

- 1) **Vive la grasse matinée! (2.5 points).** Les jeunes ont parfois du mal à se lever aux aurores. Des chercheurs américains<sup>1</sup> leur ont donc proposé de dormir plus longtemps, reportant le début des cours de 60 minutes. Pour évaluer l'impact de ce changement, les chercheurs ont mesuré la durée du sommeil les jours d'école une première fois 4 mois avant l'introduction du nouvel horaire et une deuxième fois 6 mois après l'introduction du nouvel horaire. Dans cette étude, les élèves ont été réparti-es en trois groupes : les écolier-es (*Elementary school* : degrés 3 à 5), les collégien-nés (*Middle school* : degrés 6 à 8) et les lycéen-nés (*High school* : degrés 9 à 12). Les observations faites auprès d'un sous-échantillon restreint sont reportées dans le tableau suivant (les durées de sommeil sont exprimées en heures par nuit) :

| <i>Ecolier-es</i> |              | <i>Collégien-nés</i> |          | <i>Lycéen-nés</i> |              |          |       |       |
|-------------------|--------------|----------------------|----------|-------------------|--------------|----------|-------|-------|
|                   | <i>Avant</i> | <i>Après</i>         |          | <i>Avant</i>      | <i>Après</i> |          |       |       |
| 1                 | 10.7         | 9.1                  | 17       | 8.7               | 9.2          | 33       | 8.2   | 8.8   |
| 2                 | 9.3          | 9.4                  | 18       | 7.6               | 9.3          | 34       | 5.4   | 7.2   |
| 3                 | 10.5         | 10.1                 | 19       | 8.8               | 9.4          | 35       | 8.4   | 8.8   |
| 4                 | 9.1          | 10.4                 | 20       | 9.4               | 8.6          | 36       | 8.4   | 7.7   |
| 5                 | 11.3         | 11.1                 | 21       | 8.3               | 8.8          | 37       | 7.0   | 7.8   |
| 6                 | 9.8          | 9.2                  | 22       | 8.9               | 9.8          | 38       | 8.4   | 9.0   |
| 7                 | 8.6          | 10.3                 | 23       | 8.0               | 9.1          | 39       | 7.6   | 9.3   |
| 8                 | 9.1          | 8.8                  | 24       | 11.0              | 11.7         | 40       | 8.5   | 8.7   |
| 9                 | 9.7          | 9.7                  | 25       | 7.3               | 8.2          | 41       | 8.6   | 9.1   |
| 10                | 10.6         | 11.1                 | 26       | 9.3               | 10.1         | 42       | 7.1   | 8.0   |
| 11                | 8.4          | 9.0                  | 27       | 7.5               | 6.9          | 43       | 8.8   | 8.6   |
| 12                | 11.2         | 10.0                 | 28       | 8.7               | 9.9          | 44       | 7.3   | 7.6   |
| 13                | 7.8          | 7.9                  | 29       | 8.6               | 9.2          | 45       | 6.7   | 8.2   |
| 14                | 10.1         | 9.5                  | 30       | 9.8               | 10.3         | 46       | 8.6   | 9.3   |
| 15                | 11.3         | 10.2                 | 31       | 9.3               | 10.3         | 47       | 5.6   | 7.2   |
| 16                | 10.0         | 10.0                 | 32       | 7.5               | 8.7          | 48       | 8.2   | 8.8   |
| $\Sigma$          | 157.5        | 155.8                | $\Sigma$ | 138.7             | 149.5        | $\Sigma$ | 122.8 | 134.1 |

- a) Résumez brièvement les observations.

#### Questions

1. Quelle est la durée moyenne de sommeil (en heures) d'un-e écolier-e avant le changement d'horaire ?
2. Quelle est la durée moyenne de sommeil (en heures) d'un-e écolier-e après le changement d'horaire ?
3. Quelle est la durée moyenne de sommeil (en heures) d'un-e collégien-ne avant le changement d'horaire ?
4. Quelle est la durée moyenne de sommeil (en heures) d'un-e collégien-ne après le changement d'horaire ?
5. Quelle est la durée moyenne de sommeil (en heures) d'un-e lycéen-ne avant le changement d'horaire ?
6. Quelle est la durée moyenne de sommeil (en heures) d'un-e lycéen-ne après le changement d'horaire ?

1. Meltzer, L. J., Wahlstrom, K. L., Plog, A. E., & Strand, M. J. (2021). Changing school start times : Impact on sleep in primary and secondary school students. *Sleep*, 44(7), zsab048. doi :10.1093/sleep/zsab048

- b) Évaluez l'impact du changement d'horaire auprès des écolier/es, des collégien·nes et des lycéen·nes en réalisant une analyse de variance à deux facteurs. Vous pouvez supposer que toutes les conditions d'application de cette analyse sont satisfaites.

