Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

STEAM BUILDERS

$a^2 + b^2$

Guide pédagogique

Le projet #steambuilders a été financé avec le soutien de la Commission européenne. Son contenu et son matériel reflètent uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qu'il contient.

Code de Project : 2020-1-FR01-KA201-080668

Table des matières

Introduction 3

Partie 1: STE(A)M: L'intégration des Arts and des Lettres dans les STEM 6

Partie 2: Comment aborder le patrimoine européen en adoptant une méthode STEAM ? 15

Partie 3 : Et qu'en est-il du numérique ? 58

Partie 4: Être un acteur des STEAM 64

Partie 5: Une approche bénéfique pour tous : l'inclusion..... 70

Conclusion..... 76

References 80

Introduction

Bienvenue sur le premier outil du projet STEAMbuilders, le guide pédagogique sur la manière d'utiliser le patrimoine historique afin d'expliquer et de contextualiser les concepts mathématiques et scientifiques.

Le monde évolue rapidement grâce à une technologie en constante évolution. Cependant, la plupart des pays connaissent une pénurie croissante de travailleurs professionnels qualifiés dans des domaines essentiels tels que les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques. La cause profonde de cette pénurie peut trouver une explication dans notre système éducatif.

En effet, malgré les tentatives de dynamisation de l'enseignement des STEM, les récentes études PISA (2018) ont montré que notre système éducatif est encore insuffisant dans le domaine des STEM. En mathématiques, 22,4 % des élèves européens ont des résultats faibles en mathématiques et 21,6 % en sciences. Cela signifie que plus d'un jeune sur cinq en Europe n'est pas équipé des compétences de base nécessaires pour de nombreux emplois de valeur dans notre économie actuelle.

Ces résultats incitent clairement à trouver des solutions alternatives et des systèmes de soutien pour améliorer l'enseignement des STEM. Il est très important d'impliquer davantage les étudiants dans ces sujets, car ils sont d'une importance capitale.

Cependant, pour créer des systèmes de soutien ou des outils pédagogiques pertinents, nous devons découvrir d'où proviennent ces niveaux d'échec. Nos recherches dans la littérature ont apporté un élément de réponse. D'après l'interview du Pr Kouider Ben-Naoum, les contre-performances en mathématiques n'atteignent un pic qu'au niveau secondaire, lorsque l'on passe des mathématiques contextualisées aux mathématiques abstraites. Les élèves sont incapables de relier ce qu'ils essaient d'apprendre en classe avec une situation de vie concrète. Si l'approche classique basée sur la théorie abstraite a eu ses résultats, elle n'est plus adaptée à notre société actuelle, beaucoup plus proactive.

C'est ce que confirme Martin Andler, du Département et Laboratoire de Mathématiques de l'Université de Versailles, rattaché au CNRS, qui résume le problème :
"Mais là où les mathématiciens font une erreur, c'est en supposant qu'il faut faire de l'apprentissage des mathématiques un préalable, avant de montrer quels problèmes concrets elles peuvent résoudre. On se retrouve avec des élèves qui ne comprennent plus pourquoi ils apprennent les maths".

En tant que professionnels du domaine des mathématiques, nous sommes convaincus qu'une approche plus pratique des STE(A)M (Science, Technologie, Ingénierie, Arts, Mathématiques) pourrait intéresser davantage les élèves et les inciter à poursuivre des carrières dans les STEM à l'avenir. Si nous leur montrons comment les mathématiques et les sciences sont présentes dans tous les aspects de la vie, et ce depuis l'aube de la civilisation, et si nous utilisons des méthodes d'enseignement transversales, nous serons en mesure d'intéresser les élèves aux mécanismes du monde et, en fin de compte, aux STEM. Ce sont les raisons pour lesquelles nous pensons que le projet STEAMbuilders est une bonne occasion d'améliorer l'enseignement des STEM.

Non seulement nous expliquerons comment la théorie STEAM peut être appliquée dans les techniques du patrimoine, mais nous parlerons également de la manière dont ces théories ont été pensées pour la première fois, du contexte de leur découverte et des conséquences qu'elles ont eues sur l'évolution de notre société. Cela donnera du sens à l'importance de l'apprentissage des matières STEAM et ancrera les théories abstraites dans des exemples historiques concrets et existants.

Ce guide est le premier outil pédagogique que nous créons pour le projet, et la base sur laquelle nous articulerons tous les suivants. Il sera conçu pour aider les enseignants à adopter une approche pluridisciplinaire et à relier le programme STEAM aux applications et principes du patrimoine en Histoire. Il se veut pratique et intuitif, avec une structure claire et des explications concrètes en situation pour faciliter l'utilisation quotidienne par les groupes cibles.

Une attention particulière sera accordée à l'inclusion et à l'intuitivité de ce guide et de tous

les autres supports fournis pour les élèves souffrant de troubles spécifiques de l'apprentissage (TSA), mais aussi pour tous les élèves faisant partie des groupes les plus susceptibles de prendre du retard dans les matières STEAM : jeunes filles, élèves ayant moins d'opportunités, etc.

Pour atteindre les objectifs de ce premier guide, nous allons le structurer autour des chapitres suivants :
Tout d'abord, "Partie 1 : STE(A)M : L'intégration des Arts et des Lettres dans les STEM", dans laquelle nous définirons les termes STEM & STE(A)M, l'origine de ces concepts, ainsi que leurs différences et leurs objectifs. Nous explorerons l'importance de cette méthode, les différents avantages de cette approche et nous dessinerons les contours de l'éducation STEAM.
La deuxième partie du guide portera sur : "Comment aborder le patrimoine européen en adoptant une méthode STEAM ?". Dans laquelle nous explorerons les liens entre le programme STEAM et le patrimoine (de la préhistoire à la révolution industrielle). Nous donnerons quelques exemples d'activités pour les écoles qui expliquent le nom du projet STEAMbuilders ; la reconstruction des concepts STEAM à travers les techniques du Patrimoine et l'Histoire. Ces exemples porteront sur : Les techniques et l'âge de pierre, Les mathématiques et la Grèce antique, Les inventions techniques et l'Empire romain, La construction et la mesure et le siècle des cathédrales, L'art, la science, la technique et la Renaissance, et enfin, Les découvertes scientifiques et le siècle des Lumières.
Dans la troisième partie du guide, nous explorerons le rôle du numérique dans ce projet et dans l'éducation en général. Cette partie comprendra des exemples de STEAM ou de techniques patrimoniales réalisées avec le numérique, entre autres.
La quatrième partie portera sur le fait d'être un acteur de l'éducation STEAM, qui, comment, quand et où utiliser l'approche STEAM de l'éducation.
La cinquième et dernière partie traitera de l'aspect de l'inclusion dans notre projet et de l'éducation en général.

Commençons par STE(A)M : L'intégration des Arts et des Lettres dans les STEM.

Part 1 : STE(A)M : L'intégration des Arts and des Lettres dans les STEM

1. STEM VS STE(A)M Définition et objectifs

L'administration scientifique de la Fondation nationale pour la science (NSF) des États-Unis a officiellement introduit l'abréviation STEM en 2001. Néanmoins, l'accent mis sur les sujets de la science et de la technologie dans l'éducation remonte à loin, aux premiers jours de la "course à l'espace" entre l'Union soviétique et les États-Unis, lorsque Spoutnik - le premier satellite en orbite autour de la Terre - a été lancé par les Soviétiques, en 1957 (Lathan, 2015).

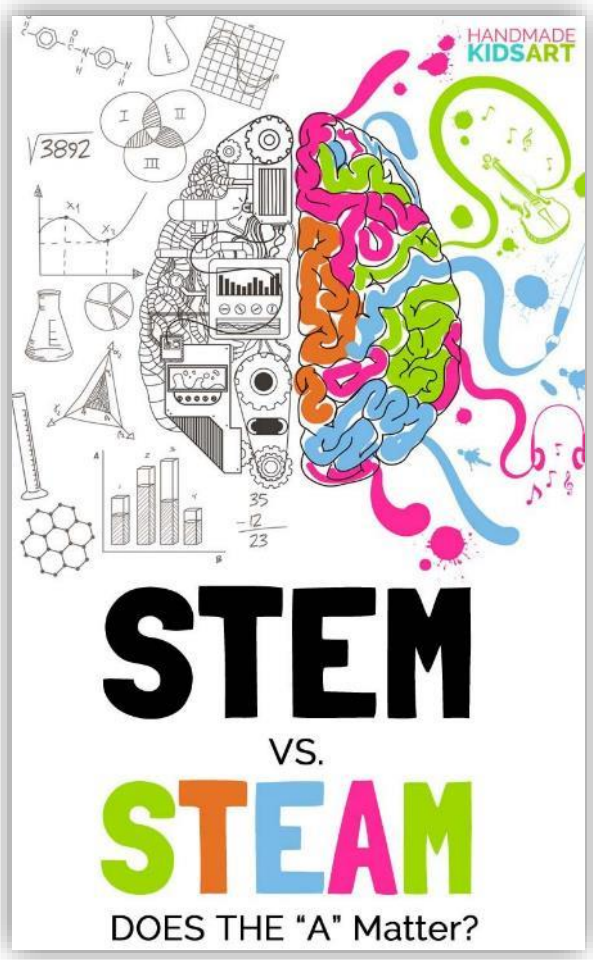
Le terme STEM signifie Science, Technologie, Ingénierie et Mathématiques. L'éducation STEM est une méthode d'apprentissage multidisciplinaire[1] dans laquelle des notions académiques exigeantes sont associées à des leçons du monde réel, les élèves utilisant les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques. Ces matières sont utilisées dans un cadre qui associe l'école, le travail, la communauté et l'entreprise mondiale, ce qui permet le développement de l'apprentissage STEM (*Defining STEM in Education – Science, Technology, Engineering and Mathematics*, n.d.). En d'autres termes, il s'agit de l'apprentissage des matières STEM par l'utilisation d'une méthode unifiée ; une méthode qui offre des expériences d'apprentissage pratiques et en même temps significatives. Il faut intégrer davantage l'enseignement des STEM dans la scolarité quotidienne, dans le système d'apprentissage traditionnel, en faisant commencer les élèves dès leur plus jeune âge (*What Does STEM Stand For?*, 2015).

Les objectifs comprennent l'apprentissage de sujets tels que les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques comme un tout (de manière combinée), ainsi que l'acquisition de compétences en matière d'apprentissage explicatif, de résolution de

[1] combiner deux ou plusieurs domaines académiques (*Definition of Multidisciplinary* | *Dictionary.Com*, n.d.)

problèmes et de pensée critique qui peuvent être intégrées aux sujets qui font l'intérêt de l'éducation STEM (*What Does STEM Stand For?*, 2015).

Georgette Yakman, professeur d'ingénierie et de technologie, est la principale innovatrice qui a transformé STEM en STEAM en ajoutant le A d'arts pour "Arts et Lettres". Georgette a été la chercheuse fondatrice du contexte éducatif de STEAM en 2006. Cette mise à jour ne consistait pas seulement à ajouter un domaine aux STEM ou à faire converger la pensée conceptuelle et les beaux-arts dans le contexte des STEM, mais plutôt les arts, le qui et le pourquoi, pour réformer le quoi et le comment des matières STEM (Lathan, 2015).



Source: https://www.pinterest.com/pin/2251868543419021/

STEAM désigne la science, la technologie, l'ingénierie, l'art et les mathématiques. Par conséquent, STEAM signifie STEM avec l'ajout des arts - c'est-à-dire les arts du langage, les arts visuels, les lettres, la danse, la musique, le théâtre, le design et les nouveaux médias. Alors que les STEM se concentrent sur des sujets scientifiques, les STEAM examinent les mêmes sujets mais plutôt par le biais d'approches d'analyse et d'apprentissage basées sur des problèmes utilisés dans une procédure créative. En d'autres termes, différents apprenants travaillent ensemble pour générer un produit visuellement intéressant basé sur la compréhension clé du concept de STEM. Par exemple, les mathématiques de la parabole utilisées dans la création d'images d'art, montrant que les STEAM n'est pas un concept nouveau et que des artistes tels que Léonard de Vinci ont illustré l'importance de combiner la science et l'art pour faire des découvertes importantes (Wade-Leeuwen et al., 2018).

Lorsque les arts s'intègrent aux STEM, le concept de STEM se régénère et crée des liens pour beaucoup plus d'élèves et les aide à s'engager avec confiance, de manière créative

et critique dans leur apprentissage. Selon Forbes, le monde d'aujourd'hui a besoin que tous les élèves s'impliquent et possèdent des compétences en résolution de problèmes basées sur les STEM afin de résoudre les défis de notre société. Le rôle des éducateurs est d'ouvrir de nouvelles portes et de créer un engouement pour l'apprentissage, en particulier dans le domaine des STEM, et par conséquent, les STEM combinés à l'éducation artistique ouvrent de nombreuses portes possibles (Milgrom-Elcott, n.d.). De plus, on peut considérer que les STEM vont un peu plus loin, en mettant l'accent sur les arts, en encourageant le domaine et en appliquant ses notions dans l'apprentissage multidisciplinaire soutenant la créativité dans des matières telles que les sciences, les mathématiques, l'ingénierie et la technologie. STEAM met l'accent sur l'éducation des élèves afin qu'ils établissent un lien entre plusieurs matières et qu'ils tirent le meilleur parti de leur apprentissage, quel que soit le sujet, du codage à la robotique en passant par la musique et la lecture. En outre, nous pouvons conclure qu'il y a moins de tests, mais plus de résolution de problèmes, d'analyse et d'instructions en utilisant les concepts STEAM. En outre, nous pouvons conclure qu'il y a moins de tests, mais plus de résolution de problèmes, d'analyse et d'instructions en utilisant les concepts STEAM. Bien que STEM et STEAM traitent tous deux de sujets scientifiques et mathématiques, ils diffèrent dans leur approche de l'enseignement et de l'apprentissage en classe (Vaden, 2020). Par exemple, STEAM vise à stimuler et à former un intérêt et un amour permanent pour les arts et les sciences chez les enfants dès leur plus jeune âge (Lathan, 2015).

2. Pourquoi cette méthode est-elle importante

Dans notre monde actuel, préparer les étudiants à leurs réussites futures signifie leur révéler ces disciplines de manière compréhensible afin de développer leur esprit critique. Cette méthode est importante car l'éducation est sous pression pour réagir à un monde en mutation. Plus tôt les élèves sont ouverts aux concepts STEAM,

mieux c'est.

Une étude réalisée par Microsoft montre que 4 étudiants STEM sur 5 (78 %) ont décidé d'étudier les STEM au lycée ou avant, et qu'un étudiant sur 5 (21 %) l'a décidé au collège ou avant. Cependant, seul 1 étudiant STEM sur 5 a le sentiment que l'enseignement secondaire lui a permis d'acquérir les connaissances utilisées dans ses cours de STEM à l'université. En outre, l'étude montre une inégalité entre les hommes et les femmes en ce qui concerne l'employabilité dans les domaines des STEM. Par conséquent, il est également important de chercher à intéresser davantage de filles aux concepts STEAM (Lathan, 2015).
Outre le fait que le contexte STEAM aide les élèves à adopter des compétences en matière de résolution de problèmes, à penser de manière critique et à utiliser leur créativité, il les prépare également à des emplois dans des domaines qui connaissent une croissance positive. Selon un rapport du Bureau de la statistique du travail des Etats-Unis, la croissance des professions liées aux STEM et aux STEAM entre 2019 et 2029 devrait couvrir 8 %, contre 3,4 % pour les emplois non liés aux STEM. Même si les étudiants décident de ne pas suivre l'une des carrières liées aux STEM/STEAM, toutes les compétences acquises par les étudiants dans le cadre de l'enseignement des STEM peuvent être interprétées et utilisées dans plusieurs carrières différentes (Employment in STEM Occupations, n.d.). Selon Stephen F. DeAngelis - innovateur technologique et président d'Enterra Solutions - "L'éducation des élèves dans les matières STEM (si elle est enseignée correctement) prépare les élèves à la vie, quelle que soit la profession qu'ils choisissent de suivre". Enfin, l'une des parties les plus significatives de cette méthode éducative est que les étudiants enseignés dans le contexte de STEAM, non seulement apprennent sur le sujet, mais sont en outre enseignés comment apprendre en général, comment expérimenter, comment poser des questions, et comment créer (Lathan, 2015). Ce contexte d'apprentissage STEAM conduit les élèves dans la direction de la mise en œuvre des compétences du 21e siècle, telles que la connexion, la communauté et la culture (Wade-Leeuwen et al., 2018).

L'éducation dans le contexte de STEAM soutient les éléments suivants :

- **L'apprentissage à l'aide d'activités pratiques**

- **Le développement d'un esprit de croissance**
- **Accroître la participation en classe**

Source : https://acerforeducation.acer.com/education-trends/5-main-benefits-of-steam-education/

Les aspects ci-dessus sont significatifs, si l'on considère que l'éducation ne devrait plus consister à enseigner des compétences particulières, mais à préparer les étudiants à être prêts pour l'avenir. Bien que plusieurs régions scolaires traditionnelles mettent l'accent sur les résultats des tests standardisés ainsi que sur la mémorisation pour dispenser une éducation équilibrée, il existe de solides arguments pour inclure l'intérêt et la créativité dans tout programme scolaire. Dans un monde qui évolue rapidement, les emplois du futur exigeront nécessairement que tous les jeunes soient compétents en matière de STEAM. Il ne fait aucun doute que ce n'est pas seulement pour préparer les étudiants à l'emploi, mais aussi pour ce que ces expériences apportent aux étudiants, pour les aider à devenir indépendants, capables et intellectuellement curieux. Même si le monde d'aujourd'hui est de plus en plus axé sur les STEM, en réalité, les élèves ont tendance à avoir des intérêts diversifiés. Les élèves ne s'intéressent pas seulement aux mathématiques, mais aussi aux aspects essentiels du développement dans plusieurs domaines académiques qui les préparent à réussir dans tout programme d'études qu'ils choisissent. Les outils d'apprentissage des STEAM, utilisés pour créer des expériences qui abordent les sujets sous plusieurs angles afin de rendre l'apprentissage accessible et passionnant, vont plus loin que les bases du codage. Une leçon, ou même une éducation, bien équilibrée signifie que les éducateurs doivent proposer aux élèves autant de sujets et

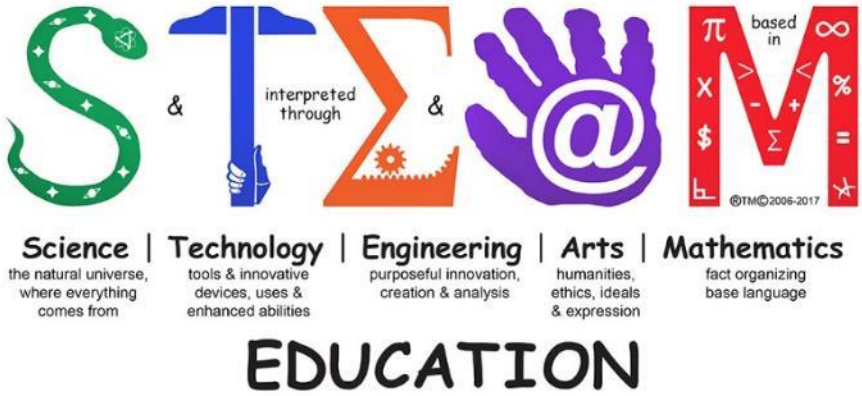
de contextes que possible, dès leur plus jeune âge, pour les aider à reconnaître quels sont leurs principaux points forts et centres d'intérêt (Vaden, 2020).

Enfin, alors que l'économie et le marché du travail continuent d'évoluer rapidement au fil des ans, le système éducatif n'a pas évolué et les éducateurs continuent d'enseigner aux élèves le même contenu dans la même salle de classe.

