



Quand un dispositif d'apprentissage numérique ne peut se substituer à l'enseignement en présentiel : les travaux pratiques postpandémiques du supérieur en témoignent

When a Digital Learning System Cannot Replace Face-to-Face Teaching, as Demonstrated by Postpandemic Practical Work at the Postsecondary Level

<https://doi.org/10.18162/ritpu-2023-v20n2-09>

Alice LEDENT^a ✉ Université de Liège (ULiège), Belgique

Fany BROTCORNE^b ✉ Université de Liège (ULiège), Belgique

Johann DELCOURT^a ✉ Université de Liège (ULiège), Belgique

Pascal PONCIN^a ✉ Université de Liège (ULiège), Belgique

Marie-Noëlle HINDRYCKX^c ✉ Université de Liège (ULiège), Belgique

Mis en ligne : 11 octobre 2023

Résumé

Cette étude mesure l'efficacité d'un dispositif de travaux pratiques sous forme de classe inversée, dans un contexte postpandémique. Elle fait ressortir, lorsqu'un dispositif numérique à distance de substitution est mis en place, l'importance du maintien d'un enseignement en présentiel : i) le présentiel permet de pallier les inégalités observées lors d'un travail numérique à distance; ii) il permet un encadrement rapproché; iii) il permet de développer davantage les acquis de type appliqué. De plus, elle démontre que la partie présentielle d'un apprentissage hybride permet bien plus que le simple maintien d'un contact humain.

Mots-clés

Enseignement supérieur, COVID-19, apprentissage hybride, travaux pratiques, inégalités sociales du numérique, interactions rapprochées, acquis appliqués, manipulation virtuelle 3D

Abstract

This study measures the effectiveness of practical work organized as a flipped-learning system in the postpandemic context. It highlights the importance of maintaining in-person learning when a distance learning is implemented, for the following reasons: i) in-person learning can compensate for the inequalities observed with distance learning; ii) it allows for close supervision; iii) it results in better development of applied skills. Moreover, it demonstrates that the face-to-face component of a hybrid learning system does much more than just maintain human contact.

(a) Unité de recherche FOCUS. (b) Unité de recherche SPHERES. (c) Unité de recherche en didactique et formation des enseignants (DIDACTIfen).



Keywords

Postsecondary education, COVID-19, hybrid learning, practical work, digital social inequalities, face-to-face interactions, applied skills, 3D virtual manipulation

1. Introduction et contexte

En 1999, dans le cadre du cours *Anthropologie biologique* qui s'adresse aux étudiants et étudiantes de première année du bachelier en sciences psychologiques à l'Université de Liège (Belgique), le Centre CAFEIM-FAPSE¹ et le Service d'éthologie et de psychologie animale innovaient en matière de pédagogie universitaire en développant une séquence informatisée multimédia de travaux dirigés virtuels (TD virtuels) (Gilles *et al.*, 1999). Cette séquence était conçue à l'époque comme une activité complémentaire aux travaux pratiques (TP) réalisés en présentiel (préparatoire à l'examen). Sorte de mini-MOOC² avant l'heure, ces TD virtuels, accessibles uniquement depuis 24 ordinateurs fixes du Centre, permettaient aux étudiants et étudiantes de visualiser les crânes de singes et d'homininés fossiles en rotation (horizontale et verticale). Ils pouvaient étudier les divers critères morphologiques permettant leur identification au moyen de vidéos intégrées à la plateforme. Un outil d'autoévaluation des apprentissages était également accessible.

Néanmoins, comme pour toute innovation pédagogique en enseignement supérieur, la pérennité du dispositif mis en place représente un enjeu majeur (Bédard et Raucent, 2015). Selon des retours d'étudiants et étudiantes, ces TD virtuels ont été progressivement délaissés en raison du faible nombre d'ordinateurs accessibles (24), de l'augmentation constante du nombre d'étudiantes et étudiants inscrits (jusqu'à 646 pendant l'année universitaire 2021-2022) et des contenus multimédias datés (1999).

Lors de la crise de la COVID-19 entre 2019 et 2021, comme beaucoup d'enseignants et d'enseignantes à travers le monde (Carron et Veillette, 2020; Karsenti *et al.*, 2020; Marinoni *et al.*, 2020), les titulaires du cours ont dû adapter en urgence les TP vers un enseignement intégralement à distance. Les anciens TD virtuels ont alors été hébergés sur un site Internet accessible à tous les étudiants et étudiantes depuis leur domicile ou ailleurs. Lors de l'année universitaire 2021-2022, profitant des nombreux outils numériques acquis par l'Université et de l'engouement, notamment du côté étudiant, pour le modèle hybride d'apprentissage (Ndibnu-Meissina Ethé et Kouankem, 2021; Parent *et al.*, 2022), il a été décidé de réorganiser les TP. Ceux-ci ont pris la forme d'un apprentissage hybride de type classe inversée (*flipped learning*) (Johnson, 2021; Parent *et al.*, 2022) durant lequel les étudiantes et étudiants ont été invités :

- à distance et au départ du site Internet rénové, à étudier les critères morphologiques d'identification des crânes; à manipuler virtuellement les crânes en 3D³ et à évaluer individuellement leurs compétences;
- en présentiel, à participer à une séance unique de TP pour manipuler physiquement les crânes de la collection; à poser des questions aux encadrants et à vérifier leurs acquis en réalisant un exercice d'application (classer 7 crânes soit par ordre d'ancienneté, soit sur la base du degré de parenté avec l'homme moderne).

1. Centre d'auto-formation et d'évaluation interactives multimédias (CAFEIM) de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation (FAPSE) de l'Université de Liège.

2. MOOC : *massive open online course*.

3. Ceux-ci sont hébergés sur la plateforme [Sketchfab](#).

Concernant la mise à jour des TD virtuels, les anciennes vidéos de crânes en rotation selon l'axe vertical ou horizontal ont été remplacées par des modèles virtuels 3D de chaque crâne. Ces modèles 3D sont manipulables par les étudiants et étudiantes à leur rythme et dans toutes les directions de l'espace (figure 1). Les vidéos présentant les critères morphologiques permettant l'identification des crânes ont également été modernisées⁴. Enfin, un nouvel outil a été intégré, permettant aux étudiantes et étudiants d'encoder les critères d'identification qu'ils observent pour un crâne donné et de les confronter au tableau de correspondance critères-crânes pour identifier le crâne observé. Le site Internet hébergeant la partie distancielle des TP est accessible en ligne⁵.



Figure 1

Comparaison de la présentation virtuelle d'un moulage de crâne d'un pithécanthrope de Java (*Homo erectus*) avant (à gauche; voir [vidéo G](#)) et après (à droite; voir [vidéo D](#)) la mise à jour des anciens TD virtuels

2. Cadrage théorique

La crise de la COVID-19 a eu des répercussions mondiales majeures sur l'enseignement, notamment au supérieur. Le second rapport de l'International Association of Universities (Jensen *et al.*, 2022) montre qu'un an après le début de la pandémie, plus de 89 % des établissements supérieurs dans le monde ont mis en place des enseignements à distance. Bien que l'emploi des technologies numériques dans l'enseignement supérieur soit devenu plus courant cette dernière décennie (Laurillard, 2014), cette gestion dans l'urgence n'a pas permis une intégration optimale de l'enseignement à distance (Karsenti *et al.*, 2020). On constate, d'une part, que la vision populaire selon laquelle les étudiantes et étudiants maîtrisent intuitivement les technologies numériques est erronée (Margaryan *et al.*, 2011). D'autre part, les établissements d'enseignement sont majoritairement peu préparés, notamment en ce qui a trait aux moyens, à l'intégration systématique d'outils numériques dans les enseignements (Poellhuber *et al.*, 2021).

L'emploi de modèles virtuels 3D dans des enseignements scientifiques, notamment de biologie, est de plus en plus répandu à tous les niveaux d'enseignement (p. ex. : (Quatresooz *et al.*, 2021; Taufiq *et al.*, 2021). Pour les TP du cours *Anthropologie biologique*, l'arrivée de ces modèles 3D

4. Vidéos filmées au départ d'un studio [Rapidmooc](#) de l'ULiège. Le studio Rapidmooc permet à l'enseignante ou l'enseignant de pointer divers éléments d'une diapositive projetée virtuellement sur l'écran vert se trouvant derrière lui, à l'instar d'un studio météo.
5. Afin d'accéder au [site Internet](#), l'identifiant « f073109 » et le mot de passe « Z2TSiQme » créés pour cette publication vous seront nécessaires. Pour des raisons de droits d'auteur, ces données de connexion ne peuvent être employées que dans un cadre strictement consultatif et ne peuvent en aucun cas être communiquées à des tiers.

est une véritable aubaine. Le nombre de moulages physiques des crânes de notre collection (maximum 4 à 5 moulages pour chaque espèce) est un facteur limitant face au nombre grandissant d'étudiants et étudiantes. Ces modélisations 3D posent néanmoins la question de l'efficacité relative d'une manipulation virtuelle ou physique d'un objet.

Les enseignements pratiques du supérieur, tels que les TP présentés ici, cherchent à développer chez les étudiants et étudiantes des compétences et des connaissances davantage appliquées que lors d'un cours théorique traditionnel. (Perrenoud, 2005) décrit deux facettes importantes de la construction de compétences au supérieur : l'acquisition de ressources et l'apprentissage de leur mobilisation. Il est donc intéressant de pouvoir mesurer l'efficacité relative des TP pour des acquis reposant sur des processus de raisonnement de type « Connaitre » (compétence de premier niveau) et « Appliquer » (compétence de second niveau; voir Tardif, 2017). Notons que cette distinction s'observe également dans le référentiel de l'enseignement secondaire supérieur belge (Demotte et Schyns, 2014) qui précise que le processus « Connaitre » consiste à expliciter une ressource, tandis que le processus « Appliquer » consiste à mobiliser des ressources dans un contexte différent de celui dans lequel elles avaient été apprises au départ lors des cours. Le dispositif des TP mis en place en 2021-2022 devait permettre de tester l'importance relative de ces deux facettes. Par ailleurs, selon le modèle SAMR⁶ définissant différents niveaux d'interaction entre la technologie et l'activité d'apprentissage proposée (Delforge *et al.*, 2019; Puentedura, 2013), les TP virtuels devraient *a minima* représenter une « substitution », voire une « augmentation » de la tâche proposée en présentiel. Si le but premier des titulaires du cours était de remplacer (« substitution ») certaines séances de TP en présentiel par cet outil en ligne, il semblait nécessaire d'y apporter une réelle amélioration fonctionnelle (« augmentation »), notamment par le biais d'un outil d'autoévaluation.

