

## Une analyse empirique pour étudier la relation entre la performance des étudiants et leur préférence de la méthode d'apprentissage en ligne

Sami Khedhiri<sup>1</sup>  
Université de l'Île du Prince Edouard

### Résumé

*Dans cet article, nous utilisons des modèles statistiques pour étudier l'impact de la pandémie de coronavirus sur la performance académique des étudiants dans les cours des méthodes quantitatives et le lien entre les préférences des étudiants de la méthode d'enseignement et leurs notes obtenues en statistiques. La plupart des universités canadiennes, comme d'autres collèges et universités dans le monde, sont passées à l'apprentissage en ligne et ont suspendu l'enseignement en personne après l'apparition de la pandémie. Nous avons recueilli des données d'enquête auprès des étudiants d'une université canadienne afin d'évaluer l'impact du passage aux cours en ligne sur leurs performances en statistiques. Les résultats montrent que les étudiants les plus performants favorisent l'apprentissage en ligne et que cette expérience leur convient parfaitement. Cependant, il est essentiel d'améliorer la méthode d'apprentissage en ligne à l'avenir et d'en faire une expérience plus agréable et plus efficace, en particulier pour les étudiants moins performants qui préfèrent l'apprentissage en classe.*

### Mots clés

Performance académique des étudiants, enseignement des statistiques, éducation en ligne.

### Abstract

In this paper, we use statistical models to investigate the impact of the coronavirus pandemic on students' academic performance in quantitative courses and the relationship between their preference of online education and their scores in statistics. Most Canadian universities, like other colleges and universities worldwide, switched to online learning and they suspended in-person teaching after the prevalence of the pandemic. We collected survey data from students at a Canadian university to assess the impact of the switch to online classes on their performance in statistics. The results show that better performing students favor online learning, and they are perfectly fine with the experience. However, it is crucial to improve the method of online learning in the future and make it a more enjoyable and effective experience specifically for the less performing students who still prefer in-class learning.

### Keywords

Students' academic performance, statistics teaching, online education.

---

<sup>1</sup> SMCS, UPEI. Courriel : [samked85@gmail.com](mailto:samked85@gmail.com)

## Introduction

En mars 2020, l'organisation mondiale de la santé a annoncé que la maladie à coronavirus était une pandémie et, en mai 2022, près de 525 millions de cas et plus de 6 millions de décès avaient été enregistrés en raison de la maladie COVID-19. Cette situation a incité les gouvernements à prendre des mesures rapides pour contrôler la propagation du virus et réduire les risques pour la population, notamment les personnes les plus vulnérables. Ces mesures comprennent, entre autres, le confinement, la restriction des déplacements, la distanciation sociale et l'auto-isolement des personnes infectées. Au Canada, certaines écoles et universités ont fermé à certains moments et beaucoup d'entre elles ont opté pour l'enseignement en ligne afin de minimiser les contacts dans les écoles et les universités et de réduire le risque d'infection. Mais cette méthode d'enseignement en ligne a suscité des avis mitigés, certains pensent qu'elle représente l'avenir de l'apprentissage des étudiants, d'autres estiment qu'elle pose des problèmes majeurs qui doivent être résolus.

La vulnérabilité de l'enseignement en ligne s'explique souvent par le manque d'accès à des ressources adéquates, telles qu'un accès fiable à l'internet à haut débit et un nombre suffisant d'appareils compatibles avec l'internet, des espaces et des contextes d'apprentissage inclusifs et des services sociaux et récréatifs. En outre, pour certains sujets plus méthodologiques ou informatiques, beaucoup pensent que l'apprentissage en ligne n'est toujours pas un substitut à l'enseignement en classe des cours de mathématiques et de statistiques. L'objectif de cet article est d'effectuer une analyse empirique pour évaluer ce que nos étudiants pensent de l'apprentissage en ligne des statistiques. Nous avons recueilli des données auprès des étudiants d'une université canadienne entre les semestres de l'hiver 2020 jusqu' à l'hiver 2022, période durant laquelle nous avons offert des cours de statistiques soit en ligne, soit en personne, soit sous une forme hybride. Nous avons demandé aux étudiants s'ils aimaient la nouvelle expérience de l'enseignement en ligne des sujets quantitatifs ou s'ils préféraient la méthode traditionnelle d'enseignement en personne.