Source : https://scholarlyoa.com/the-change-of-education-trends-to-steam/

L'apprentissage basé sur les STEAM a pour objectif d'aider l'étudiant à développer les compétences nécessaires pour réussir - tant sur le plan professionnel que personnel - à l'avenir. Quels que soient le secteur et le poste, les étudiants qui vont à l'université ou qui entrent sur le marché du travail doivent disposer d'un ensemble de compétences parfaitement développées qui leur permettent de s'adapter à un environnement en évolution rapide. En réunissant cinq disciplines importantes, STEAM crée un environnement d'apprentissage inclusif qui incite les élèves à collaborer, à participer et à résoudre des problèmes. Cette méthode exhaustive aide les élèves à utiliser simultanément les côtés gauche et droit de leur cerveau, et les incite à exercer les deux côtés, comme ils sont censés le faire dans un environnement de travail du 21e siècle (Thomas, 2020).

3. Aperçu de la méthode STEAM



Source : https://steamedu.com/developing-steam-education-to-improve-students-innovative-ability/

L'un des principaux objectifs du cadre STEAM est de créer un programme fonctionnel et personnalisable pour tous les types d'élèves, basé sur les méthodes naturelles d'apprentissage. La science et la technologie sont interprétées à travers l'ingénierie et les arts, le tout appréhendé avec les éléments des mathématiques. Les exemples éducatifs laissent souvent de côté l'explication des liens entre ces domaines, ainsi que la manière dont ce cadre STEAM peut être utilisé pour aider les étudiants en dehors des profondeurs et des domaines de leur spécialité (Yakman et al., 2019).

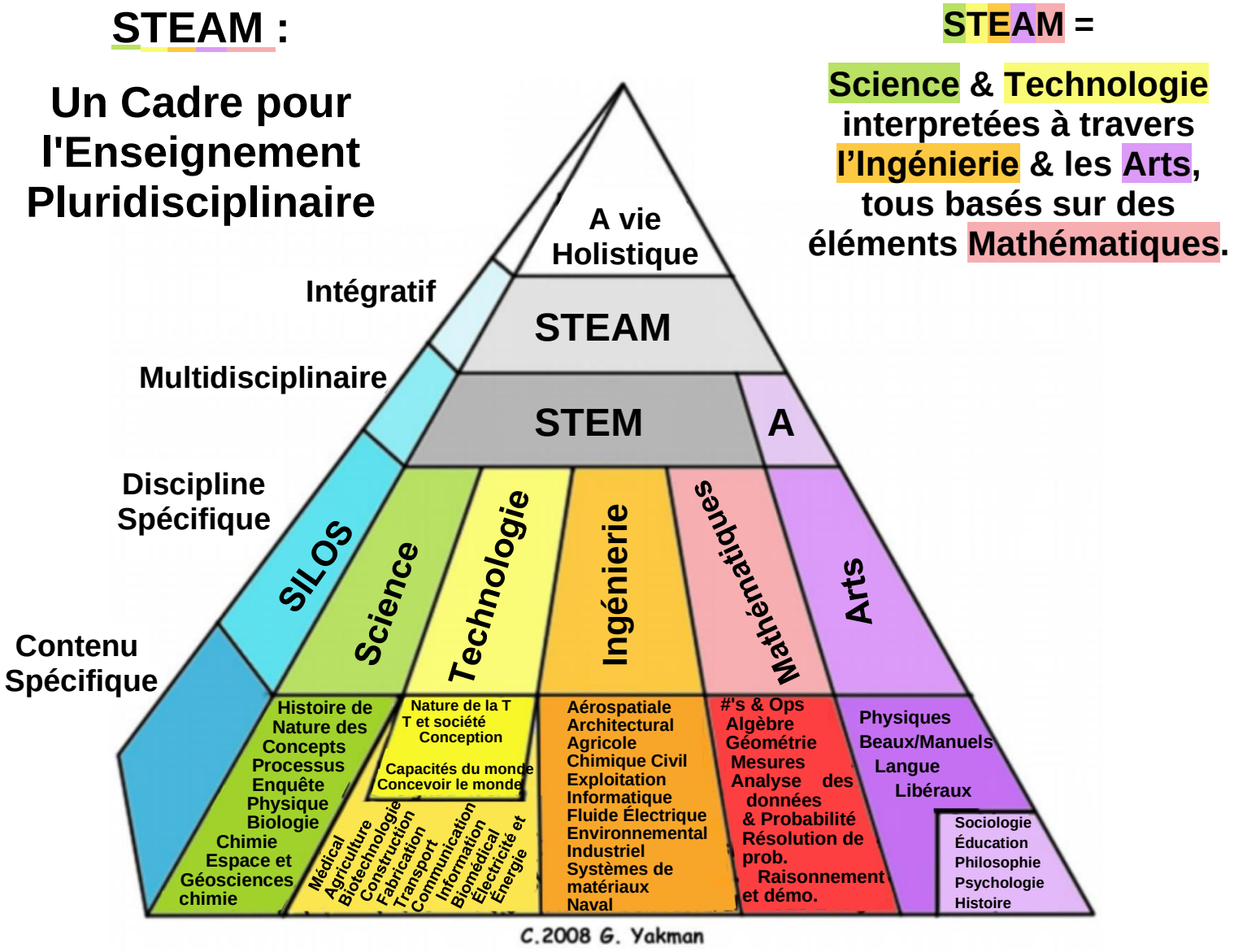
Cette notion a commencé avec le développement d'un cadre éducatif qui reliait officiellement l'étude des sciences aux divisions des arts. En outre, cet examen conduit à une vaste étendue de chacune des principales matières qui sont censées fournir des divisions éducatives supérieures qui pourraient en outre être classées comme ayant une influence et une valeur dans chacune des autres "approches en silo" avec tous les domaines des arts physiques, sociaux et des beaux-arts. Aperçu général d'une approche d'apprentissage basée sur les STEAM :

- **Science** : consiste en tout ce qui existe naturellement et comment cela est affecté. Elle comprend les matières suivantes : Biologie, biochimie, chimie, physique et espace, géosciences, recherche ainsi que biotechnologie et biomédecine.

- **Technologie** : fait référence à tout ce qui est fait par l'homme. Elle peut être définie comme l'innovation, la modification ou le changement de l'environnement naturel pour satisfaire les besoins et les désirs perçus de l'homme. Elle comprend des matières tels que l'agriculture, la construction, la communication, l'information, la fabrication, la médecine, l'énergie, la production et le transport.
- **Ingénierie** : la conception et l'invention, la recherche et le développement ou la "conception sous contrainte". Cela inclut des matières telles que l'aérospatiale, l'architecture, la chimie, le civil, l'informatique, l'électricité, l'environnement, les fluides, l'industrie et les systèmes, les matériaux, la mécanique, la marine et l'océan.
- **Mathématiques** peuvent être définies comme l'étude des relations symboliques, des nombres, des modèles et des formes, de l'incertitude et du raisonnement. Les mathématiques comprennent les matières suivantes : Algèbre, calcul, analyse de données et probabilités, géométrie, nombres et opérations, résolution de problèmes, raisonnement et démonstration, théorie et trigonométrie.
- **Arts** : comprend les beaux-arts, les langues et les arts libéraux, les arts moteurs et physiques.
  - Arts du langage : la manière dont tous les différents types de communication sont utilisés et interprétés. Cela comprend : l'écrit, le langage gestuel, l'oral, le chant, ou même l'expression corporelle, etc.
  - Physiques : arts "manuels" et athlétiques, y compris les mouvements ergonomiques.
  - Libéraux et sociaux : cela inclut l'éducation, la philosophie, l'histoire, la psychologie, la politique, la sociologie, les études des sciences et technologies (STS), la théologie, etc.
  - Les beaux-arts : peuvent être définis comme l'esthétique ainsi que les pièces culturelles durables les plus anciennes et d'où viennent-elles en enseignant les premiers vestiges de la civilisation.

Le désengagement du domaine des arts sociaux, manuels, beaux-arts, physiques et libéraux permet de comprendre comment ces domaines s'étendent pour influencer et être encouragés par les pratiques et les études des domaines STEM. La réflexion ci-dessus

conduit à l'élaboration d'un cadre basé sur les STEAM qui aide les éducateurs à enseigner ces matières d'une manière qui les relie les unes aux autres dans la réalité. Le schéma suivant établit un cadre basé sur la structure et l'analyse de la nature interactive à la fois de l'étude et de la pratique des domaines formels de la science, de la technologie, de l'ingénierie, des arts et des mathématiques (Yakman et al., 2019).



L'enseignement fondé sur les STEAM peut être dispensé d'une manière agréable et significative afin de faire participer et d'intégrer davantage d'étudiants dans un domaine et un enseignement déjà bien établis (Yakman et al., 2019).

Partie 2 : Comment aborder le patrimoine européen en adoptant une méthode STEAM ?

Introduction 17

Exemple 1: Techniques et âge de pierre 18

Activité 1 : L'homme de l'âge de pierre – une introduction narrative 21

Activité 2 : Fabriquer une ficelle et un bijou 23

Activité 3 : Les motifs de l'âge de pierre 26

Exemple 2 : Mathématiques et Grèce antique 27

Activité 1 : Mesurer le volume d'un objet solide 30

Activité 2 : Mesurer la pureté d'un objet 31

Activité 3 : Mesurer la hauteur d'un bâtiment 32

Exemple 3 : Inventions techniques et Empire romain 33

Activité 1 : Introduction aux chiffres romains 35

Activité 2 : Construction d'une route romaine 35

Activité 3 : Fabriquer sa propre lampe à huile romaine 37

Activité 4 : Fabriquer son propre aqueduc 37

Exemple 4 : Construction et mesure à l'âge des cathédrales 39

Activité 1 : Atelier de ligne 41

Activité 2 : Les bâtisseurs de la cathédrale 43

Activité 3 : Vitraux et rosaces 44

Exemple 5 : Art, science, technique et Renaissance 45

Activité 1 : Art et géométrie de la Renaissance 46

Activité 2 : Léonard de Vinci 49

Exemple 6 : Découvertes scientifiques et siècles des Lumières 51

Activité 1 : Réaction en chaîne..... 53

Activité 2 : Chute d'objets 54

Activité 3 : Electricité statique et charge électrique 54

Conclusion 56

Introduction

La science progresse à un rythme incroyable avec l'aide de la technologie et plus particulièrement avec l'évolution des machines informatisées. Les équipements et services modernes favorisent la collaboration des scientifiques et permettent de tester de nouvelles théories ainsi que de concevoir et de réaliser de nouvelles expériences à un rythme sans précédent. Toutefois, les règles de base des sciences ont été établies très tôt dans l'histoire de l'humanité. De brillants esprits comme Aristote, Pythagore, Galilée, Newton, Boyle, Démocrite, Pasteur, Descartes, Euclide, Fibonacci, Hypatie, Gilbert, Kepler et bien d'autres ont jeté les bases de la science et de la philosophie au fil des siècles. En utilisant des outils improvisés, ils ont étudié divers phénomènes, d'un point de vue scientifique, et ont prouvé leurs points de vue de manière empirique ou théorique.

Mais quelles sont certaines des découvertes de ces grands scientifiques ? Quels sont certains des procédés utilisés dans la Grèce antique, à l'époque médiévale ou dans les différentes civilisations européennes ? Comment pouvons-nous apprendre l'histoire et l'art d'un point de vue scientifique ? Ce sont là quelques-unes des questions qui sont abordées dans les sections suivantes. Chaque section contient quelques notes historiques ainsi que des expériences et des activités étape par étape. Ces activités se rapportent à différentes périodes historiques. Les enseignants peuvent reproduire certaines des activités dans leur classe ou utiliser les propositions pour développer une nouvelle activité. Les élèves peuvent développer leurs compétences scientifiques et en apprendre davantage sur notre culture et notre histoire. Ces activités STEAM améliorent l'engagement des élèves et favorisent leur compréhension dans une approche interdisciplinaire.

Nous présentons des activités relatives à la Grèce antique, à l'Empire romain, à l'époque des cathédrales, à la Renaissance et au siècle des Lumières. Ainsi, les élèves se familiarisent avec les différentes périodes historiques, les scientifiques et la culture de chaque période. Grâce à des activités pratiques, ils acquerront une meilleure compréhension du monde physique et des sciences naturelles.

Exemple 1 : Techniques et âge de pierre

D'un point de vue historique / européen, l'âge de pierre est important, car toutes les nations en ont connu un. C'est un âge que tous les pays ont traversé, mais à des moments différents. La durée de cette période est très différente d'un pays européen à l'autre, les pays scandinaves ayant été recouverts de glace jusqu'à 13 000 ans avant Jésus-Christ. L'âge de pierre est une période avec différentes cultures de l'âge de pierre, mais souvent divisée en deux : Le Mésolithique / les chasseurs cueilleurs et le Néolithique / l'âge de pierre paysan. Bien que cette période soit longue et lointaine, nous pensons qu'avec une bonne approche, elle peut être très présente pour les enfants et les adultes. Comme nous n'avons pas de sources écrites de l'âge de pierre, c'est à travers les résultats de l'archéologie et la science des découvertes que nous obtenons des réponses aux questions que nous pouvons avoir. Cela permet non seulement de s'intéresser à l'âge de la pierre, mais aussi d'avoir un aperçu des méthodes et de la science qui sont utilisées. L'âge de pierre est le fondement sur lequel repose notre civilisation, et comme cette époque est si lointaine, il est évident de prendre comme point de départ les conditions de vie de base de l'homme : comment ils vivaient, la nourriture, les vêtements, les conflits, le changement climatique, et la vie en interaction avec la nature....

Un exemple d'une culture spécifique de l'âge de pierre

L'amas coquillier d'Ertebølle est considéré comme l'un des monuments les plus importants d'Europe. Situé à proximité du littoral de l'époque, il a été formé sur 1 500 ans par des groupes de chasseurs-cueilleurs de l'âge de pierre. À l'origine, l'amas coquillier mesurait 140 m de long, 20 m de large et jusqu'à 2 m d'épaisseur, et il contenait des coquilles d'huîtres, des restes de nourriture, des outils jetés et quelques squelettes humains. Le tas de coquillages est une mine d'or archéologique, et il est bien protégé sous le gazon par le littoral de l'âge de pierre, à environ 500 m du village d'Ertebølle.

Non seulement le petit village d'Ertebølle a-t-il donné son nom à la culture d'Ertebølle (5400-3900 av. J.-C.), mais la découverte du site a également permis de diviser l'âge de la pierre en périodes mésolithique et néolithique - l'âge de la pierre des chasseurs-cueilleurs et celui des premiers agriculteurs.

Une petite partie de l'amas coquillier original avec un exemple de la taille d'un homme et d'une femme de l'âge de pierre.
Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Danemark

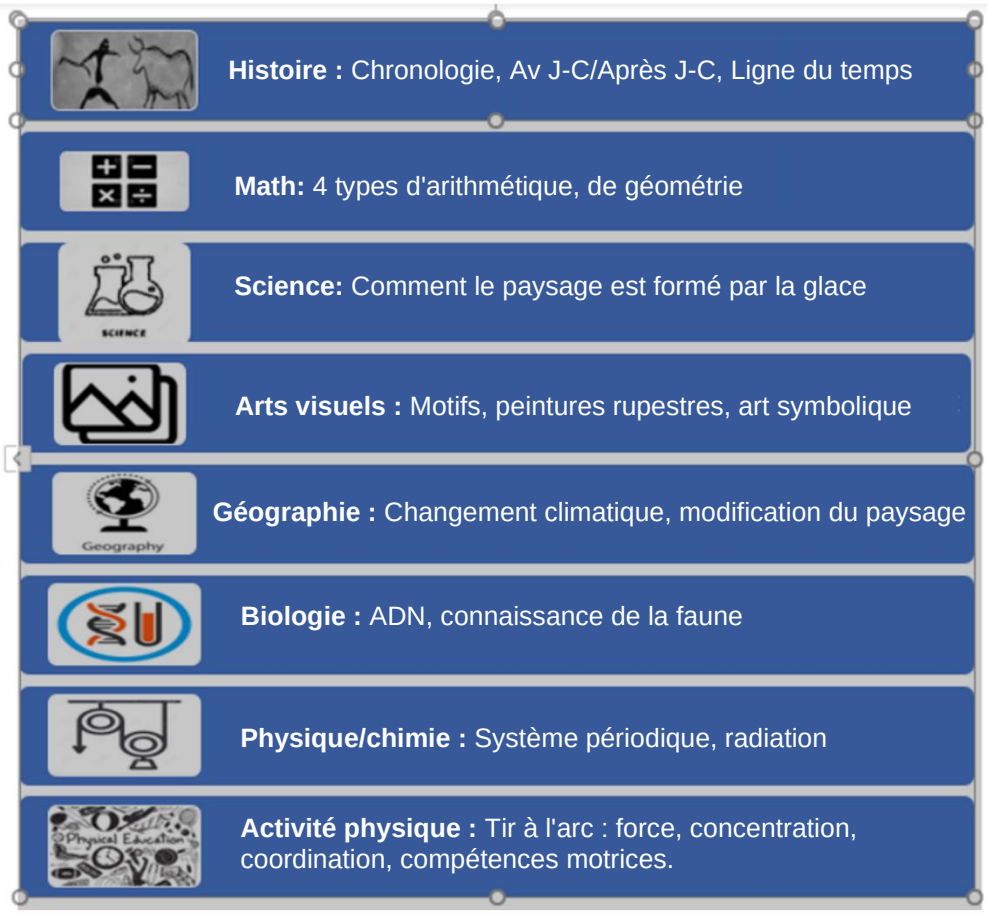
Techniques de la culture Ertebølle

La culture d'Ertebølle est connue pour ses céramiques spéciales, comme les récipients à fond pointu et les lampes à huile de foie de morue. Des engins de pêche très spécialisés : de petits hameçons faits d'os de cerf rouge, des filets de pêche et des cannes à pêche. Ils utilisaient des pirogues de 10 m de long fabriquées à partir de troncs de tilleul. Ils fabriquaient des haches à noyau et des haches à écailles à partir du silex local et utilisaient des silex pour les grosses aiguilles transversales.

De gauche à droite : silex, bloc de silex, hache à noyau, hache à écailles, foret, bodkin transversal, corde avec palourde, récipients à fond pointu, modèle de bateau en rondins creusé.
Outils de taille de silex : bois de cerf et pierre.
Derrière : Piège à anguille en saule et ficelle de tilleul.
Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Danemark

L'âge de la pierre est inclus dans le programme scolaire danois, soit en tant que période à enseigner, soit en tant que partie de la chronologie, soit en tant que culture à présenter. L'âge de la pierre couvre une période assez longue, et les connaissances sur cette période sont basées sur l'archéologie. Cela offre des possibilités très particulières dans le contexte des STEAM.

Il est bien sûr évident que l'âge de pierre est placé dans le sujet de l'histoire, mais cette période contient tant de possibilités vues dans un contexte interdisciplinaire, ce qui est illustré dans le modèle ci-dessous :



Le modèle ne montre que très peu de façons de prendre en compte les différents domaines lorsque le point de départ est l'âge de pierre. Il y en a certainement beaucoup d'autres, mais la période montre justement sa pertinence dans le fait que les domaines professionnels s'étendent les uns sur les autres, et que l'art doit être de pouvoir mettre en perspective le présent, par exemple. Le changement climatique est très actuel et c'est un domaine que les étudiants rencontrent souvent.

Comment se rapprocher de l'âge de pierre ?

Le mot clé ici est la motivation par l'identification, les activités pratiques et l'utilisation de l'approche STEAM. Les techniques de l'âge de pierre sont souvent très peu connues des élèves et de la plupart des enseignants ! Il est important - si possible - d'avoir des

artefacts/copies que les élèves peuvent voir, toucher, sentir ou essayer. Mais surtout, il est important qu'ils puissent s'identifier au sujet - qu'ils puissent s'identifier au thème. Il peut être bénéfique de commencer par ce qu'ils connaissent le mieux : eux-mêmes et de comparer avec l'homme de l'âge de pierre.

