

Cofinancé par
l'Union européenne

Guide d'introduction

Autonomiser les filles grâce aux STEAM :
cultiver la curiosité et créer des opportunités

Titre du projet

STEAM Tales (KA220-HE-23 -24-161399)

Work Package

WP2 - STEAM education impact and role models in primary schools
(Impact de l'éducation aux STEAM et rôles modèles dans les écoles primaires)

Date de réalisation

Avril 2024

Partenaire principal

CESIE (Italie)

Partenaires contributeurs

MIND – Mittelhessisches Institut für Nachhaltigkeit und Diversität (Allemagne, coordinateur)

GoINNO Inštitut (Slovénie)

Universidade do Porto (Portugal)

SCS LogoPsyCom (Belgique)

Auteurs

CESIE (LEAD): Cecilie La Monica Grus

MIND: Katharina Haack

GoINNO: Nina Skrt Sivec

U.PORTO: Ana Cunha Ferreira, Carla Morais, Luciano Moreira

Logopsycom: Amandine Falcicchio, Tara Della Selva



STEAM Tales

*Améliorer l'enseignement des STEAM grâce à la narration
et l'apprentissage pratique*

Guide d'introduction

Autonomiser les filles grâce aux STEAM :
cultiver la curiosité et créer des opportunités



Cofinancé par
l'Union européenne

Table des matières

Introduction	6
Chapitre 1 : Comprendre l'approche STEAM et l'approche narrative	9
Qu'est-ce que les STEAM ? (Science, technologie, ingénierie, arts et mathématiques)	9
Pourquoi l'éducation aux STEAM est importante.....	12
Le rôle des compétences transversales (les 4 « C » : communication, coopération, critiques constructives et créativité) dans les STEAM	14
La narration dans l'enseignement des STEAM	15
Les avantages de l'apprentissage STEAM pour les filles	18
Chapitre 2 : Les obstacles rencontrés par les filles dans les STEAM	19
Le contexte national dans les pays partenaires	20
Les disparités de genre dans les domaines des STEM	23
Les obstacles externes : discrimination et stéréotypes	24
Les obstacles internes : perception de soi et menace du stéréotype	27
Le manque de modèles féminins.....	28
Chapitre 3 : Responsabiliser les enseignants pour l'apprentissage des STEAM	30
Desenvolvimento das competências do século	30
La participation des filles à l'enseignement des STEAM	32
Les lacunes et obstacles à l'enseignement des STEAM	33
La sensibilisation et les compétences des enseignants en matière d'éducation aux STEAM	35
Les ressources en ligne gratuites pour les enseignants dans le domaine des STEAM.....	37
Chapitre 4 : Favoriser la curiosité chez les filles	40
L'apprentissage pratique et l'expérimentation en milieu scolaire.....	40
Les autres types d'apprentissage STEAM	42
Encourager le questionnement et les explorations	44
Développer les compétences de résolution de problèmes.....	45
Promouvoir l'esprit critique.....	46

Chapitre 5 : Les stratégies d'autonomisation des filles dans les STEAM..... 48

La conception de programmes d'études inclusifs	48
Le rôle des parents.....	50
Le rôle des enseignants et des éducateurs.....	52
Encourager la participation à des activités extrascolaires liées aux STEAM	52
Promouvoir l'égalité des genres dans les STEAM	54
Inspirer les filles et les femmes dans les STEAM	55

Conclusion..... 57

Lectures complémentaires 62

Chapitre 1 : Comprendre l'approche STEAM et l'approche narrative	62
Chapitre 2 : Les obstacles rencontrés par les filles dans les STEAM.....	63
Chapitre 3 : Responsabiliser les enseignants pour l'apprentissage des STEAM.....	64
Chapitre 4 : Favoriser la curiosité chez les filles.....	66
Chapitre 5 : Les stratégies d'autonomisation des filles dans les STEAM	67

Bibliographie 68

Introduction

Les disciplines **STEM (sciences, technologies, ingénierie et mathématiques)** sont essentielles pour résoudre les problèmes mondiaux les plus urgents, du changement climatique aux soins de santé. En effet, les compétences STEM sont très demandées et les emplois STEM sont parmi ceux qui connaissent la croissance la plus rapide et qui sont les mieux rémunérés dans l'économie mondiale. Malheureusement, **la sous-représentation des femmes dans les professions et l'enseignement des STEM** est profondément enracinée et, de manière générale, il y a un grand **manque de diversité** dans les domaines des STEM.

Malgré les progrès réalisés en matière d'équité entre les sexes et la sensibilisation croissante au cours de la dernière décennie, la sous-représentation des femmes dans les domaines des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques (STEM) persiste. En 2023, l'écart entre les genres dans les STEM reste important, les femmes ne représentant que 17 % de la main-d'œuvre STEM dans l'Union européenne (Piloto, 2023).

Cette situation n'est pas souhaitable à plusieurs points de vue. On ne progresse que sur les questions que les scientifiques pensent à poser et ces questions sont fortement **influencées par nos origines et nos identités**. Si nous voulons que la science s'intéresse à l'ensemble du monde naturel et aux problèmes qui touchent toutes sortes de personnes, il faut que toutes sortes de personnes puissent participer à la science afin de pouvoir relever tous les défis (UnderstandingScience.org, 2022).

Soutenir l'égalité des genres et la diversité dans les STEM est donc essentiel, non seulement parce que chacun mérite de pouvoir poursuivre sa curiosité et d'avoir l'occasion de **réaliser son potentiel**, mais aussi parce que nous avons tous à gagner à ce que la science soit informée et poussée en avant par des **perspectives diverses**. En outre, l'enseignement des STEM contribue à développer l'esprit critique, la résolution de problèmes et les compétences analytiques, qui sont essentielles pour réussir dans n'importe quel domaine du travail et de la vie.

Le fossé entre les genres dans les STEM a été attribué à plusieurs réalités anciennes et profondément ancrées, notamment les **stéréotypes persistants et le manque de rôles modèles féminins**. Beaucoup associent encore les domaines des STEM à des qualités masculines et la plupart des réussites STEM représentent des individus masculins, ce qui conduit à la perpétuation de stéréotypes qui peuvent décourager les filles et les femmes de poursuivre des études et des carrières liées aux STEM, et rend plus difficile pour elles de trouver des modèles et des mentors dans le domaine (Piloto, 2023).

Pour encourager l'intérêt et la participation des filles dans les STEM, le **projet STEAM Tales** présente des **rôles modèles féminins positifs** tels que des scientifiques, des ingénieures et des mathématiciennes pour aider à **déconstruire les stéréotypes**, créer des opportunités d'apprentissage pour les filles dans un **environnement d'apprentissage inclusif** et encourager les filles de tous horizons à poursuivre des carrières dans les STEM et à réaliser leur plein potentiel dans les STEM.

Bien que l'enseignement des STEM devienne d'un **intérêt central dans l'éducation européenne**, certains enseignants peuvent rencontrer des difficultés à encourager l'intérêt des élèves pour les matières STEM et à expliquer l'importance des domaines des STEM aux enfants. En effet, les matières STEM sont souvent considérées comme très théoriques et les enfants commencent généralement à apprendre les STEM trop tard dans leur scolarité. D'après les recherches, les enfants reconnaissent leurs intérêts pour les métiers liés aux STEM dès l'école primaire, alors qu'ils commencent tout juste à construire leur propre identité et à faire des choix pour leur future carrière (Archer et al., 2010). En outre, les enfants qui ont reçu une **éducation STEM de haute qualité à l'école primaire** et qui ont trouvé les matières scientifiques fascinantes et engageantes sont plus susceptibles de continuer à étudier et à explorer les sciences plus tard (N.S.T. Association et al., 2018 dans Norismiza, Kalsom, 2023).

Pour soutenir l'introduction précoce des concepts STEAM (incluant « A » pour les arts) d'une manière qui stimule l'intérêt, ce projet promeut l'**utilisation de la narration (ou storytelling)** comme méthode de présentation des sujets STEAM d'une manière à laquelle les jeunes enfants (6 à 9 ans) peuvent facilement s'identifier. **En ajoutant des éléments créatifs et des expériences pratiques**, l'enseignement des STEM peut être rendu plus attrayant et amusant.



Chapitre 1: Comprendre l'approche STEAM et l'approche narrative

Qu'est-ce que les STEAM ? (Science, technologie, ingénierie, arts et mathématiques)

La National Science Foundation (NSF), une agence américaine dédiée à l'enseignement et à la recherche en sciences et en ingénierie, a inventé l'abréviation SMET (science, mathématiques, ingénierie et technologie) au début des années 1990. Cette abréviation a ensuite été remplacée par **STEM (science, technologie, ingénierie et mathématiques)** pour des raisons phonétiques. L'objectif de cette approche était d'améliorer les compétences académiques dans ces domaines, d'accroître la qualité de la main-d'œuvre et d'améliorer la compétitivité du pays (Baptista, 2023). L'amélioration de la main-d'œuvre nationale permettrait à l'économie de se développer et de croître, et de créer des professionnels qui excelleraient dans leur domaine, ce qui conduirait à des percées dans la science du pays.

Depuis lors, les STEM ont considérablement gagné en importance et sont définis de manière large par la NSF, **englobant non seulement les catégories conventionnelles des mathématiques, des sciences naturelles, de l'ingénierie, de l'informatique et des sciences de l'information, mais aussi les sciences sociales telles que la psychologie, l'économie, la sociologie et les sciences politiques**. Ils se sont progressivement développés au niveau international grâce à des investissements importants de la part des entités gouvernementales afin d'attirer les jeunes vers ces domaines, d'augmenter le taux d'alphabétisation et d'améliorer la valeur économique du pays (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; Breiner et al., 2012; Martín-Páez et al., 2019).

L'éducation STEM est conceptualisée de manière diversifiée en raison du contexte scientifique, académique, éducatif et politique, ainsi que de l'emplacement géographique, et de son fondement théorique limité. Le large éventail de définitions de l'éducation STEM varie également en termes de signification, ce qui indique le stade précoce du développement de l'éducation STEM (Aguilera et Ortiz-Revilla, 2021 ; Martín-Páez et al., 2019). Aguilera et Ortiz-Revilla (2021) identifient que l'ambiguïté de l'approche STEM est importante, mais quatre définitions peuvent être présentées, à l'heure actuelle:

1. **La résolution de problèmes** basée sur des concepts et des procédures scientifiques et mathématiques, qui intègre les stratégies de l'ingénierie et l'utilisation de la technologie.
2. **Une approche ingénierie-arts** qui intègre deux ou plusieurs domaines des STEM et une ou plusieurs matières du programme d'études.
3. Du contenu de **deux domaines des STEM ou plus**, encadré dans un contexte réel reliant la matière à la vie quotidienne de l'élève.
4. Une **méta-discipline** basée sur des normes d'apprentissage où l'enseignement a une approche intégrée, le contenu spécifique de cette discipline n'est pas divisé et il utilise des méthodes d'enseignement dynamiques et fluides.



La maîtrise des **STEM** comprend la compréhension conceptuelle et les compétences procédurales, et permet aux individus d'aborder les questions personnelles, sociales et mondiales liées aux STEM. La maîtrise des STEM implique l'intégration des disciplines STEM, l'acquisition de connaissances scientifiques, technologiques, techniques et mathématiques et l'utilisation de ces connaissances pour identifier les problèmes de la vie quotidienne et professionnelle. **L'effet des disciplines STEM sur notre monde matériel, intellectuel et culturel peut être reconnu par le développement des capacités associées à la recherche, à la conception et à l'analyse qui permettent la création de citoyens engagés, concernés, efficaces et constructifs** (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; Margot & Kettler, 2019; Perales & Aróstegui, 2021).

En raison de l'adoption d'une **approche STEM**, un nombre considérable d'élèves ont reçu une formation scientifique à l'école plutôt qu'une formation artistique, et cela a un impact sur l'apprentissage des élèves car ils sont **biaisés dans une vision moins holistique du monde** (Braund & Reiss, 2019). Georgette Yakman, ingénieure et enseignante en technologie a proposé, en 2006, une définition encore plus ouverte incluant la possibilité d'**intégrer les domaines des STEM à d'autres matières du programme scolaire comme les arts, les langues, l'histoire et les sciences humaines**, et l'acronyme STEM a évolué en STEAM pour inclure les arts dans le modèle éducatif. L'acronyme **STEM a évolué en STEAM** pour inclure les arts dans le modèle éducatif. Il est apparu comme une nouvelle pédagogie lors du débat Americans for the Arts National Policy Roundtable en 2007. Cette approche du programme scolaire intègre l'art à d'autres domaines (Singh, 2021 ; Stewart et al., 2019) et **visé à améliorer l'apprentissage en encourageant la créativité, l'esprit critique, l'innovation, la collaboration, la pensée spatiale divergente et abstraite, l'ouverture à de nouvelles expériences et la curiosité, ainsi que le développement simultané de la communication interpersonnelle et des compétences rédactionnelles**. Cette approche est considérée comme une approche complète (Wannapiroon & Petsangsri, 2020).

L'approche STEAM contribue à créer une formation et des connaissances scientifiques ayant une **signification personnelle** et à développer l'**auto-motivation**. L'intégration des arts vise à donner une vision plus holistique de la vie quotidienne (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; Wannapiroon & Petsangri, 2020).

Néanmoins, cet acronyme présente le même problème que l'acronyme STEM ; les significations multiples : Yakman et Lee (2012) ont défini l'éducation aux STEAM comme **l'interprétation de la science et de la technologie à travers l'ingénierie et les arts**, le tout basé sur des éléments mathématiques ; Zamorano et ses collaborateurs (2019) ont défini l'approche STEAM comme **l'intégration interdisciplinaire des sciences, de la technologie, de l'ingénierie, des arts et des mathématiques** pour résoudre les problèmes de la vie quotidienne des élèves.

L'approche STEAM consiste à incorporer **l'esprit critique** et les **arts appliqués dans des situations du monde réel** et son objectif est de développer de véritables **innovations** qui résultent de la combinaison des esprits des scientifiques et des artistes.

Cette intégration répond à la demande de fournir aux générations futures une éducation complète, en développant les individus en tant qu'experts en science et en technologie, tout en formant des professionnels dans les arts, les sciences humaines et les sciences sociales. Il s'agit d'une fusion disciplinaire exprimée par la multidisciplinarité, l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité, trois formes de transversalité des disciplines, et l'intégration des arts (Borda et al., 2020).

Il est important de définir les termes de la **transversalité** des disciplines : multidisciplinarité, interdisciplinarité et transdisciplinarité, afin d'identifier leurs similitudes et leurs différences. La **multidisciplinarité** fait référence à l'existence de différentes disciplines dans le même espace ; **l'interdisciplinarité** fait référence à l'existence de différentes disciplines dans le même espace et à leur dialogue et leur collaboration ; et la **transdisciplinarité** fait référence à l'existence de différentes disciplines dans le même espace et à leur dialogue et leur collaboration dans l'apprentissage intégré (Choi & Pak, 2006).

Dans cette optique, **l'éducation aux STEAM implique de combiner des compétences scientifiques, technologiques, artistiques et humanistes, en passant de l'intégration interdisciplinaire à l'intégration transdisciplinaire**. Cette approche fusionne la pensée divergente et la pensée convergente (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; Bevan et al., 2019; Braund & Reiss, 2019; Rosin et al., 2021).

L'éducation STEM/STEAM se caractérise par l'articulation des domaines (science, technologie, ingénierie, arts et mathématiques), de manière intégrée, au niveau interdisciplinaire et transdisciplinaire ; encourageant les élèves à enquêter sur ces domaines et à poursuivre des professions STEM ; l'éducation STEM/STEAM se concentre sur les contextes du monde réel et les problèmes complexes de la vie quotidienne. Conformément à ces caractéristiques, des scénarios d'apprentissage innovants sont utilisés, intégrant des méthodologies visant à favoriser le développement de compétences transversales, telles que l'esprit critique, la créativité, la communication et la collaboration, définies dans l'agenda 2030 (Margot & Kettler, 2019).

Pourquoi l'éducation aux STEAM est importante

L'éducation aux STEAM favorise la pensée transversale, en permettant aux individus de créer un sens personnel face aux défis et aux questions, et en motivant la croissance personnelle (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021). Les objectifs de l'éducation aux STEAM englobent l'avancement et le développement de la maîtrise des STEAM, l'encouragement des compétences du 21^e siècle chez les élèves, la préparation d'une main-d'œuvre STEAM, la création de la capacité à établir des liens entre les disciplines STEM, et la génération d'un intérêt et d'un engagement dans ces domaines (Margot & Kettler, 2019).



Le 21^e siècle est un siècle de compétences et d'aptitudes. L'école est une réponse au développement sociétal, technologique et économique. Voici un ensemble de compétences clés pour le 21^e siècle :

- **la capacité à résoudre des problèmes,**
- **la métacognition,**
- **la pensée créative,**
- **l'auto-efficacité,**
- **la motivation,**
- **la persévérance,**
- **la conscienciosité.**

Par conséquent, le programme d'études, le contenu et l'évaluation devraient évoluer en fonction des compétences requises pour le siècle en cours. Le domaine de l'éducation explore constamment de nouvelles stratégies pour doter les élèves de ces compétences et connaissances, et l'on met de plus en plus l'accent sur l'éducation STEM/STEAM qui promeut leur maîtrise pour sa capacité à former des innovateurs, innovatrices, créateurs et créatrices performants (Singh, 2021). L'éducation aux STEAM est cruciale pour nourrir les aptitudes et les compétences requises par les jeunes du 21^e siècle sur le marché du travail. Le développement et la mise en œuvre de l'éducation aux STEAM prépareront les jeunes à l'avenir et au développement de l'économie (Margot & Kettler, 2019; Singh, 2021).



L'éducation aux STEAM dans les écoles primaires

La mise en œuvre d'une approche de l'éducation aux STEAM facilite le développement des talents des élèves dans les domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques.

Elle offre aux élèves les possibilités, le soutien et les expériences nécessaires pour qu'ils atteignent leur plein potentiel. Cette approche implique que les élèves travaillent comme des professionnels dans les domaines de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques pour résoudre des problèmes du monde réel qui les intéressent. Cela permet d'approfondir la compréhension du contenu tout en s'attaquant à des problèmes mal définis (Margot & Kettler, 2019).

Zollman (2012) affirme que pour contribuer à la maîtrise des STEM pour l'apprentissage, nous devrions prendre en compte le programme d'études et l'enseignant. Les STEM doivent être considérés comme une discipline basée sur l'intégration d'autres disciplines ; le contenu et la pédagogie doivent être mélangés dans cette approche ; **l'accent est davantage mis sur le soutien à l'apprentissage de l'élève** ; les attitudes, les croyances, l'estime de soi, la confiance et la motivation de l'élève doivent être prises en compte ; l'identité de soi de l'élève doit être nourrie ; et l'élève doit être capable d'utiliser les technologies STEM de manière autonome et efficace.

Bien que l'éducation aux STEAM ne constitue pas l'approche principale des programmes d'études en Allemagne, en Italie, au Portugal, en Slovénie et en Belgique, elle est indirectement incluse dans les systèmes éducatifs. Les matières et les programmes d'études présentent en général une approche interdisciplinaire.

En Allemagne, en Italie, au Portugal, en Slovénie et en Belgique, l'éducation formelle des programmes de l'école primaire comprend des matières qui démontrent des liens étroits avec les différentes lettres de l'approche STEAM. L'analyse des programmes scolaires révèle un accent transversal sur la dynamique interdisciplinaire, l'esprit critique, la pensée abstraite, l'apprentissage fondé sur l'enquête et la résolution de problèmes, le développement de compétences transversales et de compétences tout au long de la vie pour une citoyenneté active, la compréhension des expériences de la vie réelle, l'utilisation des technologies numériques, la contextualisation, l'expérimentation, la collaboration et l'articulation des connaissances pour promouvoir de nouveaux apprentissages.

Dans l'éducation non formelle, plusieurs activités ont été développées pour favoriser l'utilisation de l'approche STEAM. Par exemple:

- **Allemagne** : les activités de laboratoires pour étudiants, les camps STEM, les centres de recherche pour étudiants, les partenariats avec l'industrie.
- **Italie** : les projets et laboratoires STEAM tels que « In2Steam » et « STEM*Lab ».
- **Portugal**: les activités d'enrichissement curriculaire (AEC), les équipes éducatives des centres du réseau Ciência Viva, les activités disponibles dans les musées scientifiques, les centres de recherche, les universités.
- **Slovénie**: les activités et ateliers comme la plateforme pour les enseignants «steamcolab», « Technophobia is Not for Women » pour la promotion des sciences et des technologies auprès des filles.
- **Belgique** : les activités disponibles dans les musées scientifiques, les ateliers et les laboratoires, et une semaine d'activités STEAM pour les enseignants organisée par La Sciensothèque et le ministère de l'éducation.

Cependant, certains problèmes sont identifiés : le manque de formation des enseignants, le manque de temps, le manque de matériel et le désintérêt des élèves, en particulier des filles.

Le rôle des compétences transversales dans les STEAM (les 4 « C » : communication, coopération, critiques constructives et créativité)

Lorsque l'on analyse les compétences transversales définies par l'Agenda 2030 de l'UNESCO (2017) et les postulats de l'approche STEAM, un chevauchement est identifié, les 4 C : Communication, Critiques constructives, Créativité et Coopération, pour aider à construire des citoyens mieux préparés aux défis du monde d'aujourd'hui. Ces compétences transversales sont étroitement liées à l'approche STEAM.

Cette intégration vise à fournir aux générations futures une éducation plus complète, préparant mieux les individus au monde numérique dans lequel nous vivons. Elle combine des **approches multidisciplinaires, interdisciplinaires, transdisciplinaires, transversales et artistiques**. Cette approche associe la pensée divergente des disciplines artistiques à la pensée convergente qui caractérise les disciplines STEM. Elle encourage les individus à relier leurs passions (Perales & Aróstegui, 2021; Singh, 2021; Taylor, 2016).

Les compétences transversales étant cruciales pour vivre dans la société actuelle, il est important de promouvoir la mise en œuvre d'un plus grand nombre d'initiatives STEAM. Cela stimulera l'intérêt des élèves pour ces domaines et préparera mieux les générations futures aux défis du monde moderne (Singh, 2021 ; Taylor, 2016).

La narration dans l'enseignement des STEAM

La narration (ou storytelling)

a été mise en œuvre comme stratégie pour **divertir** les enfants en classe et pour **enseigner** les concepts des différentes matières. Le pouvoir de la narration est lié à des **facteurs cognitifs et affectifs-motivationnels**.

Le fait d'écouter des histoires peut favoriser une meilleure motivation et un engagement émotionnel chez les élèves, et le fait de les exposer à des histoires sur les STEM leur



permet de reconnaître la pertinence des STEM et d'accroître ainsi leur **engagement global et leur intérêt pour les matières STEM** (Barchas-Lichtenstein et al., 2023). La narration peut être une stratégie utile pour illustrer des concepts scientifiques. Cela est dû à la nature mémorable des histoires, qui peuvent aider à relier la théorie à la pratique. En outre, la narration peut permettre aux élèves de se familiariser avec différents points de vue.

Comme l'affirme Boström (2006), **le storytelling est une stratégie narrative** utilisée dans **l'apprentissage basé sur le contexte et la résolution de problèmes**, ainsi que dans la méthode de trame narrative ou scénario.

Rowcliffe (2004) a montré comment **la narration peut être utilisée dans l'enseignement des sciences** pour présenter des problèmes scientifiques, expliquer des processus complexes, incorporer des questions scientifiques de la vie quotidienne et inclure des contextes historiques pour fournir des déclencheurs mentaux qui **soutiennent la mémoire ou fournir un divertissement pour impliquer émotionnellement** les étudiants.

La narration est une approche efficace pour permettre aux élèves de développer leur compréhension des sciences en raison de la nature intrinsèque de l'apprentissage par la narration. Il dirige l'attention, provoque des émotions et stimule la compréhension (Gouvêa et al., 2019 ; Paiva et al., 2019).

Les enfants développent deux modes de pensée pour donner un sens au monde : **le mode sociologique**, qui traite les informations en les abstrayant du contexte, et **le mode narratif**, qui dépend du contexte et s'appuie sur des preuves basées sur la situation. Le mode de pensée narratif représente le mode par défaut de la pensée humaine, fournissant une structure à la réalité et servant de fondement à la mémoire (Engel et al., 2018). Dans le contexte de l'apprentissage des sciences, la présentation de nouvelles informations sous la forme d'histoires sur la science, les scientifiques et les découvertes scientifiques soutient davantage un mode naturel de traitement de l'information pour de nombreux élèves (Barchas-Lichtenstein et al., 2023).

Une approche narrative de l'apprentissage des sciences offre des avantages qui vont au-delà de l'acquisition de nouvelles connaissances. Les histoires sur la science, les scientifiques et les découvertes scientifiques peuvent avoir un impact affectif positif important qui inspire l'apprentissage futur d'un sujet spécifique. Alors que la communication plus traditionnelle des idées scientifiques peut se résumer à une poignée de faits ou à une chronologie des découvertes, **une approche narrative permet de faire ressortir la véritable excitation de la curiosité, en alimentant la curiosité et l'intérêt des enfants pour le processus** (Gouvêa et al., 2019).

L'introduction d'histoires dans l'enseignement des sciences permettrait d'améliorer la compréhension des concepts scientifiques par les enfants et de promouvoir leurs attitudes positives à l'égard des sciences.



De nos jours, il existe **trois catégories de récits dans l'éducation** : les récits historiques, les récits imaginaires et les récits de personnification. .

- **Les histoires historiques** consistent en des récits biographiques de scientifiques et de leurs travaux afin de stimuler la motivation des enfants et leur engagement dans les activités d'apprentissage.
- **Les histoires imaginatives** illustrent la séquence d'évènements pour aborder directement les concepts scientifiques afin de favoriser la compréhension des enfants.
- **Les récits de personnification** sont des récits qui utilisent certains éléments de l'histoire pour décrire des concepts scientifiques en attribuant des caractéristiques personnelles aux concepts complexes d'un domaine scientifique (Hu et al., 2021).

La narration est une approche STEAM efficace en raison de sa capacité unique à **relier les émotions humaines et la cognition**, rendant ainsi l'enseignement des sciences plus centré sur l'humain..

Composer des histoires pour expliquer de manière vivante des concepts abstraits et créer des expériences d'apprentissage mémorables et intéressantes est un processus long et réfléchi. Par exemple, une histoire dans laquelle nous présentons un concept complexe avec des expériences de la vie quotidienne des enfants leur permet de se sentir plus connectés et enthousiastes par rapport au concept et de mieux visualiser les connaissances partagées (Gouvêa et al., 2019; Hu et al., 2021; Paiva et al., 2019).

L'éducation est confrontée à de nombreux défis ou challenges et, avec la numérisation et la modernisation, elle exige de plus en plus une créativité nouvelle et accrue. Pour établir des liens plus étroits entre les phénomènes quotidiens et les activités en classe, la narration peut et doit être utilisée dans le cadre d'un processus plus holistique et plus efficace (Paiva et al., 2019).

Les avantages de l'apprentissage STEAM pour les filles

L'égalité des genres et l'éducation sont toutes deux reconnues comme des exigences fondamentales pour parvenir à un développement durable sur notre planète. Ces questions sont jugées si importantes qu'elles sont énumérées dans l'Agenda 2030, à la fois comme des objectifs distincts et comme des catalyseurs pour faciliter l'accomplissement des autres objectifs de l'Agenda. L'UNESCO (2017) a défini l'éducation STEM comme un fondement clé de l'Agenda 2030, jouant un rôle essentiel dans la transformation de notre planète..

Selon l'UNESCO (2017), **impliquer davantage de filles dans les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques fait partie intégrante du processus de développement social**. Les femmes et les filles sont essentielles pour mettre en œuvre des solutions permettant d'atteindre une croissance « verte » et d'améliorer la vie dans la société.



Selon Cohen et al. (2021), l'identité STEM comprend des aspects de la façon dont les individus perçoivent, positionnent et s'alignent sur leurs conceptions des STEM en fonction de leurs expériences en la matière, et identifie un lien entre les étudiants ayant une forte identité STEM et l'inscription dans les cours STEM. Les étudiantes sont sous-représentées aux plus hauts niveaux de l'enseignement STEM et dans la main-d'œuvre STEM, et elles ont tendance à moins se considérer comme des adeptes des STEM. Les facteurs qui contribuent au développement d'une identité STEM comprennent des rôles modèles encourageants, un environnement familial favorable et des expériences d'apprentissage positives. **Les expériences STEM au cours des premières années de formation ont été associées au développement de l'identité.** Les croyances concernant les capacités innées apparaissent au cours des premières années de la vie et sont liées à la participation aux STEM.

Étant donné que les croyances des élèves filles dans leurs capacités liées aux STEM commencent à s'estomper à un âge précoce, il est important de soutenir les filles avec des activités qui sont significatives pour elles, à la fois à l'intérieur et à l'extérieur de la salle de classe. Cela est important non seulement pour leur autonomisation et valorisation, mais aussi pour perturber les structures de pouvoir (Cohen et al., 2021)

Chapitre 2: Les obstacles rencontrés par les filles dans les STEAM

A igualdade entre homens e mulheres é L'égalité des genres est un droit humain fondamental (Nations unies, 1948) qui constitue également la pierre angulaire de la promotion d'économies prospères et modernes caractérisées par une croissance durable et inclusive. L'idée qui sous-tend l'égalité des genres va au-delà du concept d'équité ; il s'agit de **créer un environnement dans lequel les hommes et les femmes peuvent contribuer pleinement aux différentes sphères de la vie**, y compris à la maison, sur le lieu de travail et en public, ce qui conduit à l'amélioration des sociétés et des économies ainsi qu'à l'épanouissement du potentiel individuel et à la réalisation du bien-être personnel. Le principe est également reconnu comme une base universelle du développement durable dans l'Agenda 2030 des Nations unies (ODD5) qui exhorte à éliminer les disparités entre les genres.

Malgré les progrès réalisés dans le domaine de l'éducation, **les différences de genre persistent à l'échelle mondiale**. Dans les pays de l'OCDE, les filles atteignent généralement des niveaux d'éducation plus élevés que leurs homologues masculins, mais elles continuent de rencontrer des difficultés pour participer aux études en sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STEM), ce qui se traduit par un écart évident entre les genres.



L'objectif de ce chapitre est de dresser un portrait de la sous-représentation des femmes dans le domaine des STEM et de mettre en lumière les causes profondes des obstacles auxquels sont confrontées les femmes dans les STEM et qui conduisent à un déséquilibre entre les genres.

Nous commencerons par un bref aperçu de l'enseignement des STEM et des disparités de genre dans les pays du consortium.

Le contexte national dans les pays partenaires

En 2022, l'UE comptait près de **7,3 millions de femmes scientifiques et ingénieures** (41 % de la main-d'œuvre). Les femmes travaillant comme **scientifiques et ingénieures** étaient toutefois principalement employées dans le **secteur des services**, à hauteur de 46 % (Eurostat, 2024).



Fig.1 Eurostat, 2024

Malgré les différences entre les pays et les régions d'Europe, l'écart entre les genres reste évident dans l'enseignement et les domaines des STEM.

Allemagne

En **Allemagne**, les disparités de genre persistent dans l'enseignement des STEM en raison de stéréotypes historiques et d'un manque de modèles féminins, entre autres, décourageant les femmes de poursuivre dans les domaines des STEM (Klemm, K., 2022, pp. 10-11). Le rapport MINT Nachwuchsbarometer 2023 a révélé que dans les programmes d'études duales STEM, seulement environ 20 % des participants sont des femmes. La situation est encore pire dans les programmes de formation d'apprentis en STEM, où le pourcentage de femmes n'est que de 12 % (p. 18). Selon Destatis - Office fédéral des statistiques d'Allemagne (2023), au cours du semestre d'hiver 2022/2023, les femmes ne représentaient qu'un maigre 32,4% de la population étudiante STEM totale inscrite dans les établissements d'enseignement supérieur. En ce qui concerne les professions STEM, les statistiques montrent également que les hommes sont plus nombreux que les femmes. Au troisième trimestre 2022, seuls 16 % de l'ensemble des salariés assujettis aux cotisations d'assurance sociale dans les professions STEM étaient des femmes (Anger et al., 2023, p.33).

Slovénie

En **Slovénie**, la proportion de femmes diplômées en STEM est relativement élevée par rapport à d'autres pays européens, mais les disparités de genre dans l'enseignement et les professions des STEM persistent. Alors qu'**une fille sur trois en Slovénie étudie les matières STEM**, il existe toujours un écart important entre les genres par rapport aux garçons (Plateforme sur les compétences et les emplois numériques de l'Union européenne, 2022). **Les femmes sont particulièrement sous-représentées au niveau tertiaire** dans les domaines de l'ingénierie, de la fabrication, de la construction et des technologies de l'information et de la communication (TIC), avec seulement 23 % de femmes parmi les étudiants nouvellement admis dans les programmes d'ingénierie, de fabrication et de construction, et 16 % dans les programmes de TIC (OCDE, 2021). Les stéréotypes de genre et les préjugés inconscients continuent de limiter l'avancement des femmes dans les domaines scientifiques et techniques en Slovénie, en particulier au niveau supérieur (STA, 2020). Dans les professions STEM, les femmes sont sous-représentées en particulier dans l'ingénierie, la fabrication, la construction et les technologies de l'information et de la communication (Rapport de suivi de l'éducation et de la formation, 2020). En outre, les femmes ayant fait des études supérieures gagnent 83 % du salaire des hommes ayant fait des études comparables (OCDE, 2021).

Italie

En **Italie**, la proportion de diplômés du deuxième cycle de l'enseignement secondaire et de l'enseignement professionnel post-secondaire non tertiaire dans le domaine des STEM est l'une des plus élevées parmi les pays de l'OCDE et les pays partenaires (OCDE, GPS de l'éducation 2023).

Cependant, les données montrent clairement un écart entre le taux de participation des hommes et des femmes dans l'enseignement supérieur STEM. Les femmes représentent plus de la moitié des diplômés de l'enseignement supérieur (58,4 %), mais seulement 8,8 % d'entre elles sont titulaires d'un diplôme STEM. La part des diplômés en technologies de l'information et de la communication est particulièrement faible, avec seulement 1,4 % par rapport à la moyenne européenne de 3,9 % (Rapport de suivi de l'éducation et de la formation, 2022). Même si l'écart entre les genres dans les programmes universitaires italiens semble se réduire, on remarque que la proportion de femmes reste inférieure à celle des hommes. Ce scénario s'aggrave même dans les environnements professionnels, où une autre fraction des femmes diplômées des STEM abandonne les emplois STEM ou accepte des emplois pour lesquels elles sont surqualifiées en raison de difficultés liées à la nécessité de s'occuper de leur famille. Étant donné que les diplômes en STEM mènent généralement à des emplois mieux rémunérés, cet écart entre les diplômés et les carrières en STEM ajoute à la persistance de l'écart de rémunération entre les genres, qui est la différence de salaire horaire brut moyen entre les femmes et les hommes (Di Cagno, 2021).

Portugal

Au **Portugal**, il existe des disparités entre les genres dans les domaines d'intérêt scientifiques et technologiques et dans les aspirations professionnelles des élèves très performants. L'enquête PISA 2018 - Portugal (Lourenço et al., 2019) met en évidence des écarts importants, avec un garçon sur deux (48 %) souhaitant exercer une profession dans le domaine des sciences et de l'ingénierie, contre seulement une fille sur sept (15 %). Cette tendance est également observée dans d'autres pays, mais pas à des niveaux aussi élevés, avec environ un garçon sur quatre aspirant à ces carrières (Fernandes et al., 2019 ; Lourenço et al., 2019). Néanmoins, il convient de noter que la plupart des étudiants de l'enseignement supérieur au Portugal sont des femmes (Farias, 2021), et que le pays a réalisé des progrès significatifs en matière d'égalité des genres dans l'éducation. Selon l'Organisation internationale du travail (OIT), au Portugal, 38 % des diplômés des STEM sont des femmes. Alors que 44 % des personnes employées dans des professions STEM au Portugal sont des femmes, ce chiffre ne représente que 12 % de la main-d'œuvre totale. Notamment, si l'on procède à une analyse approfondie du secteur des STEM, les professions liées aux sciences et aux mathématiques peuvent présenter des taux de féminisation plus élevés, tandis que les carrières en ingénierie et en technologie peuvent avoir des niveaux de représentation féminine plus faibles (ILOSTAT, 2020). L'étude de cas menée par Olmedo-Torre et al. (2018) montre que les femmes sont encore largement sous-représentées dans les domaines de l'ingénierie et qu'il peut être plus difficile pour elles de concilier la charge de travail universitaire avec d'autres sphères de la vie que pour les étudiants masculins.

Belgique

En **Belgique**, les femmes sont plus nombreuses que les hommes dans trois secteurs de l'enseignement supérieur : les sciences humaines et sociales, les sciences de la santé et les arts. À l'inverse, elles sont sous-représentées dans les filières scientifiques et technologiques (STEM). Selon Eurostat, les données pour 2020 montrent que la Belgique comptait une proportion de 22,8 hommes diplômés en STEM sur 1 000 alors que seulement 8,4 femmes sur 1 000 âgées de 20 à 29 ans ont un diplôme de ce type. En Belgique, les hommes sont plus susceptibles que les femmes d'avoir des compétences numériques. La proportion d'hommes et de femmes travaillant comme spécialistes des TIC met en évidence une disparité de genre assez marquée. Selon les résultats publiés en 2021, 8,6 % des hommes actifs âgés de 16 à 74 ans sont des spécialistes en TIC en Belgique. Pour les femmes, ce pourcentage tombe à 2,4 %. En 2020, les six universités francophones de Belgique ont délivré 1 800 diplômes dans ces domaines, ce qui ne représente que 23 % des 7 700 masters délivrés cette année-là. Les femmes ne représentent qu'environ un tiers des diplômés de master STEM en Fédération Wallonie-Bruxelles. Dans le secteur des technologies de l'information, elles ne représentent que 17 % de l'ensemble des diplômés.

Comme cela a été démontré, la sous-représentation des femmes dans l'enseignement et les professions des STEM est courante au sein des pays du consortium, où les données relatives aux matières des STEM sont marquées par des différences substantielles dans les aspirations professionnelles, avec un pourcentage plus élevé de garçons aspirant à des professions scientifiques et d'ingénierie par rapport aux filles (Lourenço et al., 2019 ; Van Laetehm & Verstraete, 2018 ; Rapport de suivi de l'éducation et de la formation, 2022 ; Mint Nachwuchsbarometer 2023, OCDE 2022). La sous-représentation évidente des femmes dans ces domaines alimente encore davantage le défi consistant à atteindre un équilibre entre les genres dans les professions des STEM.

Les disparités de genre dans les domaines des STEM

Dans la civilisation occidentale, **les femmes étaient traditionnellement chargées de gérer les tâches domestiques et familiales, tandis que les hommes étaient présumés être les principaux pourvoyeurs**. Dans la société d'aujourd'hui, les femmes sont donc plus sollicitées, car elles doivent plus souvent que leurs homologues masculins trouver un équilibre entre leur vie de famille et leur carrière (Corbett & Hill, 2015). Selon une enquête (Simard et al., 2008), **les femmes** sont plus enclines à reporter ou même à **renoncer au mariage et à la parentalité en raison d'exigences liées au travail**. En outre, dans les domaines marqués par des horaires de travail étendus, tels que l'ingénierie et la technologie, les femmes ayant des enfants sont plus susceptibles de **quitter leur emploi**. Par exemple, en Italie, près d'une femme sur cinq ne travaille plus après la naissance d'un enfant, ce qui représente environ 18 % de l'ensemble des femmes actives. La plupart d'entre elles quittent leur emploi parce qu'elles ne parviennent pas à concilier travail et soins aux enfants (52%) (Bergamante & Mandrone, 2022). Les recherches menées depuis longtemps confirment que lorsque **les engagements professionnels entrent en conflit avec les responsabilités familiales**, ce sont surtout les femmes qui sont confrontées à une situation exigeant un choix difficile entre leur carrière et leurs engagements familiaux (Corbett & Hill, 2015).

Pour les filles et les jeunes femmes qui grandissent dans un tel contexte culturel et sociétal, leur perception de la position des femmes peut constituer une condition préalable pour s'éloigner du domaine des STEM. En effet, comme démontré ci-dessus, les données statistiques de divers pays européens révèlent une tendance aux disparités de genre dans des disciplines académiques spécifiques, telles que la physique, les mathématiques, les statistiques, les études de TIC, la technologie et l'ingénierie. Ces domaines affichent une sous-représentation significative des femmes, mettant en évidence la répartition inégale des genres dans l'enseignement supérieur (Institut européen pour l'égalité entre les hommes et les femmes, 2018).

En fait, les **disparités de genre dans les professions et les études en STEM** commencent beaucoup plus tôt dans la vie. Les données PISA 2022 récemment publiées par l'OCDE montrent clairement que la sous-représentation des femmes et l'écart de performance peuvent être observés dès **l'enseignement scolaire**.

Selon PISA 2022, **les garçons ont généralement obtenu de meilleurs résultats que les filles en mathématiques** dans la plupart des pays de l'OCDE, y compris les pays partenaires, avec quelques pics de surperformance significative en Italie. Les filles affichent également des taux d'inscription plus faibles dans les programmes techniques et professionnels et sont moins susceptibles d'acquérir des expériences dans des carrières potentielles par le biais de stages que les garçons (OCDE, 2022). Les disparités de résultats scolaires entre les genres ne peuvent pas être attribuées à des capacités inhérentes. Au contraire, **des facteurs sociétaux et culturels renforcent les attitudes et comportements stéréotypés** associés aux différences de performance des élèves liées au genre.

