

Integrating science and science linked lessons in the metaverse

Introduction

La démarche scientifique est une voie qui permet de comprendre et d'agir sur le monde de manière réfléchi et argumentée. Loin d'être une démarche linéaire, la démarche nécessite de multiples allers-retours et interactions entre les personnes, les savoirs, les croyances.

Le métaverse doit donc proposer des contenus interactifs mais aussi permettre les interactions pour que les apprenants puissent construire leur savoir et/ou co-construire des réponses valides scientifiquement.

Toutefois, proposer aux apprenants un menu d'activités en RV et de lieux d'interactions est intéressant mais manquerait à l'objectif d'une "tête bien faite"¹

"Une tête bien faite" signifie que, plutôt que d'accumuler le savoir, il est beaucoup plus important de disposer à la fois:

- *D'une aptitude générale à poser et à traiter des problèmes,*
- *De principes organisateurs qui permettent de relier les savoirs et de leur donner sens. (...)*

Le développement de l'aptitude à contextualiser tend à produire l'émergence d'une pensée "écologisante" dans le sens où elle situe tout évènement, information ou connaissance dans sa relation d'inséparabilité avec son environnement-culturel, social, économique, politique et bien-sûr naturel."

Contrairement à des plateformes comme Roblox ou Golabs qui proposent du contenu et/ou une pratique multijoueurs, un métaverse éducatif scientifique ne doit pas se limiter à un catalogue d'activités mais à des parcours permettant aux apprenants de construire en solo ou en groupe des stratégies de réponse à des problèmes scientifiques ancrés dans la réalité tout en tenant compte de la complexité, des incertitudes et des limites des connaissances.

Ceci rejoint la compétence clé "sciences" décrite dans le cadre européen des compétences: " Compétences en mathématiques ainsi qu'en sciences et technologies: une maîtrise solide du calcul, la compréhension du monde de la nature et la faculté d'appliquer les connaissances et les technologies aux besoins de l'homme (comme la médecine, le transport ou la communication)."

Nous nous baserons sur ce descriptif pour montrer comment le métaverse permet de faciliter la construction de savoirs liés aux sciences mais aussi comment il facilite l'utilisation de savoirs scientifiques pour résoudre les questions qui se posent à l'humanité.

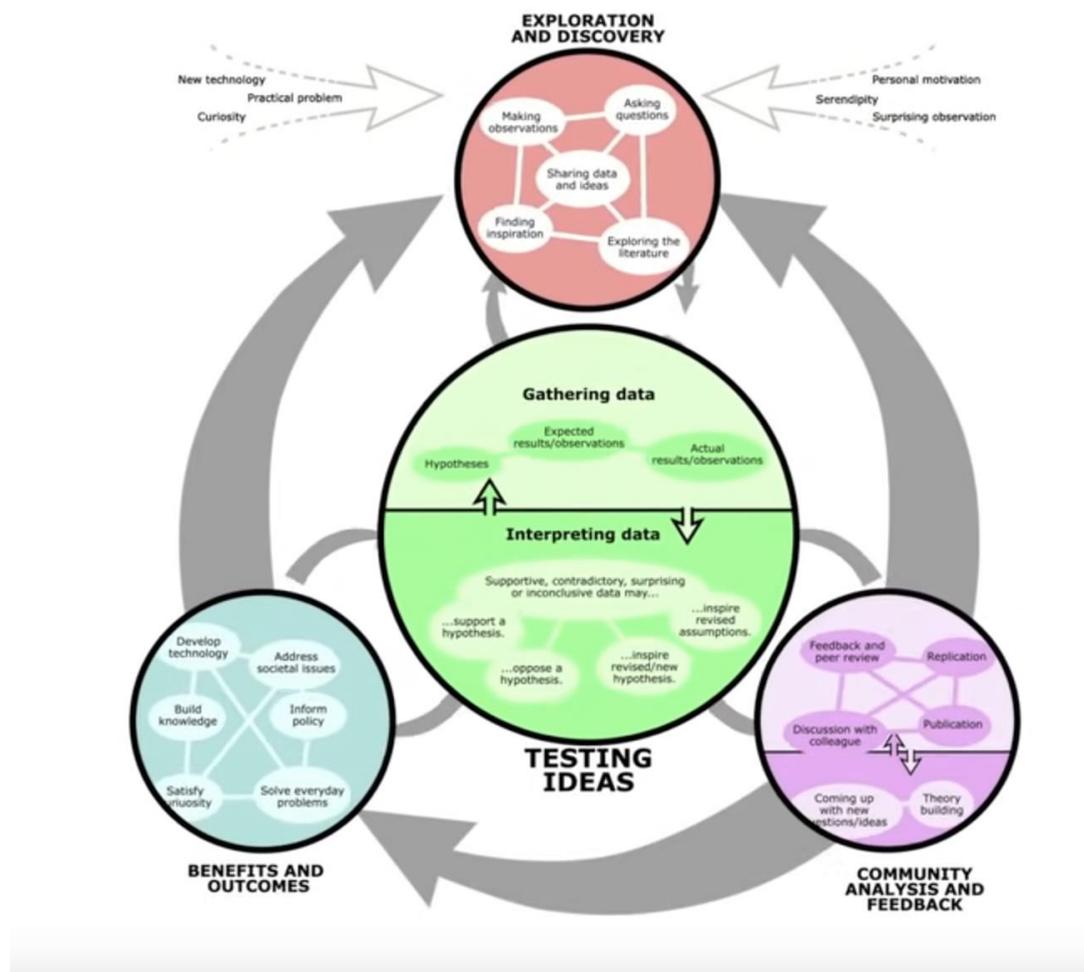
1. Pratiquer la démarche scientifique dans le métaverse

