

Place des TIC dans l'enseignement de la biologie cellulaire

[ICT in the teaching of cellular biology]

Wissal IRAQI¹, Khadija HTOUTOU¹, Chadia SEKKAT², and Abdelhamid ZAID²

¹Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation, Meknès, Maroc

²Faculté des Sciences de Meknès, Maroc

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present work proposes to focus on the information and communication technology in teaching cellular biology by implementing their contribution in the acquisition of the functioning of the cell. We also focused on the limits and challenges of these new technologies, in teaching this very particular discipline by its importance in the acquisition of biological sciences. We worked on five successive promotions of 160 students in total, holding a master's degree in biology or geology. The results of this study showed that the use of computer simulation in the teaching of cell biology led to a better acquisition of cell function by students. However, these technologies are to be used with some caution. All of these results are discussed in this article.

KEYWORDS: ICT, Student, Teacher, Cellular biology, Scientific conceptions.

RESUME: Le présent travail se propose de mettre l'accent sur l'utilisation des technologies d'information et de communication dans l'enseignement de la biologie cellulaire en mettant en œuvre leur apport dans l'acquisition du fonctionnement de la cellule. Nous nous sommes également focalisés sur les limites et les enjeux de ces nouvelles technologies, dans l'enseignement de cette discipline bien particulière par son importance dans l'acquisition des sciences biologiques. Nous avons travaillé sur cinq promotions successives de 160 étudiants au total, titulaires d'une licence en biologie ou en géologie. Les résultats de cette étude ont montré que l'utilisation de la simulation par ordinateur, dans l'enseignement de la biologie cellulaire, a conduit à une meilleure acquisition du fonctionnement de la cellule par les étudiants. Toutefois, ces technologies sont à utiliser avec modération et avec une certaine prudence. L'ensemble de ces résultats est discuté dans cet article.

MOTS-CLEFS: TIC, TICE, Etudiant, Enseignant, Biologie cellulaire, conceptions scientifiques.

1 INTRODUCTION

La construction, l'acquisition ou l'enrichissement des concepts scientifiques dans différentes disciplines nécessite souvent le déploiement des technologies numériques en l'occurrence, les TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) [1], [2], [3], [4], [5]. Ces technologies comportent un grand nombre d'outils conçus pour utiliser des documents numériques à des fins d'enseignement et d'apprentissage [6]. Les TIC à usage pédagogique sont distinguées en cinq catégories différentes [7]. Il s'agit de : (1) l'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO), (2) la simulation assistée par ordinateur (SAO), (3) l'évaluation assistée par ordinateur (EAO), (4) la production multimédia et hypermédia (PMH) et (5) la communication virtuelle éducative (CVE). Cette diversité d'outils confère aux nouvelles technologies une grande importance et les rendent incontournables dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences. En effet, en biologie où l'enseignement reste celui de l'observation et de l'expérimentation par excellence, les TIC occupent une place centrale. De plus, l'enseignement expérimental

