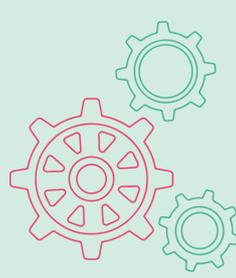




Co-funded by
the European Union



STEAM IN
TIMES



GUIDE

Manipuler les maths à travers l'Histoire

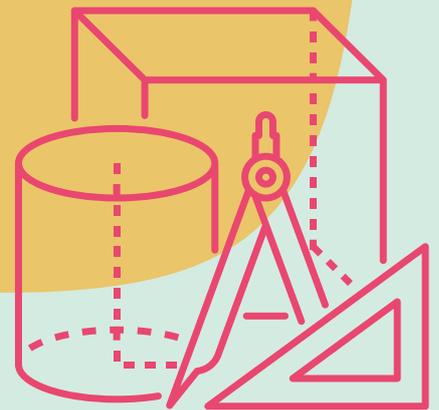




Table des matières

1. Introduction

2. Résultats de l'apprentissage des mathématiques en Bulgarie, en Belgique et en Croatie

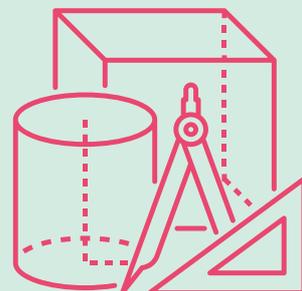
3. Le défi des STEAM

4. L'héritage culturel européen par le biais de STEAM dans les cours de mathématiques

5. Apprentissage des STEAM grâce aux manipulations pédagogiques

6. Activités du

7. Conclusion



Chapter 0 : Introduction

Bienvenue dans le projet STEAM in Times !

Nous pensons que les matériels développés et testés dans ce projet peuvent aider de jeunes étudiants à acquérir des compétences dans des matières STEM telles que les mathématiques et le sens critique qui sont essentiels pour résoudre des problèmes et prendre des décisions. Avec l'ajout d'aspects artistiques de l'éducation STEAM, les étudiants pensent de façon plus créative, ce qui est la bonne manière de générer de nouvelles idées et des innovations. L'éducation STEAM fournit généralement une fondation solide pour le futur apprentissage de ces matières et peut aider les étudiants à développer un intérêt pour celles-ci à vie. L'éducation STEAM est d'autant plus importante dans le monde d'aujourd'hui où tout est rapide et axé sur la technologie. Une exposition précoce des étudiants à ces sujets aura pour effet d mieux les préparer pour les exigences de l'avenir.

A travers ce projet, nous fournissons une série d'outils pour que les professeurs puissent offrir aux élèves une expérience pluridisciplinaire qui les aidera à comprendre l'évolution des mathématiques et son importance mais aussi à se familiariser aux concepts mathématiques.

Le groupe cible est principalement les élèves, les professeurs, les éducateurs et les professionnels de l'éducation primaire. Il est particulièrement important de toucher des étudiants en bas âge afin d'éviter au maximum l'anxiété liée au math pour les étudiants qui souffrent de troubles spécifiques de l'apprentissage tout en utilisant des situations historiques pour contextualiser les mathématiques. Ce projet s'adresse également à des tiers tels que les parents par exemple car les activités peuvent être reproduites à la maison entre parents et enfants dans une expérience d'apprentissage ludique.

Ce guide est un outil pédagogique. Il se veut pratique et facile d'utilisation avec une structure claire et des explications de situations concrètes pour faciliter son utilisation quotidienne par les groupes cibles.

Une attention particulière sera apportée pour faire que ce guide et des autres matériels fournis soient inclusifs et facile à utiliser pour les étudiants qui souffrent de Troubles Spécifiques de l'Apprentissage mais également pour tous les élèves qui font partie des groupes les plus susceptibles d'accumuler

du retard dans les matières STEAM, comme par exemple, les élèves ayant moins d'opportunités.

Trois partenaires sont impliqués dans le développement de matériels pour ce projet. Deux écoles : l'école primaire Lovre pl. Maticica à Zagreb, en Croatie et Osnovno uchilishte « Lyuben Karavelov » à Vidin, en Bulgarie. Ces deux écoles disposent de bonnes bases grâce à des enseignants formés et des équipements pour enseigner des matières du domaine STEAM. Le troisième partenaire, Logopsycom, à Mons en Belgique, a déjà travaillé sur de nombreux projets concernant l'enseignement STEAM, en se concentrant particulièrement sur les besoins des étudiants présentant des troubles spécifiques de l'apprentissage.

Ce guide contient les chapitres suivants:

- Les résultats de l'enseignement des mathématiques en Bulgarie, Belgique et Croatie, où les résultats des étudiants à des tests internationaux sont décrits, ainsi que le contexte pour enseigner les mathématiques dans les pays partenaires.
- Des challenges STEAM dans lesquels sont décrits la différence entre STEM et STEAM, quels sont les avantages de l'enseignement STEAM et l'importance d'appliquer les compétences et les attitudes acquises par l'enseignement des arts et des sciences humaines.
- Découvrir le patrimoine culturel européen par le biais de STEAM lors des cours de mathématiques est un chapitre qui décrit les concepts mathématiques qui peuvent être représentés par des faits issus du patrimoine historique européen, comment les aborder et pourquoi il est important de le faire dans les écoles primaires, ceux-ci constituant le public cible.
- La mise en place de l'apprentissage STEAM par le biais de manipulations pédagogiques est un chapitre qui explique les avantages de l'utilisation de manipulations et ce qui est considéré comme telle.
- Les activités de projet est un chapitre qui met l'accent sur la préparation préalable, la description et la structure des dessins, du matériel, des exercices et des projets en 3D inclus dans les cours STEAM. Quelques exemples et illustrations de la manière de concevoir la manipulation et de l'appliquer dans les cours de mathématiques peuvent être trouvés ici.

- La conclusion présente les résultats obtenus avec les élèves, l'impact du travail de manipulation sur l'apprentissage, l'intérêt et la motivation des élèves, ainsi que le travail de collaboration avec les parents.

Notre travail en tant qu'enseignants est de fournir à tous les élèves une base solide dans le domaine STEAM. Comme le monde évolue rapidement et que de nombreux emplois de demain requièrent des compétences en sciences, technologies, ingénierie, arts et mathématiques, une éducation générale dans le domaine STEAM peut contribuer à préparer les élèves aux exigences de l'avenir. Nous espérons que le matériel développé dans le cadre de ce projet, ainsi que le présent guide, aideront les enseignants à intégrer les manipulations dans leurs cours et permettront ainsi à tous les élèves de comprendre et d'adopter plus facilement les concepts mathématiques. Il est également important que les élèves comprennent que même dans le passé, même sans la technologie d'aujourd'hui, les gens ont réussi à fabriquer de nombreux objets de valeur qui appartiennent aujourd'hui au patrimoine historique. Les réalisations d'aujourd'hui dans les domaines de la technologie, de la science, de la construction, de la médecine, de la communication et autres sont basées sur les connaissances STEAM des personnes qui ont vécu il y a des siècles.

Alors, commençons, amusons-nous et apprenons !

Chapitre 1 : Résultats de l'apprentissage des mathématiques en Bulgarie, en Belgique et en Croatie.

1. Apprentissage des mathématiques en Bulgarie

L'enquête PISA examine les niveaux d'alphabétisation fonctionnelle dans les écoles de 79 pays. 600 000 élèves ont participé à l'étude, 199 écoles et 5294 élèves bulgares y ont pris part.

La dernière enquête de 2018 s'est concentrée sur la compréhension de l'écrit, les mathématiques et les sciences (ayant un poids plus faible dans les évaluations). La Bulgarie a enregistré la deuxième baisse la plus importante des 79 pays couverts par l'enquête PISA. Selon les données, 31,9 % des élèves bulgares n'ont pas atteint le niveau minimum de la seconde dans l'un des trois indicateurs, ce qui fait d'eux des analphabètes fonctionnels.

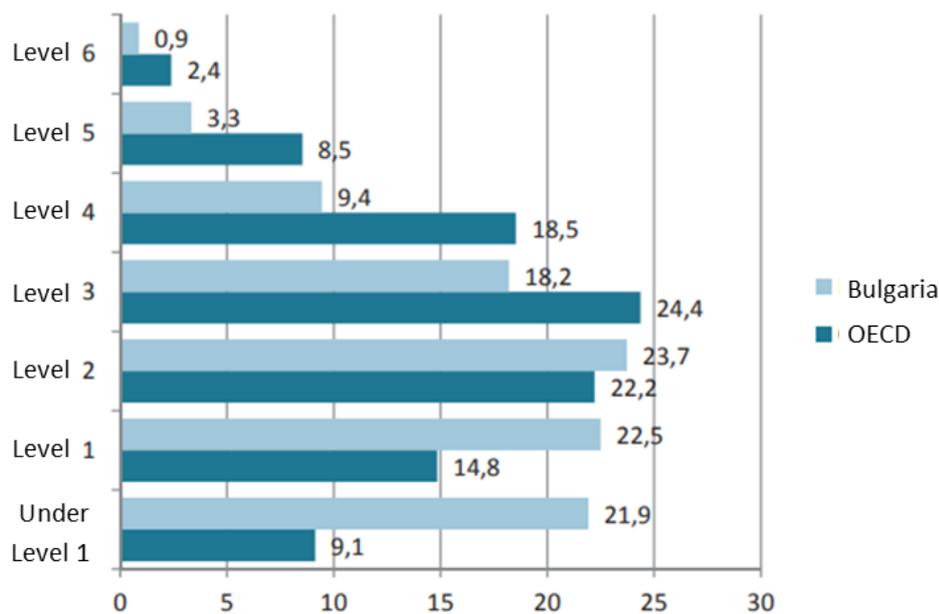


Figure 1 Source: 28.04.2023 - text_Pisa_2019.indd (government.bg) Le graphique original est en bulgare. Les titres sont traduits en anglais par l'équipe.

En mathématiques, le nombre d'élèves bulgares qui n'atteignent pas le niveau 2 (44,4 %) est presque deux fois supérieur à la moyenne de l'OCDE (23,9 %). 4,2 % des jeunes Bulgares de 15 ans ont atteint les niveaux les plus élevés de l'échelle des mathématiques dans le cadre de l'enquête PISA 2018.

Selon la dernière édition du Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) en 2018, menée par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), la Bulgarie a affiché des résultats inférieurs dans le domaine des mathématiques par rapport aux scores moyens des autres pays participants.

Voici quelques observations clés tirées des résultats de la Bulgarie à l'enquête PISA 2018 dans le domaine des mathématiques :

Score moyen : La Bulgarie a obtenu un score moyen de 437 points en mathématiques, ce qui est inférieur au score moyen de l'OCDE (489 points).

Classement : La Bulgarie est moins bien classée que la moyenne des autres pays, occupant la 47^e place sur 79 pays participants.

Différenciation : Il existe des différences significatives dans les résultats des élèves en Bulgarie. Environ 11 % des élèves ont obtenu des résultats élevés, tandis qu'environ 28 % des élèves ont obtenu des résultats faibles.

Écart entre les sexes : Les résultats montrent un léger écart entre les sexes, les garçons obtenant des résultats légèrement supérieurs à ceux des filles en mathématiques, mais la différence n'est pas significative.

Ces résultats mettent en évidence les défis auxquels est confronté le système éducatif bulgare en matière d'enseignement des mathématiques. Il est important de se concentrer sur l'amélioration de la qualité de l'enseignement des mathématiques et sur la promotion de meilleurs résultats chez les élèves. Il est nécessaire de soutenir le développement d'approches plus actives et pratiques des mathématiques, qui motivent les élèves à appliquer les concepts mathématiques dans des situations de la vie réelle et à développer une pensée analytique et des compétences en matière de résolution de problèmes.

Les performances des élèves bulgares en mathématiques se sont légèrement améliorées au fil des ans, principalement entre 2006 et 2012. Concrètement,

les résultats se situent à un niveau stable mais faible par rapport à la moyenne de 500 points de l'OCDE.

De plus en plus d'écoles dans le monde cherchent des moyens d'intégrer les STEAM dans l'environnement éducatif. En Bulgarie, l'éducation STEAM n'a pas encore été largement appliquée et est principalement associée à l'introduction de programmes STEAM dans des établissements d'enseignement individuels.

Au niveau de l'enseignement primaire dans les écoles bulgares, la tendance est à la rupture avec le modèle d'enseignement traditionnel. Les principaux facteurs de changement sont le développement du réseau d'écoles innovantes et l'introduction de l'approche STEAM dans l'éducation. L'accent est mis sur l'interaction interdisciplinaire intégrée avec une orientation pratique et axée sur les résultats.

2. Apprentissage des mathématiques en Belgique

Selon les derniers résultats PISA de la Belgique, les scores en mathématiques de la Fédération Wallonie-Bruxelles (495) ont légèrement augmenté et sont désormais supérieurs à la moyenne de l'OCDE (489). Ce score est cependant, inférieur à celui de la Flandre. Les résultats en sciences (483) sont stables par rapport aux cycles précédents et ne sont pas significativement différents de la moyenne de l'OCDE (485) (Université de Liège, 2019).

L'enseignement en Fédération Wallonie-Bruxelles (la partie francophone de la Belgique) a récemment connu de nombreux changements. Parmi ceux-ci, on peut noter l'arrivée du tronc commun, qui s'étend de la 1^{ère} année de l'enseignement primaire à la 3^{ème} année de l'enseignement secondaire. Cela a naturellement impliqué la création de nouveaux cadres de référence. L'approche STEAM n'est pas encore totalement intégrée en Belgique puisque ces matières sont séparées dans les nouveaux référentiels du "Pacte pour l'excellence dans l'éducation". Il existe donc un programme de mathématiques, un programme de formation manuelle technique, technologique et numérique, un programme de sciences et un programme

d'éveil qui comprend l'histoire et la géographie. Cependant, à la fin de chaque référentiel, un grand chapitre est consacré aux croisements possibles entre les différentes disciplines, ce qui s'apparente davantage à la méthode STEAM.

Le cadre de référence des mathématiques aborde 4 visées : les solides et les figures, les quantités, les nombres et le traitement des données. Les objectifs sont ensuite détaillés dans des compétences spécifiques. Le cadre recommande d'aborder les concepts par des manipulations concrètes pour chaque domaine afin d'impliquer et de motiver les élèves.