La question des inégalités numériques est de plus en plus référencée depuis la crise de la COVID-19 (Lemieux, 2021). Selon Collin (2013), ces inégalités rencontrées sont de l'ordre de l'accès au numérique, du savoir (« les compétences et les usages technologiques ») et de l'opportunité de pouvoir (« la capacité pour un individu de mettre à profit les usages et les compétences technologiques pour servir ses intérêts et son capital individuel »; p. 3). En ce qui a trait au « savoir » – comme « les étudiants n'emploient qu'une gamme limitée des technologies existantes » (Margaryan *et al.*, 2011) –, il serait utile de procéder à une démonstration détaillée du site Internet (eCampus⁷) et de ses différents outils avant leur usage. En matière de « pouvoir », il faut garantir certaines « conditions favorables à la réussite des étudiants dans leur apprentissage numérique » (Lemieux, 2021, p. 160) : des conditions relationnelles propices, en maintenant un contact continu avec les étudiants et étudiantes au travers de plateformes de communication (Jézégou, 2010) et des conditions motivationnelles efficaces en présentant, à plusieurs reprises et de manière claire, les attentes quant au travail à réaliser à distance (Chekour *et al.*, 2015). Enfin, de nombreux auteurs (Bautier et Rayou, 2013; Fenoglio, 2021; Granjon, 2004; Karsenti *et al.*, 2021) signalent que les inégalités sociales et d'apprentissage sont particulièrement exacerbées par le distanciel, notamment par la contrainte d'autonomie que celui-ci impose aux apprenants et apprenantes. Selon Tricot (2021), en déportant « les contraintes gérées par l'enseignant(e) vers celles autorégulées par les élèves, les outils numériques peuvent pénaliser les élèves les plus fragiles, les moins compétents pour gérer eux-mêmes leur temps, leur lieu et leur manière d'apprendre » (p. 52).

6. L'acronyme SAMR représente quatre niveaux d'interaction entre la technologie et l'activité d'apprentissage proposée que sont la substitution, l'augmentation, la modification et la redéfinition.

7. La plateforme eCampus est hébergée par Blackboard Learn (Blackboard, s.d.).

Dans ces conditions, un dispositif de TP à distance pourrait-il réellement se substituer à un enseignement de TP en présentiel? Quel serait l'intérêt de maintenir un enseignement en présentiel?

3. Recherche menée

Pour répondre à cette question, nous avons mené une recherche de faisabilité de type pragmatique au sens d'Astolfi (1993). L'objectif principal de cette étude consiste à déterminer l'efficacité d'une séance de TP organisée en présentiel, lorsqu'un dispositif d'apprentissage numérique à distance « de substitution » est mis en place (H1), puis d'expliquer l'efficacité ou l'inefficacité relative de cette séance en présentiel par rapport à ce dispositif numérique à distance (H2-H4).

En particulier, les hypothèses associées à l'étude sont les suivantes :

H1 La séance de TP en présentiel apporte une valeur ajoutée en matière d'apprentissage au dispositif de TP numériques à distance.

H2 Tous les étudiants et étudiantes parviennent à tirer également profit d'un dispositif d'apprentissage numérique à distance.

H3 La manipulation physique des crânes apporte une valeur ajoutée en matière d'apprentissage à la manipulation virtuelle de leurs modèles 3D.

H4 Le dispositif hybride de TP a permis de développer davantage d'acquis relatifs à des processus de raisonnement de type « Appliquer » que de type « Connaitre ».

4. Dispositif d'enseignement et méthodologie de recherche

Afin de tester nos hypothèses, le dispositif de recherche suivant a été mis en place auprès de la population d'étudiantes et étudiants ($n = 646$) inscrits au cours *Anthropologie biologique* en bachelier en sciences psychologiques à l'Université de Liège pour l'année universitaire 2021-2022 (figure 2).

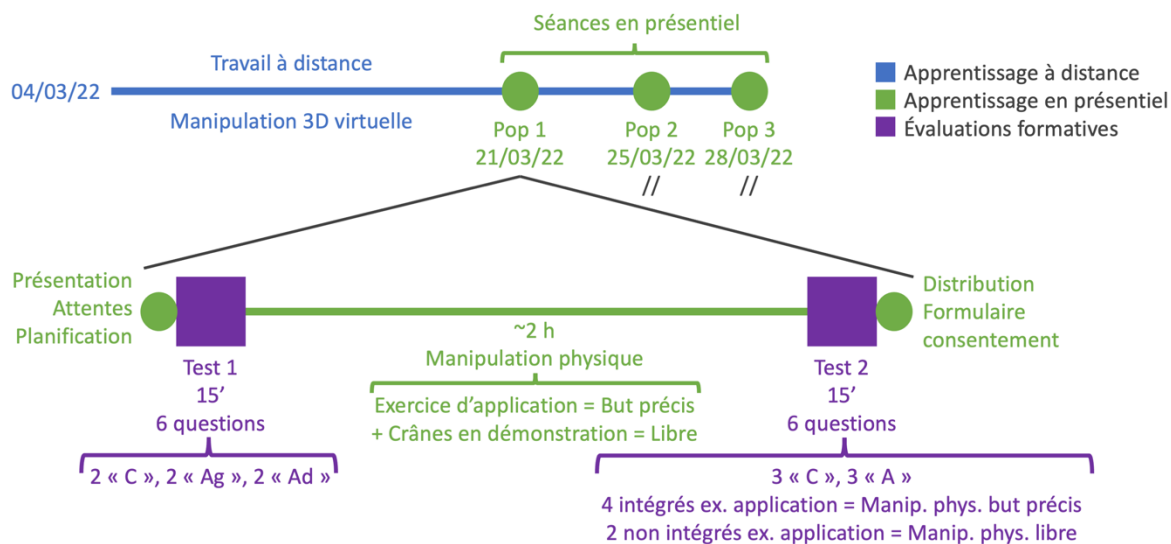


Figure 2

Ligne du temps représentant le temps consacré à l'apprentissage à distance et en présentiel ainsi que le déroulement précis des trois séances de TP identiques, organisées en présentiel

4.1 Dispositif d'enseignement et prise de données

4.1.1 Phase à distance

Deux à trois semaines précédant les séances en présentiel, les étudiants et étudiantes ont eu accès au site Internet⁵ afin d'étudier à distance les critères morphologiques d'identification des crânes, de les manipuler virtuellement en 3D et d'évaluer individuellement leurs acquis.

4.1.2 Phase en présentiel et évaluations formatives

Pour la séance de TP en présentiel, les étudiantes et étudiants ont été répartis sur une base volontaire en trois groupes (nommés ci-après : population 1, 2 ou 3). Chaque groupe a assisté à une séance identique, mais organisée à quelques jours d'intervalle pour des raisons logistiques (figure 2).

Chaque séance débutait avec une évaluation formative (test 1, annexe A), accessible en ligne sur la plateforme universitaire eCampus, afin d'évaluer leurs acquis après le travail à distance. Les étudiantes et étudiants disposaient de 15 minutes pour répondre au questionnaire sur un téléphone intelligent, une tablette ou un ordinateur portable⁸. L'évaluation comprenait six questions portant chacune sur un crâne différent de la collection, présenté au départ de son modèle 3D sur la plateforme **Sketchfab**. La séance de TP permettait ensuite aux étudiants et étudiantes de manipuler les moulages de crânes et de réaliser des exercices guidés ou des manipulations libres. À la fin de la séance, une seconde évaluation formative (test 2, annexe A) leur était proposée afin d'évaluer la valeur ajoutée de cette séance en présentiel (figure 2). À la fin du processus, ils remplissaient un formulaire de consentement par rapport à l'utilisation de leurs données anonymisées dans le cadre de la recherche. La figure 2 synthétise le déroulement de l'intervention et la prise de données auprès des étudiants et étudiantes.

Évaluations formatives. Les évaluations formatives (tests 1 et 2) des trois populations étudiantes étaient identiques. Chacune des deux évaluations formatives comportait six questions. Afin de tester l'hypothèse H3 selon laquelle la manipulation physique des crânes de la collection apporte une valeur ajoutée à leur manipulation virtuelle, chacune des six questions était précédée d'une question demandant aux étudiants et étudiantes s'ils avaient eu l'occasion de manipuler en séance le crâne sur lequel portait la question.

Afin de tester l'hypothèse H4 selon laquelle le dispositif hybride de TP aurait permis de développer davantage d'acquis relatifs à des processus de raisonnement de type « Appliquer » que de type « Connaitre », les six questions de chaque évaluation formative ont été divisées entre ces deux types de raisonnement (figure 2 et annexe A). Les questions de type « Connaitre » (« C ») demandaient aux étudiants et étudiantes d'identifier le crâne en choisissant son nom sur la liste complète des noms de crânes de notre collection et donc, d'explicitier une ressource. Les questions faisant appel à un processus de type « Appliquer » (questions de type « A ») leur demandaient d'identifier (en choisissant parmi les réponses proposées) non plus le crâne lui-même, mais soit son groupe d'appartenance, soit son ancienneté et donc, de mobiliser des ressources dans un contexte différent de celui dans lequel elles avaient été apprises au départ. Ainsi, la première évaluation (test 1) comportait deux questions de type « C » et quatre questions de type « A » : deux portant sur le groupe d'appartenance du crâne d'intérêt (« Ag ») et deux autres sur son ancienneté (« Ad »). Comme aucune différence significative n'a été trouvée lors d'analyses préliminaires entre les réponses de type « Ag » et « Ad » ($\chi^2 = 0,49$; p -valeur = 0,49), ces questions ont été

8. Des tablettes étaient accessibles aux étudiants et étudiantes ne disposant d'aucun de ces dispositifs électroniques.

rassemblées dans une seule catégorie de questions de type « A » (identification du groupe d'appartenance ou de l'ancienneté du crâne) et comparées lors des analyses aux résultats des questions de type « C » (identification du nom du crâne). La seconde évaluation (test 2) comportait trois questions de type « C » et trois de type « A ». Quatre de ces six questions étaient intégrées à un exercice guidé en séance (manipulations physiques dans un but précis) et deux autres non (manipulations physiques libres) (figure 2). Les correctifs des deux évaluations formatives se trouvent en annexe A. La figure 2 reprend les modalités relatives aux deux évaluations formatives présentées ici, en ce compris le type de processus de raisonnement auquel les différentes questions font appel.

4.2 Analyses statistiques

Afin de tester les quatre hypothèses de l'étude, les résultats aux deux évaluations formatives ont été analysés à l'aide de tests du Chi-2 de Pearson (Chi-2 d'indépendance). Ces tests comparent entre différentes populations, soit le nombre d'étudiants et étudiantes en situation de réussite et d'échec à 50 %⁹ à une évaluation donnée, soit le nombre de réponses correctes et incorrectes à certaines questions spécifiques. L'annexe B reprend, pour chaque hypothèse, les valeurs comparées et les populations concernées par ces comparaisons. Ces tests ont été réalisés au départ du logiciel R, avec un seuil de significativité de 0,05.