de cette discipline pose toujours problème de point de vue faisabilité et il n'est toujours pas évident de l'adopter en classe. En outre, la valeur ajoutée des TIC apparaît clairement lors de la conception des séances de cours ou de TP (Travaux pratiques). Dans ce contexte, l'utilisation de ces technologies a offert d'autres alternatives pédagogiques visant à véhiculer certaines connaissances scientifiques de la biologie. Selon de nombreux travaux, l'apprentissage de nombreux concepts s'est trouvé ainsi simplifié par les TIC [8], [9]. Dans ce contexte, des séquences animées entièrement numérisées sont devenues particulièrement abondantes de nos jours. Les simulations numériques arrivent à schématiser certains phénomènes ou réactions difficiles ou même impossibles à réaliser réellement. Cependant, l'intégration des TIC doit tenir compte de nombreux facteurs notamment dans le volet pédagogique. La détermination des objectifs et des compétences scientifiques à transmettre ou à développer sont essentielles dans le choix des ressources numériques [10]. Ceci étant, la maîtrise des ressources numériques par l'enseignant est importante de point de vue contenu et technique en soi [11]. Par ailleurs, ce dernier doit trouver dans les TIC un apport scientifique considérable et une fluidité de son cours. En outre, ces nouvelles technologies doivent être utilisées pour faciliter la tâche de l'enseignant dans le transfert des compétences et non leur complication ou encore une perte de temps. Toutefois, face à la multitude de séquences et de logiciels disponibles, l'enseignant est amené à choisir les TIC d'une manière optimale de point de vue objectifs à atteindre, savoir à transmettre et temps alloué, sans oublier la nature du public cible (Age, pré-requis, section, niveau, etc). En d'autres termes, l'outil TIC doit rester parfaitement adapté aux situations d'enseignement-apprentissage et s'insérer dans les objectifs tracés ainsi que dans les résultats escomptés. Une étude a montré que les TIC fournissent des moyens novateurs, non seulement pour la diffusion des connaissances mais aussi pour l'exploration de stratégies d'apprentissage qui favorisent la construction des compétences [12]. Ceci étant, il est utile de souligner que les TIC ne doivent pas prendre le dessus sur d'autres moyens pédagogiques tels que la réalisation d'expériences réelles qui continue à jouer un rôle clé dans le développement des compétences scientifiques de l'apprenant [13]. Il est également important de rappeler que ces technologies doivent rester réservées à l'enseignement des phénomènes complexes et de réactions difficiles ou impossibles à illustrer devant ou avec les étudiants [1].

Le présent travail se propose de mettre l'accent sur la place des TIC dans l'enseignement de la biologie cellulaire vue son importance dans l'acquisition des sciences biologiques. Nous nous sommes focalisés sur l'apport de ces technologies dans l'acquisition de trois concepts majeurs de cette discipline en l'occurrence, le transport membranaire, la division cellulaire et la synthèse des protéines. Nous avons également analysé les limites et les enjeux de l'utilisation de ces nouvelles technologies, relatifs à l'enseignement de ces concepts. Nous nous sommes limités aux TIC basées sur l'utilisation de séquences animées qui servent à présenter un phénomène complexe et d'illustrer les étapes de son déroulement sous une forme simple.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour réaliser notre travail, nous avons travaillé sur cinq promotions universitaires successives avec un échantillonnage de 160 étudiants titulaires d'une licence en biologie ou en géologie. Ces derniers étaient en formation dans le centre régional des métiers de l'éducation et de la formation de Meknès (Maroc), et ce pour devenir des enseignants des SVT (Sciences de la Vie et de la Terre) au niveau du cycle secondaire. Nous nous sommes intéressés à trois concepts de la biologie cellulaire : le transport membranaire, la division cellulaire et la synthèse des protéines. Nous avons évalué et analysé selon une grille, l'acquisition des compétences relatives à ces trois concepts. A cet effet, les cours ont été dispensés dans un premier temps en utilisant seulement des schémas et/ou des figures. Pour tester l'apport des TIC dans l'acquisition des concepts enseignés et qui font l'objet de ce travail, les séquences animées ont été intégrées dans un deuxième temps. Nous avons par la suite relevé les compétences scientifiques qui posent problème chez les étudiants dans chaque concept analysé selon une note de 0 à 5 qu'ils ont attribuée eux-mêmes selon leur acquisition de la compétence en question (0 : acquisition facile, 1 : acquisition moyenne, 3 : acquisition faible, 4 : acquisition très faible, 5 : aucune acquisition). Cette appréciation a été également vérifiée par l'enseignant pendant le cours et lors de l'évaluation finale du concept.

