

Cofinancé par le programme Erasmus+ de l'Union européenne



VII



STEAM BUILDERS

$$a^2 + b^2$$



Best practice



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

Table des matières

1: Une Introduction aux "Bonnes Pratiques" de STEAM Builders	2
2: Brève introduction à "STEAM Builders"	4
3: Méthodes utilisées dans le cadre du projet	6
4: L'école dans le musée et le musée dans l'école.	8
6: Cas sélectionnés dans le cadre du projet	22
7 : Recommandations	43
8 : Perspectives	51
9: Ouvrages de référence	54



Figure 1: Photo de 5th High School of Agrinio, Grèce montrant un "Kilonion"



1: Une Introduction aux “Bonnes Pratiques” de STEAM Builders

L'expression " bonnes pratiques " désigne un ensemble de comportements, de réflexions et de méthodes considérés comme indispensables par la plupart des professionnels du secteur. Ils sont généralement répertoriés dans des guides de "bonnes pratiques", dans une démarche qualité, pour des raisons d'éthique, d'hygiène ou de sécurité.

À la fin des années 1990, l'expression "meilleure/bonne pratique" se répand dans les livres et les documents de recherche. La fréquence d'apparition de ce terme augmente jusqu'au milieu des années 2000, puis ce chiffre se stabilise. Depuis lors, des entreprises, des organisations publiques et des associations se sont emparées du concept de " bonnes pratiques " dans le but d'améliorer leurs performances.

Les domaines d'application des " Bonnes Pratiques " sont nombreux : santé, éducation, aide au développement, sécurité alimentaire, protection de l'environnement, etc. Les organisations utilisent la méthode des " Bonnes Pratiques " comme un outil de travail dans les domaines de la gestion des connaissances, de la gestion de la qualité totale et du benchmarking interne ou externe. En interne, les organisations mettent alors en place des mesures pour mobiliser, codifier et transmettre les connaissances, puis développent des stratégies de transmission des connaissances entre les départements.

Certaines de ces actions impliquent un retour individuel visant à codifier les pratiques et à les transformer en procédures. D'autres organisations mettent en place des actions visant à rendre explicite les connaissances non formulées pour aller plus loin qu'un simple feedback formaté.



Un guide des bonnes pratiques en matière d'éducation est généralement demandé par les décideurs. Ils doivent rendre compte des ressources utilisées pour fournir les services éducatifs les plus efficaces. Il est en effet logique qu'ils vérifient si les ressources mises à disposition sont utilisées de la manière la plus efficace possible.

La mise en place de "bonnes pratiques" dans le domaine de l'éducation peut être un défi car ce domaine est moins rigide. En effet, si dans des secteurs comme la physique, la chimie ou la biologie, on peut attribuer un caractère scientifique (même immuable, à tort), le domaine de l'éducation est considéré comme moins normatif.

Bonnes pratiques - recommandations

Quelle est la meilleure façon d'apprendre aux élèves à compter ? Quelle est la meilleure disposition dans une salle de classe ? Comment intégrer des tablettes ou des ordinateurs dans un cours de sciences ? Ce sont là des exemples de questions auxquelles la " Bonne pratique " tente de répondre. Cependant, si ces " Bonnes Pratiques " visent à maximiser l'apprentissage des élèves et à faciliter le travail des éducateurs, on peut se demander si elles peuvent être appliquées à tout le monde et à toutes les situations. En fait, le concept de " Bonnes Pratiques " en éducation soulève des questions sur la vision et la conceptualisation de l'éducation. Après avoir érigé en critères les résultats avec les examens et les diplômes, une autre norme est mise en place : la méthode d'enseignement.

La difficulté d'établir des " Bonnes Pratiques " réside dans le fait qu'il faut tenir compte des différents contextes, qu'ils soient socio-économiques, culturels ou territoriaux. Il y a aussi le fait que chaque élève est unique. L'objectif, en travaillant sur les " Bonnes Pratiques " en matière d'éducation, est d'établir des principes de base et des méthodes solides pour être le plus inclusif possible.

Le concept de bonne pratique étant en effet complexe et sujet à interprétation, le consortium a souhaité clarifier ces termes dans le contexte de ce projet. Ce livret de bonnes pratiques ne se veut pas un recueil d'instructions littérales sur la manière d'utiliser les ressources, mais plutôt un aperçu des astuces et conseils recueillis auprès de professionnels de l'éducation qui ont mis en œuvre les outils et en ont tiré des conclusions. Bien entendu, la mise en œuvre des outils peut donner des résultats différents en fonction des besoins et des niveaux individuels des utilisateurs finaux, comme c'est le cas pour tout matériel pédagogique. Par conséquent, nous conseillons au lecteur de parcourir le livret de bonnes pratiques avec un esprit ouvert aux suggestions mais toujours conscient de sa propre situation, de ses besoins et de ses spécificités.

2: Brève introduction à “STEAM Builders”

Contexte du projet - définir les besoins de STEAM Builders

Les études PISA 2018 ont montré qu'en Europe, un jeune sur cinq est en dessous du seuil de réussite dans les STEM (un sur quatre dans tous les pays de l'OCDE) et n'est donc pas doté des compétences de base nécessaires à des emplois de qualité, ce qui indique la nécessité de trouver des solutions alternatives et des systèmes de soutien dans l'éducation. La recherche a révélé qu'une augmentation de la sous-performance dans les STEM se produit généralement dans les écoles secondaires lorsque nous passons des mathématiques contextualisées aux mathématiques abstraites. Le manque de contextualisation de la théorie est donc un facteur majeur. Les élèves semblent incapables de relier ce qu'ils apprennent dans leurs cours à une situation de la vie concrète.

Genèse du projet - Comment tout a commencé ?

Compte tenu de ce qui précède, nous nous sommes efforcés de trouver un moyen d'ancrer la théorie abstraite des STEM dans des situations de vie concrètes et c'est ainsi que nous avons conçu STEAM Builders. L'idée est d'initier les élèves aux STEAM (acronyme anglais pour : sciences, technologie, ingénierie, art et mathématiques) en recréant des techniques historiques à l'aide de la technologie des fablab (makerspaces) pour les matériaux. L'approche est pratique, inclusive et a l'avantage de promouvoir l'histoire et le patrimoine culturel, tout en intéressant les élèves aux matériaux scolaires actuels.

Pourquoi ? Les objectifs de STEAM Builders

L'objectif est de fournir aux enseignants, aux éducateurs et aux professionnels de l'éducation les outils, la pédagogie et la théorie nécessaires pour mettre en œuvre cette approche novatrice et transdisciplinaire des STEAM, dans le but d'accroître les niveaux de réussite et l'intérêt pour les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques (STEM) des élèves âgés de 10 à 15 ans.

Résultats - Zoom sur les outils et la méthode que nous avons créés.

A la fin du projet, les enseignants et les professionnels de l'éducation auront un accès complet à :

- Un guide pédagogique sur les STEAM à travers l'histoire.
- Un livret sur l'approche formelle et non formelle en matière de STEAM.
- 35 manipulations et leurs plans de construction
- Les séquences pédagogiques correspondantes
- Un livret de bonnes pratiques



Partenaires - Un effort collectif, les créateurs de STEAM Builders

7 organisations européennes différentes venant de 7 pays : France, Chypre, Espagne, Belgique, Danemark, Slovénie et Grèce ont collaboré pendant deux ans pour développer STEAM Builders.

3: Méthodes utilisées dans le cadre du projet

Avant d'introduire un nouveau programme ou une nouvelle méthode d'enseignement, il est préférable de couvrir plusieurs activités qui vous permettent d'évaluer à l'avance les différents aspects de votre projet. Les tests de pilotage vous aident à améliorer la structure de votre contenu éducatif et à découvrir les meilleurs moyens d'atteindre vos objectifs d'apprentissage.

Avant de mettre en œuvre un nouveau programme d'enseignement, une recherche pédagogique à petite échelle peut déterminer ce que les principales parties prenantes en pensent. L'organisation d'un test pilote dans une salle de classe, l'essai de techniques innovantes et même la réalisation d'une évaluation pour recevoir un retour d'information ciblé de la part des éducateurs et des élèves peuvent améliorer la structure du contenu éducatif et révéler les meilleurs moyens d'atteindre les objectifs d'apprentissage.

C'est pourquoi les essais pilotes de STEAM Builders ont porté sur trois domaines clés : la simulation de projet, l'observation et l'analyse. Tout d'abord, des partenaires de sept pays européens ont recréé les plans dans leurs salles de classe, ce qui a permis une approche plus concrète de STEAM. Au total, plus de 600 élèves ont expérimenté et joué avec des techniques et un patrimoine historique, leur montrant comment les STEAM sont présents dans tous les aspects de la vie, et ce depuis l'aube de la



civilisation. Au cours du projet pilote, les éducateurs et les élèves ont identifié et affiné le lien entre STEM et patrimoine culturel, en recréant des monuments historiques de leur pays.

Les essais pilotes de STEAM Builders visaient à transférer des connaissances sur la mise en œuvre de l'initiative et à recueillir les réactions des élèves et des éducateurs sur l'acceptabilité matérielle du projet, son contenu et ses objectifs pédagogiques.

Après l'analyse des commentaires reçus, il semble que les réponses des élèves aient mis en évidence l'importance des activités pratiques par le biais de la manipulation des plans, soulignant à quel point ils se sentaient indépendants lorsqu'ils étaient appelés à découvrir par eux-mêmes le lien entre le patrimoine culturel et les sujets STEAM. En outre, ils ont apprécié la façon dont les enseignants se sont impliqués dans leur travail non seulement sur le plan intellectuel, mais aussi sur le plan social et émotionnel, en les aidant et en les soutenant tout au long du processus.

Une suggestion importante, principalement discutée par les éducateurs, a été l'ajout d'une brève session d'introduction aux monuments culturels que les étudiants exploiteront plus tard, afin de se familiariser avec le sujet avant de passer à l'approche pratique. Les éducateurs ont montré un intérêt particulier pour les approches technologiques des monuments historiques, comme la modélisation 3D, en indiquant qu'il s'agit d'une approche innovante et passionnante de sujets traditionnellement théoriques et historiques.

Cependant, dans certains cas (comme le plan "Choirokoitia"), le délai d'une seule heure de cours était serré et les élèves qui n'avaient jamais utilisé le logiciel de modélisation 3D n'ont pas eu suffisamment de temps pour résoudre un problème potentiel.

4: L'école dans le musée et le musée dans l'école.

L'enseignement des STEAM au musée - du point de vue de l'enseignant

En tant qu'éducateur, il peut y avoir de grands avantages à travailler pour déplacer des parties de la leçon hors de la salle de classe et dans un musée. Les musées peuvent jouer un rôle important dans l'avenir de l'éducation ! C'est ce qu'on appelle "Udeskole", en danois, lorsque l'enseignement axé sur les objectifs est déplacé hors de la classe habituelle, c'est dans ce déplacement que se produit une petite perturbation des mauvaises routines et schémas quotidiens d'une classe. Les élèves, et parfois les enseignants, sont mis à l'extérieur, on est "loin de chez soi" pour ainsi dire, et cela se produit souvent dans un environnement qui peut être architecturalement différent de ce à quoi on est habitué. Il peut s'agir d'environnements historiques tels que des reconstitutions, des musées en plein air ou des musées dont l'architecture particulière interpelle les élèves par une esthétique spéciale qui les motive. Il convient de noter que l'éducation en plein air est classée comme se déroulant dans des "espaces d'apprentissage externes", qui, outre ceux mentionnés ci-dessus, peuvent être des zoos, des clubs sportifs, etc.



