



Intégration du numérique dans l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre au Maroc : analyse qualitative à la lumière des modèles TPACK et SAMR.

*Integration of Digital Technologies into Life and Earth Sciences Teaching in Morocco:
A Qualitative Analysis through the Lens of the TPACK and SAMR Models.*

العالي سناء Sanae ALAOUI

Doctorante

Laboratoire Sciences de l'éducation, sciences humaines et langues (SESHUL)

Faculté des Sciences de l'Éducation. Université Mohammed V, Rabat (Maroc)

sanae_alaoui@um5.ac.ma

Dr. Amale CHELLABI

Enseignante-chercheuse

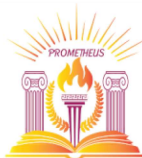
Faculté des Sciences. Université Mohammed V, Rabat (Maroc)

Abstract

This article examines the integration of digital technologies into the teaching of Life and Earth Sciences in Morocco, based on teachers' self-reported practices. Adopting a qualitative approach, the study seeks to understand how digital tools are used, the pedagogical purposes they are intended to serve, and the challenges that hinder their effective integration into classroom practices. The analytical framework combines the contributions of the TPACK model, which emphasizes the interplay among content, pedagogical, and technological knowledge, with those of the SAMR model, which is used to assess the extent to which digital technologies transform learning activities. The findings indicate that digital technologies are primarily used to illustrate scientific concepts, visualize complex phenomena, and facilitate students' understanding. However, practices that lead to a substantial transformation of learning activities remain relatively limited. The study therefore highlights the importance of strengthening teachers' pedagogical training in digital technology integration, providing sustained institutional support, and designing digital learning activities that are more closely focused on students' active engagement and learning.

Keywords: educational technology; Life and Earth Sciences; teaching practices; TPACK; SAMR; Moroccan education system





Résumé

Cet article analyse l'intégration du numérique dans l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) au Maroc à partir de pratiques déclarées par des enseignants. L'étude s'inscrit dans une approche qualitative visant à comprendre comment les outils numériques sont mobilisés, quelles finalités pédagogiques leur sont attribuées et quels obstacles limitent leur intégration. Le cadre d'analyse articule les apports du modèle TPACK, qui met en relation les connaissances disciplinaires, pédagogiques et technologiques, et ceux du modèle SAMR, utilisé comme grille de lecture du degré de transformation des activités d'apprentissage. Les résultats montrent que le numérique est surtout utilisé pour illustrer, visualiser et faciliter la compréhension des phénomènes scientifiques, tandis que les usages réellement transformateurs restent moins fréquents. L'article souligne ainsi l'importance de la formation pédagogique des enseignants, de l'accompagnement institutionnel et de la conception d'activités numériques centrées sur l'apprentissage des élèves.

Mots-clés : numérique éducatif ; SVT ; pratiques enseignantes ; TPACK ; SAMR ; système éducatif

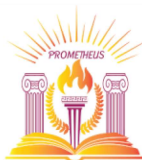
1. Introduction

L'intégration du numérique dans l'enseignement constitue aujourd'hui une question centrale pour les systèmes éducatifs, en particulier au niveau des disciplines scientifiques où les élèves doivent observer, interpréter, modéliser et expliquer des phénomènes parfois complexes. En SVT, les supports numériques peuvent rendre visibles des processus biologiques ou géologiques difficiles à observer directement, comme la dynamique cellulaire, les phénomènes tectoniques, la circulation de la matière ou les interactions entre les êtres vivants et leur milieu. Toutefois, la présence d'outils numériques dans la classe ne garantit pas automatiquement une amélioration de l'apprentissage. La littérature montre que l'efficacité de ces outils dépend de leur articulation avec les objectifs pédagogiques, les contenus disciplinaires et les choix didactiques de l'enseignant (Hew & Brush, 2007 ; Mishra & Koehler, 2006).