Il est à signaler que les cours se sont déroulés avec un effectif de 25 étudiants (plus ou moins un étudiant) durant les 4 premières promotions (2011-2012, 2012-2013, 2014-2015) et 60 étudiants répartis en deux groupes pendant la 5^{ème} promotion (2015-2016). L'ensemble des étudiants de notre échantillonnage a été informé sur le but de ce travail et ont participé d'une manière anonyme. De plus, aucune appréciation ne leur a été donnée et ce, pour éviter tout biaisement des résultats. Il est à noter aussi que le choix des ressources numériques a été optimisé et que les mêmes séquences ont été utilisées pour les cinq promotions afin de garantir une grande homogénéité des données.

3 RÉSULTATS

Lors du cours, les représentations graphiques projetées aux étudiants telles des schémas ou des figures, n'ont pas donné les résultats attendus concernant l'acquisition des compétences relatives aux trois concepts (Le transport membranaire, la

division cellulaire, la synthèse des protéines). Le tableau 1 montre le pourcentage des étudiants ayant acquis ces concepts en fonction de l'intégration ou pas des TIC. Les pourcentages les plus frappants concernent la division cellulaire et la synthèse des protéines puisqu'ils sont passés de 28.75% à 59.37% et de 20.62% à 59.37% respectivement. Cependant, une petite proportion n'est pas arrivée à assimiler lesdits concepts même après intégration des TIC dans le cours et qui sont de 12.50%, 11.87% et 20% respectivement pour les trois concepts.

Tableau 1 : Pourcentage des étudiants ayant acquis les concepts de la biologie cellulaire en fonction de l'intégration ou pas des TIC

	Le transport membranaire	La division cellulaire	La synthèse des protéines
Pourcentage des étudiants ayant acquis le concept sans les TIC	25% (40/160)	28.75% 46/160	20.62% (33/160)
Pourcentage des étudiants ayant acquis le concept avec les TIC	62.50% 100/160	59.37% (95/160)	59.37% (95/160)
Pourcentage des étudiants n'ayant pas acquis le concept	12.50% 20/160	11.87% 19/160	20% 32/160

En nous basant sur ces résultats, nous nous sommes intéressés aux compétences qui posent problème chez les étudiants. Nous nous sommes ainsi focalisés sur ceux qui n'arrivaient pas à les acquérir (20, 19 et 32 étudiants respectivement). Le tableau 2 résume les résultats que nous avons obtenus. Ici également, une note de 0 à 5 a été attribuée par l'enseignant et par l'étudiant lui-même à la compétence selon son acquisition, avant et après intégration des TIC (0 : acquisition facile, 1 : acquisition moyenne, 3 : acquisition faible, 4 : acquisition très faible, 5 : aucune acquisition). Il est à noter que le nombre total des étudiants par rapport aux compétences problématiques ne correspond au total étudié car un même étudiant peut avoir des difficultés d'acquisition dans différentes compétences.

Tableau 2 : Apport des TIC dans l'acquisition des compétences de la biologie cellulaire (Une note de 0 à 5 est attribuée à la compétence selon son acquisition)

	Compétences problématiques	Nombre des étudiants	Acquisition des compétences avant intégration des TIC	Acquisition des compétences après intégration des TIC
Le transport membranaire	Le transport passif	10/20	3	1
	* La diffusion simple	8/20	3	1
	* La diffusion facilitée	14/20	4	2
	Le transport actif	18/20	4	2
La division cellulaire	La variation de la quantité d'ADN	10/19	4	2
	La division réductionnelle	14/19	4	2
	La division équationnelle	19/19	4	2
La synthèse des protéines	Le rôle de la coiffe A dans la transcription	24/32	5	2
	L'épissage	20/32	5	2
	La traduction	28/32	5	3