Il y a de nombreuses façons de commencer à enseigner l'âge de pierre, mais il peut être bénéfique de commencer par ce qu'ils connaissent le mieux : eux-mêmes et la comparaison avec l'homme de l'âge de pierre. Ici, nous devons nous appuyer sur des recherches.

Activité 1 : L'homme de l'âge de pierre - une introduction narrative

Matières principales : Histoire, Sciences, Biologie
Autres domaines possibles : Physique, arts visuels, écriture basée sur des faits archéologiques
Âge des élèves : De 10 à 17 ans
Compétences demandées : Chronologie, connaissance du Mésolithique, connaissance par la méthode scientifique. Ils voient comment la méthode scientifique est utilisée dans un musée, comme l'ADN[2], les méthodes de datation, la datation au radiocarbone[3] et d'autres techniques scientifiques.

Développement de l'activité :
Le cours d'enseignement est un cours narratif où les enfants apprennent ce que peut raconter un squelette du Mésolithique, quelles méthodes sont utilisées pour savoir quand une personne a vécu, etc. et ce que les squelettes des enfants peuvent raconter.

Le crâne représenté sur l'image ci-dessous est appelé l'homme de Hedegaard. Le crâne présente plusieurs signes indiquant que l'homme a reçu plusieurs coups avec un objet

[2] Les analyses d'ADN ouvrent la voie à de nouvelles connaissances sur les populations anciennes et réécrivent notre histoire. L'ADN est souvent extrait des dents ou des os si possible.
[3] Technique basée sur la désintégration du carbone 14 pour déterminer l'âge des matières organiques. Glosbe.com

contondant. Bien qu'il ait dû être gravement blessé, il faut noter que les plaies et les blessures du crâne ont guéri. Il a survécu ! Le crâne est également assez épais par rapport aux crânes "modernes" d'aujourd'hui. Les os robustes étaient caractéristiques de cette époque.

Les enseignants ou les éducateurs peuvent parler avec les élèves de certains faits concernant le peuple Ertebølle qui pourraient les intéresser :

- La taille moyenne à l'âge de pierre était de 153-155 cm pour les femmes et de 166-168 cm pour les hommes. Essayez de comparer avec la taille des élèves.
- Le cerveau des hommes de l'âge de pierre était plus gros que celui des hommes modernes - pourquoi ?
- Comment ou pourquoi l'homme de Hedegaard[4] s'est-il blesse ?
- Les habitants d'Ertebølle étaient peut-être intolérants au lactose - comment sommes-nous devenus tolérants au lactose ?
- Ils avaient peut-être la peau plus foncée et les yeux bleus - comment notre peau est-elle devenue plus claire ?

Il faut percer de nombreux petits trous dans un crâne pour obtenir un peu plus d'un demi-gramme d'os. Le résultat a montré, grâce à la datation au carbone 14, que l'homme vivait il y a près de 10 000 ans et que l'essentiel de son alimentation provenait d'animaux terrestres.

Photos: Kim Callesen/ Bjarne H. Nielsen Vesthimmerlands Museum, Danemark

Le squelette est une archive d'informations sur une personne, ce sont là quelques-unes des méthodes utilisées par les archéologues :

- L'analyse de la datation au radiocarbone/carbone 14 fournit des informations sur la

[4] L'homme de Hedegaard est exposé au musée Vesthimmerlands, au Danemark.

période à laquelle vous avez vécu.

- Les observations visuelles peuvent indiquer si le squelette était un homme ou une femme.
- Si un squelette est complet, il est possible de mesurer la taille de la personne.
- Si vous aviez des blessures, comme un bras cassé.
- S'il reste de l'ADN, il peut indiquer la couleur de la peau, le sexe, la couleur des yeux et certaines maladies.
- La datation au radiocarbone/Carbone 13 - l'analyse montre ce que vous avez mangé : La quantité d'aliments d'origine marine, végétale ou d'animaux terrestres.
- Le poignet indique si vous avez eu suffisamment à manger ou si vous avez été affamé pendant certaines périodes.
- L'analyse isotopique du strontium[5] des dents montre où se trouvait la personne à sa naissance, à l'adolescence et à l'âge adulte, le cas échéant.
- S'il reste des cheveux, une analyse isotopique au strontium peut montrer où la personne a été. Les cheveux poussent d'environ 1 cm par mois. Si le cheveu mesure 30 cm de long, il indique la période de 30 mois pendant laquelle la personne a été présente.

Une introduction simple consiste à demander aux élèves : Quelle histoire votre squelette raconte-t-il ? Dessinez-la ou écrivez-la. L'enseignant peut afficher les histoires sur le mur et demander aux élèves si l'un d'entre eux souhaite raconter un peu de son histoire.

Activité 2 : Fabriquer une ficelle et un bijou

Matière principale : Histoire, Technologie, Science

Autres domaines possibles : Mathématiques, biologie, arts visuels, coopération, histoire pratique.

Âge des élèves : De 6 à 17 ans

[5] Analyse isotopique du strontium : Les rapports isotopiques du strontium sont largement utilisés comme traceurs dans les processus géologiques et comme indicateurs de provenance dans un contexte archéologique. ... Les archéologues utilisent les rapports isotopiques du strontium pour déterminer les origines résidentielles et les modèles de migration des humains ancestraux. Le corps humain incorpore le strontium par le biais de l'alimentation. www.cals.uga.edu

Compétences demandées : Utilisation de l'histoire, torsion, résolution de problèmes, coopération.
Enfants ayant des besoins particuliers : Oui, le cours d'enseignement peut être très adapté

Développement de l'activité :
Les élèves apprennent à fabriquer un morceau de ficelle à partir de fibres végétales et une perle de noyaux de cerises ou de coques, qu'ils peuvent utiliser pour un collier ou un bracelet.
Cette activité est excellente car elle constitue la première introduction aux techniques de l'âge de pierre. Elle a été testée sur différents âges et types d'élèves. Elle a été testée avec des enfants ayant des besoins particuliers et fonctionne bien car il s'agit d'une tâche très spécifique, elle n'est pas trop compliquée à apprendre et vous obtiendrez rapidement un assez beau résultat.
Que faisaient les enfants à l'âge de pierre ? En fait, on ne le sait pas ! Mais si l'on étudie les peuples autochtones, on constate que les enfants participent souvent à la vie quotidienne et apprennent le savoir-faire.
Peut-être produisaient-ils une ficelle le soir, assis autour du feu de camp. La ficelle pouvait être utilisée comme ligne de pêche, ou si vous aviez besoin d'attacher quelque chose, ou simplement l'utiliser comme une sorte de bracelet ou de collier.

Une corde peut être faite de tendons d'animaux, de peau ou de différentes fibres végétales. Dans cette activité, nous utilisons des fibres végétales.
Fibres végétales provenant de : orties, mûres, différents types d'herbe, écorce de saule ou de tilleul ou simplement du liber de palmier qui est bon marché, facile à trouver dans les supermarchés, les centres de plantes. Quand on est un cordonnier confirmé. C'est amusant de produire son propre matériel, mais cela demande des connaissances sur les différentes plantes, quand les récolter, comment les sécher et comment produire la ficelle.
Une fois que les élèves ont fabriqué un morceau de ficelle avec deux cordons, il est évident de fabriquer un bijou sous forme de bracelet ou de collier. Ils peuvent fabriquer une perle à partir d'une moule en la broyant contre une pierre. Il est également possible de fabriquer une perle à partir d'un noyau de cerise. C'est assez simple : il suffit de mouiller le

noyau de cerise et de le broyer sur deux côtés jusqu'à ce que le noyau apparaisse comme un cercle, que l'on peut faire ressortir avec un morceau de silex ou un petit bâton.
C'est une expérience intéressante que de voir comment la perception qu'ont les élèves d'un noyau de cerise change. Aujourd'hui, le noyau de cerise est un déchet que l'on jette. En fabriquant de belles perles, ce qui était un déchet devient soudain une ressource précieuse !
La fabrication d'un morceau de ficelle peut être considérée comme une activité simple, mais elle nécessite des connaissances, une ingéniosité technique, de la créativité et un raisonnement logique pour réussir. Il est important de réussir dès la première fois, ce que garantit la simplicité du processus.

Bracelets avec des perles de noyaux de cerise et de coquille de palourde en forme de cœur. Les cordes sont faites de liber de tilleul.
Derrière : La matière première, séparée de l'écorce du tilleul par une sorte de fermentation pendant 7 mois.
Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Danemark

Gros plan sur des perles faites de noyaux de cerises.
Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Danemark

En outre, il s'agit d'une activité sociale où les élèves sont égaux, car il leur faut apprendre un nouveau bricolage à tous, ce qui leur permet de s'entraider naturellement. Les élèves font l'expérience de savoir quelque chose de spécial en maîtrisant un petit bricolage qui renforce leur confiance en eux.
Il est intéressant de noter que le regard des élèves sur les plantes change souvent au cours de l'activité. Au début, l'ortie piquante est souvent perçue comme une plante

désagréable, une mauvaise herbe dont il faut se débarrasser. Mais lorsqu'on se rend compte de son utilité, elle devient une plante que l'on apprécie et dont on prend soin, car elle devient soudain une ressource importante. Cette prise de conscience s'accentue au fur et à mesure que les élèves les découvrent eux-mêmes.

Activité 3 : Les modèles de l'âge de pierre

Matières principales : Histoire, arts visuels, mathématiques, sciences
Autres domaines possibles : Technologie, biologie
Âge des élèves : De 9 à 17 ans
Compétences demandées : Chronologie, art ancien, pigments et fabrication de la couleur, symboles, géométrie.

Développement de l'activité :
Les élèves découvriront les premières expressions graphiques de notre culture, qui ont souvent été des motifs géométriques, des animaux ou des expressions symboliques. Les élèves doivent essayer de produire un pigment de couleur, de mélanger la couleur et de donner leur expression artistique de l'âge de pierre.
En même temps, il existe différents types de motifs sous forme de lignes ou de formes géométriques : Les diamants, les cercles ou les motifs trapézoïdaux.

Expériences avec des couleurs faites de différents types de sable mélangés avec de l'huile végétale ou de l'œuf.
Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Danemark

Présentation d'un motif avancé en goudron sur une copie d'une rame de la culture Ertebølle. Les expériences montrent que le motif n'a pas été peint, mais imprimé à partir des veines du bois, selon un processus compliqué qui relève presque de la magie.**Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Danemark**

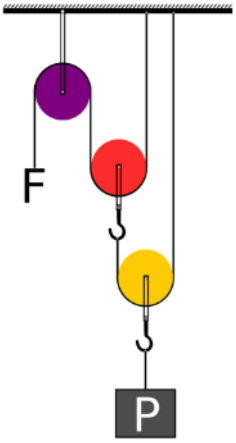
Le charbon de bois, l'ocre, l'argile séchée, la craie ou les types de terre brûlée sont broyés à l'aide de pierres et mélangés à de l'eau, de l'huile végétale ou des œufs. La peinture peut être appliquée avec les doigts, des plumes, des éclats de bois, des tiges de fleurs ou des os tubulaires.

Exemple 2 : Mathématiques et Grèce antique

Pour de nombreuses civilisations anciennes, l'inconnu, c'est-à-dire les tremblements de terre, les éruptions volcaniques ou d'autres catastrophes naturelles, était expliqué uniquement par la religion. Les Grecs ont été l'une des premières civilisations à utiliser la logique, la raison et la science pour essayer de comprendre pourquoi certains événements autour d'eux se produisaient. On attribue aux scientifiques de la Grèce antique de nombreuses inventions et découvertes, notamment dans les domaines de l'astronomie, de la géographie et des mathématiques.

Les Grecs ont développé la philosophie comme moyen de comprendre le monde qui les entourait, sans recourir à la religion, au mythe ou à la magie. Les premiers philosophes grecs, dont certains ont été influencés par les Babyloniens et les Égyptiens, étaient également des scientifiques qui observaient et étudiaient le monde connu - la Terre, les mers et les montagnes, ainsi que le système solaire, les mouvements planétaires et les phénomènes astraux.

L'astronomie, qui a commencé par l'organisation des étoiles en constellations, a été utilisée à des fins pratiques pour fixer le calendrier. Les Grecs :



- Ont estimé la taille de la Terre
- Ont compris le fonctionnement d'une poulie et de leviers.
- Ont étudié la lumière réfractée et réfléchie, ainsi que le son.

En médecine, ils ont :

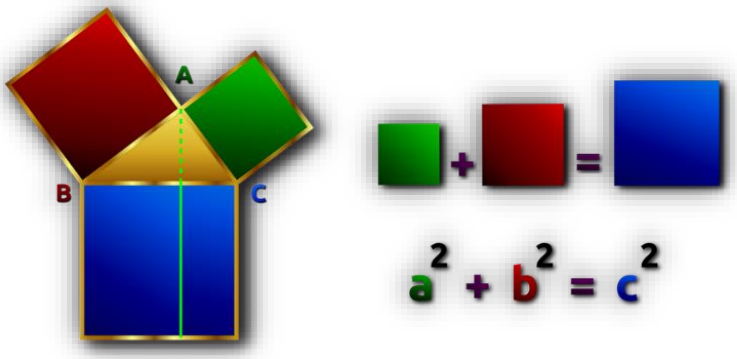
- Regardé comment les organes fonctionnent
- Etudié l'évolution d'une maladie
- Appris à faire des déductions à partir d'observations

Leurs contributions dans le domaine des mathématiques allaient au-delà des objectifs pratiques.
Nombre des découvertes et inventions des Grecs anciens sont encore utilisées aujourd'hui, même si certaines de leurs idées ont été bouleversées.

Scientifiques grecs anciens bien connus

- **Pythagore de Samos (VIe siècle avant J.-C.)**

Pythagore a réalisé que la terre et la mer ne sont pas statiques. Là où il y a maintenant de la terre, il y avait autrefois de la mer et vice versa. En musique, il a étiré la corde pour produire des notes spécifiques en octaves. Dans le domaine de l'astronomie, Pythagore a pu penser que l'univers tournait quotidiennement autour d'un axe correspondant à l'axe de la Terre. Il est surtout connu pour son théorème de Pythagore.



Théorème de Pythagore

- **Hippocrate de Cos (vers 460-377 avant J.-C.)**

Hippocrate a étudié le corps humain et a découvert que les maladies avaient des causes scientifiques.

- **Aristote (de Stagira) (384-322 avant J.-C.)**

Aristote en conclut que la Terre doit être un globe. Le concept d'une sphère pour la Terre

apparaît dans le Phédon de Platon, mais Aristote le développe et en estime la taille.

- **Thalès de Milet (vers 620 - vers 546 avant J.-C.)**

Thalès était un géomètre, un ingénieur militaire, un astronome et un logicien. Il a inventé la géométrie abstraite, notamment la notion qu'un cercle est divisé en deux par son diamètre et que les angles de base des triangles isocèles sont égaux.

- **Archimède de Syracuse (vers 287-c. 212 av. J.-C.)**

Archimède a découvert l'utilité du point d'appui et du levier. Il a commencé à mesurer la gravité spécifique des objets. On lui attribue l'invention de ce qu'on appelle la vis d'Archimède pour pomper l'eau, ainsi qu'un engin pour lancer de lourdes pierres sur l'ennemi.

- **Euclide d'Alexandrie (vers 325-265 avant J.-C.)**

Euclide pensait que la lumière se déplace en lignes droites ou en rayons. Il a écrit un manuel d'algèbre, de théorie des nombres et de géométrie qui est toujours d'actualité.

- **Ératosthène de Cyrène (vers 276-194 avant J.-C.)**

Eratosthène a dressé une carte du monde, décrit les pays d'Europe, d'Asie et de Libye, créé le premier parallèle de latitude et mesuré la circonférence de la terre.

Activités sur la solution d'Archimède

Le roi Hiéro de Syracuse a demandé à Archimède de vérifier si la couronne d'or fabriquée par l'orfèvre de Hiéro était vraiment de l'or pur et non mélangé à un autre alliage. Le roi soupçonnait son orfèvre de détourner une partie de l'or. Si la couronne était en or pur, elle devait avoir une certaine densité. Si elle était faite d'un mélange, la densité serait différente. Cependant, pour trouver la densité de la couronne, il faut déterminer son volume. C'est le problème auquel Archimède a été confronté.

L'histoire raconte qu'Archimède décida de prendre un bain chaud pour aider son esprit à se détendre et trouver une solution à ce problème. Lorsqu'il a remarqué que l'eau montait lorsqu'il entrait dans la baignoire, Archimède a soudain compris la solution. Archimède était si excité qu'il sauta hors de la baignoire et courut dans la rue en criant "**Eurêka ! Eurêka !**", ce qui signifie "J'ai trouvé !". Malheureusement, il était tellement excité qu'il a oublié de se vêtir et a couru nu dans les rues ! ☺

Pour résoudre le problème, il a placé la couronne dans un récipient d'eau et a mesuré son déplacement. Pour ce faire, il suffisait de remplir le récipient jusqu'au bord, de placer la couronne dans l'eau, puis de mesurer le débordement.

En mesurant le volume de l'eau et la masse de la couronne, Archimède a pu déterminer sa densité. Malheureusement pour l'orfèvre, la densité de la couronne montrait qu'elle n'était pas en or pur. Il volait le roi et il a très probablement été puni.

Activité 1 : Mesurer le volume d'un objet solide

Matière principale : Physique
Autres domaines possibles : Mathématiques, histoire, patrimoine
Âge des élèves : De 10 à 17 ans
Compétences demandées : Faire des calculs, utiliser des mesures, utiliser les outils des sciences naturelles.

Développement de l'activité :
L'objectif de cette activité est de permettre aux élèves de comprendre comment mesurer le volume d'un objet irrégulier. L'enseignant fournit un objet solide et une éprouvette volumétrique contenant du liquide. Notez le niveau du liquide (c'est-à-dire le volume). Ajoutez ensuite l'objet solide et notez à nouveau le niveau. Le volume du corps sera égal à la différence entre le niveau final et le niveau initial. Les élèves doivent répéter la procédure cinq fois et trouver le volume moyen. Dans notre exemple, le volume est passé de 400 ml à 420 ml. Ainsi, le volume du solide est de 420ml-400ml = 20 ml ou 0,02 lt (1lt=1000ml).

(a) Tube volumétrique avec un peu de liquide

(b) Tube volumétrique avec du liquide et un objet solide.

Activité 2 : Mesurer la pureté d'un objet

Matière principale : Physique

Autres domaines possibles : Mathématiques, histoire, patrimoine

Âge des élèves : De 10 à 17 ans

Compétences demandées : Faire des calculs, utiliser des formules, utiliser des mesures, utiliser les outils des sciences naturelles.

Développement de l'activité :

Dans cette activité, les élèves vont répéter l'expérience d'Archimède. Les élèves mesureront la pureté des objets solides et la densité des objets solides dont nous connaissons la densité. La densité est généralement exprimée en unités de grammes par centimètre cube. Par exemple, la densité de l'eau est de 1 gramme (1gr/ml). La densité de la glace est d'environ 0,92gr/ml.

Alors pourquoi la glace flotte-t-elle dans l'eau ? Une substance flotte si elle est moins dense, ou a moins de masse par unité de volume, que les autres composants d'un mélange. C'est donc pour cela que la glace flotte dans l'eau. Elle est environ 9% moins dense que l'eau liquide. En d'autres termes, la glace occupe environ 9 % de plus d'espace que l'eau, de sorte qu'un litre de glace pèse moins qu'un litre d'eau.

Avec une balance, nous pouvons mesurer la masse (poids) (*m* en grammes) d'un objet. Ensuite, en répétant l'exemple précédent, nous pouvons mesurer le volume (*V* en ml) de l'objet solide.