| <b>Questions</b>  |    |
|---|----|
| <i>Effet principal du groupe</i>  |    |
| 7. Quel est le nombre de degrés de liberté $ddl_1$ associé au numérateur de la loi de Fisher ?    | 15 |
| 8. Quel est le nombre de degrés de liberté $ddl_2$ associé au dénominateur de la loi de Fisher ?  | 15 |
| 9. Quelle est la valeur empirique de la variable de décision $F$ ?                                |    |
| 10. Quelle est la valeur de la probabilité critique $p$ ?   |    |
| 11. Quelle conclusion tirez-vous ?  |    |
| 12. Interprétez brièvement le résultat du test statistique.                                       |    |
| <i>Effet principal provoqué par le changement</i>   |    |
| 13. Quel est le nombre de degrés de liberté $ddl_1$ associé au numérateur de la loi de Fisher ?   |    |
| 14. Quel est le nombre de degrés de liberté $ddl_2$ associé au dénominateur de la loi de Fisher ? |    |
| 15. Quelle est la valeur empirique de la variable de décision $F$ ?                               |    |
| 16. Quelle est la valeur de la probabilité critique $p$ ?   |    |
| 17. Quelle conclusion tirez-vous ?  |    |
| 18. Interprétez brièvement le résultat du test statistique.                                       |    |
| <i>Effet de l'interaction</i>   |    |
| 19. Quel est le nombre de degrés de liberté $ddl_1$ associé au numérateur de la loi de Fisher ?   |    |
| 20. Quel est le nombre de degrés de liberté $ddl_2$ associé au dénominateur de la loi de Fisher ? |    |
| 21. Quelle est la valeur empirique de la variable de décision $F$ ?                               |    |
| 22. Quelle est la valeur de la probabilité critique $p$ ?   |    |
| 23. Quelle conclusion tirez-vous ?  |    |
| 24. Interprétez brièvement le résultat du test statistique.                                       |    |

- c) Testez (bilatéralement) l'effet du changement d'horaire séparément dans chacun des trois groupes.

| <b>Questions</b>  |  |
|---|--|
| <i>Effet du changement d'horaire chez les écolier-es</i>              |  |
| 25. Quelle est la valeur absolue de la différence des deux moyennes ? |  |
| 26. Quelle est la valeur empirique de la variable de décision $t$ ?   |  |
| 27. Quel est le nombre de degrés de liberté ?                         |  |
| 28. Quelle est la valeur de la probabilité critique $p$ ?             |  |
| 29. Quelle conclusion tirez-vous ?                                    |  |
| 30. Interprétez brièvement le résultat du test statistique.           |  |
| <i>Effet du changement d'horaire chez les collégien·nes</i>           |  |
| 31. Quelle est la valeur absolue de la différence des deux moyennes ? |  |
| 32. Quelle est la valeur empirique de la variable de décision $t$ ?   |  |
| 33. Quel est le nombre de degrés de liberté ?                         |  |
| 34. Quelle est la valeur de la probabilité critique $p$ ?             |  |
| 35. Quelle conclusion tirez-vous ?                                    |  |
| 36. Interprétez brièvement le résultat du test statistique.           |  |

| REP   | SOL    | TOL   | VAL |
|-------|--------|-------|-----|
| E1q01 | 9.844  | 0.001 |     |
| E1q02 | 9.738  | 0.001 |     |
| E1q03 | 8.669  | 0.001 |     |
| E1q04 | 9.344  | 0.001 |     |
| E1q05 | 7.675  | 0.001 |     |
| E1q06 | 8.381  | 0.001 |     |
| E1q07 | 2      | 0     |     |
| E1q08 | 45     | 0     |     |
| E1q09 | 15.59  | 0.001 |     |
| E1q10 | 0      | 0.001 |     |
| E1q11 | 2      | 0     |     |
| E1q12 | 1      | 0     |     |
| E1q13 | 1      | 0     |     |
| E1q14 | 45     | 0     |     |
| E1q15 | 16.116 | 0.001 |     |
| E1q16 | 0      | 0.001 |     |
| E1q17 | 2      | 0     |     |
| E1q18 | 1      | 0     |     |
| E1q19 | 2      | 0     |     |
| E1q20 | 45     | 0     |     |
| E1q21 | 6.303  | 0.001 |     |
| E1q22 | 0.004  | 0.001 |     |
| E1q23 | 2      | 0     |     |
| E1q24 | 2      | 0     |     |
| E1q25 | 0.106  | 0.001 |     |
| E1q26 | 0.491  | 0.001 |     |
| E1q27 | 15     | 0     |     |
| E1q28 | 0.631  | 0.001 |     |
| E1q29 | 1      | 0     |     |
| E1q30 | 2      | 0     |     |
| E1q31 | 0.675  | 0.001 |     |
| E1q32 | 4.301  | 0.001 |     |
| E1q33 | 15     | 0     |     |
| E1q34 | 0.001  | 0.001 |     |
| E1q35 | 2      | 0     |     |
| E1q36 | 2      | 0     |     |
| E1q37 | 0.706  | 0.001 |     |
| E1q38 | 4.121  | 0.001 |     |
| E1q39 | 15     | 0     |     |
| E1q40 | 0.001  | 0.001 |     |
| E1q41 | 2      | 0     |     |
| E1q42 | 1      | 0     |     |
| E2q01 | 17.803 | 0.002 |     |
| E2q02 | 39.572 | 0.002 |     |
| E2q03 | 4      | 0     |     |
| E2q04 | 79     | 0     |     |