Les résultats du tableau 2 montrent que l'utilisation des TIC a nettement amélioré le niveau d'acquisition des compétences chez les étudiants qui étaient perdus dans l'appropriation du savoir relatif aux trois concepts analysés, en utilisant seulement des supports simplifiés (projection de schémas avec ou sans légende). En effet, la quasi-totalité des apprenants sont arrivés à assimiler lesdits concepts, notamment ceux du transport membranaire et de la division cellulaire. L'acquisition de la compétence de la traduction des protéines est restée difficile pour les étudiants qui souffraient déjà d'une difficulté à ce niveau puisque la note est passée seulement de 5 à 3, après intégration d'une séquence animée dans le cours. Ces résultats montrent que les TIC n'étaient pas d'un grand recours seulement pour une petite proportion des étudiants. Par contre, une meilleure compréhension des différents concepts a été notée puisque la note attribuée à la difficulté est passée dans certains cas de 5 à 2 et de 3 à 1.

4 DISCUSSION

L'intégration des TIC dans l'enseignement de la biologie rentre dans les pratiques personnelles de l'enseignant et dans la transformation de son style pédagogique [14]. Parmi les objectifs majeurs de ces nouvelles démarches pédagogiques, figure l'orientation de l'activité de l'enseignant vers l'étudiant, pour l'impliquer davantage dans la construction de son savoir. De plus, l'évolution et la diversification croissante des TIC imposent d'une manière ou d'une autre leur intégration de plus en plus fréquente dans l'enseignement de la biologie. Cependant, ces technologies ne doivent pas se limiter aux présentations power point et aux schémas numérisés mais doit comporter également des séquences animées. Les résultats du présent travail montrent tout l'intérêt de l'intégration de ces séquences dans l'enseignement et l'apprentissage d'une discipline bien particulière de la biologie, celle de la cellule. En effet, l'acquisition des concepts du transport membranaire, de la division cellulaire ainsi que la synthèse des protéines a été nettement améliorée chez les étudiants de notre étude. L'apport de ces TIC semble être important chez la majorité des étudiants et ce, pour les trois concepts. La note de l'évaluation finale était également satisfaisante et variait entre 18 et 12. De plus, les étudiants affirmaient eux-mêmes la simplification du transfert du savoir via cette technique d'animation et ont souligné qu'ils arrivaient à mieux s'approprier les compétences transmises pendant le cours. En outre, l'utilisation d'une telle démarche d'enseignement leur permettait de revenir sur la séquence présentée et de l'assimiler à leur rythme [15], [16]. Cependant, il faudrait être attentif au fait que les représentations numérisées parfois trop simplifiées, dans le temps et dans l'espace, pourraient conduire à une mauvaise compréhension des phénomènes présentés. Ceci pourrait expliquer en partie les résultats obtenus chez les étudiants ayant toujours présenté des difficultés d'acquisition de certains concepts même avec l'association des séquences animées. La diversification des moyens didactiques et scientifiques dans la séquence d'enseignement est d'un grand intérêt dans ce contexte [17], [18]. L'acquisition de la démarche scientifique à travers une expérimentation réelle tient toute sa place dans le processus d'apprentissage. L'association de la simulation numérique à l'expérience réelle reste l'idéal dans les apprentissages scientifiques. Par ailleurs, l'intégration des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage doit toujours se faire avec un accompagnement de l'apprenant afin d'éviter une mauvaise compréhension des phénomènes présentés d'une part ou une confusion entre la réalité et le virtuel d'autre part. Le problème de fausses représentations préexistantes ou de pré-requis insuffisants est également à prendre en considération dans le résultat mentionné plus haut. Les approches d'introduction du concept de la cellule seraient très importantes pour contourner le problème des conceptions erronées qui existent chez les apprenants [19]. Par ailleurs, il est à souligner que les fausses représentations ont été également rapportées chez les apprenants, lors de l'enseignement du fonctionnement de certains systèmes du corps humain comme le système digestif [20], [21], [22], [23], [24], le système nerveux [25], [26] et le système respiratoire [27] ont été étudiées. Le rôle de l'enseignant dans l'évolution des conceptions chez les apprenants a été bien démontré [28]. D'autre part, il est à souligner que la maîtrise des TIC ainsi que leur choix dans l'enseignement sont un point important dans l'obtention des résultats escomptés chez l'apprenant [29], [8]. La séquence en soi et sa durée sont déterminantes dans l'intérêt de l'utilisation d'une telle technologie et sont par conséquent, à prendre avec beaucoup de sérieux. Il est également important que l'enseignant soit conscient des différentes contraintes que peut engendrer l'utilisation des nouvelles technologies. Le problème d'addiction aux outils numériques qui peut s'observer chez certains étudiants ainsi que la consultation de sites Internet inappropriés ont été rapportés [30].

