

GÉNÉRATION ALÉATOIRE D'EXERCICES DE BIOSTATISTIQUE POUR MOODLE VIA LE PACKAGE SARP.MOODLE DE R

Emmanuel CURIS ¹ & Virginie LASSERRE ²

Résumé

Moodle est un système d'aide à l'apprentissage, utilisé par de nombreux établissements d'enseignement (lycées, universités, grandes écoles...) qui permet, entre autres fonctionnalités, de réaliser des exercices avec correction automatique. Ces exercices, ou « questions » dans le langage Moodle, permettent en particulier à un apprenant de s'entraîner et de s'évaluer. Pour des raisons pédagogiques, il est nécessaire qu'à chaque utilisation, les questions auxquelles il doit répondre changent, afin d'éviter de trouver les réponses par tâtonnement. Cela peut se faire en tirant les questions au sort dans la base de questions, mais à condition que cette base soit bien organisée et riche en questions.

Dans ce contexte, nous proposons une présentation du package SARP.moodle, qui permet de générer simplement, à partir de R, des questions en grand nombre. Cette génération peut se faire soit à l'aide d'un fichier de questions créé dans un tableur, soit directement à partir de fonctions R. Cette seconde possibilité, bien plus riche, sera celle présentée ici. Elle permet en effet de faire « simplement » des questions de types complexes — questions qui se suivent, questions demandant de légèrer un graphique... — et d'en préparer facilement de très nombreuses variantes, comme le montreront les exemples présentés, appliqués au cas de l'enseignement des statistiques.

Ce package et sa documentation sont disponibles sur le CRAN.

Mots-clés : R, SARP.moodle, moodle, questions aléatoires, génération d'exercices.

Développement

Pour un public apprenant, disposer d'exercices d'application est indispensable pour acquérir les compétences souhaitées, tant en termes de calculs que de méthodologie et d'interprétation. Pouvoir recommencer ces exercices est essentiel à l'apprentissage, ainsi que disposer d'un retour, même succinct, sur les étapes erronées de la résolution. Néanmoins, recommencer exactement le même exercice peut conduire à trouver la bonne solution davantage par combinatoire et essais-erreurs, ou par apprentissage « par cœur » des bonnes réponses, et non par l'application d'une démarche appropriée. L'exercice, tout en restant fondamentalement le même, doit donc varier à chaque tentative dans son énoncé. Une illustration archétypale serait, par exemple, pour la compétence « calculer la moyenne arithmétique d'une série de valeurs », qu'à chaque tentative, les valeurs doivent changer, mais aussi la taille de l'échantillon. Par ailleurs, dans un contexte de contrôle continu ou d'examen à distance, il est nécessaire de disposer d'exercices à la fois très voisins (tous les étudiants doivent passer une certification d'identique difficulté) et différents pour limiter les tentatives de fraudes.

Dans ces contextes, envisager un exercice comme une trame couplée à une génération aléatoire de ses variantes est une piste efficace pour répondre à ces besoins pédagogiques. Moodle [1] est une plateforme d'apprentissage, très répandue, adaptée à cette double démarche pédagogique, grâce à son système d'exercices avec correction automatique et commentaires aux étudiants. De plus, la possibilité de tirer une question au sort dans une catégorie donnée permet d'assurer ces variantes d'un même exercice. Cependant, la création de questions, en particulier complexes, est rapidement fastidieuse surtout lorsqu'il s'agit de générer de très nombreuses variantes d'une même question.

Pour pallier cette difficulté, nous avons développé pour R le *package* SARP.moodle [2] permettant d'utiliser les possibilités de R pour générer aléatoirement des séries de valeurs. Il permet ainsi de générer un nombre illimité de variantes d'un même exercice avant import dans Moodle tout en s'affranchissant du format XML complexe décrivant les questions pour Moodle. Cette présentation illustrera plusieurs utilisations du *package* pour générer de telles collections d'exercices avec différents niveaux de complexité :

¹ UR 7537 BioSTM, faculté de pharmacie de Paris, Université Paris Cité, 4 avenue de l'Observatoire, 75006 Paris, France – emmanuel.curis@u-paris.fr

² UR 7537 BioSTM, faculté de pharmacie de Paris, Université Paris Cité, 4 avenue de l'Observatoire, 75006 Paris, France – virginie.lasserre@u-paris.fr

Une expérience a conduit à l'échantillon ci-dessous.

14,4	n valeurs tirées au sort – n aléatoire	12,48
------	--	-------

Quelle est la moyenne arithmétique de cet échantillon ?
Vous donnerez la réponse avec 5 chiffres après la virgule.