a. Aperçu des étapes de la démarche scientifique

Basée sur des principes et le raisonnement logique, la démarche scientifique est à ce jour le moyen le plus efficace de comprendre et d'expliquer le monde réel.

En classe, l'apprentissage des sciences mime le fonctionnement de la recherche scientifique en amenant les élèves à résoudre des problèmes. Initiées par John Dewey, les situations où l'élève est acteur de ses apprentissages (hands-on learning) semblent aujourd'hui les plus efficaces pour que les élèves construisent des savoirs scientifiques. .

L'Université de Berkeley en Californie, identifie 4 "moments" de la démarche scientifique en relation les uns avec les autres.



Titre: La démarche scientifique from How science works ? (Berkeley, University of California)

- Phase d'exploration et de découverte

L'ouverture sur le monde au sens large (observations, discussions, lectures, pensées,...) permet de formuler des questions qui deviendront des problèmes scientifiques. D'un point de vue scolaire, cela peut correspondre à une sortie en dehors de la classe, à un document proposé par l'enseignant ou un questionnement spontané de l'élève qui va entraîner la formulation d'une ou plusieurs questions dont la classe va pouvoir s'emparer.

- Phase de test

La phase préférée des élèves durant laquelle ils vont pouvoir formuler des hypothèses, imaginer et réaliser des protocoles expérimentaux. Les résultats obtenus seront communiqués et interprétés. Ces résultats permettront de valider ou non l'hypothèse formulée.

- Phase de communication avec les pairs

La présentation des résultats aux pairs permet de réfléchir aux modes de communication les plus adaptés pour présenter la recherche réalisée. L'analyse par les pairs permet de relier des résultats, de recevoir des critiques sur la démarche scientifique entreprise.

- Phase de bilan et d'application des résultats

A quoi ces résultats peuvent-ils nous servir dans la vie de tous les jours ? Quelle nouvelle connaissance ai-je en ma possession maintenant ? Autant de questions qui permettent de replacer les savoirs construits dans le quotidien.

Faire des sciences, vivre une situation, hands-on,... En faisant on apprend mieux. Dans un contexte pédagogique le métaverse doit intégrer une nouvelle dimension qui est celle de la Entraînement-mémorisation- nouvelles situations pour être sûr que l'étudiant soit compétent après son apprentissage. Statut de l'erreur

b. Des élèves dans le métaverse

L'accès au métaverse par les élèves peut s'intégrer dans des contextes d'apprentissages variés:

- Réalisation d'une recherche en classe
- Préparation d'un cours ou révisions sur un cours qui a déjà eu lieu
- Entraînement personnel dans le cadre de devoirs)à la maison ou de révisions
- De manière autonome

Quelle que soit l'origine de sa présence dans le métaverse, l'étudiant doit identifier facilement dans quelle partie de la démarche scientifique son travail se situe.

Tout comme la classe, le métaverse offre deux choses au même endroit:

- Des ressources sélectionnées quasi-illimitées pour explorer, tester, s'entraîner,...
- Des pairs avec qui travailler et échanger.