5 CONCLUSION

Ce travail a permis de mettre en évidence l'importance des TIC dans l'enseignement de la biologie cellulaire. Ces nouvelles technologies constituent de précieux outils pédagogiques dans la séquence d'enseignement. La simulation numérique est un moyen didactique, permettant la présentation de phénomènes complexes de la biologie cellulaire et un gain de temps. La conceptualisation et l'assimilation des apprentissages par les étudiants qui en découlent représentent tout l'intérêt d'utilisation des TIC. Toutefois, cette technique d'animation demande des qualités pédagogiques aussi bien scientifiques qu'organisationnelle, de la part de l'enseignant. Par ailleurs, ces technologies numériques présentent des enjeux et des limites d'utilisation. En effet, la simulation peut inculquer des représentations erronées ou parfois différentes de la réalité. Dans ce contexte, l'accompagnement des étudiants dans leur apprentissage doit toujours rester de rigueur afin d'éviter toute mauvaise compréhension ou négligence délibérée d'autres moyens didactiques.

REFERENCES

- [1] B. DEVAUCHELLE, « Multimédiatiser l'école », 1^{ère} édition, Hachette livre, 43 Quai de Grenelle, 75905 Paris Cedex 15.
- [2] S. EL JAMALI, « La simulation sur ordinateur : quel rôle dans l'enseignement des sciences physiques ? » Colloque Enseignement et Recherche en didactique des sciences (ERDS 2000), 1^{ère} édition, 2001, p. 35-41.