Réponse : Réponse adaptée au tirage aléatoire

Figure 1 : Trame d'exercice (à gauche) et ses variantes en nombre illimité (à droite) pour la compétence « calcul d'une moyenne »

- des questions calculatoires avec, par exemple, une trame pour la compétence « calcul de moyenne » et la génération de variantes (figure 1) ;
- des tests statistiques avec, par exemple, la compétence « construire un tableau d'ANVA à un facteur » dont les variantes peuvent se décliner à l'infini (figure 2) ;
- des interprétations graphiques avec, par exemple, une trame pour la compétence « interprétation d'une boîte à moustaches » et la génération de variantes sous la forme d'une figure où identifier la bonne représentation (figure 3) ;
- des sorties du logiciel R à interpréter (figure 4)...

Ces différents exemples, et bien d'autres, sont mis à disposition de nos étudiants lors de nos enseignements de statistique du L2 au M2 pour une auto-évaluation de leurs compétences. Le *package* a aussi été utilisé avec succès pour les évaluations de nos étudiants lors du confinement.

Bibliographie

- [1] Moodle : https://moodle.org/?lang=fr_fr
 [2] E. CURIS & V. LASSERRE, SARP.moodle, <https://cran.r-project.org/package=SARP.moodle>

Le calcul des sommes de carrés pour 5 échantillons a conduit aux valeurs ci-dessous.

Échantillon	1	2	3	4	5
n_i	4	4	4	4	4
Somme des	44,934	15,176	4,525	49,403	10,902
Somme des 2	507,646	69,056	14,93	631,015	41,165

Construisez la table d'analyse de la variance permettant de comparer les espérances de ces échantillons.

Source des variations	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	Critère de test
Factoriel				$f_{obs} =$
Résiduel				
Total				

Vous donnerez les valeurs avec 4 décimales

Figure 2 : Variante d'exercice pour la compétence « tableau d'ANVA à un facteur » avec génération aléatoire des échantillons

Les éléments variables sont cerclés de rouge

Les réponses attendues dans les champs s'adaptent aux valeurs tirées pour générer l'exercice

Au cours d'une étude, la natrémie de 11 patients a été mesurée. Les quartiles de l'échantillon obtenu sont donnés dans le tableau ci-dessous.

min	Q1	Q2	Q3	max
131,81	133,56	135,47	136,14	137,02

Identifiez la boîte à moustache (boxplot) qui correspond à cet échantillon.
 Faites glisser l'étiquette au centre de la bonne boîte à moustache.

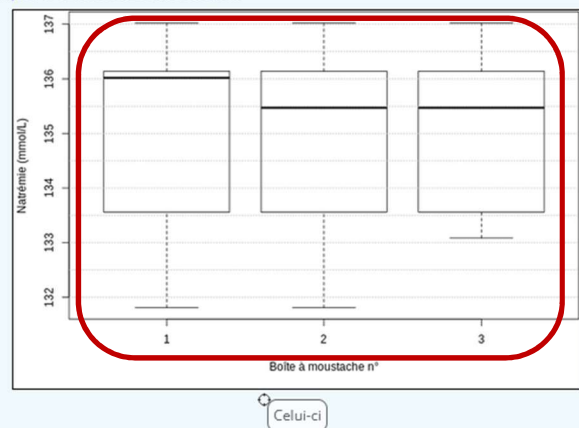


Figure 3 : Variante d'exercice pour la compétence « boîte à moustaches » avec génération aléatoire de l'échantillon

Les éléments variables sont cerclés de rouge

Le nombre de boîtes peut varier

On soupçonne que l'espérance d'une mesure diffère entre deux populations. Un premier échantillon de 6 individus a été réalisé dans la première population. Un second échantillon de 15 individus a été réalisé dans la seconde population. Un test statistique a été réalisé avec un logiciel, conduisant aux résultats ci-dessous.

```
> t.test( x1, x2, var.equal = TRUE)
```

Two Sample t-test

data: x1 and x2
 t = 71.98, df = ?, p-value < 2.2e-16
 alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

On admettra que les valeurs proviennent d'une distribution gaussienne. → égales / différentes

On a ici supposé les variances →

À la place de ?, il devrait y avoir → significatif / non-significatif

Au risque $\alpha = 1\%$, le test est →

Figure 4 : Variante d'exercice pour la compétence « interprétation d'une sortie de logiciel » avec génération aléatoire des deux échantillons

Les éléments variables sont cerclés de rouge

La réponse attendue dans le champ et le choix de la bonne réponse dans les menus s'adaptent aux valeurs tirées pour générer l'exercice