En ce qui concerne la description générale de l'impact de la pandémie sur nos étudiants, un rapport intéressant de Statistique Canada (2020) montre que les effets de la pandémie de la COVID-19 ont entraîné la fermeture de quelques collèges et universités au Canada et que les étudiants de l'enseignement supérieur ont connu des changements

rapides dans leur environnement académique car les cours étant déplacés en ligne ou reportés et, dans certains cas, les cours étaient annulés. Le rapport comprend une analyse statistique des données recueillies auprès de plus de 100 000 étudiants des universités et couvre la période du 19 avril au 1er mai 2020. Les résultats indiquent que plus d'un quart des participants ont vu un nombre de leurs cours reportés ou annulés en raison de la pandémie et que cette proportion était similaire chez ceux qui poursuivaient des études collégiales, un diplôme de premier cycle ou une maîtrise ou un diplôme professionnel. Mais pour les étudiants en doctorat, l'impact a été bien moindre car l'accent est mis sur la recherche plus que sur les cours.

En outre, selon le même rapport, les étudiants étaient inquiets de l'impact économique de la COVID-19. Plus de la moitié d'entre eux ont exprimé leur extrême inquiétude quant à la possibilité de perdre leur emploi à l'avenir, et près de deux tiers d'entre eux craignaient de ne pas trouver de travail à l'avenir. Leurs préoccupations financières signifiaient que les étudiants n'étaient pas sûrs de leur capacité à payer les dépenses liées aux études sans l'intervention du gouvernement pour les aider. Le gouvernement du Canada a réagi et a annoncé que la prestation canadienne d'urgence pour les étudiants (PCUE) serait plus inclusive et couvrirait même les étudiants qui n'étaient pas admissibles à ces prestations auparavant.

En ce qui concerne les méthodes alternatives d'enseignement, la plupart des collèges et des universités au Canada et à l'étranger ont adopté l'apprentissage en ligne à certains moments de la pandémie. De plus, certaines écoles ont dû fermer brièvement leurs portes lors d'une augmentation notable des nombres de gens infectés. Par exemple, Aurini et Davies (2021) ont expliqué que les modes d'enseignement et d'apprentissage ont beaucoup varié pendant la période initiale de fermeture des écoles, allant de la distribution de matériel pédagogique sur papier et donc aucune utilisation de technologie jusqu'à l'utilisation de divers types de technologies numériques comme les courriels et Google Classroom. Cependant, de nombreux enseignants ont déclaré avoir perdu tout contact régulier avec leurs élèves et étudiants. Les auteurs citent une enquête menée par la fédération canadienne des enseignants recensées auprès de 18 000 enseignants et ils ont remarqué que seuls quelques élèves rejoignaient régulièrement les cours. Un autre point intéressant a été évoqué par Firang (2020) et il s'agit des effets de la pandémie sur les étudiants étrangers au Canada. L'auteur suggère que les travailleurs sociaux peuvent peut-être aider les étudiants vulnérables étrangers pour faire face à l'anxiété et au traumatisme créés par les effets de la pandémie. Dans une autre enquête

menée par les Services aux étudiants de McGill (2020) pour comprendre l'expérience des étudiants depuis le début de la pandémie de la COVID-19, on a constaté que près de 50 % des étudiants n'avaient pas d'endroit tranquille pour étudier ou pour apprendre, et que près des trois quarts des étudiants de premier cycle interrogés avaient de difficulté à se concentrer et à faire attention. Il a été remarqué aussi que plus de 70 % d'entre eux ressentaient un stress personnel.