Les résultats de l'enquête PISA 2022 indiquent également qu'il n'y a eu aucune variation de l'écart entre les genres au cours des quatre dernières années d'analyse. En effet, malgré une baisse de la performance globale des élèves attribuée à la pandémie de COVID-19, la diminution de la performance s'est produite à la fois chez les garçons et chez les filles, de sorte que l'écart de performance entre les genres est resté inchangé par rapport aux valeurs précédentes de 2018. Par conséquent, la performance des filles a continué à diminuer, contribuant à creuser l'écart entre les genres. Dans les pays de l'UE, l'écart est resté constant ou s'est creusé. L'Allemagne, l'Italie et le Portugal ont vu l'écart se creuser.

Les obstacles externes : discrimination et stéréotypes

La sous-représentation des femmes dans l'enseignement et les professions STEM a un impact préjudiciable sur la diversité, l'égalité, la créativité et l'innovation au sein de la population active. Plusieurs facteurs contribuent à l'écart entre les genres dans les domaines des STEM. **La discrimination fondée sur le genre et les stéréotypes** qui découragent les filles et les femmes de poursuivre des études et des carrières dans les STEM sont parmi les plus importants.

On pense généralement que les filles et **les femmes sont plus enclines à étudier des sujets liés aux personnes, à leurs soins et à l'éducation** (Verdugo-Castro, 2022). Toutefois, il est important de souligner que derrière les statistiques qui confirment cette croyance, il existe des raisons qui influencent, modifient ou déterminent les choix individuels en matière d'éducation et de carrière, comme l'environnement immédiat, y compris les attentes de la famille et de la société (Botella et al., 2019).

Les rôles, modèles et stéréotypes de genre ancrés dans la famille et la société influencent les trajectoires éducatives et les décisions de carrière des garçons et des filles, ainsi que **les méthodes d'enseignement, normes sociales et croyances personnelles** (Farias, 2021).

Les **obstacles à la pleine participation des filles** à l'éducation et à la carrière dans les STEM peuvent donc être **d'origine externe et interne**, car la discrimination peut également être implicitement construite dans l'état d'esprit de l'individu, ce qui signifie qu'« une grande partie de notre comportement est guidée par des stéréotypes qui fonctionnent automatiquement et, par conséquent, inconsciemment » (Corbett & Hill, 2015, p. 38).

La discrimination fondée sur le genre est le phénomène pivot qui, historiquement, est à l'origine de **la sous-représentation des femmes dans les carrières académiques scientifiques**. Aujourd'hui encore, tout au long de leurs études, les filles et les femmes sont confrontées à de nombreux obstacles qui entravent leur participation aux domaines des STEM leur permettant de réaliser leur potentiel (Ceci et al., 2014). L'une des causes profondes systémiques de l'écart entre les genres peut être trouvée dans le système éducatif et les approches pédagogiques largement appliquées. Certaines recherches (Gilligan, 1982 ; Belenky et al., 1986 ; Becker, 1995 in Bevan, 2001) suggèrent que les filles ont traditionnellement été discriminées en mathématiques en raison de leur style d'apprentissage préféré. Il est avancé que les filles ont tendance à être des

penseuses « connectées » qui ont besoin d'explorer le contexte et les interrelations lorsqu'elles découvrent de nouvelles notions mathématiques. Head (1995 dans Bevan 2001) propose que **les filles préfèrent les environnements de travail coopératifs et favorables, tandis que les garçons travaillent bien dans des environnements compétitifs et sous pression**. En outre, les garçons s'adaptent mieux aux approches plus traditionnelles de l'apprentissage, qui nécessitent la mémorisation de faits et de règles abstraits et non ambigus qui doivent être acquis rapidement. En revanche, les filles réussissent mieux que les garçons dans des tâches soutenues qui sont ouvertes, basées sur des processus, liées à des situations réalistes et qui exigent des élèves qu'ils réfléchissent par eux-mêmes (Arnot et al., 1998 dans Bevan, 2001).

En outre, les stéréotypes et les préjugés liés au genre sont souvent **implicitement imprégnés dans le programme éducatif** (Corbett & Hill, 2015), et le **matériel utilisé au sein du système éducatif** renforce le stéréotype associant la science principalement aux hommes (Kerkhoven et al., 2016).

Pour combler ce fossé, nous devons nous concentrer sur l'adaptation des approches pédagogiques en mathématiques et dans d'autres matières STEM, ainsi que sur la révision et l'innovation du matériel pédagogique afin de favoriser la participation des filles et d'encourager leur intérêt pour les STEM. Les enseignants doivent être très compétents pour expliquer l'importance des STEM aux plus jeunes, mettre l'accent sur l'utilisation pratique dans des contextes familiers aux enfants et stimuler la véritable curiosité des élèves pour les matières STEM. Ainsi, la présentation des disciplines STEM comme quelque chose de très théorique doit évoluer vers une approche plus tangible, les rendant plus parlantes pour les filles comme pour les garçons.

L'impact des stéréotypes sur les individus n'est pas seulement façonné par les interactions au sein des environnements d'apprentissage formels, mais est également influencé par divers facteurs couvrant les attentes de la famille et de la société, ainsi que l'encouragement (Sullivan et al., 2015). Les **stéréotypes et préjugés liés au genre** sont intrinsèquement en lien avec des causes sociétales profondes.



Parmi les explications possibles, un exemple tiré de la **culture de l'ingénierie** peut être démontré. Dans le domaine de l'ingénierie, **la pensée logique tend à être privilégiée par rapport à l'esprit critique** (Clariss & Riley, 2012). Par exemple, les étudiants en ingénierie sont rarement incités à réfléchir aux raisons de leurs actions, à l'objectif de leur travail et aux conséquences potentielles de leurs décisions (Baillie & Levine, 2013), ce qui **désengage les étudiants de leurs responsabilités éthiques et sociales**, tant dans le cadre universitaire que sur le lieu de travail (Cech, 2014). Cet aspect culturel a un impact particulièrement décourageant sur les femmes, qui expriment souvent une préférence pour un travail ayant une finalité sociale claire (Konrad et al., 2000). Comme le souligne Yoder (2013), une meilleure communication sur les objectifs communs des carrières en ingénierie et en informatique pourrait susciter un intérêt accru de la part des filles et des femmes pour ces domaines.

Un autre facteur commun qui conduit à une discrimination systématique est lié à la croyance que le domaine scientifique est un domaine masculin. Plus précisément, les femmes sont souvent confrontées au **stéréotype** de personnes chaleureuses et sont souvent **victimes de discrimination**, car les caractéristiques nécessaires à une perception positive en tant que professionnel technique peuvent contredire les **attentes stéréotypées de cordialité chez les femmes**. Par conséquent, les femmes occupant des postes techniques peuvent éprouver des difficultés à établir des identités professionnelles fortes et ressentent souvent le besoin de constamment faire leurs preuves (Corbett & Hill, 2015).

En outre, **il est important d'aborder le concept de micro-inégalités**, des instances de comportement **biaisé par le genre** que les individus, en particulier les femmes, peuvent rencontrer au moment où ils et elles commencent l'éducation STEM (Corbett & Hill, 2015). Ces exemples se manifestent de diverses manières, notamment par des expressions faciales, des gestes, le ton de la voix et des actions discrètes, telles que l'attribution de tâches comme la prise de notes plus fréquemment accordée aux femmes qu'aux hommes (Bandura, 1997). Au fil du temps, l'accumulation de ces inégalités « douces », connues sous le nom de micro-inégalités, peut avoir un impact sur l'image que les élèves ont d'eux-mêmes. Cela peut à son tour influencer les choix de carrière qu'ils et elles font au cours de leur parcours universitaire et professionnel (Corbett & Hill, 2015).

Les obstacles internes : perception de soi et menace du stéréotype

Les biais liés au genre jouent un rôle important dans la manière dont les individus perçoivent les autres et interagissent avec eux, mais aussi dans **la manière dont ils se perçoivent eux-mêmes** et agissent. Dès la petite enfance, les individus sont exposés à des stéréotypes qui guident inconsciemment leurs choix et leurs comportements, les orientant vers des carrières spécifiques et les éloignant d'autres. Un exemple est le développement de **préjugés implicites** dès la première année d'école, où les enfants associent les mathématiques principalement aux garçons (Corbett & Hill, 2015). Cela peut fortement impacter les choix de carrière ultérieurs, puisque l'orientation vers les rôles de genre est particulièrement déterminante pour les préférences professionnelles des enfants **de six à huit ans** (Gottfredson, 1981).

L'interaction entre les stéréotypes de genre et l'enseignement des STEM est strictement liée au concept de menace du stéréotype.

La menace du stéréotype - terme amené par les chercheurs Claude Steele et Joshua Aronson en 1995 (Steele & Aronson, 1995) - est un phénomène social défini comme la **perception des sentiments des individus à propos de la confirmation potentielle du stéréotype négatif associé à leurs groupes sociaux respectifs** (Corbett et Hill, 2015).



Plus précisément, dans le contexte des STEM, traditionnellement associés à un domaine masculin (Borsotti, 2018), les femmes peuvent se trouver vulnérables à la menace du stéréotype, manifestant des inquiétudes et des craintes quant à un rejet potentiel à la fois dans leur carrière académique et professionnelle dans ce domaine. Selon une étude menée par Murphy et al. (2007), lorsque les étudiantes en STEM perçoivent un **déséquilibre significatif entre les genres** dans un contexte scientifique, cela **affecte négativement leur confiance, leur sentiment d'appartenance et leur volonté de participer activement**, augmentant le niveau de menace perçu par rapport au groupe de femmes dans un contexte de groupe d'étudiants équilibré en termes de genre. Les répercussions de la menace du stéréotype dans le secteur des STEM sont graves et multiples, entraînant un manque important d'égalité des chances pour les filles et les femmes qui, malgré leurs performances, peuvent douter de leurs capacités et de leurs compétences, et de leur confiance en soi en général (Cheryan et al., 2017).



Le manque de modèles féminins

Les rôles modèles jouent un rôle important dans l'élaboration des processus motivationnels, en fournissant des conseils sur les objectifs et les voies de la réussite (Lockwood & Kunda, 1997). En outre, les interventions sur les rôles modèles se sont avérées efficaces pour réduire les inquiétudes liées à **la représentation de son groupe dans un domaine stéréotypé, atténuant ainsi la menace du stéréotype** (Dasgupta, 2011). L'exposition à des rôles modèles auxquels on peut s'identifier renforce la motivation professionnelle, l'identification, la performance aux examens, la réussite perçue, les aspirations scolaires et professionnelles, et réduit les autostéréotypes implicites (Ramsey et al., 2013). À l'inverse, **l'exposition à des rôles modèles masculins stéréotypés peut diminuer l'intérêt**, l'appartenance et la réussite perçue des femmes dans les STEM en raison de la différence perçue (Cheryan et al., 2013).

Les rôles modèles féminins ont été identifiés comme particulièrement efficaces pour fidéliser les étudiantes en STEM (Cheryan & Plaut, 2010 ; Steele, 1997). L'absence de rôles modèles féminins positifs peut contribuer à la perception que les STEM ne sont pas pour les filles.

L'exposition à des modèles féminins à succès permet de lutter contre les stéréotypes négatifs, en démontrant que des personnes « comme elles » peuvent s'épanouir dans le domaine (Hill et al., 2010).

Pour attirer davantage de filles dans les salles de classe de STEM, les pédagogues devraient activement élaborer des supports présentant des images et des profils de rôles modèles féminins dans le domaine, tels que des affiches, des dépliants et des vidéos (Milgram, 2011). Il est crucial que les rôles modèles fassent comprendre qu'ils ont connu des difficultés, ce qui rend leurs réalisations plus racontables (Lin-Siegler et al., 2016).

Chapitre 3: Responsabiliser les enseignants pour l'apprentissage des STEAM

Dans le parcours académique de l'éducation aux STEAM, les enseignants vont au-delà des matières traditionnelles, jouant un rôle central dans le développement des compétences des élèves en matière de formation du caractère, avec des applications larges et pratiques dans le monde réel et dans la vie en général (Bertrand & Namukasa, 2020). En ce sens, cette responsabilisation dans la salle de classe est essentielle car elle influence la manière dont les élèves apprennent, en favorisant les compétences cruciales pour la croissance personnelle, académique et professionnelle future.

Desenvolvimento das competências do século 21st

Tal como referido anteriormente, o cultivo de **competências transferíveis**, frequentemente designadas por competências do século XXI (Taylor, 2016), é vital para capacitar a educação STEAM na sala de aula.

Cette approche permet aux élèves d'acquérir des compétences non techniques telles que **la coopération, la communication efficace (orale et écrite), la curiosité, l'esprit critique, la persévérance et la capacité d'adaptation** (Bertrand & Namukasa, 2020 ; Scott-Barret et al., 2023).

Ce faisant, l'éducation aux STEAM prépare les élèves « à faire face de manière positive et productive aux défis mondiaux du 21^e siècle qui ont un impact sur l'économie, l'environnement naturel et notre patrimoine culturel diversifié » (Taylor, 2016, p. 86). Ce développement stratégique des compétences est fondamental pour naviguer dans les complexités du 21^e siècle.



Dans le paysage complexe des domaines scientifiques et technologiques, **les enseignants jouent un rôle essentiel en créant un environnement propice à la curiosité et à l'esprit critique.** Pour ce faire, ils créent des opportunités de retour d'information ou feedback, encouragent la formulation de questions et établissent un espace psychologiquement sûr. Grâce à ces mesures intentionnelles, les enseignants permettent aux élèves non seulement de naviguer, mais aussi d'exceller dans les complexités inhérentes aux disciplines STEAM (Scott-Barret et al., 2023)..

La collaboration ou coopération ressort comme un autre pilier fondamental mis en avant dans la littérature sur l'éducation aux STEAM (Bertrand & Namukasa, 2020). Les enseignants jouent un rôle important dans la conception d'activités qui favorisent l'**apprentissage collaboratif**, que ce soit par le biais de projets de groupe, de défis ou challenges ou de devoirs. En offrant aux élèves la possibilité de collaborer, les enseignants contribuent activement au développement des compétences interpersonnelles, qualités indispensables à un **travail d'équipe efficace.**

Faciliter les compétences de communication écrite et orale joue également un rôle important (Bertrand & Namukasa, 2020 ; Huser et al., 2020). Les enseignants aident les élèves à documenter leurs processus de création, à exprimer leurs pensées à l'oral et à l'écrit, et à communiquer efficacement leurs idées. L'accent mis sur la communication s'inscrit dans l'objectif plus large de donner aux élèves les moyens d'exprimer leurs pensées et de partager leurs expériences d'apprentissage (Bertrand & Namukasa, 2020).

La persévérance et la capacité d'adaptation sont également des compétences cruciales développées grâce à l'éducation aux STEAM. Les enseignants sont encouragés à intégrer dans leurs programmes **diverses stratégies d'enseignement, telles que l'incorporation de livres d'images, de processus de conception et d'enquête, et d'activités de résolution de problèmes dans leur programme** (Bertrand & Namukasa, 2020). Cette approche à multiples facettes expose non seulement les élèves à l'assimilation des principes STEAM, mais leur inculque également la capacité à accepter les erreurs et les échecs comme des composantes intégrales du parcours d'apprentissage. Grâce à ces efforts délibérés, les élèves font non seulement preuve d'une persévérance et d'une résilience accrues, mais ils acquièrent également une compréhension profonde de la nature itérative des processus de création et de résolution de problèmes (Scott-Barret et al., 2023).

Pour mesurer le développement efficace des compétences des élèves dans l'éducation aux STEAM, une évaluation à **l'approche holistique** (Huser, 2020) est nécessaire. Les enseignants sont encouragés à aller au-delà des évaluations traditionnelles et standardisées et à **intégrer des évaluations authentiques** qui reflètent les tâches et les attentes du monde réel (Chiangpradit, 2023) et permettent une compréhension plus complète de la croissance et des résultats scolaires des élèves. Selon Huser (2020), grâce à ces évaluations, les enseignants obtiennent des informations précieuses sur les stratégies de résolution de problèmes, les compétences interpersonnelles et l'application des connaissances de contenu des élèves, ce qui contribue à une meilleure compréhension de leurs progrès.

En conclusion, le rôle des enseignants dans l'éducation aux STEAM va au-delà des méthodes d'enseignement traditionnelles. Il consiste à **favoriser le développement de compétences transférables** qui préparent les élèves aux complexités du 21^e siècle, à mettre en œuvre des **pratiques d'évaluation attrayantes** tout en créant un **environnement d'apprentissage dynamique et inclusif du point de vue du genre**. Grâce à une pédagogie intentionnelle et à un engagement en faveur de l'éducation holistique, les enseignants deviennent des **facilitateurs qui responsabilisent les élèves** et leur permettent d'acquérir non seulement des connaissances spécifiques, mais aussi les compétences et l'état d'esprit nécessaires pour réussir dans un monde en constante évolution et, en fin de compte, avoir un impact significatif sur leur communauté et sur le monde..

La participation des filles à l'enseignement des STEAM

Malgré des progrès significatifs au cours des dernières décennies, la proportion de femmes dans le domaine des STEAM reste disproportionnellement faible par rapport à leurs homologues masculins. Un rapport de l'UNESCO (2017) souligne ce déséquilibre en indiquant qu'**à peine 28 % des chercheurs dans le monde sont aujourd'hui des femmes et que seules 17 femmes ont remporté un prix Nobel de physique, de chimie ou de médecine** depuis Marie Curie en 1903, contre 572 hommes. Cette disparité a un impact et des conséquences profondes tant pour les individus que pour la société, car elle limite les possibilités offertes aux femmes et aux jeunes filles non seulement de développer leurs capacités, mais aussi de réaliser pleinement leur potentiel et de contribuer à une main-d'œuvre qui ne reflète pas la diversité de la population. Les conséquences de la présence limitée des filles dans les domaines des STEM sont notables.



Les filles perdent non seulement des **opportunités de développer leurs compétences**, mais elles contribuent également à une pénurie de professionnels diversifiés dans des secteurs essentiels, ce qui a un impact sur les progrès réalisés dans la lutte contre les enjeux mondiaux tels que le changement climatique et les soins de santé (UNICEF, 2020).

Beegle et al. (2020) souligne que les filles sont plus susceptibles d'être **découragées à un jeune âge**, considérant les normes sociétales qui orientent les garçons vers des activités qui développent des capacités cognitives essentielles pour les domaines STEAM. Reconnaisant ces enjeux, l'UNICEF (2020) affirme qu'une exposition précoce aux sujets STEAM, ainsi qu'un **encouragement proactif et une participation active, sont cruciaux pour jeter les bases des compétences et de l'intérêt durable des filles**.

Comme nous l'avons démontré dans la section précédente, les enseignants jouent un rôle crucial dans la création de telles opportunités pour les filles. Ces opportunités permettent aux filles non seulement d'explorer une variété de disciplines STEM, ce qui leur permet de découvrir leurs intérêts et leurs passions, mais aussi de fournir un éventail d'expériences qui peuvent contribuer à briser les stéréotypes et à élargir les perceptions des filles sur ce qui est réalisable dans les domaines STEAM (Beegle et al., 2020).

Compte tenu de ces circonstances, il devient **impératif pour les enseignants d'engager activement les filles dans l'éducation des STEAM**. Pour pouvoir renforcer l'engagement des filles et encourager leur participation active à l'éducation des STEAM, les enseignants et les pédagogues doivent être conscients des défis et les cibler avec des stratégies appropriées et cultiver un environnement d'apprentissage plus équitable et inclusive.

Les lacunes et obstacles à l'enseignement des STEAM

Les enseignants qui intègrent l'approche STEAM dans les classes de l'école primaire doivent être en mesure de reconnaître les lacunes et les obstacles existants pour éviter efficacement qu'ils n'entraient l'application de cette approche.

L'un **des défis majeurs** auxquels sont souvent confrontés les enseignants est le **manque de ressources et d'infrastructures**. De nombreuses écoles sont aux prises avec des **budgets limités**, ce qui les rend incapables de fournir l'équipement nécessaire, comme les outils technologiques et les logiciels instrumentaux pour certaines pratiques STEAM (Jacques, 2017). Par conséquent, les enseignants qui souhaitent inspirer et faciliter les expériences d'apprentissage pratiques et les leçons attrayantes se trouvent souvent limités par **le manque d'outils et de matériel essentiels**. L'UNICEF a souligné que « la disponibilité de l'équipement, du matériel et des ressources est essentielle pour stimuler l'intérêt des élèves, et améliorer l'apprentissage, dans les matières STEM » (2017, p. 54).

En outre, les **cadres scolaires actuels** manquent souvent de la structure nécessaire pour préparer les éducateurs à dispenser efficacement l'enseignement des STEAM. Les programmes traditionnels ont tendance à **séparer les matières** en silos, sans mettre en évidence l'interconnexion des disciplines STEAM et leurs applications dans le monde réel (Roehrig et al., 2021). Cet isolement peut donner aux élèves l'impression d'être déconnectés et incapables de voir la pertinence de

ce qu'ils apprennent. Les programmes d'études devraient donc être repensés pour être plus interdisciplinaires et **fondés sur des projets**, en mettant l'accent sur les **applications dans le monde réel** et en favorisant ainsi les compétences du 21^e siècle déjà décrites, telles que **l'esprit critique et la capacité à résoudre des problèmes** (Tytler & Self, 2020).



En outre, les manuels scolaires renforcent souvent les stéréotypes de genre dans les STEAM en présentant des personnages masculins et féminins dans des rôles traditionnels (UNESCO, 2017). La sous-représentation des professionnelles dans les STEAM et l'utilisation d'un langage et d'images qui dépeignent les femmes dans des positions stéréotypées ou subordonnées peuvent (aussi involontairement) décourager les filles de poursuivre des carrières dans les STEM (par exemple, des hommes médecins mais des femmes infirmières). Les enseignants doivent donc examiner attentivement les supports qu'ils présentent aux élèves et utilisent en classe, en optant pour ceux qui promeuvent l'égalité des genres, en montrant que les filles comme les garçons s'intéressent aux mathématiques, aux sciences, à la littérature, à l'histoire et à d'autres disciplines, et qu'ils y obtiennent de bons résultats ; les matières scolaires sont neutres du point de vue du genre. L'UNESCO propose un guide méthodologique sur la promotion de l'égalité des genres à travers les manuels scolaires, y compris des outils pour évaluer les manuels de représentation du genre (Brugeilles, Cromer 2009).

En plus de ces défis, **les opportunités de développement professionnel sont limitées** ou manquent de profondeur et d'orientation dans celles qui existent. Il en résulte un manque de connaissances et de confiance des enseignants et des éducateurs en ce qui concerne l'intégration de l'approche STEAM dans les plans de cours, ainsi qu'une hésitation à naviguer dans des concepts complexes ou à essayer des logiciels spécifiques (Weng et al., 2020). Compte tenu des progrès rapides des connaissances scientifiques et de la technologie et du besoin croissant d'une éducation aux STEAM largement appliquée, les enseignants bénéficieraient grandement d'une formation complète et continue aux STEAM (Dyer, 2017).

Enfin, les enseignants doivent être conscients des **obstacles sociaux et culturels** qui découragent les filles et les élèves issus de milieux divers de participer et de s'engager dans l'éducation et les carrières liées aux STEAM (voir chapitre 2). En fait, **c'est le rôle des pédagogues de démanteler activement ces barrières et de créer des environnements inclusifs** qui nourrissent leur curiosité et encouragent tous les élèves à atteindre leur plein potentiel. L'un des moyens d'y parvenir est de promouvoir des rôles modèles féminins dans les domaines des STEM. En mettant en avant la diversité et les réalisations des femmes et des individus qui représentent un éventail de genres, de milieux et d'expériences, les enseignants peuvent inspirer les filles et les aider à s'imaginer

en tant que futures scientifiques, ingénieures et innovatrices (Sullivan, 2019b). En outre, pour renforcer l'impact et établir un lien significatif avec les étudiantes, les enseignants sont également encouragés à **inviter des femmes scientifiques et ingénieures accomplies à visiter la salle de classe** et à s'engager directement avec les élèves (Sullivan, 2019b). Cela permet non seulement d'enrichir l'expérience d'apprentissage, mais aussi de fournir des rôles modèles inspirants pour les filles qui poursuivent des études dans les domaines des STEM.

En reconnaissant et en atténuant activement ces lacunes et ces obstacles, les enseignants et les éducateurs contribuent de manière significative à une intégration plus harmonieuse de l'approche STEAM dans les classes et à la création d'environnements éducatifs à la fois inclusifs et stimulants qui non seulement motivent les filles à participer activement, mais leur donnent également les moyens de faire partie de ce processus.

La sensibilisation et les compétences des enseignants en matière d'éducation aux STEAM

Les éducateurs STEAM compétents apprécient la valeur des approches interdisciplinaires pour cultiver une compréhension holistique des défis du monde réel, comme le soulignent les initiatives des pays partenaires (par exemple, "STEAM-IT", "GoSTEM", In2Steam, CHOICE). Par conséquent, une éducation aux STEAM efficace commence par une forte sensibilisation des enseignants aux concepts STEAM et aux compétences nécessaires pour les interconnecter avec d'autres matières et avec les problèmes du monde réel.

Les enseignants jouent un rôle déterminant dans la création d'un **environnement qui stimule la curiosité** naturelle des élèves et les incite à expérimenter la technologie par le jeu et la découverte (Scott-Barrett et al., 2023).

Huser (2020) souligne que pour qu'un enseignant puisse mettre en œuvre efficacement les pratiques STEAM en classe, des compétences telles que **les connaissances interdisciplinaires, l'expertise pédagogique, la maîtrise de l'évaluation et les pratiques inclusives** sont nécessaires.

- **Conhecimento interdisciplinar:** Les connaissances interdisciplinaires : pour établir des liens entre les différentes disciplines et les intégrer de manière transparente dans leurs cours. Cela permet aux élèves de voir comment les connaissances de la matière se complètent et de les appliquer pour résoudre des problèmes du monde réel (Roehrig et al., 2021).
- **L'expertise pédagogique :** pour mettre en œuvre des stratégies d'enseignement efficaces telles que l'apprentissage par l'investigation, l'apprentissage par projet et l'intégration des technologies afin d'impliquer les élèves et de promouvoir l'apprentissage actif. Ces stratégies retiennent l'intérêt des élèves et encouragent l'esprit critique, la collaboration et les compétences de résolution de problèmes (Scott-Barret et al., 2023).

- **La maîtrise de l'évaluation** : pour évaluer efficacement l'apprentissage des élèves, en utilisant une variété d'évaluations formatives et sommatives qui vont au-delà des méthodes de test traditionnelles (Huser, 2020). Cela permet aux enseignants d'adapter leur enseignement aux besoins individuels des élèves et de suivre les progrès réalisés au fil du temps.
- **Les pratiques inclusives** : pour créer des environnements d'apprentissage accueillants et inclusifs qui célèbrent la diversité et garantissent à tous les élèves des possibilités équitables d'apprendre et de réussir dans les domaines des STEAM. Cela implique de s'attaquer aux préjugés et aux stéréotypes, de fournir un enseignement non formel et de favoriser une communauté de classe solidaire (Sullivan, 2019b).

Le rôle de l'école

Cependant, même les enseignants les plus motivés et éclairés ont besoin du soutien de leurs institutions. En d'autres termes, ce ne sont pas seulement les enseignants et les éducateurs individuels, mais aussi les écoles qui sont les acteurs clés de l'intégration de l'éducation aux STEAM et de l'engagement des filles dans ce domaine. Les écoles doivent aider activement les éducateurs à **acquérir les compétences requises** et à comprendre l'importance des STEAM. Par conséquent, les écoles jouent un rôle central en offrant aux enseignants les **formations et ressources** nécessaires à la mise en œuvre efficace de l'éducation STEAM. Cette formation et ces ressources peuvent permettre de relever les défis spécifiques auxquels sont confrontés les éducateurs dans différents contextes. Le développement professionnel permet non seulement aux enseignants d'acquérir des connaissances essentielles sur le contenu, mais leur donne également les moyens de dispenser un enseignement pertinent et attrayant, aligné sur les exigences en constante évolution du monde axé sur les STEM dans la salle de classe (Dyer, 2017).

Il est donc essentiel de multiplier les opportunités professionnelles pour les enseignants dans le domaine des STEAM afin de renforcer leur **confiance dans la gestion de concepts complexes**, l'utilisation d'outils et de logiciels spécifiques et l'intégration transparente d'activités pratiques dans leurs méthodes d'enseignement. D'autre part, les écoles doivent également créer une culture qui encourage la collaboration, la prise de risque et l'innovation dans l'enseignement des STEAM. Cela peut impliquer de fournir aux enseignants le temps et les ressources nécessaires pour développer et mettre en œuvre des activités STEAM, d'encourager une communauté d'apprentissage solidaire et de promouvoir l'équité entre les genres.

Reconnaissant le rôle central de la sensibilisation et des compétences des enseignants dans l'éducation aux STEAM, les institutions éducatives du monde entier peuvent mettre en œuvre des **initiatives de développement professionnel ciblées, allouer davantage de fonds aux infrastructures et aux ressources, et accorder le temps nécessaire à la préparation des enseignants**. En fournissant aux enseignants les moyens d'agir, on s'assure qu'ils donneront à leur tour aux élèves les moyens d'exceller dans le monde dynamique et interconnecté des STEAM.

Les ressources en ligne gratuites pour les enseignants dans le domaine des STEAM

Dans le milieu dynamique de l'éducation, l'exploitation de **ressources en ligne gratuites** est une approche stratégique pour les enseignants qui souhaitent améliorer leurs compétences dans le domaine de l'éducation aux STEAM. Ces ressources offrent un soutien précieux, du matériel et des idées qui contribuent à des pratiques d'enseignement efficaces et à la création d'environnements d'apprentissage STEAM attrayants. Nous proposons ci-dessous quelques exemples de ressources qui servent d'outils puissants, améliorant les pratiques d'enseignement et permettant aux enseignants du primaire de créer des environnements d'apprentissage STEAM attrayants pour leurs élèves.

- **Aprendizagem STEM**

STEM Learning est un centre de ressources pour les pédagogues et les personnes intéressées par le STEAM. Il fournit une vaste collection de ressources numériques en libre accès et de qualité garantie pour soutenir l'enseignement et l'apprentissage des matières STEM, y compris l'enseignement primaire et secondaire, les activités transdisciplinaires et le matériel de développement professionnel. Toutes les ressources sont examinées et approuvées par STEM Learning, une organisation de premier plan qui se consacre à l'amélioration de l'enseignement des STEM au Royaume-Uni.

- **STEMfinity**

STEMfinity est une plateforme en ligne dédiée à la mise à disposition de ressources STEM gratuites et facilement accessibles pour les enseignants, les étudiants et les parents. Il s'agit d'un point d'accès unique pour tous ceux qui cherchent à améliorer leur compréhension et leur engagement dans le domaine des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques. STEMfinity se distingue par l'importance accordée à la qualité et à l'accessibilité. Toutes les ressources sont soigneusement sélectionnées et examinées par des experts du domaine, ce qui garantit leur valeur éducative et leur adéquation avec les objectifs d'apprentissage. En outre, tout ce qui est proposé sur le site web est entièrement gratuit, ce qui en fait une ressource inestimable pour les individus et les institutions dont le budget est limité.

- **NASA STEM Engagement**

La NASA met à disposition une collection de ressources gratuites pour les pédagogues par le biais de sa plateforme STEM Engagement. Des plans de cours, des activités et des ressources multimédias permettent aux enseignants d'intégrer des applications concrètes des concepts STEM dans leurs classes. La plateforme couvre un large éventail de sujets, de l'exploration spatiale à la robotique, favorisant l'intérêt et la compréhension des élèves dans diverses disciplines STEAM.

- **Khan Academy** propose une gamme complète de cours en ligne gratuits en mathématiques, sciences, programmation, etc. La plateforme fournit des vidéos pédagogiques, des exercices pratiques et un suivi des progrès, ce qui permet aux éducateurs de compléter leur enseignement en classe par des ressources personnalisées et interactives.

- **[PBS LearningMedia](#)**

PBS LearningMedia est une vaste bibliothèque numérique qui offre un accès gratuit à un large éventail de ressources éducatives. Les enseignants peuvent y trouver des plans de cours, des vidéos et des activités interactives axés sur les STEAM, conçus pour susciter l'intérêt des élèves et s'aligner sur les normes du programme scolaire. La plateforme s'adresse à différents niveaux scolaires, ce qui garantit la flexibilité nécessaire pour répondre à divers besoins éducatifs.

- **[TeachEngineering](#)**

TeachEngineering est une bibliothèque numérique qui fournit aux enseignants une multitude de leçons STEM et d'activités pratiques gratuites et conformes aux normes. Développée par des professeurs d'ingénierie et des pédagogues, la plateforme favorise l'intégration des principes d'ingénierie dans les matières STEM traditionnelles. Les enseignants peuvent explorer une variété de ressources qui favorisent l'apprentissage par l'expérience et la résolution de problèmes.

- **[Google for Education](#)**

Google for Education propose un ensemble d'outils et de ressources gratuits destinés aux enseignants afin d'améliorer la coopération, la créativité et la communication au sein de la classe. Applied Digital Skills (compétences numériques appliquées) par Google fournit des plans de cours qui intègrent la technologie dans diverses matières, favorisant ainsi la culture numérique et le développement des compétences. En outre, Google Classroom facilite la communication et la gestion des devoirs.

- **[Scratch du MIT Media Lab](#)**

Scratch est un langage de programmation gratuit et une communauté en ligne développés par le MIT Media Lab. Il permet aux enseignants d'introduire des concepts de codage de manière créative et interactive. Les enseignants peuvent accéder à une variété de ressources gratuites, y compris des tutoriels et des idées de projets, pour engager les élèves dans le codage et la pensée computationnelle.

- **[National Geographic Education](#)**

National Geographic Education propose une gamme de ressources gratuites qui relient les sujets STEAM à l'exploration et à la découverte du monde réel. Les enseignants peuvent accéder à des plans de cours, des cartes et des contenus multimédias pour intégrer la géographie, la science et la narration dans leurs pratiques d'enseignement.

- **[Code.org](#)**

Code.org est une organisation à but non lucratif qui fournit des ressources de codage gratuites aux enseignants. La plateforme propose des programmes d'études, des cours en ligne et des activités de codage adaptés à différents niveaux scolaires. Les enseignants peuvent doter leurs élèves de compétences essentielles de codage tout en encourageant la pensée computationnelle et la résolution de problèmes.

- **STEM Teaching Tools**

STEM Teaching Tools, développé par l'Institute for Science + Math Education (Institut pour l'enseignement des sciences et des mathématiques), fournit des ressources gratuites pour soutenir des pratiques d'enseignement STEM efficaces. Les enseignants peuvent accéder à des stratégies pédagogiques, des scénarios de classe et des boîtes à outils qui améliorent la mise en œuvre de l'enseignement des STEM.

- **MSAP Center**

Le site web des ressources STEM du Centre MSAP offre aux pédagogues une plateforme complète et conviviale pour explorer et intégrer les STEM dans leur programme d'études. Classé par sujet et par type de ressource, le site offre une gamme variée de matériel, y compris des plans de cours, des activités, des jeux, des vidéos et des quiz. Le site propose notamment un espace dédié aux enseignants, qui leur permet de s'inscrire pour obtenir un compte gratuit et d'assigner des quiz et des jeux aux élèves, en consultant électroniquement leurs résultats à des fins d'évaluation. En outre, le site web fournit des ressources spécialement conçues pour les élèves, afin d'éveiller leur curiosité et de stimuler leur intérêt pour les domaines des STEM par le biais d'expériences d'apprentissage interactives.

- **Le projet IN2STEAM** « Inspirer la prochaine génération de filles grâce à un apprentissage STE(A)M inclusif dans l'enseignement primaire » - proposant un apprentissage STE(A)M appliquant les principes de l'art et de la conception à l'enseignement des sciences par le biais de méthodes incluant le genre. Les ressources comprennent un programme de formation en ligne et une boîte à outils numérique sur l'apprentissage STE(A)M pour les enseignants et les formateurs des écoles primaires, ainsi qu'un modèle d'évaluation comportementale guidant les enseignants dans les méthodes pédagogiques sur la façon de mesurer efficacement le changement de comportement des élèves (en particulier des filles) à l'école primaire en utilisant l'approche testée des projets vers l'apprentissage STE(A)M.

- **GeoGebra** - Des outils numériques gratuits pour les activités en classe, les graphiques, la géométrie, un tableau blanc collaboratif et plus encore pour rendre les mathématiques et la géométrie plus amusantes et plus pratiques. Il propose également des ressources mathématiques prêtes à l'emploi pour l'algèbre, la géométrie, le sens des nombres, les mesures, les opérations, les statistiques et les probabilités pour les niveaux 4 à 8 afin d'améliorer l'exploration et la pratique des élèves.

- **ESA – The European Space Agency Primary classroom resources** (ressources pour les classes de primaire par l'Agence spatiale européenne) couvrent un large éventail de sujets scolaires liés aux sciences, aux mathématiques, à la technologie, à l'ingénierie et aux arts. Chaque ressource pour la classe est composée d'un guide de l'enseignant et de fiches de travail pour les élèves avec des activités pratiques.

Chapitre 4 : Favoriser la curiosité chez les filles

L'apprentissage pratique et l'expérimentation en milieu scolaire

« L'apprentissage pratique (ou kinesthésique) consiste pour l'élève à participer ou à réaliser des activités physiques en rapport avec la matière plutôt que d'écouter un cours magistral. Les élèves apprennent en faisant : en s'engageant dans la matière pour résoudre un problème ou créer quelque chose. » (TheThinkingKid, 2021). En outre, « l'apprentissage pratique, également connu sous le nom d'apprentissage par l'expérience ou d'apprentissage actif, est une approche éducative qui met l'accent sur l'engagement direct et l'expérience pratique dans le processus d'apprentissage. Il implique une participation active, la manipulation de matériaux et l'application des connaissances et des compétences dans le monde réel. » (ProctorEdu). Si l'apprentissage pratique peut s'appliquer à toutes les matières scolaires, comme la littérature en écrivant des poèmes ou des histoires ou l'histoire en recréant un certain événement historique, il est particulièrement approprié pour les matières STEM. Il semble que leur nature expérimentale, scientifique et transdisciplinaire fonctionne particulièrement bien avec l'approche de l'apprentissage pratique (également connue sous le nom de HOL pour « hands-on learning »).





La plus grande différence entre l'enseignement traditionnel et l'apprentissage par le biais d'expériences pratiques réside dans **l'implication des élèves dans le processus** ; ce dernier encourage, ou mieux, exige une participation active, à la fois de la part des enseignants et, plus important encore, de la part des élèves.

D'autre part, les **méthodes d'enseignement traditionnelles** dans lesquelles l'enseignant parle et les étudiants écoutent ou écrivent sont connues comme des **méthodes passives**. Les différences d'approches se traduisent par des ensembles différents de compétences acquises au cours des deux méthodes pédagogiques et par des niveaux différents de connexion en profondeur avec le sujet étudié. Lorsque les élèves manipulent activement la matière étudiée, ils comprennent mieux les concepts enseignés et mémorisent mieux la matière introduite que lorsqu'ils écoutent un enseignant et prennent des notes sur le sujet. Des études ont montré que lorsque les élèves écoutent passivement, ils retiennent 20 % des informations présentées, contre 75 % lorsqu'ils sont autorisés à mettre en pratique ce qu'ils viennent d'apprendre (Moore, 2022).

Dans les deux méthodes d'apprentissage, traditionnelle et pratique, **les enseignants jouent un rôle important** ; la différence réside dans la dynamique qu'ils entretiennent avec les élèves. Comme nous l'avons dit, dans le cadre de l'apprentissage pratique, les élèves sont activement impliqués dans le processus tandis que l'enseignant guide (si possible discrètement) les activités et s'assure que les exercices sont adaptés à l'âge des élèves et que l'environnement est sûr et inclusif pour tous les participants.

L'approche pratique de l'apprentissage présente de nombreux avantages avérés pour les élèves qui s'engagent dans cette méthode. Parmi le large éventail de compétences que cet apprentissage favorise (persévérance, adaptabilité, résolution de problèmes, pour n'en citer que quelques-unes), il encourage également les compétences souvent mentionnées des 4 C, importantes pour fonctionner dans le monde d'aujourd'hui : la créativité, la communication, la coopération et l'esprit critique ou critiques constructives (Singh, 2021).

Tout ce qui précède est également important et bénéfique pour tous les élèves, indépendamment de leur genre, de leur origine ethnique ou d'éventuels handicaps. Des études ont montré que les enfants qui sont initiés aux concepts STEM à un jeune âge (moins de 11 ans) sont plus susceptibles de poursuivre des études dans ce domaine. Cela est particulièrement important pour les filles qui sont sous-représentées dans le domaine des STEM et si le fait d'être initié à l'apprentissage pratique dès les premiers stades de leur développement peut contribuer à susciter un intérêt pour les matières STEM à l'avenir, sa présence devrait être davantage encouragée dans l'enseignement préscolaire et dans les premières années d'école. Une bonne expérience des matières STEM dans les premières années pourrait même conduire à choisir un programme d'études dans le domaine des STEM et, par conséquent, augmenter la représentation des filles dans le monde du travail des STEM.

