

# Le Musée virtuel des STEM

**Guide pédagogique sur les musées  
virtuels et leurs avantages pour les  
STEM**

## Table de Matières

<b>Partie 1 : Introduction aux musées virtuels et avantages pédagogiques à caractère théorique</b> .....	3
Introduction au projet : les musées virtuels comme outil d'apprentissage et les avantages pédagogiques .....	3
Comment la technologie peut façonner la participation active et l'apprentissage tout au long de l'enseignement des STEM .....	5
Création d'un musée en ligne: comment celui-ci a déjà été utilisé et comment on peut l'améliorer .....	8
<b>Partie 2 : Expériences existantes et utilisations de musées ou d'environnements virtuels dans l'éducation</b> .....	11
Les musées virtuels comme outil d'apprentissage .....	11
Musées virtuels en Europe .....	16
Valeur ajoutée des environnements virtuels dans l'éducation dans un contexte d'apprentissage à distance .....	22
<b>Partie 3 : Applications possibles des musées virtuels pour l'enseignement et l'apprentissage des STEM</b> .....	25
Les environnements d'apprentissage virtuels dans l'aide à l'amélioration des performances des élèves dans l'enseignement des STEM .....	25
Les environnements d'apprentissage virtuels comme soutien aux besoins éducatifs et aux circonstances extraordinaires .....	29
Les environnements d'apprentissage virtuels comme outil d'apprentissage pour tous les apprenants .....	34
Approche inclusive du musée virtuel pour les apprenants souffrant de troubles spécifiques de l'apprentissage .....	40
<b>Partie 5 : Bonnes pratiques</b> .....	51
<b>Références</b> .....	57

# Partie 1 : Introduction aux musées virtuels et avantages pédagogiques à caractère théorique

## Introduction au projet : les musées virtuels comme outil d'apprentissage et les avantages pédagogiques

Les résultats les plus récents des tests PISA (2018) montrent que les élèves, dans la grande majorité des pays européens, ont des difficultés persistantes dans les matières STEM. Les mauvais résultats des élèves en mathématiques sont constants depuis des années et ont même augmenté en sciences. Compte tenu de la persistance de ces résultats indésirables, un changement de paradigme dans l'enseignement de ces matières est impératif. Nous devons comprendre les facteurs qui contribuent au manque de motivation des élèves dans ces domaines et développer des outils pour aider à combattre la perception négative qu'ils en ont. Les matières STEM sont perçues par les élèves comme difficiles et trop abstraites, ce qui fait que beaucoup les considèrent comme "un cas désespéré". C'est particulièrement vrai pour les élèves en situation d'échec scolaire. Il est essentiel de rendre les matières STEM plus concrètes et plus proches des élèves et la clé réside peut-être dans une plus grande interactivité et dans la combinaison de l'enseignement avec des moments ludiques. Le développement de stratégies visant à faire participer tous les élèves, en s'adaptant à leurs rythmes d'apprentissage, est devenu encore plus urgent dans le contexte du verrouillage imposé par le Covid-19. Les élèves qui avaient déjà des difficultés d'apprentissage ont été les plus touchés, à la fois parce qu'il était compliqué pour les enseignants de donner le feedback nécessaire, et parce qu'il était difficile d'adapter l'enseignement au rythme et aux besoins spécifiques de chaque élève. Les enseignants ont fait de gros efforts pour rendre les cours plus attrayants et interactifs, tout en donnant plus d'autonomie aux étudiants, afin de minimiser le risque d'abandon des classes virtuelles. Le travail est devenu complexe, compte tenu du manque d'outils à leur disposition. Dans ce contexte, le besoin est apparu de créer un outil permettant une plus grande autonomie et interaction dans l'apprentissage. Pour atteindre cet objectif, ce projet

visé à créer le premier musée virtuel pour les STEM, dans le domaine de l'éducation au niveau de l'école secondaire et adapté à l'éducation inclusive, accessible par n'importe quel navigateur web (et non limité à la réalité virtuelle), afin de garantir que tout le monde puisse y accéder.

Comme le soutient Ribeiro, A., Silva, B. (2009), l'avancée de la technologie et concrètement l'avancée et la démocratisation de l'accès à Internet ont défini, à la fin du 20ème siècle, de nouvelles formes de communication et d'interaction entre les personnes, et entre les personnes et les institutions.

Un musée virtuel est un concept émergent qui peut structurer des projets pédagogiques ambitieux. "Un musée virtuel est une entité numérique qui s'inspire des caractéristiques d'un musée, afin de compléter, d'améliorer ou d'augmenter l'expérience muséale par la personnalisation, l'interactivité et la richesse des contenus" (VIMM, 2018). Bernard Deloche (2001) explore le concept du musée comme lieu privilégié pour développer des expériences sensorielles. Ce concept peut être exploité avec des bénéfices importants dans le contexte éducatif. L'utilisation d'éléments d'interactivité, qui impliquent le visiteur, est la grande potentialité des musées virtuels. Pour Pallokas, I., Kekkeris, G. (2008), l'avantage du support numérique est la possibilité d'agréger plusieurs types de langages (textes, sons, images statiques et dynamiques). Cette méthodologie est tout à fait adaptée au domaine pédagogique, notamment lorsque l'on recherche de nouvelles méthodes d'enseignement qui remplacent les méthodes traditionnelles, que l'on explore de nouvelles stratégies d'apprentissage et que l'on valorise les approches d'apprentissage intégré. La motivation des élèves est un facteur essentiel de la réussite scolaire, de sorte que l'utilisation des technologies, qui constituent actuellement leur principale référence culturelle, peut contribuer de manière significative à éveiller leur enthousiasme pour l'apprentissage. Un musée peut être perçu comme un centre d'éducation et de formation, en raison de ses matériaux vivants, naturels et visuels. L'utilisation des musées à des fins éducatives comprend la synergie entre le processus éducatif, la pédagogie, l'art muséal et la psychologie. Les musées virtuels sont connus pour leurs caractéristiques communicatives, éducatives, esthétiques et motivationnelles. Selon Pallokas, I., Kekkeris, G. (2008), un musée virtuel est un type de site web où l'on peut observer des objets d'art, des

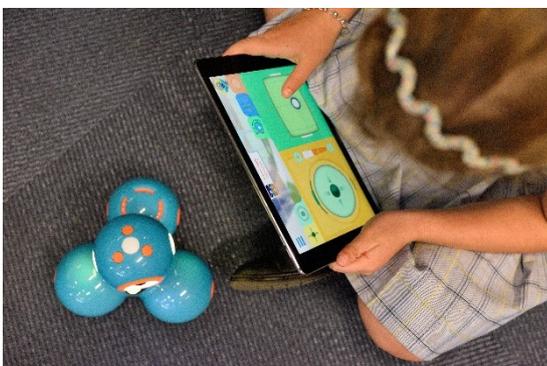
expositions historiques, des collections ou des présentations, ce qui donne la possibilité de créer un processus éducatif sur une plate-forme spécialement conçue. Un musée basé sur les technologies web surpasse les musées traditionnels en termes de sécurité physique, de maintenance et d'autres procédures de résolution de problèmes.

L'utilisation d'un musée virtuel peut se faire en classe, l'enseignant guidant les élèves vers les points les plus pertinents, mais il est également important que les élèves fassent eux-mêmes la visite virtuelle, pour explorer et analyser ce qui les intéresse. L'enseignant peut préparer un guide pour aider les élèves à naviguer, afin qu'ils puissent voir les points auxquels ils doivent prêter plus d'attention, mais il est important de comprendre ce qui a attiré leur attention en premier lieu. Les élèves ont la possibilité de visiter des collections et d'en apprendre davantage à leur sujet, d'échanger des idées et de partager des expériences communes dans un environnement agréable semblable à un jeu.

Il est évident que les musées virtuels constituent un centre de communication fonctionnel. En d'autres termes, il donne à chacun la possibilité d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences.

## Comment la technologie peut façonner la participation active et l'apprentissage tout au long de l'enseignement des STEM

La technologie peut être considérée comme un élément fondamental des sciences,



de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STEM). Elle contribue à la mise en œuvre et à la conception de la pédagogie STEM de plusieurs manières, et deux grandes lignes sont décrites plus en détail lorsque l'utilisation de la technologie est envisagée pour l'enseignement STEM : 1. Une incorporation et une intégration directe de la

Source: <https://unsplash.com/>

technologie dans la pédagogie STEM et 2. Utilisation de la technologie comme outil ou instrument pour enrichir la pédagogie STEM. Lorsque la technologie est intégrée aux sciences, à l'ingénierie et aux mathématiques, les élèves l'utilisent pour trouver des solutions aux problèmes par une méthode stimulante et créative. Ainsi, l'utilisation de la technologie permet aux élèves de développer des aptitudes à la réflexion créative et à la résolution de problèmes, et de devenir innovants tout en participant activement à l'enseignement des STEM et en apprenant tout au long de la vie. Les élèves peuvent s'engager dans des mondes virtuels ou des simulations grâce à l'utilisation de plusieurs applications technologiques. En outre, l'éducation basée sur la technologie aide les élèves à progresser dans des formes spécifiques d'alphabétisation et de compétences telles que la pensée critique, les compétences sociales et de résolution de problèmes, ainsi que l'alphabétisation technologique (Dogan & Robin, 2015).

La mesure dans laquelle les différentes technologies incitent les élèves à réfléchir à des concepts composites les aide à acquérir une connaissance approfondie des STEM. En outre, il est important de noter que l'utilisation et l'incorporation efficaces de la technologie sont essentielles pour améliorer l'apprentissage des STEM, ce qui est fondamental pour améliorer encore le programme d'études et les résultats des élèves. La technologie permet une réflexion créative, ciblée et flexible ainsi que le développement des connaissances au sein de la classe, et elle élargit également la "portée" des opportunités éducatives pour les étudiants. Le développement rapide de la technologie et l'évolution de sa mise en œuvre augmentent le potentiel d'utilisation de la technologie éducative pour l'amélioration des résultats d'apprentissage des STEM. En fait, les élèves du 21<sup>e</sup> siècle devraient se fixer des objectifs d'apprentissage, ce qui les aide à être plus conscients de l'apprentissage qu'ils sont censés vivre. Cette prise de conscience aide les étudiants à être plus engagés, surtout lorsque différentes méthodes d'approches pédagogiques modernisées, telles que l'apprentissage interactif en ligne, les outils de simulation, les outils de réalité augmentée et de réalité virtuelle, et les jeux vidéo sont inclus. (Vahidy, 2019).

## **Façonner la participation active et l'apprentissage durable dans les STEM**

Le pourcentage élevé de sous-performances dans des matières telles que les mathématiques et les sciences (PISA, 2018) recommande une mise en place d'espaces modernisés où les élèves peuvent apprendre et apprécier les matières STEM. Cet établissement introduit progressivement des approches STEM pertinentes qui exposent les élèves à la terminologie, aux notions et aux expériences tout en préparant les éducateurs à soutenir cet objectif. Lorsque la technologie est développée en tenant compte à la fois des élèves et des éducateurs, et en accordant une attention particulière au contenu de l'apprentissage et de l'enseignement, les élèves et les éducateurs en bénéficient. En particulier, le fait d'engager les élèves dans des approches STEM jette les bases d'un futur apprentissage STEM réussi. L'utilisation de la technologie dans l'enseignement des STEM soutient l'objectif ci-dessus (Vahidy, 2019).

Par conséquent, l'essor de l'enseignement des STEM offre à la communauté académique l'occasion de mieux définir la représentation de la technologie dans le cadre de l'enseignement des STEM. Il est important d'encourager l'engagement des élèves dans les STEM, non seulement pour les préparer aux futures carrières dans ce domaine, mais aussi pour renforcer les compétences des élèves au 21<sup>e</sup> siècle en général. Pour soutenir l'engagement des élèves dans des pratiques STEM fiables, les tâches d'apprentissage doivent consister en l'utilisation d'outils et de technologies spécifiques aux STEM.

Avec un large éventail de technologies disponibles pour l'apprentissage durable dans les STEM, il est important d'encourager les éducateurs à être des consommateurs critiques de la technologie, plutôt que de se concentrer sur les technologies à sélectionner, les éducateurs devraient plutôt se concentrer sur la façon dont ils sont utilisés dans la salle de classe en fonction de leur alignement sur les résultats d'apprentissage prévus (Ellis et al., 2020).

## Création d'un musée en ligne: comment celui-ci a déjà été utilisé et comment on peut l'améliorer

Les premières pages web de musées ont été créées en 1991, ce qui a fourni une base pour le début des musées virtuels. Comme avec l'internet, l'échange d'informations s'est accéléré, des musées virtuels privés ont été développés pour répondre à l'évolution des besoins. Le musée du Louvre, par exemple, a lancé son musée virtuel en 1994. Les musées en ligne ont fait sensation très rapidement en raison de leur nouveauté : "C'était amusant d'expérimenter un nouveau support. Je me souviens encore du sentiment que j'ai eu lorsque j'ai réalisé que notre public en ligne dépassait notre public physique." (Semper 2020 dans des messages personnels avec les auteurs de "Museum Websites of the First Wave : The rise of the virtual museum" sur les premières années du site web de l'Exploratorium).

Au départ, les musées virtuels posaient quelques problèmes en raison des limites technologiques de l'époque, mais ils étaient souvent très simples, comme l'indique Rob Semper : "Lorsque nous avons lancé notre site Web le 15 décembre 1993, nous pouvions voir environ 600 sites Web (globalement sur le Web). L'un d'entre eux était le musée de Paléontologie de l'université de Berkeley qui avait un site avec quelques textes et photos. Un autre était la Bibliothèque du Congrès à Washington DC qui accueillait une exposition ROME REBORN : THE VATICAN LIBRARY & RENAISSANCE CULTURE qui avait une version en ligne. Nous n'en avons pas vu d'autres" (Semper 2020 dans des messages personnels avec les auteurs de "Museum Websites of the First Wave : The rise of the virtual museum").

Le musée virtuel n'est pas un phénomène nouveau de nos jours, mais il gagne en importance ces dernières années en raison de sa commodité, de son caractère pratique, ainsi que son aspect novateur. La manière dont les musées interagissent avec le public change, il est donc crucial d'adapter les stratégies. La pandémie de Covid-19 a également eu un impact sur le développement des musées virtuels. Elle a propulsé l'utilisation d'environnements virtuels pour l'éducation et les loisirs.