Bien que l'approche STEAM ne soit pas encore intégrée dans les programmes, depuis 2007, la Direction générale de l'Enseignement obligatoire coordonne une dynamique favorisant le travail des STEAM dans l'enseignement. De ce travail est né le « Guide Sciences & enseignement pour le maternel, le primaire et le secondaire » qui est un document qui rassemble toutes les initiatives existantes pour travailler les STEAM. Il est destiné aux enseignants de tous niveaux qui sont à la recherche de ressources, de formations, d'idées autour de l'enseignement des STEAM (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2023).

3. Apprentissage des mathématiques en Croatie

Lors du dernier examen PISA (2018), les élèves croates ont obtenu un score inférieur à la moyenne de 464 points et se situent à la 40^e place du classement général des 78 pays. Sur une période de douze ans (PISA 2006-PISA 2018) en Croatie, aucune tendance positive ou négative significative n'a été observée dans les résultats des élèves croates en termes de compétences mathématiques.

À partir de 2019, les mathématiques sont enseignées dans les écoles croates conformément au nouveau programme scolaire. Les concepts mathématiques sont regroupés dans les domaines Numérique, Algèbre et fonctions, Forme et espace, Mesure, et Données, statistiques et probabilités,

qui sont issus des domaines du champ mathématique du programme d'études.

Les domaines sont progressivement développés et construits tout au long de la structure verticale de l'apprentissage et de l'enseignement des mathématiques, et la part d'un domaine particulier dans un cycle est adaptée en fonction des capacités de développement des élèves et de la nécessité d'une construction systématique de l'ensemble de l'éducation mathématique. Les domaines impliquant des termes tels que le nombre et la forme sont plus importants dans les cycles inférieurs, tandis que dans les cycles éducatifs supérieurs, les domaines des concepts mathématiques plus complexes, tels que les fonctions ou les probabilités, sont couverts de manière plus détaillée. Au niveau de chaque année d'apprentissage et d'enseignement, les résultats de l'apprentissage sont présentés pour chaque domaine. Ces résultats sont des déclarations claires et sans ambiguïté concernant les attentes à l'égard des élèves.

Chapitre 2 : Le défi des STEAM

1. STEM et STEAM

La principale différence entre les STEM et les STEAM va au-delà de la lettre A. La distinction réside dans le fait que les STEM se concentrent uniquement sur la science et mettent l'accent sur les méthodes scientifiques, les concepts et les moyens de prouver des affirmations spécifiques. Alors que les STEM englobent les domaines de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques, les STEAM explorent les mêmes concepts, mais d'une manière totalement différente. Le programme STEAM reconnaît l'importance des arts et des sciences humaines en tant que partie intégrante de l'éducation. En incluant les arts dans les matières traditionnelles des STEM, les STEAM mettent l'accent sur l'importance d'encourager la créativité et la pensée innovante dans le cadre des efforts scientifiques. Cette approche interdisciplinaire ne se contente pas d'éveiller la curiosité, elle rend également les matières STEM plus captivantes et plus accessibles aux élèves.

Elle encourage l'exploration et la résolution de problèmes par le biais d'activités créatives.

Par exemple, les élèves travaillant en équipe peuvent appliquer leur compréhension des concepts STEM pour concevoir des produits ou des objets visuellement attrayants, tels que la construction de ponts en utilisant des principes architecturaux ou le développement d'un assemblage adhésif original pour coller des matériaux de construction. En intégrant les arts et les sciences humaines, le programme STEAM élargit les horizons de l'apprentissage et forme des individus bien équilibrés, capables d'adopter des perspectives diverses et d'appliquer une pensée critique et imaginative aux défis du monde réel. L'accent est mis sur le travail d'équipe, qui développe et encourage la collaboration, le respect des idées des autres et la prise en compte des points de vue des différents membres de l'équipe.

Le travail d'équipe est également essentiel pour cultiver la patience, la persévérance et la coopération mutuelle plutôt que la compétition. Outre le travail d'équipe, les élèves développent également d'autres compétences, telles que des capacités d'apprentissage, l'utilisation de la technologie, la résolution de problèmes, l'innovation, l'esprit critique, la collaboration, l'adaptabilité et la sensibilisation sociale et culturelle. Cette approche stimule la recherche, l'analyse, la pensée logique, les débats raisonnés, l'apprentissage par essais et erreurs, l'apprentissage pratique et l'intégration de toutes les connaissances acquises.

Il est essentiel de démontrer et d'expliquer aux jeunes la valeur des connaissances et des compétences qu'ils acquièrent. Les employés de demain doivent être capables de résoudre des problèmes de manière créative, de collaborer à la recherche de solutions et de découvrir de nouvelles méthodes.

Aujourd'hui, on insiste de plus en plus sur la nécessité de démocratiser les mathématiques et les sciences en général, alors que nous entrons dans une nouvelle ère de numérisation, d'informatisation et de robotique qui exige de

nombreuses solutions nouvelles. Cependant, les jeunes dans les écoles sont très réticents à l'égard des matières STEM. L'une des principales raisons est que les élèves ne voient pas l'intérêt d'apprendre ces matières, car elles sont généralement enseignées de manière théorique, avec peu d'applications pratiques. En outre, la croyance erronée selon laquelle les garçons sont plus performants dans ce domaine prédomine. Heureusement, de nombreuses initiatives plaident aujourd'hui en faveur d'une participation égale des filles et des garçons. Une approche différente et plus pratique des STEM par le biais des STEAM, partant de situations concrètes de la vie réelle qui doivent être résolues et découvrant la théorie à travers celles-ci, peut motiver et intéresser les jeunes à poursuivre des carrières dans les STEAM.

Le concept STEAM n'est pas nouveau. Il résume la relation permanente entre la science, la technologie, l'ingénierie, les arts et les mathématiques, tout en reconnaissant l'importance profonde des arts et des sciences humaines dans notre compréhension du monde. Tout au long de l'histoire, la science et les arts ont coexisté et se sont enrichis mutuellement, révélant ainsi leur lien indissociable. L'art est un moyen d'appréhender des concepts scientifiques complexes, et la science, à son tour, devient plus accessible et captivante lorsqu'elle est abordée à travers un prisme artistique. Cette intégration nous permet d'acquérir une compréhension plus profonde de notre environnement et d'y naviguer avec une efficacité accrue.

La symbiose entre la science et l'art a été illustrée par des esprits brillants à travers les âges. Des visionnaires tels que Nikola Tesla et Léonard de Vinci illustrent l'importance de la fusion de la science et de l'art. Les percées scientifiques de Tesla ont été alimentées par sa pensée imaginative et créative, tandis que le génie artistique de Léonard de Vinci a nourri ses recherches scientifiques. Les divers talents de Léonard de Vinci en tant que peintre, scientifique et inventeur illustrent le potentiel de transformation de l'art et de la science. Ses œuvres d'art emblématiques s'accompagnent d'une vaste gamme d'inventions, allant des conceptions architecturales aux

études anatomiques, démontrant ainsi son approche globale de la connaissance.

L'art fait partie intégrante de l'expérience humaine depuis l'Antiquité, en résonance avec notre besoin inné d'expression créative. Même des millénaires avant Jésus-Christ, les premiers hommes ornaient les murs de leurs habitations de peintures rupestres qui décrivaient de manière vivante leur vie quotidienne. Ces œuvres d'art anciennes représentaient une multitude de sujets, notamment des plantes, des animaux, des outils et des armes, nous donnant un aperçu de la riche mosaïque de l'existence de nos ancêtres.

Au-delà de son importance historique, l'inclusion des arts et des sciences humaines dans le cadre du programme STEAM présente une immense importance pour l'éducation contemporaine. L'intégration d'éléments artistiques dans les matières STEM favorise une approche globale de l'apprentissage, permettant aux élèves de développer des compétences essentielles telles que la pensée critique, la résolution de problèmes et l'innovation. Les activités artistiques encouragent l'exploration, l'imagination et la culture d'une perspective originale qui peut dépasser les frontières disciplinaires.

En outre, les arts et les sciences humaines favorisent l'empathie et la compréhension culturelle, promouvant ainsi une éducation inclusive et équilibrée. Ils permettent aux individus d'explorer diverses perspectives, de remettre en question les normes existantes et de s'engager dans des questions sociétales complexes. En intégrant les sciences humaines dans le programme des STEAM, nous dotons les élèves d'outils leur permettant d'analyser, de critiquer et de contextualiser les avancées scientifiques dans des cadres éthiques, sociaux et culturels plus larges.

Ces compétences générales sont essentielles au développement des travailleurs prêts pour l'avenir qui comprennent le potentiel de "ce qui se passerait si" lorsqu'ils résolvent des problèmes de la vie réelle. Elles nous orientent également vers le développement des compétences du 21^e siècle

telles que l'engagement civique et culturel, la productivité économique, l'apprentissage tout au long de la vie, les compétences de gestion et la communication.

L'enseignement des matières STEM est crucial parce que la science est partout autour de nous. Dans notre vie quotidienne, la technologie progresse constamment et son développement s'accélère chaque jour. C'est pourquoi il est nécessaire de créer une génération qui non seulement utilise habilement la technologie, mais développe également en permanence de nouvelles solutions pour aider l'humanité. Dans tout cela, les mathématiques ont une valeur et une importance considérables, car elles aident à la réflexion analytique et à la résolution de problèmes complexes. D'autre part, le développement et le rôle d'autres qualités telles que la créativité et l'esprit critique ne doivent jamais être négligés.

De nombreuses possibilités d'apprentissage pratique apparaissent dans les écoles et les instituts à travers le pays. C'est ce que l'on appelle généralement les "espaces de création". Il s'agit de lieux, que ce soit au sein des écoles ou des institutions culturelles et municipales, où les jeunes sont confrontés à un problème ou à un thème spécifique. Ce type d'apprentissage encourage l'apprentissage collaboratif et la découverte de solutions, en utilisant des ressources scientifiques et technologiques telles que les circuits souples, la vidéo embarquée, la création de jeux, l'art des données, etc.

Il est évident que ce type d'apprentissage entre dans le programme quotidien de divers établissements d'enseignement, où le contexte de l'art est utilisé pour démontrer les concepts des STEM et vice versa.

Par conséquent, l'idée du "que faire si..." ne dépend pas de l'achat de technologies STEAM spécifiques ou même de la conception d'une salle de classe ou d'un espace de bricolage. Elle dépend largement de l'imagination et de la curiosité des enseignants qui collaborent avec leurs élèves.

2. Pourquoi avons-nous choisi les STEAM?

Nous avons choisi les STEAM plutôt que les STEM parce qu'il a été prouvé que les programmes STEAM, qui intègrent les arts dans le programme scolaire, augmentent la créativité, améliorent les résultats scolaires, renforcent les capacités motrices, améliorent l'apprentissage visuel et renforcent les capacités de prise de décision. C'est pourquoi nous pensons que le programme STEAM conviendra mieux aux élèves de notre école primaire. L'art ne se limite pas au travail en studio. Le terme "arts" englobe les arts du langage, les études sociales, les arts physiques, les beaux-arts et la musique. De nombreuses personnes pensent que l'ajout d'un A n'est pas nécessaire et que l'application de la créativité et de l'art fait naturellement partie des STEM, mais nous voudrions insister sur ce point. L'art consiste à découvrir et à créer des moyens ingénieux de résoudre des problèmes réels, d'intégrer des principes ou de présenter des informations. Pensez à un architecte, il utilise l'ingénierie, les mathématiques, la technologie, la science et l'art pour créer des bâtiments et des structures époustouflants. Nous pensons également que l'approche STEAM de l'éducation est essentielle pour le développement des compétences individuelles des élèves de notre école primaire. Grâce à une éducation de qualité, elle permet aux élèves d'être créatifs et innovants dès leur plus jeune âge. L'éducation STEAM encourage l'imagination des élèves, les inspire et les motive à étudier et à s'améliorer dans des domaines essentiels au développement de la société et à la compétitivité sociale, ce qui peut finalement les amener à choisir des professions bien rémunérées et compétitives dans le cadre de la formation continue après l'école primaire. En outre, les connaissances et les compétences acquises peuvent être utiles aux élèves pour résoudre des problèmes et relever des défis dans la vie de tous les jours. C'est pourquoi nous utiliserons souvent l'expression "art" dans notre travail, et dans l'abréviation, nous ajouterons la lettre A (pour le mot anglais "art").

En outre, une attention particulière sera accordée aux liens entre les cinq disciplines STEAM. Il s'agit d'un domaine qui nécessite une attention

particulière, notamment dans les programmes STEAM intégrés actuels, où les liens entre les disciplines sont largement implicites. Afin de clarifier la définition de l'approche intégrée des STEAM et les aspects des leçons qui devraient être évalués, nous proposons un cadre pédagogique qui met l'accent sur la profondeur et l'étendue de l'apprentissage des STEAM, en insistant à la fois sur l'apprentissage dans les disciplines individuelles et sur les liens entre les disciplines.

Dans de nombreuses disciplines, l'apprentissage est traditionnellement défini par des connaissances et des pratiques uniques dans le cadre de paramètres clairement définis. En tant que telles, les connaissances dans différentes disciplines, par exemple les sciences et les sciences sociales, sont souvent considérées comme différentes les unes des autres. Les sciences sont considérées comme un domaine d'étude plus systématique et prévisible, tandis que les sciences sociales sont perçues comme plus variées et moins prévisibles. Les sciences, la technologie, l'ingénierie, les mathématiques et l'art sont des disciplines traditionnelles autonomes qui possèdent leurs propres constructions conceptuelles, épistémiques et sociales, du moins dans les établissements d'enseignement. Dans le cadre de la conception d'un programme STEAM intégré, il est fondamental de s'interroger et d'examiner comment les frontières traditionnelles de chaque domaine peuvent être modifiées et si le programme STEAM intégré peut être considéré comme une discipline indépendante qui possède ses propres pratiques et constructions uniques.

La science, en tant que discipline, se concentre sur l'étude du monde naturel qui comprend les lois de la nature (National Research Council (NRC) (2009)). L'ensemble des connaissances scientifiques est généré par le processus de recherche scientifique et s'accumule au fil du temps. Les connaissances scientifiques peuvent être utilisées pour éclairer les processus de conception technique. La technologie, en tant que domaine, est probablement celle qui est la plus répandue en termes de problèmes ou de questions propres à la discipline. Historiquement, la technologie est un système qui crée des outils

pouvant être utilisés pour résoudre des problèmes et simplifier la vie.