Les autres types d'apprentissage STEAM

L'éducation aux STEAM est fortement basée sur l'apprentissage pratique, mais il existe également d'autres types d'apprentissage qui correspondent particulièrement bien à ce que l'apprentissage des STEAM tente de promouvoir. Tout d'abord, il y a l'apprentissage par projet (APP ou PBL en anglais, pour « *project-based learning* »), qu'il ne faut pas confondre avec les projets scolaires. Dans



le cadre de l'APP, les élèves apprennent à connaître le monde en s'engageant activement dans des projets concrets et personnellement significatifs afin de modifier ou de surmonter les obstacles qui affectent le monde réel (comme le changement climatique, les soins de santé, la violence, ...). L'APP est « *une méthode d'enseignement qui donne vie à l'apprentissage, stimule la créativité et la curiosité des élèves et leur permet d'explorer les liens entre l'école et le monde qui les entoure.* » (pi-top.com)

Le deuxième type d'apprentissage, qui va très bien de pair avec l'apprentissage des STEAM, est **l'apprentissage par l'investigation** (ou IBL en anglais pour « *inquiry-based learning* »). Ce type d'apprentissage tente de susciter la curiosité des élèves et de les encourager à s'engager à un niveau profond. Au lieu de donner des réponses aux élèves, comme dans les méthodes d'enseignement

traditionnelles, on les encourage à les chercher eux-mêmes, ce qui permet de créer un environnement d'apprentissage plus fort et plus cohérent. Ces deux types d'apprentissage favorisent l'acquisition de compétences similaires à celles de l'apprentissage des STEAM, ils sont tous axés sur l'élève, centrés sur les processus et ancrés dans le monde réel. Ce sont toutes les raisons pour lesquelles ils fonctionnent très bien ensemble et peuvent bénéficier l'un de l'autre.

À son fondement, l'apprentissage des STEAM combine la science, la technologie, l'ingénierie, les arts et les mathématiques, et cette combinaison transdisciplinaire de matières énoncées peut également se retrouver dans d'autres environnements, et pas seulement scolaires. Les élèves peuvent entrer en contact avec l'apprentissage des STEAM depuis leur domicile grâce à différents **outils** (jouets, applications mobiles), dans le cadre d'activités extrascolaires (clubs STE(A)M, camps STE(A)M, cours STE(A)M, ...), dans des lieux publics tels que les bibliothèques, les espaces de création (makerspaces), les musées, les maisons de jeunes, etc.

Compte tenu de l'énorme popularité de l'utilisation des **écrans** (et pas seulement par les jeunes), il convient de mentionner différentes **applications et programmes**. De nombreuses applications sont conçues en particulier pour l'apprentissage des STEAM. En voici quelques-unes pour le codage : ScratchJr, Daisy the Dinosaur, SpriteBox, Code Karts - toutes ces applications combinent le codage simple avec l'amusement (dinosaures qui dansent, voitures qui bougent, etc.). Toontastic, Pencil 2D, Opentoonz, Blender et bien d'autres sont des logiciels d'animation qui conviennent également aux jeunes enfants. Certaines de ces programmes et applications sont commercialisés comme étant spécialement conçus pour les filles. Bien que cela puisse être une bonne chose, il convient de mentionner qu'il faut être très prudent lorsque l'on choisit des applications décrites comme telles (conçues pour les filles). Il s'agit d'un domaine qu'il convient d'aborder avec beaucoup de soin et de prudence afin de ne pas reproduire davantage les stéréotypes de genre, mais de contribuer à les éliminer et à renforcer l'autonomie des filles.

Il existe également de nombreux jouets pour les jeunes enfants qui peuvent être utilisés pour l'apprentissage des STEAM. Certains d'entre eux sont conçus pour l'apprentissage des STEAM et peuvent être assez coûteux (par exemple les jouets pour l'apprentissage précoce du codage comme Bee-Bot et Code-a-Pillar ou différents kits STEAM), tandis que d'autres sont des jouets plus simples



que la plupart des enfants ont déjà à la maison. Si nous regardons de plus près ce que les enfants apprennent lorsqu'ils jouent avec des LEGOS : en assemblant des briques pour construire une maison, ils apprennent les concepts de base de l'ingénierie et des mathématiques ; en jouant à faire semblant avec des personnages LEGO, ils racontent des histoires - et juste comme ça, ils intègrent



inconsciemment l'apprentissage des STEAM à travers le jeu. Il en va de même pour d'autres jouets plus courants tels que les puzzles, les briques, les cartes et les jeux de société ; différents domaines STEAM sont couverts intuitivement par le jeu.

Il est important de garder à l'esprit les stéréotypes de genre et d'être particulièrement vigilant lors du choix des jouets avec lesquels les filles joueront. Les jouets ne doivent pas être divisés en deux catégories, l'une pour les garçons et l'autre pour les filles, mais doivent être neutres du point de vue du genre.

Encourager le questionnement et les explorations

Poser des questions fait partie intégrante de l'apprentissage des STEAM : que se passe-t-il si je fais ceci, pourquoi cela s'est-il produit, comment puis-je faire fonctionner cela, ... Si nous voulons renforcer l'esprit critique et les compétences de résolution de problèmes chez les élèves, poser des questions et y répondre devrait devenir un élément du processus d'apprentissage (Singh, 2021). Mais pour que les élèves se sentent à l'aise pour poser toutes ces questions et éliminent la peur de poser les « mauvaises » questions, le rôle de l'enseignant est mis en lumière. Les chercheurs soulignent l'importance des enseignants dans la création d'un environnement stimulant et favorable où les élèves se sentent à l'aise pour explorer l'incertitude (Jirout et al., 2018).

Les enseignants doivent être en mesure de soutenir la curiosité des enfants en régulant le niveau de défi ou challenge présenté aux élèves et en les aidant à s'orienter vers des éléments d'information, des questions et des problèmes pertinents (Jirout et al., 2018). Ils doivent offrir un environnement sûr, valoriser les diverses contributions et soutenir la confiance des élèves par un retour d'information ou feedback constructif (Scott-Barrett, 2023). Pour que les élèves soient curieux, ils doivent être à l'aise avec une plus grande part d'incertitude. C'est lorsqu'ils sont à l'aise que le questionnement et l'exploration peuvent commencer (Jirout et al., 2018).

Voici quelques moyens pour les enseignants de promouvoir le **confort face à l'incertitude** : offrir des occasions de **réfléchir**, de **poser des questions**, de **participer** et de **répondre** - inciter les élèves à poser des questions, les encourager à réfléchir à d'autres idées, établir des liens entre ce que les élèves savent déjà et ce qu'ils ne savent pas, pour n'en citer que quelques-uns, mais il convient également de mentionner que les enseignants devraient toujours répondre aux questions de manière positive, verbalement et non verbalement (Jirout et al., 2018).

Un autre point auquel les enseignants doivent prêter attention est qu'ils doivent prendre le temps et être patients lorsqu'ils attendent que les élèves répondent ; certains élèves ont besoin de plus de temps que d'autres et cela doit être pris en considération.

Nous pouvons maintenant nous pencher sur des situations d'apprentissage des STEAM plus pratiques, qui montrent comment susciter la curiosité et le questionnement chez les enfants. L'un des projets de recherche portant sur des exemples pratiques de quatre programmes d'apprentissage des STEAM au Canada (deux scolaires et deux extrascolaires) a recensé de nombreuses façons d'encourager la curiosité des élèves pendant les cours. **Les jeux, les récits, les activités manuelles d'artisanat et les questions de recherche** sont autant de moyens utilisés par les enseignants pour susciter l'intérêt et la curiosité au début de l'activité (Bertrand, Numikasa, 2020). L'un des enseignants ayant participé à la recherche a déclaré qu'en procédant ainsi, « vous activez la curiosité naturelle des enfants, leur intérêt naturel à comprendre comment les choses fonctionnent et comment ils peuvent les améliorer. » (Bertrand, Numikasa, 2020, p. 46).

En conclusion, nous pouvons constater que les enseignants jouent un rôle crucial dans la promotion de la curiosité chez les élèves. Il existe de nombreuses façons d'y parvenir, mais pour ce faire, les enseignants doivent être prêts à participer activement au processus d'apprentissage et à fournir un environnement sûr et inclusif.



Développer les compétences de résolution de problèmes

La prise de risques intellectuels qui se produit à travers l'exploration de l'incertitude et l'acquisition de nouvelles informations (Jirout et al., 2018) nous amène à une autre compétence importante de formation du caractère encouragée par l'apprentissage des STEAM, qui est la résolution de problèmes.

La recherche montre que l'apprentissage des STEAM, comparé aux seuls STEM, peut toucher davantage d'élèves et fournir du contenu pour la résolution de problèmes authentiques (Roberts & Schnepf, 2020). Voici 10 caractéristiques des exercices authentiques que les enseignants peuvent utiliser lorsqu'ils conçoivent des activités : des **tâches du monde réel** plutôt que des tâches en classe, des **problèmes** qui ne sont pas faciles à résoudre et qui sont ouverts à de multiples interprétations, des **tâches complexes** qui nécessitent une investigation continue, des perspectives multiples, la collaboration, la réflexion, des liens interdisciplinaires, une évaluation intégrée qui s'intègre de manière transparente à la tâche principale, des produits polis, des interprétations et des résultats multiples (Herrington et al., 2002).

L'**échec** est généralement associé à quelque chose de mauvais ou de négatif. C'est quelque chose qui n'est généralement pas encouragé, en particulier dans les écoles traditionnelles et par le biais de méthodes d'enseignement traditionnelles. D'un autre côté, l'échec joue un rôle important dans l'apprentissage des STEAM, en particulier dans le développement des compétences de résolution de problèmes. En raison de ce changement important dans la perception de l'échec dans l'environnement d'apprentissage des STEAM, le rôle de l'enseignant est une fois de plus mis en évidence.

Les enseignants devraient encourager l'échec dans le cadre de l'apprentissage des STEAM où les essais et erreurs sont des éléments essentiels du processus (Milanovic et al., 2023). Avec l'aide d'un enseignant, les élèves devraient **apprendre à perdre la peur de l'échec et en tirer profit**.

Si nous jetons un coup d'œil au sous-chapitre précédent, nous pouvons voir que ces plus grands niveaux d'incertitude (qui sont également encouragés dans l'apprentissage des STEAM) conduisent à un plus grand défi ou challenge pour les résoudre, ce qui pose le risque d'une plus grande chance d'échec. Bien que les gains de connaissances soient plus importants que lors de la résolution de niveaux d'incertitude plus faibles (Jirout et al., 2018).

Pour comprendre l'importance de l'échec dans l'acquisition de compétences de résolution de problèmes, nous pouvons examiner un **processus de conception et d'acquisition**, qui comprend les six étapes suivantes : **planifier - concevoir - fabriquer - tester - reconcevoir - répéter**. Grâce à ce processus, les élèves apprennent la persistance et l'adaptabilité (Bertrand, Namukasa, 2020), mais aussi la **collaboration, l'exploration, l'analyse** et la **discussion** de nouvelles idées (Milanovic et al., 2023).

L'un des instructeurs interrogés dans le cadre de la recherche mentionnée dans le sous-chapitre précédent, à propos de quatre programmes d'apprentissage des STEAM différents, a déclaré avoir créé un **environnement d'apprentissage** où l'échec et l'itération étaient intégrés à la leçon pour que les élèves ne craignent pas de **faire des erreurs et d'essayer de nouvelles choses** (Bertrand & Namukasa, 2020). L'un des enseignants a observé que les élèves n'étaient parfois pas disposés à réessayer même lorsque quelque chose ne fonctionnait pas ; en réponse, un autre enseignant a proposé que l'apprentissage aux STEAM devrait : « *commencer dès les plus jeunes années et cette idée de construire, de concevoir et d'essayer à nouveau, d'être résilient, de savoir combien de prototypes il faut avant [d'obtenir le produit final] dans le monde réel... Vous n'obtiendrez jamais un produit final sans passer par ce processus désordonné d'essai-échec-recommencement et répétition.* » (Bertrand & Namukasa, 2020, p. 52)..

Lorsque les élèves sont confrontés, par exemple, à une **activité d'apprentissage pratique qui implique des défis du monde réel**, ils intègrent des processus mentaux tels que la pensée analytique, l'évaluation critique de la situation et les solutions créatives. Grâce à la résolution de problèmes pratiques, les élèves acquièrent des compétences importantes qui peuvent être appliquées au-delà de la salle de classe (Main, 2023).

Promouvoir l'esprit critique

Un autre avantage de l'apprentissage des STEAM est la promotion de l'esprit critique chez les élèves. Grâce au processus d'apprentissage STEAM, ils renforcent leurs capacités de réflexion critique, qui sont des compétences très importantes dans les contextes du monde réel, non seulement dans la formation continue, mais aussi à la maison et sur le lieu de travail.

Les chercheurs soulignent que l'éducation aux STEAM permet aux élèves de réfléchir de manière critique à diverses questions. Les élèves font preuve d'un haut niveau de réflexion au cours du processus de résolution des problèmes lorsqu'ils appliquent les connaissances du contenu de manière innovante (Singh, 2021). Bon nombre des compétences déjà mentionnées ci-dessus qui peuvent être encouragées par l'apprentissage des STEAM sont étroitement liées à l'esprit critique.

Le questionnement, l'exploration, l'établissement de liens, l'analyse d'informations, la résolution créative de problèmes et l'apprentissage collaboratif sont autant d'activités qui favorisent l'esprit critique.

Dans les activités STEAM, les élèves n'ont pas besoin de s'appuyer sur leur mémoire comme c'est le cas dans les méthodes d'enseignement traditionnelles, mais ils apprennent en observant les résultats qui découlent de leurs décisions (Moore, 2022), ce qui est une autre façon pour l'apprentissage des STEAM de promouvoir l'esprit critique.

Examinons à nouveau ce que les enseignants ont dit à ce sujet dans **quatre programmes d'apprentissage des STEAM** analysés dans l'article. Une enseignante de l'un de ces programmes a souligné qu'elle ne s'intéressait pas tant au produit qu'au processus. Elle a déclaré que l'un des objectifs d'apprentissage des élèves « est l'esprit critique, afin qu'ils puissent élaborer un plan... et analyser de manière critique [leur] plan pour s'assurer qu'il est génial et réalisable, de sorte que la conception précède toujours la construction » (Bertrand & Namukasa, 2020, p. 50). Pour le développement de l'esprit critique, le succès du résultat final n'est pas si important que cela, contrairement au processus qui se déroule entre les deux (questionnement, collaboration, détection des problèmes, recherche de solutions, etc.). Ce processus permet d'exercer toutes les compétences essentielles et d'acquérir des connaissances approfondies. C'est la principale différence entre l'apprentissage des STEAM et les méthodes d'enseignement traditionnelles axées sur la performance, où les résultats et les notes sont au centre de l'intérêt des élèves. Et tout comme pour vaincre la peur de l'échec, passer de la rédaction de réponses à la formulation de questions, passer de l'observation passive de ce que les enseignants disent ou font à la participation active au processus, apprendre qu'il y a plusieurs façons de parvenir à une solution plutôt qu'une seule, une fois de plus, les enseignants jouent un rôle crucial. Ce sont eux qui peuvent responsabiliser les élèves et les doter des compétences nécessaires à la construction de leur personnalité pour leur avenir, à l'école comme en dehors.

Chapitre 5: Les stratégies d'autonomisation des filles dans les STEAM

Comme illustré ci-dessus, l'intérêt et l'engagement des filles pour l'éducation aux STEAM et les carrières futures doivent être encouragés dès le plus jeune âge. Dans ce chapitre, nous proposerons et examinerons certaines stratégies visant à **renforcer l'autonomie des filles à l'école et dans l'environnement familial**.

La conception de programmes d'études inclusifs

Les systèmes éducatifs de tous les pays européens affichent des caractéristiques distinctives dans leurs approches, leurs méthodologies et leurs structures, et cette diversité se reflète également dans l'approche qu'ils adoptent lorsqu'il s'agit d'intégrer les STEAM dans les programmes d'études. Malgré les différences, une caractéristique commune émerge dans tous les pays partenaires - une **déficience partagée dans la représentation adéquate des expériences et contributions inestimables des femmes dans le domaine des STEM**. Cette sous-représentation s'étend au-delà du genre pour englober des personnes d'origines sociales, culturelles ou ethniques diverses, créant ainsi une couche supplémentaire de disparité dans l'éducation aux STEAM. Les récits utilisés dans les programmes d'études standards passent souvent sous silence les réalisations remarquables et les rôles essentiels joués par des **personnes d'origines diverses**. Les élèves perdent ainsi l'occasion d'acquérir une compréhension globale des avancées scientifiques réalisées par des individus indépendamment de leur genre, leur origine ethnique, leur nationalité, leur religion ou d'autres caractéristiques qui les rendent différents, tels que les scientifiques neurodivergents ou les personnes en situation de handicap.

Des **initiatives innovantes d'éducation aux STEAM poussant vers plus d'inclusivité** (pas seulement en ce qui concerne le genre) ont été mises en œuvre dans toute l'Europe pour apporter une réponse à ces réalités. Par exemple, la Finlande, un pays qui propose déjà un apprentissage sans distinction de genre, a intégré l'enseignement du codage et de l'informatique dans son programme national afin de stimuler l'intérêt pour les STEM (Microsoft, 2017). Toutefois, ces initiatives se heurtent encore à des obstacles dans certains pays, tant au niveau national qu'institutionnel (Alam et al., 2021). Premièrement, la barrière du genre, car la lutte contre les stéréotypes profondément enracinés entourant les femmes dans les STEAM nécessite une approche à plusieurs niveaux et une transformation complète des cultures éducatives. Ensuite, une barrière socio-économique empêche les étudiants issus de milieux à faibles revenus et appartenant à des minorités ethniques d'accéder à une éducation aux STEAM de qualité en raison de stéréotypes négatifs omniprésents. Enfin, les barrières structurelles sont liées au manque de ressources dans les écoles ou à l'absence de formation adéquate pour les enseignants (Milanovic et al., 2023).

Il faudra du temps pour atteindre l'objectif de définir un **curriculum inclusif**, mais ces barrières ne sont pas insurmontables. Au fur et à mesure que les initiatives se multiplieront, elles tomberont

progressivement les unes après les autres. Une solution possible qui a été évoquée pour aborder la question du curriculum de STEAM consiste à créer un cadre européen commun pour l'enseignement des STEM (Alam et al., 2021).

L'idée d'un cadre d'enseignement et d'apprentissage transversal, coordonné, étayé et synchronisé pourrait donner un coup de pouce à l'adoption d'une éducation aux STEAM innovante et inclusive, conduire à une optimisation des ressources à long terme pour chaque pays et encourager un plus grand nombre de personnes, en particulier les filles, à choisir des parcours professionnels dans les STEAM (Alam et al., 2021). **Un cadre alternatif pour les programmes d'études des STEAM a été élaboré dans le cadre d'un projet de l'UE, CHOICE**, indiquant les domaines nécessitant une amélioration et proposant de nouvelles approches de l'éducation aux STEAM.

Mais la question principale est la suivante : **sur quels éléments un programme d'études inclusif doit-il se concentrer ?** Bien entendu, la réponse est multidimensionnelle. Voici quelques aspects clés à prendre en compte :

- **L'inclusion des genres** : le programme d'études contrecarre les stéréotypes de genre dans les domaines des STEAM où la représentation masculine était traditionnellement dominante. Il s'agit d'encourager les filles à s'intéresser à ces domaines et de fournir des rôles modèles et du matériel qui défient les normes de genre traditionnelles. Cette approche devrait être valable pour toutes les matières, par exemple en encourageant les garçons dans la lecture et les arts.
- **L'inclusion culturelle** : le programme scolaire intègre un contenu pertinent et diversifié sur le plan culturel, reflétant les différents contextes multiculturels des enfants en Europe. Cela pourrait contribuer à engager les élèves qui se sentent déconnectés de l'approche traditionnelle en raison d'un manque de représentation de leur culture.
- **L'accessibilité et l'adaptabilité** : le programme d'études doit être conçu de manière à être accessible aux enfants ayant des besoins divers, y compris ceux présentant des handicaps ou des troubles spécifiques de l'apprentissage (ou troubles Dys). Cela peut impliquer d'adapter les méthodes d'enseignement pour tenir compte des différents styles d'apprentissage et de choisir autant que possible une approche pratique.
- **L'apprentissage collaboratif** : le programme scolaire permet aux enfants ayant des atouts et des lacunes différents de se soutenir mutuellement et d'apprendre en collaboration.
- **Le développement professionnel des enseignants** : le programme doit prévoir une formation sur les pratiques d'enseignement inclusives, la compétence interculturelle et les stratégies pour faire participer tous les élèves.
- **L'apprentissage par projet** : le programme scolaire permet aux enfants de s'engager dans des projets pratiques et concrets reliant la théorie à l'application dans le monde réel, qui peuvent être adaptés à différents niveaux de compétences et d'intérêts.
- **L'apprentissage créatif** : le programme scolaire intègre des opportunités créatives pour engager les enfants qui pourraient ne pas être aussi intéressés par les matières STEM traditionnelles.

Un **programme d'études inclusif** aurait de multiples effets bénéfiques sur les enfants, les enseignants et la société en général, car il améliore les expériences d'apprentissage en s'adaptant à divers styles et en favorisant une meilleure **compréhension des concepts STEAM**.

En outre, l'intégration des arts dans les domaines des STEM favorise la créativité ainsi que la pensée analytique, encourageant la résolution innovante de problèmes et élargissant les perspectives. La recherche indique que les pratiques inclusives améliorent les résultats scolaires de tous les élèves. Selon une étude menée par Rashida Robinson, un programme d'études inclusif a élargi la perception qu'ont les filles de ce que peut être un scientifique et a amélioré leur confiance et leur conviction en leur capacité à réussir dans les sciences (Robinson, 2021). De même, **les élèves ayant des besoins spécifiques bénéficient considérablement des programmes d'études inclusifs**, car ils obtiennent des ressources et des stratégies pour réussir. L'éducation aux STEAM développe naturellement l'esprit critique, et une approche inclusive étend ces avantages à diverses démographies d'étudiants.

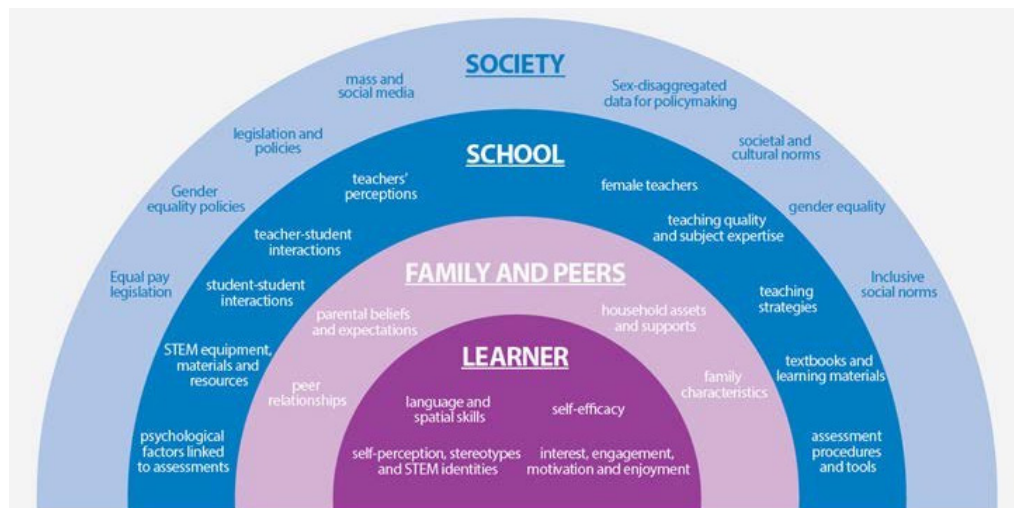
L'apprentissage collaboratif, une caractéristique clé de l'éducation inclusive, renforce les compétences sociales et l'empathie, en brisant les stéréotypes liés au genre et à la culture. En outre, les programmes d'études inclusifs préparent et forment les étudiants à devenir des membres actifs d'une population diversifiée, en favorisant une exposition précoce à des environnements variés. Lorsque les élèves voient leurs intérêts reflétés dans l'éducation, la participation et la motivation augmentent, ce qui permet de remédier à l'aliénation potentielle dans les STEAM.

Enfin, **l'impact sociétal de l'éducation inclusive est important**, car il favorise une société tolérante et ouverte d'esprit. Les élèves éduqués dans des environnements diversifiés sont plus susceptibles de contribuer positivement à leurs communautés, en plaidant pour l'égalité et l'innovation. En résumé, un programme d'études des STEAM inclusif améliore non seulement l'éducation individuelle, mais contribue également à des objectifs sociétaux plus larges.

Le rôle des parents

De nombreux facteurs peuvent avoir un impact sur l'intérêt des filles pour les matières STEAM : des facteurs psychologiques, tels que l'auto-efficacité, l'influence des pairs, l'environnement scolaire, les normes culturelles, les représentations dans les médias, etc. Parmi ces facteurs, le soutien et l'influence des parents arrivent incontestablement en tête de liste.

Fig. 2. Cadre écologique des facteurs influençant la participation, la réussite et la progression des filles et des femmes dans les études STEM (titre original : Ecological framework of factors influencing girls' and women's participation, achievement and progression in STEM studies) (UNESCO, 2017)



Les croyances, les attitudes, les valeurs et la connaissance du contenu des matières STEM des parents sont appelées « **capital scientifique** » (McNally et al., 2022). Le capital scientifique des parents façonne en fin de compte la participation, la réussite et la progression de leurs enfants dans les études des STEAM (Alam et al., 2021). Indéniablement, le niveau d'éducation et la profession des parents, ainsi que leur statut socio-économique, influencent l'intérêt des enfants pour les matières STEAM. Des études ont montré que la présence d'un membre de la famille travaillant dans un domaine des STEM, non seulement les parents mais aussi les membres de la famille élargie, contribue à accroître la motivation à s'engager dans des activités STEAM (Johnson, 2019).

Cependant, **les croyances de la plupart des parents sont encore très influencées par les stéréotypes de genre sur les capacités des filles** dans les STEM. Il est intéressant de noter que ces stéréotypes semblent avoir une plus grande influence sur le choix de carrière futur des enfants que le niveau d'éducation ou la profession des parents (Alam et al., 2021). La manifestation de ces stéréotypes dans les croyances parentales peut conduire à des préjugés subtils, affectant le niveau d'encouragement, les ressources et l'orientation fournis aux filles dans leur poursuite des STEAM. Les préjugés inconscients peuvent influencer les parents à détourner leurs filles des activités STEAM ou à favoriser involontairement un environnement dépourvu du soutien nécessaire pour les encourager à développer des aspirations dans ces domaines.



Dans ce contexte, **que peuvent faire les parents** pour aider à surmonter les stéréotypes, contraster les préjugés et offrir de meilleures opportunités à leurs filles tout en contribuant à combler le fossé des STEAM ? Voici quelques suggestions (Built by Me®, 2019 ; Kekelis, 2017):

- **Exposez les filles à des rôles modèles féminins et surveillez ce qu'elles apprennent des médias** : il est crucial que les filles soient exposées à des histoires mettant en scène des personnages féminins intelligents et indépendants. De nos jours, un nombre croissant de livres, de dessins animés et d'autres médias optent pour des récits qui brisent les stéréotypes de genre au lieu de les perpétuer.
- **Proposez des expériences pratiques** : évitez de choisir des jouets genrés et perpétuant les stéréotypes de genre. Proposez aux filles une variété de jouets, y compris des ensembles d'outils, des kits scientifiques ou des blocs de construction, et laissez-les choisir ce qu'elles aiment.
- **Envisagez des activités extrascolaires liées aux STEAM** : ces activités permettent de vivre des expériences réelles avec les STEAM et les aident à renforcer leur confiance en elles. Selon diverses études, les filles qui s'engagent dans des activités extrascolaires liées aux STEAM sont plus susceptibles de poursuivre une carrière dans les STEAM plus tard dans leur vie.

- **Encouragez-les mais apprenez-leur aussi à accepter l'échec** : afin de créer un environnement d'apprentissage des STEAM favorable et pertinent, il est également essentiel que les filles comprennent que l'échec fait partie du processus scientifique, puisqu'il repose sur la méthode essai-erreur. Veillez à les encourager à réessayer et à ne pas mettre l'accent sur leurs erreurs.

Enfin, il faut souligner qu'encourager les filles dans leur intérêt pour les **STEAM ne signifie pas développer la pression parentale**. Certains parents peuvent avoir des objectifs extrêmement élevés à atteindre pour leurs enfants et exercer une pression excessive sur eux, ce qui peut devenir contre-productif (Salvatierra & Cabello, 2022). La pression parentale peut avoir de nombreux effets dévastateurs sur les enfants (Moore, 2022), principalement sur leur santé mentale et leur estime de soi. Ne créez pas une atmosphère de compétition, mais cultivez plutôt la curiosité et l'intérêt des filles pour les sciences.

Le rôle des enseignants et des éducateurs

Des stratégies d'enseignement qu'ils adoptent aux interactions qu'ils ont avec les élèves, les enseignants et les éducateurs jouent un rôle extrêmement impactant lorsqu'il s'agit d'influencer la participation des filles aux STEAM, Ils doivent reconnaître leur responsabilité, cultiver et soutenir les efforts des parents pour engager les filles dans les STEAM. Les enseignants peuvent se concentrer sur les trois actions suivantes (Kekelis, 2017) :

- **Inviter** les familles à participer à des activités STEAM, parler aux parents de l'importance d'engager les filles dans les STEM.
- **Autonomiser les parents** pour qu'ils autonomisent leurs enfants. Établir des relations avec les partenaires et les accueillir pour qu'ils participent à l'apprentissage avec leurs filles.
- **Coach et encadrer les parents**, leur fournir des ressources et les aider à établir des liens pour soutenir leurs filles.
- **Instaurer l'équité dans l'apprentissage**. Rechercher des cadres qui présentent un bon équilibre entre les garçons et les filles, ou qui se concentrent spécifiquement sur l'apprentissage des filles.

Une autre idée pourrait être d'**impliquer les parents en tant que rôles modèles**. Recherchez des femmes travaillant dans les STEM parmi les parents et invitez-les à participer aux activités de l'école.

Encourager la participation à des activités extrascolaires liées aux STEAM

L'un des éléments mentionnés ci-dessus pour remédier à l'écart entre les genres dans l'éducation aux STEAM consiste à encourager la participation des filles aux activités STEAM. Selon une enquête menée par Microsoft (2018) sur 6.009 filles et jeunes femmes aux États-Unis, 75% des filles qui participent à des clubs et activités STEM comprennent le type de carrières qu'elles peuvent atteindre grâce à leurs connaissances des STEM, contre 53% de celles qui ne participent pas à des activités extrascolaires. En outre, 77% des filles se sont senties valorisées par les activités STEM pratiques, contre 34% pour celles qui ne s'engagent dans les STEM qu'à l'école (Microsoft, 2018). Ces chiffres soulignent le fait qu'il est important d'offrir des **possibilités d'apprentissage en dehors de l'école** lorsque le programme scolaire ne parvient pas à doter les filles de connaissances ou d'expériences

suffisantes. Parallèlement, la participation des élèves à des activités extrascolaires telles que des expositions sur les sciences, les technologies et l'ingénierie a révélé que plus l'engagement était important, plus les filles montraient une plus grande capacité à prendre des décisions éclairées sur leur avenir et des attitudes plus positives envers les sciences (Verdugo-Castro, 2022). À cet égard, les enseignants jouent un rôle central en tant qu'agents de changement dans le processus éducatif, en créant, promouvant et engageant activement les élèves dans des activités extrascolaires.

Récemment, une nouvelle tendance s'est développée dans l'enseignement des STEAM, avec la création de **clubs exclusivement composés de filles**. D'aucuns ont fait valoir que ces environnements n'étaient peut-être pas la meilleure initiative pour encourager la diversité des genres dans le domaine STEAM ou qu'ils étaient « injustes » à l'égard des garçons. Toutefois, les activités réservées aux filles présentent certains avantages, tels que la **création d'espaces sûrs pour les filles** où elles peuvent tenter des expériences de STEAM, le fait que les filles se sentent personnellement invitées à s'engager dans les STEAM, et la possibilité pour les filles intéressées par les STEAM de rencontrer d'autres filles partageant les mêmes intérêts. Les clubs réservés aux filles peuvent également être des lieux privilégiés pour discuter avec les jeunes filles de la vie des femmes dans les domaines des STEM et inviter des rôles modèles féminins à s'adresser à elles (Gender4STEM, 2020).

Si certaines écoles offrent déjà à leurs élèves la possibilité de rejoindre un club STEAM ou de participer à des activités STEAM, tous les enfants n'ont pas accès à une activité ou un club consacré aux sujets STEAM. Alors **que peuvent faire les parents et les enseignants pour améliorer cette situation ?** Ensemble, ils peuvent prendre plusieurs mesures, telles que :

- **Plaider en faveur de l'enseignement des STEAM** et demander au conseil scolaire l'inclusion d'activités STEAM dans le programme d'études.
- **Créer des activités STEAM non formelles** pour compenser le manque d'activités formelles. Il peut s'agir de créer son propre club et d'organiser des sorties au musée des sciences local ou d'organiser des ateliers en dehors des heures de classe.
- **Trouver du contenu via des ressources en ligne** pour compléter l'apprentissage traditionnel en classe. Par exemple, les ressources du projet STEAM Tales seront disponibles sur le site web du projet et offriront de formidables activités supplémentaires à mettre en œuvre en classe ou à la maison.

Un exemple d'initiative gratuite qui soutient les enseignants dans l'application de l'approche STEAM est la « **Rentrée des Sciences** » en Belgique, organisée par la **Scientothèque**, en partenariat avec le ministre de l'éducation, l'**initiative Sciences et Enseignement**, le **réseau ESERO** et l'**Euro Space Center**. L'initiative fournit des plans de cours imprimables que les enseignants du primaire peuvent mettre en œuvre en classe pendant une semaine entière. L'objectif est de proposer aux enseignants des activités plus divertissantes afin de les familiariser avec une approche plus pratique et de stimuler l'intérêt et la motivation de tous les enfants, en particulier les filles, pour les matières STEAM.

En tant qu'enseignant, restez informé des activités STEAM dans votre quartier et n'hésitez pas à fournir des informations sur celles-ci aux parents et à encourager leur intérêt.

Promouvoir l'égalité des genres dans les STEAM

Les enseignants et les éducateurs ont le pouvoir de façonner les perceptions et les choix des enfants en créant un **environnement d'apprentissage inclusif** où tous les genres sont égaux.

En tant qu'enseignant, il est crucial de montrer à vos élèves et à leurs parents que vous encouragez l'égalité des genres dans le domaine des STEAM.

Des études montrent que les jeunes filles européennes s'intéressent aux matières STEAM vers l'âge de 11 ans, mais cet intérêt diminue de manière significative lorsqu'elles atteignent l'âge de 15 ans si elles manquent d'encouragements et de soutien appropriés (Microsoft, 2017). Cela laisse une fenêtre de 4 ans aux enseignants et aux parents pour **cultiver l'intérêt des filles pour les STEAM** avant qu'elles ne décident, parfois à contrecœur, d'un autre parcours professionnel en raison des stéréotypes de genre omniprésents. Mais 4 ans, c'est une période assez courte, et c'est précisément pour cela qu'il est impératif de susciter leur intérêt pour les STEAM dès le plus jeune âge.

Cela implique plusieurs attitudes à adopter, telles que (Vivian et al., 2020):

- **Créer des opportunités équitables pour tous les enfants**, indépendamment de leur identité de genre ou de leur origine culturelle.
- **Aborder les stéréotypes de genre qui limitent l'intérêt ou la confiance des filles** dans les domaines STEAM et répandre le message que tout le monde est capable de développer des compétences liées aux STEAM. Demandez aux élèves ce qu'ils savent des personnes travaillant dans le domaine des STEAM et ouvrez la discussion sur les préjugés inconscients qui les habitent.
- **Encourager l'esprit critique et la créativité** comme approche de la résolution de problèmes. Les programmes scolaires interdisciplinaires de STEAM peuvent améliorer les résultats d'apprentissage des garçons et des filles. Faites travailler les élèves sur des projets STEAM qui correspondent à leurs intérêts personnels ou à leur culture.
- **Encourager la collaboration avec des pairs de milieux et d'expériences variés.** Les recherches montrent que les filles préfèrent une participation active et égale de tous les membres de l'équipe, alors que les garçons ont tendance à préférer la compétition, ce qui peut nuire à l'expérience d'apprentissage des filles.
- **Présenter des rôles modèles pour inspirer les élèves avec des exemples concrets** de personnes qui ont réussi avant eux. Invitez des professionnels des STEAM dans la classe pour faire le lien entre l'apprentissage et les exemples de la vie réelle. Vous pouvez également créer un système de mentorat ou tutorat avec des élèves plus âgés pour soutenir les plus jeunes.

Si vous êtes en manque d'inspiration sur la manière de plaider en faveur d'une plus grande égalité des genres dans les STEAM, vous pouvez jeter un coup d'œil à **ces initiatives qui œuvrent à la promotion des femmes dans les STEAM** :

- [Soapbox Science](#) (International)
- [Girls in STEAM](#) (International)
- [Girls Who Code](#) (International)
- [The European Platform of Women](#) (Europe)
- [FeSTEM](#) (Europe)
- [Frauen in MINT Berufen](#) (Allemagne)
- [Komm, mach MINT](#) (Allemagne)
- [Female Engineer of the Year Izbor Inženirka leta](#) (Slovénie)
- [We are HERe](#) (Italie)
- [Associazione Donne e Scienza](#) (Italie)
- [Donne nella scienza](#) (Italie)
- [WomInTech](#) (Belgique)
- [Mulheres na Ciência](#) (Portugal)
- [STEM for Her](#) (USA)
- [Stemettes](#) (Royaume-Uni)

Inspirer les filles et les femmes dans les STEAM

N'oubliez jamais que la représentation est importante ! Nous avons déjà documenté l'importance de présenter aux filles des rôles modèles féminins dès leur plus jeune âge. Cependant, comme dans les domaines STEAM réels, il y a un manque de représentation des filles et des femmes dans le matériel pédagogique ainsi que dans la culture pop où des représentations de haute qualité de femmes scientifiques, mathématiciennes ou ingénieures sont également absentes. Des recherches menées par l'Institut Geena Davis en 2012 ont révélé que pour 15 personnages masculins travaillant dans un domaine STEAM, il n'y avait qu'un seul personnage féminin dans une carrière STEM (Portray her, 2023). Pourtant, l'impact de la présentation de modèles féminins inspirants dans les médias (littérature, cinéma, télévision, etc.) a été démontré à de nombreuses reprises. Par exemple, « l'effet Scully » fait référence à l'influence positive qu'a eue sur les femmes le personnage de Dana Scully de la série télévisée « The X Files », qui incarnait une médecin ambitieuse et un agent du FBI. Près des deux tiers des femmes travaillant actuellement dans les STEAM citent le personnage comme un rôle modèle et une partie de la raison pour laquelle elles ont choisi une carrière dans les STEM (The Scully effect, 2023).

La recherche a également démontré que l'intérêt des enfants pour les STEAM augmente s'ils sont d'abord exposés à des **histoires** et engagés dans des **activités pratiques** (Morais, 2021).

Les enseignants et les éducateurs sont donc encouragés à rechercher activement une bonne représentation dans les médias et à partager de bons rôles modèles avec leurs élèves. En exposant les enfants à des contenus médiatiques qui reflètent une variété de perspectives et d'expériences de manière positive et précise, ils deviendront plus conscients des possibilités qui leur sont offertes. Présenter les nombreux emplois et carrières qui existent dans les matières STEAM permet également aux élèves de voir au-delà des STEM en tant que matières théoriques, mais plutôt de fournir des exemples inspirants auxquels ils peuvent s'identifier.

Compte tenu de l'ensemble des données disponibles, le projet **STEAM Tales** s'efforce de stimuler l'intérêt des jeunes filles pour les disciplines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie, des arts et des mathématiques (STEAM) en diffusant des **récits mettant en scène 12 femmes exemplaires dans le domaine des STEAM, complétés par des expériences pratiques**. En utilisant la **narration** ou le storytelling comme approche pédagogique, le projet cherche à élucider les concepts STEAM d'une manière propice à la compréhension cognitive des jeunes apprenants, stimulant ainsi leur engagement et leur intérêt.

Notre sélection de **rôles modèles féminins couvre diverses origines culturelles, ethniques et religieuses**, faisant écho à notre engagement en faveur de l'inclusivité. Nous visons à autonomiser et valoriser les filles en montrant que le lieu de naissance, la couleur de peau ou les croyances ne constituent pas des obstacles à la réussite dans le domaine des STEAM. Plutôt que de nous concentrer sur des figures déjà célèbres comme Marie Curie ou Rosalind Franklin, nous avons l'intention de mettre en lumière les **histoires fascinantes de femmes parfois négligées ainsi que de femmes contemporaines** qui façonnent actuellement le paysage des STEAM. En suivant une **méthodologie de narration adaptée** (modèle de Campbell révisé par l'Université de Porto), chaque histoire commence par des anecdotes d'enfance racontables, offrant un point de départ familier pour les jeunes esprits. Au fil des récits, nous dévoilons les réalisations remarquables et les obstacles que ces femmes ont surmontés pour obtenir leurs places d'honneur. Ces récits sont plus que de simples exemples de réussite ; ce sont des témoignages de résilience, qui inspirent toutes les filles à viser les étoiles et à réécrire l'histoire à leur façon.