Les processus d'apprentissage et d'enseignement ont commencé à être effectués en ligne, la transformation numérique s'est accélérée, et elle a créé de nouvelles exigences. Désormais, l'enseignement et l'apprentissage sont presque inenvisageables sans les technologies.

Mais les défis de ce changement rapide prévalent, il y a une différence entre l'enseignement à distance régulier et l'enseignement à distance d'urgence. Alors que l'enseignement à distance régulier nécessite une planification et une conception minutieuses, l'enseignement à distance d'urgence est un processus alternatif qui peut souvent être précipité en raison de la crise sanitaire (Torres Martín, C., Acal, C., el Homrani, M., & Mingorance Estrada, N. 2021).

Bien que de nouvelles méthodologies soient apparues et qu'il faille s'y adapter, ce changement s'est produit très rapidement, laissant de côté les progrès réalisés précédemment en matière d'inclusion. La transformation numérique permet l'émergence de méthodologies pédagogiques innovantes qui peuvent toucher un public plus large et contribuer à améliorer la qualité de l'éducation.



Les musées virtuels ont souvent un musée physique avec des objets et des artefacts, mais cette idée est en train de changer progressivement. Dans l'article "L'avenir des musées est-il en ligne et à quoi pourrait ressembler un musée virtuel ?", Carly Straughan déclare : "Vous serez peut-être surpris d'apprendre qu'il existe un certain nombre de ressources en ligne qui se considèrent comme des musées et ont des missions similaires à celles de ce que la plupart des gens considèrent comme des musées. Et surtout, elles correspondent parfaitement à la définition proposée par l'Association des musées".

Les musées virtuels sont une forme de motivation pour inciter les apprenants à interagir avec les objets et les artefacts, contrairement à un musée physique où ils ne peuvent souvent rien toucher. Un autre avantage important des musées virtuels

est que les apprenants peuvent y rester aussi longtemps qu'ils le souhaitent. En outre, les musées virtuels permettent aux personnes qui ne peuvent pas visiter les musées physiques pour une raison quelconque de vivre l'expérience de la visite d'un musée. Avec le temps, les ordinateurs sont devenus plus flexibles et plus répandus, permettant aux utilisateurs de les déplacer et d'adapter leur utilisation à leurs besoins plus facilement. Avec cette flexibilité accrue, les musées virtuels permettent une adaptabilité plus importante à plusieurs types d'utilisateurs d'avoir accès à son contenu.

Les environnements virtuels, en particulier les musées, garantissent un apprentissage actif, l'étudiant étant autonome et indépendant dans son processus d'apprentissage.

Les musées virtuels favorisent l'auto-apprentissage tout en respectant les différents styles et rythmes d'apprentissage, tout en motivant l'utilisateur à apprendre grâce à l'aspect ludique de cet outil.

## **Partie 2 : Expériences existantes et utilisations de musées ou d'environnements virtuels dans l'éducation**

### **Les musées virtuels comme outil d'apprentissage : comment les environnements virtuels contribuent à améliorer l'engagement et la participation active des élèves**

L'environnement traditionnel de la classe tend à placer les étudiants dans un rôle plus passif, les adultes dirigeant l'apprentissage. Dalgarno et Lee (2010) ont noté que différentes plateformes d'environnement virtuel pouvaient être utilisées à des fins éducatives variées. L'éducation a la possibilité d'aller au-delà de l'apprentissage traditionnel en classe en adoptant une technologie nouvelle et moderne. En d'autres termes, un environnement 3D offre un ensemble unique de caractéristiques d'un point de vue pédagogique et didactique.

Les environnements d'apprentissage virtuels sont principalement conçus pour l'apprentissage en ligne, les jeux et la présentation de ce que nous ne pouvons pas voir dans la vie réelle (simulations). Comme l'ont déclaré Barney Dalgarno et Mark J. W. Lee : "Un environnement virtuel 3-D (VE 3-D) peut être défini comme un environnement qui "capitalise sur les aspects naturels de la perception humaine en étendant les informations visuelles en trois dimensions spatiales" (Dalgarno et Lee, 2010). Lorsque de nouvelles technologies sont introduites dans les activités éducatives, il est important que les instructeurs connaissent toutes les possibilités d'action que la technologie peut offrir et comment les apprenants pourraient l'utiliser (Qian, 2018).

Les établissements d'enseignement et les éducateurs sont conscients des avantages de l'utilisation d'un environnement virtuel 3D pour l'enseignement et l'apprentissage. Un environnement virtuel 3D permet d'explorer, d'apprendre, de construire et de manipuler des objets virtuels (Dalgarno et Lee, 2010). En conséquence, l'utilisation d'un environnement 3D dans les écoles offre une série de défis et de potentiels. Les environnements virtuels offrent davantage de possibilités

pour un apprentissage centré sur l'élève, car ils motivent les élèves, contribuent à améliorer leur engagement et leur participation active. Les élèves peuvent interagir avec leur environnement virtuel pour découvrir et expérimenter des lieux et des situations, résoudre des problèmes et apprendre à penser de manière critique. "Les simulations peuvent également permettre aux apprenants de pratiquer des compétences ou de résoudre des tâches problématiques. Cela est particulièrement approprié lorsque les tâches concernées sont coûteuses et dangereuses à entreprendre dans le monde réel" (Dalgarno et M. J. W. Lee, 2010). L'utilisation de simulations 3D pour former des astronautes à la réparation d'un télescope spatial est un exemple de ce type de tâche (Psocka, 1995 ; Moore, 1995, dans Dalgarno et Lee, 2010).

Les environnements virtuels peuvent être utilisés pour simplifier les méthodes d'apprentissage. Ils peuvent être utilisés pour faciliter les tâches d'apprentissage expérientielles qu'il serait impossible d'entreprendre dans le monde réel, pour faciliter les méthodes d'apprentissage qui conduisent à une motivation et un engagement intrinsèques accrus, mais aussi pour faciliter les activités d'apprentissage qui conduisent à un meilleur transfert des connaissances et des compétences vers des situations réelles (Dalgarno et Lee, 2010). Plus important encore, les environnements virtuels 3D peuvent permettre aux apprenants de communiquer mais aussi d'entreprendre des tâches ensemble. Il est connu que les stratégies d'apprentissage coopératif et collaboratif doivent impliquer des activités et des tâches qui entraînent une interdépendance positive entre les participants. De plus, chaque membre apporte une contribution unique et valorisée par le biais des responsabilités liées à la tâche.

Les résultats des recherches ont montré que l'apprentissage virtuel est plus pratique, il encourage l'autonomie et augmente l'élément ludique de l'éducation (Bakshio, 2021). En s'engageant directement dans les mondes virtuels, les éducateurs ont la possibilité de présenter aux apprenants des environnements qui brisent les barrières telles que la timidité, la gêne, le manque de compétences sociales et les handicaps. En outre, les étudiants peuvent simuler des scénarios de la vie quotidienne, des événements historiques importants et des expériences scientifiques - tout cela en utilisant des environnements virtuels. En d'autres termes, ils ont une chance

d'apprendre davantage en utilisant quelque chose de nouveau et de moderne qui ne soit pas des livres et des conférences. En conséquence, Carter (dans Franks, 2016) parle de Virtual Harlem, un environnement d'apprentissage qui permet aux étudiants de vivre la Renaissance de Harlem au début du 20<sup>e</sup> siècle. Virtual Harlem permet aux étudiants et à d'autres personnes intéressées de voyager dans le passé pour voir des personnages historiques de cette période et entendre de la musique et des interviews de cette époque (Franks, 2016).

Sur la base de la recherche (Becker Nunes et al., 2019), nous pouvons voir que les environnements virtuels ont un rôle essentiel dans les variantes d'apprentissage. L'enseignant est celui qui crée des matériaux et des situations d'apprentissage au cours de différentes activités pédagogiques et didactiques dans le monde virtuel - pour cette raison, être un enseignant est l'un des rôles les plus critiques dans l'ensemble du processus d'apprentissage virtuel.

Les environnements virtuels permettent et aident également les étudiants handicapés à participer à l'apprentissage quotidien. Dans le domaine de l'éducation, les simulations virtuelles peuvent être utilisées pour fournir d'authentiques plateformes d'apprentissage personnalisées, adaptées aux besoins uniques de chaque utilisateur. Elles aident les étudiants à développer leurs compétences sociales, leur permettent de rester organisés et créent des opportunités de réussite.

Sur la base d'une étude de cas (Qian, 2018) destinée aux élèves de collège pour apprendre la causalité complexe dans l'écosystème, les simulations virtuelles peuvent aider les élèves à comprendre que des organismes trop petits pour être vus peuvent jouer un rôle fondamental dans l'écosystème. De plus, les élèves peuvent explorer une grande zone - une caractéristique importante pour l'enseignement des écosystèmes - afin de comprendre les effets sur la distance (Qian, 2018).

Un autre exemple de technologie de monde virtuel, la réalité virtuelle de Google, donne aux classes la possibilité d'assister à des excursions virtuelles. Les possibilités d'utilisation de la technologie du monde virtuel sont infinies. Par exemple, en utilisant les Google Glass, les élèves peuvent visiter virtuellement un certain musée ou un autre espace culturel basé sur le numérique. "Le musée" est un lieu où nous nous connectons au sujet qu'il présente, et il nous encourage à en apprendre

davantage. Une bonne exposition muséale peut nous inciter à nous procurer un livre sur le sujet, à parler à des personnes compétentes, à réfléchir davantage et à devenir des apprenants autonomes.

En outre, en utilisant la réalité virtuelle de Google et Google Class (dispositif 3D), les élèves peuvent vivre des expériences uniques qu'il est difficile de vivre dans la vie réelle. Par exemple, ils peuvent interagir avec les étoiles, se rendre dans un lieu spécifique, etc. L'utilisation des Google Glass et de la réalité virtuelle de Google enrichit l'apprentissage des élèves et donne aux enseignants un autre outil pédagogique et didactique pour enseigner (Franks, 2016). Par exemple, la National Gallery de Londres propose de nombreux liens vers des ressources à domicile : vidéos, reportages, visites virtuelles, etc. afin que les apprenants puissent voir et apprendre l'art et l'histoire depuis leur domicile ou leur école.

Un autre exemple de la technologie du monde virtuel est le laboratoire de réalité virtuelle de l'université de Syracuse, connu sous le nom de MarkerSpace. Ce laboratoire est un espace de collaboration pour imaginer, concevoir, construire, enseigner et apprendre. Les étudiants apprennent et interagissent avec les objets qu'ils créent. C'est la réalité virtuelle qui apporte des éléments d'objets sociaux dans les environnements d'apprentissage du monde réel. À l'aide d'imprimantes 3D, les élèves ont ensuite la possibilité d'imprimer leurs objets pour les visualiser ultérieurement. Par exemple, ils peuvent voir une copie exacte de l'école d'Athènes dans un musée numérique, puis imprimer une copie de n'importe quelle partie de l'exposition pour l'étudier ultérieurement. De telles expériences tactiles ajoutent une interaction sociale révolutionnaire entre les ressources culturelles et ceux qui les ont créées (Franks, 2016).

Selon Matsui (dans Qian, 2018), un autre avantage des environnements d'apprentissage virtuels peut être vu au début de l'échange virtuel dans le renforcement des connexions émotionnelles interpersonnelles entre les utilisateurs et leurs partenaires. Par exemple, deux étudiants japonais et deux étudiants américains ont participé à des environnements virtuels de conception différente mais ont utilisé la même application virtuelle 3D (Matsui, in Qian, 2018). Les résultats montrent que les utilisateurs sont sujets à l'anxiété et essaient de trouver des avatars qui permettent d'éviter les longs silences. Les résultats finaux montrent que

l'effet était plus important au début des sessions, et qu'au fur et à mesure que les sessions se poursuivaient, l'effet se réduisait progressivement (Matsui, in Qian, 2018).

Il existe de nombreuses options dans les environnements d'apprentissage numériques qui peuvent être utilisées à des fins pédagogiques. Outre la planification du travail en équipe et le partage des ressources de données, les exemples d'objectifs mentionnés peuvent également être l'utilisation d'un chat et d'autres outils de communication pour la discussion et le brainstorming. Les futurs systèmes numériques devront peut-être s'adapter à ces objectifs et à ces idées, mais aussi offrir des solutions modernes et novatrices pour faciliter l'apprentissage, le partage et la communication.

Lorsque l'on en saura plus sur l'environnement virtuel en général, cet environnement sera adapté à l'enseignement et à l'apprentissage au sens pédagogique du terme (Dalgarno et Lee, 2010). Les mondes virtuels dans l'éducation peuvent améliorer la motivation, l'engagement et aussi atteindre plus d'étudiants avec des styles d'apprentissage divers que les méthodes traditionnelles.

Une étude sur la motivation et les perspectives des étudiants a révélé que les étudiants étaient très intéressés par l'apprentissage virtuel (Qian, 2018). En outre, la possibilité pour les étudiants d'assumer des rôles scientifiques dans l'apprentissage virtuel a soutenu l'exploration de l'identification, en particulier l'auto-efficacité - croire en leur capacité à réussir à enquêter sur des problèmes en sciences (Qian, 2018). En outre, la satisfaction personnelle, les compétences en communication et l'engagement ont été examinés comme des réalisations émotionnelles et mentales et le résultat de l'utilisation d'un environnement virtuel.

L'environnement virtuel et son utilisation sont cruciaux en tant que méthode d'éducation alternative pendant les épidémies. L'utilisation de la technologie domine les classes d'aujourd'hui, et les générations futures seront encore plus à l'aise avec l'utilisation de la technologie à tous les niveaux d'éducation.

## Musées virtuels en Europe

Le concept de musée n'est plus ce qu'il était par le passé, même si les principaux types de musées, selon Pescarin, S. (2014), citant la définition et l'explication d'EGMUS, sont à peu près les mêmes et peuvent être résumés en trois grandes catégories : Les musées d'art, d'archéologie et d'histoire ; Les musées de science et de technologie ; et les autres musées. De nos jours, il est reconnu que les musées ne sont pas seulement un lieu où l'on expose des objets ou des œuvres d'art, pour les étudier ou les conserver. L'idée d'un musée dont le but est uniquement la présentation ou l'étude de sa collection n'est plus envisageable, voire jamais. Pour capter l'attention du public, les musées du 21<sup>e</sup> siècle doivent se concentrer sur la communication et l'attraction, en enrichissant l'expérience du visiteur. Pour rendre l'expérience de la visite d'un musée agréable, les musées doivent diviser des informations complexes en petites parties ou en parties synthétisées. Au rythme actuel, le public ne peut pas perdre de temps à rester debout devant un objet pendant une longue période. Soit il obtient une réponse immédiate à ses questions, soit il est capté par d'autres informations et poursuit son chemin. Pour être plus attractifs et capter l'attention du public, les musées ont de plus en plus recours aux nouvelles technologies.