Figure 2 Des étudiants du collège Ranum Efterskole font des expériences avec un lithosphone - le son dans les pierres. Photo : Stone Age Center, Danemark



Qu'est-ce que l'enseignement par objectifs apporte aux élèves en dehors de la salle de classe quotidienne ? Dans la publication précédente " L'éducation non formelle dans les STEAM - - Livret ", nous avons décrit les avantages de déplacer l'enseignement hors de la classe et d'inclure l'enseignement lié aux STEAM avec les arguments suivants :

- Arguments liés à la santé physique
- Le lien entre l'activité physique et l'apprentissage
- L'apprentissage en contexte
- Axes sociaux
- Apprentissage polyvalent
- La neuro-éducation

C'est dans cet environnement que la hiérarchie quotidienne de la classe est mise en veilleuse pendant un certain temps, car les élèves s'engagent dans un enseignement qui diffère des formes plus habituelles d'enseignement en classe, et qui revêt souvent le caractère d'exercices de maîtrise, c'est-à-dire que les élèves apprennent à maîtriser de petits savoir-faire par le biais de jeux de rôle ou d'autres activités.

En d'autres termes, l'histoire, le patrimoine et l'art deviennent très concrets et vivants - ils prennent vie ! Cela permet de lier l'apprentissage des élèves par les émotions, et une reconnaissance et une rétention plus profondes des informations se produisent.

Comment commencer ?

Il existe des différences importantes dans la manière dont l'éducation dans les musées est dispensée en Europe. Certains musées ne proposent pas du tout de cours scolaires, ou l'enseignement est dispensé par du personnel sans formation pédagogique. D'autres musées ont des départements d'éducation spéciale avec du



personnel éducatif qui développe, délivre et met en œuvre des programmes et matériels éducatifs dédiés pour les jardins d'enfants, les écoles et l'enseignement secondaire.

Il existe donc une grande variété de possibilités, mais aussi des limites. Cela ne doit pas vous empêcher, en tant qu'éducateur, de contacter les musées pour explorer les possibilités de collaboration. Il peut sembler utopique de collaborer avec les musées en matière d'enseignement, mais cela se fait déjà dans plusieurs musées d'Europe ! N'oubliez pas que les écoliers sont synonymes d'un plus grand nombre de visiteurs pour les musées !

Recommandations pour entamer la coopération

- Vous devez être motivé pour faire sortir votre enseignement de la salle de classe - de grandes expériences et connaissances vous attendent, vous et vos élèves !
- Il peut être judicieux de commencer localement ! Y a-t-il un musée près de votre école ?
- Consultez le site Web du musée pour voir si celui-ci propose des cours.
- Contactez l'éducateur du musée par e-mail ou par téléphone et envisagez la possibilité d'une rencontre physique - la collaboration est tellement plus facile quand on se connaît.
- Il est important que vous soyez bien préparé AVANT de contacter les musées, surtout si de nouvelles classes ou de nouveaux thèmes éducatifs doivent être développés.
- Préparez toute la logistique bien à l'avance : réservation du bus, formulaires d'autorisation de sortie au musée pour les parents.
- Coordonnez peut-être la sortie avec d'autres classes, si elles vont au musée le même jour, pour réduire les coûts.



- Que souhaitez-vous ? Quels sont les objectifs d'apprentissage que vous devez atteindre ?
- Quelles sont les finances - cela coûte-t-il cher ? Clarifiez les attentes des uns et des autres

Le musée en tant qu'enseignant - recommandations au personnel éducatif des musées

De nombreux musées ont une longue tradition de programmes destinés aux écoles maternelles, primaires et secondaires. Ces programmes sont souvent liés aux expositions permanentes ou temporaires du musée. Parfois, les musées servent à organiser des événements sociaux, des divertissements, etc. Cependant, les musées peuvent jouer un rôle beaucoup plus proactif dans l'éducation, en étant clairs sur ce qu'ils peuvent offrir et peut-être aussi en étant innovants pour compléter ce qui est enseigné dans les institutions :

Questions stratégiques :

- La municipalité locale soutiendra-t-elle ou pourra-t-elle soutenir la coopération entre les musées et les écoles afin que les programmes éducatifs soient gratuits ?
- Qui devez-vous contacter dans les écoles pour faire participer les enseignants ? Ce n'est pas toujours une bonne idée de s'adresser d'abord aux enseignants. À l'inverse, il peut aussi être difficile d'atteindre les dirigeants



- Pouvez-vous obtenir un temps de parole lors d'une réunion de dirigeants ou d'enseignants pour présenter votre offre d'enseignement ? Il peut même être très important de se rencontrer en personne
- Soyez clair dans vos offres d'enseignement sur ce que vous proposez en termes de curriculum national - si vous ne le connaissez pas, demandez de l'aide aux enseignants.
- Soyez clair dans vos offres d'enseignement sur ce que vous proposez en termes de curriculum national. Gardez à l'esprit les objectifs, le contenu, le temps et le prix.

Remarque ! Les préjugés, les attentes et la méconnaissance des univers des uns et des autres peuvent parfois freiner les enseignants qui utilisent le musée comme une salle de classe. Par conséquent, il peut être judicieux de rendre visible tout ce qu'il est possible de faire au-delà de ce qui est attendu, par exemple : Peut-on apprendre les mathématiques ou les sciences nutritionnelles dans un musée d'art ?

Contenu:

Rappelez-vous que votre musée ne doit pas être une école, cela n'est pas nécessaire, mais plutôt offrir tout ce que les enseignants ou les écoles ont des difficultés à enseigner ou ne peuvent pas enseigner !

Soyez conscient des buts et objectifs des différentes matières afin d'adapter vos objectifs. De cette façon, vous contribuez à résoudre un problème pour les enseignants.

Concentrez-vous sur ce que vous pouvez offrir en termes de connaissances locales pour aider à atteindre les objectifs nationaux, par exemple :

- i) Rencontrer les sciences appliquées telles que les termes du sujet, le carbone 13 et 14, la demi-vie, l'ADN, etc.
- ii) Rendre concret quelque chose d'abstrait...
- iii) Rencontrer des scientifiques vivants : Historiens, archéologues, conservateurs, etc.
- iv) Se rapprocher d'objets réels, d'artefacts, etc.
- v) Apprendre par le biais d'expériences partagées
- vi) Utiliser l'histoire/l'art de manière active
- vii) Pour les musées en plein air, il faut être conscient des processus d'apprentissage transformatif.



Figure 3 Construction d'un trébuchet médiéval en quatrième année.
Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Danemark



viii) Les musées peuvent souvent offrir des espaces d'apprentissage spéciaux pour les enfants ayant des besoins particuliers.

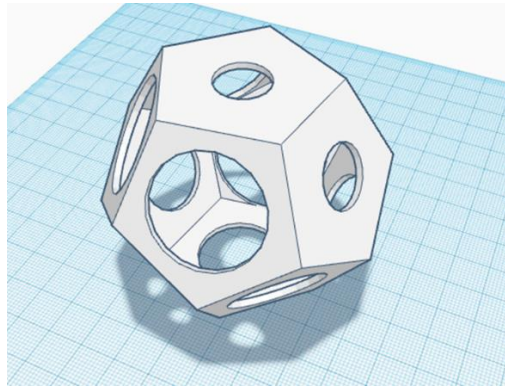
Il existe donc un grand potentiel pédagogique, méthodologique et didactique pour que les écoles et les musées travaillent ensemble dans les domaines liés à STEAM.

5 : Comment puis-je me lancer dans l'impression 3D ?

Introduction

Le concept d'"impression 3D" est en soi une idée très générale. Les médias, notamment le marketing grand public, présentent l'impression 3D comme une technologie magique du futur, capable de reproduire rapidement des objets complexes. Mais cela rend difficile de déterminer ce qu'est exactement l'impression 3D. En réalité, il existe de nombreuses technologies d'impression 3D différentes, mais la modélisation par dépôt de matière fondue (FDM), qui fait l'objet de cette section, est la plus courante.

La FDM imprime des pièces à l'aide d'un filament thermoplastique, qui est en fait un cordon de matériau qui peut être fondu, déposé sélectivement en couches et refroidi. Les pièces sont construites en ajoutant des couches les unes sur les autres selon des coordonnées spécifiques provenant d'un modèle numérique.



Cette technologie a été créée parce que les gens voulaient un moyen de prototyper rapidement des pièces sans avoir à attendre l'usinage industriel. Aujourd'hui, le prototypage rapide est l'un des avantages les plus importants de la FDM et de l'impression 3D. L'impression 3D devient peu à peu une solution de fabrication puissante.

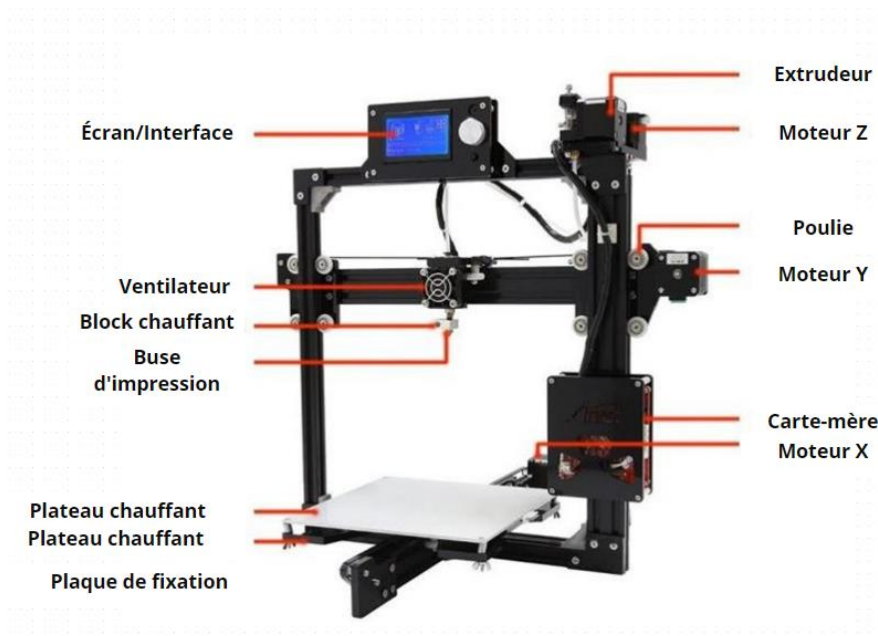
L'impression 3D est un processus, et un processus qui n'est pas rapide. Le processus ne consiste pas à savoir comment utiliser la machine de manière simplement mécanique, mais commence par l'idéation et le dessin en 2D, puis passe à l'ordinateur, à l'aide d'un logiciel de conception 3D assistée par ordinateur (logiciel CAO). Nous ne sommes pas encore arrivés à la machine d'impression 3D elle-même. Une fois que nous avons le dessin 3D, nous téléchargeons le fichier pour le passer à un nouveau logiciel (logiciel CAM) afin de pouvoir interpréter la pièce qui sera créée par l'imprimante 3D. Ce logiciel génère un fichier *.gcode qui est transmis à l'imprimante pour qu'elle puisse ensuite reproduire l'objet.