(a) Balance numérique

(b) Tube volumétrique avec un peu de liquide

Le résultat de l'expérience est le calcul de la pureté d'un objet.

Activités basées sur Xénagoras et Thalès

Dans l'Antiquité, la mesure de la hauteur des structures, voire des sommets des montagnes, était basée sur les théorèmes de Thalès sur les triangles semblables. Deux triangles sont semblables lorsque tous leurs angles respectifs sont égaux. Selon le théorème de Thalès, les triangles semblables auront des côtés correspondants.

La première étude scientifique de Xénagore (2e siècle avant J.-C.) était basée sur les théorèmes de Thalès. Il a calculé la hauteur du sommet du mont Olympe occidental, appelé Flambouros. Xénagore utilisa une sorte de "dioptre" pour mesurer les différences d'altitude entre ce pic et le point de l'ancien temple d'Apollon Pythien où il se trouvait. Là, dans l'ancien temple au pied de l'Olympe, il a calculé que la hauteur du pic était de 2479m. La hauteur exacte est de 2473m, mesurée avec des outils modernes. L'écart n'était donc que de 6m. Cette expérience est sauvegardée par les textes de Plutarque.

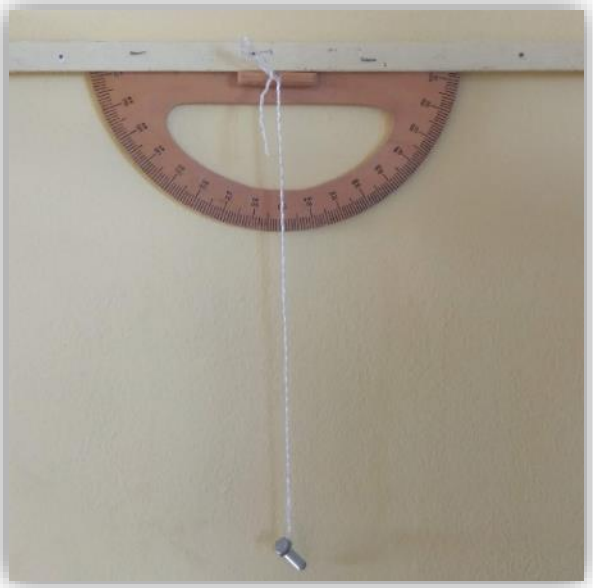
Activité 3 : Mesurer la hauteur d'un bâtiment

Matière principale : Mathématiques, Géométrie
Autres domaines possibles : Histoire, patrimoine
Âge des élèves : De 10 à 17 ans
Compétences demandées : Faire des calculs, utiliser des mesures, utiliser les outils des sciences naturelles.

Développement de l'activité :

Mais comment utiliser ces faits pour mesurer la hauteur d'un bâtiment scolaire, par exemple, sans grimper à son point le plus haut ? En utilisant un sextant improvisé... Il s'agit essentiellement d'un goniomètre utilisé dans l'Antiquité pour calculer l'angle sous lequel un point est vu par un observateur.

Pour créer le sextant, nous avons besoin d'un bâton droit, d'un goniomètre régulier, d'une ficelle et d'un objet à attacher au bout de la ficelle, comme le montre l'image.



En utilisant cet objet improvisé, un observateur Π visera le sommet K du bâtiment et avec cette construction, nous trouverons l'angle φ sous lequel nous voyons le sommet du bâtiment.

Les élèves doivent viser le point K depuis un point Π et l'angle θ (formé par la ligne de pêche et le bois) est, par exemple, de 60° alors l'angle φ sera de 30°, puisque l'angle formé par la ligne de pêche et l'horizon sera un angle droit c'est-à-dire 90°.

Exemple 3 : Inventions techniques et Empire romain

La civilisation romaine est apparue vers 700 ans avant J.-C., lorsque les habitants des petites villes et villages agricoles situés autour de la rivière Tibera ont commencé à se rapprocher. C'était un point de rencontre de différents groupes ethniques, influencés par les Étrusques, les Phéniciens et les Grecs. La civilisation qui y est apparue a ensuite régné sur toute la Méditerranée, la Grande-Bretagne, une grande partie de l'Europe et le Moyen-Orient. Jusqu'au 6e siècle avant J.-C., la civilisation était organisée sous la forme d'une monarchie, suivie d'une république qui s'est transformée en empire en 27 av. J.-C.

Au IVe siècle de notre ère, l'empire a été divisé en deux parties : la partie occidentale et la partie orientale. La partie occidentale s'est effondrée en 476 avec le règne d'Odoacer. L'empire d'Orient, quant à lui, a duré près de 1000 ans de plus, avant de s'effondrer en 1453 après la conquête de Constantinople par les Ottomans. Aujourd'hui, en Europe, on peut trouver plus de 600 sites plus importants, où l'on peut voir des vestiges de la civilisation romaine (tels que des restes de villes, de routes, de postes frontières, etc.

Dans le système éducatif slovène, les élèves apprennent la civilisation romaine en 5ème (12 ans). Elle est présentée comme un sujet indépendant et comme une partie de l'ère antique. Les élèves apprennent l'histoire de cette civilisation, la vie à cette époque, les progrès de l'époque, l'influence des Romains sur le territoire slovène et l'influence de la civilisation romaine dans les périodes ultérieures. Dans le programme du système éducatif britannique, les élèves apprennent la civilisation romaine entre la 5ème et la 1re. La plupart des sujets sont liés à l'influence de la civilisation sur le sol britannique.

Les Romains ont réussi à créer des inventions encore utilisées aujourd'hui. Des innovations fondamentales, telles que le développement des chiffres romains, ont permis de faciliter les calculs, tandis que le calendrier julien a permis des niveaux d'organisation plus élevés. En outre, l'invention du journal, du service postal et du livre relié a augmenté le flux d'informations. Les progrès techniques les plus connus de la période romaine sont l'invention de l'arche, qui permet la construction de bâtiments complexes (tels que les aqueducs, les colosses, etc.), l'invention de la plomberie, la construction de routes, l'utilisation du béton et bien d'autres encore. D'un point de vue militaire, les deux principales avancées sont l'utilisation du **corvus** (dispositif d'abordage pour la guerre navale) et du **testudo** (l'approche de la tortue qui permet une meilleure protection du groupe de combat contre les projectiles).

Aujourd'hui, les élèves apprennent les avancées romaines principalement dans les cours d'histoire. La seule autre rencontre avec les avancées romaines dans les matières STEAM est l'apprentissage des chiffres romains dans le cadre du programme de mathématiques.

Comme les Romains ont de nombreuses inventions qui peuvent être utilisées et présentées en classe, nous avons préparé quelques exemples d'activités STEAM qui peuvent être réalisées à l'école ou dans un musée.

Activité 1 : Introduction aux chiffres romains

Matières principales : Arithmétique, Algèbre

Autres domaines possibles : Histoire

Âge des élèves : De 6 à 10 ans

Compétences demandées : Connaître les chiffres de base et quelques dates historiques

Développement de l'activité :

Les élèves doivent d'abord se familiariser avec le concept des chiffres romains. Ils doivent essayer de penser à des dates importantes de l'histoire et de les écrire en chiffres romains. Ensuite, chaque élève se voit attribuer secrètement une seule date historique. Il doit l'écrire sur le tableau blanc en chiffres romains. Les autres élèves doivent essayer de comprendre quel événement cette date représente.
Pour rendre l'ensemble du processus un peu plus engageant et actif, les élèves peuvent, au lieu du tableau blanc, utiliser des bâtons, des cure-dents ou des stylos, avec lesquels ils peuvent construire le nombre souhaité sur une surface plane.

Chiffres romains en bâtons de glace.
Photo: GoINNO, 2021

Activité 2 : Construction d'une route romaine

Matière principale : Mécanique

Autres domaines possibles : Histoire

Âge des élèves : De 7 à 11 ans

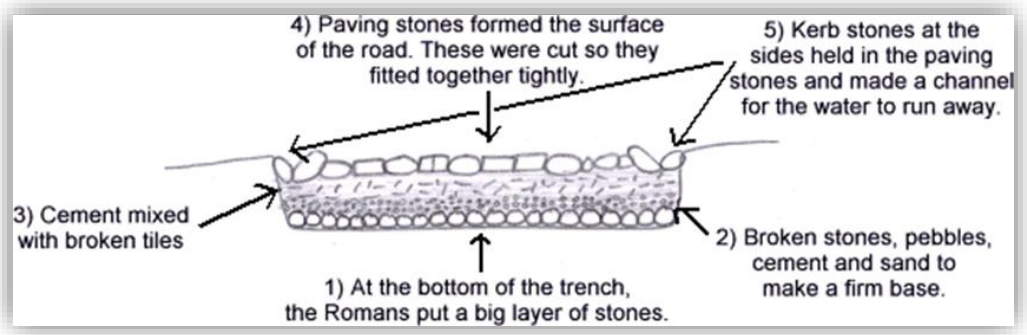
Compétences demandées : Comprendre l'importance des réseaux d'infrastructures (routes) et les principes simples de la statique.

Développement de l'activité :

Les élèves devraient d'abord être initiés à l'histoire, au rôle et à l'importance des routes dans l'Empire romain. Ensuite, ils doivent se familiariser avec les plans simples des routes romaines. Plus tard, ils pourront, à l'aide du matériel suivant, construire un modèle réduit de route romaine.

- Boîte à chaussures
- Colle multi-usages
- Sable,
- Cailloux plats, plus petits d'environ 2 x 2 cm et plus grands d'environ 6 x 2 cm
- Plâtre

Ils ajoutent d'abord la colle au fond de la boîte à chaussures, la recouvrent de sable et secouent l'excédent. Cette couche représente le sol. Ensuite, les élèves placent une autre couche de colle et pavent la couche de sable avec de petits cailloux et la recouvrent d'une autre couche de sable et de cailloux fins. Ils mélangent du plâtre, créent une couche épaisse de plâtre sur laquelle ils placent des cailloux plus gros et plus plats, aussi près que possible les uns des autres, en essayant de les faire correspondre de manière à laisser un minimum d'espace entre eux.



Profil de la route romaine (Warner, n.d.)

Modèle de route romaine, construit avec de la colle, du plâtre, du sable et des cailloux.

Photo: Weird, unfocalized homeschoolers, 2021

Activité 3 : Fabriquer sa propre lampe à huile romaine

Matière principale : Chimie

Autres domaines possibles : Économie domestique

Âge des élèves : De 7 à 8 ans

Compétences demandées : Comprendre l'importance de l'innovation romaine et ses effets sur notre vie quotidienne.

Développement de l'activité :

Les élèves peuvent utiliser de l'argile, un morceau de tissu ou tout autre matériau pour la mèche et de l'huile de cuisine ou d'autres types de graisse liquide comme combustible pour une lampe à huile. Tout d'abord, ils créent un petit pot. Ils étirent et perforent l'un des côtés afin qu'un tout petit peu d'huile puisse remplir le petit rebord à l'extérieur du pot et que la mèche puisse atteindre l'intérieur du pot. Le pot peut être décoré et laissé à sécher (ou cuit si le type d'argile l'exige). Le pot est rempli de combustible, une mèche est insérée dans la fente et l'extrémité est allumée. Le processus peut être optimisé avec une mèche plus épaisse, différents modèles de pots, différents types de combustible.
L'utilisation de la lampe doit être supervisée par un adulte.

Exemple de lampe à huile romaine
Photo: Albi, 2019

Activité 4 : Fabriquer son propre aqueduc

Matière principale : Physique

Autres domaines possibles : Histoire et mécanique

Âge des élèves : De 7 à 8 ans

Compétences demandées : Compréhension de base de l'importance de

l'approvisionnement en eau, des infrastructures publiques et de l'eau pour notre organisme et notre vie quotidienne.

Développement de l'activité :

Les élèves doivent être initiés au concept d'aqueduc. Ils doivent discuter de sa fonction, de sa construction et des difficultés rencontrées par les premiers ingénieurs lors de sa réalisation (débat sur la dynamique des fluides). Les élèves doivent disposer du matériel suivant :

Les élèves utilisent une feuille de plastique pour recouvrir le carton, qui est ensuite utilisé pour créer le canal pour l'eau. Les élèves ont toute liberté pour concevoir la structure de l'aqueduc et sont encouragés à utiliser des arches et des structures complexes. Ils discutent ensuite de l'importance de l'approvisionnement en eau pour notre société.

Exemple d'un aqueduc assemble
Photo: The Kid Should See This, n.d.

Exemple 4 : Construction et mesure à l'âge des cathédrales

Le Moyen Âge ou période médiévale est une période de l'histoire qui s'étend approximativement de 500 à 1500 après JC, entre l'Antiquité et les Temps modernes. En effet, pour la majorité des pays d'Europe, le Moyen Âge commence après la chute de l'Empire romain et se termine après la découverte du nouveau monde. Chaque pays d'Europe a été touché à des moments différents tout au long de cette période.
Entre le Ve et le XVe siècle, l'architecture médiévale se caractérise par la construction de grands ouvrages militaires et civils.

Durant cette période, les sociétés se sont construites et organisées autour de différentes religions, principalement chrétienne (protestante, orthodoxe, catholique, juive...) mais aussi autour de la religion musulmane - notamment l'Espagne.
En Europe occidentale, la société est principalement chrétienne et est organisée par l'Église catholique, tandis qu'en Europe orientale, après le schisme de 1054, ce sont les églises orthodoxes qui guident la population. Après l'art carolingien, l'art roman puis gothique se développe, couvrant l'Europe de monuments témoignant de la foi de la population. De nombreuses cathédrales sont construites, comme la cathédrale Notre-Dame de Paris.

Credits: Wikipedia Common

C'est de la rencontre entre de nouveaux impératifs et une nouvelle méthodologie qu'est née la floraison des villes nouvelles à la fin du Moyen Âge. En effet, plusieurs impératifs sont apparus :

- démographique : augmentation de la population
- économique et commercial : augmentation des échanges commerciaux
- politique intérieure : mettre en place le pouvoir royal et permettre l'organisation de la société, mais aussi assurer la sécurité de la population.

Les sciences médiévales, fondées sur l'enseignement et l'écriture, prolongent les sciences antiques. Cette continuité se retrouve dans les techniques basées sur la pratique et le travail manuel. Cette période a connu d'importantes avancées technologiques, notamment l'utilisation de la poudre à canon et de l'astrolabe, l'invention des télescopes, l'amélioration significative des moulins à eau, des techniques de construction, de l'agriculture, des horloges et des bateaux...

Credits: Wikipedia Common

En STEAM – ceci est en rapport avec les mathématiques, âge des élèves 12/15 ans : Espace et géométrie.
En cours d'histoire, les élèves français étudient cette période historique vers l'âge de 12-13 ans. Elle est incluse dans le thème : Société, Église et pouvoir politique dans l'Occident féodal (XIe-XVe siècles).
Dans les disciplines STEAM, nous pouvons l'associer à l'enseignement des

mathématiques (espace et géométrie) pour les élèves de 12 à 15 ans.

Activité 1 : Atelier de ligne

Matière principale : Géométrie, architecture

Autres domaines possibles : Histoire, patrimoine

Âge des élèves : De 10 à 15 ans

Compétences demandées : Utiliser des outils de mesures mathématiques / connaissance des formes géométriques de base

Développement de l'activité :

Guédelon, dans le centre de la France, est un site scientifique, historique, éducatif, touristique et humain. L'objectif est de recréer in situ les processus de construction et l'organisation d'un chantier dans le premier tiers du XIIIe siècle.

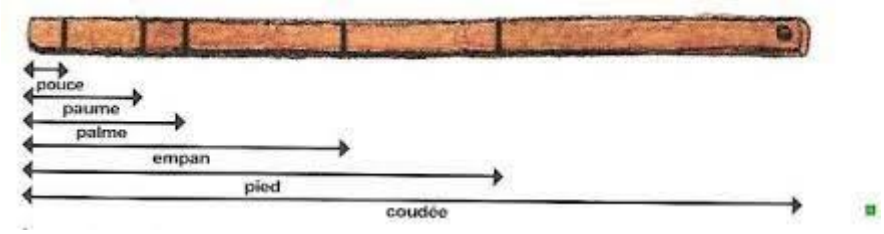
De saison en saison, les ouvriers de Guédelon relèvent ce défi extraordinaire. De l'enceinte fortifiée au logis et à ses charpentes, en passant par toutes les pièces du château, tout a été construit avec les techniques, les matériaux et les outils disponibles à l'époque que le château tente de reproduire sous les yeux des milliers de visiteurs venus parcourir ce site unique au monde.

Source: Guédelon Castle (Treigny, France) le 19 août 2019 par Benoit Prieur

Un livret sur les unités de mesure au Moyen Âge est proposé sous forme d'atelier pour les enfants. Ils proposent une approche simple et ludique de la géométrie pour sensibiliser aux aspects pragmatiques du dessin et de la figuration, tout en prônant une participation active des enfants.

Fermat Science propose également un atelier de ce type, en proposant de concevoir une "pige" en papier avec ses propres dimensions, et une ficelle à 13 nœuds.

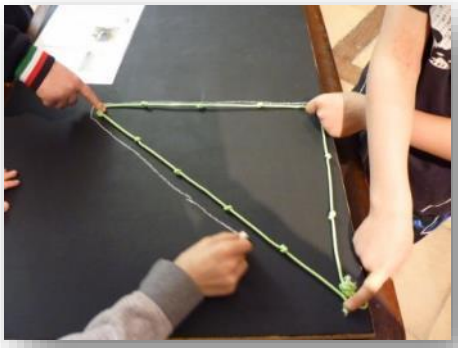
L'atelier de Fermat Science s'appelle l'atelier sur les mesures médiévales.
Après une brève introduction, la première partie de l'atelier porte sur les mesures médiévales.
Les élèves, en tenant compte de leurs propres dimensions, doivent concevoir une "pige" en papier.



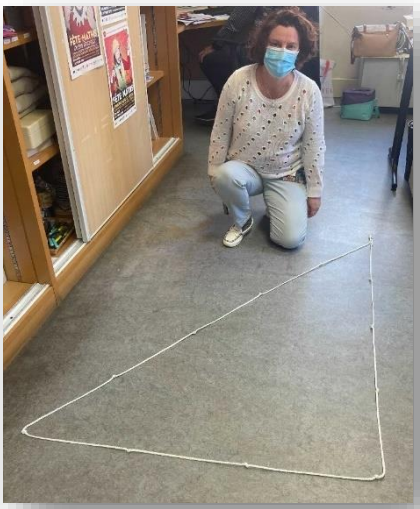
Ensuite, les élèves discutent des différents "piges" conçus : sont-ils identiques ?
En fait, non, car comme les valeurs ont varié d'un élève à l'autre, les mesures ont changé. Comme au Moyen Âge, les valeurs variaient d'un maître d'œuvre à l'autre, d'une région à l'autre, d'une époque à l'autre, chaque ouvrier a reporté les mesures du maître d'œuvre sur sa propre "pige".

Les élèves peuvent maintenant concevoir une "pige" commune en carton où chacun transfère les mêmes mesures (celle de l'enseignant par exemple).

La deuxième partie traite des mesures avec une corde à 13 nœuds.
L'enseignant démontre l'utilisation d'une grande corde à 13 nœuds.



Présentation de la corde à 13 nœuds
Photo : Fermat Science



L'enseignant donne ensuite aux élèves, par groupes de 3 ou 4, une corde préparée. Les élèves font des essais et des recherches pour construire des formes géométriques avec la corde.

Sur une grande feuille de papier déroulée au sol ou sur un tableau noir au sol, les élèves construisent des figures géométriques avec les outils conçus.