Giusti et al. (2021) ont également noté que la COVID-19 a eu un impact important sur la vie et les habitudes des étudiants universitaires, agissant comme une cause de difficulté et de souffrance. Les auteurs font référence à plusieurs études internationales qui ont montré que la pandémie a entraîné des niveaux élevés de détresse psychologique, de dépression, d'anxiété et de comportements de panique, comme le montrent Wang et al. (2020). En outre, Liang et al. (2020) ont signalé que près de 40,4 % des jeunes participants dans leur enquête avaient des problèmes psychologiques et que 14,4 % présentaient des symptômes post-traumatiques. D'une manière générale, les chercheurs ont souligné la nécessité de garantir la poursuite de la relation éducative entre les enseignants et les étudiants et de veiller au bien-être psychologique des étudiants pendant la pandémie. Ils ont signalé l'importance de savoir comment aider les étudiants pour réussir dans leurs études pendant une situation difficile. Les services de conseil universitaires pourraient jouer un rôle fondamental en soutenant et en aidant les étudiants qui sont confrontés à une détresse émotionnelle et psychologique pendant leurs études et dans les moments difficiles de la pandémie en se concentrant sur les vulnérabilités individuelles. Mais les deux principales questions sont les suivantes : Premièrement, l'apprentissage en ligne aide-t-il les étudiants à réussir dans leurs études ou peut-être complique-t-il d'avantage la situation liée à la COVID ? Deuxièmement, que pouvons-nous faire pour rendre l'enseignement en ligne plus agréable et plus efficace pour nos étudiants ? La réponse à ces questions fait l'objet de notre article.

### **Méthode de l'étude**

Dans cette étude, notre enquête a porté sur 154 étudiants qui suivaient des cours de statistiques durant les semestres suivants : Automne 2020, Hiver 2021, Automne 2021, et Hiver 2022. Les cours sont les suivants : introduction aux statistiques (Stat1910), analyse de la régression (Stat3240), les modèles linéaires généralisés (Stat4280) et analyse des séries chronologiques (Stat4330).

Considérons le modèle général de la régression statistique  $Y = \alpha + \beta X + u$ , où la variable dépendante  $Y$  prend la valeur 0 si l'étudiant préfère l'apprentissage en classe des statistiques et  $Y=1$  si les étudiants préfèrent l'apprentissage en ligne. La variable indépendante  $X$  désigne leurs notes de cours obtenues sur une échelle de 0 à 100. Avec une variable dépendante binaire, l'estimation par la méthode des modèles linéaires généralisés est nécessaire (McCullagh et Nelder, 2019). A cette fin, nous allons appliquer trois modèles alternatifs.

Commençons par la méthode du maximum de vraisemblance pour estimer la probabilité que les étudiants qui suivent des cours de statistiques favorisent l'enseignement en ligne plutôt que l'enseignement en personne. Désignons cette probabilité par  $p$ . Tout d'abord, nous voulons tester s'il y a moins d'étudiants qui préfèrent l'enseignement en ligne. Nous posons les hypothèses suivantes,

$$H_0: p=0,5 \text{ et } H_1: p < 0,5.$$

Sous l'hypothèse nulle ( $H_0$ ), la proportion d'étudiants qui préfèrent l'enseignement en classe est la même que celle des étudiants qui favorisent l'enseignement en ligne. Alors que sous l'hypothèse alternative ( $H_1$ ), il y a moins d'étudiants qui favorisent l'apprentissage en ligne des statistiques.

La fonction de vraisemblance pour une proportion binomiale  $p$  est donnée par :

$$L(P / y) = \binom{n}{y} p^y (1-p)^{n-y} \quad (1)$$

En utilisant l'expression de la fonction de vraisemblance sous l'hypothèse nulle ( $L_0$ ) et l'hypothèse alternative ( $L_1$ ), respectivement, on obtient :

$$\frac{L_0}{L_1} = \left( \frac{np_0}{y} \right)^y \left( \frac{n(1-p_0)}{n-y} \right)^{n-y} \quad (2)$$

où  $p_0$  désigne la valeur de la proportion sous l'hypothèse nulle. Ensuite, nous calculons le test du rapport de vraisemblance (TRV) en utilisant l'expression suivante :

$$\text{TRV} = -2 \log \left( \frac{L_0}{L_1} \right) = 2 \sum_{i=0,1} y_i \left[ \log \left( \frac{y_i}{\hat{y}_i} \right) \right] \quad (3)$$

où  $y_i$  est le nombre observé de ( $y=i$ ),  $i=0$  ou  $1$ , et  $\hat{y}_i$  est le nombre estimé de ( $y=i$ ) sous  $H_0$ .