Le processus d'impression 3D se compose donc de deux parties : le hardware et le logiciel.

Matériel

La façon la plus simple de comprendre le fonctionnement de l'impression 3D est d'abord de comprendre les parties physiques qui composent la machine. Il convient de mentionner que la plupart des imprimantes 3D utilisent trois axes : X, Y et Z. Les axes X et Y sont responsables des mouvements de gauche, de droite, d'avant et d'arrière, tandis que l'axe Z est responsable des mouvements verticaux.

Les pièces les plus importantes d'une imprimante 3D :



Le Plateau: Le plateau (aussi appelé le "lit") est essentiellement la surface sur laquelle les pièces sont fabriquées. Ils peuvent être chauds ou froids pour s'adapter à différents matériaux.

L'Extrudeur: L'extrudeur (ou alimenteur) est le composant responsable de la traction et de la poussée du filament à travers la tête d'impression. Selon la configuration de l'extrudeur (directe ou Bowden), l'extrudeur et la tête d'impression sont parfois



considérées comme une seule et même chose. Dans cette optique, l'extrudeur se compose de deux sous-composants :

La partie froide est la partie mécanique composée d'un moteur, d'engrenages d'entraînement et d'autres petits composants qui poussent et tirent le filament.

La partie chaude contient un réchauffeur et une buse, le premier réchauffant le filament afin qu'il puisse être extrudé par la seconde.

La buse d'impression (ou tête d'impression) : Il peut y avoir une ou plusieurs têtes d'impression dans une imprimante, bien que la plupart des imprimantes n'en aient qu'une seule.

L'interface: Certaines imprimantes 3D modernes sont équipées d'un écran tactile qui sert à contrôler l'imprimante 3D. Sur les imprimantes plus anciennes, il peut y avoir un simple écran LCD avec une molette de défilement et de clic au lieu d'une interface tactile. Selon le modèle, il peut également y avoir un emplacement pour carte SD et un port USB.

Pour commencer avec le matériel, nous avons besoin :

- Une imprimante 3D (il existe un univers d'imprimantes, en choisir une dépend toujours de vos compétences technologiques et de votre budget).
- Un filament FDM (un autre univers de couleurs et de possibilités).
- De la laque ou un autre système d'adhésion pour que la pièce imprimée ne se détache pas de la plateforme de construction.
- Outils d'entretien de l'imprimante 3D.



Logiciel

Comme nous l'avons vu dans l'introduction de ce chapitre, les modèles ou pièces 3D sont créés à l'aide d'un logiciel de modélisation 3D, tel qu'un logiciel de CAO (conception assistée par ordinateur). Voici quelques exemples de logiciels de modélisation 3D populaires :

- Fusion 360 (CAO gratuite pour usage non-commercial).
- SolidWorks (CAO payant)
- Blender (modélisateur de surface et organique gratuit)

Cependant, la plupart des débutants en impression 3D n'ont pas les connaissances nécessaires pour utiliser ce type de logiciel. Si c'est le cas, ne vous inquiétez pas, car il existe d'autres solutions.

Pour commencer, il existe des options de logiciels de CAO plus simples, comme Tinkercad, un programme basé sur un navigateur Web en accès libre que presque tout le monde peut utiliser sans expérience préalable. Il s'agit d'une application en ligne conçue par Autodesk, l'un des principaux développeurs de logiciels de CAO du marché.

Une fois que nous avons le modèle fini dans le logiciel de conception 3D, il doit être préparé à l'aide d'un type de logiciel spécial qui traduit le modèle en carte d'instructions que la machine interprétera. Cela se fait à l'aide d'un logiciel de découpe, dont le plus connu s'appelle Slicer (de nombreuses imprimantes ont leur propre logiciel de génération de code G). Il permet de régler de nombreux paramètres, tels que la vitesse et la température d'impression, l'épaisseur des parois, le pourcentage de remplissage, la hauteur des couches et bien d'autres choses encore.

Le fichier résultant est constitué de code G, le "langage" des imprimantes 3D et des machines CNC. Le G-code est essentiellement une longue liste de coordonnées que l'imprimante 3D suivra pour construire son modèle. En d'autres termes, l'impression 3D est impossible sans les fichiers G-code !

L'accès aux imprimantes 3D étant devenu universel pour de nombreuses personnes ces dernières années, de nombreux sites ont été créés comme dépôts de modèles 3D. Ces sites sont les endroits où l'on peut se rendre pour télécharger des pièces qui peuvent déjà être conçues et qui n'ont pas besoin d'être recréées. Voici quelques-uns des plus populaires :

- Thingiverse (entièrement gratuit)
- MyMiniFactory (beaucoup gratuits, certains payants)
- Cults3D (gratuits et payants)
- CGTrader (certains gratuits et la plupart payants)
- Printables (entièrement gratuits)

Recommandations ou limites pédagogiques

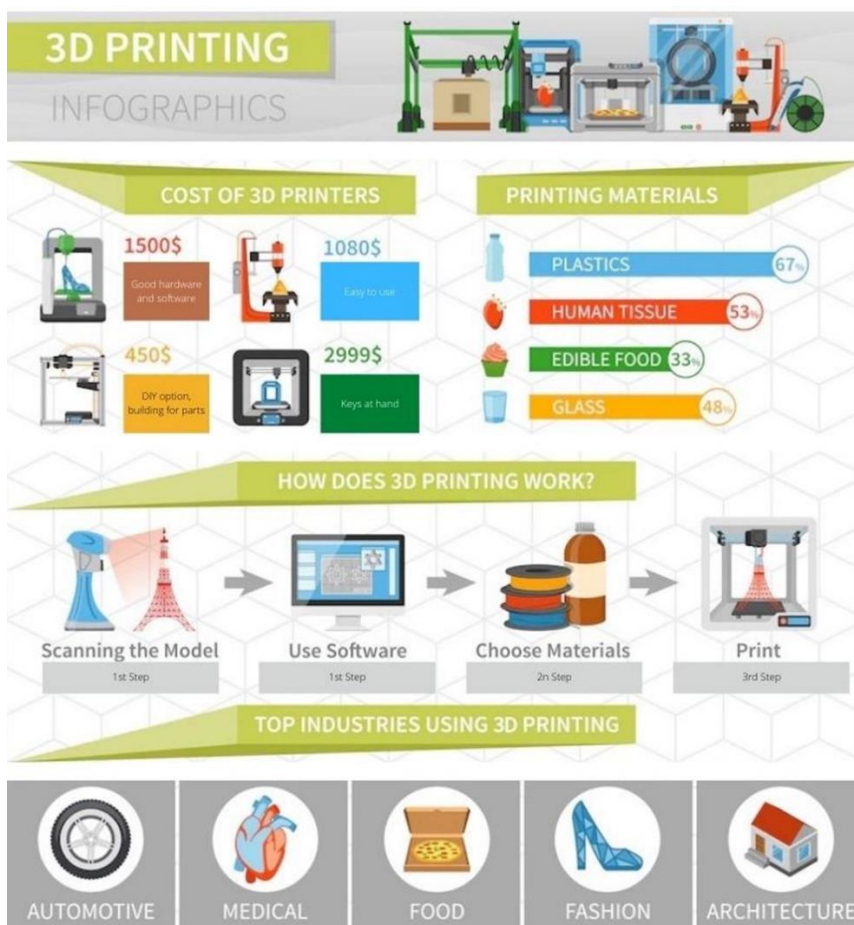
Dans les contextes scolaires primaires et secondaires, les éducateurs tirent parti des technologies et des pédagogies « maker » pour permettre des formes d'apprentissage plus axées sur l'enquête, la pratique, l'engagement et l'élève (Freeman, Becker et Cummins, 2017). Ces efforts vont dans le sens de l'accent mis récemment au niveau international sur le développement des compétences dans les disciplines scientifiques, technologiques, d'ingénierie, artistiques et mathématiques (STEAM) (Organisation de coopération et de développement économiques, 2018 ; UNESCO et al., 2015), ainsi que sur le développement des compétences dites du XXI^e siècle, telles



que la collaboration, la pensée critique, la résolution de problèmes et la créativité (Broadband Commission for Sustainable Development, 2017 ; Luna Scott, 2015).

La compréhension et l'application des technologies et des pédagogies maker représentent des défis majeurs pour les chefs d'établissement et les enseignants en classe. En effet, beaucoup n'ont eu qu'une exposition limitée à l'enseignement et à l'apprentissage basés sur les makers par le biais d'opportunités d'apprentissage professionnel pour inspirer leur propre pratique en classe. En outre, le manque de recherche sur les pédagogies qui soutiennent et restreignent l'apprentissage et l'enseignement dans les espaces de fabrication (fablab) signifie que les enseignants ont peu de conseils empiriques sur lesquels fonder leur pratique (Papavlasopoulou et al., 2017).

L'un des éléments les plus importants lors de la mise en place de processus d'impression 3D en classe est la patience. Soyez clair sur chaque étape du processus d'apprentissage. Et établissez un calendrier raisonnable pour la conception du projet.



Références:

- Broadband Commission for Sustainable Development. (2017). Working group on education: Digital skills for life and work. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002590/259013e.pdf>
- Freeman, A., Becker, S. A., & Cummins, M. (2017). NMC/CoSN horizon report: 2017 K-12.
- Luna Scott, C. (2015). The Futures of Learning 3: What kind of pedagogies for the 21st century? Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002431/243126e.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation Development. (2018). The future of education and skills: Education 2030. Retrieved from [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. Entertainment Computing, 18, 57-78. <https://doi:10.1016/j.entcom.2016.09.002>
- UNESCO et al. (2015). Incheon Declaration Education 2030: Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all. <http://www.unesco.org/new/en/education/themes/leading-the-internationalagenda/education-for-all/education-2030-framework-for-action/>

6: Cas sélectionnés dans le cadre du projet

Cas n°1: Pensées sur les briques créatives - la rencontre des enfants avec l'art par le biais de jouets très connus.

Le multi-artiste danois Per Kirkeby a créé une série de sculptures de bâtiments en briques à travers l'Europe. Il ne les appelle pas des sculptures, mais plutôt des "machines d'ombre et de lumière". Cette phrase est la source d'inspiration du plan de construction du même titre, qui est une tentative d'apprentissage de la géométrie par le biais de l'art de la construction locale, via des constructions expérimentales de Stehle (une porte de ville basée sur un plan carré) en LEGO. C'est dans ce contexte que se sont déroulées 14 sessions de test sur 5 jours avec 344 élèves participants âgés de 6 à 13 ans de Aars dans le Vesthimmerland, au Danemark.



Figure 4 Un Stehle dans un rond-point à Aars, Danemark Phoo:<https://skulpturblog.org/2020/10/06/aars-2006-byporte/>



Chaque cours de 60 min. comprenait :

- Une présentation du musée, de Per Kirkeby et du projet STEAM Builders Erasmus+.
- La production du 1er modèle avec test d'ombre
- La production du 2ème modèle avec test d'ombre
- Une évaluation

Dans l'introduction, il a été demandé aux étudiants "s'ils souhaitaient être une sorte de pilote d'essai" pour le projet. Tous les élèves ont indiqué qu'ils étaient intéressés, et il y avait même une grande curiosité sur le projet lui-même parmi les élèves.