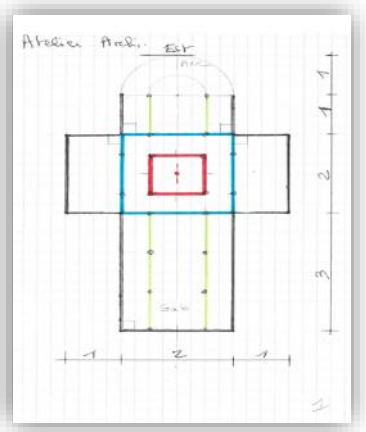
Activité 2 : Les bâtisseurs de la cathédrale

Matière principale : Histoire, architecture, patrimoine
Autres domaines possibles : Mathématiques
Âge des élèves : De 10 à 15 ans
Compétences demandées : Utiliser les outils de mesures mathématiques / connaissance des formes géométriques de base

Développement de l'activité :
Cette activité est basée sur le travail de Pierre Bellenguez sur les cathédrales tracées. Passionné d'architecture médiévale, Pierre Bellenguez vit en France où il dirige une agence de développement informatique. Chercheur indépendant, il porte depuis plusieurs années un regard neuf sur l'architecture secrète des cathédrales et la géométrie gothique. Ce travail, qui couronne plusieurs années de recherche et deux tours de France, vient d'être consigné dans le livre "*Les cathédrales retraces*".

L'objectif de cette activité est de dessiner le plan d'une cathédrale avec des outils médiévaux.
Dans un premier temps, les élèves manipulent et découvrent une corde à 13 nœuds : combien d'intervalles pour 13 nœuds ?
L'enseignant leur demande ensuite de faire un carré, un rectangle, un triangle isocèle...

Ensuite, ils doivent dessiner la cathédrale : marquer l'axe de la cathédrale, dessiner le plan....
Enfin, dernière étape, la construction : sur la base du plan dessiné lors de la deuxième étape, les élèves doivent construire une "cathédrale" de manière libre à partir de planches de bois de type KAPLA®. Le premier objectif est de réaliser une élévation cohérente en termes de construction et de solidité (recherche d'un système constructif efficace avec le KAPLA®), le second est de réaliser un ensemble harmonieux et original sur le plan esthétique.

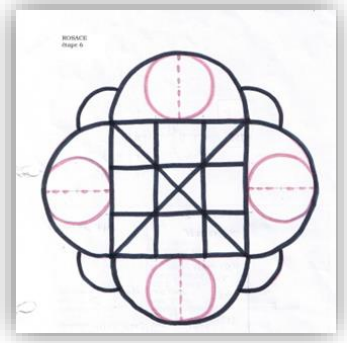


Activité 3 : Vitraux et rosaces

Matière principale : Histoire, géométrie
Autres domaines possibles : Mathématiques
Âge des élèves : De 7 à 18 ans
Compétences demandées : Connaître et représenter des formes géométriques / Appliquer des consignes

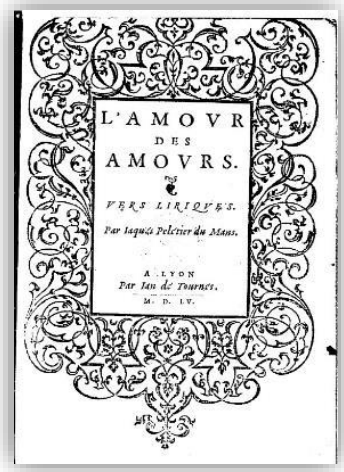
Développement de l'activité :
Un vitrail est un panneau composé de morceaux de verre, généralement colorés, assemblés et fixés pour former une décoration. On les trouve généralement dans les églises, les cathédrales, les cimetières, etc. Ils peuvent utiliser les outils vus dans les autres activités pour dessiner certains des motifs : une corde à 13 nœuds et une "pige". Fermat Science propose cette activité. Les élèves doivent choisir une figure et la réaliser selon un schéma de construction.

Ensuite, ils doivent placer ta feuille de dessin sous une feuille de plastique et utiliser un marqueur argenté pour repasser toutes les lignes.
Enfin, ils colorient chaque partie du dessin sur la feuille de plastique avec les marqueurs de couleur.



Exemple 5 : Art, science, technique et Renaissance

La Renaissance est une période de l'Occident située à la fin du Moyen Âge et au début des Temps modernes, associée à la redécouverte de la littérature, de la philosophie et des sciences de l'Antiquité.
La Renaissance artistique débute en Italie au XIVe siècle et se répand ensuite dans le reste de l'Europe, notamment dans les régions concernées par le commerce et grâce à des mécènes qui financent des artistes comme Léonard de Vinci.
Les styles et les techniques sont très différents d'un pays à l'autre, mais il existe des points communs : la recherche du réalisme, l'utilisation de la perspective, l'utilisation de la lumière et de nouvelles techniques. Les sciences et les mathématiques en particulier ont leur place dans cette évolution artistique.
Les mélanges que les artistes ont réalisés entre l'art et la science pour saisir la réalité et imiter la nature permettent des approches et des avancées innovantes. Les peintres et les architectes ont inventé des méthodes de représentation en perspective. Les peintures de Léonard de Vinci sont instruites par les pratiques de dissection et les connaissances anatomiques. Johannes Kepler établit un lien entre les consonances et les polygones constructibles avec une règle et un compas. Le mathématicien Jacques Peletier du Mans, invente la "poésie scientifique" ...



L'amour des Amours, livre qui inaugure en France le genre de la "poésie scientifique".

Les sciences et techniques de la Renaissance sont également des découvertes d'une ampleur considérable dans l'histoire du développement social, culturel et technique de l'Europe médiévale. En effet, cette période a permis à l'Europe de se lancer dans des expéditions maritimes de niveau mondial, connues sous le nom de "Grandes découvertes".
L'astronomie a été directement rendue possible par les mathématiques du 15e siècle, et elle est devenue indépendante de l'astrologie. La résolution d'équations du troisième degré a permis à Johannes Kepler de calculer le lever de la terre sur la lune. Les découvertes astronomiques de Nicolas Copernic, Tycho Brahe et surtout Galilée, qui a inventé le télescope à la fin du XVIe siècle et dressé les premières cartes des étoiles du système solaire, ont eu le plus grand impact sur la science moderne.
La science en tant que discipline de la connaissance acquiert ainsi son autonomie et ses premiers grands systèmes théoriques. Cette période est riche en descriptions, inventions, applications et représentations du monde.

En cours d'histoire, les élèves français étudient cette période historique vers l'âge de 12-13 ans. Elle est incluse dans le thème : Transformations de l'Europe et ouverture au monde aux XVIe et XVIIe siècles.
Dans les disciplines STEAM, nous pouvons la relier à l'enseignement des mathématiques pour les élèves de 12-15 ans.

Activité 1 : Art et géométrie de la Renaissance

Matières principales : Art, Mathématiques
Autres domaines possibles : Géométrie, histoire
Âge des élèves : De 13 à 15 ans
Compétences demandées : Espace

Développement de l'activité :
Les mathématiques et l'art semblent appartenir à deux modes de pensée très différents, respectivement la logique et la créativité. L'art étant censé exprimer des émotions et les mathématiques servant à exprimer des faits et des pensées, on pourrait penser qu'ils n'ont

aucun rapport entre eux. Pourtant, de nombreux artistes ont décidé d'étudier les mathématiques dans leurs œuvres. L'amélioration que les connaissances géométriques pouvaient apporter aux créations artistiques en a fait un outil théorique inestimable dans les arts visuels. De nombreux artistes de la Renaissance ont étudié la perspective, les polyèdres et d'autres concepts mathématiques pour parvenir à une représentation plus réaliste du monde.

Dans cet exercice, l'art de la Renaissance, ses influences et l'applicabilité des mathématiques dans les œuvres artistiques et architecturales sont mis en évidence. Les œuvres de certains artistes et architectes célèbres qui ont modifié leur perspective et leurs dimensions durant la Renaissance seront abordées. L'objectif principal est de découvrir les concepts mathématiques cachés dans l'art de la Renaissance, en utilisant les techniques de perspective et le nombre d'or. Les élèves exploreront ces deux domaines, en dessinant l'art ou en regardant des peintures, des livres ou des vidéos proposés. Ils apprendront les bases des concepts mathématiques mentionnés.

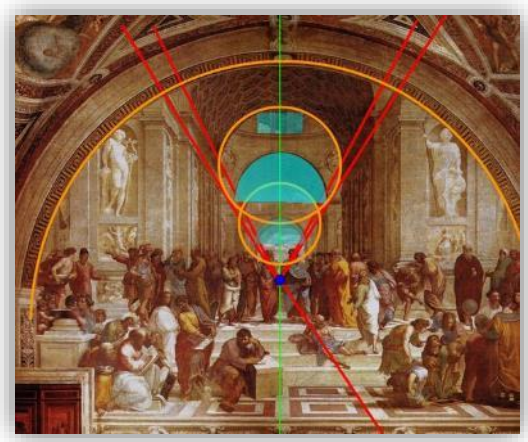
Œuvres étudiées :

- Peinture L'école d'Athènes.

Cette fresque monumentale a été peinte par Raphaël pour le palais du pape au Vatican au début du XVIe siècle. Elle représente les penseurs et les savants de l'Antiquité grecque et romaine, dont les écrits ont été remis en valeur à la Renaissance.

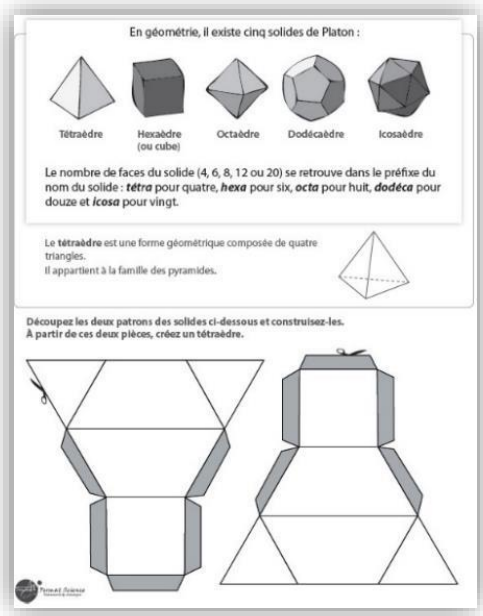
Une lecture géométrique de l'organisation du tableau est proposée à l'aide de cercles de différents diamètres. Les élèves reproduisent les tracés géométriques.

Les lignes de fuite, c'est-à-dire les lignes droites qui sont dans la direction du regard du peintre, sont prolongées jusqu'à se rejoindre au point de fuite du tableau, suivant les règles de la perspective centrale. Le point de fuite se trouve entre les deux philosophes Platon et Aristote, ce qui amène à regarder ces deux personnages.



- Livre “De divina proportione” de Luca Pacioli, moine et mathématicien

La première partie traitant du nombre d'or est illustrée par les représentations en perspective réalisées par Léonard de Vinci. 60 polyèdres sont visibles !
Après avoir vu le principe du nombre d'or, les élèves peuvent découvrir les polyèdres et apprendre leurs caractéristiques.
Un jeu de pliage peut également être proposé sur les solides de Platon.



A la fin de cet outil, l'étudiant sera capable de :

- Comprendre le processus logique derrière l'utilisation par les artistes de la perspective linéaire et aérienne ;
- Comprendre comment le nombre d'or est utilisé dans l'art de la Renaissance ;
- Reconnaître un solide platonique et savoir ce qui constitue un polyèdre.

Un projet ERASMUS+ proposant des outils sur ce sujet est disponible ici :
https://artofmaths.eu/

Un autre outil pédagogique sur ce thème est l'exposition **La perspective à la Renaissance** proposée en ligne par l'Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques de Limoges (France).
Trois panneaux (téléchargeables en format A4) sont associés au thème de la perspective à la Renaissance :

- Histoire de la perspective ;
- Perspective centrale ;
- Quelques-unes des œuvres de la Renaissance reproduites par Reg

Les expositions d'ALCORN peuvent être téléchargées ici : http://www.irem.unilim.fr/les-maths-vues-par-un-artiste/convergences/renaissance/

Activité 2 : Léonard de Vinci

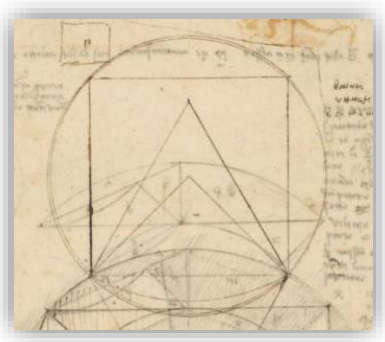
Matière principale : Histoire, Architecture, Patrimoine
Autres domaines possibles : Mathématiques, physique
Âge des élèves : De 10 à 15 ans
Compétences demandées : Utiliser les outils de mesures mathématiques / connaissance des formes géométriques de base

A. Atelier : La géométrie dans les carnets de Léonard de Vinci

Le groupe de l'IREM de Limoges s'est intéressé à "la géométrie des carnets de Léonard de Vinci" pour mettre en place des séances d'enseignement pour les élèves à partir de 10 ans autour de la construction de figures et de l'écriture de programmes de construction.

Les élèves découvrent, avec une grande curiosité, les notes laissées par Léonard de Vinci sur le célèbre **Codex Atlanticus** pour découvrir le secret de ses constructions.

Développement de l'activité :



Il s'agit de travailler sur le cercle et le carré en isolant des figures élémentaires à partir de l'observation raisonnée de figures complexes dessinées à la Renaissance.
Credits Wikimedia Common

Les élèves étudient d'abord les formes géométriques présentes dans le document. Puis, en prenant les dimensions, ils doivent les reproduire par tâtonnement.
Lorsqu'ils ont réussi, l'enseignant leur demande de rédiger un texte de construction.
Puis, pour aller plus loin, les élèves peuvent reproduire la figure sur un logiciel

informatique (comme Geogebra).

B. Atelier : Parachute de Léonard de Vinci : découverte et conception

L'activité Parachute de Léonard de Vinci conçue par Fermat Science vise à construire un parachute réussi en observant la chute de différents parachutes. Les élèves peuvent étudier les propriétés de l'air en STEAM.

Développement de l'activité :

L'enseignant doit d'abord construire plusieurs modèles de parachutes : avec ou sans cheminée, avec des voiles ronds ou rectangulaires, selon le modèle de Léonard de Vinci...

Il/elle les teste devant les élèves qui notent leurs observations dans un tableau.

Quels sont les avantages et les inconvénients de chacun ?

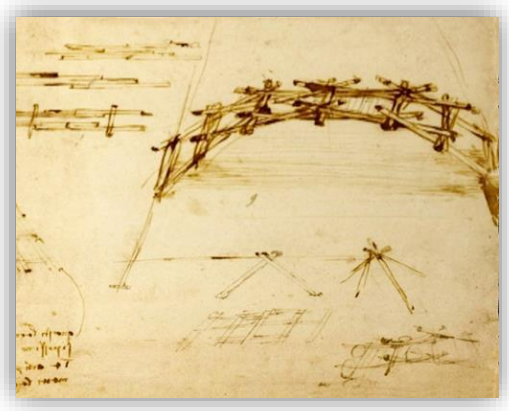
Ensuite, ils s'intéressent au parachute conçu par Léonard de Vinci...

Ils l'observent, le testent.

Après cette période d'observation, les élèves, avec l'aide de leurs professeurs, doivent construire ce parachute en suivant une consigne de construction.

Un autre atelier sur ce thème se trouve au **Manoir du Clos-Lucé**, la maison de Léonard de Vinci en France..

C. Atelier : Jouer avec une machine de Léonard de Vinci



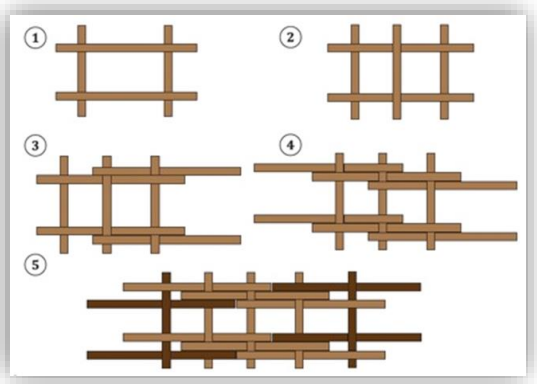
Le pont Leonardo est constitué de pièces de bois reliées entre elles : le nombre et les dimensions des éléments du pont sont variables, mais déterminent la longueur et la hauteur du pont.

Credits Wikimedia Common

Le but de l'atelier est d'amener les élèves à construire un pont entre deux tables distantes de deux mètres. Plusieurs matériaux différents peuvent être fournis. Un travail sur les forces en STEAM peut être effectué. L'objectif est de construire le pont de Léonard de Vinci. Pour les ponts miniatures, on peut utiliser de petits morceaux de bois, par exemple des bâtons de glace. Les ponts miniatures sont faciles à construire seul ou en binôme.

Dans le schéma suivant, nous illustrons la construction d'un pont d'au moins 9 éléments (6 en longueur et 3 en largeur).

Le pont de Léonard doit sa stabilité uniquement au frottement entre les différents éléments de construction encastrés.



Credits science.lu

Exemple 6 : Découvertes scientifiques et siècle des Lumières

Le terme "Lumières" désigne la période du XVIIe et du XVIIIe siècle qui a germé sur les bases de l'humanisme de la Renaissance, de la Réforme et de la révolution scientifique qui était à son apogée au début de la période des Lumières. Cette période a été définie par des idées fondées sur la souveraineté de la raison et de l'évidence en tant que sources primaires de connaissance et a fait progresser des idéaux tels que la liberté, le progrès, la tolérance, la fraternité, le gouvernement constitutionnel et la séparation de l'Église et de l'État. Les gens deviennent sceptiques quant au pouvoir et à l'influence de l'Église et de la monarchie. L'Église a commencé à perdre du pouvoir avec la paix de Westphalie (1648). La réduction de son influence s'est poursuivie avec la déclaration d'indépendance américaine et a culminé avec la Révolution française. Ces deux derniers événements ont également réduit le pouvoir de la monarchie.
Le siècle des Lumières a été une période de grands contrastes. Si, d'un côté, on assistait à un soutien croissant des libertés individuelles, c'était aussi une période de prospérité de

l'esclavage, qui représentait l'une des activités économiques les plus rentables de l'époque.

Dans le système éducatif slovène, les élèves apprennent la période des Lumières en 4ème (13 ans). Les élèves découvrent l'idée générale de cette période, ses représentants, ses effets sur le territoire slovène et son rôle dans l'histoire des États-Unis. En Grande-Bretagne, les élèves apprennent cette période au cours du troisième cycle (entre 11 et 14 ans) et discutent de sujets similaires à ceux inclus dans le programme slovène.

La révolution scientifique a commencé plus de cent ans avant la période des Lumières, qui a été une réponse ou une conséquence de la révolution scientifique. C'est à cette époque que la science a commencé à prendre la forme que nous lui connaissons aujourd'hui. En se basant sur les progrès de la Renaissance, les scientifiques ont commencé à abandonner l'approche déductive (explication d'une hypothèse donnée) pour adopter l'approche inductive, combinée à l'expérimentation systématique. Ainsi, la période a donné lieu à de nombreuses découvertes scientifiques nouvelles et importantes, qui ont modifié la façon dont les gens pensaient ou percevaient le monde qui les entourait. De nombreux auteurs considèrent l'année 1543 comme le début de cette période. C'est l'année où Nicolas Copernic a publié **De revolutionibus orbium coelestium** (Sur les révolutions des sphères célestes). Copernic, Kepler et Galilée ont été les principaux protagonistes de la promotion de la théorie héliocentrique. En brisant et en remodelant la compréhension fondamentale de la position de notre planète dans l'espace, ils ont ouvert la voie à de nouvelles recherches sur les principes et les phénomènes généraux. Ce créneau a été exploité par des personnalités comme Descartes et Newton, qui ont réussi à fournir un cadre théorique à la théorie héliocentrique, à expliquer les principes de base de la physique, à définir le concept de gravité et même à déterminer la forme de la Terre (géoïde).
Cette période a également permis des avancées dans d'autres domaines de la science. La médecine s'est beaucoup améliorée avec la popularisation de la vue anatomique, c'est-à-dire avec l'utilisation plus courante de la méthode de dissection, qui a permis d'élargir les connaissances sur le corps humain. Robert Boyle a jeté les bases d'une

chimie indépendante de l'alchimie.