Contrairement à la perception générale, les musées sont une "institution relativement récente et ce n'est que dans la seconde moitié du 21<sup>e</sup> siècle que les principes de base des musées contemporains ont été énoncés : les musées doivent pouvoir se "plier" élastiquement et devenir un outil privilégié de communication, en assistant l'expérience culturelle et, chaque fois que cela est opportun, en utilisant les technologies et les systèmes à large spectre" (Carrozzino, M. & Bergamasco, M. 2010). Aujourd'hui, plus que jamais, elles prennent tout leur sens dans la dynamique que les musées

doivent créer avec le public, en établissant une communication qui doit être riche et captivante. La technologie principale et la plus importante utilisée par les musées, notamment en ce qui concerne leur relation avec le public, est l'internet. Internet a révolutionné la façon dont les gens communiquent et il n'en va pas autrement dans sa relation avec la muséologie. Les musées, comme toute autre institution, sont désormais présents sur le World Wide Web. "La création de sites web pour les musées s'est multipliée à partir des années 1990, avec l'avancée d'internet, mais certains musées n'ont toujours pas de sites institutionnels. Et beaucoup d'entre eux ont des sites dont le seul but est de fournir les coordonnées de l'institution " (Henriques, R., 2004). En 2020, cependant, on a assisté à un boom du nombre de musées qui ont partagé leur contenu en ligne, car ils ont dû fermer leurs portes en raison de la pandémie de COVID-19.

Le web permet des visites virtuelles, ce qui peut attirer un public plus important à la visite "réelle". En d'autres termes, plus que de servir de vitrine à la carte de visite du musée, Internet permet d'accéder à ses expositions de manière plus large. Ainsi, les musées peuvent apporter au grand public des informations sur le contenu de leur collection et les activités culturelles développées dans leurs locaux. De la sorte, l'utilisation d'Internet comme moyen de diffusion et de communication a permis aux musées d'avoir une plus grande interaction avec les utilisateurs. Peut-on alors caractériser les différents types de sites de musées en fonction de leur relation avec Internet et les nouvelles technologies ? Piacente, M. (1996), dans sa thèse "Masters of Arts in the United States", citée par Henriques, R. (2004), énumère trois catégories de sites de musées : le livret électronique, le musée dans le monde virtuel et les musées réellement interactifs.

La première catégorie de sites de musées est le livret électronique, dont le seul but est l'autoprésentation. Ce type de site fonctionne comme un outil de communication et de marketing. L'utilisateur a accès à l'histoire du musée, aux heures d'ouverture et, parfois, au personnel technique du musée. C'est le type le plus courant dans presque tous les musées. Certains sont plus élaborés, en fonction des ressources disponibles, mais tous ont pour objectif principal d'être une présentation visuelle, comme une brochure. Dans ce cas, Internet est un moyen de faire connaître le musée et de permettre un accès plus facile aux utilisateurs du World Wide Web. Le

choix de sites plus élaborés, tant en termes de conception que de navigation, dépend des ressources humaines et financières dont dispose l'institution. Les coûts de maintenance d'un site plus simple, qui ne nécessite pas de base de données, peuvent être supportés par n'importe quelle institution, car il existe des serveurs qui offrent un hébergement gratuit pour ce type de site. Il est possible que le choix de ce type de site plus simple dépende plus du type de ressources que d'une décision de l'institution.

La deuxième catégorie de site serait le musée dans le monde virtuel, c'est-à-dire que dans ce type de site, l'institution présente des informations plus détaillées sur sa collection, souvent par le biais de visites virtuelles. Le site projette virtuellement le musée physique et présente fréquemment des expositions temporaires qui ne peuvent plus être vues dans son espace physique, faisant d'Internet une sorte de réserve technique d'expositions. Nombre d'entre eux peuvent également fournir des bases de données sur leurs collections, montrant des objets qui ne sont pas exposés à ce moment-là, ou fournissant des informations sur un sujet particulier. Il peut être possible de visualiser des objets en 3D et d'acheter des produits en ligne dans la boutique du musée, c'est-à-dire que le site fournit également un service de commerce électronique pour le musée.

La troisième catégorie est celle des musées réellement interactifs. Dans ce type de site, il peut même y avoir une relation entre le musée virtuel et le musée physique, mais des éléments d'interactivité sont ajoutés, qui impliquent le visiteur. Parfois, le musée reproduit le contenu de l'exposition du musée physique et, dans d'autres cas, le musée virtuel est très différent du musée physique. Ce qui rend ces musées interactifs, c'est la façon dont ils travaillent avec le public. L'interactivité est l'âme de ce type de site muséal, car elle permet au public d'interagir avec le musée. Il est important de souligner que le musée sur Internet ne perd pas ses caractéristiques essentielles mais peut acquérir de nouvelles facettes. En d'autres termes, les objectifs du site ne sont pas nécessairement différents de ceux du musée physique, mais en sont le complément. Cette catégorie de site est en fait un musée virtuel et non un simple site.

Les musées qui savent tirer parti de toutes les possibilités qu'offre Internet, en créant leurs propres musées virtuels, parviennent à dépasser leurs frontières. La possibilité

d'une plus grande interaction avec le public est le principal avantage de la création de musées virtuels, qu'il s'agisse de représentations virtuelles de musées existants ou de musées créés spécialement pour le World Wide Web. À ce stade, il est important de mentionner les différentes dimensions des musées virtuels. Selon les mots de Henriques, R. (2018) : "En ce qui concerne le concept de musée virtuel, nous devons préciser que le musée virtuel peut avoir deux configurations : des aspects virtuels d'un certain musée physique ou des musées essentiellement virtuels. Dans ce cas, l'existence d'un musée virtuel n'implique pas l'existence d'un musée physique". Dans les musées essentiellement virtuels, leurs activités (actions muséologiques) sont principalement réalisées dans leur espace virtuel, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas d'un musée à visiter par le public dans son espace physique. Cela n'exclut pas que certaines actions muséologiques aient lieu en dehors de l'espace virtuel, mais l'essentiel de ces actions est concentré dans l'espace virtuel. Dans le cas des musées virtuels, en tant que complément ou réplique du musée physique, les actions muséologiques sont réalisées dans les deux sens, ce qui rend le processus muséologique très enrichissant, car le public aura deux approches différentes de la même collection : une approche présentielle et une approche à distance.

Compte tenu de ce qui a été exposé, nous allons maintenant analyser cinq des principaux musées virtuels en Europe et leurs options technologiques, c'est-à-dire que nous verrons s'il s'agit d'un musée virtuel qui réplique le musée physique, d'un musée essentiellement virtuel (il n'y a pas de présence du public dans un espace physique) ou d'un musée virtuel interactif:

### **THE BRITISH MUSEUM - Le Musée Britannique (Londres, Angleterre)**

[www.britishmuseum.org](http://www.britishmuseum.org)

Le British Museum, fondé en 1753, a été le premier musée national public du monde. Il possède l'une des plus grandes et des plus célèbres collections d'antiquités. Vous pouvez y découvrir deux millions d'années d'histoire et de culture humaine. Sa collection se compose d'environ huit millions d'objets et comprend des

objets mondialement connus tels que la pierre de Rosette, des sculptures du Parthénon et des momies égyptiennes.

Des visites virtuelles peuvent être réservées et les visiteurs seront instruits à distance par un expert du British Museum. Grâce à des activités en direct, des quiz interactifs et des questions qui suscitent la réflexion, les visiteurs amélioreront leurs connaissances et leur compréhension du passé. Il s'agit d'un musée véritablement interactif, qui aide les visiteurs à développer leurs compétences en matière de recherche historique et les incite à faire preuve d'esprit critique.

### **MUSEI VATICANI - Musées du Vatican (Cité du Vatican, Italie)**

[www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/tour-virtuali-elenco.html](http://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/tour-virtuali-elenco.html)

Les musées du Vatican comptent parmi les musées les plus importants du monde. Plusieurs bâtiments différents, reliés entre eux, rassemblent l'une des plus fantastiques et des plus vastes collections du monde appartenant à l'Église catholique. Ils témoignent des aspirations artistiques et spirituelles de l'humanité et de la recherche de la beauté suprême qui trouve sa réalisation en Dieu. La chapelle Sixtine est l'un des sites qui intéressent le plus les visiteurs.

On peut visiter l'espace à distance comme si on était sur place. La qualité d'image du musée virtuel est excellente. Le visiteur peut interagir avec les objets exposés en regardant des vidéos et en lisant des informations complémentaires.

### **LOUVRE (Paris, France)**

[www.louvre.fr/en/visites-en-ligne](http://www.louvre.fr/en/visites-en-ligne)

Le Louvre est un musée universel, créé en 1793. Il est le plus grand musée d'art au monde et se trouve dans le palais du Louvre à Paris. Ses collections, parmi les plus belles du monde, couvrent plusieurs milliers d'années et un territoire qui s'étend de l'Amérique à l'Asie. Les collections sont divisées en huit départements et présentent des œuvres admirées dans le monde entier, comme la Joconde ou la Vénus de Milo.

La visite virtuelle est très intuitive et nous pouvons nous promener dans les galeries du musée comme si nous y étions. La fluidité de la transition dans l'espace est remarquable. Nous pouvons interagir avec chaque pièce, en agrandissant l'image et en lisant plus d'informations à son sujet. Il est également possible d'écouter la description d'un guide expert et d'obtenir une aide à la navigation si nécessaire.

### **TEATRO-MUSEO DALÍ - Théâtre-musée Dalí (Figueres, Espagne)**

[www.salvador-dali.org/en/museums/dali-theatre-museum-in-figueres/visita-virtual/](http://www.salvador-dali.org/en/museums/dali-theatre-museum-in-figueres/visita-virtual/)

Le Théâtre-musée Dalí est un musée consacré à Salvador Dalí et situé dans sa ville natale, Figueres, en Espagne. Inauguré en 1974, il a été conçu et dessiné par l'artiste lui-même afin d'offrir aux visiteurs une expérience réelle et de les entraîner dans son univers unique et captivant.

La visite virtuelle de ce musée est basée sur un modèle 3D de son intérieur. De cette façon, nous pouvons avoir une perspective globale de l'espace, ce qui rend la navigation à travers celui-ci très simple et aussi très fluide. Nous pouvons interagir avec chaque pièce en cliquant sur un bouton, ce qui nous donne plus d'informations sur celle-ci. Avec la technologie appropriée, nous pouvons faire cette visite en réalité virtuelle (3D).

### **MUSEU CALOUSTE GULBENKIAN - Musée Calouste Gulbenkian (Lisbonne, Portugal)**

[www.gulbenkian.pt/museu/colecoes/visita-virtual/](http://www.gulbenkian.pt/museu/colecoes/visita-virtual/)

Dans ce musée, situé à Lisbonne, vous pourrez découvrir la collection du philanthrope et collectionneur d'art Calouste Sarkis Gulbenkian (1869-1955). L'affection qu'il portait aux objets et les critères de qualité qu'il suivait se retrouvent dans la phrase "only the best is good enough for me". Cette collection comprend des objets de différentes périodes et régions. On y trouve des pièces d'art égyptien, d'art gréco-romain, d'art islamique et d'Extrême-Orient, ainsi que des objets de différents domaines, comme la numismatique, la peinture et les arts décoratifs européens.

Dans ce musée, la visite virtuelle se fait à partir d'une image à 360°. Le visiteur a peu de moyens d'interagir avec l'espace qui l'entoure, étant conditionné au rôle de spectateur passif, bien qu'ébloui. C'est le musée virtuel typique, qui reproduit le musée réel.

Certains des musées mentionnés sont plus interactifs que d'autres, mais ils offrent tous une expérience fabuleuse aux visiteurs, principalement en raison de la richesse et du caractère spectaculaire de leurs expositions et collections.

## **Valeur ajoutée des environnements virtuels dans l'éducation dans un contexte d'apprentissage à distance**

Selon Hawkey (2004), le développement rapide et l'impact des TIC ont créé trois perspectives différentes sur l'e-learning au sein du système éducatif. La première s'inquiète presque exclusivement des questions techniques. La deuxième considère les TIC principalement comme un moyen de diffuser plus rapidement un contenu commun à un public beaucoup plus large. La troisième pourrait être le catalyseur d'une réévaluation fondamentale de l'ensemble de l'entreprise éducative. Les musées ont un rôle crucial à jouer dans l'apprentissage à distance. En effet, les musées offrent un contexte d'apprentissage à distance dans lequel il est possible d'apprendre à partir d'objets et non de choses, ainsi que de développer des stratégies de découverte de l'information, plutôt que de se concentrer sur l'information présentée elle-même. Aujourd'hui, les musées ont atteint différents niveaux dans le développement d'expositions numériques et de ressources d'apprentissage. Cela permet à l'apprentissage d'être un processus d'engagement actif avec l'expérience, dans lequel les apprenants peuvent choisir où et quand ils apprennent. Une nouvelle façon d'apprendre émerge, pas nécessairement meilleure ou pire, mais certainement différente. Dans ce type d'apprentissage, les étudiants peuvent être encouragés à améliorer leurs expériences virtuelles et à traiter directement des sujets authentiques. De cette manière, les musées en ligne offrent une opportunité d'apprentissage différente et plus passionnante. Un visiteur virtuel peut mieux comprendre la situation et mieux l'interpréter lorsqu'il la voit. L'application

des technologies numériques permet simultanément une expérience individuelle et offre des options d'interaction sociale qui enrichissent l'apprentissage.