L'ingénierie en tant que discipline comprend à la fois les connaissances relatives à la conception et à la création de produits humains et le développement de processus de résolution de problèmes. Pour concevoir des produits et trouver des solutions à des problèmes, l'ingénierie applique des concepts scientifiques et mathématiques ainsi que des outils technologiques. L'art est l'expression ou l'application de la créativité et de l'imagination humaines, généralement sous une forme visuelle telle que la peinture ou la sculpture, produisant des œuvres destinées à être appréciées principalement pour leur esthétique ou leur pouvoir émotionnel. Comme nous pouvons le constater, l'art est représenté dans les quatre disciplines des STEM. Enfin, les mathématiques sont une discipline qui étudie les modèles et les relations entre les quantités, les nombres et l'espace. La particularité des mathématiques est que les affirmations sont justifiées par des arguments logiques basés sur des hypothèses fondamentales plutôt que sur des preuves empiriques. Par conséquent, les connaissances en mathématiques ne sont pas remises en cause, à moins que les hypothèses sur lesquelles elles reposent ne soient modifiées. Les disciplines du programme STEAM sont pour la plupart des disciplines fortement classifiées ou compactes avec des pratiques, des constructions conceptuelles et des modes de pensée uniques. Dans le cadre de la démarche STEAM intégrée, les chercheurs tentent d'estomper les frontières définissant les cinq disciplines et de les appliquer de manière à renforcer mutuellement les pratiques des disciplines individuelles.

In Au cours des deux dernières décennies, l'apprentissage de l'éducation STEM et STEAM a gagné du terrain dans le monde entier, car les connaissances et les compétences multidisciplinaires (par rapport aux connaissances et compétences unidisciplinaires) sont valorisées dans les temps actuels pour répondre aux exigences de la quatrième révolution industrielle et d'un monde qui se caractérise de plus en plus par l'effacement des frontières entre les disciplines et par la diffusion de la technologie. L'avènement de la quatrième révolution industrielle met l'accent sur la

numérisation et la technologie dans la vie et les communautés humaines. Leur impact sur la vie des gens ordinaires et leur transformation n'ont jamais été aussi importants. Pourtant, malgré l'abondance de connaissances et d'objets STEAM, les capacités de nos enseignants et de nos jeunes à tirer parti des nouvelles opportunités que le monde a à offrir sont restées limitées. Les problèmes complexes, tels que le changement climatique et les cybermenaces, auxquels le monde est confronté aujourd'hui requièrent des connaissances et des compétences issues de différentes disciplines pour apprécier et comprendre les enjeux afin de vivre et de participer au monde de manière significative. Au-delà de la préparation du travail futur de nos élèves, la nécessité pour chaque citoyen de comprendre et de jouer son rôle dans la lutte contre les problèmes complexes du monde fournit des raisons impératives (tout en étant pragmatiques) d'adopter l'éducation intégrée STEAM dans les écoles.

Le cadre du quatuor S-T-E-M commence par une seule discipline principale et examine ensuite comment les connaissances et les compétences de la discipline principale sont liées aux quatre autres disciplines.

3. Avantages

Les domaines STEAM ont joué un rôle important dans l'histoire, et bon nombre des grandes réalisations du passé ont été rendues possibles par l'application des connaissances STEAM. Un grand nombre des structures les plus impressionnantes de l'histoire, des pyramides d'Égypte au Colisée de Rome, ont été rendues possibles grâce aux principes d'ingénierie et aux mathématiques. Tout au long de l'histoire, l'art a été fortement influencé par les mathématiques et la géométrie, ainsi que par la technologie disponible à l'époque, comme le développement de la perspective à la Renaissance.

Chaque jour, des ingénieurs du monde entier appliquent les principes des mathématiques et de la science pour résoudre des problèmes concrets, en concevant et en construisant de tout, des voitures aux ponts, en passant par de nouveaux types de produits chimiques et de logiciels. Dans un cadre

professionnel, l'ingénierie est divisée en six disciplines : le génie chimique applique la chimie, les mathématiques, la biologie et la physique à la fabrication de carburants, de médicaments, de matériaux et même de produits alimentaires. Ces dernières années, les développements dans ce domaine ont permis d'améliorer l'efficacité des sources d'énergie renouvelables et d'augmenter la capacité des batteries pour les voitures électriques.

Le génie électrique est l'une des disciplines les plus récentes de l'ingénierie et se concentre sur l'électronique et l'équipement électrique. Les personnes qui travaillent dans cette spécialité créent une large gamme de produits, depuis les plus petits objets tels que des microprocesseurs et du matériel informatique jusqu'aux gigantesques générateurs d'électricité et aux satellites en orbite autour de la Terre.

L'ingénierie mécanique s'occupe de la création et du développement de systèmes mécaniques qui impliquent tout type de mouvement. En utilisant les principes des mathématiques et de la physique, les ingénieurs mécaniciens conçoivent et produisent de nombreuses machines différentes, notamment des éoliennes, des avions, des voitures, des prothèses et des équipements d'usinage.

L'ingénierie industrielle est utilisée dans un large éventail d'industries pour améliorer la qualité et l'efficacité. Il s'agit par exemple de développer des chaînes d'approvisionnement plus efficaces et plus précises, et de concevoir des pratiques et des stratégies qui permettent de créer des environnements de travail plus sûrs.

L'ingénierie des transports est la planification, la construction et l'exploitation de systèmes de transport de marchandises et de personnes par route, chemin de fer, air, eau et pipelines, ainsi que le transport urbain et intermodal. L'environnement est une considération majeure dans l'ingénierie des transports.

Le génie civil se concentre sur la construction de structures utilisées par le public, notamment les routes, les aéroports et les réseaux d'égouts. Parmi les structures les plus célèbres, on peut citer le Golden Gate Bridge, le tunnel sous la Manche, la grande pyramide de Gizeh et la station spatiale internationale. Tout en s'engageant dans les autres composantes du programme STEAM, la pratique de l'ingénierie permet aux enfants de puiser dans leur curiosité naturelle et de développer des moyens créatifs pour surmonter les défis qu'ils ont rencontrés dans leur propre vie.

Nous assistons également au développement exceptionnel de la technologie médicale pour le diagnostic et la détection précoce des maladies. Les ingénieurs biomédicaux créent de meilleures prothèses, des implants et des robots qui sont très précis dans les opérations complexes. La qualité du traitement des maladies ne cesse de s'améliorer. Les domaines STEAM jouent un rôle majeur dans la médecine et son développement. L'enseignement STEAM favorise la pensée interdisciplinaire, permettant aux étudiants de travailler en collaboration dans différentes disciplines. Cette collaboration débouche sur de nouvelles idées, sur l'innovation et sur des solutions plus efficaces en matière de soins de santé. Les problèmes de santé mondiaux, tels que les pandémies, nécessitent une approche multidimensionnelle. L'enseignement STEAM dote les étudiants des compétences nécessaires pour comprendre et relever ces défis. La collecte et l'analyse des données sont essentielles pour comprendre les maladies, identifier les schémas et mettre au point des traitements efficaces. L'utilisation des mathématiques, des statistiques et de la technologie permet aux professionnels de la santé et aux chercheurs d'analyser de vastes ensembles de données, d'identifier des tendances et de prendre des décisions fondées sur des données.

La communication a toujours été un aspect important de la société humaine. Au début, la principale forme de communication était la communication verbale. C'est ainsi que les gens ont communiqué pendant la plus grande partie de l'histoire de l'humanité. Le développement de l'écriture a représenté une avancée significative dans la communication. Des informations, des

annonces et d'autres types de messages étaient envoyés par le biais de lettres. Les anciens Égyptiens, les Mésopotamiens et de nombreuses autres cultures utilisaient les premières formes d'écriture telles que les hiéroglyphes et l'écriture cunéiforme. Ce type de communication nécessitait du temps pour l'écriture, la transmission et la lecture par le destinataire. Avec le développement de systèmes postaux organisés, la communication par lettres est devenue plus rapide et plus fiable. L'invention de la presse à imprimer et le développement de l'imprimerie ont grandement amélioré la communication et ont eu un impact sur de nombreux changements sociaux. Les documents imprimés tels que les journaux, les livres, les magazines et les prospectus ont permis la diffusion massive d'informations et d'idées. Les gens pouvaient accéder aux mêmes informations et en discuter.

Au XIXe siècle, le télégraphe a été inventé, permettant une communication rapide sur de longues distances grâce à des signaux électriques. Au fil du temps, la technologie du télégraphe s'est développée et des télégraphes automatiques ont été introduits, permettant une transmission plus rapide et plus fiable des messages.

Cette évolution a été suivie par le développement de la communication téléphonique, qui a permis la communication vocale en temps réel sur de longues distances. Le développement du téléphone trouve son origine dans les recherches sur l'électromagnétisme et la télégraphie. Tout au long du 20e siècle, la technologie du téléphone n'a cessé d'évoluer. Des téléphones plus performants, avec un meilleur son, des dimensions plus réduites et des fonctionnalités améliorées sont apparus sur le marché. D'autres caractéristiques telles que les numéros de composition et les centrales téléphoniques pour la gestion des appels ont été introduites.

L'invention de la radio et de la télévision a considérablement modifié la manière dont les gens reçoivent des informations. La diffusion massive de contenus variés est devenue possible. Les gens pouvaient écouter des émissions de radio et regarder des programmes de télévision qui diffusaient

des informations, des spectacles, des films et d'autres contenus. Au fil du temps, la télévision a connu de nombreuses avancées technologiques. La couleur a été introduite dans les émissions télévisées et, plus tard, des systèmes de télévision numérique ont été mis au point, offrant une meilleure qualité d'image et de son.

Les disciplines STEM (science, technologie, ingénierie et mathématiques) et l'ingénierie ont joué un rôle crucial dans l'accélération des progrès de la technologie et de l'informatique. Elles ont permis le développement d'outils de communication numérique qui font désormais partie intégrante de notre vie quotidienne.

L'internet à haut débit, les câbles optiques, les réseaux sans fil et les infrastructures de télécommunication nous ont permis de communiquer plus rapidement et plus efficacement. Le courrier électronique, les chats, les forums, les réseaux sociaux et diverses applications de messagerie permettent une communication rapide et globale en temps réel. Les réseaux sociaux nous permettent d'entrer en contact avec d'autres personnes, de partager des contenus, de participer à des discussions et de suivre l'actualité.

Le développement de STEAM (Science, Technologie, Ingénierie, Arts et Mathématiques) a apporté des avancées remarquables dans la communication, grâce à l'intégration des arts et des sciences humaines. En reconnaissant le rôle essentiel des arts et des sciences humaines dans les domaines STEM, la communication est devenue plus qu'un simple processus technique. L'intégration des arts favorise la créativité, permettant l'exploration de nouveaux modes d'expression, tandis que les sciences humaines offrent un regard critique à travers lequel nous analysons les implications sociétales et éthiques des technologies de la communication. Cette approche multidisciplinaire, qui met l'accent sur la créativité, la pensée critique et une compréhension plus large des expériences humaines, a permis le développement rapide de méthodes de communication innovantes et très efficaces. Les experts des STEAM participent au développement

d'algorithmes de recommandation, d'analyses et de mesures de sécurité sur les réseaux sociaux.

Les contenus multimédias tels que les images, les vidéos et les animations font désormais partie intégrante de la communication numérique. Ils permettent de transmettre rapidement des informations, d'améliorer la compréhension et de rendre la communication plus attrayante et interactive.

Les appels vidéo et les conférences via Internet ont également été développés. Les appels vidéo permettent aux personnes de communiquer sans avoir à se déplacer physiquement d'un endroit à l'autre. Cela est particulièrement utile dans le monde des affaires, car cela permet une prise de décision plus rapide, une collaboration à distance et une réduction des frais de déplacement.

Avec les progrès de la technologie mobile, la communication par téléphone portable est devenue accessible à presque tout le monde. Les gens peuvent envoyer des messages, passer des appels, naviguer sur internet et utiliser des applications sur des appareils mobiles, ce qui permet une connectivité et une communication constantes depuis n'importe où.

Des progrès ont également été réalisés dans le domaine des technologies linguistiques, telles que la traduction automatique et la reconnaissance vocale. Cela a facilité la communication internationale et éliminé les barrières linguistiques. La technologie de la reconnaissance vocale offre également une plus grande accessibilité aux personnes souffrant de handicaps physiques ou moteurs. Les personnes qui ont des difficultés à taper ou à écrire peuvent utiliser la reconnaissance vocale pour communiquer, accéder à l'information et utiliser la technologie. Cela peut améliorer leur capacité à participer à la société, à l'éducation et au travail professionnel.

Les STEM, ainsi que les arts et les sciences humaines dans le cadre des STEAM, sont essentiels au développement des technologies et des outils qui ont amélioré et accéléré la communication, améliorant nos vies et nous permettant d'être plus connectés que jamais.

4. L'intégration des arts et des sciences humaines dans les sujets STEAM

Si nous considérons l'être humain comme un système complexe de fonctions, de pensées et de compétences qui se développe dans un processus d'apprentissage permanent tout au long de la vie, nous devons inclure l'expérience de soi dans toute l'équation. C'est là que les différents domaines de l'art (visuel, musical, gestuel, art appliqué et design) entrent en jeu pour aider une personne, en particulier un jeune dont la concentration est notablement réduite, à comprendre et à s'intéresser à des domaines souvent difficiles des STEM (sciences, technologies, ingénierie et mathématiques). Il n'est pas étonnant qu'il existe un dicton selon lequel "une image en dit plus que mille mots".

L'exemple parfait de ce type d'apprentissage est l'époque de la Renaissance et de l'humanisme au cours des XVe et XVIe siècles, avec de nombreuses personnalités extraordinaires qui brillent encore de nos jours, parmi lesquelles Léonard de Vinci et Michel-Ange Buonarrotti étaient de véritables maîtres d'œuvre. Ils n'étaient pas seulement des artistes (peintres et sculpteurs), mais aussi des inventeurs ingénieux, expérimentant dans des domaines tels que l'architecture, l'industrie du bâtiment, l'anatomie, la conception de différents instruments pour l'armée et la science, ainsi que l'enseignement à leurs apprentis dans les ateliers qu'ils dirigeaient. Serait-ce la raison pour laquelle ils ont développé et accompli tant de choses et qu'ils sont restés dans les mémoires au cours de l'histoire ? C'est ainsi que l'introduction de l'art dans les STEM pourrait être la réponse au développement de chaque personne pour qu'elle réalise son véritable potentiel. Elle aide les élèves à être motivés, à expliquer, à comprendre, à voir l'objectif pratique de ce qui est enseigné et à renforcer leur confiance en eux.