Dans le contexte marocain, cette question prend une importance particulière. Les recherches consacrées aux usages des TIC dans l'enseignement des SVT soulignent que les enseignants reconnaissent l'intérêt du numérique pour la motivation et la compréhension des élèves, mais qu'ils rencontrent aussi des obstacles liés à l'équipement, à la formation, au temps pédagogique et à l'accompagnement professionnel (Nafidi et al., 2018). Ainsi, l'enjeu n'est pas seulement de savoir si les enseignants utilisent le numérique, mais de comprendre comment ils l'intègrent dans leurs pratiques et dans quelle mesure ces usages transforment réellement les situations d'apprentissage.

Cette recherche s'appuie sur deux cadres théoriques complémentaires, à savoir le modèle TPACK et le modèle SAMR. Le modèle TPACK permet d'analyser les connaissances nécessaires à une intégration pédagogique pertinente du numérique, en insistant sur l'articulation entre savoirs disciplinaires, savoirs pédagogiques et savoirs technologiques (Mishra & Koehler, 2006). Le modèle SAMR, discuté de manière critique par Hamilton, Rosenberg et Akcaoglu (2016), aide quant à lui à situer les usages numériques selon leur degré





de transformation des tâches scolaires, depuis la simple substitution jusqu'à la redéfinition d'activités impossibles à réaliser sans technologie.

La problématique de cet article peut donc être formulée ainsi : comment les enseignants de SVT au Maroc intègrent-ils le numérique dans leurs pratiques pédagogiques, et dans quelle mesure ces usages traduisent-ils une transformation réelle des situations d'apprentissage ? Cette problématique conduit aux questions de recherche suivantes : quels outils numériques sont mobilisés par les enseignants de SVT ? Quelles finalités pédagogiques attribuent-ils à ces outils ? Quels freins limitent leur intégration ? Enfin, comment les usages observés peuvent-ils être interprétés à la lumière des modèles TPACK et SAMR ?

2. Revue de littérature et cadre conceptuel

2.1. Pratiques enseignantes et intégration du numérique

Les pratiques enseignantes ne se réduisent pas aux gestes visibles en classe. Elles comprennent la préparation des contenus, le choix des supports, l'organisation des interactions, la régulation des apprentissages et l'évaluation. Altet (2002) montre que l'analyse des pratiques enseignantes suppose de considérer plusieurs dimensions à la fois : les intentions de l'enseignant, les contraintes de la situation, les interactions avec les élèves et les choix pédagogiques réalisés. Dans cette perspective, l'usage du numérique doit être étudié comme une composante de la pratique professionnelle et non comme un simple ajout technique.

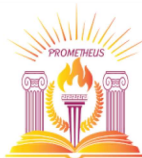
L'intégration pédagogique du numérique implique donc que les outils soient mobilisés en fonction d'une intention didactique explicite. Hew et Brush (2007) indiquent que les obstacles à l'intégration des technologies sont à la fois matériels, institutionnels, pédagogiques et personnels. Les difficultés d'accès aux équipements, le manque de formation, la pression du programme ou les représentations des enseignants peuvent limiter les usages, même lorsque l'intérêt du numérique est reconnu. Cette analyse permet d'éviter une vision simpliste selon laquelle l'innovation dépendrait uniquement de la motivation individuelle des enseignants.

2.2. Le modèle TPACK comme cadre d'analyse des connaissances professionnelles

Le modèle TPACK prolonge les travaux de Shulman (1986) sur la connaissance pédagogique du contenu. Shulman a montré que l'enseignement ne repose pas seulement sur la maîtrise de la discipline, mais aussi sur la capacité à transformer un contenu savant en contenu enseignable. Mishra et Koehler (2006) ajoutent à cette articulation la dimension technologique : l'enseignant doit être capable de choisir un outil numérique en fonction du contenu à enseigner et de la stratégie pédagogique à mettre en œuvre. Ainsi, le numérique devient pertinent lorsqu'il soutient une compréhension disciplinaire et non lorsqu'il est utilisé pour lui-même.