Le résultat de chaque comparaison est représenté au départ d'un diagramme en mosaïque où les effectifs des cellules du tableau de contingence sont symbolisés par des mosaïques dont la surface est proportionnelle aux résidus standardisés de ces effectifs (p. ex. les écarts standardisés entre les effectifs observés et les effectifs théoriques). Ainsi, la largeur de chaque mosaïque est proportionnelle à la taille de chaque population comparée, tandis que la hauteur de chaque mosaïque est proportionnelle, soit au nombre d'étudiants et étudiantes en situation de réussite (mosaïque du dessus) et d'échec (mosaïque du dessous), soit au nombre de réponses correctes (mosaïque du dessus) et incorrectes (mosaïque du dessous) dans chacune de ces populations. Les couleurs des mosaïques correspondent aux classes des résidus standardisés suivantes : < -4 ; -4 à -2 ; -2 à 0 ; 0 à 2 ; 2 à 4 ; > 4 . Ainsi, les sous-représentations sont en dégradés de couleur rouge et les sur-représentations sont en dégradés de couleur bleue. Ces diagrammes permettent de repérer aisément, pour chaque comparaison, les populations associées, soit à un nombre d'étudiants et étudiantes en situation de réussite ou d'échec supérieur (bleu) ou inférieur (rouge) au nombre attendu, soit à un nombre de réponses correctes ou incorrectes supérieur (bleu) ou inférieur (rouge) au nombre attendu.

4.3 Questionnaire d'avis

Un questionnaire d'avis en ligne (sur eCampus) a été adressé aux étudiants et étudiantes après les TP. Le but était notamment d'évaluer leurs compétences métacognitives en les interrogeant sur leur sentiment de progrès à la suite de la séance de TP en présentiel et sur l'utilité selon eux d'une manipulation physique des crânes (en présentiel), en plus de la manipulation virtuelle réalisée en amont (à distance), et ce, pour les questions de type « C » et « A ». Ces perceptions ont été évaluées au départ de trois questions prenant chacune la forme d'une affirmation, associée à une échelle de Likert à cinq choix de réponses (Tout à fait d'accord, D'accord, Pas d'accord, Pas du tout d'accord et Pas d'avis). Ces trois questions, ainsi que le pourcentage d'étudiants et étudiantes ayant choisi chacune des propositions de réponses, figurent à l'annexe C.

9. Le nombre d'étudiantes et étudiants en situation de réussite ou d'échec à 50 % fait référence au nombre de ceux qui ont obtenu une note respectivement supérieure ou inférieure à 50 % pour une évaluation formative donnée.

4.4 Procédures éthiques

La participation des étudiants et étudiantes aux deux évaluations formatives (tests 1 et 2) ainsi qu'au questionnaire d'avis en ligne était facultative. Afin d'éviter toute pression d'autorité, la finalité scientifique de ces évaluations leur a été présentée à la fin de la séance de TP (publication scientifique). Lors de la passation des évaluations, ils n'en connaissaient donc que le but pédagogique : tester leurs connaissances et compétences et identifier leurs lacunes.

Un formulaire de consentement remis à la fin de la séance de TP en présentiel (Ligne du temps représentant le temps consacré à l'apprentissage à distance et en présentiel ainsi que le déroulement précis des trois séances de TP identiques, organisées en présentiel (figure 2) permettait aux étudiants et étudiantes d'approuver (ou non) l'utilisation, à des fins de recherche scientifique, de leurs résultats aux évaluations formatives (tests 1 et 2), et/ou de leurs réponses au questionnaire d'avis. Les résultats présentés ici ne concernent donc que les étudiants et étudiantes ayant participé aux deux évaluations formatives (tests 1 et 2) et ayant consenti à une utilisation de leurs données à des fins de recherche.

5. Résultats

Au total, 232 étudiantes et étudiants (n inscrits = 646) ont participé aux deux évaluations formatives (tests 1 et 2) et ont consenti à l'utilisation de leurs résultats, soit un taux de participation de 36 %. Avec 99 étudiants et étudiantes ayant répondu au questionnaire d'avis en ligne et ayant consenti à l'utilisation de leurs réponses, le taux de participation à celui-ci est de 15 %.

5.1 Valeur ajoutée de la séance de TP en présentiel (H1)

La moyenne des taux de réussite (à 50 %) pour la première et la seconde évaluation formative (tests 1 et 2) est assez basse : 24 % et 43 %, respectivement. Le niveau exigé pour ces deux évaluations semble donc globalement trop élevé. Ce faible taux de réussite pourrait s'expliquer par la nature complexe des questions qui comportaient systématiquement l'ensemble des choix possibles comme réponses (annexe A) plutôt qu'une sélection de quatre propositions distinctes comme c'est le cas à l'examen.

Néanmoins, la différence du nombre d'étudiants et étudiantes en situation de réussite et d'échec entre la première et la seconde évaluation formative (test 1 et test 2) est fortement significative (p -valeur = $1,31.10^{-8}$), avec un taux de réussite plus important à la seconde évaluation formative (figure 3). Ce résultat indique un progrès très net réalisé par les étudiants et étudiantes, à la suite de la séance de TP organisée en présentiel. De plus, l'analyse du questionnaire d'avis indique qu'ils sont conscients de ce progrès : 84 % des personnes répondantes sont d'accord (59 %) ou fortement d'accord (25 %) avec l'affirmation suivante : « La séance de travaux pratiques en présentiel vous a permis de progresser » (annexe C).

Les trois hypothèses suivantes cherchent à expliquer soit l'inefficacité relative du dispositif à distance (H2), pour des raisons d'inégalités numériques notamment, soit l'efficacité relative de la séance de TP en présentiel, pour des raisons de modalités de manipulation (H3) et/ou de types d'acquis développés (H4).

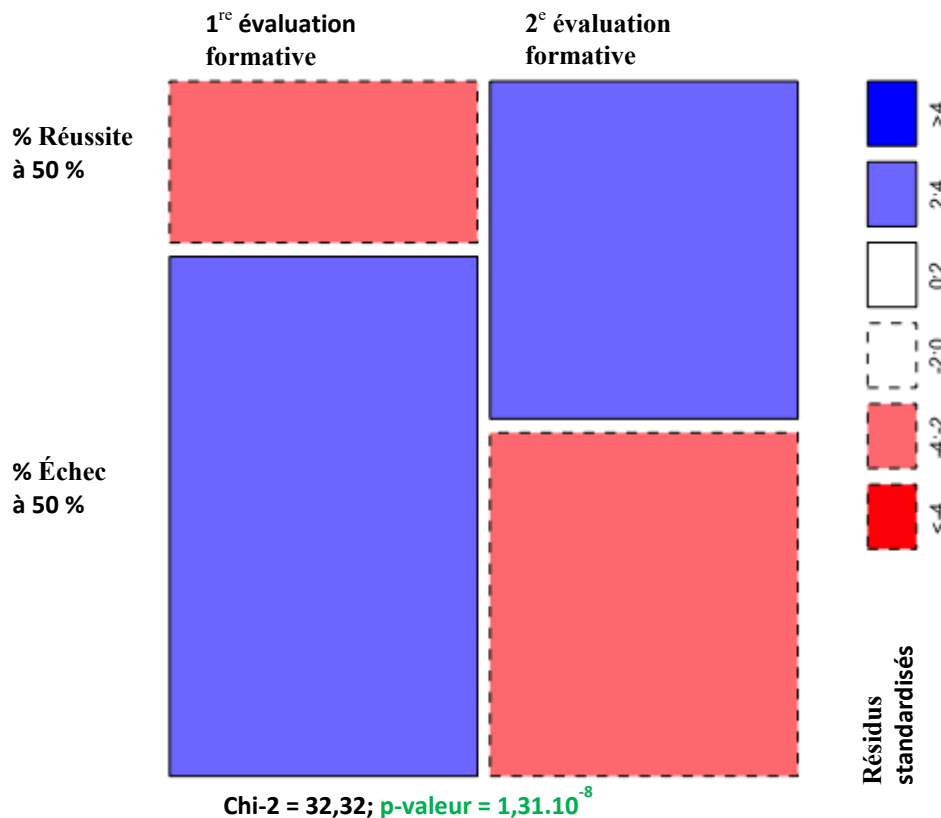


Figure 3

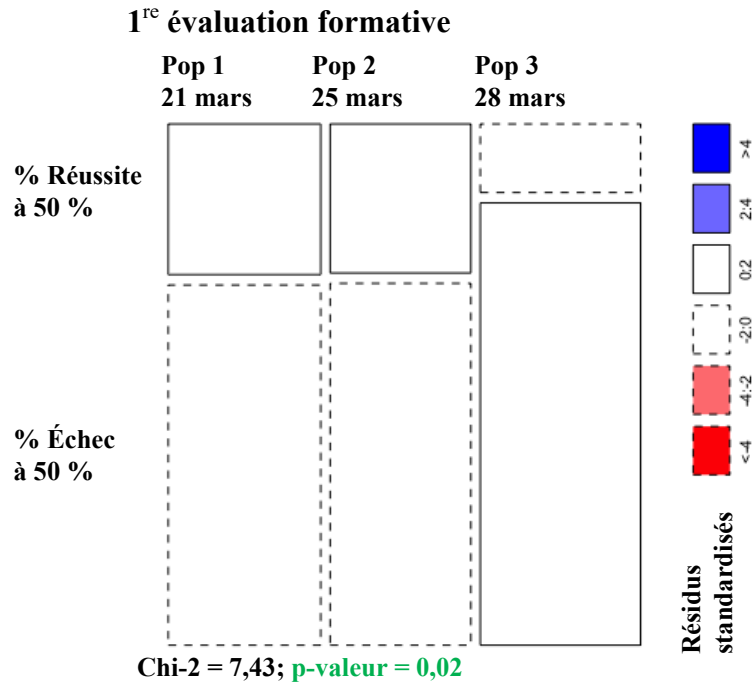
Croisement des variables « évaluation formative » et « réussite »¹⁰. Test du Chi-2 comparant le nombre d'étudiants et étudiantes en situation de réussite et d'échec à 50 % entre les deux évaluations formatives