Per Kirkeby ayant une approche très expérimentale de l'utilisation des briques, LEGO a été choisi comme le matériau de construction le plus proche des élèves, ce qui a enthousiasmé de nombreux élèves qui ont spontanément exprimé "Oui !" ou "Cool", indiquant clairement le prestige du jouet parmi les élèves.

Par la suite, plusieurs élèves ont déclaré : "C'est cool de se voir confier une tâche spécifique en LEGO. C'est une façon différente de construire".

Quelques élèves disposaient d'un nombre limité de types de briques. À la question de savoir si cela constituait un obstacle à leur construction, ils ont répondu : " Non, c'était amusant que nous n'ayons pas tant de sortes à choisir, car cela nous a obligés à utiliser notre imagination ! ".



Fig.3 Stehle construit par des élèves de 6 ans. Il y avait une longue explication pour le montage sur le dessus, du genre : "lorsque les lumières des voitures se rencontrent, elles forment des ombres....". Photo : Kim Callesen, Musée Vesthimmerland

L'âge des élèves s'est surtout manifesté dans les constructions. Les élèves les plus jeunes se souciaient davantage de la fonction de la Stehle, tandis que les élèves plus âgés étaient plus préoccupés par l'esthétique.

Enseignement périodique séparé en fonction du sexe et autres types d'enseignement séparé

Il reste à savoir s'il s'agit d'une particularité des enfants danois, mais l'utilisation de LEGO comme matériel pédagogique a suscité un intérêt égal chez les deux genres. Peut-être que ce sont les possibilités de solutions ouvertes de la tâche qui ont attiré les élèves ? En effet, on considère souvent que les LEGO ont un grand attrait pour les garçons mais les filles ont certainement fait preuve d'un grand intérêt envers les activités aussi.

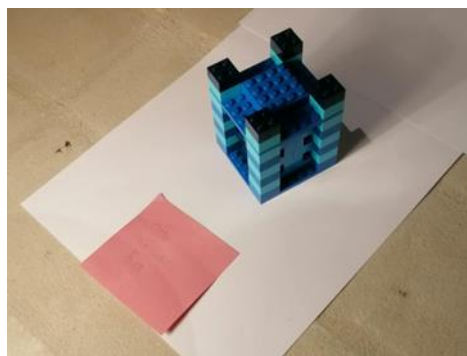


Fig 4: Stehle construit par des élèves de 12 ans. Notez la coordination des couleurs.

Photo : Kim Callesen, Musée Vesthimmerlands

Dans deux des classes, les enseignants avaient choisi de diviser par genre, ou plutôt par garçon/fille. Il s'agissait de deux sessions très calmes et concentrées, ce qui ne nous amène pas à recommander cette démarche. Cependant, il peut y avoir une perspective à être conscient de cette possibilité pour des périodes plus courtes, car les LEGO peuvent avoir un attrait si fort pour certains groupes qu'il conduit même à presque exclure les élèves qui ne sont pas si habitués aux constructions avec des briques, donc la division peut être basée sur :

- L'âge
- Les bâtisseurs expérimentés/inexpérimentés
- Le genre
- Attribuez des blocs spécifiques à des groupes d'élèves spécifiques.

Machines de Lumière et d'Ombre a montré qu'il est possible de créer des programmes interdisciplinaires, voire même de faire de l'art local un catalyseur pour les mathématiques, les sciences et l'intérêt pour l'UE. Le test a également montré un programme avec un grand intérêt et une grande participation des filles et des garçons dans la phase de conception et de construction.

Cas n°2: Expériences de STEAM Builders avec des enfants ayant des troubles spécifiques de l'apprentissage.

Brève introduction aux troubles spécifiques de l'apprentissage - Les troubles spécifiques de l'apprentissage dans le contexte de STEAM.

Petite présentation des Troubles Spécifiques de l'Apprentissage :

Un trouble spécifique de l'apprentissage, ou TSA, est une condition permanente qui affecte le processus d'apprentissage d'un individu. Il existe différents troubles spécifiques de l'apprentissage : Dyslexie, Dysgraphie, Dyscalculie, Dysphasie et Dyspraxie. Ils ont une cause neurobiologique qui affecte la façon dont le cerveau traite l'information : comment il reçoit, intègre, retient et exprime l'information. Cela peut affecter le développement cognitif d'une capacité d'apprentissage mais ne découle pas d'une défaillance physique ou d'une défaillance intellectuelle. Chaque trouble spécifique de l'apprentissage génère son propre ensemble de défis, qui ont un impact sur la vie scolaire des élèves. Pour plus d'informations, nous vous conseillons de vous référer au Guide Pédagogique de ce projet.

Difficultés liées à l'apprentissage des STEAM

La plupart des troubles spécifiques de l'apprentissage peuvent affecter indirectement l'apprentissage des STEAM en raison de la façon dont ils affectent les modes de traitement de l'information par le cerveau. Par exemple, la dyslexie peut se traduire par des difficultés de lecture et de traitement du langage. Elle rend le décodage des problèmes mathématiques plus difficile car elle peut affecter la fluidité de la lecture, le décodage, la compréhension à la lecture, la mémorisation, l'écriture, l'orthographe et parfois la parole.

La dyscalculie est le trouble le plus évident lorsqu'il s'agit de difficultés dans le domaine des STEAM, car elle se traduit généralement par des difficultés à comprendre les symboles mathématiques, à compter, à mémoriser et à organiser les chiffres, ce qui entrave la personne concernée dans les calculs ou les opérations mathématiques abstraites.

¹ PISA. (2018). *Home*. OECD iLibrary. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/a9b5930a-en/index.html?itemId=/content/component/a9b5930a-en>

Besoins en matière de troubles spécifiques de l'apprentissage dans le domaine STEAM

Les personnes ayant des troubles spécifiques de l'apprentissage bénéficieront de davantage de séquences et de matériel concret, qui les aideront à visualiser, à interagir et à comprendre la théorie qu'elles apprennent. Elles ont besoin d'étapes claires et de la possibilité de relier les choses à des situations concrètes pour intégrer la matière plus facilement. Ces besoins sont pris en compte dans les plans de manipulation de STEAM Builders.

Présentation des résultats testés : Quoi et pourquoi ?

- Les outils:

Les principaux outils testés sont les plans de manipulation et les séquences pédagogiques qui les accompagnent. Tous les partenaires en ont testé des différents et les résultats sont généralement très positifs.

Les perspectives des troubles spécifiques de l'apprentissage sur STEAM Builders : utilité et défis

- Utilité:

Les manipulations créées dans STEAM Builders permettent aux élèves d'interagir avec la matière enseignée, de la visualiser et de la manipuler, ce qui les aide à mieux retenir les informations, car tous leurs sens sont sollicités pendant la session. Ils seront également en mesure de comprendre pleinement les mécanismes, au lieu de les apprendre par cœur et de les oublier dès que le test est terminé. Cela permet également aux élèves de participer au processus d'apprentissage de manière active et non passive. Enfin, cela crée de l'intérêt et renforce l'engagement dans la leçon, ce qui est toujours source de meilleurs résultats.



- Défis

Certaines de ces manipulations aident les apprenants à comprendre des théories complexes tout en manipulant des objets. De plus, bien que la motricité fine puisse être une source de difficulté pour les élèves atteints de troubles spécifiques de l'apprentissage, le travail d'équipe peut facilement atténuer cette difficulté. De plus, ces activités sont limitées en termes de possibilités à long terme ; malheureusement, un enseignant ne pourra pas faire toute l'année scolaire de cette façon. Il s'agit d'un outil à utiliser de manière ponctuelle pour stimuler l'intérêt et l'engagement.

Étude de cas : phase de test

- Le processus de test

La phase de test a été très difficile en raison de la période de l'année où elle a eu lieu, mais les tests ont donné des résultats très positifs pour tous les produits.

L'une de nos élèves s'est sentie très intimidée par l'expérience, en particulier par le système de poulie, mais une fois qu'elle a réalisé que les directives étaient simples et claires, elle a pu effectuer la plupart des étapes par elle-même, même si le matériel lui a semblé difficile à utiliser au départ ; elle a réalisé que la physique était plus concrète qu'elle ne le pensait. Elle a également déclaré que cette méthode devrait être appliquée à tous les concepts de physique afin de s'engager plus activement dans le sujet abordé par l'enseignant.

Impressions et témoignages

Les enseignants chargés des tests ont été très satisfaits de la manière dont les plans ont été construits, en particulier celui de la "boussole", pour lequel ils ont déclaré :

" Celle-ci était vraiment sympa car elle a vraiment permis à l'élève de comprendre le fonctionnement de la boussole même si cela avait été expliqué plus tôt dans la séquence. En effet, cette partie plus concrète où il devait aimanter son aiguille en



pensant aux côtés positifs et négatifs de l'aimant l'a vraiment poussé à réfléchir au fonctionnement des deux aimants et, bien sûr, de la boussole. De plus, ce plan contient une partie " création " plus personnelle avec la rose des vents à dessiner, ce qui permet à l'élève de revoir rapidement quelques notions de géométrie tout en les appliquant à quelque chose de concret, mais qui permet aussi de faire le point sur la situation. les appliquer à quelque chose de concret, mais qui lui permet également de faire des choix plus esthétiques (même s'il s'agit simplement de choisir les couleurs et la forme de ses lettres). L'élève a ainsi eu l'impression de construire réellement son propre objet et pas seulement un objet pour apprendre quelque chose.

De mon point de vue, c'est aussi celui sur lequel j'ai préféré travailler parmi les trois proposés car il m'a permis de travailler plusieurs notions en même temps tout en produisant un résultat très concret et visuel pour l'élève. De plus, le matériel utilisé est très basique et l'activité ne nécessite donc que très peu de préparation en amont, ce qui n'est pas négligeable. La façon dont les explications sont appuyées par des photographies de l'évolution de la construction est également très agréable. Elle permet aux élèves d'avoir une certaine autonomie tout en augmentant leur sentiment de construire leur propre objet et d'être acteur de leur apprentissage. Et aussi, pour ceux qui ont des problèmes de confiance, d'avoir l'impression de construire ces objets par eux-mêmes et de ne pas avoir besoin de l'aide de l'adulte présent."

Conclusions

Au vu de tous les commentaires, les plans se sont révélés à la fois très intéressants du point de vue de l'enseignant et très engageants du point de vue des élèves.

L'explication étape par étape avec des images permet aux élèves d'être autonomes et les implique dans la création d'un résultat très concret qu'ils peuvent conserver par la suite, tout en ne nécessitant que du matériel de base et peu de préparation à



l'avance. Certaines manipulations de motricité fine dans des plans spécifiques peuvent être difficiles selon l'élève qui les réalise. Cependant, elles sont efficaces dans leur objectif : contextualiser les théories abstraites de STEAM, aider les élèves à comprendre les mécanismes des concepts, et stimuler l'engagement et les niveaux de réussite dans STEAM pour tous les élèves.