Selon Mamur et associés (2020), la méthode de numérisation des musées a évolué vers des applications de jeux vidéo et de réalité augmentée qui se reflètent dans de nombreux domaines éducatifs. Par exemple, les historiens, les conservateurs et les archéologues ont commencé à utiliser les technologies des jeux vidéo pour commercialiser une perception plus profonde des reconstitutions historiques. La numérisation dans les contextes éducatifs a offert la possibilité d'une interaction en temps réel. Les visiteurs des musées virtuels échangent ainsi leurs idées et leurs expériences dans un environnement extrêmement virtuel. L'accès numérique aux contenus éducatifs à tout moment et de n'importe où permet de multiplier les expériences éducatives, et c'est précisément ce qui constitue souvent le meilleur impact des médias numériques dans le cadre de l'enseignement à distance. De plus, des recherches récentes sur ce sujet montrent que l'utilisation des technologies numériques pour l'apprentissage à distance incite les différents groupes d'âge à se rendre dans des musées virtuels pour faciliter leur apprentissage et se faire raconter avec compréhension. Par le biais d'un musée virtuel, l'environnement virtuel dans l'éducation fournit une approche différente de l'apprentissage et une direction différente du contenu numérique contenant diverses données complexes. Du point de vue de l'éducation, Internet, par le biais du musée virtuel, offre de multiples possibilités d'accepter, de reconnaître et de comprendre l'interculturalité et d'explorer des données qui ne sont plus aussi accessibles aujourd'hui parce qu'elles sont endommagées, qu'elles nécessitent une reconstruction ou qu'elles ne peuvent pas être expérimentées facilement. C'est pourquoi les musées virtuels offrent une forme nouvelle et différente de présentation et d'adoption des contenus. La façon dont le contenu est présenté par le biais de la technologie des musées virtuels permet aux visiteurs, grâce à diverses technologies numériques et formes de présentation, de l'adopter plus facilement. Une telle approche de l'apprentissage à distance par le biais des musées virtuels permet aux étudiants de mieux comprendre le contenu et de saisir les différences et interactions culturelles pour explorer facilement le contexte historique et social d'un contenu spécifique. En plus de ce qui précède, les musées virtuels sont également caractéristiques précisément parce qu'ils offrent la

possibilité de sélectionner les caractéristiques d'apprentissage individuelles car ils permettent l'apprentissage à travers différents styles cognitifs et une approche constructiviste de l'apprentissage.

Les recherches d'Ismaeel et associés (2019) révèlent que les étudiants d'aujourd'hui, considérés comme des natifs numériques, sont de plus en plus impliqués dans la technologie numérique, et que les TIC leur offrent une approche différente de l'apprentissage et de l'éducation. Les outils numériques offrent la possibilité de considérer le matériel comme un produit au sein d'un réseau plus large de liens historiques, culturels, socio-économiques et géographiques, ce qui favorise une meilleure compréhension et interprétation du matériel. Les auteurs de cette étude affirment également que le potentiel éducatif des musées virtuels est généralement reconnu, bien que leur utilisation soit encore limitée dans un contexte éducatif formel. En outre, les auteurs affirment que les musées virtuels sont un outil TIC robuste pour améliorer l'apprentissage et l'acquisition de connaissances. Ils offrent un environnement d'apprentissage interactif qui convient aux styles d'apprentissage et aux intérêts des étudiants.

Les conclusions de différentes études (Daniela, 2020 ; Hawkey, 2004 ; Ismaeeel et al., 2019 ; Mamur et al., 2020 ; Paliokas, 2008) soulignent l'importance de la valeur éducative des musées virtuels pour améliorer le processus éducatif qui complète le programme scolaire. L'éducation par les musées virtuels est l'avenir du processus éducatif. Elle représente une opportunité pour un apprentissage différent et l'intégration des étudiants dans le processus d'apprentissage en améliorant l'expérience d'apprentissage.

## **Partie 3 : Applications possibles des musées virtuels pour l'enseignement et l'apprentissage des STEM**

### **Les environnements d'apprentissage virtuels dans l'aide à l'amélioration des performances des élèves dans l'enseignement des STEM**

Les environnements virtuels peuvent être utilisés dans le domaine STEM : science, technologie, ingénierie et mathématiques (Cecil et al., 2013). Ils peuvent être utilisés dans le domaine des STEM en utilisant des simulations, différents outils numériques et divers types de matériel d'apprentissage. Les enseignants et autres experts en éducation devraient utiliser les environnements d'apprentissage virtuels pour préparer les participants (leurs étudiants) à devenir des diplômés compétents et des employés de qualité.

Les mondes virtuels sont de véritables environnements d'apprentissage virtuels dont les caractéristiques peuvent être appliquées et utilisées dans différents domaines d'enseignement et de pédagogie. Les enseignants doivent savoir que la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage requiert de la compréhension de la façon dont les générations d'étudiants d'aujourd'hui étudient. Sur la base d'une recherche (Becker, 2019), un groupe d'élèves de sixième année a utilisé un environnement virtuel pendant quelques mois, tandis que leur niveau de connaissances était évalué au moyen de tests. De plus, leurs styles d'apprentissage ont été analysés, et les résultats ont montré le potentiel des mondes virtuels pour adapter divers styles d'apprentissage et améliorer l'apprentissage (Becker, 2019).

Selon Cecil et al. (2013), les environnements d'apprentissage virtuels (EAV) impliquent la création d'environnements riches en graphiques basés sur la technologie 3D qui peut également être liée à la technologie de réalité virtuelle. La réalité virtuelle est décrite comme une technologie qui permet de créer un environnement de simulation en 3D, dans lequel les utilisateurs peuvent communiquer à l'aide de lunettes 3D et d'outils de suivi. La réalité virtuelle et les

techniques de cyber informatique font partie des technologies les plus récentes appliquées à des fins éducatives. L'utilisation de ces technologies pour enseigner des concepts complexes et simples dans le domaine des STEM offre un potentiel considérable. Les environnements d'apprentissage virtuels impliquent des environnements totalement immersifs dans lesquels toute référence au monde réel est totalement exclue. Ils comprennent un prototype virtuel, décrit comme un modèle informatique tridimensionnel (3D) qui tente d'imiter un objet ou un environnement cible en utilisant la technologie de la réalité virtuelle.

Un environnement d'apprentissage STEM intégré est un contexte d'apprentissage dans lequel les apprenants apprennent plus d'une discipline et mettent en pratique des connaissances pluridisciplinaires en résolvant un problème à l'aide de la technologie (Yang et Baldwin 2020). L'utilisation de la technologie dans le domaine des STEM en général accroît la motivation des élèves à adopter et à comprendre des contenus complexes et à améliorer leur expérience et leurs connaissances. De cette façon, la technologie numérique contribue à l'apprentissage actif. Selon Yang et Baldwin (2020), les technologies immersives et interactives (réalité augmentée et réalité virtuelle) peuvent procurer aux étudiants un sentiment d'immersion qui améliore leur compréhension et leur engagement dans les matières STEM. Ce type d'apprentissage à distance permet aux élèves de mieux s'engager dans un apprentissage authentique et augmente la motivation. En outre, l'apprentissage par le jeu qui inclut l'importance de l'ingénierie mathématique et de la technologie contribue à faciliter la compréhension par les élèves de la complexité de ces domaines (Yang et Baldwin, 2020. selon Lemke, 2013).

Yang et Baldwin (2020) affirment que la technologie offre diverses possibilités aux élèves pour découvrir la technologie, et elle encourage les élèves à interpréter les idées scientifiques et mathématiques d'une nouvelle manière. La technologie peut rendre possible l'exploration des sujets STEM et aider les élèves à lier différentes idées disciplinaires, par exemple, lorsqu'ils utilisent des simulations. Yang et Baldwin (2020) présentent des stratégies d'utilisation de la technologie pour des environnements d'apprentissage STEM intégrés :

1. en fournissant un contexte d'apprentissage authentique (il s'agit d'une approche pédagogique qui permet aux élèves d'appliquer leurs connaissances à des problèmes du monde réel);
2. en offrant un environnement de recherche basé sur le Web (l'apprentissage basé sur la recherche nécessite de faire des projections, des enquêtes, des évaluations, ainsi que de développer des démonstrations, et une plate-forme basée sur le Web peut être utilisée pour fournir les moyens de pratiquer la recherche et les explications tout en développant une compréhension des requêtes scientifiques);
3. en développant l'apprentissage à l'aide de technologies immersives et interactives (les technologies immersives et interactives, comme les simulations, offrent aux étudiants la possibilité d'expérimenter ou d'étudier des phénomènes au-delà des contraintes physiques);
4. en créant de contenu (la création de contenu à l'aide de différentes technologies donne aux élèves l'occasion de présenter des projets STEM intégrés et leur offre la possibilité de jouer des rôles et de s'engager activement dans des défis de conception).

Yang et Baldwin affirment également que "l'utilisation de la technologie dans des environnements d'apprentissage STEM intégrés peut développer un enseignement et un apprentissage efficaces" (Yang et Baldwin, 2020). La catégorisation des stratégies d'utilisation de la technologie peut aider les enseignants à adopter des stratégies efficaces pour guider l'apprentissage des élèves dans un environnement STEM.

Selon Daniela (2020), les musées virtuels peuvent fonctionner comme des agents d'apprentissage parce qu'il est possible de renforcer la réalité analogique avec des informations numériques ; l'intégration a lieu en temps réel et de manière extrêmement coordonnée ; ils permettent de combiner différentes ressources comme le texte, la vidéo, l'audio et le 3D ; ils sont interactifs, et aussi l'implication de l'individu est critique pour la création du contenu. En outre, selon une recherche soutenue (Daniela, 2020), l'utilisation de solutions technologiques en tant qu'agents dans le processus de formation aide les étudiants à analyser, réorganiser, assimiler,

contextualiser et synthétiser leurs connaissances, ce qui leur permet d'atteindre de nouveaux niveaux de réflexion et d'apprentissage. De cette manière, les individus peuvent utiliser leurs appareils intelligents pour s'attacher aux connaissances actuelles, où l'éducation peut être organisée dans un environnement particulier et dans certaines circonstances, ce qui ne serait pas possible sans l'utilisation de solutions virtuelles. Daniela (2020), dans la lignée de Fowler (2015), met l'accent sur trois étapes d'apprentissage par la RV, qui seront même prises en considération pour les musées virtuels:

1. Conceptualisation : l'apprenant assimile et interprète différentes informations et différents concepts;
2. Construction : où l'apprenant évalue les faits et les concepts, applique les connaissances de manière interactive, analyse les problèmes, observe les expériences de la vie réelle en s'appuyant sur sa propre compréhension de l'expérience;
3. La discussion : l'apprenant discute de ce qu'il a appris avec les autres.

L'accent est mis sur le fait que les informations sont obtenues dès les premières étapes de l'apprentissage et que l'individu peut ensuite construire ses connaissances et les appliquer dans de nouveaux contextes.

Différentes études ont montré que les jeux vidéo ont un effet positif sur la motivation des élèves pour diverses activités d'apprentissage (Daniela, 2020 ; Hawkey, 2004 ; Ismaeel et al., 2019 ; Mamur et al., 2020 ; Nikoletta, 2008 ; Paliokas, 2008 ; Yang, 2020). Daniela (2020) affirme qu'en considérant l'apprentissage dans les musées comme un mode d'apprentissage actif, les musées virtuels ont du potentiel. En termes de critères de valeur tutorielle, les musées virtuels seront considérés comme des agents d'apprentissage qui stimulent l'intérêt, complètent les connaissances existantes par de nouvelles et apportent un changement dans les types d'apprentissage. Cependant, ils ne seront pas considérés comme des agents d'apprentissage à part entière, capables de remplacer entièrement le travail des éducateurs. Plusieurs rapports (Cecil et al. 2013 ; Daniela, 2020 ; Yang et Baldwin, 2020) indiquent également que le grand potentiel des environnements d'apprentissage virtuels et des simulations informatiques implique et motive les

étudiants, en particulier dans les domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques.

## Les environnements d'apprentissage virtuels comme soutien aux besoins éducatifs et aux circonstances extraordinaires

Les environnements d'apprentissage virtuels favorisent un cadre d'apprentissage positif ainsi que l'engagement des étudiants et un environnement qui leur permet de bénéficier d'une plus grande flexibilité et d'un accès à un plus large éventail de ressources. Par exemple, cet apprentissage virtuel est également appelé apprentissage "juste-à-temps", car il peut avoir lieu n'importe où, à n'importe quel moment, et est accessible en tout lieu. L'utilisation efficace des nouvelles technologies implique une évolution de la pédagogie actuelle et un passage à des activités d'enseignement et d'apprentissage coopératives et interactives. Comme toute technologie, les environnements d'apprentissage virtuels, intègrent des principes fondamentaux sur l'enseignement et l'apprentissage (Maltby & Mackie, 2016).



Source: <https://www.cnm.edu/news/cnm-develops-workshops-to-help-k-12-teachers-create-successful-virtual-learning-environments>

## **Les environnements d'apprentissage virtuels comme soutien aux besoins éducatifs**

Un environnement d'apprentissage virtuel n'est pas une expérience nouvelle dans le contexte de l'éducation. Il est déjà utilisé dans un certain nombre d'écoles ainsi que dans des établissements d'enseignement supérieur qui ont déjà appliqué ce type de logiciel. Une telle approche assistée par ordinateur offre de nouvelles possibilités aux étudiants et aux éducateurs, tout en présentant certains défis. La principale raison de mettre en œuvre une nouvelle technologie est de générer quelque chose de meilleur, plus rapide et en même temps plus simple. Vous trouverez ci-dessous les avantages et les inconvénients de l'utilisation des environnements d'apprentissage virtuels pour répondre aux besoins éducatifs.

### **Flexibilité :**

Les environnements d'apprentissage virtuels transforment le processus éducatif en une approche d'apprentissage plus flexible, notamment en termes de temps. En ayant un contact durable et libre avec tout le matériel d'apprentissage, les étudiants peuvent facilement coordonner leurs études avec d'autres activités et plans. Par conséquent, les étudiants sont libres de travailler à leur propre rythme et chacun peut lire le contenu et regarder les vidéos autant de fois qu'il le souhaite afin de comprendre le sujet. En revanche, les élèves qui apprennent vite n'ont pas besoin d'attendre le reste de la classe pour avancer.

### **Accessibilité :**

L'apprentissage a lieu en ligne - dans un environnement virtuel - et les étudiants n'ont donc pas besoin d'être présents dans une salle. Il en résulte une éducation de haute qualité accessible aux personnes handicapées ainsi qu'à celles qui vivent dans des régions éloignées ou même dans d'autres pays et continents. Une structure d'apprentissage virtuelle facilite un processus éducatif continu, car les étudiants peuvent poursuivre leurs études pendant leurs vacances ou même lorsqu'ils sont au lit avec un rhume, s'ils le souhaitent.

### **Engagement :**

Un environnement d'apprentissage virtuel est propice à l'expérimentation de formats de contenu - tels que des articles de blog, des images, des infographies, des présentations de diapositives, etc. - ainsi que de nouvelles approches.

L'environnement d'apprentissage virtuel encourage les orientations pédagogiques avec des tests et des quiz en ligne, des vidéos et des présentations. Un mélange d'un certain nombre d'activités distinctes permet d'améliorer l'engagement des étudiants et de gamifier davantage la procédure d'apprentissage.