5.2 Le dispositif d'apprentissage numérique à distance est-il égalitaire? (H2)

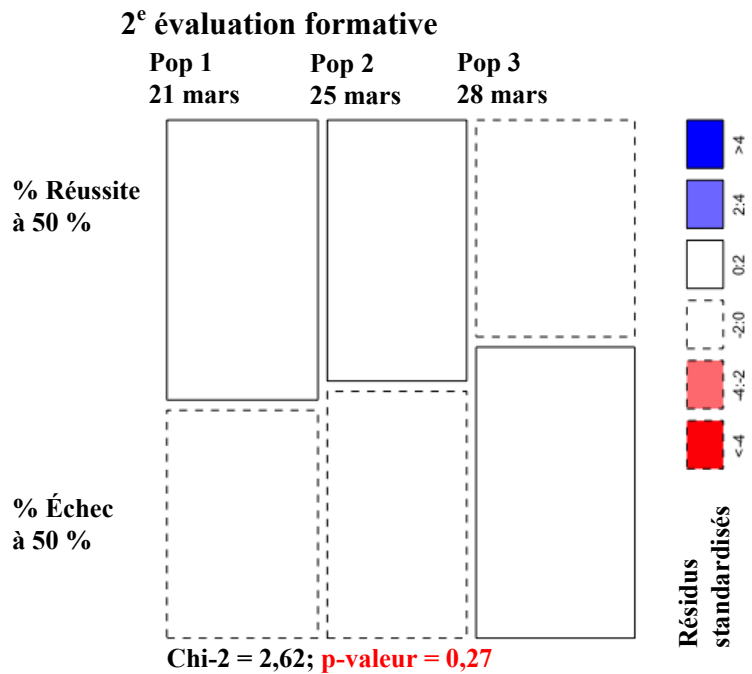
En ce qui concerne la première évaluation formative (test 1), la comparaison du nombre d'étudiants et étudiantes en situation de réussite et d'échec entre les différentes séances de TP en présentiel (populations 1, 2 et 3) est significative (p-valeur = 0,02), avec un taux d'échec plus important pour la troisième population que pour les deux autres (figure 4). Pour rappel, les étudiantes et étudiants n'étaient pas répartis de manière aléatoire entre les trois populations (auto-inscription). Puisque cette première évaluation (test 1) mesure leurs acquis sur la seule base de leur travail à distance (figure 2), ce résultat réfuterait l'hypothèse H2 selon laquelle tous les étudiants et étudiantes parviennent à tirer également profit d'un dispositif d'apprentissage numérique à distance.

Cette disparité observée lors de la première évaluation formative entre les trois populations étudiantes n'est plus présente après la séance de TP en présentiel. La comparaison du nombre d'étudiants et étudiantes en situation de réussite et d'échec pour la seconde évaluation formative (test 2) entre les différentes séances en présentiel (populations 1, 2 et 3) n'est pas significative (p-valeur = 0,27) (figure 5).

10. Ce type de diagramme en mosaïque, employé aussi dans les figures 4 à 10, présente les résidus standardisés des effectifs du tableau de contingence issu du croisement 2 à 2 des modalités de deux variables. Les sous-représentations sont en dégradés de couleur rouge et les sur-représentations sont en dégradés de couleur bleue. Sous le diagramme est indiquée la valeur du Chi-2 de Pearson, ainsi que la p-valeur résultant du test vérifiant l'absence de lien statistique entre les deux variables, avec comme code de couleur : vert = significative; rouge = non significative.

**Figure 4**

Croisement des variables « population évaluation formative 1 » et « réussite ». Test du Chi-2 comparant le nombre d'étudiants et étudiantes en situation de réussite et d'échec à 50 % à la 1^{re} évaluation formative entre les trois populations

**Figure 5**

Croisement des variables « population évaluation formative 2 » et « réussite ». Test du Chi-2 comparant le nombre d'étudiants et étudiantes en situation de réussite et d'échec à 50 % à la 2^e évaluation formative entre les trois populations

5.3 Valeur ajoutée d'une manipulation physique des crânes (H3)

La manipulation des crânes en présentiel semble améliorer les résultats des étudiants et étudiantes à la seconde évaluation formative (test 2). En effet, le taux d'échec était plus important pour les questions portant sur un crâne non manipulé en séance (manipulation virtuelle en amont uniquement), en comparaison des questions portant sur un crâne manipulé en séance (manipulation virtuelle en amont et physique le jour même) (p-valeur = $7,00.10^{-6}$) (figure 6).

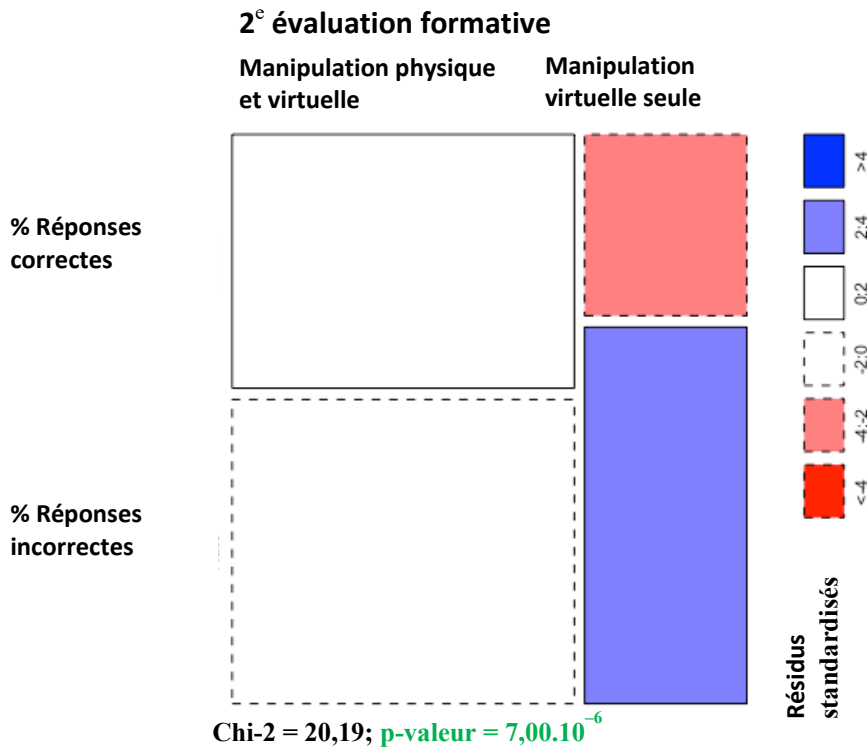


Figure 6

Croisement des variables « manipulation évaluation formative 2 » et « réponses ». Test du Chi-2 comparant le nombre de réponses correctes et incorrectes entre les questions de la 2^e évaluation formative portant sur un crâne ayant été manipulé ou non physiquement en séance

À la suite d'une première analyse des résultats de l'étude, il est apparu qu'un paramètre supplémentaire lié à la manipulation physique des crânes et influençant les résultats des étudiants et étudiantes a été introduit involontairement dans la seconde évaluation formative (test 2). En effet, il s'avère que quatre des six crânes intégrés à cette évaluation faisaient également partie de la séquence des crânes que les étudiantes et étudiants étaient amenés à manipuler lors de l'exercice en présentiel nécessitant de classer les crânes sur la base de leur ancienneté et de leur degré de parenté avec l'homme moderne (figure 2). Les deux autres crânes intégrés à la seconde évaluation formative (test 2) pouvaient eux aussi être manipulés par les étudiants et étudiantes, mais de manière libre, sans exercice spécifique. C'est pourquoi l'hypothèse H3 a été divisée en deux sous-hypothèses H3a et H3b afin de tester respectivement la valeur ajoutée d'une manipulation physique des crânes, en plus d'une manipulation virtuelle (H3a, ancienne hypothèse H3), et l'efficacité d'une manipulation physique des crânes poursuivie dans un but précis, par rapport à une manipulation physique libre des crânes (H3b).

Ainsi, l'analyse supplémentaire visant à tester l'hypothèse H3b s'est révélée fortement significative ($p\text{-valeur} = 2,31.10^{-7}$). Le taux d'échec était plus important lorsque le crâne était manipulé librement en comparaison des questions portant sur un des crânes intégrés à l'exercice d'application (figure 7). Ce résultat confirme que la manipulation physique des crânes en présentiel dans un but précis serait plus efficace que leur manipulation physique libre, sans consignes spécifiques.

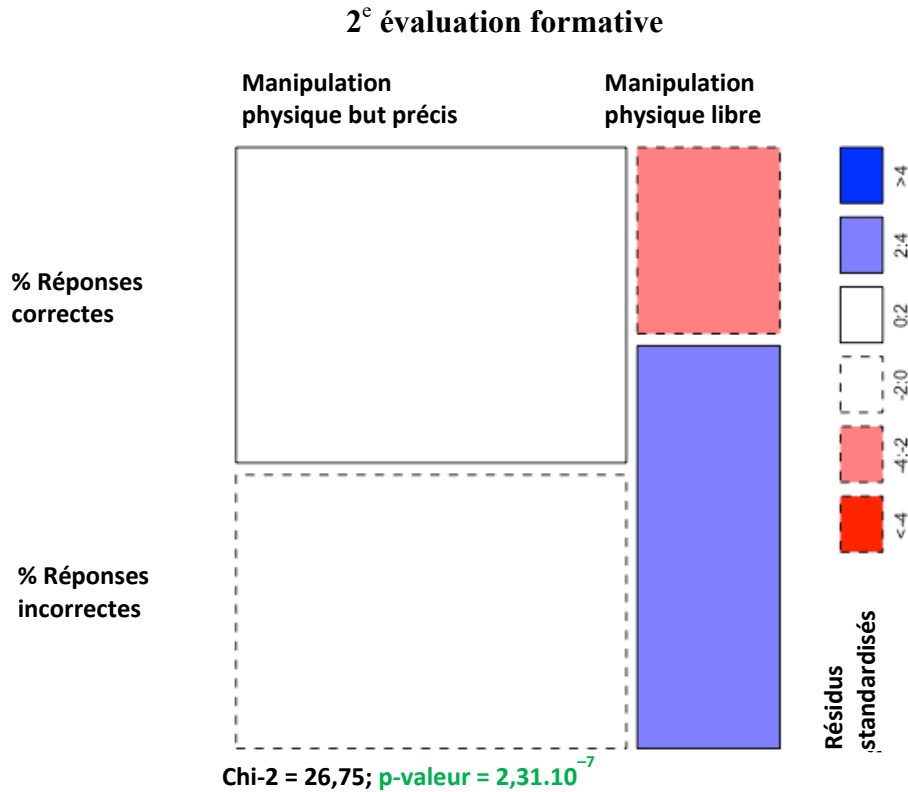
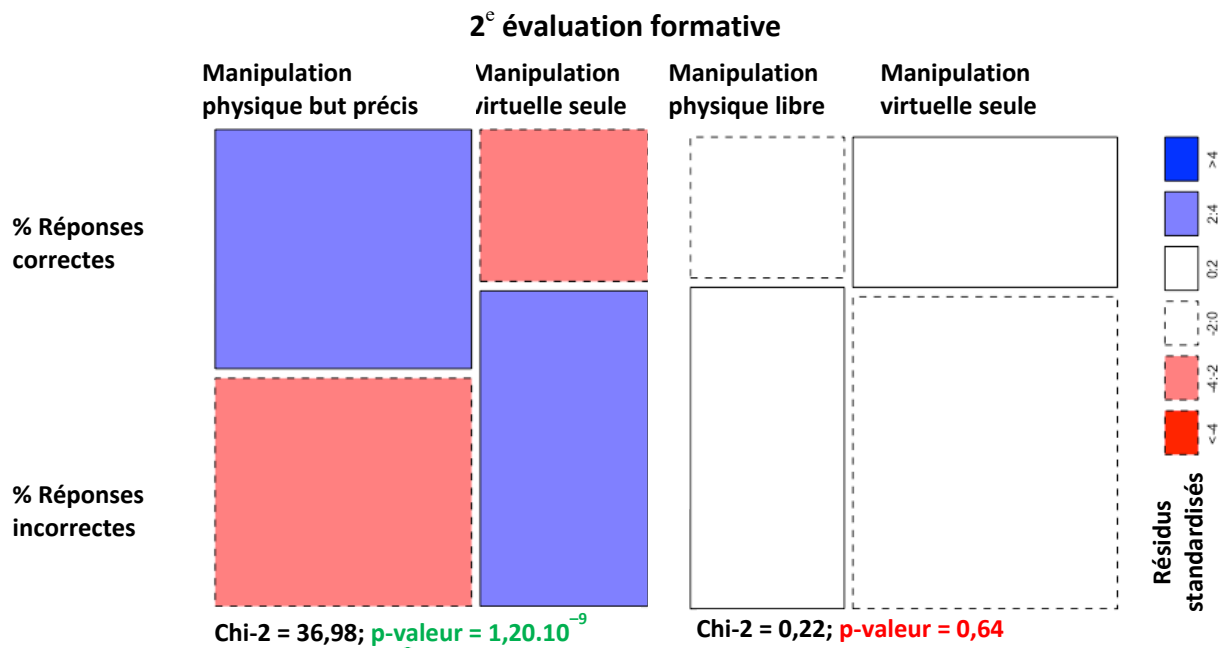