D'autres percées ont également eu lieu dans le domaine de l'optique (premier télescope de Galilée), de l'électricité (recherches de Robert Boyle, Benjamin Franklin, etc.), de la mécanique (première machine à vapeur), etc.

Les élèves commencent à découvrir les progrès des Lumières dans des matières telles que la physique et la chimie, qui font partie du programme scolaire britannique au cycle 3. Ils sont initiés à la méthode scientifique dès la CE2. Dans le système slovène, les élèves apprennent la physique et la chimie en 4ème et en 3ème (entre 12 et 14 ans).

Activité 1 : Réaction en chaîne

Matière principale : Physique
Autres domaines possibles : Mécanique
Âge des étudiants : A partir de 9 ans
Compétences demandées : Une compréhension de base de la mécanique simple.

Développement de l'activité :

Les élèves doivent essayer de construire des réactions en chaîne longues et complexes qui serviront d'exemple pour l'apprentissage des forces, du transfert d'énergie, etc. Ils peuvent utiliser tout type de matériel disponible. Ils peuvent utiliser tout type de matériel disponible. Ils peuvent s'aider des jouets Lego® pour créer des liens plus complexes entre les étapes de la chaîne. L'enseignant doit superviser le processus et s'assurer que les élèves utilisent différents types d'énergie (potentielle, cinétique, élastique, chimique). Le processus de construction doit être suivi de tests, d'optimisations et de discussions.

Exemple de réaction en chaîne

Photo: Primary Science Teaching Trust, n.d.

Activité 2 : Chute d'objets

Matière principale : Physique

Autres domaines possibles : /

Âge des élèves : De 6 à 10 ans

Compétences demandées : Compétences de base en matière de recherche et de conception

Développement de l'activité :

Les élèves doivent trouver une position élevée et observer la différence de chute de différents objets. Ils doivent attacher un parachute simple à un objet, le laisser tomber du même endroit et observer la différence de chute. L'activité doit être guidée par un enseignant qui assure la sécurité (endroit approprié et objets utilisés) et le contexte théorique, discuté à la fin de l'expérience.

Activité 3 : Électricité statique et charge électrique

Matière principale : Physique, électricité

Autres domaines possibles : Histoire

Âge des élèves : De 10 à 14 ans

Compétences demandées : Compétences de base en matière d'observation et de raisonnement déductif

Développement de l'activité :

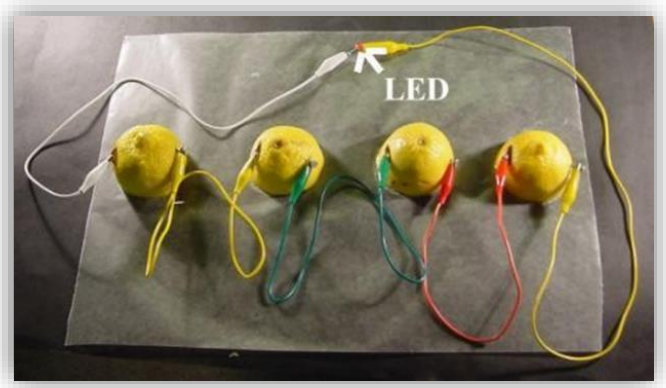
- **Expérience 1 : charge statique**

Les élèves frottent un bâton en plastique, un peigne à cheveux, un ballon, etc. contre un tissu en laine pour produire une charge statique. Ils s'approchent du jet d'eau qui sort du robinet (débit lent et régulier) et observent ce qui se passe. Ils peuvent expérimenter avec un objet plus grand ou plus petit, plusieurs objets, un débit d'eau plus ou moins fort, etc. L'expérience est suivie d'une discussion et d'une explication du phénomène.

Un ballon chargé qui dévie le flux d'eau
Photo: The Daily Observer, 2014

- **Expérience 2 : lampe à citron**

Les élèves collent un seul clou de cuivre et de zinc de chaque côté de 4 citrons. Ils relient les citrons de manière à ce qu'un clou de cuivre d'un citron soit relié à un clou de zinc de l'autre et ainsi de suite. Lorsque les 4 citrons sont connectés en ligne, nous connectons le clou de zinc libre d'un côté et le clou de cuivre libre de l'autre côté de la chaîne sur une diode LED. Elle devrait commencer à briller.
Les élèves doivent essayer d'optimiser l'expérience en utilisant différents types de fruits ou de légumes, nombres de liens, etc. Après l'expérience, les élèves et l'enseignant doivent discuter de la raison pour laquelle la lumière brille, du but de chaque lien, etc.



Exemple d'une pile au citron (Photo: Hila – Projects, n.d.)

Conclusion

Dans les sections précédentes, nous avons présenté une série d'activités basées sur des projets. Chaque section comprend quelques informations historiques afin de plonger le lecteur dans la période historique spécifique. Ensuite, des activités spécifiques sont décrites étape par étape afin d'aider les élèves à développer leurs compétences en collaboration et à comprendre les fondements de la technologie et les principes scientifiques et culturels respectifs.

La première partie présentait des activités en rapport avec l'âge de pierre. L'âge de pierre différait selon les pays. Cependant, les habitants de différentes régions du monde ont développé diverses activités et objets culturels en utilisant des techniques primitives. Les activités d'apprentissage comprennent, entre autres, la création de bijoux et la compréhension des motifs dans les artefacts.

La section suivante présentait certaines expériences réalisées à l'origine par des scientifiques grecs célèbres. La section introduisait d'abord certains des personnages historiques les plus importants de la période concernée. Grâce aux expériences d'Archimède, aux principes de Thalès et aux mesures de Xénagore, les élèves peuvent utiliser les principes des mathématiques, de la physique et de la chimie pour calculer la densité des objets et la hauteur des bâtiments avec des outils artisanaux.

La civilisation romaine était ensuite abordée. Des innovations comme les chiffres romains, le calendrier julien et l'invention des services postaux sont quelques-unes des réalisations de cette période historique. Les élèves sont initiés aux chiffres romains, à la construction d'une partie de route et d'une lampe. Toutes ces activités sont basées sur des techniques développées par les Romains.

La section 5 se concentrait sur le Moyen Âge ou la période médiévale. Le Moyen Âge étant également une période de dévotion religieuse, les projets se concentrent sur les cathédrales et leurs parties et sur l'étude de leurs modèles architecturaux.

La section suivante abordait les techniques artistiques et scientifiques de la Renaissance. L'utilisation des travaux de Raphaël sur la symétrie et les travaux de Léonard de Vinci sont

abordés. Les élèves sont guidés sur la manière de construire des objets spécifiques et, à travers les activités, ils étudient les œuvres de ces artistes.

Enfin, le siècle des Lumières était exploré. Bien que le siècle des Lumières soit un mouvement intellectuel et philosophique, d'importantes découvertes scientifiques ont été faites. L'électricité et les lois de la mécanique sont quelques-unes des activités dans lesquelles les élèves sont impliqués dans cette section.

L'élément clé de l'enseignement STEAM est l'intégration. Plutôt que d'enseigner chaque matière indépendamment, il est préférable de se concentrer sur des cours complets, basés sur des projets et des enquêtes, en mettant l'accent sur l'apprentissage interdisciplinaire. Cela correspond à la façon dont nous résolvons les problèmes dans le monde réel. C'est l'objectif principal des activités présentées dans ce chapitre.

Partie 3 : Et qu'en est-il du numérique ?

1. Le numérique dans l'éducation formelle et non formelle

L'environnement éducatif formel d'aujourd'hui subit une série de transformations. D'une part, la mise en œuvre des technologies numériques augmente les dimensions d'interaction des étudiants. D'autre part, un changement des stratégies méthodologiques encourage des processus d'apprentissage plus participatifs. L'intérêt croissant pour le croisement des disciplines de l'art, de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques se conjugue pour accroître les possibilités d'apprentissage (STEAM).
Le rapport Horizon "NMC Horizon project"[6] (Educause, 2018), identifie et décrit les tendances, les défis et les développements de l'enseignement supérieur en matière de technologie éducative susceptibles d'avoir un impact sur l'apprentissage, l'enseignement et la recherche créative.

Au-delà des espoirs initiaux placés dans les médias numériques, leur utilisation dans les écoles impose de nouvelles exigences au cerveau des élèves. Les tablettes et les ordinateurs surchargent la capacité d'attention des élèves, qui ont du mal à distinguer les informations pertinentes des informations supplémentaires.

Les étudiants devront devenir plus indépendants et plus compétents afin d'utiliser les avantages offerts par les nouvelles technologies. Cela nécessitera un enseignement plus actif et plus participatif.

Les appareils numériques dans l'environnement scolaire deviennent souvent un fardeau difficile à gérer pour les enseignants, car le programme doit être adapté et les activités pédagogiques doivent être préparées différemment. L'utilisation d'appareils numériques mal utilisés peut entraîner une frustration qui peut mettre fin à de véritables vocations scientifiques et technologiques, notamment chez les jeunes filles.

[6] https://library.educause.edu/resources/2018/8/2018-nmc-horizon-report

Alors que l'éducation formelle suit un programme spécifique, les techniques d'éducation informelle et non formelle ne le font pas. Il est nécessaire d'avoir un plan d'étude et un programme d'enseignement, mais dans le cas de la première, il est plus rigide, peu de changements peuvent y être apportés car l'administration de l'école et les enseignants y résistent. Dans le cas de la deuxième technique, il y a une flexibilité standard, ce qui la rend plus adaptable aux besoins et aux intérêts des élèves. L'objectif est de donner aux élèves la possibilité de s'éduquer eux-mêmes, d'être curieux et de suivre leur passion et leurs intérêts.

Ces dernières années, nous avons assisté à l'éveil imparable de ce que nous appelons la "culture **maker**" ou plus précisément des espaces de fabrication numérique et de toutes les activités liées à ce concept. Nous pouvons constater que l'axe commun autour duquel elles tournent est la promotion, le partage et la diffusion de projets dédiés à permettre aux enfants de "faire" leurs développements liés à la technologie ou non, en mettant l'accent sur le design et la créativité. Les **Makerspaces** sont simplement des espaces avec du matériel où les gens peuvent fabriquer des choses. Ils peuvent avoir des aspects très différents, comme un cours d'atelier traditionnel, un cours d'éducation technologique, un cours d'artisanat, d'arts de la fibre, de conception informatique, de haute technologie, de basse technologie, etc. L'objectif de l'espace est de permettre aux gens de disposer d'outils pour intégrer l'apprentissage pratique.

Dans l'éducation non formelle, telle qu'elle est développée par des organisations qui ne disposent généralement pas de cadres rigides comme dans l'éducation formelle, l'utilisation de dispositifs numériques apparaît comme une partie naturelle des activités à développer. Beaucoup de ces activités sont basées sur l'utilisation d'autres outils qui nécessitent l'utilisation d'ordinateurs ou de dispositifs numériques pour pouvoir les créer ou les gérer.

L'expérience de Trànsit Projectes nous amène à considérer les activités pédagogiques comme des processus où la technologie est utilisée comme un outil parmi d'autres, et nous mettons l'accent sur la méthodologie consistant à apprendre à apprendre.

Les programmes d'éducation informelle offrent des possibilités incroyables aux jeunes, leur permettant d'élargir leur apprentissage, de s'immerger dans des environnements nouveaux et passionnants et de se concentrer sur leurs intérêts.

Il semble que ces environnements soient également idéaux pour le développement d'activités liées au programme scolaire ou à un travail stimulant, car les jeunes peuvent passer beaucoup de temps à travailler sur un seul projet ou à perfectionner un ensemble de compétences. Si l'on jette un regard général sur les espaces qui développent des activités d'éducation informelle, il est évident que, quel que soit le cadre éducatif, les **makerspaces** et les programmes **maker** orientés vers les jeunes relèvent des défis similaires.

Si le travail par projet est un moyen convaincant d'évaluer l'apprentissage et les compétences, les centres cherchent encore à savoir quelles méthodes d'animation sont les plus efficaces, quels outils utiliser et comment saisir au mieux le travail, le travail en cours et le processus de création. Ces programmes informels rassemblent des groupes de formateurs et de pairs passionnés, déterminés à ouvrir la voie à l'apprentissage et à l'épanouissement des jeunes.

L'éducation non formelle permet un apprentissage pratique, kinesthésique et actif. Dans leur article intitulé "Learning through making : Emerging and expanding designs for college classes " (Trust, Maloy & Edwards, 2017), Trust, Maloy et Edwards expliquent que "les **makerspaces** peuvent modifier la façon dont l'apprentissage se déroule (...) les cadres en permettant aux étudiants de devenir des producteurs actifs de connaissances plutôt que des destinataires passifs d'informations. En encourageant la pensée créative, la conception et l'expression des idées, les activités de fabrication peuvent augmenter l'engagement des élèves, encourager la résolution de problèmes et la collaboration, et favoriser la créativité".

Le processus d'apprentissage par la pratique au moyen d'activités concrètes, ou apprentissage kinesthésique, est souvent lié à "l'amélioration des résultats d'apprentissage pour tous les élèves". Les espaces éducatifs non formels permettent ce

type d'apprentissage en exploitant le "concept de terrain de jeu intellectuel pour inspirer un apprentissage plus approfondi par un questionnement profond". Ils offrent une excellente occasion d'apprentissage "juste à temps" ou lié à un concept.

Cette méthode d'apprentissage fonctionne également bien avec "l'aspect frustration" et l'apprentissage de nouvelles façons de penser et d'apprendre "la frustration combinée à la motivation peut agir comme un puissant agent d'apprentissage". Juste à temps - pas trop tôt pour que l'enseignant ne finisse pas par résoudre le problème, mais pas trop tard pour que la frustration se transforme en désintérêt.

2. Exemples d'activités STEAM / PATRIMOINE réalisées à l'aide du numérique

Patrimoine et numérique peuvent sembler tout à fait opposés, mais il existe des exemples intéressants qui montrent comment les outils numériques peuvent expliquer ou réinterpréter le patrimoine, le rendant plus vivant que ce que nous pouvons lire dans les livres.

Vous trouverez ci-dessous deux exemples qui utilisent la technologie numérique - l'impression 3D dans les deux cas. Le premier réinterprète les anciennes techniques traditionnelles de vannerie et le second explique comment certains objets étaient fabriqués à l'époque romaine.

Exemple 1 : Re: Making Africa - La vannerie artisanale africaine combinée à l'impression numérique 3D[7]

Cette activité est une combinaison d'atelier et de dialogue dans le cadre des activités autour de l'exposition Making Africa au CCCB[8] de Barcelone. Elle a été réalisée en

[7] https://conventagusti.com/maker/remaking-africa-artesania-digital/

[8] http://www.cccb.org/ca/exposicions/fitxa/making-africa/213052

collaboration entre Maker Convent, la CCCB de Barcelone et l'architecte Amir Gazit[9].

En Afrique, on assiste à l'émergence d'une création de type "maker" qui utilise les nouveaux outils de prototypage rapide pour résoudre les problèmes locaux dans une perspective créative. L'un des traits les plus caractéristiques du continent africain est l'utilisation et la combinaison naturelle que ses habitants font des traditions les plus anciennes avec les technologies les plus actuelles.

L'atelier est conçu comme une expérience dans laquelle nous combinerons les techniques traditionnelles de vannerie africaine avec les méthodes actuelles de fabrication numérique. L'idée est de concevoir, modéliser et imprimer en 3D, puis de tresser un panier, en combinant différentes géométries, matériaux, textures, motifs et couleurs.

Exemple 2 : Broderie dans l'Empire romain - Comment nous fabriquons des gants avec la technologie romaine

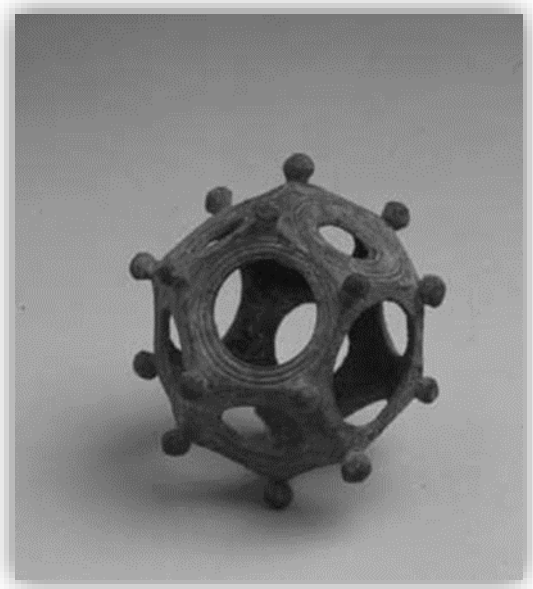
Le dodécaèdre romain est un objet qui soulève les interprétations les plus diverses (voire fantaisistes) quant à son utilisation (Guillier et al., 2008, p. 269-289). Parmi les hypothèses, on peut citer : instruments d'arpentage, aspérités, lampes, gabarits de

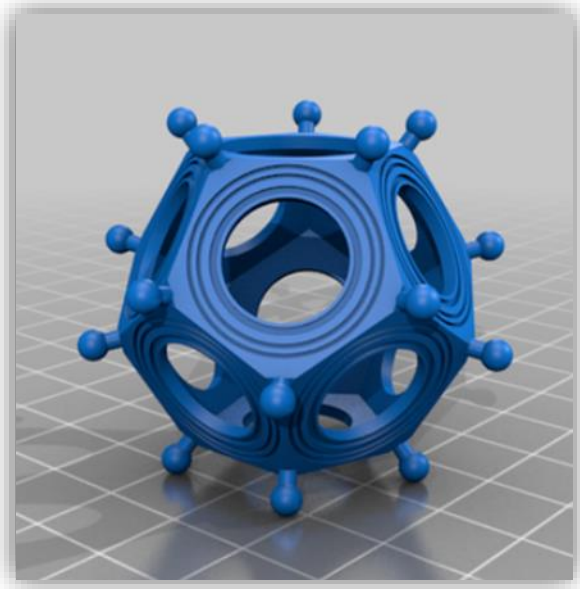
[9] https://www.amirgazit.net/

bijoutiers, mesures, garnitures de goupillons, calibres d'ébauches monétaires, jouets ou bilboquets, pommeaux de sceptres, dés de jeu, chandeliers à multiples calibres, chefs-d'œuvre de maîtrise ou encore éléments illustrant les théories pythagoriciennes.

Cet objet mesure 59 mm de haut (posé) mais seulement 48 à 52 mm d'avant en arrière ; son diamètre maximal est de 74 mm et il pèse 81 g. Il comporte douze faces pentagonales de 21 mm d'arête, dont dix présentent une ouverture circulaire, soulignée par des cercles concentriques gravés dans le métal. Le diamètre de ces ouvertures varie de 10,5 à 22 mm. Les deux autres faces, sans cercles concentriques, présentent des ouvertures ovales (21x26 mm), elles sont placées en opposition sur l'objet, matérialisant éventuellement un "haut" et un "bas". Chaque sommet, à la jonction de trois faces, est orné d'une petite boule d'environ 5 à 6 mm de diamètre, soudée au corps du dodécaèdre.

Cet objet de l'histoire de l'Empire romain a été reproduit en impression 3D[10], et l'activité explore l'une des utilisations possibles de cet incroyable objet : le tricot. Cette vidéo montre comment : https://www.youtube.com/watch?v=76AvV601yJ0.