Dans chaque nation, nous pouvons trouver l'inspiration dans ces exemples parfaits d'individus ingénieux qui peuvent nous guider à travers ce guide. Il sera intéressant d'apprendre les uns des autres et d'intégrer ces idées dans notre futur travail d'enseignant.

Le processus de la pensée conceptuelle et sa méthodologie active s'avèrent utiles pour développer les compétences nécessaires au XXI^e siècle en tant que méthodes clés pour relever les défis d'un avenir incertain. Les méthodes d'enseignement et toute une série de techniques évoluent en fonction des besoins de l'époque. De nos jours, nous utilisons différentes applications, des cartes flash, des quiz, la pensée visuelle, l'apprentissage par projet, des plans du passé, des jeux motivants, des expériences d'"essais et erreurs" où nous permettons aux étudiants de penser, de développer leurs propres idées et d'apprendre à travers leurs erreurs, en considérant cela comme un processus légitime d'éducation.

En conclusion, le cercle d'une bonne éducation se compose de ces quelques étapes : comprendre une situation, définir un problème, concevoir la réponse pour résoudre le problème, créer un prototype et le tester tout en évaluant la solution. Nous pouvons apprendre beaucoup de ces étapes de l'histoire tout en trouvant les solutions d'aujourd'hui, ouvrant ainsi la voie à un avenir meilleur pour l'humanité.

Chapter 3 : Le patrimoine culturel européen grâce à l'approche STEAM

Selon le poète, écrivain, encyclopédiste et journaliste bulgare Lyuben Karavelov, "les mathématiques sont à la base de toute connaissance". Nous sommes également convaincus que l'approche STEAM suscitera l'intérêt et la curiosité de nos élèves en cours de mathématiques. Le lien entre les mathématiques et l'histoire est présent dans tous les aspects de la vie depuis l'aube de la civilisation.

L'apprentissage fondé sur le programme STEAM est essentiel pour les professions d'aujourd'hui et de demain, car les emplois du monde réel exigent un apprentissage interdisciplinaire dans lequel les différentes disciplines scientifiques s'intègrent et travaillent ensemble.

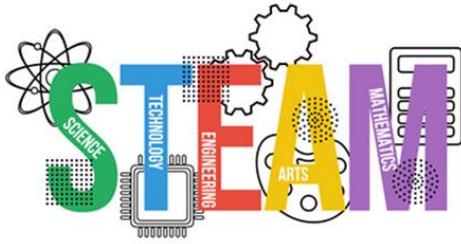


Figure 2 Source: 16.05.2023, From STEM to STEAM – DDC Engineering Solutions

Les sciences STEAM et leur étude approfondie à l'école jouent un très grand rôle pour les futurs élèves et leur développement éducatif et professionnel, et indirectement pour tous les domaines de la société. Les élèves peuvent être plus intéressés et apprendre plus efficacement lorsqu'ils apprennent les uns des autres et de leurs pairs et lorsqu'ils partagent eux-mêmes leurs réalisations. Le développement de compétences en matière de résolution de problèmes, de pensée critique et analytique et de compétences en matière de pensée interdisciplinaire et transversale fait partie des compétences de base auxquelles les pratiques éducatives STEAM peuvent apporter une contribution majeure.

Faits historiques appropriés à inclure dans des activités

Voici quelques faits historiques de l'histoire européenne qui peuvent être intégrés dans les cours de mathématiques des classes primaires :

La construction des anciens bâtiments romains : Les élèves peuvent explorer les mathématiques qui sous-tendent l'architecture des anciens bâtiments romains, comme l'utilisation de la symétrie et des formes géométriques. Ils peuvent mesurer et dessiner différentes formes présentes dans l'architecture romaine, telles que des cercles, des rectangles et des triangles, et calculer leurs surfaces et leurs périmètres.

Le développement du système métrique : Les élèves peuvent découvrir l'histoire et l'adoption du système métrique, qui a vu le jour en France. Ils peuvent se livrer à des activités de mesure, en convertissant différentes unités métriques (par exemple, les centimètres en mètres, les grammes en

kilogrammes) et en explorant les applications pratiques du système métrique dans la vie de tous les jours.

Les voyages d'exploration des explorateurs européens : Les élèves peuvent étudier les voyages d'explorateurs tels que Christophe Colomb et Ferdinand Magellan. Ils peuvent analyser et interpréter des cartes, identifier et calculer les distances entre diverses destinations et s'entraîner à convertir les échelles des cartes pour comprendre les défis et les distances auxquels ces explorateurs ont dû faire face.

Le développement des horloges et du chronométrage : Les élèves peuvent découvrir l'évolution des dispositifs de mesure du temps, des anciens cadrans solaires aux horloges mécaniques. Ils peuvent s'exercer à lire l'heure à l'aide d'horloges analogiques, explorer le concept de l'heure de 24 heures et participer à des activités impliquant le calcul de l'heure et la résolution de problèmes.

L'utilisation des chiffres romains : Les élèves peuvent explorer les chiffres romains, qui étaient utilisés dans la Rome antique et que l'on rencontre encore aujourd'hui dans divers contextes. Ils peuvent apprendre les symboles de base des chiffres romains et s'entraîner à convertir les chiffres romains en chiffres arabes. Ils peuvent également participer à des activités telles que la résolution de puzzles en chiffres romains ou la création de leurs propres tableaux en chiffres romains.

L'histoire des monnaies : Les élèves peuvent découvrir l'évolution des différentes monnaies en Europe au fil du temps. Ils peuvent étudier la valeur des pièces de monnaie et des billets de banque historiques, s'exercer à la conversion des monnaies et participer à des activités qui impliquent d'ajouter, de soustraire ou de calculer avec différentes dénominations.

La Renaissance et la symétrie artistique : Les élèves peuvent étudier le concept de symétrie dans l'art et l'architecture à l'époque de la Renaissance. Ils peuvent découvrir la symétrie du miroir, la symétrie de rotation et la symétrie bilatérale dans des œuvres d'art célèbres et s'adonner à des

activités liées à la symétrie, comme le dessin et l'identification de formes symétriques.

L'étude de la croissance et de l'évolution de la population : Les élèves peuvent examiner des données démographiques et explorer les concepts de croissance et d'évolution de la population dans différents pays européens au fil du temps. Ils peuvent analyser des graphiques et des tableaux, calculer des taux de croissance et participer à des activités liées à l'interprétation et à la représentation de données démographiques.

L'histoire des souverains européens et de leurs règnes : Les élèves peuvent explorer les chronologies des souverains européens et de leurs règnes, en étudiant la durée des différentes dynasties ou périodes. Ils peuvent s'entraîner à travailler avec des dates, à calculer la durée des règnes et à participer à des activités qui impliquent de séquencer et d'ordonner des événements historiques.

L'histoire des mathématiciens européens célèbres : Les élèves peuvent découvrir des mathématiciens européens influents au cours de l'histoire, tels que Pythagore, Euclide ou Isaac Newton. Ils peuvent explorer les contributions des mathématiciens et participer à des activités qui mettent en évidence les principes et les concepts développés par ces mathématiciens, tels que le théorème de Pythagore ou les preuves géométriques.

Voici 12 idées spécifiques pour appliquer les manipulations pendant les cours de mathématiques.

1. Forteresse médiévale Baba Vida, Bulgarie :

- Histoire et faits
- Réalisation d'un modèle réduit
- Concepts mathématiques – Figures géométriques



Figure 3 Source: 27.05.2023, <https://pixabay.com/da/photos/vidin-bulgarien-f%C3%A6stning-baba-vida-2710276/>

2. La grotte de Magura, Bulgarie:

- Histoire et faits
- Peintures rupestres
- Encyclopédie mathématique - Grottes en Bulgarie
- Concepts mathématiques - unités de temps, application d'algorithmes pour l'addition et la soustraction de nombres jusqu'à 1000, figures géométriques



Figure 4 Source: 17.05.2023, *Magura cave 019 - Магура* – Уикипедия (wikipedia.org)

3. La ville pirate d'Omisi, Croatie

- Histoire et faits
- Bateau pirate - projet
- Concepts mathématiques - unités de mesure - mesure de la longueur, figures géométriques planes, masse



Figure 5 Source: 27.05.2023, <https://pixabay.com/da/photos/mimice-omi%C5%A1-dalmatien-kroatien-hav-5002058/>

4. La vieille ville de Dubrovnik, Croatie

- Histoire et faits
- Modelage avec de la pâte à modeler - modèle (DIY)
- Concepts mathématiques - unités de mesure, comparaison de nombres, formes géométriques



Figure 6 Source: 27.05.2023, <https://pixabay.com/da/photos/kroatien-dubrovnik-503170/>

5. Le parlement européen, Belgique

- Histoire et faits – Union Européenne
- Le parlement européen
- "La Grand place" – Tissage de tapis
- Sculpture " cœur de l'Europe " - drapeaux nationaux
- Concepts mathématiques - formes géométriques, problèmes de mots, propriétés de multiplication



Figure 7 Source: 27.05.2023, <https://pixabay.com/da/photos/parlament-europ%C3%A6isk-strasbourg-1564430/>

6. Tour de l'horloge Elizabeth (Big Ben), Royaume-Uni

- Histoire et faits
- Tour de l'horloge - Projet de clocher
- Maths concepts - geometric shapes, units of time



Figure 8 Source: 27.05.2023, <https://unsplash.com/photos/MdJq0zFUwrw>

7. Trésors de Bulgarie

- Histoire et faits
- Trésor de Varna, Trésor de Thrace, Trésor de Panagyurishte, Trésor de Rogozen, Trésor de Valchitrun

- Concepts mathématiques - addition et soustraction de nombres jusqu'à 1000, figures géométriques, modélisation avec des expressions numériques



Figure 9 https://www.europeana.eu/bg/item/2021502/jspui_handle_pub_70

8. Rome antique, Italie

- Histoire et faits
- Aqueducs, assainissement et approvisionnement en eau dans la Rome antique
- Le mouvement de l'eau - travail avec les matériaux de récupération, conception
- Concepts mathématiques - unités de mesure, problèmes de vocabulaire, figures géométriques



Figure 10 Source: 27.05.2023, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Roma-parco_degli_acquedotti03.jpg

9. Louvre, France

- Histoire et faits
- Modèle pyramidal - les triangles de Pascal
- L'art à travers le regard de l'artiste - peinture, sculpture, gravure, etc.
- Concepts mathématiques - Addition et soustraction de nombres jusqu'à 1000, Multiplication de nombres jusqu'à 1000, Figures géométriques



Figure 11 Source: 27.05.2023, <https://pixabay.com/da/photos/lameller-paris-frankrig-arkitektur-1868203/>

10. La tour de Pise, Italie

- Histoire et faits
- Maquette d'une tour penchée - rouleaux de carton et mélange de plâtre
- Concepts mathématiques - unités de longueur et de masse, types d'angles, mesure d'angles, addition et soustraction sans passage



Figure 12 Source: 27.05.2023, <https://unsplash.com/photos/QL59SX34Mb8>

11. L'homme de Vitruve, Italie

- Histoire et faits
- Concepts mathématiques - moitiés, tiers, quarts, dixièmes, addition et soustraction jusqu'à 1000, multiplication et division de nombres jusqu'à 1000 par un nombre à un chiffre, comparaison de nombres, extraction d'informations à partir de différentes sources et représentation dans un tableau.

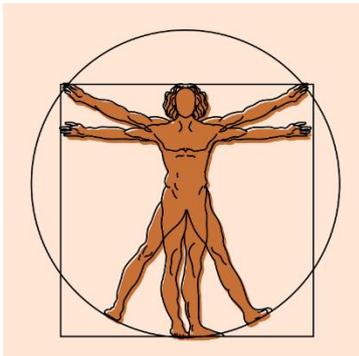


Figure 13 Source: 27.05.2023, <https://pixabay.com/da/vectors/vitruvianske-mand-human-da-vinci-7212326/>

12. La Grèce antique

- Histoire et faits
- Ligne du temps
- Acropole - Colonnes et vases de la Grèce antique
- Concepts mathématiques - dessin de triangles sur des sommets donnés, unités de mesure - siècle.



Figure 14 Source: 27.05.2023, <https://pixabay.com/da/photos/akropolis-athen-gr%C3%A6kenland-gammel-2725910/>

Quels concepts mathématiques peuvent être représentés par des faits tirés du patrimoine historique européen ?

Notre objectif est d'utiliser les mathématiques dans des projets STEAM pour parvenir à une compréhension plus complète du programme scolaire standard. À travers une variété de défis techniques, nous nous efforçons de parvenir à une compréhension plus large et plus profonde des connaissances mathématiques pour décrire des situations dans le monde environnant à l'aide d'un modèle mathématique et extraire des informations à partir d'une variété de sources.

Dans les premières années de l'enseignement des mathématiques, certains des concepts mathématiques suivants, qui sont liés à l'héritage historique européen, peuvent être représentés :

Systèmes de numération : Dans les premières classes, on étudie le système de numération décimal, qui trouve ses racines dans la culture indo-arabe et a été introduit en Europe par les savants arabes au Moyen-Âge.

Les chiffres romains : Le système numérique romain utilisé par la Rome antique fait partie du patrimoine historique européen. L'apprentissage des chiffres romains peut être utile pour développer des compétences en matière de manipulation numérique et de compréhension de la structure des nombres.

Géométrie : Les principes de base de la géométrie, notamment les formes, les lignes, les angles et la symétrie, peuvent être représentés à l'aide d'exemples

tirés de l'histoire de l'art et de l'architecture européenne. Par exemple, les élèves peuvent étudier les différentes formes que l'on trouve dans les bâtiments historiques, telles que le losange, le rectangle et le triangle, à différentes périodes de l'histoire.

Mesures et unités : Les différentes unités de mesure utilisées dans la vie quotidienne et dans le commerce sont liées à l'histoire européenne. Par exemple, le mètre et le kilogramme sont des unités métriques qui ont été normalisées en France au 18^e siècle.

Temps et calendrier : Les concepts de temps et de calendrier que nous étudions ont des racines dans l'histoire européenne. Par exemple, le calendrier grégorien, largement utilisé dans le monde aujourd'hui, a été introduit par le pape Grégoire XIII en 1582 et fait partie du patrimoine historique européen.

Ce ne sont là que quelques-uns des concepts mathématiques qui peuvent être associés au patrimoine historique européen et présentés dans les premières années de l'enseignement des mathématiques.

1. **Comment aborder les mathématiques et le patrimoine culturel ?**

Les mathématiques et l'histoire sont intégrées plutôt qu'enseignées comme des matières distinctes. Ils relient et appliquent les principes et les connaissances scientifiques à la technologie, à l'ingénierie, aux arts et aux mathématiques pour relever les défis auxquels nous sommes confrontés et résoudre les problèmes du monde réel par la création de produits, de prototypes et de modèles.