En fonction de son projet d'apprentissage, l'étudiant peut s'orienter vers l'activité qui lui convient tout en ayant la possibilité d'échanger avec des pairs et de relier son travail à d'autres activités ou supports qui lui permettront de placer le problème à résoudre dans le réseau des savoirs qui permettent de le comprendre de façon heuristique.

Contrairement à la classe où les savoirs sont séparés de manière artificielle en matières, le métaverse est l'endroit, où faire des sciences sera aussi relier des résultats à l'histoire, à la philosophie, au cinéma, à la linguistique,...

Ainsi, dans le métaverse nous pourrions distinguer deux types de parcours pour l'élève.

Le parcours le plus simple correspond à la réalisation d'une étape de la démarche scientifique initiée en classe ou à un entraînement pour répéter une tâche afin d'acquérir des automatismes par exemple. Le niveau supérieur permettrait en plus d'identifier les limites et la validité de l'activité, de la relier à d'autres matières permettant ainsi aux élèves de répondre à un problème scientifique de façon argumentée et heuristique .

2. Explorer, découvrir et faire des manipulations dans le métaverse

A. Variété des contenus

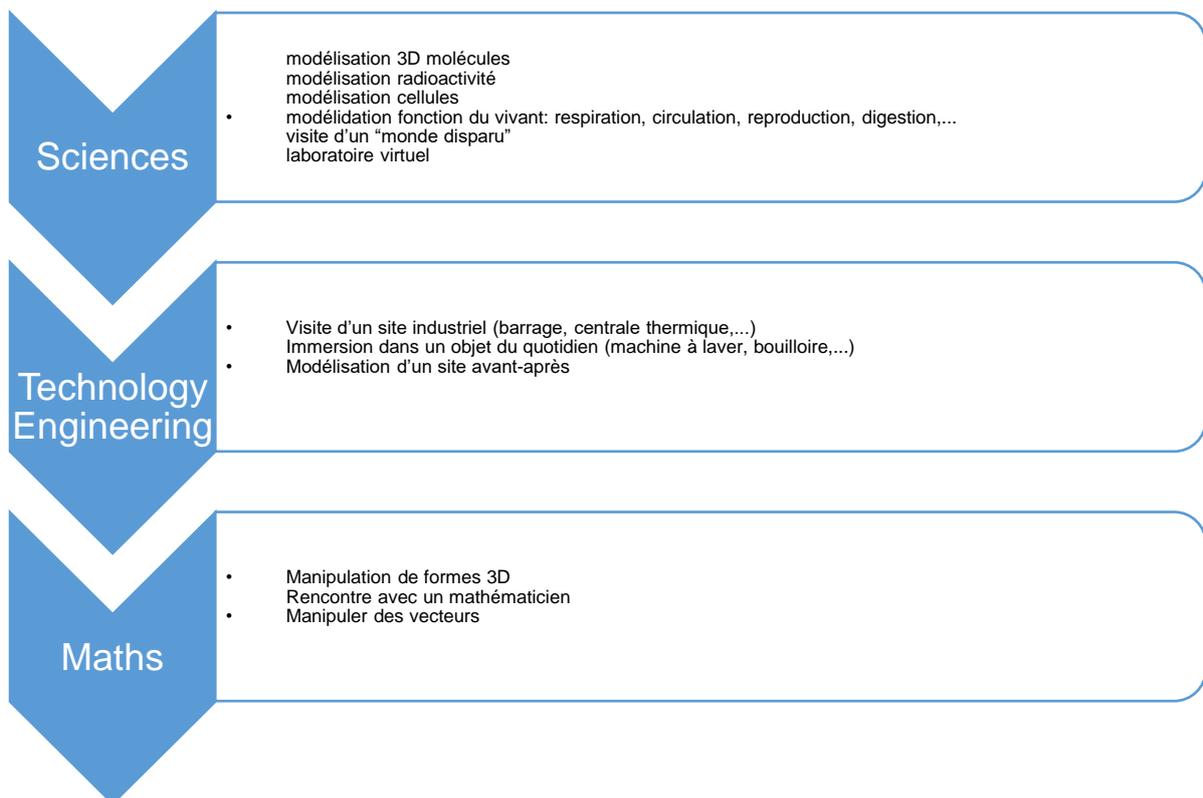
Le metaverse propose une bibliothèque de documents immersif ou non permettant aux étudiants de faire des sciences. Ces documents peuvent être plusieurs types:

- photos,
- podcasts,
- vidéos,
- modélisations interactives en VR ou AR,
- manipulations expérimentales à la disposition des usagers

Dans le cadre d'une séance de sciences, ces médias permettent à l'élève d'entrer dans les phases de questionnement-découvertes et d'obtention et d'interprétation des données propres à la démarche scientifique.