Les « STEAM Tales » ou « récits STEAM » raconteront l'histoire de **ces femmes exceptionnelles** : Ana Mayer-Kansky, Andreja Gomboc, Ángela Piskernik, Asta Hampe, Domitila de Carvalho, Elvira Fortunato, Emmy Noether, Maryam Mirzakhani, Rita Levi Montalcini, Rose Dieng-Kuntz, Samantha Cristoforetti, Zita Martins.

Conclusion

L'importance des disciplines STEM - sciences, technologies, ingénierie et mathématiques - va bien au-delà des simples domaines académiques, englobant non seulement les catégories conventionnelles des mathématiques, des sciences naturelles, de l'ingénierie, de l'informatique et des sciences de l'information, mais aussi des sciences sociales telles que la psychologie, l'économie, la sociologie et les sciences politiques. **L'enseignement des STEM** est une approche à multiples facettes axée sur la **résolution de problèmes du monde réel** en s'appuyant sur des concepts et des procédures issus des sciences et des mathématiques. Cette approche intègre divers domaines des STEM ainsi que d'autres matières du programme, dans des contextes de la vie réelle afin d'établir un lien avec les expériences quotidiennes des élèves. L'enseignement des STEM utilise une approche pédagogique intégrée où les contenus spécifiques ne sont pas cloisonnés mais interconnectés, en utilisant des méthodes d'enseignement dynamiques et fluides pour favoriser une compréhension et une application globales.

L'approche STEAM intègre ensuite des matières telles que les arts, les langues, l'histoire et les sciences humaines dans le modèle éducatif, **progressant de l'intégration interdisciplinaire à l'intégration transdisciplinaire**, et visant à améliorer l'apprentissage en favorisant les **compétences du 21^e siècle** telles que la résolution de problèmes, la métacognition, la pensée créative et l'esprit critique, ainsi qu'en développant les compétences de communication interpersonnelle et de collaboration, et en cultivant la curiosité et l'ouverture aux nouvelles idées.

La méthode de narration ou storytelling joue un rôle crucial dans l'éducation aux STEAM en engageant les élèves à la fois sur le plan cognitif et émotionnel, améliorant ainsi leur compréhension et leur intérêt pour les matières STEM. Elle sert de stratégie pour divertir et enseigner aux enfants tout en **reliant les concepts théoriques aux applications pratiques**. En présentant des informations scientifiques par le biais de récits, la narration s'aligne sur le mode naturel de la pensée humaine et favorise la mémorisation. Elle facilite non seulement l'acquisition de connaissances, mais inspire également la curiosité et des attitudes positives à l'égard de la science. Ce concept est particulièrement utile pour promouvoir les accomplissements des rôles modèles féminins et inciter davantage de filles à s'intéresser aux STEM et à s'attaquer à l'écart persistant entre les hommes et les femmes dans les domaines des STEM.

L'apprentissage pratique (ou kinesthésique ou expérimental) est une autre approche tout à fait valable pour l'éducation aux STEAM et favorisant la participation de tous les élèves. Il repose sur leur engagement direct dans le processus d'apprentissage par le biais d'une participation active, de la manipulation du matériel et de l'application des connaissances et des compétences dans le monde réel. De fait, les méthodes pédagogiques actives aident à développer une compréhension plus profonde du sujet et à renforcer les compétences des 4 C : la créativité, la communication, la collaboration ou coopération et les critiques constructives ou esprit critique. Les activités pratiques sont particulièrement utiles pour présenter les concepts STEAM aux jeunes enfants et contribuent à susciter l'intérêt pour les matières STEM afin d'améliorer la participation des groupes sous-représentés.



Les apprentissages par projets et par investigation ont également un impact très positif sur l'éducation aux STEAM et l'autonomisation et la valorisation des filles, car ils sont centrés sur l'étudiant, axés sur les processus et ancrés dans le monde réel.

La sous-représentation des femmes dans l'enseignement et les professions des STEM est évidente dans tous les pays partenaires ainsi que dans l'ensemble de l'UE et des pays de l'OCDE. Les causes profondes de **la sous-représentation des femmes dans les domaines des STEM sont multiples et interconnectées**, et découlent de divers facteurs sociétaux, culturels, institutionnels et individuels. **Les attentes sociétales et les rôles de genre** dictent souvent que les femmes sont principalement responsables des soins et des tâches domestiques, tandis que les hommes sont censés poursuivre des carrières en tant que principaux pourvoyeurs. Ces normes sociétales peuvent influencer les choix d'éducation et de carrière dès le plus jeune âge, entraînant une sous-représentation des femmes dans les domaines des STEM. **Les stéréotypes et les préjugés liés au genre** perpétuent la croyance selon laquelle les domaines des STEM sont plus adaptés aux hommes qu'aux femmes. Ces stéréotypes peuvent se manifester de manière subtile, notamment par un langage biaisé, des représentations culturelles et des attitudes sociétales, qui peuvent décourager les filles et les femmes de poursuivre des études et des carrières dans les STEM. **La rareté des rôles modèles et des mentors féminins visibles** dans les domaines des STEM peut faire qu'il est difficile pour les filles et les femmes de s'imaginer réussir dans ces domaines. En l'absence de modèles positifs, les filles peuvent se sentir découragées ou isolées dans la poursuite de leurs intérêts et de leurs carrières dans les STEM.

Enfin, les **barrières structurelles** au sein des systèmes et des établissements d'enseignement, telles que les méthodes d'enseignement biaisées, la conception des programmes et les politiques institutionnelles, peuvent perpétuer les disparités de genre dans l'enseignement et les carrières liés aux STEM. En outre, le manque de soutien et de ressources pour les femmes dans les programmes de STEM et sur les lieux de travail peut encore entraver leur avancement et leur maintien.

Les stéréotypes existants et les croyances sociétales concernant les rôles de genre dans les domaines des STEM se traduisent par des **barrières internes** pour les filles et les femmes, notamment une **perception négative de soi et une menace du stéréotype**. Ces barrières internes peuvent entraîner une perte de confiance en soi, une baisse des performances, une diminution de la motivation et des aspirations professionnelles limitées, ce qui entrave la participation et la réussite des filles et des femmes dans les STEM.

Il est essentiel de reconnaître et de traiter les obstacles internes et externes pour promouvoir l'égalité des genres et la diversité dans les domaines des STEM et donner aux filles et aux femmes les moyens de poursuivre leurs intérêts et leurs aspirations dans ces domaines.

Heureusement, il existe de multiples façons d'encourager la participation des filles aux STEM. Les **enseignants** et les **éducateurs**, ainsi que les **parents** et les **membres de la famille**, jouent un rôle essentiel. Les enseignants et les éducateurs participant à l'enseignement des STEAM vont au-delà de l'enseignement traditionnel, ils donnent à leurs élèves des connaissances spécifiques à un sujet et des compétences essentielles pour réussir dans un monde en évolution, y compris les compétences du 21^e siècle, ce qui a un impact significatif sur leur communauté et au-delà. **L'autonomisation des pédagogues** est donc essentielle à la réussite de l'éducation aux STEAM et au développement global des élèves, à leurs progrès ainsi qu'à leur motivation et à leurs aspirations futures. Les enseignants compétents en matière de STEAM reconnaissent l'importance des approches interdisciplinaires pour relever les défis du monde réel. Ils possèdent des compétences clés, notamment des connaissances interdisciplinaires, une expertise pédagogique, des aptitudes à l'évaluation et des pratiques inclusives. Ces pédagogues créent des environnements d'apprentissage attrayants qui stimulent la curiosité des élèves et encouragent l'expérimentation avec la technologie. Cependant, les écoles jouent également un rôle crucial dans le soutien aux éducateurs en offrant la formation et les opportunités nécessaires au développement professionnel des enseignants, des ressources et une culture propice à l'enseignement des STEAM. Dans l'ensemble, l'autonomisation des enseignants permet de préparer les élèves à s'épanouir dans le monde dynamique des STEAM.

Cependant, les enseignants qui intègrent l'éducation aux STEAM dans les écoles primaires sont confrontés à divers défis qui entravent sa mise en œuvre efficace. Il s'agit notamment de **ressources et d'infrastructures limitées**, telles que les outils technologiques, en raison de contraintes budgétaires. En outre, les cadres pédagogiques traditionnels ne parviennent souvent pas à préparer les enseignants à dispenser l'éducation aux STEAM, manquant d'approches interdisciplinaires et par projets.

Les manuels scolaires peuvent renforcer les stéréotypes de genre, décourageant les filles de poursuivre des carrières dans les STEM. En outre, les possibilités de développement professionnel offertes aux enseignants pour qu'ils acquièrent la confiance et les connaissances nécessaires à l'intégration de l'approche STEAM sont limitées.

Les **programmes d'études inclusifs** sont des éléments essentiels pour promouvoir l'éducation aux STEAM et garantir l'engagement actif des filles. En intégrant des perspectives, des approches et des activités diverses dans le programme, les éducateurs peuvent créer un environnement d'apprentissage qui touche tous les élèves, quels que soient leurs origines ou leurs identités. Les programmes inclusifs remettent non seulement en question les stéréotypes de genre, mais offrent également aux filles la possibilité de se voir représentées dans les domaines des STEAM, ce qui favorise un sentiment d'appartenance et de confiance en leurs capacités. En adoptant l'inclusivité dans la conception de leurs programmes, les enseignants peuvent cultiver une expérience éducative de soutien et d'autonomisation qui inspire tous les élèves à poursuivre leurs intérêts et à exceller dans les disciplines STEAM.

La participation à **des activités extrascolaires liées aux STEAM** peut également avoir un impact significatif sur l'intérêt des filles pour les carrières dans les STEM, des études montrant une meilleure compréhension des carrières et des attitudes plus positives à l'égard des sciences chez les participants. Les enseignants jouent un rôle essentiel dans la promotion de ces activités, agissant comme des agents de changement dans l'éducation. Malgré certaines critiques, les clubs réservés aux filles dans le domaine des STEAM offrent aux filles des espaces sûrs où elles peuvent explorer leurs intérêts pour les STEM et entrer en contact avec leurs pairs et des rôles modèles féminins. Encourager la participation à ces activités peut contribuer à combler le fossé entre les genres dans l'enseignement des STEM et à permettre aux filles de poursuivre des carrières dans les STEM.

Par ailleurs, **les parents** jouent un rôle crucial dans la formation de l'intérêt et de la participation de leurs filles aux matières STEM, car leurs croyances, leurs attitudes et leur soutien influencent grandement l'engagement des enfants dans ces domaines. Connues sous le nom de « capital scientifique », les connaissances et les perceptions des parents sur les matières STEM ont un impact significatif sur l'engagement de leurs enfants dans les études en STEAM. Bien que le fait qu'un membre de la famille travaille dans un domaine des STEM puisse accroître la motivation, de nombreux parents ont encore des stéréotypes de genre sur les capacités des filles dans les STEM, ce qui influe sur le soutien et l'encouragement qu'ils leur apportent.

En fin de compte, la progression vers **l'égalité des genres et la diversité dans les STEM** exige des efforts concertés de la part des enseignants, des éducateurs, des parents, mais aussi des décideurs politiques et de la société dans son ensemble. En remettant en question les stéréotypes, en élargissant l'accès aux possibilités d'éducation et en nourrissant une culture inclusive, nous pouvons libérer le plein potentiel de tous les individus et exploiter le pouvoir des diverses perspectives pour stimuler l'innovation et le progrès dans les domaines des STEM.

Alors que nous aspirons à un avenir plus équitable, des initiatives telles que **STEAM Tales** servent de catalyseurs au changement, en permettant à la prochaine génération de réaliser son potentiel et de contribuer de manière significative à l'avancement de la science et de la technologie.

En conclusion, **le projet STEAM Tales** vise à stimuler l'intérêt des filles pour les disciplines STEM en partageant les histoires captivantes de 12 femmes inspirantes dans les domaines des STEM, associées à des expériences pratiques engageantes. **Grâce au pouvoir de la narration**, cette initiative vise à rendre les sujets STEAM accessibles et captivants pour les jeunes apprenants, en éveillant leur curiosité et en façonnant potentiellement leurs futures carrières. En stimulant l'enseignement des STEAM par le biais de récits et en fournissant des ressources pratiques, notamment des plans de cours et des expériences, le projet permet non seulement aux enseignants d'améliorer leurs connaissances en matière de STEAM, mais favorise également un environnement d'apprentissage inclusif où tous les enfants, quel que soit leur milieu d'origine, peuvent s'épanouir. Grâce à la recherche, au développement et aux activités pilotes, STEAM Tales cherche à avoir un impact durable sur l'éducation aux STEAM, en enrichissant la qualité des ressources disponibles et en inspirant une nouvelle génération de passionnés des STEM.

Lectures complémentaires

Chapitre 1 : Comprendre l'approche STEAM et l'approche narrative

- ❑ **Article (DE)** sur l'importance de l'enseignement STEAM dans les écoles primaires, soulignant son importance pour le développement des enfants : <https://www.robowunderkind.com/blog/mint-bildung-grundschule>
- ❑ **Article (DE)** sur l'importance de créer un environnement sensible au genre dans l'éducation de la petite enfance : <https://blog.stiftung-kinder-forschen.de/kleine-forscherinnen-geschlechterunterschiede-im-kita-alltag>
- ❑ **Site web (DE)** « MINT-freundliche Schule » - Les écoles qui s'efforcent constamment d'améliorer la qualité de leur profil STEM en Allemagne peuvent demander un certificat « STEM-friendly School », dans le cadre d'une initiative nationale : <https://mintzukunftschaften.de/mint-freundliche-schule-2/>
- ❑ **Article (SI)** intitulé « Enseigner les sciences en racontant une histoire fictive interactive » (Poučevanje naravoslovnih učnih vsebin s pripovedovanjem interaktivne domišljajske zgodbe). Dans cet article, vous pouvez lire une étude de cas dans une école primaire en Slovénie pendant les journées scientifiques (dans deux classes de 5e) qui ont impliqué des histoires et des expériences : https://www.zrss.si/wp-content/uploads/2023/09/12_AnaLaraSchwarzbartl-RominaPlesecGasparic.pdf
- ❑ **Directives ministérielles pour l'enseignement des STEM (IT)** : <https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Linee+guida+STEM.pdf/2aa0b11f-7609-66ac-3fd8-2c6a03c80f77?version=1.0&t=1698173043586>
- ❑ **Article web (IT)** « La narration - un outil essentiel pour l'enseignement » : <https://direzionedidatticabastia.edu.it/storytelling-uno-strumento-essenziale-per-linsegnamento-2/>
- ❑ **Note d'information sur les STEM au Portugal (PT)** par Baptista, M. (2023). L'enseignement des STEM au Portugal : initiatives et défis pour l'avenir. IE-Ulisboa : <http://www.ie.ulisboa.pt/publicacoes/policy-brief/educacao-stem-em-portugal-iniciativas-e-desafios-para-o-futuro>
- ❑ **Article (B/FR)** « Que doivent apprendre les enfants à chaque cycle » : <https://www.jereussis.be/guide-de-l-ecole-primaire-et-maternelle/le-guide-de-lenseignement-11-que-doivent-ils-apprendre-a-chaque-cycle/>
- ❑ **Article (B/FR)** « Voici ce que vont apprendre vos enfants à la rentrée » (école maternelle) : <https://www.rtbfb.be/Artigo/maternelles-voici-ce-que-vont-apprendre-vos-enfants-des-la-rentree-2020-10303065>

Chapitre 2 : Les obstacles rencontrés par les filles dans les STEAM

- ❑ **Article (EN)** à propos de La menace du stéréotype et son effet sur la performance et le bien-être des groupes stéréotypés par Spencer, S. J. et al. (2016). Stereotype threat. Annual Review of Psychology, 67(1), 415–437. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-073115-103235>
- ❑ **Article (EN)** Examiner l'effet des expériences STEM précoces en tant que forme de capital STEM et de capital identitaire sur l'identité STEM (Examining the effect of early STEM experiences as a form of STEM capital and identity capital on STEM identity) by Cohen, S. M., Hazari, Z., Mahadeo, J., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2021). Science Education, 105(6), 1126-1150. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21670>
- ❑ **Résultats de l'enquête PISA 2022** : L'état de l'apprentissage et de l'équité dans l'éducation (EN – FR) https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa_19963785
- ❑ **Article (EN)** de la Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. (Académie nationale allemande des sciences) qui approfondit les recommandations pour atteindre l'égalité des genres dans le domaine des sciences : <https://www.leopoldina.org/en/press-1/news/leopoldina-presents-recommendations-for-gender-equality-in-science/>
- ❑ **Rapport (DE)** Le baromètre STEM des jeunes talents est un rapport de tendance à l'échelle nationale : <https://www.acatech.de/publikation/mint-nachwuchsbarometer-2023/>
- ❑ **Interview (DE)** sur les approches non sexistes de l'enseignement des STEM dans la petite enfance et sur la manière de remédier aux disparités de genre dans les STEM : <https://blog.stiftung-kinder-forschen.de/kleine-forscherinnen-geschlechterunterschiede-im-kita-alltag>
- ❑ **Podcast (SI)** intitulé « Quels sont les plus grands obstacles pour les femmes dans la science ». Un débat entre trois femmes scientifiques et chercheuses slovènes bien établies, toutes trois issues du domaine des STEM : <https://www.rtvsllo.si/radio/podkasti/intelekta/49/175043697>
- ❑ **Article (IT)** sur l'écart entre les genres dans le système universitaire italien par Cagno, M. (2021) : <https://traileoni.it/2021/10/gender-gap-in-the-italian-university-system-a-reversed-leaky-pipeline/>
- ❑ **Article (IT)** sur les fondements de l'écart entre les genres dans l'éducation italienne par Cimpanelli, G. (2023): https://www.repubblica.it/dossier/economia/valore-italia/2023/06/15/news/gender_gap_la_voragine_femminile_nelle_discipline_stem_nasce_a_scuola-404552109/
- ❑ **Article (B/FR)** « Dans les sciences, les femmes toujours sous-représentées » <https://www.rtbef.be/article/dans-les-sciences-les-femmes-toujours-sous-representees-10695036>
- ❑ **Article (B/FR)** « C'est important de réduire les biais de genre dans les sciences et les technologies »: <https://www.rtbef.be/article/sarah-baatout-cest-important-de-reduire-les-biais-de-genre-dans-les-sciences-et-les-technologies-11147407>
- ❑ **Article (B/FR)** « L'absolue nécessité d'inclure les femmes dans les secteurs technologiques de demain » : <https://www.lesoir.be/427507/article/2022-03-14/labsolue-necessite-dinclure-les-femmes-dans-les-secteurs-technologiques-de>
- ❑ **Article (B/FR)** « Dans le domaine des sciences, les femmes ne sont pas suffisamment nombreuses aux postes de direction » : <https://www.lalibre.be/debats/opinions/2023/02/07/dans-le-domaine-des-sciences-les-femmes-ne-sont-pas-suffisamment-nombreuses-aux-postes-de-direction-XZKSUAW5ZG67P4KIL4GJFD3IY/>

Chapitre 3 : Responsabiliser les enseignants pour l'apprentissage des STEAM

- **Document (EN)** - Tasiopoulou, E., Grand-Meyer, E., & Gras-Velazquez, A. (2022). « Apprendre à connaître les scénarios d'apprentissage STE(A)M IT » (Getting to know the STE(A)M IT learning Scenarios). [http://files.eun.org/STEAMIT/STE\(A\)M-IT-GettingtoknowtheSTE\(A\)MITlearningScenariosin_v01.pdf](http://files.eun.org/STEAMIT/STE(A)M-IT-GettingtoknowtheSTE(A)MITlearningScenariosin_v01.pdf)
- **Page web (EN)** « STEAM IT : Scénarios d'apprentissage pour l'enseignement primaire » (Learning Scenarios for Primary Education) : <https://steamit.eun.org/category/primary-education/>
- **Article (EN)** - Article du Forum économique mondial (World Economic Forum) soulignant l'influence des préjugés liés au genre sur les perceptions des domaines STEM, en particulier en ce qui concerne leur catégorisation en tant que sciences « douces » (ou molles) ou « dures » par Light, A. (2022, January 28). How are gender stereotypes affecting perceptions of STEM careers? World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2022/01/stem-science-women-gender-stereotypes-bias-equality>
- **Projet (en 6 langues, y compris FR et EN)** STEMbot. On y trouve 20 tutoriels vidéo d'expériences scientifiques et un guide pédagogique sur l'utilisation et la création de chatbot pour l'enseignement des STEM : <https://www.stembot.eu/fr/>
- **Initiative (DE)** « Frauen in MINT Berufen » (Les femmes dans les professions STEM) : L'objectif de cette initiative est d'encourager de manière ciblée les jeunes filles et les femmes dans leur choix de professions liées aux STEM et de les accompagner dans leur entrée dans le monde du travail STEM : <https://mint-frauen-bw.de/>
- **iMINT Academy (DE)** soutient les enseignants de Berlin et de Brandebourg en leur offrant des possibilités d'apprentissage spéciales pour les élèves (le « i » signifie « inclusif ») : <https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/i-mint-akademie/>
- **Initiative (DE)** « Komm, mach MINT » (Venez, faites des STEM): L'objectif de cette initiative est d'utiliser le potentiel des femmes pour les professions scientifiques et techniques, compte tenu de la pénurie de travailleurs qualifiés qui se manifeste : <https://www.komm-mach-mint.de/>
- **Scientists Foundation - Fondation des scientifiques (DE)** « Stiftung Kleine Forscher (Little) »: Une initiative éducative nationale à laquelle toutes les crèches, les garderies et les écoles primaires peuvent participer : <https://www.stiftung-kinder-forschen.de/>
- **Article (IT)** « L'enseignement des disciplines STEM en Italie » par Scippo, S., Montebello, M., & Cesareni, D. (2020). ITALIAN JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH, (25), 35–48: <https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/sird/article/view/4362>
- **Ressources éducatives (EN, IT)** « Inspirer la prochaine génération de filles grâce à l'apprentissage inclusif STE(A)M dans l'enseignement primaire – IN2STE(A)M » : <https://in2steam.eu/outputs/>

- **Article (PT)** - présentant les résultats de l'impact d'une approche intégrée des STEM sur le développement des connaissances didactiques chez les futurs enseignants dans un établissement d'enseignement supérieur au Portugal par Correia, M., & Martins, M. (2021). Abordagem Integradora das STEM: Uma Experiência na Formação Inicial de Professores. In P. Membiela, M. I. Cebreiros y M. Vidal (eds). Perspectivas y prácticas docentes en la enseñanza de las ciencias (pp. 443-448).
- **Document de conférence (PT)** « Le potentiel de l'éducation aux STEM dans le 1er cycle. Une expérience dans la formation des enseignants » par Correia, M., Martins, M., & Camacho, G. (2021). As potencialidades da Educação STEM no 1.º Ciclo. Uma experiência na formação de professores : https://www.researchgate.net/publication/357468808_Abordagem_Integradora_das_STEM_Uma_Experiencia_na_Formacao_Inicial_de_Professores
- **Page web (PT)** « GoSTEM: Eventos » : <http://gostem.ie.ulisboa.pt/participantes/>
- **Article (PT)** « Scénarios d'apprentissage intégré - travail interdisciplinaire en sciences, technologie, ingénierie, arts et mathématiques » (Cenários integrados de aprendizagem – trabalho interdisciplinar de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) par Cerqueira, S., Oliveira, I., & Fernandes, A.: https://escolamais.dge.mec.pt/sites/default/files/2021-07/1.3.5.-roteiro_recuperar-experimentando.pdf
- **Article (B/FR)** « La Fondation pour l'enseignement veut attirer les jeunes vers les STEM » : <https://www.lecho.be/economie-politique/belgique/wallonie/la-fondation-pour-l-enseignement-veut-attirer-les-jeunes-vers-les-stem/10458395.html>
- **Article (B/FR)** « NO STEM, no future » (Pas de STEM, pas d'avenir): <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/no-stem-no-future/>
- **Publication de l'UNESCO (EN, FR)** « Déchiffrer le code: l'éducation des filles aux sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STEM) », rapport du Colloque international et forum politique de l'UNESCO: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260079>

Chapitre 4 : Favoriser la curiosité chez les filles

- **Article (EN)** - Un bilan des initiatives STEAM existantes dans le monde, mais plus particulièrement en Europe, ainsi que les activités les plus populaires proposées par ces initiatives : Hasti, H.; Amo-Filva, D.; Fonseca, D.; Verdugo-Castro, S.; García-Holgado, A.; García-Peñalvo, F.J. Towards Closing STEAM Diversity Gaps: A Grey Review of Existing Initiatives. Appl. Sci. 2022, 12, 12666. <https://doi.org/10.3390/app122412666>
- **Article (EN)** élaboré par Vernier Science Education, une société spécialisée dans l'enseignement des sciences qui se consacre à la mise à disposition de solutions de haute qualité pour les salles de classe STEM d'aujourd'hui, qui met en évidence cinq meilleures pratiques fondées sur la recherche pour l'enseignement des STEM : <https://www.vernier.com/blog/five-research-based-best-practices-for-stem-education/>
- **Témoignages vidéo (EN)** Projet STEMFAIRNET : <https://stemfairnet.home.blog/video-testimonies/>
- **Article (DE)** sur l'importance des activités STEM pratiques et extrascolaires pour encourager l'engagement actif des élèves dans les matières STEM : <https://www.studienkreis.de/infothek/journal/ausserschulische-mint-angebote/>
- **Exposition muséale (DE)** « ExperiMINTa Science Center » est un musée interactif ouvert à Francfort en mars 2011 où les STEM prennent vie grâce à des explorations pratiques : <https://www.experiminta.de/>
- **Audiovisuel (PT)** Educação STEAM | Atividades Escolas 1º, 2º e 3º CEB: <https://www.youtube.com/watch?v=MZyXL5NFnEU>
- **Article (B/FR)** « Les Hautes Ecoles de la FWB, un enseignement pratique et professionnalisant » : <https://www.rtb.be/article/les-hautes-ecoles-de-la-fwb-un-enseignement-pratique-et-professionnalisant-11030722>
- **Site web (B/FR)** – une base de données d'expériences scientifiques, d'exercices, de vidéos et d'autres matériels pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences : eSCIENCES - Les sciences à la maison : <https://www.esciences.be/>

Chapitre 5 : Les stratégies d'autonomisation des filles dans les STEAM

- ❑ **Livre blanc (EN)** - Une étude de Microsoft intitulée « Why aren't European girls in STEM ? » (Pourquoi les européennes ne sont-elles pas présentes dans les STEM ?) qui examine la sous-représentation des femmes dans les domaines STEM en Europe : https://news.microsoft.com/wp-content/uploads/2017/02/Microsoft_girls_in_STEM_final-Whitepaper.pdf
- ❑ **Interview (EN)** - Interview écrite de Stefanie Dimmeler, biologiste allemande réputée pour son expertise des mécanismes physiopathologiques sous-jacents aux maladies cardiovasculaires, qui parle de ses recherches pionnières sur le traitement des maladies cardiovasculaires et de l'espoir d'être un rôle modèle pour les jeunes femmes scientifiques dans la poursuite de leur carrière et de leur vision : <https://www.elsevier.com/connect/meet-prof-stefanie-dimmeler-winner-of-the-2022-otto-warburg-medal>
- ❑ **Vidéo (EN)** qui présente quelques-unes des plus grandes inventions réalisées par des femmes scientifiques allemandes : <https://www.youtube.com/watch?v=O6qN0VMHYk4>
- ❑ **Article web (DE)** « The German MINT Action Plan » (Plan d'action allemand MINT/STEM) est un plan global visant à promouvoir l'éducation aux STEM pour les enfants et les jeunes à tous les niveaux de l'éducation. Le plan se concentre sur le renforcement de l'éducation aux STEM précoce : <https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/digitalisierung-und-mint-bildung/mint-bildung/mint-aktionsplan.html>
- ❑ **Article web (IT)** Didattica (Didactique): 5 conseils pour encourager les filles à poursuivre les STEM : <https://blog.matematica.deascuola.it/articoli/didattica-stem-ragazze>
- ❑ **Vidéo (IT)** sur les femmes dans les sciences dans le passé, le présent et l'avenir par SMA - Sistema Museale d'Ateneo Università di Pavia (Système muséal universitaire de l'université de Pavie) : <https://www.youtube.com/watch?v=8CafA0WSzlo&list=PLIglfikBMHGkAcdepiu1iX8zizYkjh7U>
- ❑ **Matériel audiovisuel (PT)** « Soapbox Science: Mostrar a ciência no feminino. » (Des chercheuses de l'UC expliquent ce que c'est que d'être une femme dans la science) : <https://youtu.be/ExzQENvVtPw>
- ❑ **Page web (PT)** « Médailles d'honneur L'Oréal Portugal pour les femmes en sciences » (Medalhas de Honra L'Oréal Portugal para as Mulheres na Ciência) : <https://www.fct.pt/financiamento/premios/medalhas-de-honra-loreal-portugal-para-as-mulheres-na-ciencia/>
- ❑ **Exposition (PT)** « Ciência no Feminino 2.0 » (Science au féminin 2.0) à voir au département de physique de l'université de Coimbra : <https://noticias.uc.pt/artigos/exposicao-ciencia-no-feminino-2.0-para-ver-no-departamento-de-fisica-da-universidade-de-coimbra/>
- ❑ **Article en ligne (B/FR)** Podcasts sur les femmes dans la science: <https://www.rtb.be/article/sciences-et-tech-elles-prennent-leur-place-une-serie-de-podcasts-creee-par-les-grenades-11162263>

Bibliographie

- Acatech / IPN / Joachim Herz Stiftung (2023). MINT Nachwuchsbarometer 2023 [STEM Young Talent Barometer 2023]. Cooperation publication between Acatech – National Academy of Science and Engineering & Joachim Herz Stiftung. IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik. Kiel, Germany.
- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 11(7).
- Alam, S. et al. (2021). STEM Education in Europe: Inclusively inspiring and enabling more young people to pursue aerospace and STEM. In *Women in Aerospace Europe. WIA - Europe*. https://www.wia-europe.org/wpcontent/uploads/2022/03/STEM_EDUCATION_WIA_EUROPE_WHITE_PAPER.pdf
- Anger, C., Betz, J., & Plünnecke, A. (2023). MINT-Frühjahrsreport 2023: MINT-Bildung stärken, Potenziale von Frauen, Älteren und Zuwandernden heben [STEM Spring Report 2023: Strengthening STEM education, raising the potential of women, older people and immigrants]. Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V. Cologne, Germany.
- Archer et al. (2010). L. Archer, J. DeWitt, J. Osborne, J. Dillon, B. Willis, B. Wong. "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94 (2010), pp. 617-639
- Baillie, C., & Levine, M. (2013). Engineering ethics from a justice perspective: A critical repositioning of what it means to be an engineer. *International Journal of Engineering, Social Justice, and Peace*, 2(1), 10-20.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American psychologist*, 37(2), 122.
- Baptista, M. (2023). *Educação STEM em Portugal: iniciativas e desafios para o futuro*. IE-ULisboa.
- Barchas-Lichtenstein, J., Sherman, M., Voiklis, J., & Clapman, L. (2023). Science through storytelling or storytelling about science? Identifying cognitive task demands and expert strategies in cross-curricular STEM education [Original Research]. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1279861>
- Becker, J. 1995 'Women's Ways of Knowing in Mathematics'. In Rogers, P and Kaiser, G. (Eds) *Equity in Mathematics Education: Influences of Feminism and Culture*, Falmer Press, London.
- Beegle, K., Hammond, A., Kumaraswamy, S & Matulevich, E. (2020). *THE EQUALITY EQUATION. Advancing the Participation of Women and Girls in STEM*. The World Bank Group. Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/d85229dc-c43c-527e-b014-bd6a37d666a8/content>
- Bergamante, F. & Mandrone, E. (2022). *RAPPORTO PLUS 2022: Comprendere la complessità del lavoro*. Istituto Nazionale per l'analisi delle politiche pubbliche.
- Bertrand, M. G. & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43-56. <https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0003>
- Bevan, B., Peppler, K., Rosin, M., Scarff, L., Soep, E., & Wong, J. (2019). Purposeful Pursuits: Leveraging the Epistemic Practices of the Arts and Sciences. In A. J. Stewart, M. P. Mueller, & D. J. Tippins (Eds.), *Converting STEM into STEAM Programs: Methods and Examples from and for Education* (pp. 21-38). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25101-7_3
- Bevan, R. (2001). Boys, Girls and Mathematics: Beginning to Learn from the Gender Debate. *Mathematics in School*, 30(4), 2-6. <https://doi.org/10.2307/30215463>

- Bonito, J., & Oliveira, H. (2022). A abordagem STEAM no currículo português: distanciamentos e aproximações. In A. S. Neto, A. C. Silva, & I. Fortunato (Orgs.), *Coletânea do Congresso Paulista de Ensino de Ciências: discutindo o ensino de ciências nos países ibero-americanos* (pp. 19-48). Edições Hipótese.
- Borsotti, V. (2018). Barriers to gender diversity in software development education: actionable insights from a danish case study. In *Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training* (pp. 146-152).
- Boström, A. (2006). Sharing lived experience: How upper secondary school chemistry teachers and students use narratives to make chemistry more meaningful.
- Botella, C., Rueda, S., López-Iñesta, E., & Marzal, P. (2019). Gender diversity in STEM disciplines: A multiple factor problem. *Entropy*, 21(1), 30.
- Braund, M., & Reiss, M. (2019). The 'Great Divide': How the Arts Contribute to Science and Science Education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00057-7>
- Breiner, J. M., Johnson, C. C., Harkness, S. S., & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships [Article]. *School Science & Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Bridging the STEM Gap: 5 Things Parents Can Do – Built by Me[®] – STEM learning. (06/03/2019). Built by Me[®] – STEM Learning - Built by Me STEM Learning – the Learning Center for the 21st Century[®]. <https://www.builtbyme.com/bridging-the-stem-gap-things-parents-can-do/>
- Brugeilles, C., & Cromer, S. (2009). Promoting gender equality through textbooks: a methodological guide. UNESCO.
- Cech, E. A. (2014). Culture of disengagement in engineering education?. *Science, Technology, & Human Values*, 39(1), 42-72.
- Ceci, S. J., Ginther, D. K., Kahn, S., & Williams, W. M. (2014). Women in academic science: A changing landscape. *Psychological science in the public interest*, 15(3), 75-141.
- Cheryan, S., Drury, B. J., & Vichayapai, M. (2013). Enduring influence of stereotypical computer science role models on women's academic aspirations. *Psychology of women quarterly*, 37(1), 72-79.
- Cheryan, S., & Plaut, V. C. (2010). Explaining underrepresentation: A theory of precluded interest. *Sex roles*, 63, 475-488.
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others?. *Psychological bulletin*, 143(1), 1.
- Chiangpradit, L. (2023). Alternatives to Standardized STEM testing. *STEM Sports*. Accessed 11/12/2023. Available at: <https://stemsports.com/alternatives-to-standardized-stem-testing/>
- Choi, B. C. K., & Pak, A. W. P. (2006). Multidisciplinary, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and Investigative Medicine* 29(6), 351-364. <http://europepmc.org/abstract/MED/17330451>
- Cimpanelli, G. (2023, June 15). Gender Gap, la voragine femminile nelle discipline stem nasce a scuola. *la Repubblica*. https://www.repubblica.it/dossier/economia/valore-italia/2023/06/15/news/gender_gap_la_voragine_femminile_nelle_discipline_stem_nasce_a_scuola-404552109/
- Claris, L., & Riley, D. (2012). Situation critical: critical theory and critical thinking in engineering education. *Engineering Studies*, 4(2), 101-120.

Closing the STEM Gap: Why STEM classes and careers still lack girls and what we can do about it. (2018). Microsoft. <https://query.prod.cms.rt.microsoft.com/cms/api/am/binary/RE1UMWz>

Cohen, S. M., Hazari, Z., Mahadeo, J., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2021). Examining the effect of early STEM experiences as a form of STEM capital and identity capital on STEM identity: A gender study. *Science Education*, 105(6). <https://doi.org/10.1002/sce.21670>

Consulio, Smart Venice, VHTO, Wide, LIST, & PRoF. (2020). GENDER AWARE EDUCATION AND TEACHING IN STEM Collection of resources and best practices. Gender4STEM. <https://wide.lu/wp-content/uploads/2020/05/Gender4STEM-best-practices.pdf>

Corbett, C., & Hill, C. (2015). Solving the Equation: The Variables for Women's Success in Engineering and Computing. American Association of University Women. 1111 Sixteenth Street NW, Washington, DC 20036.

Dasgupta, N. (2011). Ingroup experts and peers as social vaccines who inoculate the self-concept: The stereotype inoculation model. *Psychological Inquiry*, 22(4), 231-246.

DBS (n.d.). Lehrpläne für die Grundschule. [Primary school curricula]. Deutschen Bildungsserver - German Education Server. Retrieved 23/10/2023: <https://www.bildungsserver.de/lehrplaene-fuer-die-grundschule-1660-de.html>.

Dernières ressources Mises en Ligne. (n.d.), <https://www.pass-education.be/>.

Destatis - Federal Statistical Office of Germany (2023, August 8). Studierende in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft (MINT) und Technik-Fächern [Dataset]. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Tabellen/studierende-mint-faechern.html>

DGE. (2018). Aprendizagens Essenciais. <http://dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>.

Di Cagno, M. (2021). Gender gap in the Italian university system: a "reversed" leaky pipeline? *Tra I Leoni*. <https://traileoni.it/2021/10/gender-gap-in-the-italian-university-system-a-reversed-leaky-pipeline/>

Diekman, A. B., Brown, E. R., Johnston, A. M., & Clark, E. K. (2010). Seeking congruity between goals and roles: A new look at why women opt out of science, technology, engineering, and mathematics careers. *Psychological science*, 21(8), 1051-1057.

Diemer, M. A., & Rapa, L. J. (2016). Unraveling the complexity of critical consciousness, political efficacy, and political action among marginalized adolescents. *Child development*, 87(1), 221-238.

Digital Skills and Jobs Platform of the European Union. (2022). Female Engineer of the Year - Slovenia. Retrieved on 20th December 2023 from <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/inspiration/good-practices/female-engineer-year-slovenia>

Dyer, E. B. (2017). Teachers Often Lack of Access to Quality STEM Professional Development. American Institute for Research. New York, NY: 100kin10. Available at: https://grandchallenges.100kin10.org/assets/downloads/teachers-often-lack-access-to-quality-stem-professional-development-1/GrandChallengesWhitePapers_Dyer.pdf

Education and Training Monitor 2022. (2022). <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2022/en/country-reports/italy.html#4-school-education>.

El-Hout, M., Garr-Schultz, A., & Cheryan, S. (2021). Beyond biology: The importance of cultural factors in explaining gender disparities in STEM preferences. *European Journal of Personality*, 35(1), 45-50.

Encinas-Martin, M., & Cherian, M. (2023). Gender, Education and Skills: The Persistence of Gender Gaps in Education and Skills. *OECD Skills Studies*, 1-54.