Les compétences mathématiques sont utilisées pour analyser, raisonner, argumenter, prouver et interpréter des solutions à des problèmes dans différents scénarios issus du patrimoine culturel historique de l'Europe. Un environnement est créé dans lequel l'élève est son propre professeur, explorateur, voyageur et où l'amour de l'apprentissage est encouragé.

L'approche traditionnelle consistant à enseigner des matières individuelles de manière isolée ne répond plus aux défis du monde, de la société et de l'environnement professionnel d'aujourd'hui, et il ne suffit plus d'enseigner aux élèves comment passer des examens dans différents domaines.

L'éducation STEAM offre une approche interdisciplinaire et globale de l'éducation qui prépare les élèves à la poursuite de leurs études et à leur future carrière. L'approche STEAM n'enseigne pas seulement aux élèves comment penser de manière critique, résoudre des problèmes et faire preuve de créativité, mais il les prépare également à travailler dans des domaines qui sont sur le point de se développer.

Dans un monde en constante évolution et de plus en plus complexe, il est plus important que jamais que les jeunes acquièrent les connaissances et les compétences en matière de résolution de problèmes qui leur permettront de donner un sens à l'information et de savoir comment recueillir et évaluer des preuves pour prendre des décisions.

Les principaux avantages d'un apprentissage STEAM de qualité dans les classes de mathématiques par la découverte du patrimoine culturel européen sont les suivants :

- L'apprentissage STEAM s'inspire du monde réel ;
- Les connaissances que les enfants apprennent sont enseignées d'une manière qui s'applique au monde dans lequel nous vivons ;
- Chaque activité STEAM est adaptable et créative ;
- Les enfants ayant des intérêts différents, lorsqu'ils sont placés dans le même groupe, peuvent travailler en équipe et s'associer de manière significative. Une bonne communication et un travail d'équipe font partie des principaux éléments que le modèle d'apprentissage innovant permet d'obtenir ;
- Tous les élèves ont la liberté de penser de manière créative et innovante ;
- L'exploration fait partie des méthodes d'enseignement ;

- Bien que les élèves fassent un certain nombre d'erreurs, ils ne sont pas punis. C'est l'un des aspects positifs, car les adolescents ne sont pas démotivés et apprennent à voir l'échec comme une opportunité d'apprentissage ;
- Les cours STEAM contribuent également à réduire le stress et la tension dans la salle de classe ;
- Sensibilisation aux liens entre la science et les sciences humaines.



Figure 15 <https://pixabay.com/da/photos/at-%C3%A4re-skole-f%C3%B8rskole-b%C3%B8mehave-3701963/>

Les mathématiques modernes sont devenues excessivement abstraites et extrêmement complexes, et il est peu probable que de vastes domaines deviennent un jour accessibles à tous. En réalité, dans la vie de tous les jours, chaque

personne, qu'elle s'en rende compte ou non, est plus ou moins un mathématicien. Chaque fois qu'un enfant juge quel beignet est le plus gros, qu'il divise une pizza en parts égales, qu'il compte sa monnaie ou même qu'il regarde l'horloge, il entre dans sa fonction de "mathématicien de tous les jours".

Les mathématiques sont une science qui étudie principalement, mais certainement pas exclusivement, les nombres, les formes et les modèles et régularités existants. Elles sont par nature une sorte d'étude de chaque aspect de la vie et de notre environnement, trouvent une application dans chacune de nos intentions et de nos actions, et fournissent un pont sûr par lequel nous pouvons atteindre toutes les autres doctrines.

Tout, sans exception, dans notre réalité physique actuelle, peut être exprimé par les mathématiques - la mosaïque de la Grèce antique, l'esquisse de l'homme de Vitruve, les trésors thraces de Bulgarie, et bien d'autres choses encore.

Les mathématiques et l'histoire sont très étroitement liées, et ce profondément. Le fait que les processus historiques se déroulent dans le temps conditionne la possibilité non seulement d'une application externe des

mathématiques, de la modélisation d'aspects et de phénomènes particuliers, mais aussi d'une compréhension mathématique de l'existence historique.

L'une des raisons de la relation tendue avec cette science réside dans le simple fait que sa maîtrise est un processus manifestement difficile et long. C'est précisément la raison pour laquelle les métamathématiques sont représentées à travers le patrimoine culturel historique. De cette manière, les élèves enrichissent leur compréhension générale des objets historiques et saisissent inconsciemment les concepts mathématiques.

Les enfants ont une curiosité innée pour le monde qui les entoure. C'est cette qualité qui est la meilleure stratégie que nous puissions utiliser pour les aider à développer une attitude positive envers les mathématiques et à communiquer avec elles.

L'une des raisons les plus importantes d'étudier l'histoire est que les mêmes erreurs du passé peuvent être répétées à de nombreuses reprises. Le rôle de l'histoire est d'exposer ces erreurs afin qu'elles ne soient pas répétées encore et encore. Elle nous aide à développer les compétences existentielles dont nous avons besoin pour être de bons citoyens consciencieux de notre pays et du monde.

Le lien entre l'histoire et les mathématiques permettra aux élèves de se familiariser avec les coutumes et les traditions culturelles, afin qu'ils puissent apprécier de manière adéquate les différences interculturelles et s'efforcer d'assurer un développement équitable de la société dans laquelle ils vivent.

L'étude de l'histoire permet de comprendre d'où nous venons, comment le passé nous a façonnés en tant qu'individus et comment il peut contribuer à façonner notre présent et notre avenir. Elle développe chez les élèves des qualités morales et éthiques supérieures. Cette science les aide à avoir une compréhension équilibrée du passé et du présent, et à avoir une idée claire et objective des moments où nos ancêtres ont fait le bien et le mal.

Les enfants sont beaucoup plus enthousiastes à l'idée d'apprendre de nouvelles choses lorsqu'elles sont liées au monde qu'ils connaissent - leurs activités quotidiennes, leur environnement et leurs centres d'intérêt. Cela vaut pour toutes les matières, y compris les mathématiques.

Les histoires peuvent être un outil utile pour enseigner les mathématiques à l'école primaire, en aidant les élèves à se familiariser avec les concepts mathématiques et à les relier à des exemples réels et à des histoires intéressantes. Voici quelques façons d'utiliser les histoires :

Contexte historique des nombres : Parlez aux élèves de l'évolution historique des nombres et du comptage. Par exemple, vous pouvez partager des faits intéressants sur des civilisations anciennes, telles que l'Égypte ancienne ou les Mayas, et sur la façon dont elles comptaient et utilisaient les nombres. Cela aidera les élèves à comprendre que les nombres sont importants et largement utilisés dans l'histoire.

Géométrie et architecture : Montrez aux élèves comment les principes géométriques ont été utilisés dans les structures architecturales historiques telles que les pyramides, les jardins de Versailles ou les pagodes chinoises. Examinez des images ou des modèles et discutez des formes, des symétries et des proportions utilisées. Cela aidera les élèves à relier les concepts géométriques à des objets réels et à mieux les comprendre.

Personnages historiques et mathématiques : Parlez aux élèves de mathématiciens ou de scientifiques célèbres qui ont marqué l'histoire. Par exemple, vous pouvez parler de Pythagore et de son théorème, d'Archimède et de ses découvertes mathématiques, ou d'Euclide et de ses *Éléments*. Parlez-leur des contributions importantes aux mathématiques et de la manière dont elles ont été utilisées dans un contexte historique

Problèmes et problèmes basés sur des scénarios historiques : Créez des problèmes et des problèmes basés sur des scénarios historiques qui nécessitent une réflexion mathématique. Par exemple, vous pouvez poser un problème lié au comptage des objets dans le complexe pyramidal égyptien

ou au calcul des proportions dans la construction des structures architecturales anciennes. Cela aidera les élèves à appliquer les concepts mathématiques à des situations réelles et à comprendre leur utilisation pratique.

Matériel visuel et jeux : utilisez du matériel visuel tel que des illustrations, des images ou des animations qui reflètent les aspects historiques des mathématiques. Créez des jeux et des activités amusantes qui s'inspirent de périodes historiques et font appel à des compétences mathématiques. Les élèves seront ainsi captivés et motivés pour s'amuser tout en apprenant les mathématiques.

- En représentant, modélisant ou fabriquant une maquette d'une forteresse médiévale, ils mettront en pratique et appliqueront leurs connaissances des formes géométriques et de la détermination de la circonférence.
- En mesurant les quantités de matériaux et en les mélangeant proportionnellement, ils découvriront le secret de la tour penchée et mettront en pratique leurs connaissances sur la mesure des angles.
- Ils découvriront la circonférence et les proportions correctes dans le croquis de l'homme de Léonard de Vinci.
- Les fabuleuses histoires sur la création de monuments historiques amèneront les élèves à résoudre facilement des problèmes mathématiques.

En utilisant l'histoire dans l'enseignement des mathématiques à l'école primaire, vous pouvez introduire de la variété et de l'intérêt dans le sujet et aider les élèves à relier les concepts mathématiques au contexte historique et aux applications du monde réel. Ils appliqueront les connaissances mathématiques qu'ils ont acquises dans le cadre d'activités pratiques. Ainsi, les élèves apprendront comment quelqu'un a pu conquérir le monde entier et mettront en pratique leurs connaissances mathématiques en mathématisant l'histoire.

Les jeunes enfants ont l'habitude d'éviter de développer de nouvelles idées, car ils sont habitués à prendre des risques. Les adolescents, garçons et filles, doivent savoir que toute nouvelle entreprise comporte des risques, mais cela ne doit pas les effrayer mais les motiver.

S'ils échouent dans un projet STEAM, ils doivent recommencer. Il est important de commenter toutes les situations pour éviter de répéter les erreurs. Les élèves tirent profit de toutes les expériences.

2. L'héritage culturel européen à travers STEAM à l'école primaire

Pourquoi est-il important de le faire dans les écoles primaires, qui constituent notre groupe cible ?

L'un des principaux défis de l'éducation moderne est de susciter le désir d'apprendre. La quantité toujours croissante d'informations que les enfants doivent absorber met le système éducatif et les enfants sous pression avec une quantité de travail écrasante qui les démotive pour l'apprentissage futur. Pourtant, ce mouvement ne produit pas les résultats nécessaires en termes de connaissances et de compétences, principalement parce que l'information n'est pas la connaissance.

Les enfants ont besoin d'apprendre de manière indépendante à l'école et en dehors de l'école, en classe et en dehors de la classe. Combiner différents sujets en un seul pour résoudre un problème est à la fois économique et très motivant. Le développement de la créativité crée une motivation durable pour l'apprentissage tout au long de la vie.

La créativité dans le cadre du programme "STEAM" permet de réaliser l'unité des connaissances et d'appliquer une approche interdisciplinaire. Cela permet non seulement d'économiser du temps et des efforts d'apprentissage, mais aussi de créer des connaissances meilleures et plus approfondies, car les élèves créent un modèle cohérent de connaissances qu'ils acquièrent (par le biais de connexions interdisciplinaires).

Les enfants apprennent en jouant dès leur plus jeune âge. Les jeux développent de nombreuses compétences chez les enfants, par exemple le travail d'équipe, la responsabilité civique, la compétence émotionnelle, la pensée créative et stratégique.

La nature et le type d'activités liées aux compétences clés dans le programme d'études suggèrent l'idée de leur mise en œuvre par l'application de l'approche STEAM dans l'enseignement primaire. Travailler dans un système unifié de matières et de technologies étudiées conduit à la création d'habitudes hybrides, dont les plus importantes reposent sur la coopération, la créativité, la communication et l'esprit critique.

Les élèves appliquent et donnent un sens à ce qu'ils apprennent de manière pratique. La création d'une vision commune du contenu étudié dans les différentes disciplines permet de les intégrer dans un objectif global qui implique la formation de compétences clés dans un environnement pratique réel.

La forte interdisciplinarité est l'étude simultanée des mathématiques et des sciences naturelles, sociales et humaines, avec toutes leurs interrelations et leur applicabilité pratique. Elle contribue à une réflexion à plusieurs niveaux et à la formation de la personnalité, ainsi qu'à l'intégration des connaissances dans toutes les sciences - économiques, sociales, naturelles, culturelles, de l'ingénieur, etc.

La création de produits axés sur des projets, de modèles de sites historiques, de bâtiments, de systèmes écologiques, etc. sera liée à l'acquisition et à l'application par les étudiants de compétences dans les différentes matières étudiées, réunies dans un apprentissage intégratif.

La pensée mathématique peut également être développée par le jeu. Ainsi, les enfants ont la possibilité d'explorer les principes mathématiques d'une manière amusante et significative, et l'acquisition de nouvelles connaissances et compétences est imperceptible.

Pour changer les attitudes à l'égard des mathématiques, il faut développer la créativité des enfants, capter leur attention, rendre l'apprentissage amusant et relier le matériel d'apprentissage à des objets historiques réels. Le résultat est plus qu'encourageant : des enfants inspirés, très curieux et désireux d'acquérir des connaissances

S'appuyer sur les points forts des élèves et développer leurs points faibles les aide à prendre conscience de leur situation et de ce dont ils ont besoin pour progresser.

En mathématiques, les erreurs sont perçues par les élèves comme l'équivalent d'une mauvaise note, d'un échec aux examens ou d'une punition imminente. Or, dans la vie réelle, ce sont les erreurs qui permettent d'acquérir de l'expérience. Il est important de commettre des erreurs et de leur donner un sens pour mieux comprendre les processus. Par conséquent, vous pouvez transformer les échecs des élèves en occasions de leur montrer la valeur de ces échecs en organisant une discussion constructive qui leur permettra d'arriver aux conclusions que vous souhaitez. Pour faire face à la peur des élèves face aux tests de mathématiques, il est important de leur expliquer qu'il est normal de perdre le fil, de se tromper, d'essayer à nouveau, de se tromper encore, et finalement de réussir.

Les élèves doivent être encouragés à relever des défis - des problèmes difficiles, des projets ou des modèles qui nécessitent beaucoup de connaissances, de temps, d'efforts ou de créativité.

Grâce à cette méthode d'apprentissage innovante, jeunes et moins jeunes apprennent à accepter l'échec, à penser de manière logique et créative et, surtout, à ne pas abandonner. Ils travaillent avec passion et envie - la bonne formule pour atteindre l'objectif et réussir.

Pourquoi les STEAM sont-ils importants pour les jeunes enfants ?