[10] https://www.thingiverse.com/thing:4323797

Partie 4 : Être un acteur des STEAM

1. Qui peut enseigner les STEAM ?

“Le rôle de l'enseignant est de créer les conditions de l'invention plutôt que de fournir des connaissances toutes faites”. Seymour Papert

Selon les analystes de tendances, plus de 65 % des étudiants d'aujourd'hui grandiront avec des carrières qui n'existent pas encore. Aujourd'hui, plus que jamais, il est crucial de préparer nos jeunes à l'avenir et de leur donner la confiance nécessaire pour inventer le monde dans lequel ils veulent vivre. À cette fin, de nombreuses écoles modifient leurs programmes et cherchent de plus en plus à enseigner à leurs élèves les compétences clés du XXIe siècle, telles que les sciences, la technologie, l'ingénierie, l'art et les mathématiques (STEAM), de manière pluridisciplinaire.

Au cours des six dernières années, STEAM et le codage ont fait leur apparition dans des contextes éducatifs formels et non formels, où ils ont trouvé un terrain pour développer de multiples activités éducatives. Grâce au contenu STEAM, nous pouvons aider les éducateurs à trouver les meilleures stratégies pour adapter leurs programmes et les rendre plus proches de la réalité des élèves.

Alors que nous continuons à naviguer dans un avenir incertain, une chose sur laquelle nous pouvons compter est que le travail de demain sera intrinsèquement lié à la maîtrise des domaines STEAM. Il suffit de voir à quelle vitesse les STEAM s'imposent.

Pourquoi est-il important que tous nos élèves aient la possibilité de participer à un enseignement STEAM ?

Il est important de souligner que l'objectif de l'éducation STEAM n'est pas de faire de chaque élève un programmeur ou un ingénieur. Le monde a besoin de diversité, les intérêts des élèves sont divers après tout. L'objectif est plutôt de donner à chaque élève l'occasion de se familiariser avec les technologies qu'il utilise, d'adopter une série de

nouvelles aptitudes et compétences et, surtout, de l'aider à s'identifier comme un innovateur et un artisan du changement doté d'un esprit critique et capable de jouer un rôle actif dans l'invention de solutions aux problèmes qui lui tiennent à cœur.

Le monde d'aujourd'hui est hautement interactif ; la technologie est intégrée à tous les aspects de notre vie, de nos interactions sociales aux aspects les plus privés de notre vie. Pour donner un sens à ce nouveau monde, nos étudiants doivent être à l'aise avec les technologies, bien comprendre leur fonctionnement et avoir des idées sur la manière d'innover dans un domaine technologique.

En ajoutant l'art à l'enseignement des STEM (STEM + A = STEAM), non seulement nous rendons le programme accessible à un plus grand nombre d'élèves, filles et garçons, mais nous leur donnons également l'occasion de faire preuve de créativité et de s'exprimer à travers leurs projets tout en bricolant, en fabriquant, en partageant et en jouant.

L'une des principales différences entre l'éducation formelle et non formelle est la proximité entre l'environnement éducatif et le contenu de l'activité. L'une des méthodologies éducatives les plus utilisées, notamment dans les espaces où la technologie et l'éducation se croisent, comme les **makerspaces**, est l'échafaudage de Vygotsky.

Cela peut sembler être un terme de construction, mais l'échafaudage Vygotsky et le concept correspondant de la zone proximale de développement sont des méthodes d'enseignement qui peuvent aider les élèves à apprendre beaucoup plus d'informations beaucoup plus rapidement qu'ils ne le feraient avec un enseignement traditionnel.

La théorie que sous-tend l'échafaudage pédagogique est que, par rapport à l'apprentissage traditionnel, les étudiants apprennent davantage lorsque, dans un environnement, ils collaborent avec d'autres étudiants et d'autres types de contenu, et qui possèdent un éventail de compétences et de connaissances plus large que celui dont dispose l'étudiant à ce moment-là. Ces personnes deviennent l'"échafaudage" qui aide l'apprenant à repousser les limites de son apprentissage et à apprendre plus qu'il ne pourrait le faire seul. Ils augmentent ainsi leur autonomie.

L'échafaudage de Vygotsky fait partie du concept éducatif de "zone proximale de développement" ou ZPD. La ZPD est l'ensemble des compétences ou des connaissances qu'un apprenant ne peut pas acquérir seul, mais qu'il peut acquérir avec l'aide ou les conseils d'autres personnes. Il s'agit du niveau de compétence qui se situe juste au-dessus de celui où se trouve l'apprenant à ce moment-là.

Alors que nous nous dirigeons vers l'éducation STEAM, le travail collaboratif est un aspect à prendre en compte. Les éducateurs ou les animateurs STEAM doivent coopérer avec leurs élèves en supprimant le rôle standard et traditionnel de la figure centrale du processus éducatif (qui détient toutes les réponses) et en le remplaçant par un modèle d'éducation où les élèves jouent le rôle central d'"éducateurs" ou de chercheurs de connaissances, tout en approfondissant leurs connaissances sur différents sujets.

Alors, qui peut enseigner les STEAM ?

Il n'est pas nécessaire d'avoir des profils très spécifiques ou experts pour enseigner les STEAM. Ni très technique, ni très pédagogique. Des profils hybrides sensibles à la technologie et à la pédagogie sont souhaitables.

Comme nous l'avons dit précédemment, nous devons prendre soin de l'échafaudage de l'apprentissage, nous devons prendre soin de l'espace où les activités auront lieu, nous devons être clairs sur les résultats concernant le processus d'apprentissage que nous attendons, et nous devons être respectueux des différences et des déviations qui peuvent apparaître au cours de l'activité, sans essayer d'enseigner quelque chose dans une logique descendante, mais en accompagnant les apprenants dans leurs processus d'apprentissage.

La personne qui enseigne les STEAM doit travailler pour faciliter les résultats à produire, en combinant les différents éléments nécessaires à la conception de l'activité.

2. Comment l'enseigner ? Quand et où la méthode STEAM peut-elle être mise en œuvre ?

L'éducation est un écosystème qui est conçu en tenant compte d'un environnement, des apprenants, des ressources, des enseignants ou des facilitateurs, des outils..., et lorsque nous parlons d'activités STEAM, nous devons penser à inclure : des ressources à code source ouvert, de l'électronique et des technologies abordables, du crowdsourcing et de la culture participative, un accent sur l'éducation STEAM, l'accès à l'information et les méthodologies DiWO pour l'inclusion.
L'environnement où se déroule l'activité peut devenir une aide au processus et motiver l'expression, la création et la communication. Un espace convivial permet aux gens d'explorer. Nous donnons ici quelques conseils sur la manière de créer un tel espace.

Une activité de fabrication éducative ou une activité STEAM est une activité qui associe des processus créatifs et innovants à une perspective éducative, qui met l'accent sur l'apprentissage pratique au cours du processus et qui inclut la technologie dans tout ou une partie du processus. On a longtemps soutenu que les enfants et les jeunes peuvent apprendre en jouant et en construisant avec des outils et des matériaux intéressants (Montessori, 1912).

Il s'agit d'activités qui fonctionnent dans un cadre de coopération, de respect mutuel, de travail en équipe, d'inclusion, de promotion de la créativité, d'apprentissage par la pratique et d'innovation.

L'action et la créativité ne sont pas des concepts nouveaux, mais le fait de se concentrer sur l'apprentissage par l'action a introduit un nouveau type de pédagogie pratique. Une pédagogie qui favorise la communication, la communauté et la collaboration (une mentalité DiT "Do it Together"), l'apprentissage distribué, le dépassement des frontières et des pratiques d'enseignement réceptives et flexibles.

Les créations physiques peuvent également permettre un engagement social par le biais d'un effort partagé. Cela peut rassembler des participants plus ou moins expérimentés

autour d'une tâche commune - une configuration qui s'avère souvent fructueuse pour l'apprentissage (Lave & Wenger, 1991 ; Vygotsky, 1978).

Lors de la conception d'une activité STEAM, il convient d'accorder une attention particulière à certains aspects :

- **Facilitation :** Toute activité avec des apprenants doit avoir des facilitateurs qui encouragent l'activité à se dérouler et à atteindre ses objectifs prédéfinis. Le rôle du facilitateur est aussi important que n'importe quel autre outil. Il ou elle est un(e) guide, sait où l'activité commence et où elle est censée aller, mais ne sait pas ce qui se passe pendant le processus, offrant ainsi cette marge de liberté.
- **Environnement :** Les activités se déroulent dans des espaces, mais parfois ces espaces ne sont pas bien équipés pour les recevoir. L'espace est important car il aide l'activité à se développer. Nous devons concevoir l'espace en fonction de l'activité. Il faut délimiter différents espaces pour travailler ensemble, ou travailler avec l'ordinateur ou les outils, des espaces où se salir... et aussi bien identifier et localiser les matériaux, ceux qui sont fongibles et ceux qui ne le sont pas.
- **Matériaux | Ressources :** Le choix des matériaux pour développer l'activité est essentiel. Travailler avec des matériaux recyclés, réutilisés et le faire de manière durable avec l'environnement ajoute de la valeur. L'esthétique est relative lorsqu'il s'agit de créativité et d'apprentissage pratique.
    - Matériau consommable : Les matériaux recyclés permettent de développer la créativité, de respecter l'environnement et d'améliorer les capacités d'expérimentation.
    - Matériaux non consommables : Les matériaux non consommables sont ceux qui conviennent à l'activité et qui correspondent aux matériaux fongibles qui seront utilisés.
- **Participants :** nous devons tenir compte de qui sont nos participants. Les activités pour toute diversité d'enfants ou de jeunes ne sont pas les mêmes que pour les adultes ou les personnes âgées. Dans tous les cas, les personnes sont l'élément clé de chaque atelier.

- **Contenu :** l'activité de l'atelier étape par étape. Un programme pédagogique aux objectifs clairs et au développement détaillé.
- **Communication :** plan de communication, avant, pendant et après l'activité. Matériel de diffusion, photos, vidéos. Disposer d'une autorisation signée pour l'utilisation des images par les participants.
- **Documentation :** qui établira le compte rendu de l'activité, les vidéos, les textes et les photos, et dans quels formats.

Pour des informations plus détaillées, veuillez consulter la Methodology for Educational Making Activities (en anglais) ici (http://m4inclusion.com/IO-1MethodologyForEducationalMakingActivities.pdf), un résultat du projet européen Makers for Inclusion, cofinancé par le programme Erasmus+.

Partie 5 : Une approche bénéfique pour tous : l'inclusion

L'un des principaux concepts à prendre en compte pour atteindre l'objectif du projet STEAMbuilders est d'inclure tous les types d'apprenants grâce à des supports innovants et attrayants. L'inclusion de tous les apprenants est essentielle pour que cette méthode innovante de promotion de l'éducation STEAM fonctionne efficacement. Dans cette partie du guide, nous aurons un aperçu des élèves auxquels il faut prêter une attention particulière, des différents types de troubles spécifiques de l'apprentissage, des défis qu'ils peuvent rencontrer et des moyens potentiels d'adapter les matériaux pour les rendre inclusifs.

1. Objectif du projet en termes d'inclusion

L'un des principaux objectifs de ce projet est de s'assurer que personne n'est laissé de côté et que tous les élèves se sentent engagés et motivés pour s'impliquer dans les matières STEAM. Les élèves qui risquent le plus d'abandonner les matières STEAM sont les filles, les élèves souffrant de troubles spécifiques du langage et les élèves issus de l'immigration.

2. Qu'est-ce que l'inclusion ?

Définition de l’inclusion :

L'inclusion consiste à rendre l'apprentissage et le matériel flexible, accessible et compréhensible pour tous les apprenants. Il s'agit de repenser constamment le processus d'enseignement afin que tous les étudiants se sentent inclus dans le processus. L'idée derrière la "conception de l'inclusion" est de revenir à la conception initiale du processus et de le construire de la manière la plus inclusive et efficace pour tous.

Catégories d'élèves susceptibles de prendre du retard ou d'abandonner les matières STEAM :

- Filles et étudiants issus de milieux difficiles

Les filles et les élèves issus de milieux difficiles risquent davantage d'abandonner une matière STEAM. Dans ce projet, nous utiliserons le patrimoine et l'histoire pour promouvoir l'enseignement STEAM, en présentant des modèles positifs auxquels ces catégories d'élèves peuvent s'identifier. Cela peut être un puissant facteur de motivation, un stimulant de la confiance en soi et une source d'inspiration pour qu'ils puissent eux aussi réussir.

- Élèves présentant des troubles spécifiques de l'apprentissage

Les troubles spécifiques de l'apprentissage sont des conditions permanentes qui affectent le processus d'apprentissage d'une personne. Ils ont une cause neurobiologique qui affecte la façon dont le cerveau traite l'information : comment il reçoit, intègre, retient et exprime l'information. Elle peut donc perturber le développement cognitif d'une capacité d'apprentissage mais ne provient en aucun cas d'une déficience physique telle qu'une déficience visuelle ou auditive, un handicap moteur ou une déficience intellectuelle. Elle n'est pas non plus due à une perturbation émotionnelle, ni à un désavantage de nature économique, environnementale ou culturelle.

Présentation des différents troubles spécifiques de l'apprentissage.

Chaque trouble spécifique du langage génère son propre ensemble de défis qui ont un impact sur la vie scolaire des élèves :

- **La dyslexie** entraîne des difficultés de lecture et de traitement du langage. Il s'agit du trouble le plus fréquent et il n'est pas rare qu'il se superpose à un autre (phénomène de cooccurrence). Elle peut affecter la fluidité de la lecture, le décodage, la compréhension de la lecture, la mémorisation, l'écriture, l'orthographe et parfois la parole.
- **La dysgraphie** affecte la capacité d'écriture et la motricité fine d'une personne. Elle se manifeste souvent par une écriture illisible. Elle peut également entraîner des difficultés dans les domaines suivants : mémorisation de combinaisons

orthographiques spécifiques, orthographe, planification spatiale sur le papier, enchaînement de phrases en mots, composition d'un écrit, ou réflexion et écriture simultanées.

- **La dyscalculie** se traduit généralement par des difficultés à comprendre les symboles mathématiques, à compter, à mémoriser et à organiser les nombres, ce qui les empêche d'effectuer des calculs ou des opérations mathématiques abstraites.
- **La dysphasie** se manifeste généralement par des difficultés à parler et à comprendre les mots prononcés. Cela entraîne des difficultés lors des exercices oraux et des présentations. Elle peut se traduire par une difficulté à "enchaîner les phrases en mots" lorsqu'on l'entend.
- **La dyspraxie** entraîne des problèmes de coordination, de mouvement, de langage et de parole. Elle affecte généralement la motricité fine et le contrôle des muscles (y compris le contrôle des yeux), ce qui entraîne des problèmes de mouvement et de coordination, notamment des mouvements œil-main, de langage et de parole.

3. Pourquoi l'approche inclusive est-elle bénéfique ?

La diversité est une source d'enrichissement. Les élèves qui ne sont pas adaptés aux méthodes d'enseignement classiques ne sont pas moins intelligents que ceux qui "rentrent dans le moule". Nourrir leurs qualités complémentaires et leur permettre d'accéder à l'enseignement est bénéfique pour l'ensemble de la classe.

➔ Les avantages pour les étudiants qui doivent être inclus

L'inclusion leur permet de développer les compétences dont ils auront besoin pour s'épanouir dans leur future vie professionnelle et personnelle. Ils seront mieux armés pour faire face aux défis d'une société qui n'est pas adaptée à leurs besoins et ils pourront naviguer dans la vie plus confortablement.

➔ Avantages pour les autres élèves

L'inclusion leur permet de développer les compétences dont ils auront besoin pour s'épanouir dans leur future vie professionnelle et personnelle. Ils seront mieux équipés pour faire face aux défis d'une société qui n'est pas adaptée à leurs besoins et ils pourront naviguer dans la vie plus confortablement.

➔ Avantages pour les enseignants

L'inclusion de tous les profils réduira le nombre d'élèves peu performants et permettra un processus d'enseignement plus fluide et plus efficace. En aidant tous les élèves à suivre, le rythme de la classe sera plus régulier et les élèves seront moins susceptibles de prendre du retard.

➔ Avantages pour la société en général

Les personnes atteintes de troubles spécifiques du langage ne présentent peut-être pas les "atouts professionnels" habituels recherchés par les recruteurs, mais elles ont le potentiel de développer des compétences complémentaires tout aussi utiles et essentielles. Par exemple, elles ont tendance à être travailleuses, à visualiser les choses en 3D, à voir les liens entre les concepts et à avoir une vision d'ensemble. En incluant tout le monde, on obtient un bassin de neurodiversité plus diversifié, avec un ensemble plus large d'aptitudes et de compétences, et on obtient un éventail plus large de solutions potentielles aux problèmes de demain.

4. Inclusion dans l'enseignement STEAM

Quelques conseils et adaptations de base peuvent être faits et contribueront grandement à rendre tout type de cours plus inclusif.

Structure : il est conseillé de commencer la leçon par une explication explicite de l'activité, un ensemble de directives claires et la subdivision des tâches en petites étapes si nécessaire. L'utilisation d'éléments visuels pour illustrer les concepts et de puces pour structurer clairement les processus est conseillée. Veillez à accorder suffisamment de temps pour chaque tâche et à ce que tous les élèves comprennent la tâche à l'avance.

Environnement : il doit être calme, mais avec suffisamment de stimuli multisensoriels pour permettre un apprentissage approfondi. L'espace doit être dégagé et non surpeuplé, afin de faciliter l'orientation spatiale et la concentration des élèves. Il est également conseillé d'éviter la nécessité de longs mouvements oculaires et d'apporter un soutien particulier aux apprenants pour les tâches impliquant la gestion de l'espace.

Tâches : plusieurs types d'exercices courts permettront d'entraîner les élèves à traiter différents types de situations, en les faisant se concentrer sur une tâche à la fois. Il est préférable de se concentrer sur des exercices basés sur la logique plutôt que sur la mémoire.
Pour réduire les cas de mode double tâche, essayez de réduire le nombre de tâches nécessitant l'utilisation de la motricité fine, comme les tâches d'écriture, et d'éviter les manipulations difficiles. De cette façon, les élèves se concentreront sur le contenu des leçons plutôt que sur l'exécution d'une tâche de soutien.

Matériel écrit : La mise en forme des documents écrits peut être une source de difficultés. Le texte doit donc être aligné à gauche, dans une police adaptée aux directives écrites, comme Arial, Century Gothic ou OpenDys, avec un espacement de **1,5 entre les lignes,** dans une taille de police comprise **entre 12 et 14**. L'utilisation de paragraphes pour diviser le texte en unités plus faciles à gérer, avec des phrases courtes et claires, est également recommandée. L'utilisation de sous-titres, de couleurs (mais soyez cohérent avec vos codes couleurs) et de puces peut vous aider.

Les documents écrits doivent être **imprimés sur un seul côté** du papier, avec un papier de fond blanc cassé pastel pour éviter un contraste trop fort avec l'encre.

Un point crucial dans la gestion d'une classe avec des élèves atteints de troubles spécifiques du langage est de **sensibiliser** les élèves à ce qui se passe, pourquoi et comment. Cela peut contribuer grandement à éviter la discrimination et les stéréotypes dans la classe. Une communication transparente et une attitude ouverte sont essentielles pour parvenir à une éducation inclusive.
L'histoire peut être un excellent outil pour montrer des modèles, des professionnels célèbres des STEAM qui auraient fait partie des groupes qui sont aujourd'hui à la traîne dans le domaine des STEM et qui sont la preuve irréfutable qu'il est possible pour eux aussi de réussir dans le domaine des STEAM. Le fait de voir une personne à laquelle ils peuvent s'identifier être représentée comme ayant réussi peut avoir un réel impact sur le psychisme de l'élève. Mais l'histoire doit toujours être présentée dans son contexte. Il faut donc l'aborder avec soin et de manière objective.