Case 3: STEAM Builders à l'école secondaire

Une école secondaire est un établissement qui dispense un enseignement général et initie les élèves à divers sujets. Certains établissements secondaires proposent à la fois le premier cycle du secondaire (de 11 à 14 ans) et le deuxième cycle du secondaire (de 14 à 18 ans), c'est-à-dire les niveaux 2 et 3 de l'échelle CITE, mais ceux-ci peuvent également être dispensés dans des établissements distincts. Les jeunes doivent avoir d'excellentes compétences en matière d'interprétation de l'information, de résolution de problèmes et savoir comment rassembler et évaluer des preuves pour prendre des décisions éclairées (Bourn, 2018). En tant que futurs dirigeants, ils seront confrontés à des problèmes de plus en plus complexes, c'est pourquoi une connaissance pratique des STEM est essentielle (Digital Skills Gap Index, 2021 ; Cedefop, 2015).

Les élèves du secondaire peuvent s'inscrire à de solides programmes STEAM pour élargir leur vision du monde tout en acquérant d'importantes compétences de vie. Voici quelques-uns des avantages des programmes STEAM pour les élèves du secondaire :

- Amélioration des compétences en matière de résolution de problèmes
- Amélioration de la collaboration et de la communication
- Confiance dans la poursuite d'une carrière et préparation à l'université
- Un avantage pour le futur marché du travail

Mais comment les enseignants peuvent-ils introduire les STEAM dans leurs salles de classe ? STEAM Builders propose une méthodologie pour introduire les activités STEAM dans les écoles secondaires. Elle utilise une approche à plusieurs niveaux pour aider les élèves à développer leurs capacités STEAM, permettant ainsi aux enseignants de disposer de séquences pédagogiques inclusives pouvant être utilisées dans leurs classes. Sur la base d'un consortium de partenaires ayant des compétences diverses dans le domaine de l'enseignement STEAM et de l'éducation en général, nous avons pour objectif de développer, d'évaluer, d'appliquer dans des classes réelles et d'améliorer un certain nombre de ressources STEAM.

Selon l'approche STEAM Builders, les principales étapes pour introduire STEAM dans les écoles secondaires sont les suivantes :

1. le développement et l'évaluation des plans d'artefacts historiques par des experts du domaine.
2. le développement et l'évaluation par des spécialistes de l'éducation de séquences pédagogiques pour chaque projet.
3. l'application et l'évaluation des séquences pédagogiques et des plans dans les activités éducatives afin d'estimer la valeur ajoutée de ces ressources.

Un exemple

Au cours de l'année scolaire 2021-22, les élèves du 5e lycée d'Agrinio ont utilisé un plan et une séquence élaborés dans le cadre du projet avec 42 élèves au total. Les élèves étaient âgés de 16 ans et fréquentaient une école secondaire supérieure grecque.



Figure 5: Photo: 5th High School of Agrinio, Grèce

Trois heures d'apprentissage ont été utilisées au total, y compris la création du sextant. Le plan concernait la création du sextant, et la séquence pédagogique comprenait l'application du sextant pour mesurer la hauteur de leur école. En utilisant une approche "d'apprentissage par la pratique", les élèves ont :

- développé le sextant à l'aide du plan,
- appris, avec l'aide du professeur, l'existence de Thalès et de son théorème sur les triangles semblables,
- étudié Xénagoras (2e siècle avant J.-C.) qui a basé ses recherches sur les théorèmes de Thalès et calculé la hauteur du sommet de la montagne grecque de l'Olympe occidentale, appelé Flambouro,
- et enfin, ils ont mesuré en groupe la hauteur de leur école en faisant les calculs nécessaires.

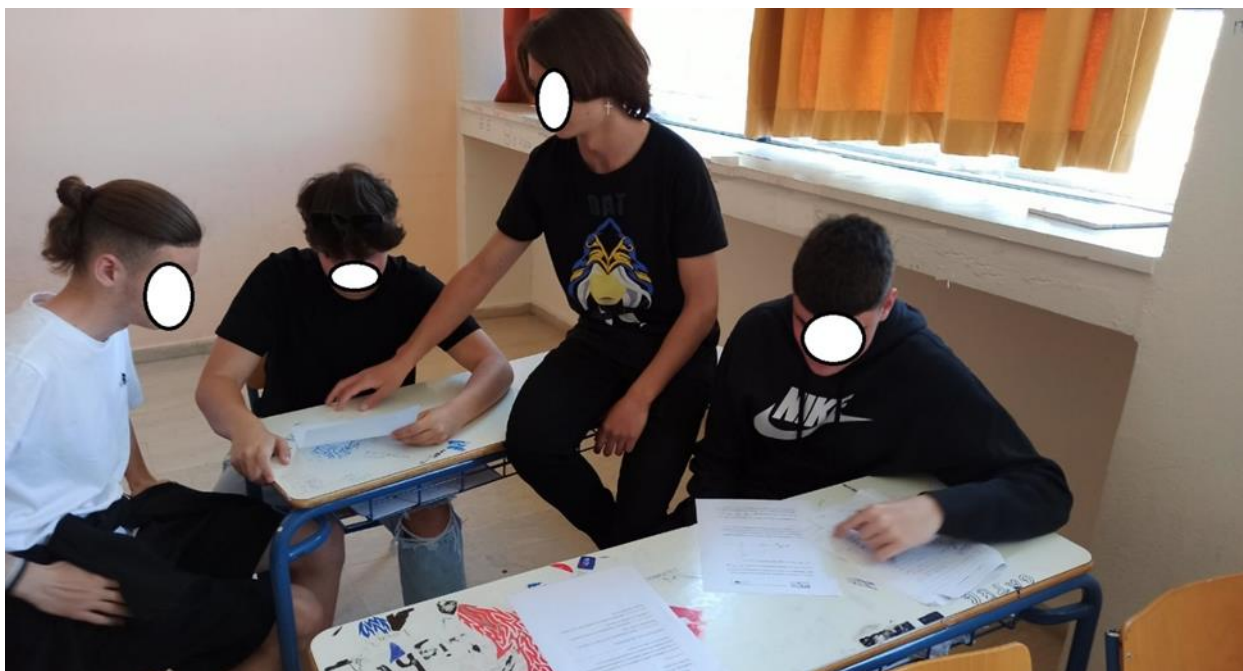


Figure 6: Photo: 5th High School of Agrinio, Grèce

Tous les élèves ont participé activement et ont apprécié l'activité. Ils ont créé des objets, appris des faits historiques et pris conscience du potentiel pratique des mathématiques dans la vie quotidienne.

Un court questionnaire a été distribué aux élèves, puis une session de discussion a été organisée pour connaître leurs opinions et leurs convictions. Le tableau 1 montre la partie la plus intéressante du questionnaire et comme nous pouvons le constater, les élèves sont plutôt positifs envers notre approche pédagogique.

Tableau 1 : Opinions des apprenants

Question	1 (pas du tout d'accord)	2 (pas d'accord)	3 (neutre)	4. (d'accord)	5 (complètement d'accord)
A. Le contenu de l'activité est intéressant et attractif				2	40



B. Le contenu de l'activité est clair et compréhensible				3	39
C. L'activité a pu me garder intéressé et motivé					42
D. Je veux plus d'activités comme ça !					42

L'activité ci-dessus est un paradigme simple de l'intégration réussie des activités STEAM dans les écoles secondaires. Le projet STEAMBuilders fournit des directives étape par étape pour soutenir l'intégration des activités STEAM. Les élèves sont aidés dans leur exploration de diverses mises en œuvre et les enseignants sont soutenus par des ressources spécifiques.

References

Bourn, D. (2018). Understanding global skills for 21st century professions. Cham: Palgrave Macmillan, 2018.

Cedefop (2015), Skill shortages and gaps in European enterprises: Striking a balance between vocational education and training and the labour market,

https://www.cedefop.europa.eu/files/3071_en.pdf



Cas n°4: Quand les écoles utilisent la région locale dans l'enseignement

À Fermat Science, nous proposons des ateliers en rapport avec le territoire et le patrimoine de Beaumont de Lomagne : les ateliers PatriMaths. L'un d'entre eux est : **"La ville au Moyen Âge"**.

Cet atelier est destiné aux enfants de 6 ans : ils découvrent la fondation de la bastide royale de Beaumont, créée il y a plus de 800 ans à l'initiative de Philippe III le Hardi et de l'abbé de Grand Selve. Les enfants parcourent la ville dans les rues qui se croisent à angle droit, tracées par les géomètres du Moyen Âge, et découvrent, en déambulant au cœur de la cité, les principes architecturaux qui ont présidé à sa construction.

Depuis le Centre culturel de Beaumont de Lomagne, les enfants découvrent les maisons à pans de bois. La bastide de Beaumont de Lomagne est riche de ces maisons typiques du XVI^e siècle, les plus anciens vestiges de la ville. Dirigez-vous vers la magnifique demeure des seigneurs d'Argombat, située rue de l'Eglise, puis vers la rue de la République où se trouve la remarquable maison de Jean d'Armagnac. Au cours de cette balade dans l'histoire, ils découvrent bien d'autres aspects de la science.

De retour au Centre culturel, chacun peut réaliser la maquette d'une ville du Moyen Âge. Ils disposent d'un exemple de maison à colombage découpé au laser, une technique que Camille, médiatrice chez Fermat Science, assemblera pour eux. Puis, à l'aide de divers matériaux, sable, gravier, liège, personnages, animaux et objets, leur maquette prendra vie... Et ils seront plongés au cœur d'une cité médiévale !

Après avoir découvert la vie d'autrefois qui se reflète dans l'architecture de la bastide, ils peuvent conserver leur œuvre et partager avec leur famille ce trésor né de leurs mains.



Figure 7: Fermat Science, France

Dans le cadre des ateliers PatriMaths, nous proposons aux enfants à partir de 6 ans de créer une œuvre d'art en utilisant le vitrail.

Depuis le Centre culturel de Beaumont de Lomagne, les enfants se dirigent vers l'église gothique du XIV^e siècle de Notre Dame de l'Assomption. Les médiateurs attirent leur attention sur l'un des vitraux de la façade extérieure.

Depuis la rue étroite, il est impossible de le distinguer, alors le groupe entre dans l'église et là, c'est la découverte ! De l'intérieur, la lumière le révèle, riche en couleurs et en formes.

Le médiateur explique alors aux enfants comment est fabriqué un vitrail : le choix du modèle et la réalisation de la maquette sont les premières étapes. Ensuite, le maître

verrier représente le dessin, les couleurs, les maillons de plomb et l'armature métallique, le tout en grandeur nature. Le verre est taillé au diamant, chaque pièce est peinte avec de la peinture pour verre et cuite. Toutes les pièces sont assemblées et jointes avec du plomb. La verrière ainsi obtenue est ensuite fixée avec un cadre métallique.

Après la visite, tout le monde retourne au Centre culturel afin que les enfants puissent travailler sur leur propre vitrail. À l'aide des différents outils mis à leur disposition - compas, règles, rapporteurs - les enfants sont invités à devenir créateurs à leur tour. 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 du papier transparent et à l'illuminer à la manière d'un maître verrier.