- Engel, A., Lucido, K., & Cook, K. (2018). Rethinking Narrative: Leveraging storytelling for science learning. *Childhood Education, 94*(6), 4-12. <https://doi.org/10.1080/00094056.2018.1540189>
- Ertl, B., Luttenberger, S., & Paechter, M. (2017). The impact of gender stereotypes on the self-concept of female students in STEM subjects with an under-representation of females. *Frontiers in psychology, 8*, 703.
- European Institute of Gender Equality, 2018. Overview | Gender Statistics Database. EIGE.
- Eurostat. (2024, February 12). 41% of people employed as scientists and engineers are women. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240212-1>
- Farias, S. S. (2021). O PISA 2018 e a educação STEM das raparigas. Instituto de Sociologia da Universidade do Porto. <http://www.barometro.com.pt/2021/08/02/o-pisa-2018-e-a-educacao-stem-das-raparigas/>
- Fernandes, D., Neves, C., Tinoca, L., Viseu, S., & Henriques, S. (2019). Políticas educativas e desempenho de Portugal no PISA (2000-2015). Lisboa: Instituto de Educação.
- Gilligan, C. 1982 *In a Different Voice: Psychology Theory and Women's Development*, Harvard University Press, Cambridge, Ma.
- Gottfredson, L. S. (1981). Circumscription and Compromise: A Developmental Theory of Occupational Aspirations. *Journal of Counseling Psychology Monograph, 28*(6). [https://doi.org/0022-0167/81/2806-0645\\$00.75](https://doi.org/0022-0167/81/2806-0645$00.75)
- Gottfried, M., Owens, A., Williams, D., Kim, H. Y., & Musto, M. (2017). Friends and family: A literature review on how high school social groups influence advanced math and science coursetaking. *Education Policy Analysis Archives, 25*, 62-62, <https://epaa.asu.edu/index.php/epaa/article/view/2857/1923>.
- Gouvêa, M., Santoro, F., Cappelli, C., Motta, C., & Borges, M. (2019). Epos: The Hero's Journey in organizations through Group Storytelling. <https://doi.org/10.1109/CSCWD.2019.8791860>
- Hanekamp, G. & MINT Forum (2021). MINT-Personal An Schulen [STEM staff in schools]. Nationales MINT Forum (Hrsg.). Dortmund, Germany.
- Hands On Learning – Definition & Meaning. ProctorEdu.com. <https://proctoredu.com/glossary/hands-on-learning>
- Heybach, J., & Pickup, A. (2017). Whose STEM? Disrupting the gender crisis within STEM. *Educational Studies, 53*(6), 614-627.
- Herrington J., Oliver R., Reeves T., (2002). Authentic activities and online learning. 25th HERDSA Annual Conference, Australia. (pp. 562 – 567). <https://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=4899&context=ecuworks>
- Herrmann, S. D., Adelman, R. M., Bodford, J. E., Graudejus, O., Okun, M. A., & Kwan, V. S. (2016). The effects of a female role model on academic performance and persistence of women in STEM courses. *Basic and Applied Social Psychology, 38*(5), 258-268.
- Hessisches Kultusministerium (n.d.). Hessische Kerncurricula - Primarstufe [Hessian Core Curricula - Primary level]. Ministry of Education and Cultural Affairs of Hessen. Retrieved 24/10/2023: <https://kultusministerium.hessen.de/Unterricht/Kerncurricula-Primarstufe>.
- Hill, C., Corbett, C., & St Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. American Association of University Women. 1111 Sixteenth Street NW, Washington, DC 20036.
- Hu, J., Gordon, C., Yang, N., & Ren, Y. (2021). "Once Upon A Star": A Science Education Program Based on Personification Storytelling in Promoting Preschool Children's Understanding of Astronomy Concepts. *Early Education and Development, 32*(1), 7-25. <https://doi.org/10.1080/10409289.2020.1759011>

Huser, J. (2020). STEAM and the Role of the Arts in STEM. New York: State Education Agency Directors of Arts Education. Available at: <https://www.nationalartsstandards.org/sites/default/files/SEADAE-STEAM-WHITEPAPER-2020.pdf>

ILOSTAT. (2020). How many women work in STEM? Retrieved 13th October 2023 from <https://ilostat.ilo.org/how-many-women-work-in-stem/>

Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione. (2012). In MIUR. Ministero dell'istruzione dell'Università e della Ricerca, https://www.miur.gov.it/documents/20182/51310/DM+254_2012.pdf.

Jacques, C. (2017). Teachers lack funding to provide quality STEM instructional experiences. American Institute for Research. New York, NY: 100kin10. Accessed 10/12/2023. Available at: https://grandchallenges.100kin10.org/assets/downloads/teachers-lack-funding-to-provide-quality-stem-instructional-experiences/GrandChallengesWhitePapers_Jacques.pdf

Jirout J. J., Vitiello E., Zumbrunn S. K. (2018). Curiosity in Schools. Gordon G. (ed.) The New Science of Curiosity. (Chapter 10). Nova Science Publisher, Inc. https://www.researchgate.net/profile/Jamie-Jirout/publication/329569586_CURIOSITY_IN_SCHOOLS/links/5ef39deb4585153fb1b3858f/CURIOSITY-IN-SCHOOLS.pdf

Johnson, O. (2019). The Impact of Parent Involvement on High-Achieving Females' Mathematics Performance and Decision to Major in Science, Technology, Engineering, and Mathematics [PhD Dissertation]. Columbia University. <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/d8-bqqp-yg29>

Journée de lutte pour les droits des femmes - Trop peu de femmes dans les métiers STEM, pourtant en pénurie, pointe le Forem. (n.d.). [web log]. Retrieved from <https://www.lesoir.be/427901/article/2022-03-03/trop-peu-de-femmes-dans-les-metiers-stem-pourtant-en-penurie-pointe-le-forem>

Kang, J., Hense, J., Scheersoi, A., & Keinonen, T. (2019). Gender study on the relationships between science interest and future career perspectives. *International Journal of Science Education*, 41(1), 80-101.

Kekelis, L. (2017, October 26). Parent engagement: Key for girls in Stem. ETR Blog. <https://www.etr.org/blog/parent-engagement-key-for-girls-in-stem/>

Kerkhoven, A. H., Russo, P., Land-Zandstra, A. M., Saxena, A., & Rodenburg, F. J. (2016). Gender stereotypes in science education resources: A visual content analysis. *PloS one*, 11(11), e0165037.

Klemm, K. (2022). Entwicklung von Lehrkräftebedarf und -angebot in Deutschland bis 2030 [Development of teacher demand and supply in Germany until 2030]. Verband Bildung und Erziehung (VBE). Berlin, Germany.

Konrad, A. M., Ritchie Jr, J. E., Lieb, P., & Corrigan, E. (2000). Sex differences and similarities in job attribute preferences: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 126(4), 593.

Krajewski Lockwood, D. (2020). The Future is Female: STEAM Education Analysis [Doctoral Dissertation]. University of South Carolina. <https://scholarcommons.sc.edu/etd/6097>

Lin-Siegler, X., Ahn, J. N., Chen, J., Fang, F. F. A., & Luna-Lucero, M. (2016). Even Einstein struggled: Effects of learning about great scientists' struggles on high school students' motivation to learn science. *Journal of Educational Psychology*, 108(3), 314.

Lloyd, A., Gore, J., Holmes, K., Smith, M., & Fray, L. (2018). Parental influences on those seeking a career in STEM: The primacy of gender. *International Journal of Gender, Science, and Technology*, 10(2), 308–328. <http://genderandset.open.ac.uk/index.php/genderandset/article/download/510/959>

Lockwood, P., & Kunda, Z. (1997). Superstars and me: Predicting the impact of role models on the self. *Journal of personality and social psychology*, 73(1), 91. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.73.1.91>

Lourenço, V., Duarte, A., Nunes, A., Amaral, A., Gonçalves, C., Mota, M., & Mendes, R. (2019). PISA 2018 – Portugal. Relatório Nacional. Lisboa: IAVE.

Main P., (2023). Hands-on Learning. Structural-learning.com. <https://www.structural-learning.com/post/hands-on-learning>

Makarova, E., Aeschlimann, B., & Herzog, W. (2019). The Gender Gap in STEM Fields: The Impact of the Gender Stereotype of Math and Science on Secondary Students' Career Aspirations. *Frontiers in Education*, 4. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00060>

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21522>

Master, A., Cheryan, S., & Meltzoff, A. N. (2014). Reducing adolescent girls' concerns about STEM stereotypes: When do female teachers matter?. *Revue internationale de psychologie sociale*, 27(3), 79-102.

McNally, S., Gillic, C., O'Reilly, N., & Dobrus, H. (2022). Parents as facilitators of STEAM learning in early childhood: A literature review. The Childhood Development Initiative.

Milanovic, I., et al. (2023). INCLUSIVE STEM LEARNING ENVIRONMENTS: CHALLENGES AND SOLUTIONS. Scientix. https://www.scientix.eu/documents/10137/121801/Scientix-STNS_Inclusive-STEM-Learning-Enviroments-Ready-for-publication.pdf/9f8ebd46-a84f-feac-8bb3-748e3a7f582f?t=1676035712496

Milgram, D. (2011). How to recruit women and girls to the science, technology, engineering, and math (STEM) classroom. *Technology and engineering teacher*, 71(3).

Moore, J., (2022). Benefits of a Hands on Learning. Sec.act.edu.au. <https://sec.act.edu.au/benefits-of-a-hands-on-learning/>

Moore, L. (2022). How too much parental pressure can affect kids' mental health. Psych Central. <https://psychcentral.com/lib/parental-pressure-and-kids-mental-health>

Morais, C., Moreira, L., Baptista, M., & Martins, I. (2021). Digital tools entering the scene in STEM activities for Physics teaching. In A. Reis, *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education TECH-EDU 2020. Communications in Computer and Information Science*, Cham.

Murphy, M. C., Steele, C. M., & Gross, J. J. (2007). Signaling threat: How situational cues affect women in math, science, and engineering settings. *Psychological science*, 18(10), 879-885.

N.S.T. Association, et al. Nsta position statement: Elementary science education (2018) in Norismiza Ismail, Umi Kalsom Yusof (2023). A systematic literature review: Recent techniques of predicting STEM stream students, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Volume 5, 2023, 100141, ISSN 2666-920X, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100141>.

OECD. (2021). Education at a Glance 2021: OECD Indicators. Retrieved on 20th December 2023 from <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/e7ee86cb-en/index.html?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fe7ee86cb-en>

OECD (2023). OECD Education GPS (Version 2023) [Dataset]. <https://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=ITA&treshold=10&topic=EO>

OECD (2023), PISA 2022 Result (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris, https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en.

Olmedo-Torre, N., Carracedo, F. S., Ballesteros, M. N. S., López, D., Perez-Poch, A., & López-Beltrán, M. (2018). Do female motives for enrolling vary according to STEM profile?. *IEEE Transactions on Education*, 61(4), 289-297.

Paiva, A., Gomes, A., Silva, V., Machado, I., & Dias, R. (2019). O storytelling e a literacia científica. *Rev. Ciência Elem.*, 7(03:051). <https://doi.org/10.24927/rce2019.051>

Parent engagement: key for girls in STEM. (10/26/2017). *ETR Blog*. <https://www.etr.org/blog/parent-engagement-key-for-girls-in-stem/>

Peixoto, A., González, C. S. G., Strachan, R., Plaza, P., de los Angeles Martinez, M., Blazquez, M., & Castro, M. (2018, April). Diversity and inclusion in engineering education: Looking through the gender question. In 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 2071-2075). IEEE.

Perales, F. J., & Aróstegui, J. L. (2021). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences. *Arts Education Policy Review*, 1-9. <https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997>

Piloto, C. (2023). The gender gap in Stem. MIT Professional Education. <https://professionalprograms.mit.edu/blog/leadership/the-gender-gap-in-stem/#:~:text=The%20gender%20gap%20in%20STEM%20has%20been%20attributed%20to%20several,pursuing%20STEM%20education%20and%20careers.>

Portray her: Geena Davis Institute. (2023, September 29). <https://seejane.org/research-informs-empowers/portray-her/>

Publications Office of the European Union. (2020). Education and Training Monitor 2020 - Slovenia. Retrieved on 20th December 2023 from <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2020/countries/slovenia.html>

Project Based Learning in STEAM. Pi-top.com <https://www.pi-top.com/pbl/for-steam/resources#anchor-form>

Ramsey, L. R., Betz, D. E., & Sekaquaptewa, D. (2013). The effects of an academic Psychology of Education, 16, 377-397. <https://doi.org/10.1007/s11218-013-9218-6>

Roberts T. & Schnepf J. (2020). Building problem-solving skills through STEAM. *Technology and Engineering Teacher*, (79) 8, 8-13. https://www.researchgate.net/publication/340598164_Building_problem-solving_through_STEAM

Robinson, R. (2021). *Girls' Experiences with Gender-Inclusive Curriculum: Effects on Perception, Confidence, and Belief in Ability to do Science* [PhD Dissertation]. Columbia University. <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/d8-tfvv-4m19>

Roehrig, G., Dare, E., Ring-Whalen, E. & Wieselmann, W. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, Ed. 8, 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8>

Rosin, M., Wong, J., O'Connell, K., Storksdieck, M., & Keys, B. (2021). Guerilla Science: Mixing Science with Art, Music and Play in Unusual Settings [Article]. *Leonardo*, 54(2), 191-195. https://doi.org/10.1162/leon_a_01793

Rowcliffe, S. (2004). Storytelling in science. *The School science review*, 86, 121-125.

Salvatierra L & Cabello VM. (2022) Starting at Home: What Does the Literature Indicate about Parental Involvement in Early Childhood STEM Education? *Education Sciences*. 12(3):218. <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/3/218>

Scott-Barrett, J., Johnston, S.K., Denton-Calabrese, T., McGrane, J., Hopfenbeck, T. (2023). Nurturing curiosity and creativity in primary school classrooms. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 135. 104356. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104356>

- Singh, M. (2021). Acquisition of 21st Century Skills Through STEAM Education. *Academia Letters*, Article 712. <https://doi.org/10.20935/AL712>
- Simard, C., Henderson, A. D., Gilmartin, S. K., Schiebinger, L., & Whitney, T. (2008). Climbing the technical ladder: Obstacles and solutions for mid-level women in technology. Anita Borg Institute for Women and Technology and the Clayman Institute for Gender Research, Stanford University.
- The Scully effect: I want to believe in Stem. Geena Davis Institute. (2023, September 29). <https://seejane.org/research-informs-empowers/the-scully-effect-i-want-to-believe-in-stem/>
- Singh, M. (2021). Acquisition of 21st Century Skills Through STEAM Education. <https://doi.org/10.20935/AL712>
- Sullivan, A. (2019a). Breaking the STEM Stereotype: Reaching Girls in Early Childhood. Rowman & Littlefield
- Sullivan, A. (2019b). Supporting Girls' STEM Confidence & Competence: 7 Tips for Early Childhood Educators. *EdTech Review*. Accessed 12/12/2023. Available at: <https://www.edtechreview.in/trends-insights/insights/supporting-girls-stem-confidence-competence-tips-for-early-childhood-educators/>
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of personality and social psychology*, 69(5), 797.
- Stewart, A., Mueller, M., & Tippins, D. (2019). Converting STEM into STEAM Programs: Methods and Examples from and for Education. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25101-7>
- Stoeger, H., Hopp, M., & Ziegler, A. (2017). Online mentoring as an extracurricular measure to encourage talented girls in STEM (science, technology, engineering, and mathematics): An empirical study of one-on-one versus group mentoring. *Gifted Child Quarterly*, 61(3), 239-249.
- STA. (2020). Gender stereotypes, discrimination still holding women back in Slovenian STEM careers. Retrieved on 20th December 2023 from https://www.total-slovenia-news.com/lifestyle/5602-gender-stereotypes-discrimination-still-holding-women-back-in-slovenian-stem-careers?utm_content=cmp-true
- Sullivan, K., Byrne, J. R., Bresnihan, N., O'Sullivan, K., & Tangney, B. (2015, October). CodePlus—Designing an after school computing programme for girls. In 2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-5). IEEE.
- Taylor, P. (2016). Why is a STEAM Curriculum Perspective Crucial to the 21st Century?
- Taylor, P.C. (2016). Session N: why is a STEAM curriculum perspective crucial to the 21st century?, 2009-2016 ACER Research Conferences. Paper 6, Australian Council for Educational Research (ACER), Melbourne. Available at: https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1299&context=research_conference
- The Importance of Hands-On Learning. (2021). *TheThinkingKid.org*. <https://www.thethinkingkid.org/post/the-importance-of-hands-on-learning#:~:text=What%20is%20Hands%20On%20Learning,a%20problem%20or%20create%20something.>
- UnderstandingScience.org (2022). The scientific community: Diversity makes the difference - understanding science. The social side of science: A human and community endeavour. (2022, September 13). Berkeley University of California. Available at: <https://undsci.berkeley.edu/understanding-science-101/the-social-side-of-science-a-human-and-community-endeavor/the-scientific-community-diversity-makes-the-difference/#:~:text=Diversity%20invigorates%20problem%20solving,shed%20new%20light%20on%20problems.>
- Tytler, R. & Self, J. (2020). Designing a contemporary STEM curriculum. UNESCO. IBE/2020/WP/CD/39. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374146>

UNESCO. (2017). Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM). ISBN: 978-92-3-100233-5. (CC BY-SA 3.0 IGO) [12461]. 85 p., illus. English ed. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479>

UNESCO. (2017). UNESCO moving forward the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247785>

UNICEF (2020). Towards an equal future: Reimagining girls' education through STEM. ISBN: 978-92-806-5178-2. New York, 2020. Available at: <https://www.unicef.org/media/84046/file/Reimagining-girls-education-through-stem-2020.pdf>

United Nations. (1948). Universal Declaration of Human Rights, https://www.ohchr.org/sites/default/files/UDHR/Documents/UDHR_Translations/eng.pdf.

Van Laetehm, M., & Verstraete, C. (2018, June). Étudier les sciences et techniques, une affaire d'hommes ? Focus N°26.

Verdugo-Castro, S., García-Holgado, A., & Sánchez-Gómez, M. C. (2022). The gender gap in higher STEM studies: a systematic literature review. Heliyon.

Vivian, R., Robertson, L., & Richards, M. (2020). The GIST: Classroom strategies for inclusive STEM learning environments. Education Services Australia. https://www.thegist.edu.au/media/a211dion/gist_classroom_strategies_booklet_web.pdf

Wannapiroon, N., & Petsangsri, S. (2020). Effects of STEAMification Model in Flipped Classroom Learning Environment on Creative Thinking and Creative Innovation. TEM Journal, 9, 1647-1655. <https://doi.org/10.18421/TEM94-42>

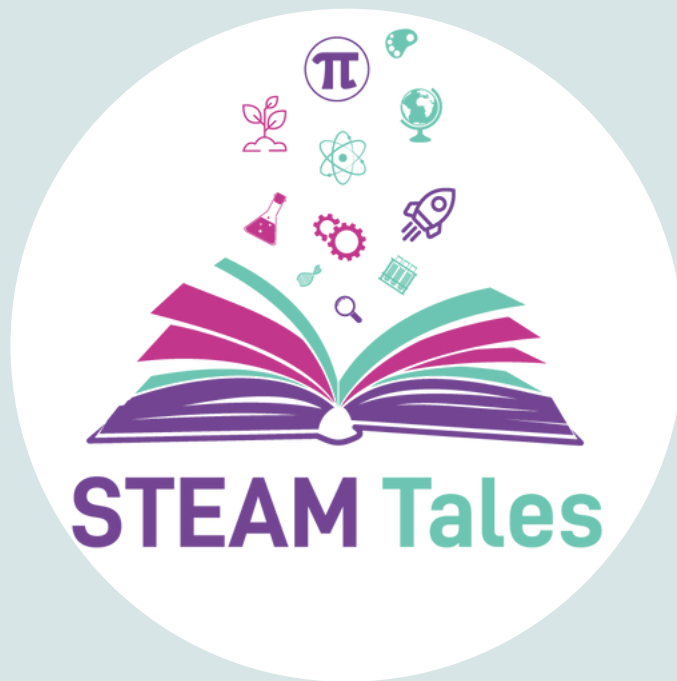
Weng, X. & Jong, M. & Chiu, Thomas K.F. (2020). Implementation Challenges of STEM Education: from Teachers' Perspective.

Why Europe's girls aren't studying STEM. (2017). Microsoft. https://news.microsoft.com/uploads/2017/03/ms_stem_whitepaper.pdf

Yoder, B. L. (2013, November). Women in engineering. ASEE Prism, 17.

Zachmann, K. (2018). Women in STEM: Female role models and gender equitable teaching strategies.

Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. School Science and Mathematics, 112(1), 12-19. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>

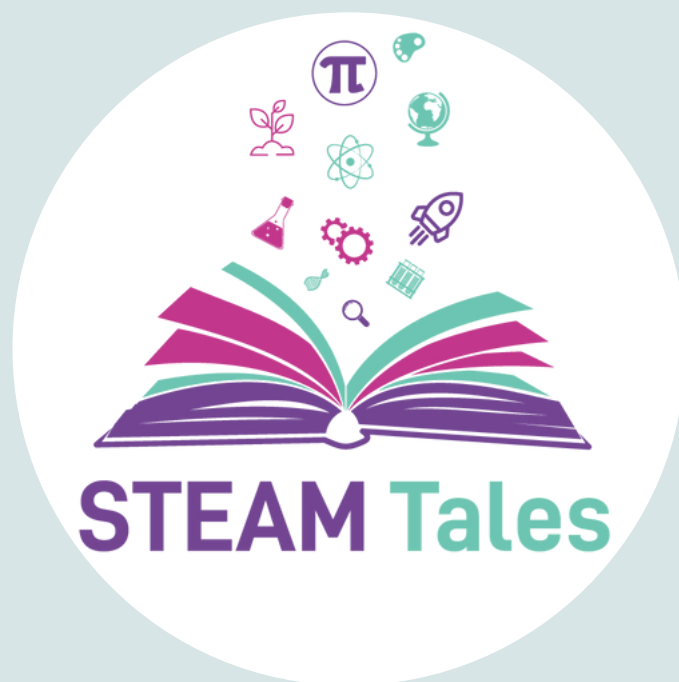


Cofinancé par
l'Union européenne

STEAM Tales (KA220-HE-23-24-161399) est 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.



Tout le contenu est sous CC BY-ND-SA 4.0



Cofinancé par
l'Union européenne

Guide d'introduction

Autonomiser les filles grâce aux STEAM :
cultiver la curiosité et créer des opportunités

Titre du projet

STEAM Tales (KA220-HE-23 -24-161399)

Work Package

WP2 - STEAM education impact and role models in primary schools
(Impact de l'éducation aux STEAM et rôles modèles dans les écoles primaires)

Date de réalisation

Avril 2024

Partenaire principal

CESIE (Italie)

Partenaires contributeurs

MIND – Mittelhessisches Institut für Nachhaltigkeit und Diversität (Allemagne, coordinateur)

GoINNO Inštitut (Slovénie)

Universidade do Porto (Portugal)

SCS LogoPsyCom (Belgique)

Auteurs

CESIE (LEAD): Cecilie La Monica Grus

MIND: Katharina Haack

GoINNO: Nina Skrt Sivec

U.PORTO: Ana Cunha Ferreira, Carla Morais, Luciano Moreira

Logopsycom: Amandine Falcicchio, Tara Della Selva



STEAM Tales

*Améliorer l'enseignement des STEAM grâce à la narration
et l'apprentissage pratique*

Guide d'introduction

Autonomiser les filles grâce aux STEAM :
cultiver la curiosité et créer des opportunités



Cofinancé par
l'Union européenne

Table des matières

Introduction	6
Chapitre 1 : Comprendre l'approche STEAM et l'approche narrative	9
Qu'est-ce que les STEAM ? (Science, technologie, ingénierie, arts et mathématiques)	9
Pourquoi l'éducation aux STEAM est importante.....	12
Le rôle des compétences transversales (les 4 « C » : communication, coopération, critiques constructives et créativité) dans les STEAM	14
La narration dans l'enseignement des STEAM	15
Les avantages de l'apprentissage STEAM pour les filles	18
Chapitre 2 : Les obstacles rencontrés par les filles dans les STEAM	19
Le contexte national dans les pays partenaires	20
Les disparités de genre dans les domaines des STEM	23
Les obstacles externes : discrimination et stéréotypes	24
Les obstacles internes : perception de soi et menace du stéréotype	27
Le manque de modèles féminins.....	28
Chapitre 3 : Responsabiliser les enseignants pour l'apprentissage des STEAM	30
Desenvolvimento das competências do século	30
La participation des filles à l'enseignement des STEAM	32
Les lacunes et obstacles à l'enseignement des STEAM	33
La sensibilisation et les compétences des enseignants en matière d'éducation aux STEAM	35
Les ressources en ligne gratuites pour les enseignants dans le domaine des STEAM.....	37
Chapitre 4 : Favoriser la curiosité chez les filles	40
L'apprentissage pratique et l'expérimentation en milieu scolaire.....	40
Les autres types d'apprentissage STEAM	42
Encourager le questionnement et les explorations	44
Développer les compétences de résolution de problèmes.....	45
Promouvoir l'esprit critique.....	46

Chapitre 5 : Les stratégies d'autonomisation des filles dans les STEAM..... 48

La conception de programmes d'études inclusifs	48
Le rôle des parents.....	50
Le rôle des enseignants et des éducateurs.....	52
Encourager la participation à des activités extrascolaires liées aux STEAM	52
Promouvoir l'égalité des genres dans les STEAM	54
Inspirer les filles et les femmes dans les STEAM	55

Conclusion..... 57

Lectures complémentaires 62

Chapitre 1 : Comprendre l'approche STEAM et l'approche narrative	62
Chapitre 2 : Les obstacles rencontrés par les filles dans les STEAM.....	63
Chapitre 3 : Responsabiliser les enseignants pour l'apprentissage des STEAM.....	64
Chapitre 4 : Favoriser la curiosité chez les filles.....	66
Chapitre 5 : Les stratégies d'autonomisation des filles dans les STEAM	67

Bibliographie 68

Introduction

Les disciplines **STEM (sciences, technologies, ingénierie et mathématiques)** sont essentielles pour résoudre les problèmes mondiaux les plus urgents, du changement climatique aux soins de santé. En effet, les compétences STEM sont très demandées et les emplois STEM sont parmi ceux qui connaissent la croissance la plus rapide et qui sont les mieux rémunérés dans l'économie mondiale. Malheureusement, **la sous-représentation des femmes dans les professions et l'enseignement des STEM** est profondément enracinée et, de manière générale, il y a un grand **manque de diversité** dans les domaines des STEM.

Malgré les progrès réalisés en matière d'équité entre les sexes et la sensibilisation croissante au cours de la dernière décennie, la sous-représentation des femmes dans les domaines des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques (STEM) persiste. En 2023, l'écart entre les genres dans les STEM reste important, les femmes ne représentant que 17 % de la main-d'œuvre STEM dans l'Union européenne (Piloto, 2023).

Cette situation n'est pas souhaitable à plusieurs points de vue. On ne progresse que sur les questions que les scientifiques pensent à poser et ces questions sont fortement **influencées par nos origines et nos identités**. Si nous voulons que la science s'intéresse à l'ensemble du monde naturel et aux problèmes qui touchent toutes sortes de personnes, il faut que toutes sortes de personnes puissent participer à la science afin de pouvoir relever tous les défis (UnderstandingScience.org, 2022).

Soutenir l'égalité des genres et la diversité dans les STEM est donc essentiel, non seulement parce que chacun mérite de pouvoir poursuivre sa curiosité et d'avoir l'occasion de **réaliser son potentiel**, mais aussi parce que nous avons tous à gagner à ce que la science soit informée et poussée en avant par des **perspectives diverses**. En outre, l'enseignement des STEM contribue à développer l'esprit critique, la résolution de problèmes et les compétences analytiques, qui sont essentielles pour réussir dans n'importe quel domaine du travail et de la vie.

Le fossé entre les genres dans les STEM a été attribué à plusieurs réalités anciennes et profondément ancrées, notamment les **stéréotypes persistants et le manque de rôles modèles féminins**. Beaucoup associent encore les domaines des STEM à des qualités masculines et la plupart des réussites STEM représentent des individus masculins, ce qui conduit à la perpétuation de stéréotypes qui peuvent décourager les filles et les femmes de poursuivre des études et des carrières liées aux STEM, et rend plus difficile pour elles de trouver des modèles et des mentors dans le domaine (Piloto, 2023).

Pour encourager l'intérêt et la participation des filles dans les STEM, le **projet STEAM Tales** présente des **rôles modèles féminins positifs** tels que des scientifiques, des ingénieures et des mathématiciennes pour aider à **déconstruire les stéréotypes**, créer des opportunités d'apprentissage pour les filles dans un **environnement d'apprentissage inclusif** et encourager les filles de tous horizons à poursuivre des carrières dans les STEM et à réaliser leur plein potentiel dans les STEM.

Bien que l'enseignement des STEM devienne d'un **intérêt central dans l'éducation européenne**, certains enseignants peuvent rencontrer des difficultés à encourager l'intérêt des élèves pour les matières STEM et à expliquer l'importance des domaines des STEM aux enfants. En effet, les matières STEM sont souvent considérées comme très théoriques et les enfants commencent généralement à apprendre les STEM trop tard dans leur scolarité. D'après les recherches, les enfants reconnaissent leurs intérêts pour les métiers liés aux STEM dès l'école primaire, alors qu'ils commencent tout juste à construire leur propre identité et à faire des choix pour leur future carrière (Archer et al., 2010). En outre, les enfants qui ont reçu une **éducation STEM de haute qualité à l'école primaire** et qui ont trouvé les matières scientifiques fascinantes et engageantes sont plus susceptibles de continuer à étudier et à explorer les sciences plus tard (N.S.T. Association et al., 2018 dans Norismiza, Kalsom, 2023).

Pour soutenir l'introduction précoce des concepts STEAM (incluant « A » pour les arts) d'une manière qui stimule l'intérêt, ce projet promeut l'**utilisation de la narration (ou storytelling)** comme méthode de présentation des sujets STEAM d'une manière à laquelle les jeunes enfants (6 à 9 ans) peuvent facilement s'identifier. **En ajoutant des éléments créatifs et des expériences pratiques**, l'enseignement des STEM peut être rendu plus attrayant et amusant.



Chapitre 1: Comprendre l'approche STEAM et l'approche narrative

Qu'est-ce que les STEAM ? (Science, technologie, ingénierie, arts et mathématiques)

La National Science Foundation (NSF), une agence américaine dédiée à l'enseignement et à la recherche en sciences et en ingénierie, a inventé l'abréviation SMET (science, mathématiques, ingénierie et technologie) au début des années 1990. Cette abréviation a ensuite été remplacée par **STEM (science, technologie, ingénierie et mathématiques)** pour des raisons phonétiques. L'objectif de cette approche était d'améliorer les compétences académiques dans ces domaines, d'accroître la qualité de la main-d'œuvre et d'améliorer la compétitivité du pays (Baptista, 2023). L'amélioration de la main-d'œuvre nationale permettrait à l'économie de se développer et de croître, et de créer des professionnels qui excelleraient dans leur domaine, ce qui conduirait à des percées dans la science du pays.

Depuis lors, les STEM ont considérablement gagné en importance et sont définis de manière large par la NSF, **englobant non seulement les catégories conventionnelles des mathématiques, des sciences naturelles, de l'ingénierie, de l'informatique et des sciences de l'information, mais aussi les sciences sociales telles que la psychologie, l'économie, la sociologie et les sciences politiques**. Ils se sont progressivement développés au niveau international grâce à des investissements importants de la part des entités gouvernementales afin d'attirer les jeunes vers ces domaines, d'augmenter le taux d'alphabétisation et d'améliorer la valeur économique du pays (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; Breiner et al., 2012; Martín-Páez et al., 2019).

L'éducation STEM est conceptualisée de manière diversifiée en raison du contexte scientifique, académique, éducatif et politique, ainsi que de l'emplacement géographique, et de son fondement théorique limité. Le large éventail de définitions de l'éducation STEM varie également en termes de signification, ce qui indique le stade précoce du développement de l'éducation STEM (Aguilera et Ortiz-Revilla, 2021 ; Martín-Páez et al., 2019). Aguilera et Ortiz-Revilla (2021) identifient que l'ambiguïté de l'approche STEM est importante, mais quatre définitions peuvent être présentées, à l'heure actuelle:

1. **La résolution de problèmes** basée sur des concepts et des procédures scientifiques et mathématiques, qui intègre les stratégies de l'ingénierie et l'utilisation de la technologie.
2. **Une approche ingénierie-arts** qui intègre deux ou plusieurs domaines des STEM et une ou plusieurs matières du programme d'études.
3. Du contenu de **deux domaines des STEM ou plus**, encadré dans un contexte réel reliant la matière à la vie quotidienne de l'élève.
4. Une **méta-discipline** basée sur des normes d'apprentissage où l'enseignement a une approche intégrée, le contenu spécifique de cette discipline n'est pas divisé et il utilise des méthodes d'enseignement dynamiques et fluides.



La maîtrise des **STEM** comprend la compréhension conceptuelle et les compétences procédurales, et permet aux individus d'aborder les questions personnelles, sociales et mondiales liées aux STEM. La maîtrise des STEM implique l'intégration des disciplines STEM, l'acquisition de connaissances scientifiques, technologiques, techniques et mathématiques et l'utilisation de ces connaissances pour identifier les problèmes de la vie quotidienne et professionnelle. **L'effet des disciplines STEM sur notre monde matériel, intellectuel et culturel peut être reconnu par le développement des capacités associées à la recherche, à la conception et à l'analyse qui permettent la création de citoyens engagés, concernés, efficaces et constructifs** (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; Margot & Kettler, 2019; Perales & Aróstegui, 2021).

En raison de l'adoption d'une **approche STEM**, un nombre considérable d'élèves ont reçu une formation scientifique à l'école plutôt qu'une formation artistique, et cela a un impact sur l'apprentissage des élèves car ils sont **biaisés dans une vision moins holistique du monde** (Braund & Reiss, 2019). Georgette Yakman, ingénieure et enseignante en technologie a proposé, en 2006, une définition encore plus ouverte incluant la possibilité d'**intégrer les domaines des STEM à d'autres matières du programme scolaire comme les arts, les langues, l'histoire et les sciences humaines**, et l'acronyme STEM a évolué en STEAM pour inclure les arts dans le modèle éducatif. L'acronyme **STEM a évolué en STEAM** pour inclure les arts dans le modèle éducatif. Il est apparu comme une nouvelle pédagogie lors du débat Americans for the Arts National Policy Roundtable en 2007. Cette approche du programme scolaire intègre l'art à d'autres domaines (Singh, 2021 ; Stewart et al., 2019) et **visent à améliorer l'apprentissage en encourageant la créativité, l'esprit critique, l'innovation, la collaboration, la pensée spatiale divergente et abstraite, l'ouverture à de nouvelles expériences et la curiosité, ainsi que le développement simultané de la communication interpersonnelle et des compétences rédactionnelles**. Cette approche est considérée comme une approche complète (Wannapiroon & Petsangsri, 2020).

L'approche STEAM contribue à créer une formation et des connaissances scientifiques ayant une **signification personnelle** et à développer l'**auto-motivation**. L'intégration des arts vise à donner une vision plus holistique de la vie quotidienne (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; Wannapiroon & Petsangri, 2020).

Néanmoins, cet acronyme présente le même problème que l'acronyme STEM ; les significations multiples : Yakman et Lee (2012) ont défini l'éducation aux STEAM comme **l'interprétation de la science et de la technologie à travers l'ingénierie et les arts**, le tout basé sur des éléments mathématiques ; Zamorano et ses collaborateurs (2019) ont défini l'approche STEAM comme **l'intégration interdisciplinaire des sciences, de la technologie, de l'ingénierie, des arts et des mathématiques** pour résoudre les problèmes de la vie quotidienne des élèves.

L'approche STEAM consiste à incorporer **l'esprit critique** et les **arts appliqués dans des situations du monde réel** et son objectif est de développer de véritables **innovations** qui résultent de la combinaison des esprits des scientifiques et des artistes.

Cette intégration répond à la demande de fournir aux générations futures une éducation complète, en développant les individus en tant qu'experts en science et en technologie, tout en formant des professionnels dans les arts, les sciences humaines et les sciences sociales. Il s'agit d'une fusion disciplinaire exprimée par la multidisciplinarité, l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité, trois formes de transversalité des disciplines, et l'intégration des arts (Borda et al., 2020).

Il est important de définir les termes de la **transversalité** des disciplines : multidisciplinarité, interdisciplinarité et transdisciplinarité, afin d'identifier leurs similitudes et leurs différences. La **multidisciplinarité** fait référence à l'existence de différentes disciplines dans le même espace ; **l'interdisciplinarité** fait référence à l'existence de différentes disciplines dans le même espace et à leur dialogue et leur collaboration ; et la **transdisciplinarité** fait référence à l'existence de différentes disciplines dans le même espace et à leur dialogue et leur collaboration dans l'apprentissage intégré (Choi & Pak, 2006).

Dans cette optique, **l'éducation aux STEAM implique de combiner des compétences scientifiques, technologiques, artistiques et humanistes, en passant de l'intégration interdisciplinaire à l'intégration transdisciplinaire**. Cette approche fusionne la pensée divergente et la pensée convergente (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; Bevan et al., 2019; Braund & Reiss, 2019; Rosin et al., 2021).

L'éducation STEM/STEAM se caractérise par l'articulation des domaines (science, technologie, ingénierie, arts et mathématiques), de manière intégrée, au niveau interdisciplinaire et transdisciplinaire ; encourageant les élèves à enquêter sur ces domaines et à poursuivre des professions STEM ; l'éducation STEM/STEAM se concentre sur les contextes du monde réel et les problèmes complexes de la vie quotidienne. Conformément à ces caractéristiques, des scénarios d'apprentissage innovants sont utilisés, intégrant des méthodologies visant à favoriser le développement de compétences transversales, telles que l'esprit critique, la créativité, la communication et la collaboration, définies dans l'agenda 2030 (Margot & Kettler, 2019).

Pourquoi l'éducation aux STEAM est importante

L'éducation aux STEAM favorise la pensée transversale, en permettant aux individus de créer un sens personnel face aux défis et aux questions, et en motivant la croissance personnelle (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021). Les objectifs de l'éducation aux STEAM englobent l'avancement et le développement de la maîtrise des STEAM, l'encouragement des compétences du 21^e siècle chez les élèves, la préparation d'une main-d'œuvre STEAM, la création de la capacité à établir des liens entre les disciplines STEM, et la génération d'un intérêt et d'un engagement dans ces domaines (Margot & Kettler, 2019).



Le 21^e siècle est un siècle de compétences et d'aptitudes. L'école est une réponse au développement sociétal, technologique et économique. Voici un ensemble de compétences clés pour le 21^e siècle :

- **la capacité à résoudre des problèmes,**
- **la métacognition,**
- **la pensée créative,**
- **l'auto-efficacité,**
- **la motivation,**
- **la persévérance,**
- **la conscienciosité.**

Par conséquent, le programme d'études, le contenu et l'évaluation devraient évoluer en fonction des compétences requises pour le siècle en cours. Le domaine de l'éducation explore constamment de nouvelles stratégies pour doter les élèves de ces compétences et connaissances, et l'on met de plus en plus l'accent sur l'éducation STEM/STEAM qui promeut leur maîtrise pour sa capacité à former des innovateurs, innovatrices, créateurs et créatrices performants (Singh, 2021). L'éducation aux STEAM est cruciale pour nourrir les aptitudes et les compétences requises par les jeunes du 21^e siècle sur le marché du travail. Le développement et la mise en œuvre de l'éducation aux STEAM prépareront les jeunes à l'avenir et au développement de l'économie (Margot & Kettler, 2019; Singh, 2021).



L'éducation aux STEAM dans les écoles primaires

La mise en œuvre d'une approche de l'éducation aux STEAM facilite le développement des talents des élèves dans les domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques.

Elle offre aux élèves les possibilités, le soutien et les expériences nécessaires pour qu'ils atteignent leur plein potentiel. Cette approche implique que les élèves travaillent comme des professionnels dans les domaines de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques pour résoudre des problèmes du monde réel qui les intéressent. Cela permet d'approfondir la compréhension du contenu tout en s'attaquant à des problèmes mal définis (Margot & Kettler, 2019).

Zollman (2012) affirme que pour contribuer à la maîtrise des STEM pour l'apprentissage, nous devrions prendre en compte le programme d'études et l'enseignant. Les STEM doivent être considérés comme une discipline basée sur l'intégration d'autres disciplines ; le contenu et la pédagogie doivent être mélangés dans cette approche ; **l'accent est davantage mis sur le soutien à l'apprentissage de l'élève** ; les attitudes, les croyances, l'estime de soi, la confiance et la motivation de l'élève doivent être prises en compte ; l'identité de soi de l'élève doit être nourrie ; et l'élève doit être capable d'utiliser les technologies STEM de manière autonome et efficace.

Bien que l'éducation aux STEAM ne constitue pas l'approche principale des programmes d'études en Allemagne, en Italie, au Portugal, en Slovénie et en Belgique, elle est indirectement incluse dans les systèmes éducatifs. Les matières et les programmes d'études présentent en général une approche interdisciplinaire.

En Allemagne, en Italie, au Portugal, en Slovénie et en Belgique, l'éducation formelle des programmes de l'école primaire comprend des matières qui démontrent des liens étroits avec les différentes lettres de l'approche STEAM. L'analyse des programmes scolaires révèle un accent transversal sur la dynamique interdisciplinaire, l'esprit critique, la pensée abstraite, l'apprentissage fondé sur l'enquête et la résolution de problèmes, le développement de compétences transversales et de compétences tout au long de la vie pour une citoyenneté active, la compréhension des expériences de la vie réelle, l'utilisation des technologies numériques, la contextualisation, l'expérimentation, la collaboration et l'articulation des connaissances pour promouvoir de nouveaux apprentissages.

Dans l'éducation non formelle, plusieurs activités ont été développées pour favoriser l'utilisation de l'approche STEAM. Par exemple:

- **Allemagne** : les activités de laboratoires pour étudiants, les camps STEM, les centres de recherche pour étudiants, les partenariats avec l'industrie.
- **Italie** : les projets et laboratoires STEAM tels que « In2Steam » et « STEM*Lab ».
- **Portugal**: les activités d'enrichissement curriculaire (AEC), les équipes éducatives des centres du réseau Ciência Viva, les activités disponibles dans les musées scientifiques, les centres de recherche, les universités.
- **Slovénie**: les activités et ateliers comme la plateforme pour les enseignants «steamcolab», « Technophobia is Not for Women » pour la promotion des sciences et des technologies auprès des filles.
- **Belgique** : les activités disponibles dans les musées scientifiques, les ateliers et les laboratoires, et une semaine d'activités STEAM pour les enseignants organisée par La Sciensothèque et le ministère de l'éducation.

Cependant, certains problèmes sont identifiés : le manque de formation des enseignants, le manque de temps, le manque de matériel et le désintérêt des élèves, en particulier des filles.

Le rôle des compétences transversales dans les STEAM (les 4 « C » : communication, coopération, critiques constructives et créativité)

Lorsque l'on analyse les compétences transversales définies par l'Agenda 2030 de l'UNESCO (2017) et les postulats de l'approche STEAM, un chevauchement est identifié, les 4 C : Communication, Critiques constructives, Créativité et Coopération, pour aider à construire des citoyens mieux préparés aux défis du monde d'aujourd'hui. Ces compétences transversales sont étroitement liées à l'approche STEAM.