Nous considérons trois modèles linéaires généralisés pour estimer la probabilité ( $p$ ). Dans le premier modèle, la fonction de lien est le logit, dans le deuxième modèle, la fonction de lien est le probit, et dans le troisième modèle, nous utilisons le log-log

complémentaire comme fonction de lien. Ces liens sont donnés par les équations 4, 5 et 6, respectivement. Ainsi, pour estimer la probabilité  $p(x)$ , nous utilisons :

$$\text{Fonction de lien logit : } p(x) = \frac{e^{\alpha + \beta x}}{1 + e^{\alpha + \beta x}} \quad (4)$$

$$\text{Fonction de lien probit: } p(x) = \Phi(\alpha + \beta x) \quad (5)$$

$$\text{Fonction de lien c-log-log: } p(x) = 1 - \exp(-\exp(\alpha + \beta x)) \quad (6)$$

## Résultats et discussion

On se sert des données recueillies pour estimer les modèles. Considérons les données pour les notes obtenues des 154 étudiants dans les cours de statistiques (variable désignée par X) et les données concernant les préférences des étudiants (variable désignée par Y) en matière d'apprentissage en ligne. On a Y=0 si les étudiants préfèrent l'apprentissage en classe et Y=1 s'ils préfèrent l'apprentissage en ligne. Les notes des étudiants dans leurs cours de statistiques sont rangées en 10 catégories, (0-10), (11-20), (21-30), (31-40), (41-50), ..., (91-100). Le regroupement des valeurs de X en catégories sera utile dans l'estimation des modèles.

Pour avoir une première idée sur les variables, on commence par présenter des statistiques descriptives. Ainsi, pour la variable X, la moyenne = 73,80, l'écart-type = 20,77, le coefficient de variation = 0,28, le coefficient de symétrie (skewness) = -0,19, et le coefficient qui mesure l'excès de l'aplatissement (excess kurtosis) = 0,09.

D'autre part, pour la variable Y on remarque que le nombre de (Y=0) est égal à 96, et le nombre de (Y=1) est égal à 58.

La proportion estimée de (Y=1) est égale à  $58/155 = 0,3766$ . Cela représente la proportion d'étudiants qui sont en faveur de l'enseignement en ligne pour cours de statistiques.

D'après la réaction de nos étudiants concernant l'apprentissage en ligne des statistiques et les effets de la pandémie sur leurs performances académiques, nous notons quelques opinions positives et négatives qui peuvent être résumées comme suit :

- a) Il y a des problèmes qui sont liés à l'apprentissage en ligne, tels que :
  - Les étudiants sont moins motivés et moins intéressés
  - Problèmes de connexion à l'internet
  - Les étudiants doivent avoir des appareils électroniques et certains d'entre eux ne peuvent pas se le permettre.

- 
- L'enseignement en ligne ne permet pas une interaction complète entre les étudiants et leur professeur.
  - Il peut être difficile pour le professeur d'expliquer en ligne des preuves mathématiques et des concepts statistiques théoriques et méthodologiques de la même manière efficace qu'en classe, où le professeur peut utiliser le tableau pour expliquer davantage le concept et peut remarquer à partir de la réaction des étudiants ce qui doit être clarifié avec des exemples pour que les concepts soient totalement compris par les étudiants.
- b) Les problèmes qui sont liés à la pandémie et son effet sur l'apprentissage
- Les élèves se sentent anxieux et mal à l'aise en raison des fermetures et des restrictions, et ils ne peuvent pas rendre visite à leurs amis et à leur famille.
  - Les élèves craignent d'attraper le virus, ce qui ajoute à leur anxiété.
  - Si les étudiants, leurs amis ou leurs colocataires sont infectés, ils ne peuvent pas se concentrer sur l'apprentissage, même en ligne.
  - Les étudiants et les professeurs doivent s'isoler s'ils sont infectés, ce qui réduit la motivation et l'effort dans le processus d'apprentissage des sujets statistiques.
  - Le manque de rencontres en face à face avec leurs collègues et leurs professeurs.
  - Trouver un endroit tranquille à la maison pour réviser les cours de statistiques.
- c) Les avantages de l'apprentissage en ligne :
- La plupart des cours en ligne sont enregistrés, donc contrairement à l'apprentissage traditionnel en personne, si vous manquez un cours, vous pouvez toujours regarder l'enregistrement, peut-être plusieurs fois, pour comprendre tout le matériel et tous les concepts.
  - Il n'est pas nécessaire de se rendre à l'école, ce qui élimine le problème de la recherche d'un parking et permet de gagner du temps en marchant jusqu'aux salles de classe.
  - Certains cours sont disponibles avec une option hybride, de sorte que les étudiants peuvent rejoindre la classe en personne ou choisir de suivre les cours en ligne s'ils préfèrent ou s'ils doivent le faire en raison des protocoles de santé pour les personnes infectées.
  - Les examens en ligne sont en général moins stressants que les examens en classe.