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

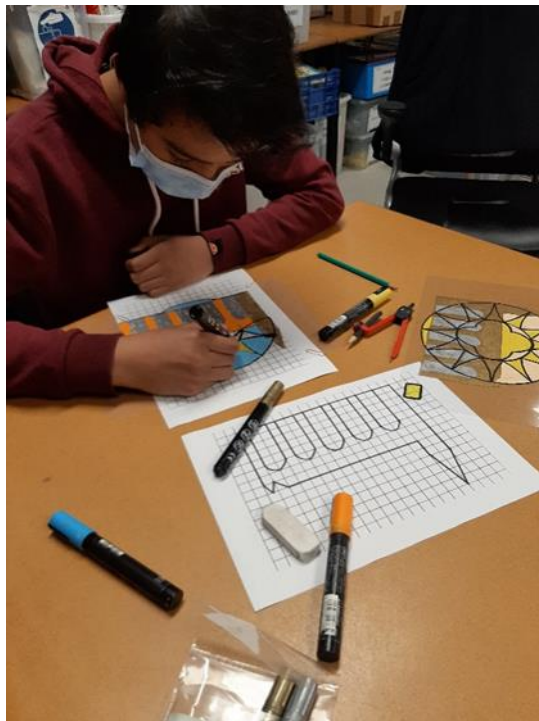


Figure 8: Photo: Fermat Science, France

Les enfants peuvent également découvrir Beaumont de Lomagne sous un angle géométrique avec l'atelier de la promenade géométrique.

Nous avons mis en place une promenade géométrique dans la ville où est né le mathématicien Pierre Fermat. Sa fonction est la découverte de sa ville du point de vue d'un géomètre, amenant ainsi les enfants à observer leur patrimoine et l'architecture et à regarder les différentes formes et dimensions architecturales, en pensant comme un mathématicien.



Figure 9: Photo Fermat Science, France

Beaumont de Lomagne est une bastide au fort potentiel architectural et à la forme très géométrique comme toutes les bastides. Les enfants doivent identifier les lieux symboliques chargés de géométrie avec leur guide lors d'une visite de la ville, comprendre

l'histoire de Beaumont de Lomagne, imaginer des questions à poser en fonction de ce qu'ils ont observé, prendre des photos des lieux et de l'architecture, réfléchir aux outils à utiliser pour mesurer la ville, et rédiger un document de visite.

Cette visite est ensuite présentée aux parents, qui se mettent dans la peau de visiteurs qui découvrent Beaumont de Lomagne d'un point de vue géométrique. Cela



permet aux enfants d'être valorisés par leurs parents, qui peuvent transmettre leurs connaissances, mais aussi de montrer à leurs parents une autre façon d'aborder les mathématiques.

La réalisation de cette visite permet aux enfants de s'immerger dans différentes disciplines (mathématiques, histoire, patrimoine, écriture, création, observation, pratique artistique) et de mettre en œuvre de nombreux champs de compétences pour la réalisation d'un projet global.

Références

Rey, O. (2016, 4 January). *Les bonnes pratiques en éducation : aller au-delà du slogan*. Des recherches aux pratiques éducatives.

<https://pratiq.edu.hypotheses.org/561>

(2016, novembre). Le recensement des bonnes pratiques pédagogiques dans l'enseignement professionnel. Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche file:///C:/Users/UTILIS~1/AppData/Local/Temp/2016-078-recensement-enseignement-professionnel-690447-pdf-31049.pdf.

(2015, mars). Manuel d'élaboration d'un guide de bonnes pratiques. Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie Québec.

http://extranet.santemonteregie.qc.ca/depot/document/3760/Guide_pratiques_VF.pdf

Cas n°5 : Atelier de mise en œuvre du patrimoine

1. Qu'est-ce qu'un atelier?

Un atelier est une réunion au cours de laquelle un groupe de personnes participe et interagit dans le cadre de discussions et d'activités intensives sur un sujet ou un projet particulier. En général, les ateliers sont de courts programmes éducatifs (d'une durée de quelques heures de cours à plusieurs jours) qui impliquent les participants, leur permettant d'acquérir une certaine compétence technique ou pratique ou d'apprendre un concept ouvert à tout domaine d'application.

La planification et la préparation de l'atelier demandent beaucoup de temps au mentor, car chaque atelier est unique. Pour obtenir les meilleurs résultats, il doit être préparé en tenant compte des participants et des thèmes abordés. D'un autre côté, cela signifie que le même atelier peut être appliqué pour présenter différents sujets et domaines d'enseignement.

2. Planification, préparation et mise en œuvre de l'atelier

Dans le cadre du projet STEAM Builders, l'Institut GoINNO a organisé des ateliers pratiques avec des élèves âgés de 10 à 14 ans afin de tester les matériaux développés. Dans ce paragraphe, nous décrivons la préparation et la mise en œuvre de l'atelier sur la base d'un exemple pratique.

2.1. Phase de planification - définir les participants (nombre, âge), les mentors, les activités.

Tout d'abord, nous avons choisi le groupe cible et les activités. Ensuite, le nombre maximum de participants a été décidé - les limites peuvent être le temps, les matériaux, l'espace et le nombre de mentors. Nous avons décidé d'un nombre maximum de 20 participants (âgés de 10 à 14 ans) avec 2 mentors. Les mentors sont



toujours les bienvenus, de préférence plus nombreux que moins nombreux. Nous recommandons un minimum de deux mentors pour un groupe de 10 à 20 élèves, afin de garantir le bon déroulement de l'activité et de s'assurer que les élèves reçoivent de l'aide pour les travaux pratiques lorsqu'ils en ont besoin. Les activités ont été choisies en tenant compte du groupe cible et de ses intérêts - nous recommandons un maximum de 2 activités pratiques différentes, ni trop simples ni trop compliquées. L'important est qu'ils puissent faire l'activité presque seuls, avec leurs propres mains. Les élèves peuvent également réaliser l'activité par deux ou en groupe, mais tout le monde doit participer activement. Nous avons décidé de réaliser deux expériences différentes - "Le moulin à eau" et "L'exploration des roches" - en trois heures de cours, entrecoupées d'une pause.

2.2. Phase de préparation (matériel, lieu, invitations, candidatures, etc.)

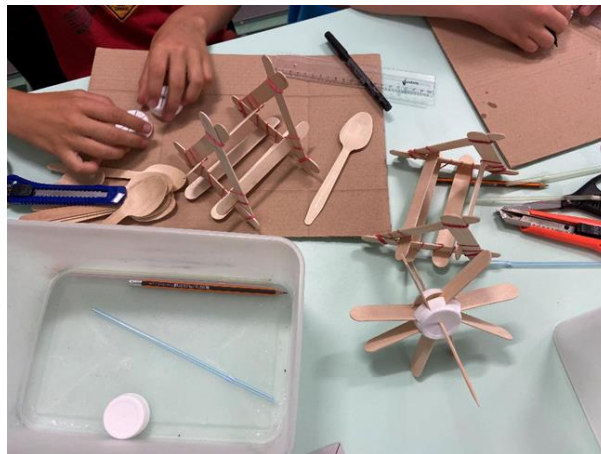
Espace: Nous devons choisir le lieu de l'atelier. Dans notre cas, nous avons choisi la salle de classe de la bibliothèque publique, mais il peut aussi s'agir d'une salle de classe d'une école ou d'un autre espace public (pendant la période la plus chaude de l'année, il peut aussi s'agir d'un lieu extérieur). Nous devons disposer d'un environnement sûr pour éviter toute blessure ou tout dommage et prévoir suffisamment d'espace.

Matériaux: Préparez suffisamment de matériel pour tous les participants, ainsi que du matériel supplémentaire, au cas où.

Invitations: Préparer les invitations et les envoyer au public intéressé - nous avons ciblé les parents d'élèves. Nous avons partagé les détails de l'événement sur les pages des médias sociaux et créé un formulaire de candidature en ligne, que nous observons régulièrement. S'il y a plus de candidats que de places dans l'atelier, pensez à organiser deux événements. N'oubliez pas de définir les informations clés : lieu, heure, durée, qui peut postuler et une brève description du sujet.

2.3. Implémentation

Les mentors doivent être sur place avant le début de l'atelier pour préparer le lieu en conséquence et le matériel nécessaire. Lorsque l'atelier commence, divisez les participants en petits groupes et commencez l'activité. Les élèves sont toujours enthousiastes lorsqu'ils peuvent ramener chez eux quelque chose qu'ils ont fait eux-mêmes. La fabrication d'un objet à partir de matériaux facilement accessibles et peu coûteux, voire recyclés, permet aux élèves d'emporter leurs modèles chez eux.





7 : Recommandations

La figure ci-dessous vous donne les meilleures recommandations des 7 partenaires pour commencer l'enseignement lié aux STEAM :

Institution	Recommandation
Logopsycom	
La préparation est essentielle	<p>Pour réaliser une activité dans les meilleures conditions possibles, la préparation est une étape essentielle. S'assurer qu'il y a suffisamment d'outils disponibles et en état de marche, que les matériaux nécessaires à la réalisation d'une manipulation sont en stock, et que vous en avez un peu plus que nécessaire. (Une erreur est toujours possible, mieux vaut se préparer à plusieurs essais). Mais aussi, il est bon de connaître les installations disponibles, l'espace, les bureaux, etc. car ils peuvent être nécessaires à l'activité. Un autre point essentiel est de réaliser soi-même l'activité au préalable, afin de pouvoir identifier les points de difficulté ou les moments d'attention particulière pour aider soi-même les élèves et de</p>

	<p>pouvoir les guider au mieux pendant l'activité également. Nous vous conseillons de recréer la manipulation une fois par vous-même et de préparer tout le matériel en réserve pour l'activité. Les restes peuvent être utilisés pour d'autres activités. Nous vous conseillons de recycler les matériaux autant que possible.</p>
<p>La coopération plutôt que la compétition</p>	<p>La plupart du temps, la compétition est utilisée comme un moyen de motiver les élèves à réussir. Bien que cela puisse fonctionner sur certains élèves, tous ne sont pas compétitifs, et les élèves " perdants " peuvent perdre tout intérêt une fois que les gagnants ont terminé et ils peuvent s'arrêter à mi-chemin puisqu'il n'y a plus d'intérêt. Cela laisse également un sentiment d'échec dans leur esprit, ce qui n'est pas l'objectif. Nous conseillons de mettre l'accent sur la complémentarité et la coopération dans ces activités. Il peut y avoir différents rôles ou différentes étapes avec des " leaders " nommés à tour de rôle pour chaque étape afin de faire évoluer les choses, mais chacun doit participer selon ses propres capacités et être récompensé par la réussite générale du groupe. Cela permettra de mieux inclure les élèves ayant un ensemble de compétences différent de celui habituellement requis dans les exercices de classe et de valoriser également la neurodiversité.</p>
<p>Laissez de la place aux essais et aux erreurs</p>	<p>Ces manipulations sont une occasion parfaite de travailler sur leur curiosité scientifique et de les aider à développer une attitude positive pour essayer de nouvelles choses. Lorsqu'ils sont confrontés à un nouveau problème, il est tout à fait normal que les élèves essaient et échouent au début. Cela fait également partie du processus d'apprentissage, en particulier</p>