Dans le cas des SVT, cette articulation est particulièrement importante. Une simulation, une vidéo ou une image scientifique ne possède pas automatiquement une valeur pédagogique. Sa pertinence dépend de la manière dont l'enseignant la relie à une notion, à une démarche d'investigation, à une activité de comparaison, de modélisation ou d'interprétation. Le modèle TPACK permet donc de révéler si l'usage numérique déclaré par les enseignants relève d'une





simple présentation de contenus ou d'une véritable combinaison entre savoir disciplinaire, démarche pédagogique et outil technologique.

2.3. Le modèle SAMR et le degré de transformation des tâches

Le modèle SAMR distingue généralement quatre niveaux d'usage : substitution, augmentation, modification et redéfinition. Hamilton et al. (2016) soulignent cependant que ce modèle doit être utilisé avec prudence, car il peut conduire à hiérarchiser trop rapidement les pratiques sans tenir compte du contexte pédagogique. Dans une perspective scientifique, il est donc préférable de l'employer comme une grille descriptive permettant d'interroger le degré de transformation des tâches, plutôt que comme une échelle rigide de qualité.

Dans cette recherche, le modèle SAMR sert à distinguer les usages où le numérique remplace simplement un support traditionnel, par exemple une présentation projetée à la place d'un schéma au tableau, des usages où il permet de modifier l'activité des élèves, par exemple lorsqu'une simulation favorise l'exploration d'un phénomène ou lorsqu'un quiz interactif soutient une régulation immédiate des apprentissages. Cette lecture aide à comprendre pourquoi certains usages numériques peuvent rester centrés sur l'enseignant alors que d'autres peuvent renforcer l'activité cognitive des élèves.

2.4. Formation des enseignants et conditions d'appropriation

La formation constitue une condition majeure à l'intégration du numérique. Tondeur et al. (2012) montrent que la préparation des enseignants à l'usage des technologies ne peut se limiter à une formation technique. Elle doit intégrer des situations authentiques, des exemples pratiques, un accompagnement réflexif et une articulation entre technologie, pédagogie et discipline. Cette idée rejoint le modèle TPACK, car elle rappelle que la compétence numérique professionnelle ne consiste pas seulement à maîtriser un logiciel, mais à savoir l'utiliser pour soutenir un apprentissage précis.

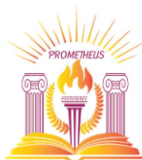
Dans le contexte marocain, Nafidi et al. (2018) indiquent que les enseignants de SVT perçoivent le numérique comme un levier important pour améliorer la compréhension des élèves, mais que l'intégration reste freinée par l'insuffisance des ressources, les problèmes techniques, la formation inégale et les contraintes organisationnelles. Ces résultats justifient une analyse située des pratiques, attentive à la fois aux usages déclarés et aux conditions concrètes dans lesquelles ces usages se développent.

3. Méthodologie

3.1. Approche de recherche

Cette étude adopte une démarche qualitative à visée descriptive et interprétative. Ce choix permet d'analyser le sens que les enseignants de Sciences de la Vie et de la Terre attribuent à leurs pratiques numériques, ainsi que les conditions qui favorisent ou limitent leur intégration en classe. L'objectif n'est pas de mesurer statistiquement des usages, mais de comprendre comment les outils numériques sont mobilisés dans les situations d'enseignement et dans quelle mesure ils transforment les activités d'apprentissage.





3.2. Participants et collecte des données

Les données reposent sur les réponses déclaratives de six enseignants de SVT. Les participants présentent des profils variés en matière d'expérience professionnelle, de contexte d'enseignement et de degré de maîtrise du numérique. Cette diversité permet de recueillir des points de vue complémentaires sur les usages, les difficultés et les besoins liés à l'intégration pédagogique des outils numériques.