### **Interactivité :**

L'interactivité est une condition essentielle pour un environnement d'apprentissage virtuel. Il ne suffit pas de présenter le matériel aux étudiants et de leur faire passer un test. L'environnement d'apprentissage virtuel doit permettre aux étudiants de réorganiser le matériel présenté, d'ajouter leurs propres ressources, de marginaliser le matériel, d'introduire et d'exécuter des simulations, etc. Les étudiants doivent participer activement à la conception du "monde", au lieu d'être de simples observateurs passifs du "micro-monde" formulé par l'éducateur (Britain & Liber, 2012).

### **Motivation :**

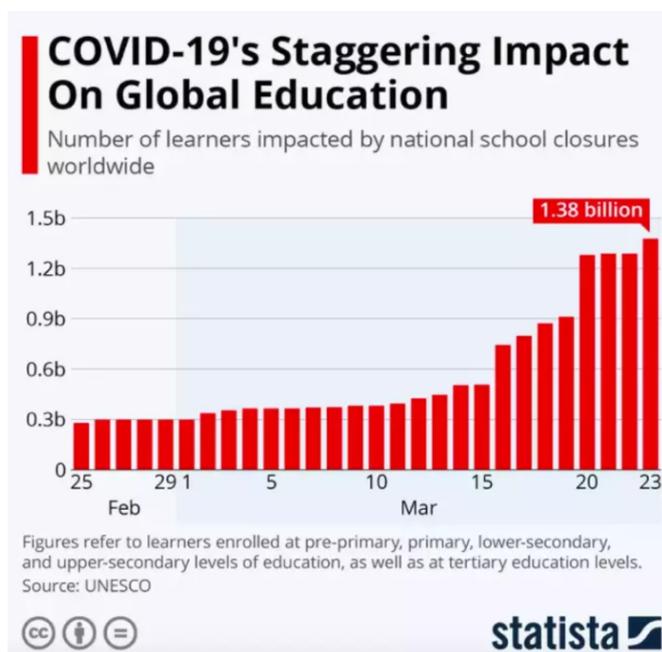
La flexibilité formée dans un environnement d'apprentissage virtuel peut être un problème pour les étudiants qui manquent d'autodiscipline ou qui sont peu motivés. En l'absence de délais stricts et de conseils constants, il est difficile pour les étudiants de rester concentrés et d'étudier de manière productive. De même, les environnements d'apprentissage virtuels créent davantage de possibilités de tricherie, car personne ne voit si les étudiants utilisent d'autres appareils pendant un test en ligne ou s'ils font vraiment tout par eux-mêmes. Ainsi, une grande motivation et une autodiscipline sont essentielles dans un environnement d'apprentissage virtuel (Puzhevich, 2020).

Les environnements d'apprentissage virtuels peuvent être analysés selon ces derniers aspects :

- Le EAV est un espace d'information structuré,
- Le EAV est un espace social : les interactions éducatives se produisent dans l'environnement,
- La représentation de l'information virtuelle/espace social peut différer du texte aux mondes en 3D,
- Les EAV ne se limitent pas à l'enseignement à distance : ils améliorent également les activités en classe,
- Les EAV combinent une variété de technologies et de multiples approches pédagogiques,
- Un certain nombre d'environnements virtuels se chevauchent avec des environnements physiques.

L'enseignement en ligne est souvent corrélé à l'enseignement à distance, même s'il peut être largement utilisé pour soutenir l'apprentissage actuel. Par exemple, la communication effectuée de manière autonome, selon le rythme et l'emploi du temps de chacun, offre aux étudiants une certaine flexibilité temporelle. De nombreux cours en ligne fusionnent distance et présence, rendant l'environnement d'apprentissage plus dynamique. Ces deux dernières années, les écoles secondaires ont introduit des activités basées sur Internet, qui viennent compléter les activités d'apprentissage en face à face. Cette amélioration a été mise en œuvre dans le système éducatif comme un ajout ou même comme un effet plus fort sur les approches pédagogiques des éducateurs. (Dillenbourg et al., 2007).

## Comment le COVID-19 a-t-il affecté le système éducatif



La pandémie a effectivement forcé l'arrêt de diverses activités dans le monde entier (Adedoyin & Soykan, 2020). En outre, elle a entraîné la fermeture d'écoles dans le monde entier, des milliards d'élèves (voir la figure ci-contre) essayant de rattraper leur retard depuis chez eux pour assurer la continuité de l'enseignement et réduire la perte d'apprentissage (McBurnie, 2020). Par la suite, le système éducatif a complètement changé, avec une augmentation

surprenante des environnements d'apprentissage virtuels, grâce auxquels l'enseignement est dispensé à distance et sur des plateformes numériques. Il s'agit du plus grand "mouvement en ligne" de l'histoire de l'éducation (Li & Lalani, 2020).

La crise du COVID-19 a activé un changement difficile dans le système éducatif, soulignant la grande importance de l'adaptation aux nouvelles technologies. Le tutorat virtuel, les outils de vidéoconférence et les logiciels d'apprentissage en ligne ont fait l'objet d'une demande importante depuis la crise du COVID-19. En réponse à cette demande, de nombreuses plateformes d'apprentissage en ligne offrent un accès à leurs services, favorisant ainsi l'enseignement à distance. Par exemple, le gouvernement italien a créé un site Web pour aider les écoles à activer différentes formes d'enseignement à distance pendant la période de fermeture d'urgence liée au coronavirus (<https://www.miur.gov.it/web/guest/-/didattica-digitale-distribuiti-gli-85-milioni-del-decreto-ristori-firmato-il-decreto-con-il-riparto-per-singola-scuola>). En outre, le ministère espagnol de l'éducation a créé un site Web intitulé "Ressources pour la formation en ligne" (<https://intef.es/recursos-educativos/recursos-para-el-aprendizaje-en-linea/>), dans le but d'offrir aux enseignants et aux étudiants un accès à différents types de matériel pédagogique et de cours de formation.

Pour assurer la continuité de l'éducation et de la formation, l'UE a également développé un large éventail de plateformes d'apprentissage en ligne pour les enseignants et les éducateurs. Learning Corner est une plateforme facilement accessible qui propose du matériel pédagogique, notamment des jeux en ligne, pour aider les élèves de tous âges à découvrir l'UE. eTwinning est une autre plateforme européenne collaborative permettant aux enseignants de communiquer, d'échanger des opinions et des ressources et de cocréer des projets. Il existe suffisamment de preuves que l'apprentissage en ligne peut être plus efficace à plusieurs égards pour les élèves qui ont accès à la "bonne technologie". Selon des études, les élèves absorbent 25 à 60 % de matière en plus lorsqu'ils apprennent en ligne, contre seulement 8 à 10 % lorsqu'ils apprennent dans une classe. Cela s'explique principalement par le fait que les élèves apprennent plus rapidement en ligne, car le processus d'apprentissage ne prend pas autant de temps que dans une salle de cours traditionnelle. Les étudiants ont la liberté de revenir en arrière et de relire les parties difficiles, adaptant ainsi une méthode d'apprentissage individuelle, personnalisée à leur propre espace. (Li & Lalani, 2020).

Les environnements d'apprentissage virtuels sont l'avenir de l'éducation, non seulement pour l'enseignement supérieur mais aussi pour l'enseignement secondaire, où l'apprentissage virtuel a été définitivement introduit l'année dernière. L'objectif des environnements d'apprentissage virtuels est d'améliorer à la fois l'efficacité et l'interaction entre les étudiants. Ces systèmes en ligne sont les outils fondamentaux pour transformer et rénover le système éducatif actuel (Bri et al., 2009).

## **Les environnements d'apprentissage virtuels comme outil d'apprentissage pour tous les apprenants**

Les environnements d'apprentissage virtuels peuvent offrir des possibilités intéressantes pour surmonter un large éventail d'obstacles. Cependant, ce ne sont pas des outils magiques qui fonctionnent de la même manière pour tout le monde.

Pour comprendre les opportunités offertes par les environnements d'apprentissage virtuels, il est nécessaire de commencer par explorer les obstacles existants.

### **Démystifiant le mythe du natif numérique :**

#### **L'obstacle technologique à l'accès aux environnements d'apprentissage virtuels**

La première barrière va de pair avec un mythe, selon lequel tous les adolescents sont désormais des natifs du numérique. L'idée de cette expression est que, comme les jeunes sont nés lorsque Internet était plutôt répandu, ils utilisent les outils numériques depuis leur enfance et les comprennent naturellement (Tricot et Chesne, 2020), presque comme s'il s'agissait d'un processus biologique naturel pour eux. Une expression fréquente est que les jeunes d'aujourd'hui sont nés avec un smartphone à la main.

Si les jeunes d'aujourd'hui vivent plus étroitement avec la technologie que les générations précédentes, le transfert de compétences d'une utilisation personnelle des ordinateurs, smartphones ou tablettes vers un contexte académique ou professionnel n'est pas une trajectoire sans obstacles. En d'autres termes, jouer à des jeux ou naviguer sur les médias sociaux ne permet pas de mettre en forme un document texte ou d'échanger des e-mails de manière efficace. Ce déficit de compétences a été au cœur de la démarche de plusieurs associations qui accompagnent les jeunes et les personnes en risque d'exclusion sociale dans le développement de formations numériques scolaires et professionnelles lors des confinements 2020 dans le cas de la France (Tellier, 2020).



Pixabay.com <https://pixabay.com/photos/infant-to-learn-laptop-question-2709666/>

La littératie numérique ne va pas encore de soi pour les humains.

### **Les obstacles géographiques, économiques et sociaux à l'utilisation des environnements d'apprentissage virtuels**

Si la littératie numérique est une compétence qui se développe et s'acquiert et non un trait naturel, il n'est pas étonnant que les niveaux de littératie numérique puissent varier fortement en fonction d'une grande variété de facteurs, notamment géographiques, économiques et sociaux. Cette idée est contenue dans la définition de la fracture numérique de l'OCDE :

"L'expression "fracture numérique" désigne l'écart entre les individus, les ménages, les entreprises et les zones géographiques de niveaux socio-économiques différents en ce qui concerne à la fois leurs possibilités d'accès aux technologies de l'information et de la communication (TIC) et leur utilisation de l'Internet pour un large éventail d'activités" (OCDE, 2006).

Par conséquent, la fracture numérique ne tient pas seulement compte des différences en termes d'accès à la technologie, mais aussi en termes de compétences ou d'alphabétisation. Si le poids de chaque facteur contribuant à la fracture numérique n'est pas homogène selon les régions, les pays ou les contextes, il est intéressant de noter que ce qui pourrait être le facteur clé pour motiver les personnes à développer de nouvelles compétences numériques serait l'importance

de ces compétences pour leur groupe social (Vodoz, 2010). La conséquence de l'importance ou de la non-importance sociale de certaines compétences numériques liées à l'école ou au travail est qu'elle reflète, et souvent amplifie, les inégalités sociales existantes.

### **Comment concevoir des environnements d'apprentissage virtuels inclusifs**

Sur la base de cette analyse, on peut se demander comment un environnement d'apprentissage virtuel pourrait être une réponse significative pour surmonter les divers obstacles qui peuvent apparaître dans le parcours d'un apprenant. La bonne nouvelle est que c'est là que la conception entre en jeu. Plongeons dans ce qui peut rendre un environnement d'apprentissage virtuel inclusif, en gardant à l'esprit certains principes à prendre en compte au cours du processus.

### **Concevoir une expérience virtuelle qui semble naturelle**

Les environnements d'apprentissage virtuels ne se limitent pas aux plateformes d'apprentissage en ligne classiques qui contiennent du contenu de cours et des quiz. Ils peuvent prendre des formes qui sembleraient plus naturelles à un utilisateur qui ne serait pas habitué aux pratiques scolaires numériques, comme ce serait le cas d'un musée virtuel. Lors de la conception d'un tel environnement, la clé serait de créer l'équivalent virtuel d'un espace physique où l'utilisateur peut comprendre comment se déplacer, naviguer ou regarder les différents éléments. Plus concrètement, un musée virtuel peut être construit à partir des composantes de l'expérience immersive d'un jeu vidéo, notamment :

- Donner un sentiment d'autonomie à l'utilisateur en lui permettant de décider de ce qu'il doit faire,
- Prévoir suffisamment d'espace et de temps pour que l'utilisateur puisse observer les éléments à son propre rythme,
- Créer une identité visuelle conviviale,
- Et, le cas échéant, inclure du son et/ou de la musique.

## **Concevoir un espace d'apprentissage qui ne soit ni une plateforme d'apprentissage en ligne ni un jeu vidéo**

Cependant, un musée ou un environnement virtuel n'est ni une plateforme d'apprentissage en ligne, ni un jeu vidéo, ni même quelque chose entre les deux. Le but est que l'utilisateur puisse apprendre et explorer le concept, sans inclure de tests, comme dans une plateforme eLearning, ni de défis, comme dans un jeu vidéo. L'avantage de ne pas inclure de forme ou d'évaluation rend l'expérience plus accessible à tout apprenant qui ne maîtrise pas les codes de l'éducation formelle (Vodoz, 2010).

De plus, un musée virtuel n'a pas à cacher son objectif derrière le faux prétexte d'offrir une expérience d'apprentissage "amusante" comme le font de nombreux serious games, ce qui est en fait une des forces, dans le sens où les jeux sérieux mal conçus qui finissent par être trop sérieux ne sont généralement pas aussi engageants pour l'apprenant qu'ils pourraient l'être (Mons et al., 2020).

Enfin, un rapport de recherche du CNET (Centre national d'études de l'école) sur l'intégration des outils et pratiques numériques dans le système scolaire français a identifié la capacité à "Présenter l'information, représenter ce qui n'était pas connu/pas représentable avant, enrichir l'information" comme l'une des fonctions pédagogiques dans lesquelles l'utilisation des outils numériques a eu l'impact le plus positif (Tricot et Chesne, 2020).

## **Rendre un musée accessible de n'importe où et à n'importe qui**

Les élèves visitent de vrais musées pour les inciter à découvrir de nouvelles choses et à "parler" ou interagir avec le sujet étudié. De plus, en sortant l'élève des codes stricts de la classe, il peut se sentir moins sous pression et plus désireux de découvrir des choses par lui-même, même sur des sujets qu'il ne se sentirait pas à l'aise d'aborder seul. Les musées ou environnements d'apprentissage virtuels peuvent offrir des possibilités d'accès similaires, et réduire les problèmes d'accès aux musées physiques (distance, mobilité, etc.).