Figure 7

Croisement des variables « manipulation physique évaluation formative 2 » et « réponses ». Test du Chi-2 comparant le nombre de réponses correctes et incorrectes entre les questions de la 2^e évaluation formative portant sur un crâne intégré ou non en séance à l'exercice d'application (c.-à-d. manipulé physiquement dans un but précis ou librement)

Plus encore, d'autres résultats semblent indiquer que la manipulation physique libre ne serait pas plus efficace que la manipulation virtuelle des crânes. En atteste l'observation d'un meilleur taux de réussite à la suite de la manipulation physique poursuivant un but précis, comparé à une manipulation virtuelle seule en amont ($p\text{-valeur} = 1,20.10^{-9}$, figure 8, à gauche). Tandis que nous n'observons pas de différence dans le taux de réussite ($p\text{-valeur} = 0,64$) entre une manipulation physique libre et l'absence de manipulation physique (manipulation virtuelle seule en amont) (test 2, figure 8, à droite).

**Figure 8**

Croisement des variables « manipulations évaluation formative 2 » et « réponses ». Test du Chi-2 comparant le nombre de réponses correctes et incorrectes entre les questions de la 2^e évaluation formative portant sur un crâne : i) soit intégré à l'exercice d'application (c.-à-d. manipulé physiquement dans un but précis), soit non manipulé physiquement en séance (diagramme de gauche); ii) soit non intégré à l'exercice d'application (c.-à-d. manipulé physiquement librement), soit non manipulé physiquement en séance (diagramme de droite)

5.4 Types d'acquis favorisés par le dispositif hybride de TP (H4)

La comparaison du nombre de réponses correctes et incorrectes entre les questions de type « C » et de type « A » est significative pour la première (test 1; p-valeur = 2,48.10⁻⁸; figure 9, à gauche) comme pour la seconde évaluation formative (test 2; p-valeur = 2,00.10⁻⁴; figure 9, à droite), avec davantage de réussite pour les questions de type « C ». Ces résultats réfutent l'hypothèse H4 selon laquelle le dispositif hybride de TP aurait permis de développer davantage d'acquis relatifs à des processus de raisonnement de type « Appliquer » que de type « Connaitre ».

Néanmoins, la p-valeur plus fortement significative observée pour les questions de type « A » (2,12.10⁻¹⁰; figure 10, à droite) que pour les questions de type « C » (9,00.10⁻⁴; figure 10, à gauche), lorsqu'est comparé le nombre de réponses correctes et incorrectes entre la 1^{re} et la 2^e évaluation formative, semble indiquer que les progrès réalisés par les étudiants et étudiantes lors des TP en présentiel touchent davantage les acquis faisant intervenir des processus de raisonnement de type « Appliquer ». Cette hypothèse est confirmée par l'observation d'une taille d'effet associée aux questions de type « A » (0,11) supérieure à celle associée aux questions de type « C » (0,09). Ce dernier résultat montre que la séance de TP en présentiel aurait permis de faire progresser davantage les étudiants et étudiantes pour des acquis de type « Appliquer » que ne l'avait permis le dispositif numérique à distance (H4).

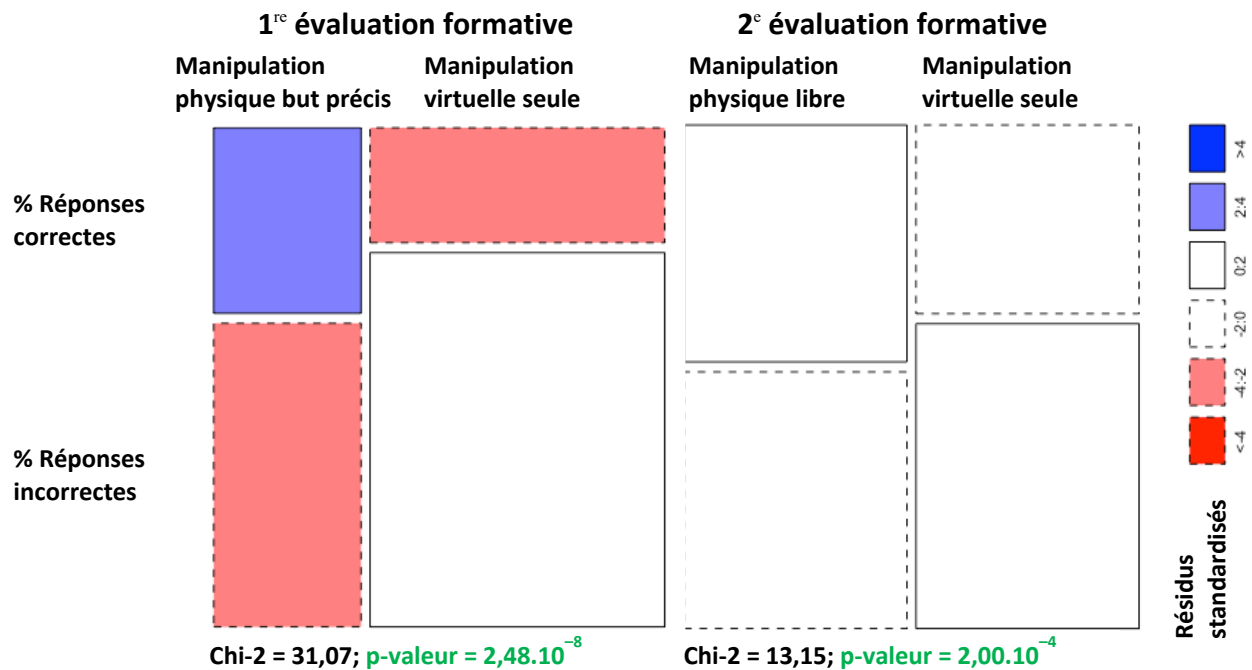


Figure 9

Croisement des variables « type question » et « réponses ». Test du Chi-2 comparant le nombre de réponses correctes et incorrectes entre les questions de la 1^{re} évaluation formative (diagramme de gauche) ou de la 2^e évaluation formative (diagramme de droite) faisant appel chez les étudiants et étudiantes à un processus de raisonnement de type « Connaitre » et « Appliquer »

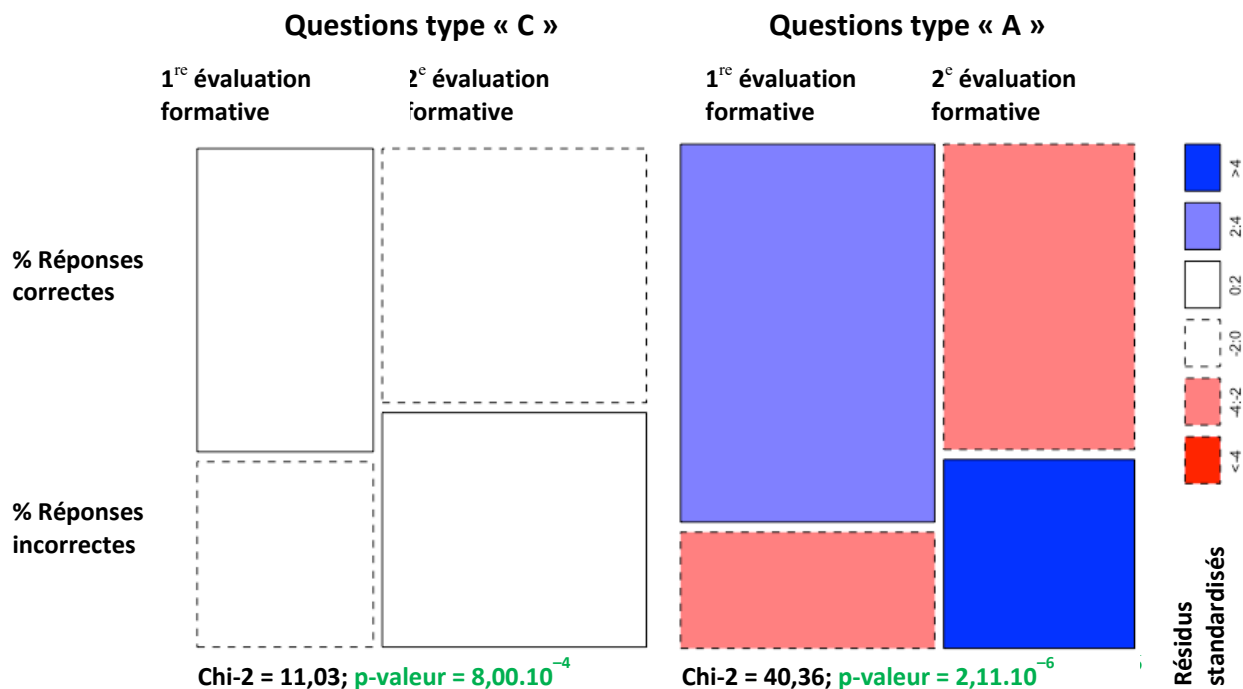


Figure 10

Croisement des variables « évaluation formative questions « C » / « A » et « réponses ». Test du Chi-2 comparant le nombre de réponses correctes et incorrectes aux questions de type « C » (diagramme de gauche) ou de type « A » (diagramme de droite) entre les deux évaluations formatives

6. Discussion conclusive

Notre étude visait à mesurer l'efficacité d'un dispositif de TP sous forme de classe inversée dans un contexte postpandémique. Les résultats semblent indiquer l'importance de maintenir un enseignement en présentiel lorsqu'un dispositif d'apprentissage numérique à distance est mis en place. Cette étude détaille les raisons de cette efficacité toute particulière d'un modèle hybride dans le cadre des enseignements pratiques dans l'enseignement supérieur, mettant l'accent sur les avantages du maintien d'une séance en présentiel en plus d'un apprentissage en distanciel. L'étude soutient de ce fait le modèle de l'apprentissage hybride pour lequel les étudiants et étudiantes présenteraient actuellement un engouement particulier. En effet, celui-ci permet de tirer profit de « la flexibilité des cours en ligne tout en permettant des interactions sociales » (Parent *et al.*, 2022, p. 19). Ce modèle serait particulièrement efficace dans le supérieur parce qu'il combine les avantages d'un enseignement en présentiel, tout en intégrant des pratiques numériques innovantes en matière de pédagogie (Garrison et Vaughan, 2007).