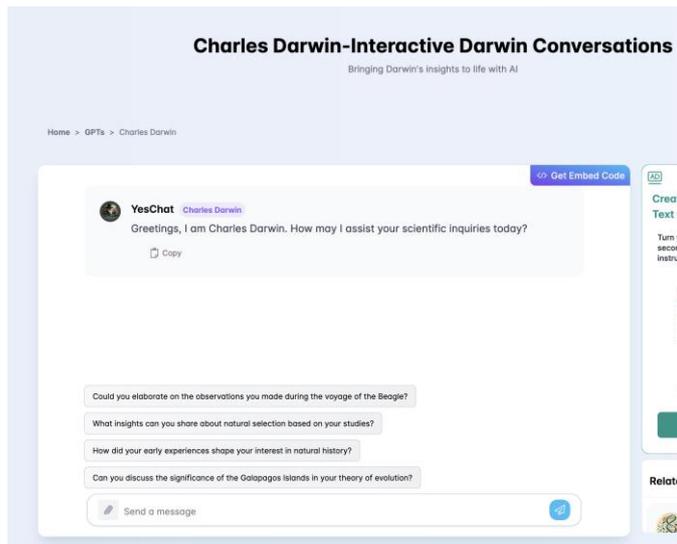
L'étudiant parcourra ces ressources différemment selon qu'il est en exploration découverte autonome ou guidé par le professeur lors de la résolution d'un problème.

Le métaverse et la VR - AR offrent ici la possibilité d'aller et d'interagir dans des endroits inaccessibles dans la vie réelle. Le document ci-dessous présente quelques possibilités.



Titre : Exemples d'activités 3D interactives dans le domaine des STEM

- ◆ Utilisation d'un laboratoire virtuel disposant de tout le matériel nécessaire pour mener à bien des manimulations expérimentales. Et pourquoi ne pas pouvoir demander des conseils à Charles Darwin ou Richard Feynman lorsque l'on fait sa manipulation ? L'IA propose déjà des chats avec charles darwin par exemple. Le métaverse pourrait proposer Charles darwin face à l'élève ou face à la classe pour les accompagner dans leur travaux.



Titre: capture d'écran de yeschat.ai pour discuter avec Charles Darwin

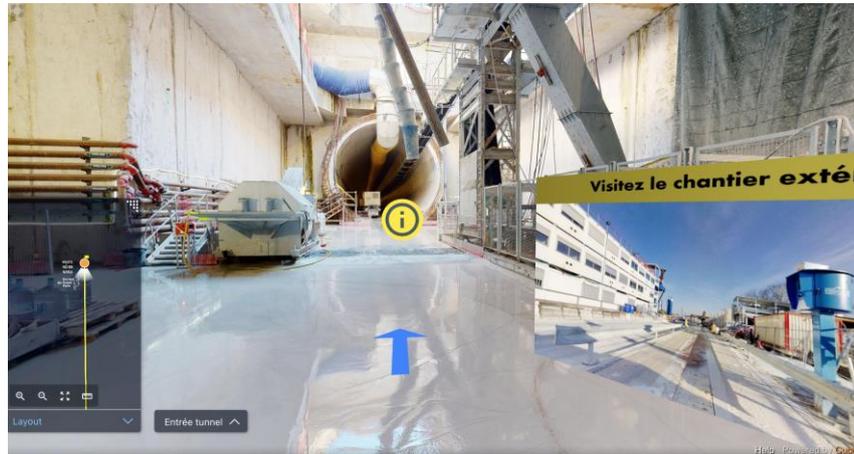
(<https://www.yeschat.ai/gpts-20ToEpo8DF-Charles-Darwin>)

- ◆ Des modules interactifs facilitent la compréhension de structure complexes (protéines, moteur, turbine, formes géométriques en 3D)



Titre: Elève manipulant une turbine en hologramme ([source](#))

- ◆ Reconstitution de mondes inaccessibles ou disparus: dorsale océanique, grande barrière de corail, réacteur nucléaire, volcan, machine à laver,...