Les STEM sont importants pour les carrières du 21^e siècle. En Amérique du Nord, par exemple, les carrières STEM se développent plus rapidement que

toute autre profession. Ces carrières s'accompagnent généralement de revenus supérieurs à la moyenne et jouent un rôle important dans le soutien de l'économie. La science et la technologie sont devenues très courantes dans de nombreuses professions et dans de nombreuses nouvelles carrières. Les compétences les plus importantes sont la capacité à acquérir rapidement de nouvelles connaissances et à innover.

Les STEM sont amusants. Au lieu de mémoriser des faits ou de suivre un cours magistral, les enfants peuvent jouer tout en apprenant. De nombreux éducateurs pensent que le jeu équivaut à l'apprentissage, et les compétences en matière de STEM peuvent être facilement développées par le biais d'activités amusantes et attrayantes.

L'utilisation précoce des STEM accroît la passion pour l'apprentissage. Lorsque nous exposons les jeunes enfants aux idées des STEM, nous créons les bases d'une passion et d'un intérêt futurs pour ces concepts, ce qui peut conduire à un apprentissage continu et même à des carrières fructueuses dans des domaines connexes.

Chapter 4 : Applying STEAM learning through pedagogical manipulation

Après avoir fait un état des lieux de l'enseignement des mathématiques en Belgique, Croatie et Bulgarie, abordé le challenge des sujets STEAM et expliqué comment y intégrer l'histoire et le patrimoine culturel européen, le prochain chapitre abordera l'utilisation de manipulations dans le cadre des cours de STEAM.

L'utilisation de manipulation est souvent recommandée comme un moyen efficace d'enseigner les mathématiques mais qu'entendons-nous exactement par le terme « manipulation », quels sont les avantages, comment faut-il les intégrer dans nos cours de STEAM, les manipulations sont-elles toujours pertinentes pour l'apprentissage ? De nombreuses questions légitimes auxquelles ce chapitre va tenter de répondre.

1. Manipulation - Définition et bref historique

Les manipulations peuvent revêtir plusieurs formes et sont définies de plusieurs manières (Boggan, Harper & Whitmire, 2010). La base commune de la définition est la suivante : « objets physiques utilisés comme outils pédagogiques pour engager les élèves dans l'apprentissage pratique des mathématiques » (Using manipulatives cited in Boggan, Harper & Whitmire, 2010).

Les différentes définitions sont ensuite enrichies par les différents avantages que la recherche lui prête. Belenky et all. (2009, p2) ajoutent que « Le matériel de manipulation est censé aider l'élève à concrétiser ses connaissances en exprimant des concepts et en réalisant des étapes de résolution de problèmes à l'aide de cet objet ». Lewis (2012, p. 1 cited in Cockett, & Kilgour, 2015) affirme que « Les objets de manipulation fournissent des modèles visibles qui aident les élèves à résoudre des problèmes et à développer des concepts" (Lewis, 2012, p. 1 cited in Cockett, & Kilgour, 2015). »

Depuis le début de la civilisation, beaucoup de pays et de cultures ont utilisé des objets pour résoudre des problèmes mathématiques de la vie de tous les jours. Au début, le matériel était simple et était simplement constitué de tablette d'argile, de sable dans lequel ils écrivaient avec leurs doigts (Boggan, Harper & Whitmire, 2010).

Les besoins des différents peuples ont ensuite évolué, tout comme le matériel qu'ils utilisaient. On voit dès lors apparaître le Quipu Incas ou encore le boulier (Boggan, Harper & Whitmire, 2010).

Ce n'est qu'à la fin des années 1800 que les premiers outils de manipulation ont été inventés. Ils ont donné des résultats prometteurs pour tous les styles d'apprentissage et couvraient une grande variété de concepts mathématiques. Deux grands pédagogues ont principalement travaillé avec ces outils : on peut citer Maria Montessori et Friedrich Froebel (Boggan, Harper & Whitmire, 2010).

Les manipulations sont encore très largement utilisées aujourd'hui dans le monde, celle-ci ont évoluées sont plus complexes et complètes et peuvent également être virtuelles. De nombreuses recherches sont menées sur leurs avantages et leurs limites (D'Angelo & Iliev, 2012).

Selon leur essence même, les mathématiques sont des notions abstraites. Dès lors, quels sont les avantages à les inclure dans les sciences expérimentales ? (GRACOM, 2021).

Les avantages des manipulations sont nombreux et découlent tout d'abord des théories cognitiviste et de nos connaissances modernes du développement humain (Mc Neil & Jarvin cited in Carbonneau et al., 2016).

Des manipulations qui prennent leur source dans les théories du développement et dans le constructivisme :

Quelques grands pédagogues spécialistes des théories du développement comme Montessori (1964), Bruner (1964) et encore Piaget (1962) s'accordent sur le fait que l'utilisation de manipulations permet de soutenir le développement du raisonnement abstrait (Carbonneau et al., 2016). Dès lors, de nombreuses recherches ont montré que les enfants qui n'ont pas encore atteint le stade de la représentation abstraite seront ceux qui vont le plus bénéficier de l'utilisation de manipulations (Fennema; Resnick & Omanson cited in Carbonneau et al., 2016). Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les jeunes enfants ont davantage besoin d'interaction physique pour construire du sens (Bruner; Piaget & Coltman cited in Carbonneau et al., 2016). Shaw (cited in Cockett, & Kilgour, 2015) affirme également que lorsque les élèves déplacent physiquement le matériel de manipulation pour montrer les différentes relations, leur sens du toucher est activement sollicité ce qui facilite leur compréhension.

Piaget a identifié quatre stades primaires de développement : sensorimoteur, préopérateur, opérationnel concret et opérationnel formel (Ojose, 2008). C'est dans les stades préopérateur et opérationnel concret que les manipulations seront les plus pertinentes pour l'apprentissage. En effet, le

stade préopératoire se caractérise par une augmentation des capacités linguistiques (avec des généralisations excessives), une pensée symbolique, une perspective égocentrique et une logique limitée. Dès lors, les manipulations concrètes ainsi que la verbalisation peuvent aider les enseignants à comprendre les chemins de pensée des élèves. Selon Burns & Silbey (cited in Ojose, 2008), les manipulations concrètes sont un très bon moyen de favoriser le développement du stade opérationnel concret. Ces manipulations permettent en effet de rendre des concepts abstraits plus concrets ce qui permet la résolution de problèmes. Le challenge de l'enseignant résulte dans le fait de créer des liens entre la manipulation et le concept en lui-même (Burns & Silbey cited in Ojose, 2008).

Les enseignants qui intègrent des manipulations dans leurs cours, créent des classes basées sur le constructivisme (D'Angelo & Iliev, 2012). Cette théorie place les élèves au centre des apprentissages qu'ils construisent grâce aux interactions qu'ils ont avec l'environnement (matériel et social). Dans les classes de mathématiques fondées sur le constructivisme, les élèves doivent être actifs de leurs apprentissages. Dans cette pédagogie, l'enseignant doit soigneusement organiser l'apprentissage et le matériel pour tenter d'atteindre la zone proximale de développement des élèves. Cette zone de développement proximal, définie par Vygotsky comme "les fonctions qui n'ont pas encore atteint leur maturité mais qui sont en cours de maturation » (cité par D'Angelo & Iliev, 2012, p. 4). Cette zone peut être atteinte par la présentation de manipulations puisque les apprenants vont devoir faire le lien entre leurs précédentes et nouvelles expériences.

Des manipulations pour donner du sens aux apprentissages :

Un autre avantage des manipulations est celui de faciliter les liens entre les notions abstraites mathématiques et la vie de tous les jours (Brown et al. Cited in Carbonneau et al., 2016; Brown, Collins, & Duguid in Belenky et al., 2009; Hawkins, Boggan, Harper and Whitmire cited in Cockett, & Kilgour, 2015). D'autres recherches appuient cette constatation puisqu'il a été démontré

que lorsqu'un élève n'a pas ou peu de connaissance préalable sur un sujet, le fait de présenter un objet concret connu, peut aider l'élève à créer des schémas de pensée pertinent (Tindall-Ford & Sweller cited in Carbonneau et al., 2016). La recherche de Stein et Bavolino (cité par Cockett, & Kilgour, 2015) est arrivée à la même conclusion : en fournissant du matériel de manipulation, les enseignants créent une expérience qui a plus de sens pour les élèves. En effet, en leur offrant une forme concrète, ils peuvent percevoir l'utilité de la notion mathématique dans la vie de tous les jours. La perception du sens de l'activité a également comme effet d'augmenter la motivation des apprenants (Cordova & Lepper, Schraw, Flowerday, & Lehman cited in Belenky et al., 2009).

Des manipulations pour engager et motiver les apprenants :

Un autre avantage des manipulations qui découle du précédent est celui de permettre un plus grand engagement de la part des élèves et de leur permettre d'être plus concentrée sur la tâche (Florence, 2012 cited in Cockett, & Kilgour, 2015). En effet, le fait de présenter aux apprenants une tâche dont ils comprennent l'utilité et dans laquelle ils sont actifs, va leur permettre d'être plus engagés, motivés et concentrés (Swirling, Moyer, cited in Cockett, & Kilgour, 2015). Xie, Antle et Motamedi (cited in Cockett, & Kilgour, 2015) vont plus loin dans leur recherche entre l'utilisation de manipulation et le processus d'apprentissage puisqu'ils ont établi un lien entre le plaisir et l'engagement. Shaw (cited in Cockett, & Kilgour, 2015) suggère également que l'utilisation de manipulation peut aider les élèves à leur donner plus d'assurance puisqu'elles leur permettent de résoudre des tâches mathématiques difficiles.

Des manipulations pour mémoriser les notions :

Les manipulations permettent également de présenter plusieurs moyens de représentation et par conséquent permet une meilleure récupération des informations stockées (Sweller, Merrienboer, & Paas cited in Belenky et al., 2009) puisque l'encodage a pu se faire par le biais de deux canaux ; le canal

verbal et le canal non-verbal (le canal moteur) (Clark & Paivio cited in Carbonneau et al., 2016). Dès lors, un élève qui aura appris un concept grâce à des manipulations, lorsqu'il devra récupérer l'information en mémoire aura accès à deux types d'information. La réussite de la récupération d'un type d'information (verbale) permettra la récupération de l'autre type d'information (non-verbale) et donc se traduira par de meilleures performances en matière de résultats d'apprentissage (Marley & Levin cited in Carbonneau et al., 2016).

Des manipulations pour rencontrer les besoins de tous les apprenants :

Les manipulations sont des moyens utiles pour rencontrer les différents styles d'apprentissage des apprenants. En effet, elles sont particulièrement appropriées pour les élèves qui ont principalement un style d'apprentissage visuel et/ou kinesthésique (Sundstorm cited in Cockett, & Kilgour, 2015). Cependant, les manipulations ne sont pas utiles que pour ces élèves. En effet, comme expliqué dans le paragraphe précédent, la présentation de différent mode de représentation mathématique a des avantages sur la mémorisation et ce, pour tous les apprenants.

Les recherches ont également montré que manipulations sont recommandées pour les élèves qui ont de faibles résultats ou qui sont en difficulté d'apprentissage (Boggan, Harper & Whitmire cited in Cockett, & Kilgour, 2015).

Un autre avantage des manipulations qui n'a pas encore été mentionné dans ce chapitre, est celui de l'interaction avec ses pairs. En effet, l'immersion dans une manipulation va permettre de créer de l'interaction entre élèves, ils vont échanger leurs points de vue, écouter les différentes perceptions ce qui va leur permettre de construire leur apprentissage (D'Angelo & Iliev, 2012). Selon une recherche menée par Moyer (cited in D'Angelo & Iliev, 2012), la discussion fait partie de l'utilisation de la manipulation et est considérée comme un élément important pour l'efficacité de la manipulation.

2. Conditions de mise en place

Bien que les manipulations soient souvent recommandées comme stratégies d'enseignement efficaces, la littérature n'est pas unanime quant à ses effets positifs sur l'apprentissage. Dès lors, il semblerait que d'autres facteurs influencent l'efficacité des manipulations comme le niveau de guidance apporté par l'enseignant, l'âge des apprenants, le type de manipulation ou encore l'environnement d'apprentissage en lui-même (Carbonneau et al., 2016).

Smith (cited in Cockett, & Kilgour, 2015, p. 4) déclare : "Il y a probablement autant de mauvaises façons d'enseigner avec du matériel de manipulation qu'il y en a sans".

Dès lors, il semble important d'aborder les conditions de mise en application des manipulations afin que celles-ci soient les plus pertinentes et efficaces possibles.

De nombreuses recherches ont été menées concernant le niveau d'accompagnement que l'enseignant doit apporter aux élèves pendant des manipulations. Le terme "accompagnement" peut désigner plusieurs types de formats d'enseignement. Il peut désigner les interactions entre l'élève et l'enseignant au cours du processus d'apprentissage (Terwel et al. 2009, Mayer cited in Horran & Carr, 2019), il peut également désigner l'étayage apporté par l'enseignant en donnant des exemples concrets ou encore en ordonnant pertinemment les défis rencontrés (Baroody et al. 2015, Chen, Kalyuga, & Sweller cited in Horran & Carr, 2019). L'accompagnement désigne ici les interactions entre l'élève et l'enseignant (réponse aux questions des élèves, feedback, questions d'orientation).

Une récente synthèse de la littérature sur le sujet suggère qu'un accompagnement moyen permet d'avoir de meilleur résultat sur la rétention des informations qu'une découverte sans accompagnement (Alfieri, Brooks, Aldrich, & Tenenbaum cited in Carbonneau et al., 2016). En effet, il ne suffit pas de donner le matériel aux élèves pour que ceux-ci soient actifs. Le fait

d'être actif de son apprentissage a plusieurs avantages. Cela facilite l'apprentissage par la pratique (Anzai & Simon cited in Belenky et al., 2009) et accroît l'attention et l'engagement (Chi cited in Belenky et al., 2009). Afin que les élèves soient réellement actifs et s'engagent dans des processus d'apprentissage approfondi, l'enseignant peut apporter son étayage en posant des questions de métacognition (Chi, Graesser & Black cited in Belenky et al., 2009). Ces questions de métacognition vont aider les élèves à réfléchir sur les différents aspects du matériel proposé et à trouver des solutions au problème rencontré (Schoenfeld cited in Belenky et al., 2009).

Cependant, une autre recherche complète cette conclusion en ajoutant qu'il ne faut pas apporter trop de guidance au risque de créer des apprentissages non transposables dans d'autres contextes (Martin cited in Carbonneau et al., 2016).