Cependant, un besoin qui est vrai lorsqu'on amène des étudiants dans des musées physiques et qui se retrouve dans les musées virtuels est que le simple fait de rendre le contenu du musée disponible en ligne n'en fait pas une expérience



inclusive. Il est nécessaire d'être guidé, ce qui peut être facilement fourni à tout moment dans le cas d'un musée virtuel, en proposant des descriptions des éléments exposés ou en fournissant d'autres ressources à explorer par l'apprenant.

Au Miraikan, le musée national japonais des sciences émergentes et de l'innovation, les visiteurs peuvent marcher tout autour de la terre et jouer un rôle plus actif dans l'exposition.

## **Approche inclusive du musée virtuel pour les apprenants souffrant de troubles spécifiques de l'apprentissage**

Les troubles spécifiques de l'apprentissage (TSA) sont des troubles du développement neurologique qui commencent à l'âge scolaire et qui ont une incidence sur la capacité d'apprendre, en particulier dans trois domaines : l'écriture, la lecture et les mathématiques. D'autres compétences peuvent également être affectées. Le trouble spécifique de l'apprentissage le plus courant est la dyslexie, un trouble de la lecture. Les troubles spécifiques de l'apprentissage ne peuvent pas être guéris, ils ne peuvent être gérés qu'avec l'aide d'experts. Selon l'Association américaine de psychiatrie (APA) : "Les troubles de l'apprentissage, s'ils ne sont pas reconnus et gérés, peuvent causer des problèmes tout au long de la vie d'une personne, au-delà d'une baisse des résultats scolaires. Ces problèmes comprennent un risque accru de détresse psychologique importante, une santé mentale globale moins bonne, le chômage/sous-emploi et le décrochage scolaire".

Les TSA peuvent se présenter comme un trouble unique ou être combinés, une personne atteinte de dyslexie pouvant également souffrir de dyspraxie, par exemple. Selon l'APA, on estime qu'un tiers des personnes atteintes de troubles spécifiques de l'apprentissage présentent également un trouble de l'attention avec hyperactivité (TDAH). Les TSA peuvent se présenter à différents degrés de sévérité, de léger à sévère. Enfin, ces troubles ne sont pas liés à l'intelligence. Les personnes atteintes de TSA ont souvent un QI moyen, voire supérieur à la moyenne.

## **Types de troubles de l'apprentissage :**

La dyslexie : Les personnes atteintes de dyslexie ont des difficultés à lire, les difficultés sont principalement l'association des lettres avec le son qu'elles font, par conséquent la lecture devient lente et laborieuse. Les problèmes de lecture commencent avant même d'apprendre à lire, par exemple en essayant de décomposer les mots en syllabes et en reconnaissant le rythme (APA). En maternelle, les signes de la dyslexie commencent à apparaître lorsque les enfants ne sont pas capables de reconnaître les lettres aussi bien que leurs camarades, ce qui a souvent pour conséquence qu'ils évitent les activités de lecture à l'avenir.

La dyspraxie : Ce trouble de l'apprentissage concerne le développement moteur, les personnes atteintes de dyspraxie ont des difficultés dans l'acquisition de la coordination sensori-motrice et des fonctions visuo-spatiales. A l'école, cela peut avoir un impact sur l'apprentissage de la géométrie, des arts et des sports.

La dyspraxie peut entraîner un manque d'organisation, une lenteur, une grande fatigue pour effectuer les mêmes tâches que les autres et des difficultés à se déplacer en raison des problèmes d'organisation spatiale.

Dysphasie : La dysphasie a un impact sur le développement du langage oral, la phonologie et le décodage du langage reçu. Les personnes atteintes de dysphasie ont des difficultés à transmettre des informations car il est difficile de comprendre ce qu'elles disent, ce qui entraîne des difficultés globales de communication.

Dyscalculie : La dyscalculie affecte les capacités d'apprentissage des nombres et des concepts mathématiques, la compréhension des symboles et des fonctions. Les personnes atteintes de dyscalculie ont des difficultés à donner un sens aux nombres, à mémoriser les concepts et les faits mathématiques, mais aussi des difficultés générales à résoudre des problèmes.

Dysgraphie : La dysgraphie affecte l'orthographe, la grammaire, la ponctuation et l'écriture. Les personnes atteintes de dysgraphie ont des difficultés à transcrire leurs idées sur papier.

## **Impact des environnements virtuels chez les apprenants atteints de troubles spécifiques de l'apprentissage**

Les environnements virtuels sont bénéfiques pour les apprenants atteints de troubles spécifiques de l'apprentissage car il y a moins de réglementations, de directives et de restrictions en termes de temps, de cadre et de programme.

Les personnes ayant des besoins spécifiques peuvent bénéficier grandement des environnements virtuels pour apprendre en raison de leur environnement non formel. Ils offrent des activités d'apprentissage interactives et des opportunités pour l'apprenant de contrôler le processus d'apprentissage. Les environnements virtuels motivent les personnes souffrant des troubles de l'apprentissage (dys) à apprendre, en aidant à transférer les connaissances du monde virtuel au monde réel dans un espace d'apprentissage sûr (Jeffer, 2009).

Les environnements virtuels permettent aux étudiants de s'échapper du cadre d'apprentissage traditionnel et de fuir les contraintes de l'école, ce qui fait du musée virtuel un environnement moins stressant.

L'apprentissage dans un environnement virtuel permet aux gens d'apprendre dans un cadre organisé avec des activités structurées mais en dehors de l'environnement d'apprentissage formel et traditionnel.

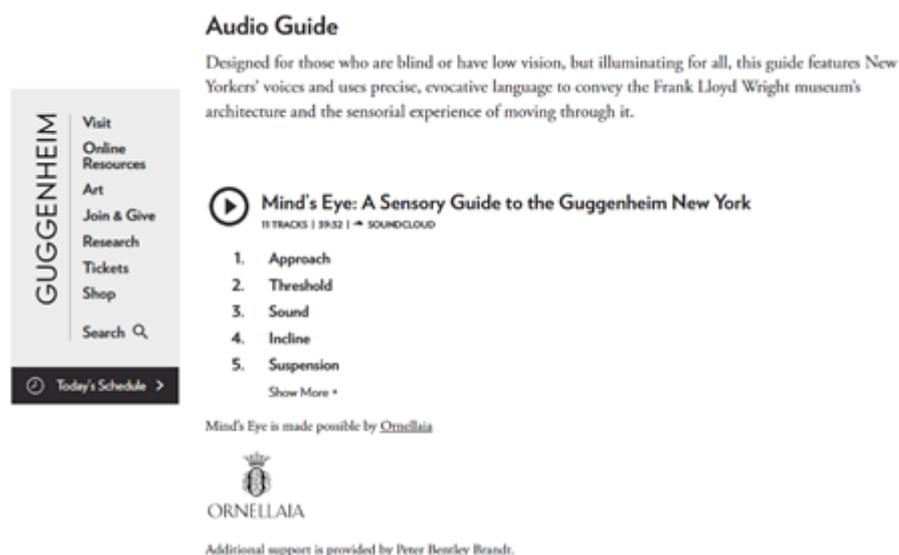
Le cadre d'apprentissage formel peut être stressant, en particulier pour les élèves dys, parce qu'ils rencontrent souvent des difficultés à l'école, mais aussi à cause de la restriction du temps et de l'horaire inflexible. Ce changement permet de modifier les activités d'apprentissage quotidiennes, ce qui peut être bénéfique pour les élèves en général, mais surtout pour les élèves atteints de troubles spécifiques du langage, afin de décompresser et d'apprendre en même temps.

Dans un musée virtuel, par exemple, les apprenants sont libres de visiter n'importe quelle pièce avec différentes expositions comme ils le souhaitent, sans limite de temps. Cette liberté favorise un environnement flexible et engageant pour les personnes dys ce qui est précieux car, comme indiqué précédemment, dans certains cas, elles prennent plus de temps que leurs pairs et ont souvent du mal à rester sur

la bonne voie. C'est pourquoi les environnements d'apprentissage virtuels peuvent être inclusifs, selon la façon dont ils sont conçus, non seulement pour les personnes dys, mais aussi pour les personnes souffrant d'obstacles à la mobilité (qu'il s'agisse de handicaps physiques ou de distances à parcourir).

Au fil du temps, les musées ont montré qu'ils jouaient un rôle important dans l'éducation et le patrimoine culturel. L'accessibilité en ligne de ce type de contenu peut donc constituer un tournant pour motiver et engager les apprenants qui ont du mal à y accéder dans un format physique. Grâce au temps illimité dont ils disposent dans l'environnement virtuel, les apprenants peuvent examiner attentivement les objets exposés et obtenir des informations supplémentaires pour enrichir le processus d'apprentissage.

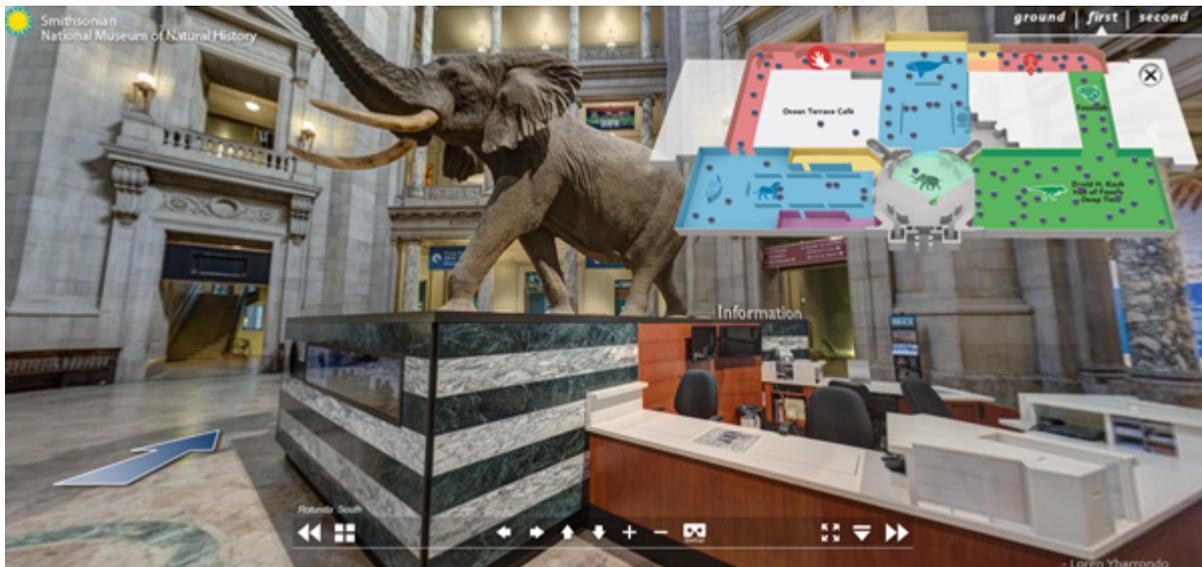
Les musées peuvent aller plus loin dans l'inclusion ; par exemple, le musée Guggenheim de New York a poussé l'inclusion à un niveau supérieur en créant le Mind's Eye : A sensory guide to the Guggenheim New York, qui utilise un langage précis et évocateur pour décrire l'expérience de la visite du musée, créant ainsi une expérience sensorielle. Ce guide a été créé pour les aveugles et les malvoyants, mais il peut également être utile aux apprenants atteints de dyslexie grâce à l'audioguide.



The screenshot shows the Guggenheim website's 'Audio Guide' section. On the left is a vertical navigation menu with the GUGGENHEIM logo and links for Visit, Online Resources, Art, Join & Give, Research, Tickets, Shop, and a search bar. Below the menu is a 'Today's Schedule' button. The main content area is titled 'Audio Guide' and includes a description: 'Designed for those who are blind or have low vision, but illuminating for all, this guide features New Yorkers' voices and uses precise, evocative language to convey the Frank Lloyd Wright museum's architecture and the sensorial experience of moving through it.' Below this is a play button icon followed by the title 'Mind's Eye: A Sensory Guide to the Guggenheim New York' and '11 TRACKS | 39:52 | → SOUNDCLOUD'. A numbered list of tracks is provided: 1. Approach, 2. Threshold, 3. Sound, 4. Incline, 5. Suspension, with a 'Show More +' link. At the bottom, it states 'Mind's Eye is made possible by Ornellaia' with the Ornellaia logo, and 'Additional support is provided by Peter Bentley Brands.'

Source: [https://www.guggenheim.org/event/event\\_series/minds-eye](https://www.guggenheim.org/event/event_series/minds-eye)

Le Musée national d'histoire naturelle de Washington D.C. propose un autre type d'expérience avec une visite virtuelle au format interactif qui permet au visiteur de se déplacer autour des objets et des artefacts, de zoomer et de dézoomer avec une carte à l'écran indiquant à tout moment où se trouve le visiteur afin de faciliter la visite.



Source: [https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/z\\_tour-022.html](https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/z_tour-022.html)

Pour améliorer l'accessibilité et l'inclusion, une société, Tactile Studio, spécialisée dans la création de musées virtuels inclusifs, propose des échanges culturels inclusifs à travers les musées de ses clients, dont le Musée du Louvre. L'objectif de cette société est de promouvoir l'accès aux arts et à la culture pour tous en concevant des solutions éducatives multisensorielles tout en étant aussi conviviales que possible. Elle montre que les musées sont plus soucieux d'être accessibles numériquement mais aussi, d'être accessibles à tous : "Les aveugles et malvoyants, les sourds et malentendants, les personnes à mobilité réduite et les personnes atteintes de troubles cognitifs. Ce type d'accessibilité des musées apporte un confort physique et psychologique pour tous, et c'est crucial dans les lieux culturels" (Nadia Sahmi, architecte française).

Les musées adoptent une approche plus centrée sur l'humain, en tenant compte des besoins de chacun et en veillant à ce que cela se reflète dans les détails, car l'accessibilité consiste à supprimer les obstacles actuels.

Les environnements virtuels d'apprentissage peuvent être développés afin de proposer différents types d'activités, telles que des visites virtuelles, des événements, des concours et autres. Ils peuvent être facilement façonnés pour atteindre différents publics et offrir un large éventail d'expériences.