5. Conclusion

Comme nous l'avons vu, l'inclusion de tous les élèves est une approche bénéfique pour tous les élèves, mais aussi pour l'enseignant et la société en général, car elle élève l'ensemble du groupe. Dans cette partie, nous nous sommes surtout concentrés sur les adaptations pratiques en classe afin d'inclure tous les élèves, mais il ne faut pas oublier les adaptations plus subtiles auxquelles nous devons également prêter attention. Comme nous l'avons vu à travers le temps, l'éducation est la clé de l'élévation de la société. Si nous voulons avoir des personnes diversifiées et éduquées, il faut les inclure toutes dans le processus. À long terme, cela permettra de disposer d'ensembles de compétences plus complémentaires pour relever les défis à venir et de réduire les problèmes sociétaux, car la tolérance sera un élément essentiel de notre mentalité.

Conclusion

Le guide pédagogique est la première production écrite de STEAMBuilders, un projet Erasmus+ - une collaboration entre la Belgique, Chypre, le Danemark, la France, la Grèce, la Slovénie et l'Espagne. STEAMBuilders est un projet créé sur la base des études Pisa de 2018, qui ont montré que les élèves de l'école primaire avaient des résultats insuffisants en mathématiques et en sciences. Comparé aux études d'analyse des tendances montrant que plus de 65% des élèves d'aujourd'hui grandissent avec une carrière qui n'existe pas encore. Aujourd'hui, plus que jamais, il est essentiel de préparer nos jeunes à l'avenir et de leur donner la confiance nécessaire pour inventer le monde dans lequel ils veulent vivre.
Le domaine STEM trouve ses racines à l'époque de la course à l'espace entre les États-Unis et l'Union soviétique dans les années 1950. Le terme STEM signifie "science, technologie, ingénierie et mathématiques". L'enseignement STEM implique un enseignement interdisciplinaire entre deux des domaines professionnels associés à des problèmes du monde réel. En d'autres termes, il s'agit de l'apprentissage de sujets STEM à l'aide d'une méthode unifiée, une méthode qui fournit des expériences d'apprentissage pratiques et en même temps significatives.

En ajoutant l'art à l'enseignement des STEM (STEM + A = STEAM), non seulement nous rendons le programme accessible à un plus grand nombre d'élèves, filles et garçons, mais nous leur donnons également la possibilité de faire preuve de créativité et de s'exprimer à travers leurs projets tout en bricolant, en fabriquant, en partageant et en jouant.

Alors que les STEM se concentrent sur des sujets scientifiques, les STEAM examinent les mêmes sujets, mais plutôt par le biais de méthodes d'analyse et d'apprentissage basées sur les problèmes, utilisées dans une procédure créative. En d'autres termes, différents étudiants travaillent ensemble pour générer un produit visuellement intéressant basé sur la compréhension centrale du concept de STEM.

Une activité éducative ou une activité STEAM est une activité qui associe des processus

créatifs et innovants à une perspective éducative qui met l'accent sur l'apprentissage pratique au cours du processus et inclut la technologie tout au long ou en partie du processus. On a longtemps affirmé que les enfants et les adolescents peuvent apprendre en jouant et en construisant avec des outils et des matériaux intéressants (Montessori, 1912). Cette méthode est importante car l'éducation est sous pression pour répondre à un monde en mutation. Plus les élèves sont ouverts tôt aux concepts STEAM, mieux c'est.

Dans un monde en mutation rapide, les lieux de travail de demain voudront nécessairement que tous les jeunes, quel que soit leur sexe, soient compétents en STEAM. Il ne s'agit pas seulement de préparer les étudiants à l'emploi, mais aussi de ce que ces expériences apportent aux étudiants ; elles les aident à grandir pour devenir indépendants, compétents et intellectuellement curieux et l'apprentissage basé sur les STEAM vise à aider l'étudiant à développer les compétences nécessaires. Ainsi, l'éducation ne consiste plus seulement à enseigner des compétences spécifiques ; il s'agit aussi de préparer les élèves à l'avenir. Les élèves doivent être plus indépendants et compétents afin de profiter des avantages des nouvelles technologies. Cela nécessitera une éducation plus active et participative.

L'environnement éducatif formel d'aujourd'hui subit plusieurs changements. D'une part, la mise en œuvre des technologies numériques augmente les dimensions d'interaction des étudiants. D'autre part, un changement dans les stratégies méthodologiques encourage des processus d'apprentissage plus participatifs.
Le monde d'aujourd'hui est très interactif ; la technologie est intégrée à tous les aspects de notre vie, de nos interactions sociales aux aspects les plus privés de notre vie. Pour donner un sens à ce nouveau monde, nos étudiants doivent être à l'aise avec les technologies, bien comprendre leur fonctionnement et avoir des idées sur la manière d'innover dans un domaine technologique.

Alors que l'éducation formelle suit un programme spécifique, les techniques de formation informelles et non formelles ne le font pas. L'objectif est de donner aux étudiants la possibilité de s'éduquer eux-mêmes, d'être curieux et de suivre leur passion et leurs intérêts. La formation non formelle permet un apprentissage pratique, kinesthésique et

actif.

Notre expérience nous amène à désigner les activités pédagogiques comme des processus où la technologie est utilisée comme un outil parmi d'autres et où nous mettons l'accent sur la méthode d'apprentissage pour apprendre.
Le processus d'apprentissage consistant à réaliser des activités pratiques ou l'apprentissage cinétique est souvent associé à une "augmentation des résultats d'apprentissage pour tous les élèves". Les espaces de formation non formels permettent ce type d'apprentissage en exploitant le concept de "terrain de jeu intellectuel dans le but d'inspirer un apprentissage plus approfondi par le biais d'une interrogation profonde". Cela offre une excellente occasion d'apprentissage "juste à temps", ou d'apprentissage lié à un concept.
Ce guide présente 19 activités qui se rapportent à l'âge de pierre, à la Grèce antique, à l'Empire romain, à l'âge des cathédrales, à la Renaissance et au siècle des Lumières. Ainsi, les élèves se familiarisent avec les différentes périodes historiques, la science et les scientifiques, la culture de chaque période et, grâce à des activités pratiques, ils acquièrent une meilleure compréhension du monde physique et des sciences naturelles.

Alors que nous nous dirigeons vers l'éducation STEAM, le travail collaboratif est un aspect à prendre en compte. Les éducateurs ou les animateurs STEAM doivent coopérer avec leurs élèves en supprimant le rôle standard et traditionnel de figure centrale dans le processus éducatif (avec toutes les réponses) et en le remplaçant par un modèle d'éducation où les élèves jouent le rôle central d'"éducateurs" ou de chercheurs de connaissances, tout en approfondissant leurs connaissances sur différents sujets.

L'un des concepts les plus importants à prendre en compte pour atteindre l'objectif du projet STEAMbuilders est d'impliquer tous les types d'élèves grâce à des supports innovants et attrayants.
Il s'agit de repenser constamment le processus d'enseignement afin que tous les élèves se sentent impliqués dans le processus.
Dans le cadre de ce projet, nous utiliserons le patrimoine et l'histoire pour promouvoir l'enseignement STEAM. Nous pourrons ainsi présenter des modèles positifs auxquels ces

catégories d'élèves pourront s'identifier.

La diversité est une source d'enrichissement. Les élèves qui ont des difficultés à s'adapter aux méthodes d'enseignement classiques ne sont pas moins intelligents que ceux qui "rentrent dans le moule". Un enseignement basé sur STEAM et utilisant les bonnes méthodes peut être particulièrement utile aux élèves présentant des difficultés d'apprentissage particulières, par exemple. Dyslexie, dyspraxie, dyslexie et dysgraphie. Peut-être que l'enseignement STEAM peut même contribuer à ouvrir les yeux à tous les individus, quel que soit leur diagnostic, pour qu'ils se rencontrent comme la personne qu'ils sont !

Si nous voulons avoir des personnes diversifiées et éduquées, elles doivent toutes être impliquées dans le processus. À long terme, cela permettra de disposer de compétences plus complémentaires pour relever les défis à venir et de réduire les problèmes de société, car la tolérance fera partie intégrante de notre mode de pensée. Alors que nous continuons à naviguer dans un avenir incertain, une chose sur laquelle nous pouvons compter est que le travail de demain lui-même sera, à coup sûr, lié à une compétence dans les domaines STEAM.

Références

Introduction

Education and training. (2019, December 9). Education and Training – European Commission.
https://ec.europa.eu/education/news/pisa-2018_en

Comment faire aimer Les maths aux élèves ? (n.d.). Le Soir
https://www.lesoir.be/art/1001314/article/actualite/mathiere-grise/2015-09-28/comment-faire-aimer-maths-aux-eleves

Enseignement des mathématiques. (2017, December 31).
https://www.apprendreaapprendre.com/reussite_scolaire/enseignement-mathematiques/

Partie 1

Amanda Vaden, (2020), *7 Misconceptions About Introducing Computer Science to your Classroom,* Sphre

Bronwen Wade-Leeuwen, Jessica Vovers, Melissa Silk, (2018), *Explainer: what's the difference between STEM and STEAM?,* The Conversation, https://theconversation.com/explainer-whats-the-difference-between-stem-and-steam-95713

Georgette Yakman et al., (2019), *STEAM – An Educational Framework to Relate Things To Each Other And Reality,* Research Gate, https://www.researchgate.net/publication/338677603_STEAM-_An_Educational_Framework_to_Relate_Things_To_Each_Other_And_Reality

Joseph Lathan, (2015), *Why STEAM is so Important to 21st Century*

Education?, University of San Diego Website, https://onlinedegrees.sandiego.edu/steam-education-in-schools/

N.d. (2015), *What Does STEM stand for?,* Raising Smart Girls https://raisingsmartgirls.com/what-does-stem-stand-for/

Talia Milgron-Elcott, (2013), *How to Count to 100,000 STEM Teachers in 10 Years,* Smithsonian Magazine, https://www.smithsonianmag.com/innovation/how-to-count-to-100000-stem-teachers-in-10-years-23095664/

Thomas O Williams, Jeremy V Ernst, Louis Rossi, (2020), *Instructional Readiness in the Inclusive STEM Classroom,* Journal of STEM Education Innovations and Research, https://jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2370/2179

U.S. Bureau of Labor Statistics, (2021) *Employment in STEM occupations,* U.S. Bureau of Labor Statistics, https://www.bls.gov/emp/tables/stem-employment.htm

Partie 2.1

Nielsen, Bjarne: Aarbog for Vesthimmerlands Museum (Yearbook for Vesthimmerlands Museum 2010) page 19-26

Jensen, Jørgen: https://danmarksoldtid.lex.dk/Menneskene_-_4000-2800_f.Kr.

Based on The Tollensee found in Germany. https://videnskab.dk/krop-sundhed/skeletfund-indikerer-europaeere-kunne-ikke-taale-maelk-i-bronzealderen

Based on the finding of the Stone Age girl named “Lola” https://www.lollandsstenalder.dk/hjem/om-udstillingen/webdok_lola/

Partie 2.3

Archimedes' Principle - College Physics | OpenStax. (n.d.). *OpenStax.* https://openstax.org/books/college-physics/pages/11-7-archimedes-principle

Archimedes' principle | Description & Facts (n.d.). *Encyclopedia Britannica.* https://www.britannica.com/science/Archimedes-principle

Cajori, F. (1929). History of Determinations of the Heights of Mountains. *Isis*, 12(3), 482–514. https://doi.org/10.1086/346425

Golden Ratio. (n.d.). Math Is Fun. https://www.mathsisfun.com/numbers/golden-ratio.html

The Many Vital Contributions Ancient Greeks Made to Scientific Knowledge. (n.d.). ThoughtCo. https://www.thoughtco.com/ancient-greek-scientists-inventions-and-discoveries-120966

Weisstein, E.W. (n.d.). *Golden Ratio.* From MathWorld--A Wolfram Web Resource. https://mathworld.wolfram.com/GoldenRatio.html

Parties 2.4 et 2.7

Mark, J.J.(2009, September 02) *Ancient Rome.* Ancient History Encyclopedia Foundation. https://www.ancient.eu/Rome/

ITER ROMANUM (n.d.). *The cultural heritage of Rome.* https://www.iter-romanum.eu/en/culturalitineraries/the- cultural-heritage-of-rome

Zavod RS za šolstvo (2011a) *Učni načrt. Program osnovna šola. Zgodovina*

https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_zgodovina.pdf

Department of Education (2013, September) History programmes of study: *key stages 1 and 2, National curriculum in England*
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239035/PRIMA RY_national_curriculum_-_History.pdf

Lynch, P. (2019, July 4) *What did the Romans ever do for maths? Very little. The Irish Times.*
https://www.irishtimes.com/news/science/what-did-the-romans-ever-do-for-maths-very-little-1.3940438

Kashyap, V. (2018, March 6) 19 *Greatest Inventions of the Roman Empire That Helped Shape the Modern World. Interesting Engineering, Inc.*
https://interestingengineering.com/19-greatest-inventions-of-the-roman-empire-that-helped-shape-the-modern-world

Zavod RS za šolstvo.(2011b) *Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika*
https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_matematika.pdf

Department of Education (2020, July 6) *National curriculum in England: mathematics programmes of study.*
https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-mathematics-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-mathematics-programmes-of-study

Kids Discover (2016, Januray 12) *Games and Activities on the Roman Empire*.
https://kidsdiscover.com/teacherresources/games-and-activities-on-the-roman-empire/

Warner, M. (n.d.) *Roman Roads.* Teaching Ideas.

https://www.teachingideas.co.uk/romans/roman-roads

Albi, A. (2019, December 20) *Ancient Roman Oil Lamps Making.* https://suffahschool.hounslow.sch.uk/ancient- roman-oil-lamps-making/

The Kid Should See This (n.d.) Construct a Roman aqueduct, a DIY engineering activity https://thekidshouldseethis.com/post/how-to-make-a-roman-aqueduct-diy-engineering-video

Bristow, W. (2017, August 29) *Enlightenment.* The Stanford Encyclopedia of Philosophy. https://plato.stanford.edu/entries/enlightenment/

Jarus, O. (2019, September 12) *What Was the Enlightenment?.* Live Science. https://www.livescience.com/55327-the-enlightenment.html

Department of Education (2014, December) *The national curriculum in England Key stages 3 and 4 framework document* https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/840002/Secondary_national_curriculum_corrected_PDF.pdf

Lumen Learning (n.d.) *The Scientific Revolution.* https://courses.lumenlearning.com/boundless-worldhistory/chapter/the-scientific-revolution/

Zavod RS za šolstvo (2011c) *Učni načrt. Program osnovna šola. Fizika.* https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_fizika.pdf

Department of education (2015, May 6) *National curriculum in England: science programmes of study.* https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-

programmes-of-study/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study

Primary Science Teaching Trust (n.d.) *Chain reaction.*
https://pstt.org.uk/resources/curriculum-materials/chain- reaction

Scientific Foundation Ireland (n.d.) *Engineers Week Gravity, Classroom Resource Booklet.*
https://www.engineersireland.ie/LinkClick.aspx?fileticket=0g0LZLmOFMQ%3D&portalid=0&resourceView=1

The Benjamin Franklin tercentenary. (2005) *LESSON 7: Let's Throw an Electric Science Party !, The Search for Useful Knowledge*.
http://www.benfranklin300.org/_edu_pdf/BF300Plans_Middle7.pdf

Parties 2.5 et 2.6

Le Château du Clos Lucé
https://www.vinci-closluce.com/fr

Château fort Guédelon
https://www.guedelon.fr/fr

Centre d'interprétation des cathédrales
http://cathedraloscope.com/

Page of Pierre Bellenguez, autor
http://wikipasdecalais.fr/index.php?title=Pierre_Bellenguez

Websites of Fermat Science
https://www.fermat-science.com/
https://www.voyage-mathematique.com/

Partie 3

Samantha Adams Becker, Malcolm Brown, Eden Dahlstrom, Annie Davis, Kristi DePaul, Veronica Diaz, and Jeffrey Pomerantz. NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition. Louisville, CO: EDUCAUSE, 2018. Educause.
https://library.educause.edu/resources/2018/8/2018-nmc-horizon-report

Trust, Torrey & Maloy, Robert & Edwards, Sharon. (2017). Learning through Making: Emerging and Expanding Designs for College Classes. TechTrends. 10.1007/s11528-017 0214-0.

Gérard Guillier, Richard Delage & Paul-André Besombes (2008). Une fouille en bordure des thermes de Jublains (Mayenne) : enfin un dodécaèdre en contexte archéologique !.
https://doi.org/10.4000/rao.680

Partie 4

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Learning in doing: Social, cognitive, and computational perspectives.Situated learning: Legitimate peripheral participation.* Cambridge University Press.
https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355

Vygotsky, L. (1978). Interaction between Learning and Development. In Gauvain & Cole (Eds). *Readings on the Development of Children.* New York: Scientific American Books. p.34-40.

Partie 5

BrightHub Education. (2010, March 21). *A history of improvement and inclusion in special education*.
https://www.brighthubeducation.com/special-ed-inclusion-strategies/66803-brief-legal-history-of-inclusion-in-special-education/#:~:text=Inclusion%3A%20Another%20Way%20to%20Educate,separate%2

0classes%20remain%20the%20norm

Chinn, S., & Ashcroft, R. E. (2017). *Mathematics for dyslexics and Dyscalculics: A teaching handbook*. John Wiley & Sons.

EDA - European Dyslexia Association. (n.d.). *What is dyslexia ?* European Dyslexia Association – Umbrella organisation for Dyslexia organisations in Europe.
https://eda-info.eu/what-is-dyslexia/

Erin E. Peters-Burton, Sharon J. Lynch, Tara S. Behrend & Barbara B. Means. (2014, January 10). *Inclusive STEM high school design: 10 critical components*. Taylor & Francis.
https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00405841.2014.862125

INSERM. (2019, October 24). *Troubles spécifiques des apprentissages*. Inserm - La science pour la santé.
https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/troubles-specifiques-apprentissages

Jennifer Gnagey, Stéphane Lavertu. (2016, May 26). *The impact of inclusive STEM high schools on student achievement*. SAGE Journals.
https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2332858416650870

Kara Wyman (MEd). (2020, March 4). *Inclusive teaching strategies for STEAM projects*. ResilientEducator.com.
https://resilienteducator.com/classroom-resources/steam-projects-inclusive-teaching/

LaForce, M., Noble, E., King, H. et al. (2016, March 21). *The eight essential elements of inclusive STEM high schools*. International Journal of STEM Education.
https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z

Lilla Dale McManis (PhD). (2020, September 2). *Inclusive education: Definition,*

examples, and classroom strategies. ResilientEducator.com. https://resilienteducator.com/classroom-resources/inclusive-education/

L'APEDA. (n.d.). *Les differents Troubles*. APEDA Belgique | Association belge de Parents et Professionnels pour les Enfants en Difficulté d'Apprentissage. https://www.apeda.be/comprendre-troubles-dys/les-differents-troubles/

Ralph P Ferretti, Charles MacArthur. (2001, February). *Teaching for historical understanding in inclusive classrooms*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/258166501_Teaching_for_Historical_Understanding_in_Inclusive_Classrooms

Ren Hullender (PhD), Holly Hoffman (PhD), Julie Cunningham (MA). (2016, March). *STEAM: Creating an Environment of Inclusion and Innovation*. Campus Compact for Michigan – Educating Citizens. Building Communities. https://micampuscompact.org/wp-content/uploads/large/sites/34/2017/06/CMU-STEAM-White-Paper-March-2016.pdf

UDL Guidelines Cast. (2018, August 31). *Universal Design for Learning Guidelines*. UDL: The UDL Guidelines. https://udlguidelines.cast.org/

Yeo, D. (2008). *Dyslexia, dyspraxia and mathematics*. John Wiley & Sons.

Le projet #steambuilders a été financé avec le soutien de la Commission européenne. Son contenu et son matériel reflètent uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qu'il contient. Code du projet : 2020-1-FR01-KA201-080668

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union