3.3. Description de l'outil de collecte

L'outil utilisé est un questionnaire qualitatif structuré autour de six axes d'analyse. Il comprend des questions ouvertes permettant aux enseignants de décrire leurs pratiques, d'expliquer les raisons de leurs choix pédagogiques et d'identifier les obstacles rencontrés. Le questionnaire ne vise donc pas seulement à recenser les outils utilisés ; il cherche aussi à comprendre la place du numérique dans la préparation des cours, dans la conduite des séances et dans l'activité réelle des élèves.

Les six axes retenus sont les suivants : le profil professionnel des enseignants, les outils numériques mobilisés, les finalités pédagogiques recherchées, le degré d'implication des élèves, les freins rencontrés et les besoins d'accompagnement ou de formation. Ces axes ont été construits en cohérence avec les cadres TPACK et SAMR, car ils permettent d'examiner à la fois les connaissances professionnelles nécessaires à l'usage du numérique et le niveau de transformation des tâches d'apprentissage.

3.4. Méthode d'analyse

L'analyse des données a été conduite selon une démarche thématique. Les réponses ont d'abord été lues de manière globale afin d'identifier les idées récurrentes, puis elles ont été regroupées selon les six axes du questionnaire. Dans un second temps, les résultats ont été interprétés à la lumière du modèle TPACK, pour comprendre l'articulation entre contenus de SVT, choix pédagogiques et outils numériques, puis à la lumière du modèle SAMR, pour situer le degré de transformation des pratiques observées.

4. Résultats et analyse

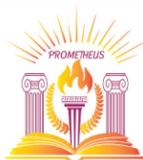
4.1. Axe 1 : profil professionnel des enseignants

Les réponses montrent que les enseignants interrogés disposent d'expériences professionnelles variées. Cette diversité influence leur rapport au numérique : certains l'utilisent comme un appui ponctuel à l'explication, tandis que d'autres cherchent à l'intégrer plus régulièrement dans la préparation et l'animation des séances. Le profil professionnel apparaît donc comme un facteur important pour comprendre les écarts d'usage et le degré d'appropriation des outils.

4.2. Axe 2 : outils numériques mobilisés

Les outils les plus cités sont les vidéos, les images scientifiques, les schémas projetés, les animations, les diaporamas, les simulations et, plus rarement, les quiz interactifs. Ces supports





sont principalement utilisés pour rendre visibles des phénomènes difficiles à observer directement, comme les mécanismes cellulaires, les processus géologiques ou certaines fonctions biologiques. Du point de vue du modèle TPACK, leur pertinence dépend de leur articulation avec une difficulté disciplinaire précise et avec une intention pédagogique clairement définie.

4.3. Axe 3 : finalités pédagogiques recherchées

Les enseignants associent fortement le numérique à la clarification des notions, à la motivation des élèves et à l'amélioration de la compréhension. Les supports visuels sont perçus comme des moyens pour rendre la séance plus concrète et plus attractive. Toutefois, la motivation ne suffit pas à caractériser une intégration pédagogique avancée : pour produire un apprentissage effectif, l'outil numérique doit conduire les élèves à observer, comparer, formuler des hypothèses, interpréter ou argumenter.

4.4. Axe 4 : implication des élèves dans les activités numériques

Les résultats indiquent que la participation des élèves reste souvent partiellement active. Les élèves observent, répondent aux questions, commentent des images ou interagissent avec certains supports, mais ils ne sont pas toujours placés dans une situation de production ou de résolution de problème. En termes de SAMR, ces pratiques relèvent fréquemment de la substitution ou de l'augmentation, car le numérique enrichit la séance sans modifier profondément la structure de la tâche scolaire.

4.5. Axe 5 : freins à l'intégration du numérique

Les principaux obstacles mentionnés concernent l'insuffisance du matériel, les problèmes techniques, l'accès limité à Internet, le manque de temps, la pression du programme et la gestion de classe. Ces difficultés confirment les constats de Hew et Brush (2007) et de Nafidi et al. (2018), qui montrent que l'intégration des technologies dépend à la fois des ressources disponibles, des compétences des enseignants et des conditions institutionnelles dans lesquelles les pratiques se réalisent.

