/n) \nearrow \Lambda_2$.
3. Soit $\Omega = \{1, 2, 3, 4\}$, $A = \{1, 2\}$, $B = \{1, 3\}$. Soit D_n la séquence où $D_n = A$ pour n pair et $D_n = B$ pour n impair.
 - a. Trouvez l'algèbre (sur Ω) le plus petit qui contient A et B .
 - b. Trouvez $\limsup_{n \rightarrow \infty} D_n = \bigcap_{n=1}^{\infty} \bigcup_{k=n}^{\infty} D_k$ et $\liminf_{n \rightarrow \infty} D_n = \bigcup_{n=1}^{\infty} \bigcap_{k=n}^{\infty} D_k$.
 - c. Soit $P: 2^\Omega \rightarrow \mathbb{R}$ telle que $(\Omega, 2^\Omega, P)$ est un espace de probabilité. Prouver que si A et B sont indépendants, A et B^c le sont aussi.
4. Soit $\Omega = \{1, 2, 3\}$, $\mathcal{F} = \{\emptyset, \{1, 2\}, \{3\}, \Omega\}$
 - a. Donnez une fonction $X: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ qui est une variable aléatoire sur (Ω, \mathcal{F}) .
 - b. Donnez une fonction $f: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ qui n'est pas une variable aléatoire sur (Ω, \mathcal{F}) .

Cours 3, le 21 septembre

Devoirs, Rosenthal (matière du cours 3)

1. Exercice 3.6.2
2. Exercice 3.6.6
3. Exercice 3.6.10
4. Exercice 3.6.12

Lectures, Rosenthal (matière du cours 4)

1. Chapitre 4

Définitions importantes : espérance, variance d'une variable aléatoire simple, covariance, corrélation entre deux variables aléatoires simples.

Questions sur les lectures

1. Soit (Ω, \mathcal{F}, P) la mesure de probabilité où $\Omega = \mathbb{N} = \{1, 2, \dots\}$, $\mathcal{F} = 2^\Omega$ et P est la probabilité où $P(\{\omega\}) = 2^{-\omega}$, $\omega \in \mathbb{N}$. Soit $X(\omega) = 0$. Pour $n \in \mathbb{N}$, soit

$$X_n(\omega) = \begin{cases} 2^n & \omega = n \\ 0 & \omega \neq n. \end{cases}$$

Trouver $E[X]$ et $E[X_n]$. Est-ce que $E[X_n] \rightarrow E[X]$?

2. Soit (Ω, \mathcal{F}, P) la mesure de probabilité où $\Omega = \mathbb{N} = \{1, 2, \dots\}$, $\mathcal{F} = 2^\Omega$ et P est la probabilité où $P(\{n\}) = 2^{-n}$, $n \in \mathbb{N}$. Soit

$$X(\omega) = \begin{cases} 2, & \omega = 2, 3 \\ 1, & \omega = 4 \\ 0, & \text{autrement.} \end{cases}$$

Trouver $E[X]$.

3. Soit (Ω, \mathcal{F}, P) la mesure de Lebesgue sur $\Omega = [0, 1]$. Soit

$$Y(\omega) = \begin{cases} 1, & \omega \text{ irrationnel, } \omega < 1/2 \\ 3, & \omega = 1/2 \\ 5, & 1/2 < \omega \leq 1 \\ 7, & \text{autrement.} \end{cases}$$

Trouver $E[Y]$.

Cours 4, le 28 septembre

Devoirs, Rosenthal (matière du cours 4)

1. Exercice 4.5.1
2. Exercice 4.5.2
3. Exercice 4.5.3
4. Exercice 4.5.4
5. Exercice 4.5.13 (considérez les fonctions ω^{-1} , $\omega^{-1/2}$, $(1-\omega)^{-1}$ et $(1-\omega)^{-1/2}$ sur Ω et leurs combinaisons linéaires).

Lectures, Rosenthal (matière du cours 5)

1. Chapitres 5, 6

Définitions importantes : convergence presque sur, convergence en probabilité.