Nous passons maintenant à l'estimation statistique et nous nous référons à l'équation (1) pour calculer la proportion de l'échantillon d'étudiants qui favorisent

l'apprentissage en ligne. Ainsi, sur l'échantillon de 154 étudiants interrogés, 58 étudiants étaient favorables et 96 n'étaient pas favorables à l'apprentissage en ligne, ce qui montre que  $\bar{P} = 0,3766$ . Le test TRV donné par l'équation (3) peut être calculé comme suit :

$$\text{TRV} = 2 * [58 * \log(58/77) + 96 * \log(96/77)] = 11,6$$

Cette valeur est supérieure à la valeur de la table de la distribution du Khi-deux avec un degré de liberté (3,84). Par conséquent, nous rejetons l'hypothèse nulle et nous concluons que la proportion d'étudiants qui préfèrent l'apprentissage en ligne est significativement inférieure à celle des étudiants qui préfèrent l'apprentissage en classe des cours statistiques. Également, on peut former un intervalle de confiance pour la proportion, par la méthode de Wald et qui est donnée par : 95% IC ( $p$ ) = 0.3766  $\pm \left( \frac{0.3766(0.7234)}{154} \right)^{0.5} = [0.2941, 0.4591]$ . Cet intervalle n'inclut pas la valeur 0,5, ce qui confirme notre décision statistique concernant la proportion.

Dans l'étape suivante de notre analyse empirique, nous estimons les modèles logit, probit et c-log-log. Les résultats sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Résultats d'estimation

Model		Estimateur	Ecart type	Test Z	P-valeur	Déviante
Logit	Terme constant	-7,4595	1,3525	-5,515	3,48e-08	3,401
	Coeff. de X	0,8379	0,1541	5,438	5,39e-08	
Probit	Terme constant	-4,4257	0,7424	-5,961	2,50e-09	3,802
	Coeff. de X	0,4983	0,0855	5,829	5,57e-09	
C-log-log	Terme constant	-6,3217	1,0689	-5,914	3,33e-09	3,919
	Coeff. de X	0,6610	0,1169	5,656	1,55e-08	

Les notes obtenues dans les cours de statistiques (X) sont toutes statistiquement significatives pour la probabilité de préférer l'apprentissage en ligne dans les trois modèles. Sur la base de la plus petite déviance résiduelle, nous choisissons le modèle logit sur lequel nous procédons à l'interprétation et aux implications de ces résultats.

Nous pouvons interpréter les résultats du tableau 1 en répondant à la question suivante : Étant donné la performance des étudiants en statistiques, quelle est la probabilité

estimée que les étudiants aiment et favorisent l'enseignement en ligne ? Puisque nous interprétons les résultats sur la base du modèle logit qui a donné de meilleurs résultats que les deux autres modèles, et donc pour répondre à la question, nous utilisons l'équation (4) pour calculer la probabilité de préférer l'éducation en ligne étant donné la catégorie des notes de cours de l'étudiant. Le tableau 2 présente les résultats.