4.6. Axe 6 : besoins d'accompagnement et de formation

Les enseignants expriment un besoin d'accompagnement qui dépasse la simple maîtrise technique des outils. Ils souhaitent surtout apprendre à concevoir des scénarios pédagogiques adaptés aux SVT, à choisir des ressources fiables, à organiser l'activité des élèves et à évaluer les apprentissages produits par l'usage du numérique. Cette demande rejoint les conclusions de Tondeur et al. (2012), selon lesquelles la formation au numérique doit articuler dimensions techniques, pédagogiques et disciplinaires.

5. Discussion

Les résultats organisés selon les six axes du questionnaire confirment que le numérique occupe





une place réelle dans les pratiques déclarées des enseignants de SVT, mais que cette place reste souvent associée à la visualisation, à l'illustration et à la motivation. Les usages observés montrent une volonté d'améliorer la compréhension des élèves, tout en révélant des limites liées aux conditions matérielles, à la formation et à la conception de tâches réellement transformatrices.

L'analyse par le modèle TPACK montre que l'intégration la plus pertinente apparaît lorsque l'enseignant relie clairement l'outil numérique au contenu disciplinaire et à une stratégie pédagogique. Une vidéo ou une simulation n'a de valeur que si elle est intégrée dans une démarche d'apprentissage : questionnement initial, observation guidée, interprétation, mise en commun et institutionnalisation des savoirs. Cette articulation rejoint l'idée de Shulman (1986) selon laquelle enseigner consiste à transformer le savoir pour le rendre accessible aux élèves.

L'analyse par le modèle SAMR montre de son côté que les pratiques restent majoritairement situées aux premiers niveaux. Le numérique améliore la présentation et peut enrichir l'activité, mais il ne redéfinit que rarement les tâches d'apprentissage. Cette conclusion ne doit pas être interprétée comme une faiblesse individuelle des enseignants. Elle renvoie plutôt à des conditions de formation, d'équipement et d'accompagnement qui influencent directement les possibilités d'innovation pédagogique.

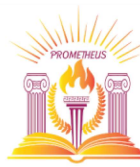
6. Conclusion

Cette étude montre, à partir d'un questionnaire qualitatif structuré en six axes, que l'intégration du numérique dans l'enseignement des SVT au Maroc est engagée, mais encore inégale. Les enseignants interrogés mobilisent des outils numériques pour illustrer les contenus, faciliter la compréhension et motiver les élèves, mais l'implication active des apprenants demeure variable.

Cependant, les résultats indiquent que le numérique reste souvent utilisé comme support de présentation plutôt que comme levier de transformation des apprentissages. Les modèles TPACK et SAMR permettent de comprendre cette situation : l'intégration devient plus significative lorsque l'outil numérique est articulé à une intention pédagogique et à un contenu disciplinaire précis, et lorsque les élèves sont placés dans une activité de recherche, d'analyse ou de production.

L'article souligne enfin la nécessité de renforcer la formation pédagogique au numérique, d'améliorer les conditions matérielles et d'accompagner les enseignants dans la conception de scénarios adaptés aux SVT. Une intégration réussie ne dépend donc pas seulement de la disponibilité des outils, mais de la capacité à les inscrire dans des pratiques enseignantes cohérentes, réflexives et centrées sur les apprentissages.





Références bibliographiques

- Altet, M. (2002). Une démarche de recherche sur la pratique enseignante : L'analyse plurielle. *Revue française de pédagogie*, 138, 85–93.
- Hamilton, E. R., Rosenberg, J. M., & Akcaoglu, M. (2016). The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) model: A critical review and suggestions for its use. *TechTrends*, 60, 433–441.
- Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K–12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55, 223–252.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Nafidi, Y., Alami, A., Zaki, M., El Batri, B., Hassani, M. E., & Afkar, H. (2018). L'intégration des TIC dans l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre au Maroc : État des lieux et défis à relever. *European Scientific Journal*, 14(1), 97–121.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134–144.