	<p>dans un contexte STEAM. L'objectif est d'amener les élèves à réfléchir et à essayer de trouver une solution. Il est normal qu'ils ne réussissent pas du premier coup. Cela favorisera la réflexion hors des sentiers battus, la participation active en classe (puisque l'échec n'est pas puni) et la résilience. Les élèves seront moins susceptibles de ne pas essayer quelque chose ou d'abandonner rapidement lorsqu'ils ne trouvent pas la réponse du premier coup. Si vous en avez la possibilité, il serait également intéressant d'organiser des ateliers sur la résolution d'un problème que les enfants ont pu rencontrer à la maison ou dans leur vie quotidienne.</p>
Fermat Science	
Changer d'environnement	<p>La disposition d'une salle de classe ou d'un atelier doit être flexible. Idéalement, la disposition des tables doit être adaptée à l'activité proposée. Cependant, modifier la disposition des tables peut prendre du temps et être bruyant. Par conséquent, si vous souhaitez déplacer les tables de la salle lors d'un atelier STEAM, il est préférable d'apprendre aux élèves à le faire. Au début de l'année, montrez aux élèves comment le faire de manière calme et rapide. Lorsque les élèves sont formés et habitués, le changement de configuration peut prendre moins de trois minutes.</p>
N'ayez pas peur de sortir !	<p>Sortir de la salle de classe facilite l'apprentissage authentique ou expérientiel et donne un meilleur accès aux principales voies d'apprentissage (visuelle, auditive et kinesthésique). Non seulement les élèves font l'expérience des sciences dans des</p>

	<p>contextes concrets et nouveaux, mais ils peuvent aussi être libérés des attentes parfois restrictives de la salle de classe.</p> <p>L'apprentissage des sciences en dehors de la salle de classe, par exemple dans un musée, n'est pas seulement un enrichissement, il est au cœur de l'autonomisation d'une personne dans sa compréhension du sujet.</p>
Éliminer le risque d'inégalité	<p>Pour les élèves éloignés socialement de la culture, le langage STEAM peut être une source d'incompréhension générant échec et stress car il y a souvent un décalage entre le sens scientifique et le sens réel. Il est donc essentiel dans l'apprentissage non formel d'utiliser le mot juste. Pour éloigner le risque d'inégalité, il est nécessaire de se développer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des activités non formelles accessibles à tous et partout en dehors des écoles. - La formation de tuteurs aux différentes méthodes d'enseignement des sciences et au langage scientifique.
Goinno	
Laissez les élèves libres d'apprendre - ils peuvent s'amuser et apprendre en même temps.	<p>Le mentor doit être le guide mais ne doit pas diriger toute l'activité à son rythme pour atteindre les résultats prévus. Il est essentiel de savoir où commence l'activité et quels sont les objectifs, mais le résultat est la conséquence des participants, de leur motivation, de leurs compétences et de leurs connaissances. N'ayez pas peur s'ils font quelque chose de différent de ce que vous attendiez. De plus, le plaisir fait partie de l'expérience pratique, qui est engageante et motivante.</p> <p>L'objectif est atteint si l'enseignant combine cela avec l'apprentissage.</p>

<p>Faites des leçons comme des ateliers - il s'agit d'une expérience éducative intensive réalisée en peu de temps..</p>	<p>La réalisation d'expériences pratiques est un bon choix d'atelier car elle offre aux étudiants la possibilité d'essayer de nouvelles méthodes et d'échouer potentiellement dans une situation sécuritaire. Chaque étudiant est entouré d'un mentor, qui peut l'aider dans les situations difficiles, et d'autres étudiants, ce qui permet un transfert rapide et efficace des connaissances et du feedback entre les mentors et les étudiants. Cela peut créer un sentiment de communauté et de coopération entre les étudiants, ce qui entraîne une plus grande motivation pour l'activité. Il est important que chacun ait la possibilité de faire au moins une partie de l'activité pratique par lui-même, ce qui conduira à un meilleur apprentissage.</p>
<p>Les mentors doivent être capables de s'adapter à de nouvelles conditions.</p>	<p>La préparation du mentor pour guider l'activité doit être faite par le mentor à l'avance, cependant ils doivent être préparés pour différentes situations. En général, le mentor doit construire certaines parties de la structure et du plan des cours pendant la mise en œuvre de l'activité et non à l'avance. Il est essentiel que le mentor sache comment donner aux participants le maximum de connaissances possibles, compte tenu du sujet et du public.</p>
<p>CIP</p>	
<p>Les enseignants des STEM doivent intégrer les arts dans leur programme.</p>	<p>Les fondements de STEAM reposent sur la recherche, la pensée critique et l'apprentissage par processus. L'idée générale des leçons STEAM et de l'approche STEAM est qu'elles sont basées sur le questionnement. Nous voulons commencer à poser des questions qui ne se trouvent pas sur Google.</p>

	<p>Le questionnement, la curiosité, la capacité à trouver des solutions à un problème et la créativité dans la recherche de ces solutions sont au cœur de cette approche. Cela signifie que les sciences humaines sont intégrées dans les STEAM, comme tout le reste.</p>
<p>Créez un makerspace (fablab ou atelier de fabrication) dans votre école.</p>	<p>Les termes STEAM et makerspace sont souvent associés. Voici pourquoi : Le mouvement éducatif STEAM met l'accent sur les compétences du 21e siècle, l'apprentissage par projet et l'interconnexion des matières scolaires. L'enseignement STEAM aide les élèves à devenir plus compétents en matière de collaboration, de questionnement, de résolution de problèmes et de pensée critique. Quel est le rôle des makerspaces ? Les makerspaces sont une méthode pratique d'apprentissage des STEAM, qui offre aux élèves un espace pour explorer les sciences, la technologie, l'ingénierie, les arts et les mathématiques.</p>
<p>Intégrer les mathématiques et les sciences dans les projets avec fluidité.</p>	<p>Intégrez les mathématiques et les sciences aux projets avec fluidité. Les mathématiques et les sciences que vos élèves effectuent doivent être pertinentes pour leur projet actuel, se rapporter à des scénarios du monde réel et, en fin de compte, servir un objectif. Par exemple, les équations mathématiques peuvent garantir que leur conception fonctionne correctement ou les aider à comprendre comment créer quelque chose.</p>
<p>Transit</p>	
<p>L'UNESCO et les objectifs de</p>	<p>Les chefs d'État et de gouvernement, les hauts fonctionnaires des Nations unies et les représentants de la société civile se réunissent en septembre 2015, dans le cadre de la 70e session</p>

<p>développement durable</p>	<p>de l'Assemblée générale des Nations unies et ont adopté les Objectifs de développement durable (ODD). Ces objectifs forment un programme de développement durable, universel et ambitieux, un programme du peuple, par le peuple et pour le peuple, conçu avec la participation active de l'UNESCO. https://fr.unesco.org/sdgs</p>
<p>Inclusion</p>	<p>Les activités MakerEducation, dans un environnement bien soutenu avec un accès aux outils et aux matériaux, peuvent aider les jeunes à se sentir connectés. Elles peuvent leur donner l'occasion de communiquer leurs pensées, leurs sentiments et leurs passions par le biais de méthodes créatives mais pratiques, ainsi que d'apprendre l'importance de la responsabilité sociale et de l'inclusion. http://m4inclusion.com/</p>
<p>N'ayez pas peur.</p>	<p>La "pratique des Makerspaces pour l'innovation dans l'enseignement" se concentre sur le processus de recherche pour développer des méthodes d'enseignement plus engageantes et des environnements d'apprentissage en situation réelle. Le potentiel éducatif des Makerspaces et des FabLabs (et la technologie de prototypage rapide utilisée dans ces espaces) peut soutenir les enseignants et les éducateurs dans ce domaine. En particulier, le projet "MakIN Teach" intègre la philosophie "Do It Yourself" (DIY) typique de ces espaces à la théorie et aux idées militantes liées à "Apprendre à apprendre" et à "l'apprentissage actif".</p>
<p>Agrinio 5th High</p>	

Commencer tôt	Malgré ce que la plupart des gens pensent, il n'est jamais trop tôt pour intéresser les enfants aux sciences et aux mathématiques. Des recherches récentes montrent qu'il faut tout faire pour que les enfants s'y intéressent dès l'école primaire. Des études ont montré que les enfants décident s'ils veulent être des scientifiques, des ingénieurs ou des mathématiciens au cours de l'école primaire.
La diversité dans les STEM	Il n'y a pas assez de femmes dans les métiers de l'ingénierie et de l'informatique. Les professeurs de STEM peuvent faire la différence en encourageant les femmes et les étudiants issus de groupes sous-représentés à s'orienter vers les domaines STEM les plus demandés et les mieux rémunérés.
Plus d'actions pédagogiques	Davantage de programmes de recherche interdisciplinaire et appliquée pour aider les étudiants à tous les niveaux d'enseignement à développer un plus large éventail de compétences et intégrer les STEM dans d'autres matières afin de montrer comment et où les STEM sont utilisés dans le monde réel.
Vesthimmerland	
"Moins, c'est plus"	Ne surchargez pas l'activité. Les élèves absorbent une quantité énorme de nouveaux apports sensoriels et trop d'activités peuvent créer du désordre et de la confusion. La simplicité laisse la place à l'imagination, à l'action, aux idées et à l'expression des élèves. Lorsque les élèves sont invités à être des co-créateurs de cette manière, l'enseignement prend tout son sens.

<p>Séquences chronologiques et processus entiers</p>	<p>Créez un équilibre entre le calme, la contemplation et l'élan.</p> <p>Le processus lui-même doit être chronologique, avec des activités ayant des liens de causalité logiques. Laissez les élèves réaliser un processus de travail du début à la fin, de sorte que tous les sous-processus d'un cycle de travail soient achevés.</p> <p>Par exemple, l'eau tirée du puits est utilisée pour quelque chose, les grains de café qui ont été moulus sont bouillis pour faire du café.</p>
<p>Utilisez des matériaux simples</p>	<p>Choisissez des matériaux simples et recyclez-les, par exemple des bâtons ronds, des sacs en plastique, des gobelets en plastique, des boîtes en carton, des branches, etc. dans votre enseignement. Cela permet de limiter le coût des matériaux.</p> <p>Vous pouvez demander aux élèves de vous aider à collecter des matériaux pour contribuer à la leçon, ce qui peut susciter la curiosité quant à l'utilisation de ces matériaux. Il est intéressant de constituer une " réserve de matériel " pour limiter les coûts et le temps de préparation.</p>

8 : Perspectives

Les STEM et les STEAM existent depuis un certain temps déjà, mais l'enseignement par le biais d'expériences et d'activités pratiques STEM et leur combinaison avec le "A" de STEAM sont encore perçus comme quelque chose de nouveau et parfois très difficile pour les enseignants et autres éducateurs.



Les enseignants sont des personnes qui consacrent leur vie à transmettre des connaissances à la génération suivante. Bien qu'ils enseignent aux élèves tous les jours et qu'ils aient des attentes quant au niveau de connaissances des élèves, les enseignants eux-mêmes manquent souvent de confiance dans leur approche de l'apprentissage. C'est pourquoi ils ne se lancent pas dans quelque chose de nouveau, par exemple en enseignant des expériences STEM et des activités pratiques à l'école. Cela s'explique par le fait qu'ils ne sont pas familiarisés avec cette méthode d'enseignement, car à l'université, dans la plupart des cas, les programmes d'études pédagogiques ne couvrent pas les méthodes d'enseignement des STEM basées sur les travaux pratiques ou les expériences/projets, ou bien ces méthodes ne sont que brièvement mentionnées, sans indications ni exemples solides.