- [3] J. REBMANN, R. JPUBERT and Ph. DESMOND, « Intégration de simulation dans l'enseignement de la physique en première année de DEUG », Colloque enseignement et recherche en didactique des sciences (ERDS 2000), 1^{ère} édition, 2001, p. 15-26.
- [4] R. BIBEAU, « Les Technologies de l'Information et de la Communication peuvent contribuer à améliorer les résultats scolaires des élèves », *EpiNet : Revue électronique de l'EPI*, Paris, Avril 2007.
- [5] K. AHAI, A. EL HAJJAMI, L. AJANA, A. EL MOKRI and A. CHIKHAOUI, « Analyse de l'effet d'intégration d'un logiciel d'optique géométrique sur l'apprentissage d'élèves de niveau baccalauréat sciences expérimentales » *Revue EpiNet* N° 101, Janvier, 2008.
- [6] L. DUBOIS, « Sciences et technologie - Cycle 3 », *Editions Nathan*, Tome 1, 2016.
- [7] M. COQUIDE and JF. LE MARECHAL, « Modélisation et simulation », *Aster*, N° 43, 2006.
- [8] J. HENRY and N. JORIS N, « Maîtrise et usage des TIC : la situation des enseignants en Belgique francophone », B. DROT-DELANGE, GL. BARON and E. BRUILLARD, « Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) en milieu éducatif », Clermont-Ferrand, France, 2013.
- [9] BAKER, DE VRIES, LUND and QUIGNARD, « Interactions épistémiques médiatisées par ordinateur pour l'apprentissage des sciences : bilan de recherches », *Sciences et Techniques Educatives* 8, pp. 21-32, 2001.
- [10] C. BARETTE, « Réussir l'intégration pédagogique des TIC », *Bulletin Clic*, N° 63, Janvier 2007.
- [11] C. MERINAT, « Utilisation des TIC en biologie », Mémoire professionnel secondaire II, Haute Ecole Pédagogique VAUD, Juin 2012.
- [12] M. LEBRUN, « Des technologies pour enseigner et apprendre », Paris, De Boeck, 2^{ème} édition, 2007.
- [13] W. IRAQI, T. HASSOUNI, E.M. BENHAMMI and T. MANSSOURI, « Difficulties of teaching the circulatory system in Life Sciences », *International Journal of Research*, Vol. 2, pp. 248-254, 2015.
- [14] B. POELLHUBER and R. BOULANGER, « Un modèle constructiviste d'intégration des TIC », Rapport de recherche PAREA, Trois-Rivières, Collège La flèche, 204 p, 2001.
- [15] A. EL HAJJAMI, A. EL MOKRI, L. AJANA and A. CHIKHAOUI, « Approches analytiques de logiciels d'apprentissage des sciences physiques », Colloque Enseignement et Recherche en didactique des sciences « ERDS 2000 », p. 49-58.
- [16] F. POYET and M. DRECHSLER, « Impact des TIC dans l'enseignement : une alternative pour l'individualisation ? », Dossier d'actualité N° 41, Janvier 2009.
- [17] L. DUBOIS, « Apport des TIC en sciences », *L'Éducateur*, N° 7, 2009.
- [18] H. RATOMPOMALALA, E. BRUILLARD and J. RAZAFIMBELO, « Quelle formation en TIC, quelles utilisations en classe des professeurs de physique et chimie ? Une étude en France », *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, pp. 53-85, 2012.
- [19] P. CLEMENT, « Introducing the cell concept by both animal and plant cells: a historical and didactic approach », *Science & Education*, 16, p.423-440, 2007.
- [20] P. CLEMENT, « Sur la persistance d'une conception : la tuyauterie continue digestion excrétion », *Aster*, N°13, pp. 133-155, 1991.
- [21] P. CLEMENT, « Epistemological, didactical and Psychological obstacles: The example of digestion/excretion », In *Science Education Research in the knowledge-based society: Proceedings ESERA*, pp. 347-349, 2001.
- [22] P. CLEMENT, « Situated conceptions and obstacles: The example of digestion/excretion » In *Science Education Research in the Knowledge-Based Society*, pp: 89-97, 2003.
- [23] S. HRAIRI, « Formes et fonctions des expériences dans l'enseignement de la biologie : cas de la digestion dans le curriculum tunisien », Thèse de doctorat, Université de Tunis, Tunisie, 2003.
- [24] W. IRAQI, N. AMEZIANE, R. OUAJKA, N. BELFAQIR, A. KOUKOUCH, and T. HASSOUNI, « Acquisition des concepts du système digestif par les jeunes apprenants », *International Journal of Innovation and Scientific Research*, p. 308-313, 2017.
- [25] B. DARLEY, « L'enseignement de la démarche scientifique dans les travaux pratiques de biologie à l'université. Analyses et propositions ». Thèse de Doctorat, Université de Grenoble 1, France, 1994.
- [26] JL. BEC and D. HAVRE, « Le système nerveux dans le programme de biologie: Quel(s) concept(s) veut-on enseigner ? », *Tréma*, p. 9-10, 1996.
- [27] M. PACCAUD, « Les conceptions comme levier d'apprentissage du concept de respiration », *Aster*, pp. 13, 35-58, 1991.
- [28] H. BENDAOU, « Comment les enseignants du cycle 3 font évoluer les représentations de leurs élèves en sciences », *Education*, 2012, dumas-00762104.
- [29] J. VUALA, « Le rôle d'un dessin animé dans l'évolution des conceptions des élèves sur la respiration », *Aster*, pp. 13, 7-34, 1991.
- [30] R. BIBEAU, « Les TIC à l'école : proposition de taxonomie et analyse des obstacles à leur intégration », *EpiNet : Revue électronique de l'EPI*, Paris, Octobre, 2005.