Les expositions dans les musées virtuels peuvent être affichées dans un mode panoramique où l'angle de 360°, appelé panorama circulaire, permet à l'utilisateur d'interagir avec les objets. Les utilisateurs peuvent observer l'objet, faire un zoom avant et arrière et également obtenir des informations supplémentaires à leur sujet (Atamuratov, 2020). Afin de tirer le meilleur parti de l'environnement virtuel, les expositions en modèles 3D sont celles qui offrent le plus d'avantages concernant l'engagement des utilisateurs du musée virtuel en raison des résultats réalistes et de la valeur pédagogique de l'apprentissage pratique. Les expositions peuvent comporter différents types de matériaux, par exemple des images, des vidéos, des enregistrements audios et autres, offrant une expérience multisensorielle accessible partout et à tout moment.

## Partie 4 : Interviews d'experts

Dans le cadre du projet, certains enseignants, éducateurs ou employés de musée ont été interrogés pour partager leur vision de ce que devrait être un musée virtuel des STEM et des avantages et activités qu'il peut offrir.

Parmi ces personnes figuraient par exemple un professeur de physique et de mathématiques, un directeur adjoint du département administratif de l'éducation, de la culture et du sport, un responsable des offres scolaires de base pour les enfants de la maternelle et du primaire dans un musée et un muséographe (personne chargée de définir les concepts des expositions et d'organiser la mise en place et le contenu des expositions).

### **Attentes et activités du musée virtuel des STEM**

Au cours des entretiens, nous avons demandé aux personnes interrogées ce qu'elles attendaient d'un musée virtuel des STEM, ce qu'il impliquait et quelles étaient ses fonctionnalités. Les réponses ont été diverses, mais dans l'ensemble, il est vu comme un lieu numérique avec beaucoup de multimédia qui plongerait les visiteurs dans diverses activités interactives pour apprendre et découvrir les sujets des STEM. Il serait intuitif, c'est-à-dire facile à suivre et à utiliser pour les enseignants, les formateurs et les étudiants ou tout autre apprenant. Les visiteurs auraient l'illusion d'être dans un vrai musée, dans un espace en 3D avec des objets en 3D avec lesquels ils pourraient interagir. Les visiteurs pourraient également construire des objets eux-mêmes, comme reconstituer certains éléments pour apprendre comment ils fonctionnent. Tous les sens des apprenants devraient être sollicités pendant la visite des expositions. Certains répondants ont même ajouté qu'il pourrait y avoir des éléments de réalité virtuelle. Les apprenants seraient autorisés à toucher, explorer et commenter les expositions.

Certains participants ont également proposé que les visiteurs ou les apprenants soient représentés sous la forme d'avatars et qu'ils puissent communiquer entre eux

pour partager leurs connaissances ou leurs questions. De cette manière, ils peuvent s'entraider et travailler ensemble par choix.

Selon les personnes interrogées, le musée virtuel des STEM devrait disposer d'un guide qui proposerait des visites aux apprenants, par exemple des visites à thème sur un sujet spécifique. Il pourrait également y avoir des expositions temporaires, pour des événements spécifiques, par exemple l'anniversaire de la mort d'un inventeur. Le musée présenterait des expériences pratiques pour développer les compétences des apprenants. Chaque thème ou élément pourrait donner lieu à une recherche d'informations pour approfondir le sujet et favoriser l'engagement des apprenants par le biais de supports physiques, sonores ou visuels. Il n'est pas nécessaire que ce soit trop technique, cela s'apparente à du storytelling. Il pourrait comporter des interactions supplémentaires telles que les catégories "le saviez-vous ?" ou "vous aimerez peut-être aussi" pour encourager les élèves à aller plus loin et à accroître leur curiosité et leur engagement.

### **Un musée à intégrer dans la classe**

Certains répondants ajouteraient également des plans de cours au musée pour les classes de langues, comme la grammaire ou le vocabulaire liés à l'exposition, ou pour les classes thématiques, comme la technologie. Les répondants travaillant dans le secteur des langues ajouteraient également les niveaux CERL sur chaque élément pour aider les enseignants et les éducateurs à utiliser le musée facilement en fonction du niveau de leurs élèves. Le musée virtuel pourrait, en fait, enseigner aux élèves de nouveaux mots et champs lexicaux.

Pour les personnes interrogées, le musée devrait inclure des thèmes STEAM en dehors des habitudes de l'enseignant afin d'être utilisé en complément du programme scolaire et ouvert à d'autres sujets et thèmes. Il offrirait des expériences qui seraient inaccessibles, impossibles ou dangereuses dans la vie réelle, comme une visite à l'intérieur d'un volcan. Il pourrait introduire des concepts qui ne peuvent pas être abordés en classe, notamment en raison du manque de temps. Les expériences demandent beaucoup d'organisation, de la préparation au budget et à la sécurité. Il peut être difficile de mettre en place une telle activité pendant un cours de

courte durée. Le musée devrait être une bonne solution pour inciter les élèves à participer à davantage d'expériences sans toutes ces contraintes. Cependant, les enseignants doivent guider les élèves à travers le musée et toutes les activités, qu'ils aient besoin d'effectuer des tâches à la maison ou en classe. Il doit y avoir un suivi clair pour chaque élève, même si la visite peut être effectuée de manière autonome. Les enseignants peuvent laisser les élèves discuter de ce qu'ils ont vu et exploré. Ils peuvent également laisser les apprenants choisir leurs propres visites. Cela pourrait améliorer la motivation car les élèves décideraient de ce qui les intéresse le plus. Ils peuvent choisir le thème ou la collection qu'ils veulent explorer, puis réaliser un travail ou simplement en discuter avec le reste de la classe.

En termes d'inclusion, le Musée Virtuel des STEM devrait être facile à utiliser pour les élèves dys (troubles de l'apprentissage) et ESL (Anglais en tant que seconde langue). Tous les élèves seraient autorisés à visiter le musée gratuitement. Les participants ont également ajouté que le musée devait être compatible avec Internet et tous les appareils, PC et Apple.

### **L'engagement de l'apprentissage**

Au cours des entretiens, nous avons également demandé aux participants quelles activités ils ajouteraient au musée pour améliorer l'engagement des apprenants. Selon eux, le musée virtuel des STEM serait utilisé comme un plus pédagogique, en complément de la leçon. Il pourrait être proposé aux apprenants pour étudier avant un examen ou pour présenter un nouveau concept ou une nouvelle leçon à la classe. Les apprenants pourraient visiter le musée par eux-mêmes et acquérir ainsi une certaine autonomie. Le musée pourrait également être utilisé par les étudiants comme support pour les travaux de recherche, la compréhension de la lecture ou même la rédaction d'articles. Ainsi, le musée virtuel devrait être utilisé pour impliquer activement les apprenants dans le processus de connaissance et soutenir le processus d'apprentissage, en leur permettant d'observer et de s'exprimer pendant les activités. Un participant a proposé de travailler autour de thèmes tels que "les femmes dans les STEM", par exemple, ou d'apprendre aux apprenants les carrières

potentielles qu'ils pourraient choisir en relation avec les STEM. Un autre a proposé de créer des WebQuests, en ajoutant une sorte de gamification afin que les étudiants soient plus motivés pour explorer la plateforme et découvrir des éléments qu'ils n'auraient pas vérifiés s'ils étaient seuls. Une autre source de motivation pourrait également être de commencer des activités ou de visiter une situation qui les concerne personnellement. Dans l'ensemble, les répondants ont parlé d'activités où les élèves peuvent agir et expérimenter.

### **Avantages du musée virtuel des STEM**

Maintenant que nous avons les bases de ce que devrait être un musée virtuel des STEM et des activités qu'il devrait proposer, nous pouvons voir quels peuvent être les avantages d'une telle ressource d'après les réponses des participants que nous avons interrogés.

Le premier avantage souligné par toutes les personnes interrogées est l'engagement qu'il peut susciter chez les apprenants. Il évite de nombreuses restrictions et permet aux apprenants d'être autonomes et d'avoir leur propre processus d'apprentissage avec moins de jugement et de pression. La visite d'un musée virtuel est une expérience qui ne peut avoir lieu dans un environnement formel. Aucune limite de temps ne restreint les apprenants pendant leur expérience, et ils peuvent librement expérimenter et explorer les différents résultats des différentes activités. La peur de faire des erreurs est réduite car ils n'ont pas besoin d'être supervisés et peuvent apprendre de leur propre expérience en ligne. Chaque élève peut visiter le musée individuellement, sans être distrait par les autres, ce qui améliore sa concentration et sa productivité. Ils ne sont confrontés à aucune restriction qui pourrait exister dans les musées ordinaires.

De plus, en termes d'inclusion, l'accès au musée est facile et il n'y a pas de problèmes de proximité, de coûts de transport ou d'organisation nécessaire pour emmener les élèves dans un tel voyage. Il permet aux enseignants d'assurer une meilleure continuité du suivi de chaque apprenant, et il est même disponible à la maison pour les étudiants, ce qui offre encore plus de commodité et de flexibilité.

Comme il n'y a qu'un seul site web qui rassemble tout, il n'y a pas de perte de temps au début de l'activité, et les élèves ne peuvent pas se disperser entre trop de pages, de matériel ou d'activités.

D'autres avantages du musée ont été soulignés, comme le fait qu'il permet de développer des compétences numériques, tant pour les élèves que pour l'enseignant. Il fait appel aux compétences du 21<sup>e</sup> siècle et peut aider les élèves à s'adapter à ce type d'outils qui seront de plus en plus utilisés à l'avenir dans les environnements éducatifs.

Le musée virtuel peut être mis à jour et renouvelé avec de nouveaux éléments et de nouvelles collections plus fréquemment qu'un musée ordinaire. En outre, comme les collections ne peuvent être modifiées par l'utilisateur, les informations ne peuvent être modifiées et sont donc plus fiables. Le musée virtuel fournit des informations sélectionnées.

### **Première impression après avoir testé le VMSTEM**

Certains participants ont eu l'occasion d'expérimenter la première version du musée virtuel des STEM que nous avons développée dans le cadre de ce projet. De leur point de vue, le musée est une bonne idée et est relativement innovant car il permet de modifier l'expérience d'apprentissage des apprenants et d'accroître leur engagement. Les avantages sont nombreux, et nous les avons déjà tous cités précédemment.

Cependant, ils ont suggéré que le musée pourrait bénéficier d'une plus grande interaction avec l'apprenant. Pour ce faire, davantage de tâches et d'éléments pourraient être ajoutés, et un guide pourrait être ajouté pour fournir des éléments d'orientation et de tutorat aux étudiants. En outre, il serait intéressant d'ajouter des sons de déplacement lorsque l'apprenant passe d'un élément à l'autre et se déplace dans le musée. Une autre idée était de relier les différentes expositions afin qu'il y ait un fil conducteur entre elles.

## Partie 5 : Bonnes pratiques

### De Belgique

**Chasse au trésor :** Pour rendre l'exploration plus vivante et dynamique, vous pouvez transformer la visite en chasse au trésor en donnant à vos élèves une liste d'éléments, objets, visuels ou mots qu'ils doivent trouver dans le musée et en leur demandant de noter les informations importantes sur la signification, l'origine, le contexte, l'objectif ou l'utilisation de chaque élément.

Vous pouvez créer cette chasse dans le cadre d'une exposition spécifique afin d'inclure un élément de chaque collection et de chaque sujet, ou vous pouvez faire travailler les apprenants en groupes, chacun se voyant attribuer une exposition différente ou un certain nombre de collections, afin qu'ils puissent plus tard rassembler leurs résultats. Ils pourraient gagner des points, individuellement ou en groupe, en fonction du nombre d'éléments qu'ils ont trouvés et de la précision, la clarté et l'exactitude des informations supplémentaires, afin de s'assurer qu'ils seront attentifs et tireront des enseignements de cette recherche ludique. Il est nécessaire de veiller à ce que la compétition reste saine et respectueuse et qu'elle débouche sur une récompense pour l'élève ou le groupe le plus efficace.

Les élèves peuvent également créer une présentation ou un exposé sur un ou quelques éléments qui leur seront assignés afin de partager leur vision et leur compréhension de chaque sujet avec leurs camarades qui n'ont peut-être pas pris connaissance ou retenu les mêmes informations.

### **Comment retourner une salle de classe en utilisant le musée virtuel des STEM**

Le Musée Virtuel des STEM est certainement un outil pédagogique interdisciplinaire qui, en plus d'enrichir l'expérience du musée et l'expérience personnelle des visiteurs, offre de nouvelles possibilités d'enseignement et de résultats éducatifs, en particulier pour les étudiants handicapés. L'une des approches pédagogiques modernes, basée sur l'utilisation des TIC et le partage de matériel d'apprentissage, est le concept de classe inversée, qui peut être une excellente méthode pour utiliser le musée virtuel des STEM à des fins d'apprentissage autonome. La classe inversée va plus loin que la classe traditionnelle car les enseignants doivent préparer le matériel d'apprentissage à l'avance, pour que les élèves puissent se familiariser avec le matériel à la maison, chacun à son propre rythme. Dans ce cas, l'avantage est que tout le matériel est déjà préparé et fourni par le Musée Virtuel des STEM. Les principales caractéristiques de cette stratégie d'enseignement consistent à assigner un nouveau contenu aux devoirs et, grâce à l'apprentissage indépendant à la maison, les élèves doivent prendre des notes et préparer des questions pour en discuter avec l'enseignant et les élèves lors du cours suivant. Lorsque les élèves se présentent au cours suivant, outre la discussion, l'enseignant peut leur confier des tâches telles que la recherche, la résolution de problèmes, l'élaboration de projets ou d'autres activités qui impliquent une réflexion de haut niveau et une collaboration avec les pairs. En impliquant les élèves dans ces activités, ceux-ci ne sont pas des observateurs passifs, mais des participants actifs au processus d'enseignement. En fonction des questions de l'élève, l'enseignant peut expliquer davantage le sujet pour une meilleure compréhension, mais le rôle principal de l'enseignant est d'être un mentor qui donne des instructions et oriente les élèves vers leurs propres conclusions.