Un autre problème réside dans le fait que les enseignants sont surchargés de travail pour s'assurer qu'ils couvrent le programme national et manquent de temps pour préparer et mettre en œuvre de nouvelles activités STEM. Même lorsque l'enseignant décide d'intégrer des activités STEM, il manque de matériel de qualité pour les leçons d'enseignement pratique à utiliser dans les classes, car il existe peu de ressources utiles sur la façon de guider ces leçons. Par conséquent, les enseignants ne sont pas sûrs d'être capables de contrôler la situation dans la classe en mélangeant différentes approches pédagogiques, par exemple, la classe inversée, l'apprentissage par projet, l'apprentissage par problème, etc.

Avec des projets tels que STEAMBuilders, nous permettons aux enseignants d'accéder à du matériel de haute qualité, qui les guide tout au long de la leçon, de la préparation à la partie principale et aux phases de réflexion et de rétention des connaissances. Les enseignants reçoivent la possibilité et le soutien nécessaires pour mettre en œuvre des leçons pratiques de STEM dans leurs classes. En recevant du matériel facile à suivre, approfondi et préparé au préalable, les enseignants se sentent plus confiants



pour essayer d'utiliser des activités pratiques pour enseigner STEAM dans leurs classes. De cette manière, ils se familiarisent avec les aspects positifs de l'enseignement des STEM par le biais d'activités pratiques dans leurs classes, et ils peuvent faire prendre conscience que l'apprentissage des STEM est crucial pour les élèves et également très engageant pour eux, les aidant à toujours être des participants actifs dans leur apprentissage.

L'approche pratique de l'enseignement des STEM présente également des avantages pour l'enseignement pluridisciplinaire. Elle contient un mode de pensée scientifique, qui peut aider à enseigner l'art et l'histoire de manière pratique. Cette approche analytique contribue à rendre les leçons d'histoire plus innovantes et à les rendre non seulement théoriques mais aussi pratiques. Les enseignants trouveront de nouvelles idées et directions pour compiler le A et le STEM dans le STEAM - il peut être lié à l'art (le disque de Newton peut être lié à l'arc-en-ciel dans les cours de physique ou au dessin dans les cours d'art), à l'histoire (l'arc romain peut être intégré avec succès aux Romains, aux objets architecturaux historiques et à l'ingénierie...). Les limites sont infinies lorsque nous considérons les objets d'apprentissage dans la perspective de STEAM. Dans le projet STEAMBuilders, nous voulons donner aux enseignants le pouvoir de voir ce lien entre la science, la technologie, l'ingénierie, l'art et les mathématiques.

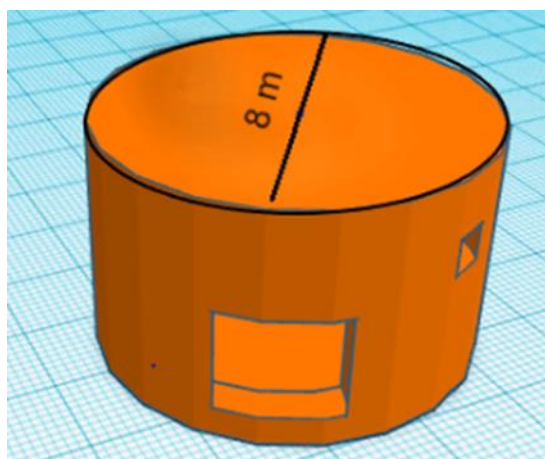


Figure 10: A partir du plan " Construisez votre maison néolithique " CIP, Chypre

9: Ouvrages de référence

Institution	Auteur(s)	Titre, éditeur, année de publication ou web.
Logopsy com		
	Anna Claybourne, Crabtree Publishing	"Recreate Machine Innovations" De la 4e à la 7e année éditeur: Crabtree Publishing, 2019 Fait partie de la série de livres de classe "Recréer des découvertes sur...". (Sur la lumière, les forces, les êtres vivants, les sons, les états de la matière, ...) https://crabtreebooks.com/shop/show/14425
	Anna Claybourne, Crabtree Publishing	"Recreate Discoveries about Forces" De la 4e à la 7e année

		<p>éditeur: Crabtree Publishing, 2019</p> <p>Fait partie de la série de livres de classe "Recréer des découvertes sur...". (Sur la lumière, les forces, les êtres vivants, les sons, les états de la matière, ...)</p> <p>https://crabtreebooks.com/shop/search_results?utf8=%E2%9C%93&q=scientific+discoveries</p>
	Jill Staake, We are Teachers	<p>60 Easy Science Experiments Using Materials You Already Have On Hand (60 expériences scientifiques faciles utilisant des matériaux que vous avez déjà sous la main)</p> <p>Jill Staake, le 2 Mars 2022, sur le site web: We are Teachers,</p> <p>https://www.weareteachers.com/easy-science-experiments/</p>
Fermat Science		
	Centre d'étude des bastides villes neuves d'Europe et du Moyen-Âge	<p>Le livre blanc des bastides (french)</p> <p>Contient de nombreuses informations intéressantes et de nombreux plans de la bastide.</p>
	IREM - coordonné par Marc Moyon et Dominique Tournès	<p>Passerelles : enseigner les mathématiques par leur histoire au cycle 3 (French)</p> <p>Présentation et analyse de leçons d'enseignement mathématique basées sur des documents historiques</p>
	Antoine Houlou-Garcia	<p>Chaine Youtube</p> <p>https://www.youtube.com/c/ArithmAntique</p>
Golnno		

	Home - Scientix	Scientix est la première communauté pour l'enseignement des sciences en Europe. Elle vise à promouvoir et à soutenir une collaboration à l'échelle européenne entre les enseignants de STEM, les chercheurs en éducation, les décideurs politiques et d'autres parties prenantes de l'éducation afin d'inciter les élèves à faire carrière dans le domaine des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STEM) .
	Crystal Chatterton	Awesome Science Experiments for Kids : 100+ Fun STEM / STEAM Projects and Why They Work (Awesome STEAM Activities for Kids) ; livre avec des idées d'expériences pratiques qui pourraient être mises en œuvre dans les leçons de l'école.
	Cassie F. Quigley (Author), Danielle Herro (Author)	An Educator's Guide to STEAM : Engaging Students Using Real-World Problems Reprint Edition ; Un guide pour les enseignants, comment passer à la pratique de l'enseignement STEAM.
CIP		
	Designing a School Makerspace, Jennifer Cooper	Guide de l'éducateur sur la façon d'aménager un espace dans sa classe.
	Wonyong Park and Hohee Cho, 2022	L'interaction entre les objectifs d'apprentissage de l'histoire et des STEM dans le matériel pédagogique élaboré par les enseignants : opportunités et défis pour l'enseignement des STEAM. (The interaction of history and STEM learning goals in teacher-developed curriculum materials:

		opportunities and challenges for STEAM education)
	David A. Slykhuis et al.	Teaching STEM Through Historical Reconstructions: The Future Lies in the Past, https://citejournal.org/volume-15/issue-3-15/editorial/teaching-stem-through-historical-reconstructions-the-future-lies-in-the-past/
Transit		
	<p>ReMaking History, Volume 1: Early Makers</p> <p>Make Community, LLC; Illustrated edition (26 agosto 2016)</p> <p>English</p> <p>ISBN-10 : 1680450603</p> <p>ISBN-13 : 978-1680450606</p>	<p>William Gurstelle commence son remarquable voyage à travers l'histoire avec ce volume, Early Makers. Chaque chapitre examine un individu ou un groupe de personnes remarquables du passé dont les idées et les inventions ont contribué à créer le monde dans lequel nous vivons. Ce qui distingue cette série des autres livres d'histoire - y compris les autres histoires de la technologie - c'est que chaque chapitre comprend également des instructions étape par étape pour fabriquer votre propre version de l'invention historique.</p>
	<p>ReMaking History Volume 2: Industrial Revolutionaries</p> <p>Ed. : Make Community, LLC; Illustrated edición (2 diciembre 2016)</p> <p>English</p> <p>ISBN-10 : 1680450662</p> <p>ISBN-13 : 978-1680450668</p>	<p>Industrial Revolutionaries est le deuxième volume de l'exploration unique de William Gurstelle sur les grands inventeurs de l'histoire. Chaque chapitre revient sur la vie et l'époque de l'un des révolutionnaires avant-gardistes qui ont contribué à créer le monde dans lequel nous vivons. Vous n'apprendrez pas seulement leurs grandes inventions, vous obtiendrez également des instructions étape par étape pour les recréer vous-même. L'histoire prendra vie comme vous ne l'avez jamais vécue auparavant</p>

		lorsque vous la construirez de vos propres mains.
	<p>ReMaking History v3: Makers of the Modern World</p> <p>Ed. : Make Community, LLC (14 marzo 2017)</p> <p>English</p> <p>ISBN-10 : 1680450727</p> <p>ISBN-13 : 978-1680450729</p>	<p>Makers of the Modern World est le troisième volume du voyage unique et pratique de William Gurstelle à travers l'histoire. Chaque chapitre examine un personnage remarquable du passé, l'une des personnes dont les idées et les inventions ont contribué à créer notre monde moderne. Ce qui distingue cette série des autres livres d'histoire - y compris les autres histoires de la technologie - c'est que chaque chapitre comprend également des instructions étape par étape pour fabriquer votre propre version de l'invention historique. L'histoire prend vie comme jamais auparavant lorsque vous suivez les pas des inventeurs et recréez de vos propres mains les dispositifs révolutionnaires du passé.</p>
Agrinio		
	https://www.youtube.com/c/STEAMspirations	STEAMspirations crée des vidéos pédagogiques gratuites en anglais et en espagnol.
	https://www.goodhousekeeping.com/life/parenting/g32176446/science-experiments-for-kids/	33 expériences scientifiques faciles pour les enfants qui n'exigent que des matériaux domestiques
	https://supastem.club/blog/activity-ideas/stem-activity-book-pdf	Livre d'activités STEM gratuit en format PDF pour les enfants. Le livre électronique PDF imprimable est rempli de défis scientifiques, technologiques, techniques et mathématiques intéressants. (anglaise)



Vesthim-merland		
	<p>https://udeundervisning.dk/english</p>	<p>"L'éducation en dehors de la classe", Page Web, Un portail gratuit sur l'éducation en dehors de la classe</p> <p>Udeundervisning.dk est un portail en ligne danois gratuit dont l'objectif est de présenter des connaissances spécialisées sur la pratique pédagogique connue sous le nom d'"éducation en dehors de la classe" ou d'"apprentissage en plein air à l'école".</p>
	Klinge, Louise	<p>"Lærerens relationkompetence "Dafolo 2019 (compétence relationnelle des enseignants) uniquement en danois !</p>
	Saplagkoglu, Yasemin	<p>"This Is 'Lola,' a 5,700-Year-Old Woman Whose Entire Life Is Revealed in Her 'Chewing Gum'", Live science: https://www.livescience.com/ancient-chewing-gum-reconstructs-lola.html 2019</p>