Les premiers résultats obtenus valident l'hypothèse H1 : la séance de TP en présentiel apporterait une valeur ajoutée, en matière d'apprentissage, au dispositif de TP numériques à distance. Ainsi, alors que l'apprentissage numérique à distance est conçu comme une réelle « substitution », voire « augmentation » de la tâche initialement proposée en présentiel (Delforge *et al.*, 2019), le maintien d'un enseignement en présentiel pour le dispositif présenté ici serait nécessaire pour maximiser l'efficacité des enseignements dispensés.

Cependant, les trois populations d'étudiants et étudiantes avaient des taux de réussite différents au test 1, juste après la phase à distance (H2). Notre méthodologie d'évaluation ne permet pas de pointer les causes de cette disparité. Elle tient peut-être à une différence fondamentale liée aux bagages inégalitaires des étudiants et étudiantes à la sortie du secondaire en Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB), notamment en sciences (Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE], 2016). Cependant, la nature numérique et à distance du dispositif proposé ici pose aussi la question des inégalités numériques. En effet, les inégalités sociales et d'apprentissage sont particulièrement exacerbées par le distanciel (Bautier et Rayou, 2013; Karsenti *et al.*, 2021). En ce qui concerne les inégalités sociales, notons les différences importantes relatives au milieu socio-économique des étudiants et étudiantes fréquentant notre établissement, ce qui peut être particulièrement discriminant en matière d'appropriation des technologies numériques (Fenoglio, 2022; Granjon, 2004). En effet, en FWB, le taux d'accessibilité à l'enseignement supérieur est parmi les plus hauts des pays de l'OCDE, tandis que le financement des études et le taux d'encadrement sont les plus défavorables d'Europe. Ce sont les étudiants et étudiantes les plus fragiles qui en sont les principales victimes (Lambert, 2020; Romainville, 2001). Enfin, une dernière hypothèse de l'hétérogénéité de ces résultats pourrait être simplement liée au degré de motivation des étudiants et étudiantes à travailler cette matière. Notons que toutes ces hypothèses ne sont pas mutuellement exclusives. Pour limiter potentiellement l'impact des facteurs extérieurs (H2), on pourrait mieux homogénéiser les groupes en les constituant par tirage aléatoire ou pseudo-aléatoire (ex. par ordre alphabétique, cet ordre étant supposé indépendant des causes extérieures).

En revanche, les résultats obtenus par les trois populations d'étudiants et étudiantes au test 2 effaceraient cette disparité. Cela renforce l'idée selon laquelle la séance de TP en présentiel aurait apporté une réelle valeur ajoutée en matière d'apprentissage (H1). Elle aurait permis de pallier significativement les inégalités entre étudiantes et étudiants observées lors d'un travail numérique réalisé en autonomie à distance (H2). En effet, que les différences de résultats observées au test 1

soient le résultat de bagages inégalitaires entre les étudiantes et étudiants à la sortie du secondaire, d'inégalités numériques, sociales ou d'apprentissage, tout indique que la séance de TP en présentiel aurait été d'une efficacité toute particulière pour ceux qui ont éprouvé le plus de difficultés à tirer profit du dispositif à distance, et ce, dans les trois populations. Le rôle de tampon de cette séance permettant d'absorber les inégalités observées entre les étudiants et étudiantes quant au travail numérique réalisé à distance justifie déjà à lui seul le maintien d'une séance en présentiel.

Ensuite, les résultats obtenus valident également l'hypothèse H3a selon laquelle la manipulation physique des crânes apporterait une valeur ajoutée en matière d'apprentissage à la manipulation virtuelle de leurs modèles 3D. L'analyse du questionnaire d'avis indique que les étudiantes et étudiants sont conscients de cette valeur ajoutée. Respectivement 92 % et 83 % des personnes répondantes sont d'accord (54 % et 46 %) ou fortement d'accord (38 % et 37 %) avec les deux affirmations suivantes : « La manipulation physique des crânes (en séance) vous a été utile en plus de la manipulation virtuelle des crânes au départ du site Internet pour atteindre votre niveau de performance actuel pour l'identification du nom des crânes » et « elle vous a été utile pour déterminer le groupe d'appartenance et de l'ancienneté des crânes » (annexe C). La deuxième raison pointée ici et justifiant le maintien d'une séance en présentiel est liée à la nature même des interactions permises par une telle séance : interactions rapprochées entre étudiantes et étudiants et personnes encadrantes et emploi de rétroactions de contrôle (Crahay, 2005).

Les résultats obtenus indiquent que ce n'est pas tant l'efficacité de la manipulation en soi, en plus de la manipulation virtuelle, qui explique les progrès observés chez les étudiants et étudiantes, mais bien le fait que cette manipulation physique ait été réalisée dans un but précis au cours de l'exercice d'application. Cet exercice relativement complexe se prête effectivement davantage au présentiel qu'au distanciel du fait qu'il nécessite un véritable guidage reposant sur des interactions rapprochées entre étudiants et étudiantes et personnes encadrantes. Ce constat corrobore ceux d'autres auteurs et autrices mentionnant que dans un modèle d'apprentissage hybride, seule la partie organisée en présentiel permet de maintenir un contact humain et certaines interactions indispensables en pédagogie (Garrison et Vaughan, 2007; Glazier, 2021; Parent *et al.*, 2022). Par exemple, comment mettre en place à distance de réelles rétroactions centrées sur l'autorégulation (Hattie, 2013) ou de contrôle (Crahay, 2005), rétroactions invitant l'étudiant ou l'étudiante à faire sa propre vérification de l'exactitude de sa réponse ou encore à interroger de manière successive les autres étudiants et étudiantes quant à l'exactitude de sa réponse? Ainsi, ces résultats renforcent l'idée selon laquelle la séance de TP en présentiel était particulièrement efficace dans notre dispositif (H1), notamment parce qu'elle permet d'intégrer une manipulation physique dirigée au sein d'un exercice d'application nécessitant un guidage rapproché (H3a et H3b).

Le maintien d'une séance en présentiel dans le cadre d'enseignements pratiques semble également justifié par le fait que cette séance permettrait de faire progresser davantage les étudiants et étudiantes pour des acquis de type « Appliquer » qu'un dispositif numérique à distance. Ce type d'acquis est particulièrement recherché dans l'enseignement supérieur, notamment en sciences (Le Boterf, 2007; Perrenoud, 2005).

De manière générale, les résultats de cette étude démontrent que la partie « en présentiel » d'un apprentissage hybride est essentielle, car elle permettrait bien plus que le simple maintien d'un contact humain (Parent *et al.*, 2022). Ces résultats rappellent ainsi l'importance de « donner l'information sous le format le plus riche possible » (Crahay, 2005, p. 252), et ce, même face à des étudiantes et étudiants du supérieur. Ce constat est également valable dans le cadre d'enseignements pratiques cherchant à faire développer par ceux-ci des acquis davantage

appliqués que théoriques, et ce, même lorsque sont employées des technologies pourtant déjà multisensorielles telles que le numérique.

7. Perspectives

Même si cette étude montre qu'une manipulation physique libre n'apporte pas de valeur ajoutée à une manipulation virtuelle effectuée en amont, elle n'a pas pu, pour autant, conclure que toutes les formes de manipulations physiques sont inefficaces lorsqu'une manipulation virtuelle est effectuée préalablement. En effet, il n'est pas possible, au vu du dispositif mis en place ici, de déterminer dans quelle mesure les progrès liés à l'exercice d'application tiennent de l'exercice en tant que tel ou de la manipulation physique dirigée qui s'y est déroulée. Afin de comparer ainsi plus finement les manipulations physiques et virtuelles, un nouveau dispositif devrait être mis sur pied pour non plus évaluer la valeur ajoutée d'une manipulation physique lorsqu'une manipulation virtuelle a été effectuée en amont, mais pour évaluer indépendamment l'efficacité en matière d'apprentissage de chacun de ces deux modes de manipulation.

Note des autrices et auteurs

Contribution des autrices et auteurs

AL, PP et MNH ont conçu le projet. AL, FB et JD ont mis à jour les anciens TD virtuels et dispensé les séances de TP en présentiel. AL a conçu les évaluations formatives et réalisé les analyses statistiques. AL et MNH ont conçu le questionnaire d'avis et le formulaire de consentement. Tous les auteurs et autrices ont contribué à la rédaction ou à la relecture du manuscrit.

Remerciements

Nous tenons à remercier vivement Jacques Sougné de l'UDI Fplse de l'ULiège pour la gestion informatique du basculement initial des TP virtuels des ordinateurs fixes du CAFEIM-FAPSE vers un site Internet spécialisé ainsi que pour la mise à jour de ce dernier à la suite de la réorganisation des TP.

Nos remerciements vont aussi au P^r V. Fisher de l'EDDy Lab de l'ULiège pour la réalisation de l'ensemble des numérisations 3D des moulages de crânes de notre collection.

Nous n'oublions pas l'IFRES de l'ULiège qui a mis librement à notre disposition son studio Rapidmooc où nous avons tourné l'ensemble des capsules vidéo présentes sur le site Internet consacré aux TP virtuels.

Nous remercions en particulier les P^{rs} D. Verpoorten et P. Detroz de l'IFRES de l'ULiège pour leur relecture approfondie de cette étude et leurs commentaires constructifs.