Toutefois, l'étude de Horran & Carr réalisé en 2019, conclut en affirmant que le niveau d'accompagnement a apporté va dépendre de l'objectif d'apprentissage et du public rencontré. En effet, un haut niveau d'accompagnement permettrait une meilleure rétention des informations tandis qu'un niveau bas d'accompagnement permettrait un transfert plus efficace des enseignements (Carbonneau, Marley, and Selig cited in Horran & Carr, 2019).

L'étayage apporté par l'enseignant n'est pas le seul facteur à influencé l'efficacité des manipulations sur l'apprentissage, le matériel utilisé joue aussi un rôle très important (Belenky et al., 2009).

Si la vraisemblance du matériel peut constituer un avantage (permet aux élèves de contextualiser l'apprentissage), celle-ci peut également être un inconvénient. En effet, un matériel et une situation trop réaliste peut rendre le transfert des apprentissage plus compliqué (Goldstone & Sakamoto, Son & Goldstone, cited in Belenky et al., 2009). De plus, un matériel trop détaillé ou avec trop d'éléments superflus peut distraire les élèves des caractéristiques essentielles Harp & Mayer, Son & Goldstone cited in Belenky et al., 2009).

Thierry Dias dans son livre « Manipuler et expérimenter en mathématiques » (cited in Gracom, 2021), détaille 4 phases pour mettre en place des manipulations de manière pertinente et efficace pour les apprentissages.

Phase 1

La première phase consiste à laisser du temps aux élèves pour qu'ils puissent appréhender librement le matériel. Cette phase est constituée d'observation, de manipulation et d'expérimentation.

Phase 2

La deuxième étape est une phase de verbalisation où les élèves expliquent ce qu'ils ont fait et observé à l'étape précédente. À ce stade, toutes les réflexions sont acceptées et l'enseignant assure un cadre bienveillant et peut relancer la discussion par des questions si nécessaire.

Phase 3

Cette phase implique la réalisation d'un tri dans les démarches ou explications formulées auparavant. Cette phase va susciter des débats, de l'argumentation et une validation. Le rôle de l'enseignant est d'animer le débat et recentrant le discours si nécessaire.

Phase 4

La dernière étape va permettre d'institutionnaliser les concepts découverts. Elle a pour objectif de fournir une trace officielle des apprentissages découverts à tous les élèves.

Dias conclut en émettant trois recommandations pour que la réalisation de manipulations permette aux élèves d'atteindre l'abstraction.

La manipulation doit :

- Faire émerger un questionnement ;
- Créer une contrainte = la manipulation devient le seul moyen de résoudre le problème ;

- Être envisagée dans une séquence complète qui se termine par une verbalisation des notions mathématiques apprises.

Le prochain point aborde des exemples de bonnes pratiques. Ce point est utile afin d'apporter des exemples concrets de mises en pratique de manipulations pédagogiques pour aborder les STEAM à travers l'histoire.

3. Good practices

On trouve des exemples de manipulations d'enseignement des STEAM dans d'autres projets Erasmus +, tels que le projet STEAM builders, mais aussi dans le service scolaire des musées. Certains musées proposent des manipulations pour mieux comprendre leur contenu, mais il y a aussi les musées des mathématiques qui deviennent de plus en plus populaires. Certains proposent des manipulations simples pour le niveau primaire, et d'autres vont même jusqu'au niveau de l'enseignement supérieur en proposant des manipulations pour comprendre les statistiques.

Le projet STEAM Builders :

Le projet STEAM Builders est un projet Erasmus+ qui promeut une approche pratique et non formelle des STEAM en recréant des manipulations historiques pour stimuler l'intérêt des 10-15 ans pour le STEAM.

Comme prévu dans notre projet STEAM in Times, des plans de manipulations ont été créés ainsi que du matériel pédagogique pour exploiter ces manipulations.

Cas n°1 : La création d'un Sextant

Durant l'année scolaire 2020-2021, 42 élèves d'une école secondaire en Grèce ont testé la manipulation sur la création d'un Sextant.

La séquence pédagogique a duré au total 3 heures.

Le plan concernait la création du sextant, et la séquence pédagogique comprenait l'utilisation du sextant pour mesurer la hauteur de leur école.

En utilisant une approche d'apprentissage par la pratique, les élèves ont

- ont fabriqué le sextant à l'aide du plan ;
- ont appris, avec l'aide de l'enseignant, à connaître Thalès et son théorème sur les triangles semblables ;
- ont étudié Xenagoras (2e siècle av. J.-C.) qui a basé ses recherches sur les théorèmes de Thalès, a calculé la hauteur du sommet du mont grec de l'Olympe occidental, appelé Flambouros, qui est le plus haut sommet du monde.
- et enfin, ils ont mesuré la hauteur de leur école en groupe en faisant les en faisant les calculs nécessaires.

Après l'activité, les élèves ont dû répondre à un questionnaire pour connaître leur avis concernant la séquence qu'ils venaient de vivre. Il ressort de ce questionnaire qu'ils ont tous beaucoup apprécié cette apprentissage grâce aux manipulations.

Ce premier exemple constitue une démonstration de l'intégration réussie des sujets STEAM grâce à des manipulations à l'école secondaire.

Un second exemple provenant du projet STEAM builders est la création de vitraux.

Cas n°2 : Dessiner une rosace à la manière d'un vitrail

L'un des partenaires du projet a proposé des workshops à travers la ville afin de montrer qu'il est possible de se servir de son patrimoine local pour l'apprentissage des STEAM.

L'un des workshop consistait à se balader dans les rues de la ville pour admirer l'église gothique du 14ème siècle de Notre Dame de l'Assomption se trouvant à Beaumont de Lomagne en France. Les médiateurs attirent l'attention des enfants sur l'un des vitraux de la façade extérieure. Ils entrent ensuite dans le bâtiment pour observer plus en détail.

Le médiateur explique ensuite aux enfants comment se déroule la fabrication d'un vitrail : le choix du modèle et la réalisation du modèle sont les premières

étapes. Ensuite, le maître verrier représente le dessin, les couleurs, les maillons de plomb et le métal le tout en grandeur nature. Le verre est taillé au diamant, chaque pièce est peinte avec de la peinture pour verre et cuite. et cuite. Toutes les pièces sont assemblées et jointes avec du plomb. Le toit en verre ainsi obtenu est ensuite fixée à l'aide d'une armature métallique.

La visite se termine, et le groupe rentre au centre pour créer leur propre rosace. A l'aide des différents outils mis à leur disposition - compas, règles, rapporteurs - les enfants sont invités à devenir à leur tour des créateurs, Mêlant symétrie et géométrie, ils reproduisent le modèle proposé par l'animateur : l'église et son vitrail prennent vie. Il ne reste plus qu'à le transférer sur papier transparent et de l'illuminer à la manière d'un maître verrier.

Grâce à cet atelier, les enfants ont la possibilité, à travers un patrimoine, une technique ancestrale, un art, et de jouer à l'artiste à leur tour, de devenir un maître verrier !

Les musées des mathématiques :

Les musées en général apporte de nombreux bénéfices à être intégrer dans une séquence d'apprentissage. Les musées des mathématiques sont d'autant plus intéressants dans notre projet, qu'ils proposent très souvent des manipulations pour comprendre des sujets liés aux mathématiques et aux STEAM.

Cas N°1 : Kaleidi – Belgique

Kaleidi est une ASBL qui vise à augmenter les connaissances en mathématiques et en numérique en développant par tous les moyens la passion et l'enthousiasme pour les mathématiques et le numérique.

L'association propose des expositions mathématiques sur différents sujets, se déplace dans les écoles et propose également des formations aux enseignants.

L'expo Math de Kaleidi permet d'aborder la notion de pavage, et de transformation du plan grâce à un puzzle fait de kangourou, de comprendre

la notion de probabilités grâce à des lancés de dés ou encore de comprendre comment Archimède à découvert l'aire d'un disque.

Cas n°2 : Mathematikum – Allemagne

Le Mathematikum de Giessen est le premier centre de sciences mathématiques au monde.

Le musée propose plus de 170 expositions pour les visiteurs de tous âges et de tous niveaux d'éducation. À travers ces expositions il est possible de devenir un vieux maître d'œuvre et créez une arche à la fois délicate et extrêmement robuste, d'essayer de reconstruire le pont de Léonard de Vinci en créant un pont solide sans clous, colle ou autres outils.

En conclusion, ce chapitre nous a éclairé sur les nombreux avantages des manipulations pour l'apprentissage comme le fait de donner du sens aux apprentissages, d'accéder à une meilleure mémorisation, d'augmenter la motivation et l'engagement et encore de rencontrer tous les styles d'apprentissage. Des pistes pour une mise en place efficaces des manipulations ont également été avancées pour finir avec des exemples de bonnes pratiques.

Chapitre 5 : Activités du projet

1. Préparation préliminaire, description et structure des dessins, du matériel, des exercices et des projets en 3D inclus dans les cours STEAM

1. Forteresse médiévale Baba Vida, Bulgarie:

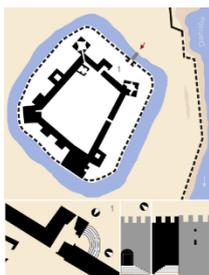
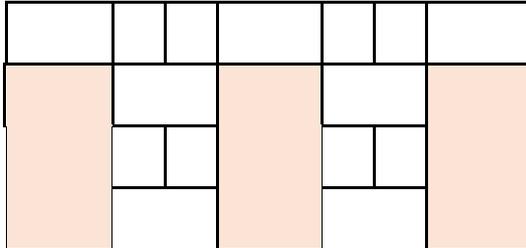


Figure 16 Source 23.05.2023, Baba Vida - Баба Вида – Уикипедия (wikipedia.org)

- Observation et analyse de la forteresse médiévale "Baba Vida".
- Discussion sur l'ensemble et les parties de l'ensemble.
- Dessin dans une grille carrée, préparation des matériaux nécessaires et réalisation d'un projet en 3D.



(L'idée est adaptée de la page 49 de la présentation : Source 23.05.2023, <https://shorturl.at/ayzM5>)

- Réalisation d'une maquette d'une habitation médiévale

Example: [Video spell - workshop " Kak that you are i do model on prehistoric housing " . - YouTube](#)

2. La cite pirate d'Omis, Croatie :

- Histoire de la ville des pirates - introduction aux éléments caractéristiques
- Discuter des options et générer des idées pour la création d'un navire



Figure 17 Source 23.05.2023, TO MAKE MYSELF SAL! • Moe mentally bebe (umnobebe.com) (Let's make a raft! My smart baby)

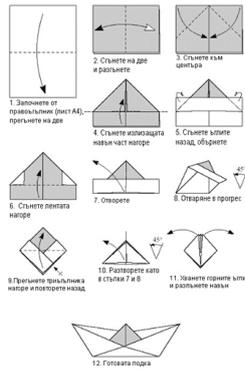


Figure 18 Source 23.05.2023, <https://az-deteto.bg/kak-da-si-napravim-lodka/9635/view.html> (Comment fabriquer un bateau)

- Établir et tester la stabilité de la structure avec des objets de poids et de tailles différents.

Voici un exemple: http://krokotak.com/2012/06/lodka-ot-korkovi-tapi-ili-domashno-prigotvena-morska-bura/?fbclid=IwAR1AfeTfCXQCZauOtVN9s4UARZsO4-6_NgS672hlzpB8XchsMM2k2VoSHRc



Figure 19 Source: archive personnel

3. La Tour de Pise, Italie :

- Introduction à l'histoire de la création de la Tour
- Réalisation d'une maquette à partir de rouleaux de carton et mesure de l'angle d'inclinaison



Figure 20 Source 05/23/2023, Pinterest

- Préparation et coulage du mélange de gypse dans le modèle fini



Figure 21 Source 23.05.2023, krokotak | *TEBESHIRI FOR RIVANAN - make you are sam (krokotak.com) – (krokotak | Tutoriel - do it yourself)*

- Créer des craies et mettre en pratique les connaissances sur les angles et les types d'angles



Figure 22 <https://pixabay.com/da/photos/gadekridt-street-art-kinderbild-625217/>

4. Grotte de Magura, Bulgarie :

- Histoire et faits - Les messages secrets de l'Antiquité dans la grotte de Magura- History and facts



Figure 23 https://en.wikibooks.org/wiki/The_cave_painting_in_Magura_Cave

- Comparer des unités de mesure, extraire des informations d'un texte et les structurer dans un tableau
- Dessins de grottes - dessin au fusain



Figure 24 Source 23.05.2023, CavemanDingbatsTwo.gif (864×576) (identifont.com)

Fabrication d'outils préhistoriques

[Prehistorians with ki blades - YouTube \(Prehistoric tools - The video Shoo in Bulgarian , thigh contains mostly images and can be used in training in other languages \).](#)



Figure 25 Source 23.05.2023, Big Stone Ax - Official Scum Wiki (fandom.com)

5. La Grèce antique, Grèce :

- Histoire et faits - Architecture de l'Acropole
<https://www.youtube.com/watch?v=ulAxMLJ7O7M> (Visite virtuelle dans l'Athènes antique (5e siècle avant J.-C.) - Reconstruction 3D)
- Ligne du temps - Siècle
- Mosaïque grecque antique - (cabinet.bg) (Ecole virtuelle cabinet pour les mathématiques - en bulgare)
- Image miroir - symétrie - modèle de chaussée avec des matériaux naturels-



Figure 26 Source 23.05.2023, (103) Pinterest

- Créer une colonne mathématique avec des tâches



Figure 27 Source 23.05.2023, (103) Pinterest

Processus de réalisation: [Cup Equations Math Activity for Kids - YouTube](#)

6. Trésors de Bulgarie

- Histoire et faits - [Secrets at a on Bulgaria - YouTube](#) (Clip vidéo avec sous-titres en anglais)

Varna Treasure, Thracian Treasure, Panagyur ishte Treasure, Rogozen Treasure, Valchitrun Treasure

Trésor de Varna, trésor thrace, trésor de Panagyur ishte, trésor de Rogozen, trésor de Valchitrun

- Fabrication d'une figurine en pâte à sel

Voici la recette de la pâte à sel :

1 tasse de farine, 1/2 tasse de sel, 1 cuillère à soupe d'huile d'olive, 1/2 tasse d'eau.

Cuire/sécher à four doux ou au micro-ondes. Colorez-les après qu'ils aient refroidi. Lorsque vous préparez les formes pour la coloration, veillez à ne pas les rendre trop épaisses, car l'humidité peut y rester et elles deviennent molles.