Cette intégration vise à fournir aux générations futures une éducation plus complète, préparant mieux les individus au monde numérique dans lequel nous vivons. Elle combine des **approches multidisciplinaires, interdisciplinaires, transdisciplinaires, transversales et artistiques**. Cette approche associe la pensée divergente des disciplines artistiques à la pensée convergente qui caractérise les disciplines STEM. Elle encourage les individus à relier leurs passions (Perales & Aróstegui, 2021; Singh, 2021; Taylor, 2016).

Les compétences transversales étant cruciales pour vivre dans la société actuelle, il est important de promouvoir la mise en œuvre d'un plus grand nombre d'initiatives STEAM. Cela stimulera l'intérêt des élèves pour ces domaines et préparera mieux les générations futures aux défis du monde moderne (Singh, 2021 ; Taylor, 2016).

La narration dans l'enseignement des STEAM

La narration (ou storytelling)

a été mise en œuvre comme stratégie pour **divertir** les enfants en classe et pour **enseigner** les concepts des différentes matières. Le pouvoir de la narration est lié à des **facteurs cognitifs et affectifs-motivationnels**.

Le fait d'écouter des histoires peut favoriser une meilleure motivation et un engagement émotionnel chez les élèves, et le fait de les exposer à des histoires sur les STEM leur



permet de reconnaître la pertinence des STEM et d'accroître ainsi leur **engagement global et leur intérêt pour les matières STEM** (Barchas-Lichtenstein et al., 2023). La narration peut être une stratégie utile pour illustrer des concepts scientifiques. Cela est dû à la nature mémorable des histoires, qui peuvent aider à relier la théorie à la pratique. En outre, la narration peut permettre aux élèves de se familiariser avec différents points de vue.

Comme l'affirme Boström (2006), **le storytelling est une stratégie narrative** utilisée dans **l'apprentissage basé sur le contexte et la résolution de problèmes**, ainsi que dans la méthode de trame narrative ou scénario.

Rowcliffe (2004) a montré comment **la narration peut être utilisée dans l'enseignement des sciences** pour présenter des problèmes scientifiques, expliquer des processus complexes, incorporer des questions scientifiques de la vie quotidienne et inclure des contextes historiques pour fournir des déclencheurs mentaux qui **soutiennent la mémoire ou fournir un divertissement pour impliquer émotionnellement** les étudiants.

La narration est une approche efficace pour permettre aux élèves de développer leur compréhension des sciences en raison de la nature intrinsèque de l'apprentissage par la narration. Il dirige l'attention, provoque des émotions et stimule la compréhension (Gouvêa et al., 2019 ; Paiva et al., 2019).

Les enfants développent deux modes de pensée pour donner un sens au monde : **le mode sociologique**, qui traite les informations en les abstrayant du contexte, et **le mode narratif**, qui dépend du contexte et s'appuie sur des preuves basées sur la situation. Le mode de pensée narratif représente le mode par défaut de la pensée humaine, fournissant une structure à la réalité et servant de fondement à la mémoire (Engel et al., 2018). Dans le contexte de l'apprentissage des sciences, la présentation de nouvelles informations sous la forme d'histoires sur la science, les scientifiques et les découvertes scientifiques soutient davantage un mode naturel de traitement de l'information pour de nombreux élèves (Barchas-Lichtenstein et al., 2023).

Une approche narrative de l'apprentissage des sciences offre des avantages qui vont au-delà de l'acquisition de nouvelles connaissances. Les histoires sur la science, les scientifiques et les découvertes scientifiques peuvent avoir un impact affectif positif important qui inspire l'apprentissage futur d'un sujet spécifique. Alors que la communication plus traditionnelle des idées scientifiques peut se résumer à une poignée de faits ou à une chronologie des découvertes, **une approche narrative permet de faire ressortir la véritable excitation de la curiosité, en alimentant la curiosité et l'intérêt des enfants pour le processus** (Gouvêa et al., 2019).

L'introduction d'histoires dans l'enseignement des sciences permettrait d'améliorer la compréhension des concepts scientifiques par les enfants et de promouvoir leurs attitudes positives à l'égard des sciences.



De nos jours, il existe **trois catégories de récits dans l'éducation** : les récits historiques, les récits imaginaires et les récits de personnification. .

- **Les histoires historiques** consistent en des récits biographiques de scientifiques et de leurs travaux afin de stimuler la motivation des enfants et leur engagement dans les activités d'apprentissage.
- **Les histoires imaginatives** illustrent la séquence d'évènements pour aborder directement les concepts scientifiques afin de favoriser la compréhension des enfants.
- **Les récits de personnification** sont des récits qui utilisent certains éléments de l'histoire pour décrire des concepts scientifiques en attribuant des caractéristiques personnelles aux concepts complexes d'un domaine scientifique (Hu et al., 2021).

La narration est une approche STEAM efficace en raison de sa capacité unique à **relier les émotions humaines et la cognition**, rendant ainsi l'enseignement des sciences plus centré sur l'humain..

Composer des histoires pour expliquer de manière vivante des concepts abstraits et créer des expériences d'apprentissage mémorables et intéressantes est un processus long et réfléchi. Par exemple, une histoire dans laquelle nous présentons un concept complexe avec des expériences de la vie quotidienne des enfants leur permet de se sentir plus connectés et enthousiastes par rapport au concept et de mieux visualiser les connaissances partagées (Gouvêa et al., 2019; Hu et al., 2021; Paiva et al., 2019).

L'éducation est confrontée à de nombreux défis ou challenges et, avec la numérisation et la modernisation, elle exige de plus en plus une créativité nouvelle et accrue. Pour établir des liens plus étroits entre les phénomènes quotidiens et les activités en classe, la narration peut et doit être utilisée dans le cadre d'un processus plus holistique et plus efficace (Paiva et al., 2019).

Les avantages de l'apprentissage STEAM pour les filles

L'égalité des genres et l'éducation sont toutes deux reconnues comme des exigences fondamentales pour parvenir à un développement durable sur notre planète. Ces questions sont jugées si importantes qu'elles sont énumérées dans l'Agenda 2030, à la fois comme des objectifs distincts et comme des catalyseurs pour faciliter l'accomplissement des autres objectifs de l'Agenda. L'UNESCO (2017) a défini l'éducation STEM comme un fondement clé de l'Agenda 2030, jouant un rôle essentiel dans la transformation de notre planète..

Selon l'UNESCO (2017), **impliquer davantage de filles dans les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques fait partie intégrante du processus de développement social**. Les femmes et les filles sont essentielles pour mettre en œuvre des solutions permettant d'atteindre une croissance « verte » et d'améliorer la vie dans la société.



Selon Cohen et al. (2021), l'identité STEM comprend des aspects de la façon dont les individus perçoivent, positionnent et s'alignent sur leurs conceptions des STEM en fonction de leurs expériences en la matière, et identifie un lien entre les étudiants ayant une forte identité STEM et l'inscription dans les cours STEM. Les étudiantes sont sous-représentées aux plus hauts niveaux de l'enseignement STEM et dans la main-d'œuvre STEM, et elles ont tendance à moins se considérer comme des adeptes des STEM. Les facteurs qui contribuent au développement d'une identité STEM comprennent des rôles modèles encourageants, un environnement familial favorable et des expériences d'apprentissage positives. **Les expériences STEM au cours des premières années de formation ont été associées au développement de l'identité.** Les croyances concernant les capacités innées apparaissent au cours des premières années de la vie et sont liées à la participation aux STEM.

Étant donné que les croyances des élèves filles dans leurs capacités liées aux STEM commencent à s'estomper à un âge précoce, il est important de soutenir les filles avec des activités qui sont significatives pour elles, à la fois à l'intérieur et à l'extérieur de la salle de classe. Cela est important non seulement pour leur autonomisation et valorisation, mais aussi pour perturber les structures de pouvoir (Cohen et al., 2021)

Chapitre 2: Les obstacles rencontrés par les filles dans les STEAM

A igualdade entre homens e mulheres é L'égalité des genres est un droit humain fondamental (Nations unies, 1948) qui constitue également la pierre angulaire de la promotion d'économies prospères et modernes caractérisées par une croissance durable et inclusive. L'idée qui sous-tend l'égalité des genres va au-delà du concept d'équité ; il s'agit de **créer un environnement dans lequel les hommes et les femmes peuvent contribuer pleinement aux différentes sphères de la vie**, y compris à la maison, sur le lieu de travail et en public, ce qui conduit à l'amélioration des sociétés et des économies ainsi qu'à l'épanouissement du potentiel individuel et à la réalisation du bien-être personnel. Le principe est également reconnu comme une base universelle du développement durable dans l'Agenda 2030 des Nations unies (ODD5) qui exhorte à éliminer les disparités entre les genres.

Malgré les progrès réalisés dans le domaine de l'éducation, **les différences de genre persistent à l'échelle mondiale**. Dans les pays de l'OCDE, les filles atteignent généralement des niveaux d'éducation plus élevés que leurs homologues masculins, mais elles continuent de rencontrer des difficultés pour participer aux études en sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STEM), ce qui se traduit par un écart évident entre les genres.



L'objectif de ce chapitre est de dresser un portrait de la sous-représentation des femmes dans le domaine des STEM et de mettre en lumière les causes profondes des obstacles auxquels sont confrontées les femmes dans les STEM et qui conduisent à un déséquilibre entre les genres.

Nous commencerons par un bref aperçu de l'enseignement des STEM et des disparités de genre dans les pays du consortium.

Le contexte national dans les pays partenaires

En 2022, l'UE comptait près de **7,3 millions de femmes scientifiques et ingénieures** (41 % de la main-d'œuvre). Les femmes travaillant comme **scientifiques et ingénieures** étaient toutefois principalement employées dans le **secteur des services**, à hauteur de 46 % (Eurostat, 2024).



Fig.1 Eurostat, 2024

Malgré les différences entre les pays et les régions d'Europe, l'écart entre les genres reste évident dans l'enseignement et les domaines des STEM.

Allemagne

En **Allemagne**, les disparités de genre persistent dans l'enseignement des STEM en raison de stéréotypes historiques et d'un manque de modèles féminins, entre autres, décourageant les femmes de poursuivre dans les domaines des STEM (Klemm, K., 2022, pp. 10-11). Le rapport MINT Nachwuchsbarometer 2023 a révélé que dans les programmes d'études duales STEM, seulement environ 20 % des participants sont des femmes. La situation est encore pire dans les programmes de formation d'apprentis en STEM, où le pourcentage de femmes n'est que de 12 % (p. 18). Selon Destatis - Office fédéral des statistiques d'Allemagne (2023), au cours du semestre d'hiver 2022/2023, les femmes ne représentaient qu'un maigre 32,4% de la population étudiante STEM totale inscrite dans les établissements d'enseignement supérieur. En ce qui concerne les professions STEM, les statistiques montrent également que les hommes sont plus nombreux que les femmes. Au troisième trimestre 2022, seuls 16 % de l'ensemble des salariés assujettis aux cotisations d'assurance sociale dans les professions STEM étaient des femmes (Anger et al., 2023, p.33).

Slovénie

En **Slovénie**, la proportion de femmes diplômées en STEM est relativement élevée par rapport à d'autres pays européens, mais les disparités de genre dans l'enseignement et les professions des STEM persistent. Alors qu'**une fille sur trois en Slovénie étudie les matières STEM**, il existe toujours un écart important entre les genres par rapport aux garçons (Plateforme sur les compétences et les emplois numériques de l'Union européenne, 2022). **Les femmes sont particulièrement sous-représentées au niveau tertiaire** dans les domaines de l'ingénierie, de la fabrication, de la construction et des technologies de l'information et de la communication (TIC), avec seulement 23 % de femmes parmi les étudiants nouvellement admis dans les programmes d'ingénierie, de fabrication et de construction, et 16 % dans les programmes de TIC (OCDE, 2021). Les stéréotypes de genre et les préjugés inconscients continuent de limiter l'avancement des femmes dans les domaines scientifiques et techniques en Slovénie, en particulier au niveau supérieur (STA, 2020). Dans les professions STEM, les femmes sont sous-représentées en particulier dans l'ingénierie, la fabrication, la construction et les technologies de l'information et de la communication (Rapport de suivi de l'éducation et de la formation, 2020). En outre, les femmes ayant fait des études supérieures gagnent 83 % du salaire des hommes ayant fait des études comparables (OCDE, 2021).

Italie

En **Italie**, la proportion de diplômés du deuxième cycle de l'enseignement secondaire et de l'enseignement professionnel post-secondaire non tertiaire dans le domaine des STEM est l'une des plus élevées parmi les pays de l'OCDE et les pays partenaires (OCDE, GPS de l'éducation 2023).

Cependant, les données montrent clairement un écart entre le taux de participation des hommes et des femmes dans l'enseignement supérieur STEM. Les femmes représentent plus de la moitié des diplômés de l'enseignement supérieur (58,4 %), mais seulement 8,8 % d'entre elles sont titulaires d'un diplôme STEM. La part des diplômés en technologies de l'information et de la communication est particulièrement faible, avec seulement 1,4 % par rapport à la moyenne européenne de 3,9 % (Rapport de suivi de l'éducation et de la formation, 2022). Même si l'écart entre les genres dans les programmes universitaires italiens semble se réduire, on remarque que la proportion de femmes reste inférieure à celle des hommes. Ce scénario s'aggrave même dans les environnements professionnels, où une autre fraction des femmes diplômées des STEM abandonne les emplois STEM ou accepte des emplois pour lesquels elles sont surqualifiées en raison de difficultés liées à la nécessité de s'occuper de leur famille. Étant donné que les diplômes en STEM mènent généralement à des emplois mieux rémunérés, cet écart entre les diplômés et les carrières en STEM ajoute à la persistance de l'écart de rémunération entre les genres, qui est la différence de salaire horaire brut moyen entre les femmes et les hommes (Di Cagno, 2021).

Portugal

Au **Portugal**, il existe des disparités entre les genres dans les domaines d'intérêt scientifiques et technologiques et dans les aspirations professionnelles des élèves très performants. L'enquête PISA 2018 - Portugal (Lourenço et al., 2019) met en évidence des écarts importants, avec un garçon sur deux (48 %) souhaitant exercer une profession dans le domaine des sciences et de l'ingénierie, contre seulement une fille sur sept (15 %). Cette tendance est également observée dans d'autres pays, mais pas à des niveaux aussi élevés, avec environ un garçon sur quatre aspirant à ces carrières (Fernandes et al., 2019 ; Lourenço et al., 2019). Néanmoins, il convient de noter que la plupart des étudiants de l'enseignement supérieur au Portugal sont des femmes (Farias, 2021), et que le pays a réalisé des progrès significatifs en matière d'égalité des genres dans l'éducation. Selon l'Organisation internationale du travail (OIT), au Portugal, 38 % des diplômés des STEM sont des femmes. Alors que 44 % des personnes employées dans des professions STEM au Portugal sont des femmes, ce chiffre ne représente que 12 % de la main-d'œuvre totale. Notamment, si l'on procède à une analyse approfondie du secteur des STEM, les professions liées aux sciences et aux mathématiques peuvent présenter des taux de féminisation plus élevés, tandis que les carrières en ingénierie et en technologie peuvent avoir des niveaux de représentation féminine plus faibles (ILOSTAT, 2020). L'étude de cas menée par Olmedo-Torre et al. (2018) montre que les femmes sont encore largement sous-représentées dans les domaines de l'ingénierie et qu'il peut être plus difficile pour elles de concilier la charge de travail universitaire avec d'autres sphères de la vie que pour les étudiants masculins.

Belgique

En **Belgique**, les femmes sont plus nombreuses que les hommes dans trois secteurs de l'enseignement supérieur : les sciences humaines et sociales, les sciences de la santé et les arts. À l'inverse, elles sont sous-représentées dans les filières scientifiques et technologiques (STEM). Selon Eurostat, les données pour 2020 montrent que la Belgique comptait une proportion de 22,8 hommes diplômés en STEM sur 1 000 alors que seulement 8,4 femmes sur 1 000 âgées de 20 à 29 ans ont un diplôme de ce type. En Belgique, les hommes sont plus susceptibles que les femmes d'avoir des compétences numériques. La proportion d'hommes et de femmes travaillant comme spécialistes des TIC met en évidence une disparité de genre assez marquée. Selon les résultats publiés en 2021, 8,6 % des hommes actifs âgés de 16 à 74 ans sont des spécialistes en TIC en Belgique. Pour les femmes, ce pourcentage tombe à 2,4 %. En 2020, les six universités francophones de Belgique ont délivré 1 800 diplômes dans ces domaines, ce qui ne représente que 23 % des 7 700 masters délivrés cette année-là. Les femmes ne représentent qu'environ un tiers des diplômés de master STEM en Fédération Wallonie-Bruxelles. Dans le secteur des technologies de l'information, elles ne représentent que 17 % de l'ensemble des diplômés.

Comme cela a été démontré, la sous-représentation des femmes dans l'enseignement et les professions des STEM est courante au sein des pays du consortium, où les données relatives aux matières des STEM sont marquées par des différences substantielles dans les aspirations professionnelles, avec un pourcentage plus élevé de garçons aspirant à des professions scientifiques et d'ingénierie par rapport aux filles (Lourenço et al., 2019 ; Van Laetehm & Verstraete, 2018 ; Rapport de suivi de l'éducation et de la formation, 2022 ; Mint Nachwuchsbarometer 2023, OCDE 2022). La sous-représentation évidente des femmes dans ces domaines alimente encore davantage le défi consistant à atteindre un équilibre entre les genres dans les professions des STEM.

Les disparités de genre dans les domaines des STEM

Dans la civilisation occidentale, **les femmes étaient traditionnellement chargées de gérer les tâches domestiques et familiales, tandis que les hommes étaient présumés être les principaux pourvoyeurs**. Dans la société d'aujourd'hui, les femmes sont donc plus sollicitées, car elles doivent plus souvent que leurs homologues masculins trouver un équilibre entre leur vie de famille et leur carrière (Corbett & Hill, 2015). Selon une enquête (Simard et al., 2008), **les femmes** sont plus enclines à reporter ou même à **renoncer au mariage et à la parentalité en raison d'exigences liées au travail**. En outre, dans les domaines marqués par des horaires de travail étendus, tels que l'ingénierie et la technologie, les femmes ayant des enfants sont plus susceptibles de **quitter leur emploi**. Par exemple, en Italie, près d'une femme sur cinq ne travaille plus après la naissance d'un enfant, ce qui représente environ 18 % de l'ensemble des femmes actives. La plupart d'entre elles quittent leur emploi parce qu'elles ne parviennent pas à concilier travail et soins aux enfants (52%) (Bergamante & Mandrone, 2022). Les recherches menées depuis longtemps confirment que lorsque **les engagements professionnels entrent en conflit avec les responsabilités familiales**, ce sont surtout les femmes qui sont confrontées à une situation exigeant un choix difficile entre leur carrière et leurs engagements familiaux (Corbett & Hill, 2015).

Pour les filles et les jeunes femmes qui grandissent dans un tel contexte culturel et sociétal, leur perception de la position des femmes peut constituer une condition préalable pour s'éloigner du domaine des STEM. En effet, comme démontré ci-dessus, les données statistiques de divers pays européens révèlent une tendance aux disparités de genre dans des disciplines académiques spécifiques, telles que la physique, les mathématiques, les statistiques, les études de TIC, la technologie et l'ingénierie. Ces domaines affichent une sous-représentation significative des femmes, mettant en évidence la répartition inégale des genres dans l'enseignement supérieur (Institut européen pour l'égalité entre les hommes et les femmes, 2018).

En fait, les **disparités de genre dans les professions et les études en STEM** commencent beaucoup plus tôt dans la vie. Les données PISA 2022 récemment publiées par l'OCDE montrent clairement que la sous-représentation des femmes et l'écart de performance peuvent être observés dès **l'enseignement scolaire**.

Selon PISA 2022, **les garçons ont généralement obtenu de meilleurs résultats que les filles en mathématiques** dans la plupart des pays de l'OCDE, y compris les pays partenaires, avec quelques pics de surperformance significative en Italie. Les filles affichent également des taux d'inscription plus faibles dans les programmes techniques et professionnels et sont moins susceptibles d'acquérir des expériences dans des carrières potentielles par le biais de stages que les garçons (OCDE, 2022). Les disparités de résultats scolaires entre les genres ne peuvent pas être attribuées à des capacités inhérentes. Au contraire, **des facteurs sociétaux et culturels renforcent les attitudes et comportements stéréotypés** associés aux différences de performance des élèves liées au genre.

Les résultats de l'enquête PISA 2022 indiquent également qu'il n'y a eu aucune variation de l'écart entre les genres au cours des quatre dernières années d'analyse. En effet, malgré une baisse de la performance globale des élèves attribuée à la pandémie de COVID-19, la diminution de la performance s'est produite à la fois chez les garçons et chez les filles, de sorte que l'écart de performance entre les genres est resté inchangé par rapport aux valeurs précédentes de 2018. Par conséquent, la performance des filles a continué à diminuer, contribuant à creuser l'écart entre les genres. Dans les pays de l'UE, l'écart est resté constant ou s'est creusé. L'Allemagne, l'Italie et le Portugal ont vu l'écart se creuser.

Les obstacles externes : discrimination et stéréotypes

La sous-représentation des femmes dans l'enseignement et les professions STEM a un impact préjudiciable sur la diversité, l'égalité, la créativité et l'innovation au sein de la population active. Plusieurs facteurs contribuent à l'écart entre les genres dans les domaines des STEM. **La discrimination fondée sur le genre et les stéréotypes** qui découragent les filles et les femmes de poursuivre des études et des carrières dans les STEM sont parmi les plus importants.

On pense généralement que les filles et **les femmes sont plus enclines à étudier des sujets liés aux personnes, à leurs soins et à l'éducation** (Verdugo-Castro, 2022). Toutefois, il est important de souligner que derrière les statistiques qui confirment cette croyance, il existe des raisons qui influencent, modifient ou déterminent les choix individuels en matière d'éducation et de carrière, comme l'environnement immédiat, y compris les attentes de la famille et de la société (Botella et al., 2019).

Les rôles, modèles et stéréotypes de genre ancrés dans la famille et la société influencent les trajectoires éducatives et les décisions de carrière des garçons et des filles, ainsi que **les méthodes d'enseignement, normes sociales et croyances personnelles** (Farias, 2021).

Les **obstacles à la pleine participation des filles** à l'éducation et à la carrière dans les STEM peuvent donc être **d'origine externe et interne**, car la discrimination peut également être implicitement construite dans l'état d'esprit de l'individu, ce qui signifie qu'« une grande partie de notre comportement est guidée par des stéréotypes qui fonctionnent automatiquement et, par conséquent, inconsciemment » (Corbett & Hill, 2015, p. 38).

La discrimination fondée sur le genre est le phénomène pivot qui, historiquement, est à l'origine de **la sous-représentation des femmes dans les carrières académiques scientifiques**. Aujourd'hui encore, tout au long de leurs études, les filles et les femmes sont confrontées à de nombreux obstacles qui entravent leur participation aux domaines des STEM leur permettant de réaliser leur potentiel (Ceci et al., 2014). L'une des causes profondes systémiques de l'écart entre les genres peut être trouvée dans le système éducatif et les approches pédagogiques largement appliquées. Certaines recherches (Gilligan, 1982 ; Belenky et al., 1986 ; Becker, 1995 in Bevan, 2001) suggèrent que les filles ont traditionnellement été discriminées en mathématiques en raison de leur style d'apprentissage préféré. Il est avancé que les filles ont tendance à être des

penseuses « connectées » qui ont besoin d'explorer le contexte et les interrelations lorsqu'elles découvrent de nouvelles notions mathématiques. Head (1995 dans Bevan 2001) propose que **les filles préfèrent les environnements de travail coopératifs et favorables, tandis que les garçons travaillent bien dans des environnements compétitifs et sous pression**. En outre, les garçons s'adaptent mieux aux approches plus traditionnelles de l'apprentissage, qui nécessitent la mémorisation de faits et de règles abstraits et non ambigus qui doivent être acquis rapidement. En revanche, les filles réussissent mieux que les garçons dans des tâches soutenues qui sont ouvertes, basées sur des processus, liées à des situations réalistes et qui exigent des élèves qu'ils réfléchissent par eux-mêmes (Arnot et al., 1998 dans Bevan, 2001).

En outre, les stéréotypes et les préjugés liés au genre sont souvent **implicitement imprégnés dans le programme éducatif** (Corbett & Hill, 2015), et le **matériel utilisé au sein du système éducatif** renforce le stéréotype associant la science principalement aux hommes (Kerkhoven et al., 2016).

Pour combler ce fossé, nous devons nous concentrer sur l'adaptation des approches pédagogiques en mathématiques et dans d'autres matières STEM, ainsi que sur la révision et l'innovation du matériel pédagogique afin de favoriser la participation des filles et d'encourager leur intérêt pour les STEM. Les enseignants doivent être très compétents pour expliquer l'importance des STEM aux plus jeunes, mettre l'accent sur l'utilisation pratique dans des contextes familiers aux enfants et stimuler la véritable curiosité des élèves pour les matières STEM. Ainsi, la présentation des disciplines STEM comme quelque chose de très théorique doit évoluer vers une approche plus tangible, les rendant plus parlantes pour les filles comme pour les garçons.

L'impact des stéréotypes sur les individus n'est pas seulement façonné par les interactions au sein des environnements d'apprentissage formels, mais est également influencé par divers facteurs couvrant les attentes de la famille et de la société, ainsi que l'encouragement (Sullivan et al., 2015). Les **stéréotypes et préjugés liés au genre** sont intrinsèquement en lien avec des causes sociétales profondes.



Parmi les explications possibles, un exemple tiré de la **culture de l'ingénierie** peut être démontré. Dans le domaine de l'ingénierie, **la pensée logique tend à être privilégiée par rapport à l'esprit critique** (Claris & Riley, 2012). Par exemple, les étudiants en ingénierie sont rarement incités à réfléchir aux raisons de leurs actions, à l'objectif de leur travail et aux conséquences potentielles de leurs décisions (Baillie & Levine, 2013), ce qui **désengage les étudiants de leurs responsabilités éthiques et sociales**, tant dans le cadre universitaire que sur le lieu de travail (Cech, 2014). Cet aspect culturel a un impact particulièrement décourageant sur les femmes, qui expriment souvent une préférence pour un travail ayant une finalité sociale claire (Konrad et al., 2000). Comme le souligne Yoder (2013), une meilleure communication sur les objectifs communs des carrières en ingénierie et en informatique pourrait susciter un intérêt accru de la part des filles et des femmes pour ces domaines.

Un autre facteur commun qui conduit à une discrimination systématique est lié à la croyance que le domaine scientifique est un domaine masculin. Plus précisément, les femmes sont souvent confrontées au **stéréotype** de personnes chaleureuses et sont souvent **victimes de discrimination**, car les caractéristiques nécessaires à une perception positive en tant que professionnel technique peuvent contredire les **attentes stéréotypées de cordialité chez les femmes**. Par conséquent, les femmes occupant des postes techniques peuvent éprouver des difficultés à établir des identités professionnelles fortes et ressentent souvent le besoin de constamment faire leurs preuves (Corbett & Hill, 2015).

En outre, **il est important d'aborder le concept de micro-inégalités**, des instances de comportement **biaisé par le genre** que les individus, en particulier les femmes, peuvent rencontrer au moment où ils et elles commencent l'éducation STEM (Corbett & Hill, 2015). Ces exemples se manifestent de diverses manières, notamment par des expressions faciales, des gestes, le ton de la voix et des actions discrètes, telles que l'attribution de tâches comme la prise de notes plus fréquemment accordée aux femmes qu'aux hommes (Bandura, 1997). Au fil du temps, l'accumulation de ces inégalités « douces », connues sous le nom de micro-inégalités, peut avoir un impact sur l'image que les élèves ont d'eux-mêmes. Cela peut à son tour influencer les choix de carrière qu'ils et elles font au cours de leur parcours universitaire et professionnel (Corbett & Hill, 2015).

Les obstacles internes : perception de soi et menace du stéréotype

Les biais liés au genre jouent un rôle important dans la manière dont les individus perçoivent les autres et interagissent avec eux, mais aussi dans **la manière dont ils se perçoivent eux-mêmes** et agissent. Dès la petite enfance, les individus sont exposés à des stéréotypes qui guident inconsciemment leurs choix et leurs comportements, les orientant vers des carrières spécifiques et les éloignant d'autres. Un exemple est le développement de **préjugés implicites** dès la première année d'école, où les enfants associent les mathématiques principalement aux garçons (Corbett & Hill, 2015). Cela peut fortement impacter les choix de carrière ultérieurs, puisque l'orientation vers les rôles de genre est particulièrement déterminante pour les préférences professionnelles des enfants **de six à huit ans** (Gottfredson, 1981).

L'interaction entre les stéréotypes de genre et l'enseignement des STEM est strictement liée au concept de menace du stéréotype.

La menace du stéréotype - terme amené par les chercheurs Claude Steele et Joshua Aronson en 1995 (Steele & Aronson, 1995) - est un phénomène social défini comme la **perception des sentiments des individus à propos de la confirmation potentielle du stéréotype négatif associé à leurs groupes sociaux respectifs** (Corbett et Hill, 2015).



Plus précisément, dans le contexte des STEM, traditionnellement associés à un domaine masculin (Borsotti, 2018), les femmes peuvent se trouver vulnérables à la menace du stéréotype, manifestant des inquiétudes et des craintes quant à un rejet potentiel à la fois dans leur carrière académique et professionnelle dans ce domaine. Selon une étude menée par Murphy et al. (2007), lorsque les étudiantes en STEM perçoivent un **déséquilibre significatif entre les genres** dans un contexte scientifique, cela **affecte négativement leur confiance, leur sentiment d'appartenance et leur volonté de participer activement**, augmentant le niveau de menace perçu par rapport au groupe de femmes dans un contexte de groupe d'étudiants équilibré en termes de genre. Les répercussions de la menace du stéréotype dans le secteur des STEM sont graves et multiples, entraînant un manque important d'égalité des chances pour les filles et les femmes qui, malgré leurs performances, peuvent douter de leurs capacités et de leurs compétences, et de leur confiance en soi en général (Cheryan et al., 2017).



Le manque de modèles féminins

Les rôles modèles jouent un rôle important dans l'élaboration des processus motivationnels, en fournissant des conseils sur les objectifs et les voies de la réussite (Lockwood & Kunda, 1997). En outre, les interventions sur les rôles modèles se sont avérées efficaces pour réduire les inquiétudes liées à **la représentation de son groupe dans un domaine stéréotypé, atténuant ainsi la menace du stéréotype** (Dasgupta, 2011). L'exposition à des rôles modèles auxquels on peut s'identifier renforce la motivation professionnelle, l'identification, la performance aux examens, la réussite perçue, les aspirations scolaires et professionnelles, et réduit les autostéréotypes implicites (Ramsey et al., 2013). À l'inverse, **l'exposition à des rôles modèles masculins stéréotypés peut diminuer l'intérêt**, l'appartenance et la réussite perçue des femmes dans les STEM en raison de la différence perçue (Cheryan et al., 2013).

Les rôles modèles féminins ont été identifiés comme particulièrement efficaces pour fidéliser les étudiantes en STEM (Cheryan & Plaut, 2010 ; Steele, 1997). L'absence de rôles modèles féminins positifs peut contribuer à la perception que les STEM ne sont pas pour les filles.

L'exposition à des modèles féminins à succès permet de lutter contre les stéréotypes négatifs, en démontrant que des personnes « comme elles » peuvent s'épanouir dans le domaine (Hill et al., 2010).

Pour attirer davantage de filles dans les salles de classe de STEM, les pédagogues devraient activement élaborer des supports présentant des images et des profils de rôles modèles féminins dans le domaine, tels que des affiches, des dépliants et des vidéos (Milgram, 2011). Il est crucial que les rôles modèles fassent comprendre qu'ils ont connu des difficultés, ce qui rend leurs réalisations plus racontables (Lin-Siegler et al., 2016).

Chapitre 3: Responsabiliser les enseignants pour l'apprentissage des STEAM

Dans le parcours académique de l'éducation aux STEAM, les enseignants vont au-delà des matières traditionnelles, jouant un rôle central dans le développement des compétences des élèves en matière de formation du caractère, avec des applications larges et pratiques dans le monde réel et dans la vie en général (Bertrand & Namukasa, 2020). En ce sens, cette responsabilisation dans la salle de classe est essentielle car elle influence la manière dont les élèves apprennent, en favorisant les compétences cruciales pour la croissance personnelle, académique et professionnelle future.

Desenvolvimento das competências do século 21st

Tal como referido anteriormente, o cultivo de **competências transferíveis**, frequentemente designadas por competências do século XXI (Taylor, 2016), é vital para capacitar a educação STEAM na sala de aula.

Cette approche permet aux élèves d'acquérir des compétences non techniques telles que **la coopération, la communication efficace (orale et écrite), la curiosité, l'esprit critique, la persévérance et la capacité d'adaptation** (Bertrand & Namukasa, 2020 ; Scott-Barret et al., 2023).

Ce faisant, l'éducation aux STEAM prépare les élèves « à faire face de manière positive et productive aux défis mondiaux du 21^e siècle qui ont un impact sur l'économie, l'environnement naturel et notre patrimoine culturel diversifié » (Taylor, 2016, p. 86). Ce développement stratégique des compétences est fondamental pour naviguer dans les complexités du 21^e siècle.



Dans le paysage complexe des domaines scientifiques et technologiques, **les enseignants jouent un rôle essentiel en créant un environnement propice à la curiosité et à l'esprit critique.** Pour ce faire, ils créent des opportunités de retour d'information ou feedback, encouragent la formulation de questions et établissent un espace psychologiquement sûr. Grâce à ces mesures intentionnelles, les enseignants permettent aux élèves non seulement de naviguer, mais aussi d'exceller dans les complexités inhérentes aux disciplines STEAM (Scott-Barret et al., 2023)..

La collaboration ou coopération ressort comme un autre pilier fondamental mis en avant dans la littérature sur l'éducation aux STEAM (Bertrand & Namukasa, 2020). Les enseignants jouent un rôle important dans la conception d'activités qui favorisent l'**apprentissage collaboratif**, que ce soit par le biais de projets de groupe, de défis ou challenges ou de devoirs. En offrant aux élèves la possibilité de collaborer, les enseignants contribuent activement au développement des compétences interpersonnelles, qualités indispensables à un **travail d'équipe efficace.**

Faciliter les compétences de communication écrite et orale joue également un rôle important (Bertrand & Namukasa, 2020 ; Huser et al., 2020). Les enseignants aident les élèves à documenter leurs processus de création, à exprimer leurs pensées à l'oral et à l'écrit, et à communiquer efficacement leurs idées. L'accent mis sur la communication s'inscrit dans l'objectif plus large de donner aux élèves les moyens d'exprimer leurs pensées et de partager leurs expériences d'apprentissage (Bertrand & Namukasa, 2020).

La persévérance et la capacité d'adaptation sont également des compétences cruciales développées grâce à l'éducation aux STEAM. Les enseignants sont encouragés à intégrer dans leurs programmes **diverses stratégies d'enseignement, telles que l'incorporation de livres d'images, de processus de conception et d'enquête, et d'activités de résolution de problèmes dans leur programme** (Bertrand & Namukasa, 2020). Cette approche à multiples facettes expose non seulement les élèves à l'assimilation des principes STEAM, mais leur inculque également la capacité à accepter les erreurs et les échecs comme des composantes intégrales du parcours d'apprentissage. Grâce à ces efforts délibérés, les élèves font non seulement preuve d'une persévérance et d'une résilience accrues, mais ils acquièrent également une compréhension profonde de la nature itérative des processus de création et de résolution de problèmes (Scott-Barret et al., 2023).

Pour mesurer le développement efficace des compétences des élèves dans l'éducation aux STEAM, une évaluation à **l'approche holistique** (Huser, 2020) est nécessaire. Les enseignants sont encouragés à aller au-delà des évaluations traditionnelles et standardisées et à **intégrer des évaluations authentiques** qui reflètent les tâches et les attentes du monde réel (Chiangpradit, 2023) et permettent une compréhension plus complète de la croissance et des résultats scolaires des élèves. Selon Huser (2020), grâce à ces évaluations, les enseignants obtiennent des informations précieuses sur les stratégies de résolution de problèmes, les compétences interpersonnelles et l'application des connaissances de contenu des élèves, ce qui contribue à une meilleure compréhension de leurs progrès.

En conclusion, le rôle des enseignants dans l'éducation aux STEAM va au-delà des méthodes d'enseignement traditionnelles. Il consiste à **favoriser le développement de compétences transférables** qui préparent les élèves aux complexités du 21e siècle, à mettre en œuvre des **pratiques d'évaluation attrayantes** tout en créant un **environnement d'apprentissage dynamique et inclusif du point de vue du genre**. Grâce à une pédagogie intentionnelle et à un engagement en faveur de l'éducation holistique, les enseignants deviennent des **facilitateurs qui responsabilisent les élèves** et leur permettent d'acquérir non seulement des connaissances spécifiques, mais aussi les compétences et l'état d'esprit nécessaires pour réussir dans un monde en constante évolution et, en fin de compte, avoir un impact significatif sur leur communauté et sur le monde..

La participation des filles à l'enseignement des STEAM

Malgré des progrès significatifs au cours des dernières décennies, la proportion de femmes dans le domaine des STEAM reste disproportionnellement faible par rapport à leurs homologues masculins. Un rapport de l'UNESCO (2017) souligne ce déséquilibre en indiquant qu'**à peine 28 % des chercheurs dans le monde sont aujourd'hui des femmes et que seules 17 femmes ont remporté un prix Nobel de physique, de chimie ou de médecine** depuis Marie Curie en 1903, contre 572 hommes. Cette disparité a un impact et des conséquences profondes tant pour les individus que pour la société, car elle limite les possibilités offertes aux femmes et aux jeunes filles non seulement de développer leurs capacités, mais aussi de réaliser pleinement leur potentiel et de contribuer à une main-d'œuvre qui ne reflète pas la diversité de la population. Les conséquences de la présence limitée des filles dans les domaines des STEM sont notables.



Les filles perdent non seulement des **opportunités de développer leurs compétences**, mais elles contribuent également à une pénurie de professionnels diversifiés dans des secteurs essentiels, ce qui a un impact sur les progrès réalisés dans la lutte contre les enjeux mondiaux tels que le changement climatique et les soins de santé (UNICEF, 2020).

Beegle et al. (2020) souligne que les filles sont plus susceptibles d'être **découragées à un jeune âge**, considérant les normes sociétales qui orientent les garçons vers des activités qui développent des capacités cognitives essentielles pour les domaines STEAM. Reconnaisant ces enjeux, l'UNICEF (2020) affirme qu'une exposition précoce aux sujets STEAM, ainsi qu'un **encouragement proactif et une participation active, sont cruciaux pour jeter les bases des compétences et de l'intérêt durable des filles**.

Comme nous l'avons démontré dans la section précédente, les enseignants jouent un rôle crucial dans la création de telles opportunités pour les filles. Ces opportunités permettent aux filles non seulement d'explorer une variété de disciplines STEM, ce qui leur permet de découvrir leurs intérêts et leurs passions, mais aussi de fournir un éventail d'expériences qui peuvent contribuer à briser les stéréotypes et à élargir les perceptions des filles sur ce qui est réalisable dans les domaines STEAM (Beegle et al., 2020).

Compte tenu de ces circonstances, il devient **impératif pour les enseignants d'engager activement les filles dans l'éducation des STEAM**. Pour pouvoir renforcer l'engagement des filles et encourager leur participation active à l'éducation des STEAM, les enseignants et les pédagogues doivent être conscients des défis et les cibler avec des stratégies appropriées et cultiver un environnement d'apprentissage plus équitable et inclusive.

Les lacunes et obstacles à l'enseignement des STEAM

Les enseignants qui intègrent l'approche STEAM dans les classes de l'école primaire doivent être en mesure de reconnaître les lacunes et les obstacles existants pour éviter efficacement qu'ils n'entraient l'application de cette approche.

L'un **des défis majeurs** auxquels sont souvent confrontés les enseignants est le **manque de ressources et d'infrastructures**. De nombreuses écoles sont aux prises avec des **budgets limités**, ce qui les rend incapables de fournir l'équipement nécessaire, comme les outils technologiques et les logiciels instrumentaux pour certaines pratiques STEAM (Jacques, 2017). Par conséquent, les enseignants qui souhaitent inspirer et faciliter les expériences d'apprentissage pratiques et les leçons attrayantes se trouvent souvent limités par **le manque d'outils et de matériel essentiels**. L'UNICEF a souligné que « la disponibilité de l'équipement, du matériel et des ressources est essentielle pour stimuler l'intérêt des élèves, et améliorer l'apprentissage, dans les matières STEM » (2017, p. 54).