Tableau 2 : Probabilités de préférer l'enseignement de la statistique en ligne

<b>Note obtenue</b>	<b>Probabilité</b>
0 – 10	0,0013
11 – 20	0,0031
21 – 30	0,0071
31 – 40	0,0163
41 – 50	0,0371
51 – 60	0,0815
61 – 70	0,1709
71 – 80	0,3215
81 – 90	0,5228
91 - 100	0,7169

On remarque que pour les étudiants qui ont échoué dans le cours (note obtenue moins de 50), plus de 96 % d'entre eux préfèrent l'apprentissage en classe, alors que les étudiants qui ont obtenu des notes entre 81 et 90, plus de 52 % d'entre eux favorisent l'enseignement en ligne. En outre, pour des étudiants qui ont eu des résultats excellents en statistiques et qui ont obtenu des notes très élevées comprises entre 91 et 100, plus de 71 % d'entre eux préfèrent l'apprentissage en ligne des cours de statistiques. On en conclut qu'il est indispensable de trouver des méthodes pratiques et efficaces pour engager et motiver les étudiants surtout ceux qui rencontrent des difficultés. Par exemple, on peut essayer de contrôler régulièrement leur performance et établir des liens de confiance avec eux. On peut réaliser une enquête pour recueillir leurs suggestions sur les meilleures pratiques d'apprentissage en ligne des cours quantitatifs. Il est important de s'engager dans des discussions avec les étudiants et de leur demander leur attente et s'ils ont des suggestions. Leur attention et leur motivation augmentent qu'on est disponible pour les aider, par exemple en organisant des rencontres virtuelles en tête-à-tête.

## Conclusion

Cette étude examine la relation entre la performance académique des étudiants dans les matières de statistiques et leur opinion sur l'apprentissage en ligne. Les résultats empiriques montrent que les étudiants les plus performants favorisent l'apprentissage en ligne alors que les étudiants qui peinent à obtenir de meilleures notes dans les cours de statistiques ont tendance à favoriser l'enseignement en personne. Cette étude présente plusieurs limites. Tout d'abord, le nombre d'étudiants devrait être plus élevé dans les futures recherches. De plus, au lieu de regrouper tous les étudiants et de n'utiliser que les notes comme variable explicative, on pourrait ajouter d'autres variables explicatives importantes telles que les caractéristiques de l'enseignement, les niveaux des cours enseignés, et des variables socio-économiques. Cependant, cet article souligne l'importance de l'apprentissage en ligne à l'avenir et la façon dont nous pouvons l'améliorer pour le rendre plus agréable et plus efficace pour tous les étudiants.

## Références bibliographiques

- Aurini J, Davies S. (2021). COVID-19 school closures and educational achievement gap in Canada: Lessons from Ontario summer learning research. *Canadian Review of Sociology*; 58(2), 165-185. <https://doi.org/10.1111/cars.12334>
- Firang D. (2020). The impact of COVID-19 pandemic on international students in Canada. *International Social Work*; 63(6), 820-824. <https://doi.org/10.1177/0020872820940030>
- Giusti L, Mammarella S, Salza A, Del Vecchio A, Ussorio D, Casacchia M, Roncone R. (2021). Predictors of academic performance during the covid-19 outbreak: Impact of distance education on mental health, social cognition, and memory abilities in an Italian university student sample; *BMC Psychology* 9, 142. <https://doi.org/10.1186/s40359-021-00649-9>
- Liang L, Ren H, Cao R, Hu Y, Qin Z, Li C. (2020). The effect of COVID-19 on youth mental health. *Psychiatric Quarterly*; 91(3):841–52. <https://doi.org/10.1007/s1126-020-09744-3>
- <https://doi.org/10.1201/9780203753736>  
McCullagh P, Nelder JA. (2019). Generalized Linear Models; eBook published 2019, New York, Routledge, ISBN: 9780203753736,

---

McGill Student Services (2020). <https://www.mcgill.ca/studentservices/about-us/covid-19-student-survey-results/covid-19-student-impact-survey-results>

Statistics Canada (2020) <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/45-28-0001/2020001/article/00015-eng.htm>

Wang C, Pan R, Wan X, Tan Y, Xu L, Ho CS. (2020). Immediate psychological responses and associated factors during the initial stage of the 2019 coronavirus disease (COVID-19) epidemic among the general population in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051729>