Références

- Astolfi, J.-P. (1993). Trois paradigmes pour les recherches en didactique. *Revue française de pédagogie*, (103), 5-18. <http://persee.fr/...>
- Bautier, É. et Rayou, P. (2013). *Les inégalités d'apprentissage*. Presses universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.bauti.2013.01>
- Bédard, D. et Raucent, B. (2015). Les innovations pédagogiques en enseignement supérieur : pédagogies actives en présentiel et à distance. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 31(1), 29-32. <https://doi.org/10.4000/ripes.898>

- Blackboard (s.d.). *Solutions*. Récupéré le 14 juillet 2023 de <https://blackboard.com/...>
- Carron, P. et Veillette, J. (2020). Conception d'une nouvelle unité de formation à l'enseignement en mode COVID-19 : doutes, incertitudes et nouveaux apprentissages. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 17(2), 118-126. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2020-v17n2-12>
- Chekour, M., Chaali, R., Laafou, M. et Janati-idrissi, R. (2015). Impact des théories de la motivation sur l'apprentissage dans le contexte scolaire. *EpiNet*, (174). <http://epi.asso.fr/...>
- Collin, S. (2013). Les inégalités numériques en éducation : une synthèse. *Adjectif.net*, 2013(T4). <http://adjectif.net/...>
- Crahay, M. (2005). *Psychologie de l'éducation*. Presses universitaires de France.
- Delforge, C., Meurice, A. et Van de Vyver, J. (2019). Le numérique en classe en 2 temps 3 mouvements : évaluation d'un scénario de formation continuée. *Alsic*, 22(1). <https://doi.org/10.4000/alsic.4019>
- Demotte, R. et Schyns, M.-M. (2014). *Compétences terminales et savoirs requis en sciences de base : humanités générales et technologiques*. Fédération Wallonie-Bruxelles. <http://enseignement.be/...>
- Fenoglio, P. (2021). Au coeur des inégalités numériques en éducation, les inégalités sociales. *Dossier de veille de l'IFÉ*, (139). <http://veille-et-analyses.ens-lyon.fr/...>
- Fenoglio, P. (2022, janvier). *Numérique en éducation : aller au-delà des mythes*. Institut français de l'éducation – Veille et analyses – Édubref. <http://veille-et-analyses.ens-lyon.fr/...>
- Garrison, D. R. et Vaughan, N. D. (2007). *Blended learning in Higher Education*. Jossey-Bass. <https://doi.org/fxvbrj>
- Gilles, J.-L., Poncin, P., Ruwet, J.-C. et Leclercq, D. (1999). Les travaux dirigés virtuels d'Anthropologie biologique : bilan d'une première utilisation. Dans J.-P. Bécharde et D. Grégoire (dir.), *Apprendre et enseigner autrement – Actes du 16^e congrès de l'Association internationale de pédagogie universitaire* (p. 294-307). École des Hautes Études Commerciales. <http://hdl.handle.net/20.500.12162/888>
- Glazier, R. A. (2021). *Connecting in the online classroom: Building rapport between teachers and students*. Johns Hopkins University Press. <https://doi.org/10.1353/book.98266>
- Granjon, F. (2004). Les sociologies de la fracture numérique : jalons critiques pour une revue de la littérature. *Questions de communication*, (6), 217-232. <https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.4390>
- Hattie, J. (2013). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Jensen, T., Marinoni, G. et van't Land, H. (2022). *Higher Education one year into the COVID-19 pandemic. Second IAU global survey report*. International Association of Universities (IAU). <http://iau-aiu.net/...>
- Jézégou, A. (2010). Créer de la présence à distance en e-learning : cadre théorique, définition, et dimensions clés. *Distances et savoirs*, 8(2), 257-274. <https://doi.org/10.3166/ds.8.257-274>

- Johnson, N. (2021). *Evolving definitions in digital learning: A national framework for categorizing commonly used terms*. Canadian Digital Learning Research Association (CDLRA). <http://cdlra-acrfl.ca/...>
- Karsenti, T., Parent, S. et Cuerrier, M. (2021). L'école à la maison : la pandémie a-t-elle réellement exacerbé les iniquités sociales? *Éducation Canada*, 60(4), 26-28. <http://cpf.ca/...>
- Karsenti, T., Poellhuber, B., Roy, N. et Parent, S. (2020). Le numérique et l'enseignement au temps de la COVID-19 : entre défis et perspectives – Partie 1. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 17(2), 1-4. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2021-v18n1-01>
- Lambert, J.-P. (2020). *L'enseignement supérieur peut-il être à la fois excellent et démocratique ? Une analyse comparée des systèmes* (publication n° 2020/5). Center for Research in Economics. <https://cerec.be/...>
- Laurillard, D. (2014). Thinking about blended learning: A paper for the Thinkers in Residence programme. Dans G. Van der Perre et J. Van Campenhout (dir.), *Higher Education in the digital era: A thinking exercise in Flanders* (p. 9-33). KVAB Press. <http://kvab.be/...>
- Le Boterf, G. (2007). Des cursus professionnalisants ou par compétences à l'université : enjeux, craintes et modalités. *Actualité de la formation permanente*, (209), 49-55. <http://guyleboterf-conseil.com/...>
- Lemieux, M.-M. (2021). Inégalités, compétences et conditions numériques. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 18(1), 157-169. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2021-v18n1-14>
- Margaryan, A., Littlejohn, A. et Vojt, G. (2011). Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Computers & Education*, 56(2), 429-440. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.09.004>
- Marinoni, G., van't Land, H. et Jensen, T. (2020). *The impact of COVID-19 on Higher Education around the world: IAU Global Survey report*. International Association of Universities (IAU). <http://iau-aiu.net/...>
- Ndibnu-Meissina Ethé, J. et Kouankem, C. (2021). Suivi à distance des étudiants camerounais pendant et après la COVID-19. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 18(1), 32-47. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2021-v18n1-05>
- Organisation de coopération et de développement économiques. (2016). *Résultats du PISA 2015 : volume II. Politiques et pratiques pour des établissements performants*. <https://doi.org/kmds>
- Parent, S., Poellhuber, B., Johnson, N. et Seaman, J. (2021). *L'apprentissage numérique dans les établissements postsecondaires canadiens. Rapport du Québec 2021*. Association canadienne de recherche sur la formation en ligne (ACRFL). <http://cdlra-acrfl.ca/...>
- Perrenoud, Ph. (2005, septembre). *Développer des compétences, mission centrale ou marginale de l'université?* [communication]. Congrès de l'Association internationale de pédagogie universitaire (AIPU). Genève, Suisse. <http://unige.ch/...>

- Poellhuber, B., Karsenti, T., Roy, N. et Parent, S. (2021). Le numérique et l'enseignement au temps de la COVID-19, entre défis et perspectives – Partie 3. Enseigner à distance en temps de pandémie : réflexion sur les défis et les succès d'une adaptation dans l'urgence pour les formateurs universitaires. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 18(1), 1-2. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2021-v18n1-01>
- Puentedura, R. (2013, mai). *SAMR: Moving from enhancement to transformation* [diaporama]. AIS ICT Management and Leadership Conference. <http://hippasus.com/rrpweblog/...>
- Quatresooz, P., Bonnet, P., Radermecker, M., Weatherspoon, A., Pesesse, L., Comblain, F., Vandebosch, R., Pirotte, M., Dernier, A., Nizet, C., Walhin, N. et Defaweux, V. (2021). Travaux pratiques d'anatomie et d'histologie à distance. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 18(1), 184-193. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2021-v18n1-16>
- Romainville, M. (2000). *L'échec dans l'université de masse*. L'Harmattan.
- Tardif, J. (2017). Des repères conceptuels à propos de la notion de compétence, de son développement et de son évaluation. Dans M. Poumay, J. Tardif et F. Georges (dir.), *Organiser la formation à partir des compétences : un pari gagnant pour l'apprentissage dans le supérieur* (p. 15-37). De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.pouma.2017.01.0015>
- Taufiq, M., Nuswowati, M. et Widiyatmoko, A. (2021). Study of the applicability level of Merge Cube Augmented Reality media on junior high school science teachers. *Unnes Science Education Journal*, 10(3), 132-136. <https://doi.org/10.15294/usej.v10i3.49804>
- Tricot, A. (2021). Le numérique permet-il des apprentissages scolaires moins contraints ? Une revue de la littérature. *Éducation et sociétés*, 2021/1(45), 37-56. <https://doi.org/10.3917/es.045.0037>

Annexe A – Évaluations formatives

Cette annexe comprend la description et l'ensemble des questions constituant chacune des deux évaluations formatives (test 1 et test 2) auxquelles les étudiants ont été soumis lors de la séance de TP en présentiel, ainsi que les propositions de réponse possibles pour chaque type de question.

Pour chaque question, il est précisé la bonne proposition de réponse (en gras entre crochets), le nom du crâne représenté et le type de processus de raisonnement auquel la question fait appel : Type « C » (processus de raisonnement de type « Connaître »), Type « A » (processus de raisonnement de type « Appliquer »), Type « Ag » (processus de raisonnement de type « Appliquer » portant sur le groupe d'appartenance), Type « Ad » (processus de raisonnement de type « Appliquer » portant sur l'ancienneté).

Pour la seconde évaluation formative (test 2), il est également indiqué pour chaque question si le crâne sur lequel elle porte était intégré ou non à la séquence de 7 crânes que les étudiants ont été amenés à ordonner dans le cadre de l'exercice d'application réalisé lors de la séance de TP en présentiel et donc, si ce crâne a été manipulé physiquement par les étudiants dans un but précis ou de manière libre.

Le tableau A.1 reprend l'ensemble des propositions de réponse pour chaque type de question reprise dans les évaluations formatives :

Tableau A.1

Propositions de réponses associées aux différents types de questions reprises dans les évaluations formatives

Type « C »	Type « Ag »	Type « Ad »
Aegyptopithecus	Archanthropiens	Actuel
Australopithèque, forme gracile	Australanthropiens graciles	-20 000 ans
Australopithèque, forme robuste	Australanthropiens robustes	-50 000 ans
Gorilla sp. (Gorille) femelle	Cercopithécidés	-100 000 ans
Gorilla sp. (Gorille) mâle	Dryopithécidés	-250 000 ans
Homo erectus (Pithécanthrope)	Forme de transition	-300 000 ans
Homo erectus (Sinanthrope)	Néanthropiens	-400 000 ans
Homo ergaster	Paléanthropiens	-1 000 000 ans
Homo floresiensis (Homme de Flores)	Ponginés	-1 500 000 ans
Homo habilis	Préhominiens	-1 800 000 ans
Homo heidelbergensis	Catarrhiniens très anciens	-1 900 000 ans
Homo neanderthalensis (Homme de Néanderthal)	Homininés (de lignée non humaine)	-2 500 000 ans
Homo rhodesiensis (Homme de Broken Hill)	En débat	-15 000 000 ans
Homo rudolfensis		-30 000 000 ans
Homo sapiens "ancien"		
Homo sapiens "récent"		
Macaca sp. (Macaque)		
Pan sp.		
Papio sp. (Babouin)		
Pongo sp. (Orang-outan) femelle		
Pongo sp. (Orang-outan) mâle		
Proconsul sp.		
Sahelanthropus tchadensis (Toumaï)		

Évaluation formative 1 (test 1)

Description

Cette première évaluation formative vous permet d'évaluer ce que vous avez appris au départ de la manipulation virtuelle des crânes de notre collection sur le site Internet dédié aux travaux pratiques du cours d'anthropologie biologique et de cibler ainsi vos lacunes afin d'organiser au mieux cette séance en présentiel des travaux pratiques.