En outre, les **cadres scolaires actuels** manquent souvent de la structure nécessaire pour préparer les éducateurs à dispenser efficacement l'enseignement des STEAM. Les programmes traditionnels ont tendance à **séparer les matières** en silos, sans mettre en évidence l'interconnexion des disciplines STEAM et leurs applications dans le monde réel (Roehrig et al., 2021). Cet isolement peut donner aux élèves l'impression d'être déconnectés et incapables de voir la pertinence de

ce qu'ils apprennent. Les programmes d'études devraient donc être repensés pour être plus interdisciplinaires et **fondés sur des projets**, en mettant l'accent sur les **applications dans le monde réel** et en favorisant ainsi les compétences du 21^e siècle déjà décrites, telles que **l'esprit critique et la capacité à résoudre des problèmes** (Tytler & Self, 2020).



En outre, les manuels scolaires renforcent souvent les stéréotypes de genre dans les STEAM en présentant des personnages masculins et féminins dans des rôles traditionnels (UNESCO, 2017). La sous-représentation des professionnelles dans les STEAM et l'utilisation d'un langage et d'images qui dépeignent les femmes dans des positions stéréotypées ou subordonnées peuvent (aussi involontairement) décourager les filles de poursuivre des carrières dans les STEM (par exemple, des hommes médecins mais des femmes infirmières). Les enseignants doivent donc examiner attentivement les supports qu'ils présentent aux élèves et utilisent en classe, en optant pour ceux qui promeuvent l'égalité des genres, en montrant que les filles comme les garçons s'intéressent aux mathématiques, aux sciences, à la littérature, à l'histoire et à d'autres disciplines, et qu'ils y obtiennent de bons résultats ; les matières scolaires sont neutres du point de vue du genre. L'UNESCO propose un guide méthodologique sur la promotion de l'égalité des genres à travers les manuels scolaires, y compris des outils pour évaluer les manuels de représentation du genre (Brugeilles, Cromer 2009).

En plus de ces défis, **les opportunités de développement professionnel sont limitées** ou manquent de profondeur et d'orientation dans celles qui existent. Il en résulte un manque de connaissances et de confiance des enseignants et des éducateurs en ce qui concerne l'intégration de l'approche STEAM dans les plans de cours, ainsi qu'une hésitation à naviguer dans des concepts complexes ou à essayer des logiciels spécifiques (Weng et al., 2020). Compte tenu des progrès rapides des connaissances scientifiques et de la technologie et du besoin croissant d'une éducation aux STEAM largement appliquée, les enseignants bénéficieraient grandement d'une formation complète et continue aux STEAM (Dyer, 2017).

Enfin, les enseignants doivent être conscients des **obstacles sociaux et culturels** qui découragent les filles et les élèves issus de milieux divers de participer et de s'engager dans l'éducation et les carrières liées aux STEAM (voir chapitre 2). En fait, **c'est le rôle des pédagogues de démanteler activement ces barrières et de créer des environnements inclusifs** qui nourrissent leur curiosité et encouragent tous les élèves à atteindre leur plein potentiel. L'un des moyens d'y parvenir est de promouvoir des rôles modèles féminins dans les domaines des STEM. En mettant en avant la diversité et les réalisations des femmes et des individus qui représentent un éventail de genres, de milieux et d'expériences, les enseignants peuvent inspirer les filles et les aider à s'imaginer

en tant que futures scientifiques, ingénieures et innovatrices (Sullivan, 2019b). En outre, pour renforcer l'impact et établir un lien significatif avec les étudiantes, les enseignants sont également encouragés à **inviter des femmes scientifiques et ingénieures accomplies à visiter la salle de classe** et à s'engager directement avec les élèves (Sullivan, 2019b). Cela permet non seulement d'enrichir l'expérience d'apprentissage, mais aussi de fournir des rôles modèles inspirants pour les filles qui poursuivent des études dans les domaines des STEM.

En reconnaissant et en atténuant activement ces lacunes et ces obstacles, les enseignants et les éducateurs contribuent de manière significative à une intégration plus harmonieuse de l'approche STEAM dans les classes et à la création d'environnements éducatifs à la fois inclusifs et stimulants qui non seulement motivent les filles à participer activement, mais leur donnent également les moyens de faire partie de ce processus.

La sensibilisation et les compétences des enseignants en matière d'éducation aux STEAM

Les éducateurs STEAM compétents apprécient la valeur des approches interdisciplinaires pour cultiver une compréhension holistique des défis du monde réel, comme le soulignent les initiatives des pays partenaires (par exemple, "STEAM-IT", "GoSTEM", In2Steam, CHOICE). Par conséquent, une éducation aux STEAM efficace commence par une forte sensibilisation des enseignants aux concepts STEAM et aux compétences nécessaires pour les interconnecter avec d'autres matières et avec les problèmes du monde réel.

Les enseignants jouent un rôle déterminant dans la création d'un **environnement qui stimule la curiosité** naturelle des élèves et les incite à expérimenter la technologie par le jeu et la découverte (Scott-Barrett et al., 2023).

Huser (2020) souligne que pour qu'un enseignant puisse mettre en œuvre efficacement les pratiques STEAM en classe, des compétences telles que **les connaissances interdisciplinaires, l'expertise pédagogique, la maîtrise de l'évaluation et les pratiques inclusives** sont nécessaires.

- **Conhecimento interdisciplinar:** Les connaissances interdisciplinaires : pour établir des liens entre les différentes disciplines et les intégrer de manière transparente dans leurs cours. Cela permet aux élèves de voir comment les connaissances de la matière se complètent et de les appliquer pour résoudre des problèmes du monde réel (Roehrig et al., 2021).
- **L'expertise pédagogique :** pour mettre en œuvre des stratégies d'enseignement efficaces telles que l'apprentissage par l'investigation, l'apprentissage par projet et l'intégration des technologies afin d'impliquer les élèves et de promouvoir l'apprentissage actif. Ces stratégies retiennent l'intérêt des élèves et encouragent l'esprit critique, la collaboration et les compétences de résolution de problèmes (Scott-Barret et al., 2023).

- **La maîtrise de l'évaluation** : pour évaluer efficacement l'apprentissage des élèves, en utilisant une variété d'évaluations formatives et sommatives qui vont au-delà des méthodes de test traditionnelles (Huser, 2020). Cela permet aux enseignants d'adapter leur enseignement aux besoins individuels des élèves et de suivre les progrès réalisés au fil du temps.
- **Les pratiques inclusives** : pour créer des environnements d'apprentissage accueillants et inclusifs qui célèbrent la diversité et garantissent à tous les élèves des possibilités équitables d'apprendre et de réussir dans les domaines des STEAM. Cela implique de s'attaquer aux préjugés et aux stéréotypes, de fournir un enseignement non formel et de favoriser une communauté de classe solidaire (Sullivan, 2019b).

Le rôle de l'école

Cependant, même les enseignants les plus motivés et éclairés ont besoin du soutien de leurs institutions. En d'autres termes, ce ne sont pas seulement les enseignants et les éducateurs individuels, mais aussi les écoles qui sont les acteurs clés de l'intégration de l'éducation aux STEAM et de l'engagement des filles dans ce domaine. Les écoles doivent aider activement les éducateurs à **acquérir les compétences requises** et à comprendre l'importance des STEAM. Par conséquent, les écoles jouent un rôle central en offrant aux enseignants les **formations et ressources** nécessaires à la mise en œuvre efficace de l'éducation STEAM. Cette formation et ces ressources peuvent permettre de relever les défis spécifiques auxquels sont confrontés les éducateurs dans différents contextes. Le développement professionnel permet non seulement aux enseignants d'acquérir des connaissances essentielles sur le contenu, mais leur donne également les moyens de dispenser un enseignement pertinent et attrayant, aligné sur les exigences en constante évolution du monde axé sur les STEM dans la salle de classe (Dyer, 2017).

Il est donc essentiel de multiplier les opportunités professionnelles pour les enseignants dans le domaine des STEAM afin de renforcer leur **confiance dans la gestion de concepts complexes**, l'utilisation d'outils et de logiciels spécifiques et l'intégration transparente d'activités pratiques dans leurs méthodes d'enseignement. D'autre part, les écoles doivent également créer une culture qui encourage la collaboration, la prise de risque et l'innovation dans l'enseignement des STEAM. Cela peut impliquer de fournir aux enseignants le temps et les ressources nécessaires pour développer et mettre en œuvre des activités STEAM, d'encourager une communauté d'apprentissage solidaire et de promouvoir l'équité entre les genres.

Reconnaissant le rôle central de la sensibilisation et des compétences des enseignants dans l'éducation aux STEAM, les institutions éducatives du monde entier peuvent mettre en œuvre des **initiatives de développement professionnel ciblées, allouer davantage de fonds aux infrastructures et aux ressources, et accorder le temps nécessaire à la préparation des enseignants**. En fournissant aux enseignants les moyens d'agir, on s'assure qu'ils donneront à leur tour aux élèves les moyens d'exceller dans le monde dynamique et interconnecté des STEAM.

Les ressources en ligne gratuites pour les enseignants dans le domaine des STEAM

Dans le milieu dynamique de l'éducation, l'exploitation de **ressources en ligne gratuites** est une approche stratégique pour les enseignants qui souhaitent améliorer leurs compétences dans le domaine de l'éducation aux STEAM. Ces ressources offrent un soutien précieux, du matériel et des idées qui contribuent à des pratiques d'enseignement efficaces et à la création d'environnements d'apprentissage STEAM attrayants. Nous proposons ci-dessous quelques exemples de ressources qui servent d'outils puissants, améliorant les pratiques d'enseignement et permettant aux enseignants du primaire de créer des environnements d'apprentissage STEAM attrayants pour leurs élèves.

- **Aprendizagem STEM**

STEM Learning est un centre de ressources pour les pédagogues et les personnes intéressées par le STEAM. Il fournit une vaste collection de ressources numériques en libre accès et de qualité garantie pour soutenir l'enseignement et l'apprentissage des matières STEM, y compris l'enseignement primaire et secondaire, les activités transdisciplinaires et le matériel de développement professionnel. Toutes les ressources sont examinées et approuvées par STEM Learning, une organisation de premier plan qui se consacre à l'amélioration de l'enseignement des STEM au Royaume-Uni.

- **STEMfinity**

STEMfinity est une plateforme en ligne dédiée à la mise à disposition de ressources STEM gratuites et facilement accessibles pour les enseignants, les étudiants et les parents. Il s'agit d'un point d'accès unique pour tous ceux qui cherchent à améliorer leur compréhension et leur engagement dans le domaine des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques. STEMfinity se distingue par l'importance accordée à la qualité et à l'accessibilité. Toutes les ressources sont soigneusement sélectionnées et examinées par des experts du domaine, ce qui garantit leur valeur éducative et leur adéquation avec les objectifs d'apprentissage. En outre, tout ce qui est proposé sur le site web est entièrement gratuit, ce qui en fait une ressource inestimable pour les individus et les institutions dont le budget est limité.

- **NASA STEM Engagement**

La NASA met à disposition une collection de ressources gratuites pour les pédagogues par le biais de sa plateforme STEM Engagement. Des plans de cours, des activités et des ressources multimédias permettent aux enseignants d'intégrer des applications concrètes des concepts STEM dans leurs classes. La plateforme couvre un large éventail de sujets, de l'exploration spatiale à la robotique, favorisant l'intérêt et la compréhension des élèves dans diverses disciplines STEAM.

- **Khan Academy** propose une gamme complète de cours en ligne gratuits en mathématiques, sciences, programmation, etc. La plateforme fournit des vidéos pédagogiques, des exercices pratiques et un suivi des progrès, ce qui permet aux éducateurs de compléter leur enseignement en classe par des ressources personnalisées et interactives.

- **[PBS LearningMedia](#)**

PBS LearningMedia est une vaste bibliothèque numérique qui offre un accès gratuit à un large éventail de ressources éducatives. Les enseignants peuvent y trouver des plans de cours, des vidéos et des activités interactives axés sur les STEAM, conçus pour susciter l'intérêt des élèves et s'aligner sur les normes du programme scolaire. La plateforme s'adresse à différents niveaux scolaires, ce qui garantit la flexibilité nécessaire pour répondre à divers besoins éducatifs.

- **[TeachEngineering](#)**

TeachEngineering est une bibliothèque numérique qui fournit aux enseignants une multitude de leçons STEM et d'activités pratiques gratuites et conformes aux normes. Développée par des professeurs d'ingénierie et des pédagogues, la plateforme favorise l'intégration des principes d'ingénierie dans les matières STEM traditionnelles. Les enseignants peuvent explorer une variété de ressources qui favorisent l'apprentissage par l'expérience et la résolution de problèmes.

- **[Google for Education](#)**

Google for Education propose un ensemble d'outils et de ressources gratuits destinés aux enseignants afin d'améliorer la coopération, la créativité et la communication au sein de la classe. Applied Digital Skills (compétences numériques appliquées) par Google fournit des plans de cours qui intègrent la technologie dans diverses matières, favorisant ainsi la culture numérique et le développement des compétences. En outre, Google Classroom facilite la communication et la gestion des devoirs.

- **[Scratch du MIT Media Lab](#)**

Scratch est un langage de programmation gratuit et une communauté en ligne développés par le MIT Media Lab. Il permet aux enseignants d'introduire des concepts de codage de manière créative et interactive. Les enseignants peuvent accéder à une variété de ressources gratuites, y compris des tutoriels et des idées de projets, pour engager les élèves dans le codage et la pensée computationnelle.

- **[National Geographic Education](#)**

National Geographic Education propose une gamme de ressources gratuites qui relient les sujets STEAM à l'exploration et à la découverte du monde réel. Les enseignants peuvent accéder à des plans de cours, des cartes et des contenus multimédias pour intégrer la géographie, la science et la narration dans leurs pratiques d'enseignement.

- **[Code.org](#)**

Code.org est une organisation à but non lucratif qui fournit des ressources de codage gratuites aux enseignants. La plateforme propose des programmes d'études, des cours en ligne et des activités de codage adaptés à différents niveaux scolaires. Les enseignants peuvent doter leurs élèves de compétences essentielles de codage tout en encourageant la pensée computationnelle et la résolution de problèmes.

- **STEM Teaching Tools**

STEM Teaching Tools, développé par l'Institute for Science + Math Education (Institut pour l'enseignement des sciences et des mathématiques), fournit des ressources gratuites pour soutenir des pratiques d'enseignement STEM efficaces. Les enseignants peuvent accéder à des stratégies pédagogiques, des scénarios de classe et des boîtes à outils qui améliorent la mise en œuvre de l'enseignement des STEM.

- **MSAP Center**

Le site web des ressources STEM du Centre MSAP offre aux pédagogues une plateforme complète et conviviale pour explorer et intégrer les STEM dans leur programme d'études. Classé par sujet et par type de ressource, le site offre une gamme variée de matériel, y compris des plans de cours, des activités, des jeux, des vidéos et des quiz. Le site propose notamment un espace dédié aux enseignants, qui leur permet de s'inscrire pour obtenir un compte gratuit et d'assigner des quiz et des jeux aux élèves, en consultant électroniquement leurs résultats à des fins d'évaluation. En outre, le site web fournit des ressources spécialement conçues pour les élèves, afin d'éveiller leur curiosité et de stimuler leur intérêt pour les domaines des STEM par le biais d'expériences d'apprentissage interactives.

- **Le projet IN2STEAM** « Inspirer la prochaine génération de filles grâce à un apprentissage STE(A)M inclusif dans l'enseignement primaire » - proposant un apprentissage STE(A)M appliquant les principes de l'art et de la conception à l'enseignement des sciences par le biais de méthodes incluant le genre. Les ressources comprennent un programme de formation en ligne et une boîte à outils numérique sur l'apprentissage STE(A)M pour les enseignants et les formateurs des écoles primaires, ainsi qu'un modèle d'évaluation comportementale guidant les enseignants dans les méthodes pédagogiques sur la façon de mesurer efficacement le changement de comportement des élèves (en particulier des filles) à l'école primaire en utilisant l'approche testée des projets vers l'apprentissage STE(A)M.

- **GeoGebra** - Des outils numériques gratuits pour les activités en classe, les graphiques, la géométrie, un tableau blanc collaboratif et plus encore pour rendre les mathématiques et la géométrie plus amusantes et plus pratiques. Il propose également des ressources mathématiques prêtes à l'emploi pour l'algèbre, la géométrie, le sens des nombres, les mesures, les opérations, les statistiques et les probabilités pour les niveaux 4 à 8 afin d'améliorer l'exploration et la pratique des élèves.

- **ESA – The European Space Agency Primary classroom resources** (ressources pour les classes de primaire par l'Agence spatiale européenne) couvrent un large éventail de sujets scolaires liés aux sciences, aux mathématiques, à la technologie, à l'ingénierie et aux arts. Chaque ressource pour la classe est composée d'un guide de l'enseignant et de fiches de travail pour les élèves avec des activités pratiques.

Chapitre 4 : Favoriser la curiosité chez les filles

L'apprentissage pratique et l'expérimentation en milieu scolaire

« L'apprentissage pratique (ou kinesthésique) consiste pour l'élève à participer ou à réaliser des activités physiques en rapport avec la matière plutôt que d'écouter un cours magistral. Les élèves apprennent en faisant : en s'engageant dans la matière pour résoudre un problème ou créer quelque chose. » (TheThinkingKid, 2021). En outre, « l'apprentissage pratique, également connu sous le nom d'apprentissage par l'expérience ou d'apprentissage actif, est une approche éducative qui met l'accent sur l'engagement direct et l'expérience pratique dans le processus d'apprentissage. Il implique une participation active, la manipulation de matériaux et l'application des connaissances et des compétences dans le monde réel. » (ProctorEdu). Si l'apprentissage pratique peut s'appliquer à toutes les matières scolaires, comme la littérature en écrivant des poèmes ou des histoires ou l'histoire en recréant un certain événement historique, il est particulièrement approprié pour les matières STEM. Il semble que leur nature expérimentale, scientifique et transdisciplinaire fonctionne particulièrement bien avec l'approche de l'apprentissage pratique (également connue sous le nom de HOL pour « hands-on learning »).





La plus grande différence entre l'enseignement traditionnel et l'apprentissage par le biais d'expériences pratiques réside dans **l'implication des élèves dans le processus** ; ce dernier encourage, ou mieux, exige une participation active, à la fois de la part des enseignants et, plus important encore, de la part des élèves.

D'autre part, les **méthodes d'enseignement traditionnelles** dans lesquelles l'enseignant parle et les étudiants écoutent ou écrivent sont connues comme des **méthodes passives**. Les différences d'approches se traduisent par des ensembles différents de compétences acquises au cours des deux méthodes pédagogiques et par des niveaux différents de connexion en profondeur avec le sujet étudié. Lorsque les élèves manipulent activement la matière étudiée, ils comprennent mieux les concepts enseignés et mémorisent mieux la matière introduite que lorsqu'ils écoutent un enseignant et prennent des notes sur le sujet. Des études ont montré que lorsque les élèves écoutent passivement, ils retiennent 20 % des informations présentées, contre 75 % lorsqu'ils sont autorisés à mettre en pratique ce qu'ils viennent d'apprendre (Moore, 2022).

Dans les deux méthodes d'apprentissage, traditionnelle et pratique, **les enseignants jouent un rôle important** ; la différence réside dans la dynamique qu'ils entretiennent avec les élèves. Comme nous l'avons dit, dans le cadre de l'apprentissage pratique, les élèves sont activement impliqués dans le processus tandis que l'enseignant guide (si possible discrètement) les activités et s'assure que les exercices sont adaptés à l'âge des élèves et que l'environnement est sûr et inclusif pour tous les participants.

L'approche pratique de l'apprentissage présente de nombreux avantages avérés pour les élèves qui s'engagent dans cette méthode. Parmi le large éventail de compétences que cet apprentissage favorise (persévérance, adaptabilité, résolution de problèmes, pour n'en citer que quelques-unes), il encourage également les compétences souvent mentionnées des 4 C, importantes pour fonctionner dans le monde d'aujourd'hui : la créativité, la communication, la coopération et l'esprit critique ou critiques constructives (Singh, 2021).

Tout ce qui précède est également important et bénéfique pour tous les élèves, indépendamment de leur genre, de leur origine ethnique ou d'éventuels handicaps. Des études ont montré que les enfants qui sont initiés aux concepts STEM à un jeune âge (moins de 11 ans) sont plus susceptibles de poursuivre des études dans ce domaine. Cela est particulièrement important pour les filles qui sont sous-représentées dans le domaine des STEM et si le fait d'être initié à l'apprentissage pratique dès les premiers stades de leur développement peut contribuer à susciter un intérêt pour les matières STEM à l'avenir, sa présence devrait être davantage encouragée dans l'enseignement préscolaire et dans les premières années d'école. Une bonne expérience des matières STEM dans les premières années pourrait même conduire à choisir un programme d'études dans le domaine des STEM et, par conséquent, augmenter la représentation des filles dans le monde du travail des STEM.

Les autres types d'apprentissage STEAM

L'éducation aux STEAM est fortement basée sur l'apprentissage pratique, mais il existe également d'autres types d'apprentissage qui correspondent particulièrement bien à ce que l'apprentissage des STEAM tente de promouvoir. Tout d'abord, il y a l'apprentissage par projet (APP ou PBL en anglais, pour « *project-based learning* »), qu'il ne faut pas confondre avec les projets scolaires. Dans



le cadre de l'APP, les élèves apprennent à connaître le monde en s'engageant activement dans des projets concrets et personnellement significatifs afin de modifier ou de surmonter les obstacles qui affectent le monde réel (comme le changement climatique, les soins de santé, la violence, ...). L'APP est « *une méthode d'enseignement qui donne vie à l'apprentissage, stimule la créativité et la curiosité des élèves et leur permet d'explorer les liens entre l'école et le monde qui les entoure.* » (pi-top.com)

Le deuxième type d'apprentissage, qui va très bien de pair avec l'apprentissage des STEAM, est **l'apprentissage par l'investigation** (ou IBL en anglais pour « *inquiry-based learning* »). Ce type d'apprentissage tente de susciter la curiosité des élèves et de les encourager à s'engager à un niveau profond. Au lieu de donner des réponses aux élèves, comme dans les méthodes d'enseignement

traditionnelles, on les encourage à les chercher eux-mêmes, ce qui permet de créer un environnement d'apprentissage plus fort et plus cohérent. Ces deux types d'apprentissage favorisent l'acquisition de compétences similaires à celles de l'apprentissage des STEAM, ils sont tous axés sur l'élève, centrés sur les processus et ancrés dans le monde réel. Ce sont toutes les raisons pour lesquelles ils fonctionnent très bien ensemble et peuvent bénéficier l'un de l'autre.

À son fondement, l'apprentissage des STEAM combine la science, la technologie, l'ingénierie, les arts et les mathématiques, et cette combinaison transdisciplinaire de matières énoncées peut également se retrouver dans d'autres environnements, et pas seulement scolaires. Les élèves peuvent entrer en contact avec l'apprentissage des STEAM depuis leur domicile grâce à différents **outils** (jouets, applications mobiles), dans le cadre d'activités extrascolaires (clubs STE(A)M, camps STE(A)M, cours STE(A)M, ...), dans des lieux publics tels que les bibliothèques, les espaces de création (makerspaces), les musées, les maisons de jeunes, etc.

Compte tenu de l'énorme popularité de l'utilisation des **écrans** (et pas seulement par les jeunes), il convient de mentionner différentes **applications et programmes**. De nombreuses applications sont conçues en particulier pour l'apprentissage des STEAM. En voici quelques-unes pour le codage : ScratchJr, Daisy the Dinosaur, SpriteBox, Code Karts - toutes ces applications combinent le codage simple avec l'amusement (dinosaures qui dansent, voitures qui bougent, etc.). Toontastic, Pencil 2D, Opentoonz, Blender et bien d'autres sont des logiciels d'animation qui conviennent également aux jeunes enfants. Certaines de ces programmes et applications sont commercialisés comme étant spécialement conçus pour les filles. Bien que cela puisse être une bonne chose, il convient de mentionner qu'il faut être très prudent lorsque l'on choisit des applications décrites comme telles (conçues pour les filles). Il s'agit d'un domaine qu'il convient d'aborder avec beaucoup de soin et de prudence afin de ne pas reproduire davantage les stéréotypes de genre, mais de contribuer à les éliminer et à renforcer l'autonomie des filles.

Il existe également de nombreux jouets pour les jeunes enfants qui peuvent être utilisés pour l'apprentissage des STEAM. Certains d'entre eux sont conçus pour l'apprentissage des STEAM et peuvent être assez coûteux (par exemple les jouets pour l'apprentissage précoce du codage comme Bee-Bot et Code-a-Pillar ou différents kits STEAM), tandis que d'autres sont des jouets plus simples



que la plupart des enfants ont déjà à la maison. Si nous regardons de plus près ce que les enfants apprennent lorsqu'ils jouent avec des LEGOS : en assemblant des briques pour construire une maison, ils apprennent les concepts de base de l'ingénierie et des mathématiques ; en jouant à faire semblant avec des personnages LEGO, ils racontent des histoires - et juste comme ça, ils intègrent



inconsciemment l'apprentissage des STEAM à travers le jeu. Il en va de même pour d'autres jouets plus courants tels que les puzzles, les briques, les cartes et les jeux de société ; différents domaines STEAM sont couverts intuitivement par le jeu.

Il est important de garder à l'esprit les stéréotypes de genre et d'être particulièrement vigilant lors du choix des jouets avec lesquels les filles joueront. Les jouets ne doivent pas être divisés en deux catégories, l'une pour les garçons et l'autre pour les filles, mais doivent être neutres du point de vue du genre.

Encourager le questionnement et les explorations

Poser des questions fait partie intégrante de l'apprentissage des STEAM : que se passe-t-il si je fais ceci, pourquoi cela s'est-il produit, comment puis-je faire fonctionner cela, ... Si nous voulons renforcer l'esprit critique et les compétences de résolution de problèmes chez les élèves, poser des questions et y répondre devrait devenir un élément du processus d'apprentissage (Singh, 2021). Mais pour que les élèves se sentent à l'aise pour poser toutes ces questions et éliminent la peur de poser les « mauvaises » questions, le rôle de l'enseignant est mis en lumière. Les chercheurs soulignent l'importance des enseignants dans la création d'un environnement stimulant et favorable où les élèves se sentent à l'aise pour explorer l'incertitude (Jirout et al., 2018).

Les enseignants doivent être en mesure de soutenir la curiosité des enfants en régulant le niveau de défi ou challenge présenté aux élèves et en les aidant à s'orienter vers des éléments d'information, des questions et des problèmes pertinents (Jirout et al., 2018). Ils doivent offrir un environnement sûr, valoriser les diverses contributions et soutenir la confiance des élèves par un retour d'information ou feedback constructif (Scott-Barrett, 2023). Pour que les élèves soient curieux, ils doivent être à l'aise avec une plus grande part d'incertitude. C'est lorsqu'ils sont à l'aise que le questionnement et l'exploration peuvent commencer (Jirout et al., 2018).

Voici quelques moyens pour les enseignants de promouvoir le **confort face à l'incertitude** : offrir des occasions de **réfléchir**, de **poser des questions**, de **participer** et de **répondre** - inciter les élèves à poser des questions, les encourager à réfléchir à d'autres idées, établir des liens entre ce que les élèves savent déjà et ce qu'ils ne savent pas, pour n'en citer que quelques-uns, mais il convient également de mentionner que les enseignants devraient toujours répondre aux questions de manière positive, verbalement et non verbalement (Jirout et al., 2018).

Un autre point auquel les enseignants doivent prêter attention est qu'ils doivent prendre le temps et être patients lorsqu'ils attendent que les élèves répondent ; certains élèves ont besoin de plus de temps que d'autres et cela doit être pris en considération.

Nous pouvons maintenant nous pencher sur des situations d'apprentissage des STEAM plus pratiques, qui montrent comment susciter la curiosité et le questionnement chez les enfants. L'un des projets de recherche portant sur des exemples pratiques de quatre programmes d'apprentissage des STEAM au Canada (deux scolaires et deux extrascolaires) a recensé de nombreuses façons d'encourager la curiosité des élèves pendant les cours. **Les jeux, les récits, les activités manuelles d'artisanat et les questions de recherche** sont autant de moyens utilisés par les enseignants pour susciter l'intérêt et la curiosité au début de l'activité (Bertrand, Numikasa, 2020). L'un des enseignants ayant participé à la recherche a déclaré qu'en procédant ainsi, « vous activez la curiosité naturelle des enfants, leur intérêt naturel à comprendre comment les choses fonctionnent et comment ils peuvent les améliorer. » (Bertrand, Numikasa, 2020, p. 46).

En conclusion, nous pouvons constater que les enseignants jouent un rôle crucial dans la promotion de la curiosité chez les élèves. Il existe de nombreuses façons d'y parvenir, mais pour ce faire, les enseignants doivent être prêts à participer activement au processus d'apprentissage et à fournir un environnement sûr et inclusif.



Développer les compétences de résolution de problèmes

La prise de risques intellectuels qui se produit à travers l'exploration de l'incertitude et l'acquisition de nouvelles informations (Jirout et al., 2018) nous amène à une autre compétence importante de formation du caractère encouragée par l'apprentissage des STEAM, qui est la résolution de problèmes.

La recherche montre que l'apprentissage des STEAM, comparé aux seuls STEM, peut toucher davantage d'élèves et fournir du contenu pour la résolution de problèmes authentiques (Roberts & Schnepf, 2020). Voici 10 caractéristiques des exercices authentiques que les enseignants peuvent utiliser lorsqu'ils conçoivent des activités : des **tâches du monde réel** plutôt que des tâches en classe, des **problèmes** qui ne sont pas faciles à résoudre et qui sont ouverts à de multiples interprétations, des **tâches complexes** qui nécessitent une investigation continue, des perspectives multiples, la collaboration, la réflexion, des liens interdisciplinaires, une évaluation intégrée qui s'intègre de manière transparente à la tâche principale, des produits polis, des interprétations et des résultats multiples (Herrington et al., 2002).

L'**échec** est généralement associé à quelque chose de mauvais ou de négatif. C'est quelque chose qui n'est généralement pas encouragé, en particulier dans les écoles traditionnelles et par le biais de méthodes d'enseignement traditionnelles. D'un autre côté, l'échec joue un rôle important dans l'apprentissage des STEAM, en particulier dans le développement des compétences de résolution de problèmes. En raison de ce changement important dans la perception de l'échec dans l'environnement d'apprentissage des STEAM, le rôle de l'enseignant est une fois de plus mis en évidence.

Les enseignants devraient encourager l'échec dans le cadre de l'apprentissage des STEAM où les essais et erreurs sont des éléments essentiels du processus (Milanovic et al., 2023). Avec l'aide d'un enseignant, les élèves devraient **apprendre à perdre la peur de l'échec et en tirer profit**.

Si nous jetons un coup d'œil au sous-chapitre précédent, nous pouvons voir que ces plus grands niveaux d'incertitude (qui sont également encouragés dans l'apprentissage des STEAM) conduisent à un plus grand défi ou challenge pour les résoudre, ce qui pose le risque d'une plus grande chance d'échec. Bien que les gains de connaissances soient plus importants que lors de la résolution de niveaux d'incertitude plus faibles (Jirout et al., 2018).

Pour comprendre l'importance de l'échec dans l'acquisition de compétences de résolution de problèmes, nous pouvons examiner un **processus de conception et d'acquisition**, qui comprend les six étapes suivantes : **planifier - concevoir - fabriquer - tester - reconcevoir - répéter**. Grâce à ce processus, les élèves apprennent la persistance et l'adaptabilité (Bertrand, Namukasa, 2020), mais aussi la **collaboration, l'exploration, l'analyse** et la **discussion** de nouvelles idées (Milanovic et al., 2023).

L'un des instructeurs interrogés dans le cadre de la recherche mentionnée dans le sous-chapitre précédent, à propos de quatre programmes d'apprentissage des STEAM différents, a déclaré avoir créé un **environnement d'apprentissage** où l'échec et l'itération étaient intégrés à la leçon pour que les élèves ne craignent pas de **faire des erreurs et d'essayer de nouvelles choses** (Bertrand & Namukasa, 2020). L'un des enseignants a observé que les élèves n'étaient parfois pas disposés à réessayer même lorsque quelque chose ne fonctionnait pas ; en réponse, un autre enseignant a proposé que l'apprentissage aux STEAM devrait : « *commencer dès les plus jeunes années et cette idée de construire, de concevoir et d'essayer à nouveau, d'être résilient, de savoir combien de prototypes il faut avant [d'obtenir le produit final] dans le monde réel... Vous n'obtiendrez jamais un produit final sans passer par ce processus désordonné d'essai-échec-recommencement et répétition.* » (Bertrand & Namukasa, 2020, p. 52)..

Lorsque les élèves sont confrontés, par exemple, à une **activité d'apprentissage pratique qui implique des défis du monde réel**, ils intègrent des processus mentaux tels que la pensée analytique, l'évaluation critique de la situation et les solutions créatives. Grâce à la résolution de problèmes pratiques, les élèves acquièrent des compétences importantes qui peuvent être appliquées au-delà de la salle de classe (Main, 2023).

Promouvoir l'esprit critique

Un autre avantage de l'apprentissage des STEAM est la promotion de l'esprit critique chez les élèves. Grâce au processus d'apprentissage STEAM, ils renforcent leurs capacités de réflexion critique, qui sont des compétences très importantes dans les contextes du monde réel, non seulement dans la formation continue, mais aussi à la maison et sur le lieu de travail.

Les chercheurs soulignent que l'éducation aux STEAM permet aux élèves de réfléchir de manière critique à diverses questions. Les élèves font preuve d'un haut niveau de réflexion au cours du processus de résolution des problèmes lorsqu'ils appliquent les connaissances du contenu de manière innovante (Singh, 2021). Bon nombre des compétences déjà mentionnées ci-dessus qui peuvent être encouragées par l'apprentissage des STEAM sont étroitement liées à l'esprit critique.

Le questionnement, l'exploration, l'établissement de liens, l'analyse d'informations, la résolution créative de problèmes et l'apprentissage collaboratif sont autant d'activités qui favorisent l'esprit critique.

Dans les activités STEAM, les élèves n'ont pas besoin de s'appuyer sur leur mémoire comme c'est le cas dans les méthodes d'enseignement traditionnelles, mais ils apprennent en observant les résultats qui découlent de leurs décisions (Moore, 2022), ce qui est une autre façon pour l'apprentissage des STEAM de promouvoir l'esprit critique.

Examinons à nouveau ce que les enseignants ont dit à ce sujet dans **quatre programmes d'apprentissage des STEAM** analysés dans l'article. Une enseignante de l'un de ces programmes a souligné qu'elle ne s'intéressait pas tant au produit qu'au processus. Elle a déclaré que l'un des objectifs d'apprentissage des élèves « est l'esprit critique, afin qu'ils puissent élaborer un plan... et analyser de manière critique [leur] plan pour s'assurer qu'il est génial et réalisable, de sorte que la conception précède toujours la construction » (Bertrand & Namukasa, 2020, p. 50). Pour le développement de l'esprit critique, le succès du résultat final n'est pas si important que cela, contrairement au processus qui se déroule entre les deux (questionnement, collaboration, détection des problèmes, recherche de solutions, etc.). Ce processus permet d'exercer toutes les compétences essentielles et d'acquérir des connaissances approfondies. C'est la principale différence entre l'apprentissage des STEAM et les méthodes d'enseignement traditionnelles axées sur la performance, où les résultats et les notes sont au centre de l'intérêt des élèves. Et tout comme pour vaincre la peur de l'échec, passer de la rédaction de réponses à la formulation de questions, passer de l'observation passive de ce que les enseignants disent ou font à la participation active au processus, apprendre qu'il y a plusieurs façons de parvenir à une solution plutôt qu'une seule, une fois de plus, les enseignants jouent un rôle crucial. Ce sont eux qui peuvent responsabiliser les élèves et les doter des compétences nécessaires à la construction de leur personnalité pour leur avenir, à l'école comme en dehors.

Chapitre 5: Les stratégies d'autonomisation des filles dans les STEAM

Comme illustré ci-dessus, l'intérêt et l'engagement des filles pour l'éducation aux STEAM et les carrières futures doivent être encouragés dès le plus jeune âge. Dans ce chapitre, nous proposerons et examinerons certaines stratégies visant à **renforcer l'autonomie des filles à l'école et dans l'environnement familial**.

La conception de programmes d'études inclusifs

Les systèmes éducatifs de tous les pays européens affichent des caractéristiques distinctives dans leurs approches, leurs méthodologies et leurs structures, et cette diversité se reflète également dans l'approche qu'ils adoptent lorsqu'il s'agit d'intégrer les STEAM dans les programmes d'études. Malgré les différences, une caractéristique commune émerge dans tous les pays partenaires - une **déficience partagée dans la représentation adéquate des expériences et contributions inestimables des femmes dans le domaine des STEM**. Cette sous-représentation s'étend au-delà du genre pour englober des personnes d'origines sociales, culturelles ou ethniques diverses, créant ainsi une couche supplémentaire de disparité dans l'éducation aux STEAM. Les récits utilisés dans les programmes d'études standards passent souvent sous silence les réalisations remarquables et les rôles essentiels joués par des **personnes d'origines diverses**. Les élèves perdent ainsi l'occasion d'acquérir une compréhension globale des avancées scientifiques réalisées par des individus indépendamment de leur genre, leur origine ethnique, leur nationalité, leur religion ou d'autres caractéristiques qui les rendent différents, tels que les scientifiques neurodivergents ou les personnes en situation de handicap.

Des **initiatives innovantes d'éducation aux STEAM poussant vers plus d'inclusivité** (pas seulement en ce qui concerne le genre) ont été mises en œuvre dans toute l'Europe pour apporter une réponse à ces réalités. Par exemple, la Finlande, un pays qui propose déjà un apprentissage sans distinction de genre, a intégré l'enseignement du codage et de l'informatique dans son programme national afin de stimuler l'intérêt pour les STEM (Microsoft, 2017). Toutefois, ces initiatives se heurtent encore à des obstacles dans certains pays, tant au niveau national qu'institutionnel (Alam et al., 2021). Premièrement, la barrière du genre, car la lutte contre les stéréotypes profondément enracinés entourant les femmes dans les STEAM nécessite une approche à plusieurs niveaux et une transformation complète des cultures éducatives. Ensuite, une barrière socio-économique empêche les étudiants issus de milieux à faibles revenus et appartenant à des minorités ethniques d'accéder à une éducation aux STEAM de qualité en raison de stéréotypes négatifs omniprésents. Enfin, les barrières structurelles sont liées au manque de ressources dans les écoles ou à l'absence de formation adéquate pour les enseignants (Milanovic et al., 2023).

Il faudra du temps pour atteindre l'objectif de définir un **curriculum inclusif**, mais ces barrières ne sont pas insurmontables. Au fur et à mesure que les initiatives se multiplieront, elles tomberont

progressivement les unes après les autres. Une solution possible qui a été évoquée pour aborder la question du curriculum de STEAM consiste à créer un cadre européen commun pour l'enseignement des STEM (Alam et al., 2021).

L'idée d'un cadre d'enseignement et d'apprentissage transversal, coordonné, étayé et synchronisé pourrait donner un coup de pouce à l'adoption d'une éducation aux STEAM innovante et inclusive, conduire à une optimisation des ressources à long terme pour chaque pays et encourager un plus grand nombre de personnes, en particulier les filles, à choisir des parcours professionnels dans les STEAM (Alam et al., 2021). **Un cadre alternatif pour les programmes d'études des STEAM a été élaboré dans le cadre d'un projet de l'UE, CHOICE**, indiquant les domaines nécessitant une amélioration et proposant de nouvelles approches de l'éducation aux STEAM.

Mais la question principale est la suivante : **sur quels éléments un programme d'études inclusif doit-il se concentrer ?** Bien entendu, la réponse est multidimensionnelle. Voici quelques aspects clés à prendre en compte :

- **L'inclusion des genres** : le programme d'études contrecarre les stéréotypes de genre dans les domaines des STEAM où la représentation masculine était traditionnellement dominante. Il s'agit d'encourager les filles à s'intéresser à ces domaines et de fournir des rôles modèles et du matériel qui défient les normes de genre traditionnelles. Cette approche devrait être valable pour toutes les matières, par exemple en encourageant les garçons dans la lecture et les arts.
- **L'inclusion culturelle** : le programme scolaire intègre un contenu pertinent et diversifié sur le plan culturel, reflétant les différents contextes multiculturels des enfants en Europe. Cela pourrait contribuer à engager les élèves qui se sentent déconnectés de l'approche traditionnelle en raison d'un manque de représentation de leur culture.
- **L'accessibilité et l'adaptabilité** : le programme d'études doit être conçu de manière à être accessible aux enfants ayant des besoins divers, y compris ceux présentant des handicaps ou des troubles spécifiques de l'apprentissage (ou troubles Dys). Cela peut impliquer d'adapter les méthodes d'enseignement pour tenir compte des différents styles d'apprentissage et de choisir autant que possible une approche pratique.
- **L'apprentissage collaboratif** : le programme scolaire permet aux enfants ayant des atouts et des lacunes différents de se soutenir mutuellement et d'apprendre en collaboration.
- **Le développement professionnel des enseignants** : le programme doit prévoir une formation sur les pratiques d'enseignement inclusives, la compétence interculturelle et les stratégies pour faire participer tous les élèves.
- **L'apprentissage par projet** : le programme scolaire permet aux enfants de s'engager dans des projets pratiques et concrets reliant la théorie à l'application dans le monde réel, qui peuvent être adaptés à différents niveaux de compétences et d'intérêts.
- **L'apprentissage créatif** : le programme scolaire intègre des opportunités créatives pour engager les enfants qui pourraient ne pas être aussi intéressés par les matières STEM traditionnelles.