## 4 étapes pour inverser votre salle de classe



## De Chypre

Conseils pratiques sur la manière d'organiser les essais sur le terrain et d'aider les élèves :

- Avant de procéder à l'essai sur le terrain, une réunion avec les enseignants a été organisée pour présenter les objectifs du projet et démontrer que le Musée Virtuel des STEM facilite le processus. Au cours de cette réunion, les enseignants pourront explorer le musée et sélectionner les thèmes qu'ils souhaitent intégrer dans leurs cours. Le fait de présenter le musée aux enseignants avant les essais leur permet de se familiariser avec lui et de soutenir leurs élèves dans le processus d'apprentissage.
- Lors de l'essai de CIP, l'exposition sur le microcontrôleur a servi d'introduction à la leçon de technologie et de robotique, les élèves ayant le matériel sous les yeux et le comparant à ce qu'ils ont appris dans le musée. Les élèves ont appris à connaître les différents composants d'Arduino, et l'AE2 leur a donc été utile.
- Pendant l'essai sur le terrain :
  - Encouragez les élèves à travailler en groupes pour explorer le musée et réaliser des activités.
  - Assignez aux élèves un projet de recherche qui implique l'exploration du musée et la création d'un rapport ou d'une présentation sur la base de ce qu'ils ont découvert.
  - Encouragez les élèves à explorer le musée virtuel et à découvrir de nouvelles expositions et des sujets qui les intéressent.

Aidez les élèves si nécessaire et posez-leur des questions pour vous assurer qu'ils ont bien compris le sujet sur lequel ils travaillent.

## De France

### Utiliser les collections du musée comme introduction à des sujets : l'exemple de la réalité augmentée

L'utilisation d'une collection peut être un excellent moyen d'introduire un sujet avant une activité pratique. C'est ce que nous avons fait en présentant la collection sur la réalité augmentée aux étudiants pour introduire le concept, son histoire et ses applications, avant de nous plonger dans une activité pratique sur l'intégration d'éléments de réalité augmentée par le biais de ressources logicielles libres.

Ainsi, vous pouvez utiliser les modèles réutilisables d'un autre projet Erasmus+ appelé "[DIMPA](#)" (pour "Digital Innovative Media Publishing for All"). Bien qu'elles aient été créées en tant que ressources pour l'enseignement et la formation professionnels, l'approche progressive des activités de réalité augmentée proposées permet à n'importe quel enseignant de les utiliser en classe. Ces activités peuvent être réalisées avec des élèves âgés de 10 à 18 ans : avec les plus jeunes, il sera nécessaire d'adopter une approche progressive et de s'assurer que tout le monde est au même stade avant de passer à autre chose, tandis que les élèves plus âgés peuvent être plus indépendants et demander de l'aide à l'enseignant lorsqu'ils en ont besoin. En outre, les élèves plus âgés peuvent passer plus de temps à personnaliser les modèles 3D, et cette activité peut être intégrée à un cours de codage. Par conséquent, si vous êtes intéressé par l'une des collections du musée, essayez de trouver des moyens de l'associer à des activités pratiques !

### Bibliographie:

DIMPA (202) "Ressources éducatives ouvertes", accessibles sur :  
<https://www.dimpaproject.eu/fr/rel-ressources-educatives-ouvertes/>

## Du Portugal

Il existe quelques bonnes pratiques pour la mise en place des essais sur le terrain:

1. Énoncez clairement les buts et les objectifs de l'essai sur le terrain. Il est essentiel de savoir exactement ce que vous voulez accomplir.
2. Choisissez des participants d'horizons divers. Des étudiants d'âges, d'origines et de niveaux de compétences différents peuvent être inclus dans ce projet. Si vous avez l'intention de mettre en œuvre un essai sur le terrain avec du matériel disponible en anglais, assurez-vous que les étudiants seront prêts à le comprendre pleinement.
3. Donnez des instructions et des conseils clairs. Pour aider les étudiants, envisagez de leur proposer un bref tutoriel ou un guide. Si nécessaire, vous pouvez adapter la [présentation PPT préparée par le CEPROF pour les tests de terrain au Portugal](#).
4. Gardez un œil sur les progrès des étudiants et offrez votre aide si nécessaire. Il peut s'agir de répondre à des questions, de résoudre des problèmes techniques et de donner des instructions.
5. Une fois l'essai terminé, veillez à recueillir le feedback des étudiants et à évaluer les résultats. Réfléchissez à ce qui a bien fonctionné et à ce qui pourrait être amélioré, et utilisez ces informations pour apporter les changements et les ajustements nécessaires.

## Références

OECD (2019). PISA 2018 Results: COMBINED EXECUTIVE SUMMARIES VOLUME I, II & III.

Ribeiro, A., Silva, B. (2009). Museu Virtual na Escola. Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia, Universidade do Minho. Centro de Investigação em Educação (CIEd), p. 5810-5815.

Deloche, B. (2001). Le musée virtuel : vers un éthique des nouvelles images. Presses Universitaires de France.

Atamuratov, R. (2020). The Importance Of The Virtual Museums In The Educational Process. European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences, Vol. 8 No. 2, p. 89-93.

Pallokas, I., Kekkeris, G. (2008). Implementation of Virtual Museums for School Use. The International Journal of the Inclusive Museum, Vol. 1.

The ViMM Definition of a Virtual Museum | ViMM. (2021). Retrieved 22 September 2021, from <https://www.vi-mm.eu/2018/01/10/the-vimm-definition-of-a-virtual-museum/>.

Dogan, B., & Robin, B. (2015). Technology's Role in Stem Education and the Stem SOS Model. In A. Sahin (Ed.), A Practice-based Model of STEM Teaching (pp. 77–94). SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2_6)

Ellis, J., Wieselmann, J., Sivaraj, R., Roehrig, G., Dare, E., & Ring-Whalen, E. (2020). Toward a Productive Definition of Technology in Science and STEM Education – CITE Journal. <https://citejournal.org/volume-20/issue-3-20/science/toward-a-productive-definition-of-technology-in-science-and-stem-education>

Vahidy, J. (2019). Enhancing STEM Learning Through Technology. In *Technology and the Curriculum: Summer 2019*. Power Learning Solutions.

<https://techandcurr2019.pressbooks.com/chapter/enhancingstem/>

Gaia, G., Boiano, S., Bowen, J. P., & Borda, A. (2020). *Museum Websites of the First Wave: The rise of the virtual museum*. BCS Learning and Development Ltd. Published. <https://doi.org/10.31235/osf.io/d8q2c>

Kadirjonovich Atamuratov, R. (2020). The importance of the virtual museums in the educational process. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 8(2), 89–93. <https://www.idpublications.org/wp-content/uploads/2020/02/Full-Paper-THE-IMPORTANCE-OF-THE-VIRTUAL-MUSEUMS-IN-THE-EDUCATIONAL-PROCESS.pdf>

Kuznik, L. (2008). The Concept of Children’s Museum in Virtual Learning Environment. *The International Journal of the Inclusive Museum*, 1(1), 53–60.

<https://doi.org/10.18848/1835-2014/cgp/v01i01/44296>

VX Designers: Skills learners develop as exhibition curators. (n.d.). Logopsycom. Retrieved May 10, 2021, from <https://logopsycom.com/vx-designers-using-exhibition-to-support-learners-with-slids/>

VX Designers: Using exhibition to support learners with SLD’s. (n.d.). Logopsycom. Retrieved May 10, 2021, from <https://logopsycom.com/vx-designers-using-exhibition-to-support-learners-with-slids/>

Torres Martín, C., Acal, C., el Homrani, M., & Mingorance Estrada, N. (2021). Impact on the Virtual Learning Environment Due to COVID-19. *Sustainability*, 13(2), 582.

<https://doi.org/10.3390/su13020582>

MuseumNext. (2020, October 17). Is the future of museums online and what might a virtual museum look like? <https://www.museumnext.com/article/is-the-future-of-museums-online/>

Martinez, C. (2021, June 17). How to Make Museums More Accessible for People with Disabilities? *Inclusive City Maker*. <https://www.inclusivecitymaker.com/how-to-make-museums-more-accessible-for-people-with-disabilities/>

What Is Specific Learning Disorder? (n.d.). Web Starter Kit. Retrieved August 3, 2021, from <https://www.psychiatry.org/patients-families/specific-learning-disorder/what-is-specific-learning-disorder>

Jeffs, T. (2009). Virtual Reality and Special Needs. ERIC, 253–268.

Bakshio, K., R. (2021). How to Engage Learners in a Virtual Learning Environment? Shift in Paradigm Due to Covid-19. Amazon Digital Services LLC – KDP Print US.

Becker Nunes, F., Zunguze, M., Hannel, K., Ferreira Antunes, F. (2019). Analysis of Users in an Immersive Environment for Teaching Science. In *Virtual Reality in Education: Breakthroughs in Research and Practice* (pp. 1-25).

Boboc, M., Koc, S. (2019). *Student-Centered Virtual Learning Environments in Higher Education*. United States of America: IGI Global.

Cecil, J., Ramanathan, P., Mwavita, M. (2013). Virtual Learning Environments in engineering and STEM education. 2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 502-507.

Dalgarno, B., Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 4(1), 10-32.

Daniela, L. (2020). Virtual Museums as Learning Agents. *Sustainability*, 12(7), 1-24.

Franks, C. P., Bell, A. L., Trueman, B. R. (2016). *Teaching and Learning in Virtual Environments: Archives, Museums, and Libraries*. Santa Barbara, California: Libraries Unlimited

Hawkey, R. (2004). *Learning with Digital Technologies in Museums, Science Centres and Galleries*. King's College, London.

Ismael, D., Al Abdullatif, A. M. (2016). The Impact of an Interactive Virtual Museum on Students' Attitudes Toward Cultural Heritage Education in the Region of Al Hassa, Saudi Arabia. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(04), 32-34.

- Mamur, N., Özsoy, V., Karagöz, İ. (2020). Digital learning experience in museums: Cultural readings in a virtual environment. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 7(2), 335-350.
- Nikoletta, Z. et al. (2008). Virtual Reality and Museum: An Educational Application for Museum Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 3(1), 89-95.
- Paliokas, I. (2008). Implementation of Virtual Museums for School Use. *International Journal of the Inclusive Museum*, 1(1), 11-20.
- Qian, Y. (2018). *Integrating Multi-User Virtual Environments in Modern Classrooms*. United States of America: IGI Global.
- Yang, D., Baldwin, S.J. (2020). Using technology to support student learning in an integrated STEM learning environment. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, 4(1), 1-11.
- Pescarin, S. (2014), Museums and Virtual Museums in Europe: Reaching Expectations, *Science Research and Information Technology*, Vol 4/Issue 4, 131-140.
- Carrozzino, M. & Bergamasco M. 2010, Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums, *Journal of Cultural Heritage*, 11, 452-458.
- Henriques, R. (2004) *Memória, museologia e virtualidade: um estudo sobre o Museu da Pessoa*, Dissertação apresentada na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Geografia para a obtenção do grau de mestre em Museologia, 43-74.
- Henriques, R. (2018), Os museus virtuais: conceito e configurações, *Cadernos de Sociomuseologia*, Vol. 55/n.º 12, 53-70.
- The British Museum. (2021). Retrieved 22 September 2021, from <https://www.britishmuseum.org/collection>.

Musei vaticani, Virtual tours. (2021). Retrieved 22 September 2021, from <https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/tour-virtuali-elenco.html>.

Louvre Museum Official Website. (2021). Retrieved 22 September 2021, from <http://www.louvre.fr/en?visites-en-ligne>.

Visit the museum as you have never done before! | Fundació Gala - Salvador Dalí. (2021). Retrieved 22 September 2021, from <https://www.salvador-dali.org/en/museums/dali-theatre-museum-in-figueres/visita-virtual/>.

Museu Calouste Gulbenkian (2021). Retrieved 22 September 2021, from <https://gulbenkian.pt/museu/visita-virtual/>.

Lepouras, G. & Vassilakis, C. (2005), Virtual museums for all: employing game technology for edutainment, *Virtual Reality*, 8, 96-106.

Dragicevic, M & Bagaric, A. (2019), Virtual Technology in Museums and Art Galleries Business Practice – The Empirical Research, 7<sup>th</sup> International OFEL Conference on Governance, Management and Entrepreneurship Embracing Diversity in Organisations – Dubrovnik, April 2019, 175-183.

Adedoyin, O. B., & Soykan, E. (2020). Covid-19 pandemic and online learning: The challenges and opportunities. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1–13. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>

Bri, D., García, M., Coll, H., & Lloret, J. (2009). A Study of Virtual Learning Environments. *WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education*, 33–43.

Britain, S., & Liber, O. (2012). A framework for pedagogical evaluation of virtual learning environments. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00696234>

Dillenbourg, P., Schneider, D., & Synteta, P. (2007). *Virtual Learning Environments*. 18.

Li, C., & Lalani, F. (2020). The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how. World Economic Forum.

<https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/>

Maltby, A., & Mackie, S. (2016). Virtual learning environments – help or hindrance for the ‘disengaged’ student? *ALT-J*, 17(1), 49–62.

<https://doi.org/10.1080/09687760802657577>

McBurnie, C. (2020). The use of virtual learning environments and learning management systems during the COVID-19 pandemic.

<https://doi.org/10.5281/ZENODO.3805843>

Puzhevich, V. (2020). The Use Of Virtual Learning Environment In Education | SCAND Blog. SCAND. <https://scand.com/company/blog/the-use-of-virtual-learning-environment-in-education/>

Mons, N., Tricot, A., Chesne, F., Botton, H. (2020) ‘Numérique et apprentissages scolaires : dossier de synthèse (the digital and school education: study report)’.

Available at: <http://www.cnesco.fr/fr/numerique-et-apprentissages-scolaires/contributions-thematiques-du-dossier-numerique/>

OECD (January 4<sup>th</sup>, 2006) ‘Glossary of statistical terms: Digital divide’. Available at: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4719>

Tellier, M. (31/05/2020) ‘La fracture numérique n’épargne pas les jeunes (the digital divide does not spare youth’, FranceCulture.Fr. Available at:

<https://www.franceculture.fr/numerique/la-fracture-numerique-nepargne-pas-les-jeunes>

Tricot, A and Chesné, J.-F. (2020). ‘Numérique et apprentissages scolaires : rapport de synthèse (the digital and school education: synthesis report)’. Paris: Cnesco.

Vodoz, L. (2010) 'Fracture numérique, fracture sociale : aux frontières de l'intégration et de l'exclusion (Digital gap, social gap: sitting on the boundaries of integration and exclusion)», Sociologies [Online]. Available at : <http://journals.openedition.org/sociologies/3333>



SREDNJA  
ŠKOLA  
IVANEC



Escola Profissional de Espinho



CITIZENS  
IN POWER



Cofinancé par le  
programme Erasmus+  
de l'Union européenne

Ce projet a été financé avec le soutien de la Commission européenne. Cette publication n'engage que son auteur et la Commission ne peut être tenue responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qu'elle contient.  
Numéro de projet : 2020-1-FR01-KA226-SCH-095602

Cette œuvre est protégée par une licence Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Pour consulter une copie de cette licence, visitez <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>