Vous serez interrogé sur 6 crânes différents de notre collection. Une seule question vous est posée pour chaque crâne concernant soit son identification, soit son groupe d'appartenance, soit encore son ancienneté.

Vous disposez de 15 minutes pour répondre à ces 6 questions; ne passez donc pas trop de temps sur chaque crâne, répondez simplement et au mieux, en fonction des connaissances et compétences que vous avez acquises jusqu'ici.

Bonne évaluation!

Questions [**bonnes réponses en gras**]

Question 0 À quelle séance de TP êtes-vous inscrit?

Lundi 21 mars / Vendredi 25 mars / Lundi 28 mars

Question 1 Gorilla sp. (Gorille) mâle – Type « C »

Le crâne représenté ici est celui d'un : [**Gorilla sp. (Gorille) mâle**]

Question 2 Homo sapiens (Homme de Predmost) – Type « Ag »

Le crâne représenté ici appartient au groupe des : [**Néanthropiens**]

Question 3 Macaca sp. (Macaque) mâle – Type « Ad »

Le crâne représenté ici date d'environ : [**Actuel**]

Question 4 Homo neanderthalensis (Homme de Néanderthal : Chapelle-aux-Saints 1) – Type « Ad »

Le crâne représenté ici date d'environ : [**-50 000 ans**]

Question 5 Sahelanthropus tchadensis (Toumaï) – Type « Ag »

Le crâne représenté ici appartient au groupe des : [**Préhominiens**]

Question 6 Homo rhodesiensis (Homme de Broken Hill) – Type « C »

Le crâne représenté ici est celui d'un : [**Homo rhodesiensis (Homme de Broken Hill)**]

Évaluation formative 2 (test 2)

Description

Cette seconde évaluation formative vous permet d'évaluer dans quelle mesure vous avez su mettre à profit les heures de travaux pratiques en présentiel permettant la manipulation physique des

crânes de notre collection, ainsi que de cibler d'éventuelles lacunes persistantes qu'il convient de retravailler d'ici à l'examen de juin, au départ du site Internet dédié aux travaux pratiques du cours d'anthropologie biologique.

Vous serez interrogé sur 6 nouveaux crânes de notre collection. Pour chaque crâne, il vous sera d'abord demandé si vous avez eu l'occasion de le manipuler ou non physiquement cette après-midi. Ensuite, une question de matière vous est posée pour chaque crâne concernant soit son identification, soit son groupe d'appartenance, soit encore son ancienneté. Seules ces 6 questions de matière sont associées à des points afin que vous vous évaluiez.

Vous disposez de 15 minutes pour répondre à ce questionnaire, ne passez donc pas trop de temps sur chaque crâne, répondez simplement et au mieux, en fonction des connaissances et compétences que vous avez acquises jusqu'ici.

Bonne évaluation!

Questions [bonnes réponses en gras]

Question 0 À quelle séance de TP êtes-vous inscrit?

Lundi 21 mars / Vendredi 25 mars / Lundi 28 mars

Question 1 Homo erectus (Sinanthrope de Pékin) – Type « C » – Intégré exercice d'application

Avez-vous manipulé physiquement ce crâne aujourd'hui? Oui / Non

Le crâne représenté ici est celui d'un : [**Homo erectus (Sinanthrope)**]

Question 2 Homo heidelbergensis (Atapuerca 5) – Type « A » – Non Intégré exercice d'application

Avez-vous manipulé physiquement ce crâne aujourd'hui? Oui / Non

Le crâne représenté ici appartient au groupe des : [**Archanthropiens**]

Question 3 Paranthropus boisei (Australopithèque, forme robuste) – Type « C » – Intégré exercice d'application

Avez-vous manipulé physiquement ce crâne aujourd'hui? Oui / Non

Le crâne représenté ici est celui d'un : [**Australopithèque, forme robuste**]

Question 4 Papio sp. (Babouin) mâle – Type « A » – Intégré exercice d'application

Avez-vous manipulé physiquement ce crâne aujourd'hui? Oui / Non

Le crâne représenté ici date d'environ : [**Actuel**]

Question 5 Australopithecus afarensis (Australopithèque, forme gracile : Lucy) – Type « C » – Non Intégré exercice d'application

Avez-vous manipulé physiquement ce crâne aujourd'hui? Oui / Non

Le crâne représenté ici est celui d'un : [**Australopithèque, forme gracile**]

Question 6 Pongo sp. (Orang-outan) femelle – Type « A » – Intégré exercice d'application

Avez-vous manipulé physiquement ce crâne aujourd'hui? Oui / Non

Le crâne représenté ici appartient au groupe des : [**Ponginés**]

Annexe B – Résumé des valeurs comparées statistiquement pour répondre à chaque hypothèse

Cette annexe consiste en un tableau reprenant, pour chacune des quatre hypothèses de l'étude, son nom, les valeurs comparées entre différentes populations sur la base de tests du Chi-2 de Pearson, et les populations concernées par ces comparaisons. Le numéro des figures présentant les résultats de ces comparaisons est également mentionné. La mention « % Réussite et Échec à 50 % » fait référence au pourcentage d'étudiants ayant obtenu une note respectivement supérieure ou inférieure à 50 % à une évaluation formative donnée. La mention « % Réponses correctes et incorrectes » fait référence au % de réponses correctes et incorrectes à certaines questions spécifiques, précisées dans la colonne « Populations concernées ». La mention « Q° crâne » est l'abréviation de « Questions portant sur un crâne », tandis que les mentions « Q° type 'C' » et « Q° type 'A' » font référence au processus de raisonnement auquel les questions font appel : processus de raisonnement de type « Connaître » et de type « Appliquer », respectivement.

Tableau B.1

Valeurs comparées entre différentes populations sur la base de tests du Chi-2 de Pearson pour répondre à chacune des quatre hypothèses de l'étude, et numéro des figures présentant les résultats de ces comparaisons

Hypothèse testée	Valeurs comparées entre populations	Populations concernées	Figure présentant les résultats
H1 : Valeur ajoutée de la séance de TP en présentiel	% Réussite et Échec à 50 %	1 ^{re} évaluation formative VS 2 ^e évaluation formative	Figure 3
H2 : Le dispositif d'apprentissage numérique à distance est-il égalitaire ?	% Réussite et Échec à 50 %; 1 ^{re} évaluation formative	Pop 1 (21 mars) VS Pop 2 (25 mars) VS Pop 3 (28 mars)	Figure 4
H3 : Valeur ajoutée d'une manipulation physique des crânes	% Réponses correctes et incorrectes; 2 ^e évaluation formative	Q° crâne manipulé physiquement et virtuellement VS Q° crâne manipulé virtuellement seulement	Figure 6
H4 : Types d'acquis favorisés par le dispositif hybride de TP	% Réponses correctes et incorrectes; 1 ^{re} et 2 ^e évaluation formative	Q° type « C » VS Q° type « A »	Figure 9

Annexe C – Questionnaire d'avis

Cette annexe comprend la description du questionnaire d'avis soumis aux étudiants en ligne à la suite de leur participation à la séance de TP en présentiel, ainsi que les quelques questions dont les réponses présentées ici (pourcentage d'étudiants ayant choisi chacune des propositions de réponse possibles) sont exploitées dans la présente étude.

Description

Ce questionnaire cherche à recueillir votre avis sur la manipulation des crânes de notre collection dans le cadre des travaux pratiques du cours d'anthropologie biologique.

Vos réponses pourraient servir à améliorer les méthodologies employées dans le cadre de ces TP pour les années à venir.

En dehors de la question 1, ce questionnaire cherche à évaluer la qualité des outils de manipulation des crânes (manipulation de modèles 3D virtuels ou manipulation de moulages réels), INDÉPENDAMMENT du contexte dans lequel vous avez utilisé ces outils (i.e. que ça soit à distance ou lors de la séance de TP en présentiel).

ATTENTION, dans ce questionnaire, nous recueillons votre avis sur votre niveau de performance pour l'identification du NOM des crânes d'une part (équivalent de la 1^{ère} colonne de réponse sur l'onglet d'auto-évaluation du site internet), et pour l'identification du GROUPE d'appartenance ET de l'ANCIENNETÉ des crânes d'autre part (équivalent des 2^{ème} et 3^{ème} colonnes de réponse sur l'onglet d'auto-évaluation du site internet). Veuillez à prendre en compte la variation possible de vos performances entre ces deux types d'exercice dans votre réflexion.

Vos réponses à ce questionnaire ne serviront EN AUCUN CAS à vous évaluer d'une quelconque manière, ce sont les méthodologies employées lors des TP qui sont évaluées ici grâce à vos avis.

Questions [pourcentage de personnes répondantes en gras]

Question 1. La séance de travaux pratiques en présentiel vous a permis de progresser.

Tout à fait d'accord	[25 %]
D'accord	[59 %]
Pas d'accord	[8 %]
Pas du tout d'accord	[1 %]
Pas d'avis	[4 %]
Sans objet (vous n'avez pas participé à la séance de TP en présentiel)	[3 %]

Question 2 Dans quelle mesure la manipulation physique des crânes (moulages de crânes) vous a été utile en plus de la manipulation virtuelle des crânes au départ du site internet pour atteindre votre niveau de performance actuel pour l'identification du nom des crânes?

Très utile	[38 %]
Utile	[54 %]
Pas utile	[3 %]
Pas du tout utile	[0 %]
Pas d'avis	[5 %]

Question 3 Dans quelle mesure la manipulation physique des crânes (moulages de crânes) vous a été utile en plus de la manipulation virtuelle des crânes au départ du site internet pour atteindre votre niveau de performance actuel pour l'identification du groupe d'appartenance et de l'ancienneté des crânes?

Très utile	[37 %]
Utile	[46 %]
Pas utile	[8 %]
Pas du tout utile	[0 %]
Pas d'avis	[8 %]