Question sur les lectures

1. Soit (Ω, \mathcal{F}, P) un espace de probabilité avec $\Omega = [0, 1]$ et P , la mesure de Lebesgue. Pour tous $n > 0$, soit $A_n \equiv [0, 1/n]$, $Z_n = 1_{A_n}$, $Z = 0$. Lesquelles des affirmations suivantes sont vraies? Expliquez. Pour $Z_n = n1_{A_n}$, est-ce que les réponses changent?
 - a. $Z_n \rightarrow Z$.
 - b. Z_n converge à Z presque sûrement.
 - c. Z_n converge à Z en probabilité.

Cours 5, le 5 octobre

Devoirs, Rosenthal (matière du cours 5)

1. Exercice 5.5.2
2. Exercice 5.5.10
3. Exercice 5.5.14
4. Exercice 6.3.2
5. Exercice 6.3.4

Lectures, Rosenthal (matière du cours 6)

1. Chapitre 9, 10

Définitions importantes : \liminf d'une suite de nombres, \liminf d'une variable aléatoire, fonction génératrice des moments

Question sur les lectures

1. Selon le lemme de Fatou, pour une séquence de variables aléatoires $X_n \geq 0$,

$$E[\liminf_{n \rightarrow \infty} X_n] \leq \liminf_{n \rightarrow \infty} E[X_n].$$

Supposez que (Ω, \mathcal{F}, P) est un espace de probabilité où $\Omega = \mathbb{N}$, $\mathcal{F} = 2^\Omega$ et $P(\{\omega\}) = 2^{-\omega}$.

a. Montrez que la séquence de variables aléatoires $X_n = 2^n 1_{\{n\}}(\omega)$ vérifie

$$E[\liminf_{n \rightarrow \infty} X_n] < \liminf_{n \rightarrow \infty} E[X_n].$$

b. Donnez une séquence de variables aléatoires $X_n \geq 0$ telle que

$$E[\liminf_{n \rightarrow \infty} X_n] = \liminf_{n \rightarrow \infty} E[X_n].$$

c. Donnez une séquence de variables aléatoires $X_n \geq 0$ telle que $E[\liminf_{n \rightarrow \infty} X_n] < \infty$ et $\liminf_{n \rightarrow \infty} E[X_n] = \infty$.

d. Donnez une séquence de variables aléatoires $X_n \geq 0$ telle que $E[\liminf_{n \rightarrow \infty} X_n] = \infty$ et $\liminf_{n \rightarrow \infty} E[X_n] = \infty$.

2. Donnez la fonction génératrice des moments pour une v.a. Bernoulli avec probabilité p de succès.

Cours 6, le 12 octobre

Devoirs, Rosenthal (matière du cours 6)

1. Exercice 9.5.4
2. Exercice 9.5.6
3. Exercice 9.5.8
4. Exercice 10.3.4
5. Exercice 10.3.6

Lectures, Rosenthal (matière du cours 7)

1. Chapitre 11, accent sur l'Intro, 11.1, 11.2
2. (si nécessaire, https://fr.wikipedia.org/wiki/Nombre_complexe)

Définitions importantes : nombres complexes et les opérations de base (addition, multiplication, division, exponentiel, logarithme, magnitude, angle), fonction caractéristique.

Questions sur les lectures

1. Exprimez les nombres complexes suivants sous la forme $\alpha + i\beta$, où $a, b, c, d, r, \theta \in \mathbb{R}$.
 - a. $(a + ib)(c + id)$
 - b. $(a + ib)/(c + id)$
 - c. $re^{i\theta}$
 - d. $\log(a + ib)$
2. Exprimez les nombres complexes suivants sous la forme $re^{i\theta}$, où $a, b, r, r_1, r_2, \theta \in \mathbb{R}$.
 - a. $(a + ib)$
 - b. $r_1 e^{i\theta_1} \cdot r_2 e^{i\theta_2}$
 - c. $re^{i\theta} \cdot i$
 - d. e^{a+ib}
3. Les variables aléatoires indépendantes X_k , $k = 1, 2, \dots$ suivent une loi $\text{Be}(p)$ (Bernoulli) si $P(X_k = 0) = (1 - p)$ et $P(X_k = 1) = p$, $k = 1, 2, \dots$.
 - a. Trouvez la fonction caractéristique $\phi_X(t)$ de X_k .
 - b. La variable aléatoire $Y = \sum_{k=1}^n X_k$ suit une loi $\text{Bi}(n, p)$ (Binomial). Trouvez la fonction caractéristique $\phi_Y(t)$ de Y .
 - c. Soit $Z = \sqrt{n}(n^{-1}Y - p)$. Trouvez la fonction caractéristique $\phi_Z(t)$ de Z .