Titre: Visite virtuelle du creusement d'un métro sur le chantier du Grand Paris



Titre: Capture d'écran de l'exposition virtuelle "Mondes disparus" au MNHN (Paris)



Le métaverse offre aussi la possibilité de faire ce qu'il est interdit de faire dans la vraie vie mais qu'il est tentant quand même d'essayer pour voir ce que ça fait. Sortir un poisson de son aquarium, couper toutes les feuilles d'une plante, construire une maison avec un béton qui contient une quantité de ciment inférieure aux normes européennes, jouer avec le feu sur différents matériaux, éteindre une poêle en feu avec de l'eau,...

Les résultats de ces simulations offrent alors des questionnements d'élèves qui peuvent devenir des problèmes scientifiques à résoudre.

C'est "pour voir"	Exemple de questionnement élève	Problème scientifique
Le poisson sorti de l'aquarium	Pourquoi le poisson meurt-il alors qu'il a de l'air ? Est-ce que le poisson s'étouffe ? Pourquoi ouvre-t-il la bouche ?	Comment un poisson respire-t-il ?
Associer un atome de Carbone et un atome de Fluor	Pourquoi le Cs'accosie-t-il avec du H et du F mais pas qu'avec du F? Ça se "colle" comment deux atomes ?	Comment expliquer que seuls certains atomes peuvent se lier et former des molécules?
Eteindre une friteuse en feu avec de l'eau.	Pourquoi le feu devient-il plus important au lieu de s'éteindre? L'eau ça n'éteint pas un feu ?	Pourquoi certaines substances sont-elles plus efficaces que d'autres pour éteindre un feu ?

Titre: Exemples d'activités "interdites"- questionnement d'élèves et problème scientifique

3. Check list pour la création d'une séquence pédagogique scientifique dans le métaverse

Avant de proposer une séquence d'apprentissage STEM dans le métaverse, l'enseignant doit avoir réfléchi à la plus-value apportée par le monde virtuel. Si le monde réel apporte les mêmes éléments, il sera préférable d'éviter aux élèves d'être encore face à un écran.

- Quelle place dans le scénario pédagogique ?

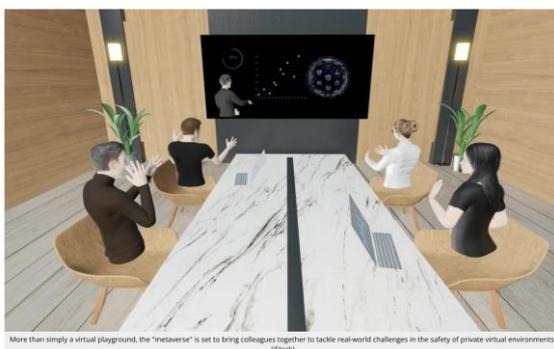
Dans le cadre de la classe inversée, différents contenus interactifs ou non seront proposés à l'apprenant. Des tests de maîtrise des connaissances et/ou capacités attendues seront proposés en fin d'étude.

En classe, la réalisation de manipulations dans un laboratoire virtuel permettront de manipuler et d'obtenir des résultats si le matériel scientifique n'est pas disponible dans l'école.

Hors la classe, l'élève pourra assouvir sa curiosité et accéder à des ressources ou un groupe de recherche pour relever un défi scientifique. Le métaverse permettra aussi aux apprenants de faire leurs devoirs ensemble. Des entraînements solo ou en groupe permettront de structurer et de consolider ce qui a été vu en classe. Des exercices, des manipulations, des tests,... permettront à chaque apprenant de "réviser"

- Quelles modalités de travail ?

Le métaverse offre la possibilité d'échanger avec des individus de tous les pays à conditions qu'un réseau internet performant soit accessible. Ainsi, le métaverse est un atout pour la pédagogie de projet. Les étapes clés du projet: appropriation de la problématique par les élèves, bilans intermédiaires seront réalisés avec les enseignants alors que le travail des élèves pourra se réaliser en autonomie dans et hors la classe. Les activités des apprenants laisseront leurs productions dans un dossier dédié pour évaluation et feed-back.



More than simply a virtual playground, the "metaverse" is set to bring colleagues together to tackle real-world challenges in the safety of private virtual environments. (Stock)

Titre: Un travail de groupe dans le métaverse

➤ Quelles activités pour atteindre l'objectif ?