Vous pouvez voir des exemples ici: [crocotak | RE C EPTA for Salted testo \(krokotak.com\)](https://www.crocotak.com/) (Krokotak – Recette de la pâte à sel)

– formes géométriques, unités de mesure



Figure 28 Source: 23.05.2023, (103) Pinterest

7. La vieille ville de Dubrovnik, Croatie :

- Histoire et faits - [Dubrovnik in 4K - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=...)



Figure 29 <https://pixabay.com/da/photos/kroatien-dubrovnik-springvand-238006/>

- Modélisation avec de la pâte à modeler et des matériaux de récupération - fabrication d'une maquette de fontaine - unités de mesure, comparaison de nombres, figures géométriques

Exemples d'idées pour la réalisation d'une fontaine : [How to Make a Model Human Heart - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=...)

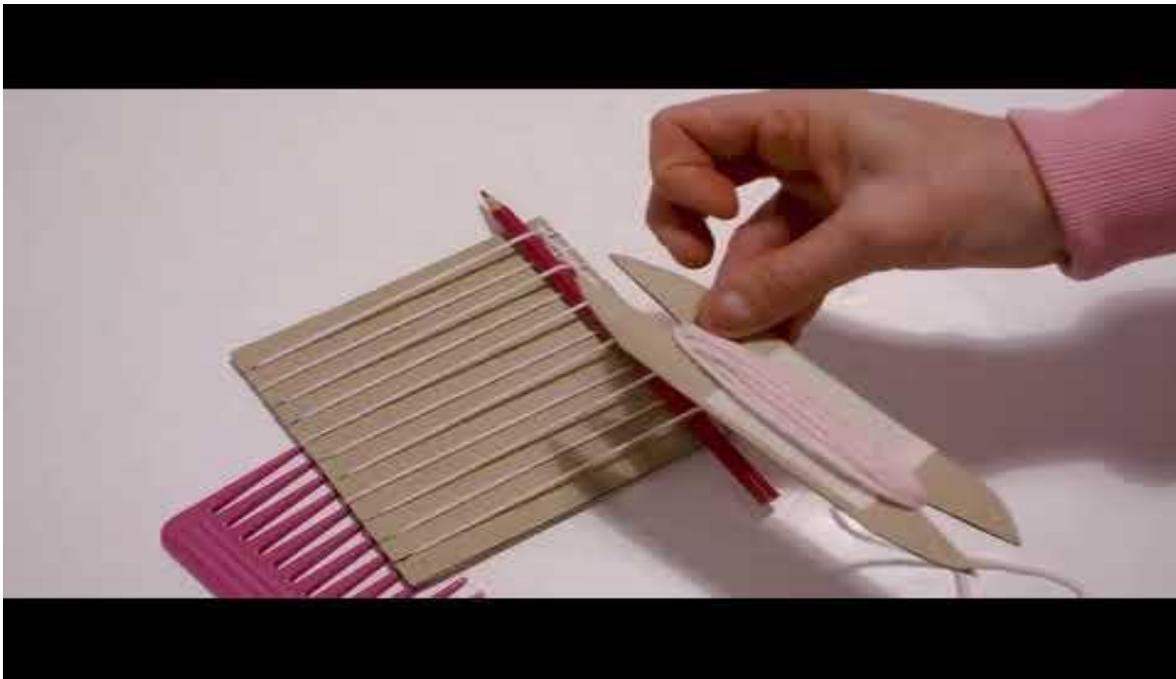
[\(103\) Pinterest](https://www.pinterest.com/...)

8. Le Parlement Européen, Belgique :

- Histoire et faits - Création de l'Union européenne
- Le Parlement européen
- La Grand Place - tissage de tapis - problèmes textuels, propriété multiplicative



Figure 30 Source: <https://www.wallpaperflare.com/grand-place-brussels-belgium-travel-europe-landmark-architecture-wallpaper-akfie>



(Métier à tisser. Tissage de fils sur un métier à tisser artisanal. Tapis)

[Kilimce from scraps \(ot-nishto-neshto.blogspot.com\)](http://ot-nishto-neshto.blogspot.com) (Rag carpet - in Bulgarian)

- Sculpture "Heart of Europe" (cœur de l'Europe)
- drapeaux nationaux - figures géométriques



Figure 31 <https://freesvg.org/european-union-flags-ii>

9. Tour de l'horloge Elizabeth (Big Ben), Royaume-Uni

- Histoire et faits
- Tour de l'horloge - Projet de clocher

Source : archives personnelles

- Fabrication d'une tour d'horloge et d'un clocher - figures géométriques, problèmes de calcul, unités de temps



10. Louvre, France

- Histoire et faits - [Louvre | Miracles n a Europe \(wonders-of-europe.com\)](https://wonders-of-europe.com/) [In Bulgarian](#)

Tour virtuel - [Online tours \(louvre.fr\)](https://www.louvre.fr/)



Figure 34 Source: 23.05.2023, Educating Casia . The Aqueduct

- Concepts mathématiques - unités de mesure, problèmes de mots, figures géométriques, addition et soustraction

12. Vitruvian Man

- Histoire et faits [Da Vinci's Vitruvian Man of math - James Earle - YouTube](#)

Une option conceptuelle pour recréer un homme de Vitruve [How to draw Leonardo Da Vinci's Vitruvian Man Real Easy - Step by Step - YouTube](#)

- Fabrication d'un robot montrant les parties de l'ensemble



Figure 35 Source: Pinterest

Instructions for work: [Fraction Robot || Fraction Activity for Grade 3, 4, 5, 6 - YouTube](#)

Le guide "Manipuler les mathématiques à travers l'histoire" est le premier résultat écrit du projet Erasmus + STEAM in Times, une collaboration entre la Bulgarie, la Belgique et la Croatie.

Le projet a été initié en réponse aux faibles résultats obtenus par les élèves européens en mathématiques et en sciences. En effet, les études PISA (2018) ont montré que le système éducatif de l'UE présente encore des lacunes dans le domaine STEAM. Les résultats montrent que 22,4 % des élèves européens ont des résultats médiocres en mathématiques et 21,6 % en sciences.

En Europe, un jeune sur cinq ne possède pas les compétences essentielles pour occuper de nombreux emplois de valeur dans l'économie actuelle. De plus, les études actuelles montrent que 65 % des enfants qui grandissent aujourd'hui occuperont un emploi qui n'existe pas encore. Il est donc essentiel de donner aux jeunes d'aujourd'hui les compétences dont ils ont besoin pour s'intégrer et participer activement au monde de demain.

STEAM signifie Science, Technologie, Ingénierie, Arts et Mathématiques. La méthode d'enseignement de ces disciplines est interdisciplinaire. L'objectif est de relier ces différentes matières pour contextualiser l'apprentissage, lui donner du sens et permettre aux élèves de décroquer leur éducation. L'ajout de la lettre "A" au terme apporte une dimension créative à l'apprentissage, inclut tous les apprenants et encourage la résolution de problèmes.

Les activités d'apprentissage STEAM se prêtent également à l'inclusion de faits historiques européens. En effet, l'intégration d'une dimension historique dans l'apprentissage STEAM permet de contextualiser l'apprentissage et donc de lui donner un sens, ce qui renforce l'engagement et la motivation des élèves à l'égard de la tâche.

Notre projet examine l'enseignement STEAM à travers l'histoire à l'aide de matériel de manipulation. Les manipulations pédagogiques offrent plusieurs

avantages, tels qu'une plus grande motivation de la part des élèves, un meilleur accès à l'abstraction et une meilleure rétention de l'information s'ils sont correctement intégrés à l'enseignement. Ces manipulations nous permettront également d'enseigner différemment aux élèves en les rendant acteurs de leur propre apprentissage. Avec cette méthode, nous n'enseignons pas seulement des informations mais des compétences utiles dans la vie de tous les jours. Ces compétences seront particulièrement recherchées dans les métiers de demain. Ces expérimentations, dans lesquelles les matières sont décroisées (STEAM et histoire), permettront aux élèves de développer leur curiosité, ce qui les aidera à développer des méthodes d'apprentissage et à découvrir leurs intérêts et passions.

Le matériel innovant et attractif et la méthode utilisée se veulent les plus inclusifs possibles afin que tous les élèves, qu'ils aient des difficultés d'apprentissage, un trouble de l'apprentissage ou qu'ils soient en retard dans l'apprentissage des matières STEAM, puissent être pris en compte.

Le projet STEAM in Times proposera 36 plans de construction de manipulations pédagogiques, chacun accompagné d'une séquence pédagogique pour aider les enseignants à les intégrer dans leurs cours.

Nous espérons que ce guide et le matériel qui suit vous seront utiles pour mettre en place des activités STEAM dans vos cours. Bien que nous ne sachions pas quels seront les emplois de demain, nous savons qu'ils impliqueront des compétences liées aux STEAM, alors autant commencer dès que possible !

Références

Chapitre 1 :

- Liege University. (2019, décembre 12). PISA 2018 : Decline in reading, better in mathematics, stable in science.

https://www.uliege.be/cms/c_11423584/en/pisa-2018-decline-in-reading-better-in-mathematics-stable-in-science

- Fédération Wallonie-Bruxelles. (2023). Guide Sciences & Enseignement pour le maternel, le primaire et le secondaire.

Chapitre 4:

- Belenky, D. M., & Nokes, T. J. (2009). Examining the Role of Manipulatives and Metacognition on Engagement, Learning, and Transfer. *The Journal of Problem Solving*, 2(2). <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1061>

- Boggan, M., Harper, S., & Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics.

- Carbonneau, K., Marley, S., & Selig, J. (2013). A Meta-Analysis of the Efficacy of Teaching Mathematics With Concrete Manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, 105. <https://doi.org/10.1037/a0031084>

- Cockett, A., & Kilgour, P. W. (2015). *Mathematical Manipulatives : Creating an Environment for Understanding, Efficiency, Engagement, and Enjoyment*. 1(1), 47-54.

- D'Angelo, D. F., & Iliev, N. (2012). Teaching mathematics to young children through the use of concret and virtual manipulatives.

- GRACOM. (2021). GRACOM : Manipuler pour travailler les notions mathématiques | Portail pédagogique académique. <https://pedagogie.ac-montpellier.fr/gracom-manipuler-pour-travailler-les-notions-mathematiques>

- Horan, E. M., & Carr, M. M. (2018). How Much Guidance Do Students Need? An Intervention Study on Kindergarten Mathematics with Manipulatives.

International Journal of Educational Psychology, 7(3), Article 3.

<https://doi.org/10.17583/ijep.2018.3672>

- Kaleidi – *La passion des maths et du numérique*. (s. d.). Consulté 31 mai 2023, à l'adresse <https://kaleidi.be/>
- Ojose, B. (2008). Applying Piaget's Theory of Cognitive Development to Mathematics Instruction. Vol. 18(1), 26 30.
- *Startseite*. (s. d.). mathematikum. Consulté 31 mai 2023, à l'adresse <https://www.mathematikum.de/>
- Steam Builders project. (2021). Good practices guide. <https://steambuilders.eu/resources/> <https://clubz.bg/91289-bez-dobri-novini-ot-pisa-2018-kakvo-pokazvat-rezultatite> (No good news from PISA 2018. What do the results show? - in Bulgarian)
- [Какво е STEAM образование и защо е важно? - Pedagogika](#) (What is STEAM education and why is it important?)
- [TechnoMagicLand](#)
- [Какво трябва да знаем за STEM | Учител STEM \(uchitel.bg\)](#) (What we need to know about STEM | STEM Teacher - in Bulgarian)
- [Какви ключови предимства осигурява качествената STEM програма? - STEM Образование \(robotika.academy\)](#) (What key benefits does a quality STEM program provide? - STEM Education - in Bulgarian)
- [От древността до след наши дни – кратка история на математиката - eee.bg](#) (From ancient times to the present - a short history of mathematics - in Bulgarian)
- [Витрувианският човек – произведение на изкуството или на науката - Авитохол \(avitohol.name\)](#) (Vitruvian Man - a work of art or science - Avitochol - in Bulgarian)
- [Как да говорим на "ти" с математиката - Институт за прогресивно образование \(progresivno.org\)](#) (How to talk to mathematics - Institute for Progressive Education - in Bulgarian)
- [Защо е важно да учим история? \(pohodut.org\)](#) (Why is it important to study history? - in Bulgarian)

- [Необходимост от внедряване на STEM подхода в обучението по Човекът и природата в четвърти клас \(diuu.bg\)](#) (Necessity of introducing the STEM approach in teaching Man and Nature in fourth grade - in Bulgarian)
- [5 стратегии да преборим негативните нагласи към математика | Prepodavame.bg](#) (5 strategies to overcome negative attitudes towards mathematics - in Bulgarian)
- [STEM – какво трябва да знаем за него? | Prepodavame.bg \(STEM - what do we need to know about it? - in Bulgarian\)](#)
- Европейски институт за технологии, образование и дигитализация, Сборник с доклади I-ва Национална конференция STEM образование и иновации, София, 9-11 април 2021– стр. 37, 120-121 (European Institute for Technology, Education and Digitalisation, Proceedings of the 1st National Conference on STEM Education and Innovation, Sofia, 9-11 April 2021- p. 37, p. 120-121, in Bulgarian)
- Европейски институт за технологии, образование и дигитализация, Сборник с доклади II-ра Национална конференция STEM образование и иновации, София, 8-10 април 2022– стр.8 (European Institute for Technology, Education and Digitalisation, Proceedings of the 1st National Conference on STEM Education and Innovation, Sofia, 8-10 April 2022- p. 8, p. 43, in Bulgarian)
- Европейски институт за технологии, образование и дигитализация, STEM ученически проекти, София, 2022 – стр. 10 (European Institute for Technology, Education and Digitalisation, STEM Student Projects, Sofia, 2022 - p. 10 - in Bulgarian)

https://skolazazivot.hr/wp-content/uploads/2020/07/MAT_kurikulum_1_71.pdf

Math Curriculum for Primary and Secondary Schools



Co-funded by
the European Union

<https://www.invent.org/blog/trends-stem/steam-acronym-engineering>

<https://innovationeducation.biomedcentral.com/articles/10.1186/s42862-019-0005-x>

Clause de non-responsabilité

Financé par l'Union européenne. Les points de vue et avis exprimés n'engagent toutefois que leur(s) auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou de l'Agence exécutive européenne pour l'éducation et la culture (EACEA). Ni l'Union européenne ni l'EACEA ne sauraient en être tenues pour responsables.



Cofinancé par
l'Union européenne