Cours 7, le 19 octobre

Devoirs, Rosenthal (matière du cours 7)

1. Exercice 11.5.7

2. Exercice 11.5.11
3. Exercice 11.5.15 (ajouter la distribution $\text{Ga}(\alpha, \beta)$, utilisez les fonctions caractéristiques et non le « hint »)
4. Exercice 11.5.16
5. Exercice 11.5.18

Lectures, Rosenthal (matière du cours 8)

1. Chapitre 13 de Rosenthal

Questions sur les lectures

1. Exercices 13.4.1, 13.4.2, 13.4.5
2. Généralisez le théorème de variance totale (théorème 13.3.1) à un théorème de covariance totale (aléas X et Y , sous-tribu \mathcal{G})

Cours 8, le 2 novembre

Notez que le 26 octobre est pendant la semaine d'activités libres et il n'y a pas de cours. Notez que l'examen intra est à remettre le 2 novembre.

Devoirs, Rosenthal (matière du cours 8)

1. Exercice 13.4.2
2. Exercice 13.4.6
3. Exercice 13.4.8
4. Exercice 13.4.10
5. Exercice 13.4.12

Lectures, Casella et Berger (matière du cours 9)

1. Sections 6.1, 7.1
2. Assez de 6.2, 6.3 pour faire les exercices 6.3, 6.6, 6.12(a), 6.14, 6.18
3. Assez de 7.2 pour faire l'exercice 7.9

Cours 9, le 9 novembre

Devoirs, Casella et Berger (matière du cours 9)

1. Exercice 6.9 (a,b,c)
2. Exercice 6.11
3. Exercice 6.12
4. Exercice 7.24

Lectures, Casella et Berger (matière du cours 10)

1. Sections 7.2.3, 7.3
2. Page Wikipédia https://en.wikipedia.org/wiki/Admissible_decision_rule
3. Questions suggérées : 7.19, 7.20, 7.21, 7.22

Cours 10, le 16 novembre

Devoirs, Casella et Berger (matière du cours 10)

1. Exercice 7.10
2. Exercice 7.38
3. Exercice 7.40

4. Exercice 7.41

Lectures, Casella et Berger (matière du cours 11)

1. Chapitre 8 (pas tous les détails des exemples)
2. Questions suggérées : 8.6, 8.16

Cours 11, le 23 novembre

Devoirs, Casella et Berger (matière du cours 11)

1. Exercice 8.12
2. Exercice 8.13
3. Exercice 8.53

Lectures, Casella et Berger (matière du cours 12)

1. Chapitre 9 (pas tous les détails des exemples)
2. Questions suggérées : 9.1, 9.2, 9.6, 9.26

Cours 12, le 30 novembre

Devoirs, Casella et Berger (matière du cours 12)

1. Exercice 9.11
2. Exercice 9.13
3. Exercice 9.25
4. Exercice 9.51

Lectures, Casella et Berger (matière du cours 13)

1. Chapitre 10 (accent sur 10.1, 10.3)
2. Questions suggérées : 10.2, 10.7, prouvez le théorème 10.1.3.

Cours 13, le 7 décembre

Devoirs, Casella et Berger (matière du cours 13)

Devoirs, Casella et Berger (matière du cours 13)

1. Exercice 10.18
2. Exercice 10.19
3. Exercice 10.25
4. Exercice 10.33