Le métaverse doit être synonyme d'élève acteur de ses apprentissages. Acteur dans les interactions avec ses pairs, acteur dans ses choix pour résoudre un problème et dans les activités qu'il réalise. Toutefois l'activité de l'élève ne doit pas se résumer "à toucher à tout pour voir". Ses actions doivent résulter de choix personnels réfléchis permettant de résoudre un problème scientifique. L'accompagnement par l'enseignant est donc crucial pour éviter que les activités du métaverse ne soient que de "l'amusement". La séquence sera donc bornée par des points de passage obligés afin que l'enseignant puisse ajuster son aide aux besoins des apprenants.

La gamification des contenus et de la démarche scientifique peut aussi être mise en place afin de faciliter l'entrée des élèves dans les contenus. L'objectif n'est pas de tromper l'élève en lui disant qu'il va jouer mais d'utiliser les ressorts du jeu pour faciliter l'engagement qui est un des piliers des apprentissages (voir chapitre 6: Introduction to the concept of metaverse and its potential for learning). Le jeu et lui faire construire des savoirs ou structurer et consolider ce qui a été vu précédemment. C'est le cas par exemple du jeu [Exographer](#) développé par SciFunGames et les studios Abylight et sorti en septembre 2024 qui plonge le joueur: dans l'histoire de la physique des particules.

Il est raisonnable de se demander si l'intérêt de l'apprenant demeure dans des situations où la gamification est présente tout est gamifié

➤ Quel accompagnement de l'apprenant ?

Apprendre c'est faire des erreurs. Les erreurs ne doivent pas être un frein pour l'apprenant mais des indicateurs du chemin à parcourir. Des applications pilotées par l'IA telles Nolej, Quizlet, permettent d'orienter les contenus proposés sur les difficultés des élèves afin qu'ils dépassent ces difficultés.

Lors de la construction d'une séance, l'enseignant anticipe les difficultés des élèves en recueillant les conceptions initiales sur un sujet. Les idées erronées des apprenants serviront à choisir les activités-documents proposés aux élèves. Un parcours personnalisé d'apprentissage se dessine alors.

CONCLUSION

Faire des sciences est un processus dynamique qui ne peut se résumer à des manipulations dans le monde réel ou virtuel. Le métaverse offre des caractéristiques intéressantes pour la réalisation de séquences d'apprentissages des STEM en raison de la diversité des activités possibles, des possibilités d'interactions et de feed-back entre les personnes. En fonction de ses objectifs, l'enseignant construira une séquence avec des activités adaptées aux besoins des élèves. L'IA fournira aussi un apport personnalisé aux besoins de l'élève en lui soumettant des activités liées à ses erreurs. Le parcours de l'élève ou de son groupe sera donc borné par les exigences de l'enseignant et du problème à résoudre mais aussi adapté à ses besoins. Ce parcours plus ou moins ludifié mais dans tous les cas où l'élève est acteur de ses apprentissages facilitera l'engagement de l'élève.

Ces apports du métaverse dans l'apprentissage des STEM sont à relier à une vision heuristique du savoir scientifique qui ne saurait être détaché de points de vue éthique, philosophique, artistique ou sociaux.

Pour finir, le développement du métaverse dans les STEM est conditionné à un accès au réseau internet de qualité, à la création d'un espace virtuel sécurisé pour les utilisateurs mais aussi à la prise en compte du temps de connexion déjà élevé des individus.

Bibliographie

DE FELICE F., PETRILLO A., IOVINE G., SALZANO C., BAFFO I. (2023) How Does the Metaverse Shape Education? A Systematic Literature Review in Applied Sciences, vol 13, issue 9

JINING H., GEPING H., YUXIN G. (2023) Learners in the Metaverse: A Systematic Review on the Use of Roblox in Learning, in Education Sciences, vol 13, Issue 3

MORIN E. (1999), Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur, UNESCO, Ed SEUIL

MORIN E. (1999), La tête bien faite, Ed Seuil,

COMPÉTENCES CLÉS POUR L'ÉDUCATION ET LA FORMATION TOUT AU LONG DE LA VIE, Un Cadre de Référence Européen, 2006

Sitographie

Understanding science, <https://undsci.berkeley.edu/understanding-science-101/what-is-science/>

Joides Resolution International Vessel, <https://joidesresolution.org/>

Tara schooner, <https://fondationtaraocean.org/>

British artic survey, <https://www.bas.ac.uk/about/about-bas/our-organisation/our-science-teams/>

Visites virtuelles des chantiers du Grand Paris, <https://www.grandparisexpress.fr/visites-virtuelles>

Exographer, <http://scifungames.com/>