Un **programme d'études inclusif** aurait de multiples effets bénéfiques sur les enfants, les enseignants et la société en général, car il améliore les expériences d'apprentissage en s'adaptant à divers styles et en favorisant une meilleure **compréhension des concepts STEAM**.

En outre, l'intégration des arts dans les domaines des STEM favorise la créativité ainsi que la pensée analytique, encourageant la résolution innovante de problèmes et élargissant les perspectives. La recherche indique que les pratiques inclusives améliorent les résultats scolaires de tous les élèves. Selon une étude menée par Rashida Robinson, un programme d'études inclusif a élargi la perception qu'ont les filles de ce que peut être un scientifique et a amélioré leur confiance et leur conviction en leur capacité à réussir dans les sciences (Robinson, 2021). De même, **les élèves ayant des besoins spécifiques bénéficient considérablement des programmes d'études inclusifs**, car ils obtiennent des ressources et des stratégies pour réussir. L'éducation aux STEAM développe naturellement l'esprit critique, et une approche inclusive étend ces avantages à diverses démographies d'étudiants.

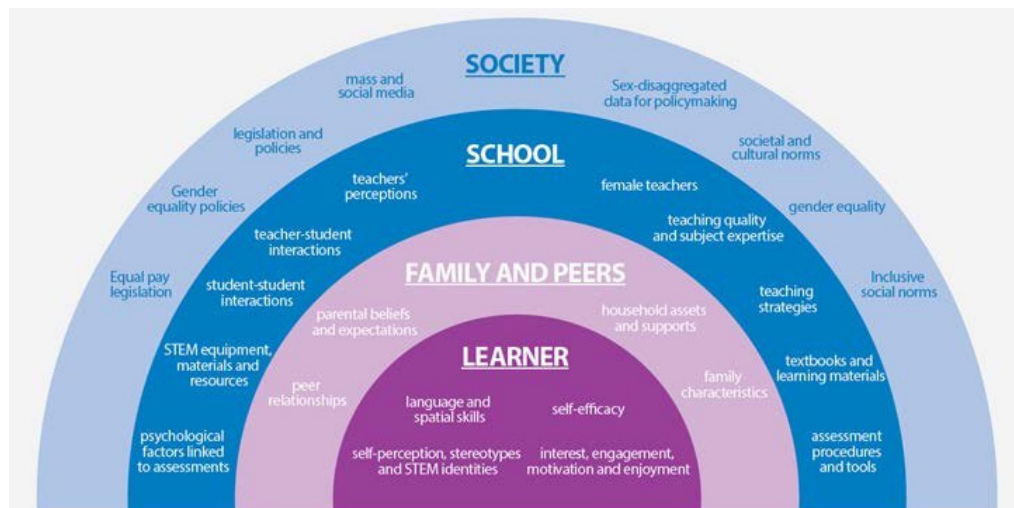
L'apprentissage collaboratif, une caractéristique clé de l'éducation inclusive, renforce les compétences sociales et l'empathie, en brisant les stéréotypes liés au genre et à la culture. En outre, les programmes d'études inclusifs préparent et forment les étudiants à devenir des membres actifs d'une population diversifiée, en favorisant une exposition précoce à des environnements variés. Lorsque les élèves voient leurs intérêts reflétés dans l'éducation, la participation et la motivation augmentent, ce qui permet de remédier à l'aliénation potentielle dans les STEAM.

Enfin, **l'impact sociétal de l'éducation inclusive est important**, car il favorise une société tolérante et ouverte d'esprit. Les élèves éduqués dans des environnements diversifiés sont plus susceptibles de contribuer positivement à leurs communautés, en plaidant pour l'égalité et l'innovation. En résumé, un programme d'études des STEAM inclusif améliore non seulement l'éducation individuelle, mais contribue également à des objectifs sociétaux plus larges.

Le rôle des parents

De nombreux facteurs peuvent avoir un impact sur l'intérêt des filles pour les matières STEAM : des facteurs psychologiques, tels que l'auto-efficacité, l'influence des pairs, l'environnement scolaire, les normes culturelles, les représentations dans les médias, etc. Parmi ces facteurs, le soutien et l'influence des parents arrivent incontestablement en tête de liste.

Fig. 2. Cadre écologique des facteurs influençant la participation, la réussite et la progression des filles et des femmes dans les études STEM (titre original : Ecological framework of factors influencing girls' and women's participation, achievement and progression in STEM studies) (UNESCO, 2017)



Les croyances, les attitudes, les valeurs et la connaissance du contenu des matières STEM des parents sont appelées « **capital scientifique** » (McNally et al., 2022). Le capital scientifique des parents façonne en fin de compte la participation, la réussite et la progression de leurs enfants dans les études des STEAM (Alam et al., 2021). Indéniablement, le niveau d'éducation et la profession des parents, ainsi que leur statut socio-économique, influencent l'intérêt des enfants pour les matières STEAM. Des études ont montré que la présence d'un membre de la famille travaillant dans un domaine des STEM, non seulement les parents mais aussi les membres de la famille élargie, contribue à accroître la motivation à s'engager dans des activités STEAM (Johnson, 2019).

Cependant, **les croyances de la plupart des parents sont encore très influencées par les stéréotypes de genre sur les capacités des filles** dans les STEM. Il est intéressant de noter que ces stéréotypes semblent avoir une plus grande influence sur le choix de carrière futur des enfants que le niveau d'éducation ou la profession des parents (Alam et al., 2021). La manifestation de ces stéréotypes dans les croyances parentales peut conduire à des préjugés subtils, affectant le niveau d'encouragement, les ressources et l'orientation fournis aux filles dans leur poursuite des STEAM. Les préjugés inconscients peuvent influencer les parents à détourner leurs filles des activités STEAM ou à favoriser involontairement un environnement dépourvu du soutien nécessaire pour les encourager à développer des aspirations dans ces domaines.



Dans ce contexte, **que peuvent faire les parents** pour aider à surmonter les stéréotypes, contraster les préjugés et offrir de meilleures opportunités à leurs filles tout en contribuant à combler le fossé des STEAM ? Voici quelques suggestions (Built by Me®, 2019 ; Kekelis, 2017):

- **Exposez les filles à des rôles modèles féminins et surveillez ce qu'elles apprennent des médias** : il est crucial que les filles soient exposées à des histoires mettant en scène des personnages féminins intelligents et indépendants. De nos jours, un nombre croissant de livres, de dessins animés et d'autres médias optent pour des récits qui brisent les stéréotypes de genre au lieu de les perpétuer.
- **Proposez des expériences pratiques** : évitez de choisir des jouets genrés et perpétuant les stéréotypes de genre. Proposez aux filles une variété de jouets, y compris des ensembles d'outils, des kits scientifiques ou des blocs de construction, et laissez-les choisir ce qu'elles aiment.
- **Envisagez des activités extrascolaires liées aux STEAM** : ces activités permettent de vivre des expériences réelles avec les STEAM et les aident à renforcer leur confiance en elles. Selon diverses études, les filles qui s'engagent dans des activités extrascolaires liées aux STEAM sont plus susceptibles de poursuivre une carrière dans les STEAM plus tard dans leur vie.

- **Encouragez-les mais apprenez-leur aussi à accepter l'échec** : afin de créer un environnement d'apprentissage des STEAM favorable et pertinent, il est également essentiel que les filles comprennent que l'échec fait partie du processus scientifique, puisqu'il repose sur la méthode essai-erreur. Veillez à les encourager à réessayer et à ne pas mettre l'accent sur leurs erreurs.

Enfin, il faut souligner qu'encourager les filles dans leur intérêt pour les **STEAM ne signifie pas développer la pression parentale**. Certains parents peuvent avoir des objectifs extrêmement élevés à atteindre pour leurs enfants et exercer une pression excessive sur eux, ce qui peut devenir contre-productif (Salvatierra & Cabello, 2022). La pression parentale peut avoir de nombreux effets dévastateurs sur les enfants (Moore, 2022), principalement sur leur santé mentale et leur estime de soi. Ne créez pas une atmosphère de compétition, mais cultivez plutôt la curiosité et l'intérêt des filles pour les sciences.

Le rôle des enseignants et des éducateurs

Des stratégies d'enseignement qu'ils adoptent aux interactions qu'ils ont avec les élèves, les enseignants et les éducateurs jouent un rôle extrêmement impactant lorsqu'il s'agit d'influencer la participation des filles aux STEAM, Ils doivent reconnaître leur responsabilité, cultiver et soutenir les efforts des parents pour engager les filles dans les STEAM. Les enseignants peuvent se concentrer sur les trois actions suivantes (Kekelis, 2017) :

- **Inviter** les familles à participer à des activités STEAM, parler aux parents de l'importance d'engager les filles dans les STEM.
- **Autonomiser les parents** pour qu'ils autonomisent leurs enfants. Établir des relations avec les partenaires et les accueillir pour qu'ils participent à l'apprentissage avec leurs filles.
- **Coach et encadrer les parents**, leur fournir des ressources et les aider à établir des liens pour soutenir leurs filles.
- **Instaurer l'équité dans l'apprentissage**. Rechercher des cadres qui présentent un bon équilibre entre les garçons et les filles, ou qui se concentrent spécifiquement sur l'apprentissage des filles.

Une autre idée pourrait être d'**impliquer les parents en tant que rôles modèles**. Recherchez des femmes travaillant dans les STEM parmi les parents et invitez-les à participer aux activités de l'école.

Encourager la participation à des activités extrascolaires liées aux STEAM

L'un des éléments mentionnés ci-dessus pour remédier à l'écart entre les genres dans l'éducation aux STEAM consiste à encourager la participation des filles aux activités STEAM. Selon une enquête menée par Microsoft (2018) sur 6.009 filles et jeunes femmes aux États-Unis, 75% des filles qui participent à des clubs et activités STEM comprennent le type de carrières qu'elles peuvent atteindre grâce à leurs connaissances des STEM, contre 53% de celles qui ne participent pas à des activités extrascolaires. En outre, 77% des filles se sont senties valorisées par les activités STEM pratiques, contre 34% pour celles qui ne s'engagent dans les STEM qu'à l'école (Microsoft, 2018). Ces chiffres soulignent le fait qu'il est important d'offrir des **possibilités d'apprentissage en dehors de l'école** lorsque le programme scolaire ne parvient pas à doter les filles de connaissances ou d'expériences

suffisantes. Parallèlement, la participation des élèves à des activités extrascolaires telles que des expositions sur les sciences, les technologies et l'ingénierie a révélé que plus l'engagement était important, plus les filles montraient une plus grande capacité à prendre des décisions éclairées sur leur avenir et des attitudes plus positives envers les sciences (Verdugo-Castro, 2022). À cet égard, les enseignants jouent un rôle central en tant qu'agents de changement dans le processus éducatif, en créant, promouvant et engageant activement les élèves dans des activités extrascolaires.

Récemment, une nouvelle tendance s'est développée dans l'enseignement des STEAM, avec la création de **clubs exclusivement composés de filles**. D'aucuns ont fait valoir que ces environnements n'étaient peut-être pas la meilleure initiative pour encourager la diversité des genres dans le domaine STEAM ou qu'ils étaient « injustes » à l'égard des garçons. Toutefois, les activités réservées aux filles présentent certains avantages, tels que la **création d'espaces sûrs pour les filles** où elles peuvent tenter des expériences de STEAM, le fait que les filles se sentent personnellement invitées à s'engager dans les STEAM, et la possibilité pour les filles intéressées par les STEAM de rencontrer d'autres filles partageant les mêmes intérêts. Les clubs réservés aux filles peuvent également être des lieux privilégiés pour discuter avec les jeunes filles de la vie des femmes dans les domaines des STEM et inviter des rôles modèles féminins à s'adresser à elles (Gender4STEM, 2020).

Si certaines écoles offrent déjà à leurs élèves la possibilité de rejoindre un club STEAM ou de participer à des activités STEAM, tous les enfants n'ont pas accès à une activité ou un club consacré aux sujets STEAM. Alors **que peuvent faire les parents et les enseignants pour améliorer cette situation** ? Ensemble, ils peuvent prendre plusieurs mesures, telles que :

- **Plaider en faveur de l'enseignement des STEAM** et demander au conseil scolaire l'inclusion d'activités STEAM dans le programme d'études.
- **Créer des activités STEAM non formelles** pour compenser le manque d'activités formelles. Il peut s'agir de créer son propre club et d'organiser des sorties au musée des sciences local ou d'organiser des ateliers en dehors des heures de classe.
- **Trouver du contenu via des ressources en ligne** pour compléter l'apprentissage traditionnel en classe. Par exemple, les ressources du projet STEAM Tales seront disponibles sur le site web du projet et offriront de formidables activités supplémentaires à mettre en œuvre en classe ou à la maison.

Un exemple d'initiative gratuite qui soutient les enseignants dans l'application de l'approche STEAM est la « **Rentrée des Sciences** » en Belgique, organisée par la **Scientothèque**, en partenariat avec le ministre de l'éducation, l'**initiative Sciences et Enseignement**, le **réseau ESERO** et l'**Euro Space Center**. L'initiative fournit des plans de cours imprimables que les enseignants du primaire peuvent mettre en œuvre en classe pendant une semaine entière. L'objectif est de proposer aux enseignants des activités plus divertissantes afin de les familiariser avec une approche plus pratique et de stimuler l'intérêt et la motivation de tous les enfants, en particulier les filles, pour les matières STEAM.

En tant qu'enseignant, restez informé des activités STEAM dans votre quartier et n'hésitez pas à fournir des informations sur celles-ci aux parents et à encourager leur intérêt.

Promouvoir l'égalité des genres dans les STEAM

Les enseignants et les éducateurs ont le pouvoir de façonner les perceptions et les choix des enfants en créant un **environnement d'apprentissage inclusif** où tous les genres sont égaux.

En tant qu'enseignant, il est crucial de montrer à vos élèves et à leurs parents que vous encouragez l'égalité des genres dans le domaine des STEAM.

Des études montrent que les jeunes filles européennes s'intéressent aux matières STEAM vers l'âge de 11 ans, mais cet intérêt diminue de manière significative lorsqu'elles atteignent l'âge de 15 ans si elles manquent d'encouragements et de soutien appropriés (Microsoft, 2017). Cela laisse une fenêtre de 4 ans aux enseignants et aux parents pour **cultiver l'intérêt des filles pour les STEAM** avant qu'elles ne décident, parfois à contrecœur, d'un autre parcours professionnel en raison des stéréotypes de genre omniprésents. Mais 4 ans, c'est une période assez courte, et c'est précisément pour cela qu'il est impératif de susciter leur intérêt pour les STEAM dès le plus jeune âge.

Cela implique plusieurs attitudes à adopter, telles que (Vivian et al., 2020):

- **Créer des opportunités équitables pour tous les enfants**, indépendamment de leur identité de genre ou de leur origine culturelle.
- **Aborder les stéréotypes de genre qui limitent l'intérêt ou la confiance des filles** dans les domaines STEAM et répandre le message que tout le monde est capable de développer des compétences liées aux STEAM. Demandez aux élèves ce qu'ils savent des personnes travaillant dans le domaine des STEAM et ouvrez la discussion sur les préjugés inconscients qui les habitent.
- **Encourager l'esprit critique et la créativité** comme approche de la résolution de problèmes. Les programmes scolaires interdisciplinaires de STEAM peuvent améliorer les résultats d'apprentissage des garçons et des filles. Faites travailler les élèves sur des projets STEAM qui correspondent à leurs intérêts personnels ou à leur culture.
- **Encourager la collaboration avec des pairs de milieux et d'expériences variés.** Les recherches montrent que les filles préfèrent une participation active et égale de tous les membres de l'équipe, alors que les garçons ont tendance à préférer la compétition, ce qui peut nuire à l'expérience d'apprentissage des filles.
- **Présenter des rôles modèles pour inspirer les élèves avec des exemples concrets** de personnes qui ont réussi avant eux. Invitez des professionnels des STEAM dans la classe pour faire le lien entre l'apprentissage et les exemples de la vie réelle. Vous pouvez également créer un système de mentorat ou tutorat avec des élèves plus âgés pour soutenir les plus jeunes.

Si vous êtes en manque d'inspiration sur la manière de plaider en faveur d'une plus grande égalité des genres dans les STEAM, vous pouvez jeter un coup d'œil à **ces initiatives qui œuvrent à la promotion des femmes dans les STEAM** :

- [Soapbox Science](#) (International)
- [Girls in STEAM](#) (International)
- [Girls Who Code](#) (International)
- [The European Platform of Women](#) (Europe)
- [FeSTEM](#) (Europe)
- [Frauen in MINT Berufen](#) (Allemagne)
- [Komm, mach MINT](#) (Allemagne)
- [Female Engineer of the Year Izbor Inženirka leta](#) (Slovénie)
- [We are HERe](#) (Italie)
- [Associazione Donne e Scienza](#) (Italie)
- [Donne nella scienza](#) (Italie)
- [WomInTech](#) (Belgique)
- [Mulheres na Ciência](#) (Portugal)
- [STEM for Her](#) (USA)
- [Stemettes](#) (Royaume-Uni)

Inspirer les filles et les femmes dans les STEAM

N'oubliez jamais que la représentation est importante ! Nous avons déjà documenté l'importance de présenter aux filles des rôles modèles féminins dès leur plus jeune âge. Cependant, comme dans les domaines STEAM réels, il y a un manque de représentation des filles et des femmes dans le matériel pédagogique ainsi que dans la culture pop où des représentations de haute qualité de femmes scientifiques, mathématiciennes ou ingénieures sont également absentes. Des recherches menées par l'Institut Geena Davis en 2012 ont révélé que pour 15 personnages masculins travaillant dans un domaine STEAM, il n'y avait qu'un seul personnage féminin dans une carrière STEM (Portray her, 2023). Pourtant, l'impact de la présentation de modèles féminins inspirants dans les médias (littérature, cinéma, télévision, etc.) a été démontré à de nombreuses reprises. Par exemple, « l'effet Scully » fait référence à l'influence positive qu'a eue sur les femmes le personnage de Dana Scully de la série télévisée « The X Files », qui incarnait une médecin ambitieuse et un agent du FBI. Près des deux tiers des femmes travaillant actuellement dans les STEAM citent le personnage comme un rôle modèle et une partie de la raison pour laquelle elles ont choisi une carrière dans les STEM (The Scully effect, 2023).

La recherche a également démontré que l'intérêt des enfants pour les STEAM augmente s'ils sont d'abord exposés à des **histoires** et engagés dans des **activités pratiques** (Morais, 2021).

Les enseignants et les éducateurs sont donc encouragés à rechercher activement une bonne représentation dans les médias et à partager de bons rôles modèles avec leurs élèves. En exposant les enfants à des contenus médiatiques qui reflètent une variété de perspectives et d'expériences de manière positive et précise, ils deviendront plus conscients des possibilités qui leur sont offertes. Présenter les nombreux emplois et carrières qui existent dans les matières STEAM permet également aux élèves de voir au-delà des STEM en tant que matières théoriques, mais plutôt de fournir des exemples inspirants auxquels ils peuvent s'identifier.

Compte tenu de l'ensemble des données disponibles, le projet **STEAM Tales** s'efforce de stimuler l'intérêt des jeunes filles pour les disciplines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie, des arts et des mathématiques (STEAM) en diffusant des **récits mettant en scène 12 femmes exemplaires dans le domaine des STEAM, complétés par des expériences pratiques**. En utilisant la **narration** ou le storytelling comme approche pédagogique, le projet cherche à élucider les concepts STEAM d'une manière propice à la compréhension cognitive des jeunes apprenants, stimulant ainsi leur engagement et leur intérêt.

Notre sélection de **rôles modèles féminins couvre diverses origines culturelles, ethniques et religieuses**, faisant écho à notre engagement en faveur de l'inclusivité. Nous visons à autonomiser et valoriser les filles en montrant que le lieu de naissance, la couleur de peau ou les croyances ne constituent pas des obstacles à la réussite dans le domaine des STEAM. Plutôt que de nous concentrer sur des figures déjà célèbres comme Marie Curie ou Rosalind Franklin, nous avons l'intention de mettre en lumière les **histoires fascinantes de femmes parfois négligées ainsi que de femmes contemporaines** qui façonnent actuellement le paysage des STEAM. En suivant une **méthodologie de narration adaptée** (modèle de Campbell révisé par l'Université de Porto), chaque histoire commence par des anecdotes d'enfance racontables, offrant un point de départ familier pour les jeunes esprits. Au fil des récits, nous dévoilons les réalisations remarquables et les obstacles que ces femmes ont surmontés pour obtenir leurs places d'honneur. Ces récits sont plus que de simples exemples de réussite ; ce sont des témoignages de résilience, qui inspirent toutes les filles à viser les étoiles et à réécrire l'histoire à leur façon.

Les « STEAM Tales » ou « récits STEAM » raconteront l'histoire de **ces femmes exceptionnelles** : Ana Mayer-Kansky, Andreja Gomboc, Ángela Piskernik, Asta Hampe, Domitila de Carvalho, Elvira Fortunato, Emmy Noether, Maryam Mirzakhani, Rita Levi Montalcini, Rose Dieng-Kuntz, Samantha Cristoforetti, Zita Martins.

Conclusion

L'importance des disciplines STEM - sciences, technologies, ingénierie et mathématiques - va bien au-delà des simples domaines académiques, englobant non seulement les catégories conventionnelles des mathématiques, des sciences naturelles, de l'ingénierie, de l'informatique et des sciences de l'information, mais aussi des sciences sociales telles que la psychologie, l'économie, la sociologie et les sciences politiques. **L'enseignement des STEM** est une approche à multiples facettes axée sur la **résolution de problèmes du monde réel** en s'appuyant sur des concepts et des procédures issus des sciences et des mathématiques. Cette approche intègre divers domaines des STEM ainsi que d'autres matières du programme, dans des contextes de la vie réelle afin d'établir un lien avec les expériences quotidiennes des élèves. L'enseignement des STEM utilise une approche pédagogique intégrée où les contenus spécifiques ne sont pas cloisonnés mais interconnectés, en utilisant des méthodes d'enseignement dynamiques et fluides pour favoriser une compréhension et une application globales.

L'approche STEAM intègre ensuite des matières telles que les arts, les langues, l'histoire et les sciences humaines dans le modèle éducatif, **progressant de l'intégration interdisciplinaire à l'intégration transdisciplinaire**, et visant à améliorer l'apprentissage en favorisant les **compétences du 21^e siècle** telles que la résolution de problèmes, la métacognition, la pensée créative et l'esprit critique, ainsi qu'en développant les compétences de communication interpersonnelle et de collaboration, et en cultivant la curiosité et l'ouverture aux nouvelles idées.

La méthode de narration ou storytelling joue un rôle crucial dans l'éducation aux STEAM en engageant les élèves à la fois sur le plan cognitif et émotionnel, améliorant ainsi leur compréhension et leur intérêt pour les matières STEM. Elle sert de stratégie pour divertir et enseigner aux enfants tout en **reliant les concepts théoriques aux applications pratiques**. En présentant des informations scientifiques par le biais de récits, la narration s'aligne sur le mode naturel de la pensée humaine et favorise la mémorisation. Elle facilite non seulement l'acquisition de connaissances, mais inspire également la curiosité et des attitudes positives à l'égard de la science. Ce concept est particulièrement utile pour promouvoir les accomplissements des rôles modèles féminins et inciter davantage de filles à s'intéresser aux STEM et à s'attaquer à l'écart persistant entre les hommes et les femmes dans les domaines des STEM.

L'apprentissage pratique (ou kinesthésique ou expérimental) est une autre approche tout à fait valable pour l'éducation aux STEAM et favorisant la participation de tous les élèves. Il repose sur leur engagement direct dans le processus d'apprentissage par le biais d'une participation active, de la manipulation du matériel et de l'application des connaissances et des compétences dans le monde réel. De fait, les méthodes pédagogiques actives aident à développer une compréhension plus profonde du sujet et à renforcer les compétences des 4 C : la créativité, la communication, la collaboration ou coopération et les critiques constructives ou esprit critique. Les activités pratiques sont particulièrement utiles pour présenter les concepts STEAM aux jeunes enfants et contribuent à susciter l'intérêt pour les matières STEM afin d'améliorer la participation des groupes sous-représentés.



Les apprentissages par projets et par investigation ont également un impact très positif sur l'éducation aux STEAM et l'autonomisation et la valorisation des filles, car ils sont centrés sur l'étudiant, axés sur les processus et ancrés dans le monde réel.

La sous-représentation des femmes dans l'enseignement et les professions des STEM est évidente dans tous les pays partenaires ainsi que dans l'ensemble de l'UE et des pays de l'OCDE. Les causes profondes de **la sous-représentation des femmes dans les domaines des STEM sont multiples et interconnectées**, et découlent de divers facteurs sociétaux, culturels, institutionnels et individuels. **Les attentes sociétales et les rôles de genre** dictent souvent que les femmes sont principalement responsables des soins et des tâches domestiques, tandis que les hommes sont censés poursuivre des carrières en tant que principaux pourvoyeurs. Ces normes sociétales peuvent influencer les choix d'éducation et de carrière dès le plus jeune âge, entraînant une sous-représentation des femmes dans les domaines des STEM. **Les stéréotypes et les préjugés liés au genre** perpétuent la croyance selon laquelle les domaines des STEM sont plus adaptés aux hommes qu'aux femmes. Ces stéréotypes peuvent se manifester de manière subtile, notamment par un langage biaisé, des représentations culturelles et des attitudes sociétales, qui peuvent décourager les filles et les femmes de poursuivre des études et des carrières dans les STEM. **La rareté des rôles modèles et des mentors féminins visibles** dans les domaines des STEM peut faire qu'il est difficile pour les filles et les femmes de s'imaginer réussir dans ces domaines. En l'absence de modèles positifs, les filles peuvent se sentir découragées ou isolées dans la poursuite de leurs intérêts et de leurs carrières dans les STEM.

Enfin, les **barrières structurelles** au sein des systèmes et des établissements d'enseignement, telles que les méthodes d'enseignement biaisées, la conception des programmes et les politiques institutionnelles, peuvent perpétuer les disparités de genre dans l'enseignement et les carrières liés aux STEM. En outre, le manque de soutien et de ressources pour les femmes dans les programmes de STEM et sur les lieux de travail peut encore entraver leur avancement et leur maintien.

Les stéréotypes existants et les croyances sociétales concernant les rôles de genre dans les domaines des STEM se traduisent par des **barrières internes** pour les filles et les femmes, notamment une **perception négative de soi et une menace du stéréotype**. Ces barrières internes peuvent entraîner une perte de confiance en soi, une baisse des performances, une diminution de la motivation et des aspirations professionnelles limitées, ce qui entrave la participation et la réussite des filles et des femmes dans les STEM.

Il est essentiel de reconnaître et de traiter les obstacles internes et externes pour promouvoir l'égalité des genres et la diversité dans les domaines des STEM et donner aux filles et aux femmes les moyens de poursuivre leurs intérêts et leurs aspirations dans ces domaines.

Heureusement, il existe de multiples façons d'encourager la participation des filles aux STEM. Les **enseignants** et les **éducateurs**, ainsi que les **parents** et les **membres de la famille**, jouent un rôle essentiel. Les enseignants et les éducateurs participant à l'enseignement des STEAM vont au-delà de l'enseignement traditionnel, ils donnent à leurs élèves des connaissances spécifiques à un sujet et des compétences essentielles pour réussir dans un monde en évolution, y compris les compétences du 21^e siècle, ce qui a un impact significatif sur leur communauté et au-delà. **L'autonomisation des pédagogues** est donc essentielle à la réussite de l'éducation aux STEAM et au développement global des élèves, à leurs progrès ainsi qu'à leur motivation et à leurs aspirations futures. Les enseignants compétents en matière de STEAM reconnaissent l'importance des approches interdisciplinaires pour relever les défis du monde réel. Ils possèdent des compétences clés, notamment des connaissances interdisciplinaires, une expertise pédagogique, des aptitudes à l'évaluation et des pratiques inclusives. Ces pédagogues créent des environnements d'apprentissage attrayants qui stimulent la curiosité des élèves et encouragent l'expérimentation avec la technologie. Cependant, les écoles jouent également un rôle crucial dans le soutien aux éducateurs en offrant la formation et les opportunités nécessaires au développement professionnel des enseignants, des ressources et une culture propice à l'enseignement des STEAM. Dans l'ensemble, l'autonomisation des enseignants permet de préparer les élèves à s'épanouir dans le monde dynamique des STEAM.

Cependant, les enseignants qui intègrent l'éducation aux STEAM dans les écoles primaires sont confrontés à divers défis qui entravent sa mise en œuvre efficace. Il s'agit notamment de **ressources et d'infrastructures limitées**, telles que les outils technologiques, en raison de contraintes budgétaires. En outre, les cadres pédagogiques traditionnels ne parviennent souvent pas à préparer les enseignants à dispenser l'éducation aux STEAM, manquant d'approches interdisciplinaires et par projets.

Les manuels scolaires peuvent renforcer les stéréotypes de genre, décourageant les filles de poursuivre des carrières dans les STEM. En outre, les possibilités de développement professionnel offertes aux enseignants pour qu'ils acquièrent la confiance et les connaissances nécessaires à l'intégration de l'approche STEAM sont limitées.

Les **programmes d'études inclusifs** sont des éléments essentiels pour promouvoir l'éducation aux STEAM et garantir l'engagement actif des filles. En intégrant des perspectives, des approches et des activités diverses dans le programme, les éducateurs peuvent créer un environnement d'apprentissage qui touche tous les élèves, quels que soient leurs origines ou leurs identités. Les programmes inclusifs remettent non seulement en question les stéréotypes de genre, mais offrent également aux filles la possibilité de se voir représentées dans les domaines des STEAM, ce qui favorise un sentiment d'appartenance et de confiance en leurs capacités. En adoptant l'inclusivité dans la conception de leurs programmes, les enseignants peuvent cultiver une expérience éducative de soutien et d'autonomisation qui inspire tous les élèves à poursuivre leurs intérêts et à exceller dans les disciplines STEAM.

La participation à **des activités extrascolaires liées aux STEAM** peut également avoir un impact significatif sur l'intérêt des filles pour les carrières dans les STEM, des études montrant une meilleure compréhension des carrières et des attitudes plus positives à l'égard des sciences chez les participants. Les enseignants jouent un rôle essentiel dans la promotion de ces activités, agissant comme des agents de changement dans l'éducation. Malgré certaines critiques, les clubs réservés aux filles dans le domaine des STEAM offrent aux filles des espaces sûrs où elles peuvent explorer leurs intérêts pour les STEM et entrer en contact avec leurs pairs et des rôles modèles féminins. Encourager la participation à ces activités peut contribuer à combler le fossé entre les genres dans l'enseignement des STEM et à permettre aux filles de poursuivre des carrières dans les STEM.

Par ailleurs, **les parents** jouent un rôle crucial dans la formation de l'intérêt et de la participation de leurs filles aux matières STEM, car leurs croyances, leurs attitudes et leur soutien influencent grandement l'engagement des enfants dans ces domaines. Connues sous le nom de « capital scientifique », les connaissances et les perceptions des parents sur les matières STEM ont un impact significatif sur l'engagement de leurs enfants dans les études en STEAM. Bien que le fait qu'un membre de la famille travaille dans un domaine des STEM puisse accroître la motivation, de nombreux parents ont encore des stéréotypes de genre sur les capacités des filles dans les STEM, ce qui influe sur le soutien et l'encouragement qu'ils leur apportent.

En fin de compte, la progression vers **l'égalité des genres et la diversité dans les STEM** exige des efforts concertés de la part des enseignants, des éducateurs, des parents, mais aussi des décideurs politiques et de la société dans son ensemble. En remettant en question les stéréotypes, en élargissant l'accès aux possibilités d'éducation et en nourrissant une culture inclusive, nous pouvons libérer le plein potentiel de tous les individus et exploiter le pouvoir des diverses perspectives pour stimuler l'innovation et le progrès dans les domaines des STEM.

Alors que nous aspirons à un avenir plus équitable, des initiatives telles que **STEAM Tales** servent de catalyseurs au changement, en permettant à la prochaine génération de réaliser son potentiel et de contribuer de manière significative à l'avancement de la science et de la technologie.

En conclusion, **le projet STEAM Tales** vise à stimuler l'intérêt des filles pour les disciplines STEM en partageant les histoires captivantes de 12 femmes inspirantes dans les domaines des STEM, associées à des expériences pratiques engageantes. **Grâce au pouvoir de la narration**, cette initiative vise à rendre les sujets STEAM accessibles et captivants pour les jeunes apprenants, en éveillant leur curiosité et en façonnant potentiellement leurs futures carrières. En stimulant l'enseignement des STEAM par le biais de récits et en fournissant des ressources pratiques, notamment des plans de cours et des expériences, le projet permet non seulement aux enseignants d'améliorer leurs connaissances en matière de STEAM, mais favorise également un environnement d'apprentissage inclusif où tous les enfants, quel que soit leur milieu d'origine, peuvent s'épanouir. Grâce à la recherche, au développement et aux activités pilotes, STEAM Tales cherche à avoir un impact durable sur l'éducation aux STEAM, en enrichissant la qualité des ressources disponibles et en inspirant une nouvelle génération de passionnés des STEM.

Lectures complémentaires

Chapitre 1 : Comprendre l'approche STEAM et l'approche narrative

- ❑ **Article (DE)** sur l'importance de l'enseignement STEAM dans les écoles primaires, soulignant son importance pour le développement des enfants : <https://www.robowunderkind.com/blog/mint-bildung-grundschule>
- ❑ **Article (DE)** sur l'importance de créer un environnement sensible au genre dans l'éducation de la petite enfance : <https://blog.stiftung-kinder-forschen.de/kleine-forscherinnen-geschlechterunterschiede-im-kita-alltag>
- ❑ **Site web (DE)** « MINT-freundliche Schule » - Les écoles qui s'efforcent constamment d'améliorer la qualité de leur profil STEM en Allemagne peuvent demander un certificat « STEM-friendly School », dans le cadre d'une initiative nationale : <https://mintzukunftschaften.de/mint-freundliche-schule-2/>
- ❑ **Article (SI)** intitulé « Enseigner les sciences en racontant une histoire fictive interactive » (Poučevanje naravoslovnih učnih vsebin s pripovedovanjem interaktivne domišljajske zgodbe). Dans cet article, vous pouvez lire une étude de cas dans une école primaire en Slovénie pendant les journées scientifiques (dans deux classes de 5e) qui ont impliqué des histoires et des expériences : https://www.zrss.si/wp-content/uploads/2023/09/12_AnaLaraSchwarzbartl-RominaPlesecGasparic.pdf
- ❑ **Directives ministérielles pour l'enseignement des STEM (IT)**: <https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Linee+guida+STEM.pdf/2aa0b11f-7609-66ac-3fd8-2c6a03c80f77?version=1.0&t=1698173043586>
- ❑ **Article web (IT)** « La narration - un outil essentiel pour l'enseignement » : <https://direzionedidatticabastia.edu.it/storytelling-uno-strumento-essenziale-per-linsegnamento-2/>
- ❑ **Note d'information sur les STEM au Portugal (PT)** par Baptista, M. (2023). L'enseignement des STEM au Portugal : initiatives et défis pour l'avenir. IE-Ulisboa : <http://www.ie.ulisboa.pt/publicacoes/policy-brief/educacao-stem-em-portugal-iniciativas-e-desafios-para-o-futuro>
- ❑ **Article (B/FR)** « Que doivent apprendre les enfants à chaque cycle » : <https://www.jereussis.be/guide-de-l-ecole-primaire-et-maternelle/le-guide-de-lenseignement-11-que-doivent-ils-apprendre-a-chaque-cycle/>
- ❑ **Article (B/FR)** « Voici ce que vont apprendre vos enfants à la rentrée » (école maternelle) : <https://www.rtbfb.be/Artigo/maternelles-voici-ce-que-vont-apprendre-vos-enfants-des-la-rentree-2020-10303065>

Chapitre 2 : Les obstacles rencontrés par les filles dans les STEAM

- **Article (EN)** à propos de La menace du stéréotype et son effet sur la performance et le bien-être des groupes stéréotypés par Spencer, S. J. et al. (2016). Stereotype threat. Annual Review of Psychology, 67(1), 415–437. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-073115-103235>
- **Article (EN)** Examiner l'effet des expériences STEM précoces en tant que forme de capital STEM et de capital identitaire sur l'identité STEM (Examining the effect of early STEM experiences as a form of STEM capital and identity capital on STEM identity) by Cohen, S. M., Hazari, Z., Mahadeo, J., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2021). Science Education, 105(6), 1126-1150. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21670>
- **Résultats de l'enquête PISA 2022** : L'état de l'apprentissage et de l'équité dans l'éducation (EN – FR) https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa_19963785
- **Article (EN)** de la Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. (Académie nationale allemande des sciences) qui approfondit les recommandations pour atteindre l'égalité des genres dans le domaine des sciences : <https://www.leopoldina.org/en/press-1/news/leopoldina-presents-recommendations-for-gender-equality-in-science/>
- **Rapport (DE)** Le baromètre STEM des jeunes talents est un rapport de tendance à l'échelle nationale : <https://www.acatech.de/publikation/mint-nachwuchsbarometer-2023/>
- **Interview (DE)** sur les approches non sexistes de l'enseignement des STEM dans la petite enfance et sur la manière de remédier aux disparités de genre dans les STEM : <https://blog.stiftung-kinder-forschen.de/kleine-forscherinnen-geschlechterunterschiede-im-kita-alltag>
- **Podcast (SI)** intitulé « Quels sont les plus grands obstacles pour les femmes dans la science ». Un débat entre trois femmes scientifiques et chercheuses slovènes bien établies, toutes trois issues du domaine des STEM : <https://www.rtvsllo.si/radio/podkasti/intelekta/49/175043697>
- **Article (IT)** sur l'écart entre les genres dans le système universitaire italien par Cagno, M. (2021) : <https://traileoni.it/2021/10/gender-gap-in-the-italian-university-system-a-reversed-leaky-pipeline/>
- **Article (IT)** sur les fondements de l'écart entre les genres dans l'éducation italienne par Cimpanelli, G. (2023): https://www.repubblica.it/dossier/economia/valore-italia/2023/06/15/news/gender_gap_la_voragine_femminile_nelle_discipline_stem_nasce_a_scuola-404552109/
- **Article (B/FR)** « Dans les sciences, les femmes toujours sous-représentées » <https://www.rtbef.be/article/dans-les-sciences-les-femmes-toujours-sous-representees-10695036>
- **Article (B/FR)** « C'est important de réduire les biais de genre dans les sciences et les technologies »: <https://www.rtbef.be/article/sarah-baatout-cest-important-de-reduire-les-biais-de-genre-dans-les-sciences-et-les-technologies-11147407>
- **Article (B/FR)** « L'absolue nécessité d'inclure les femmes dans les secteurs technologiques de demain » : <https://www.lesoir.be/427507/article/2022-03-14/labsolue-necessite-dinclure-les-femmes-dans-les-secteurs-technologiques-de>
- **Article (B/FR)** « Dans le domaine des sciences, les femmes ne sont pas suffisamment nombreuses aux postes de direction » : <https://www.lalibre.be/debats/opinions/2023/02/07/dans-le-domaine-des-sciences-les-femmes-ne-sont-pas-suffisamment-nombreuses-aux-postes-de-direction-XZKSUAW5ZG67P4KIL4GJFD3IY/>

Chapitre 3 : Responsabiliser les enseignants pour l'apprentissage des STEAM

- **Document (EN)** - Tasiopoulou, E., Grand-Meyer, E., & Gras-Velazquez, A. (2022). « Apprendre à connaître les scénarios d'apprentissage STE(A)M IT » (Getting to know the STE(A)M IT learning Scenarios). [http://files.eun.org/STEAMIT/STE\(A\)M-IT-GettingtoknowtheSTE\(A\)MITlearningScenariosin_v01.pdf](http://files.eun.org/STEAMIT/STE(A)M-IT-GettingtoknowtheSTE(A)MITlearningScenariosin_v01.pdf)
- **Page web (EN)** « STEAM IT : Scénarios d'apprentissage pour l'enseignement primaire » (Learning Scenarios for Primary Education) : <https://steamit.eun.org/category/primary-education/>
- **Article (EN)** - Article du Forum économique mondial (World Economic Forum) soulignant l'influence des préjugés liés au genre sur les perceptions des domaines STEM, en particulier en ce qui concerne leur catégorisation en tant que sciences « douces » (ou molles) ou « dures » par Light, A. (2022, January 28). How are gender stereotypes affecting perceptions of STEM careers? World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2022/01/stem-science-women-gender-stereotypes-bias-equality>
- **Projet (en 6 langues, y compris FR et EN)** STEMbot. On y trouve 20 tutoriels vidéo d'expériences scientifiques et un guide pédagogique sur l'utilisation et la création de chatbot pour l'enseignement des STEM : <https://www.stembot.eu/fr/>
- **Initiative (DE)** « Frauen in MINT Berufen » (Les femmes dans les professions STEM) : L'objectif de cette initiative est d'encourager de manière ciblée les jeunes filles et les femmes dans leur choix de professions liées aux STEM et de les accompagner dans leur entrée dans le monde du travail STEM : <https://mint-frauen-bw.de/>
- **iMINT Academy (DE)** soutient les enseignants de Berlin et de Brandebourg en leur offrant des possibilités d'apprentissage spéciales pour les élèves (le « i » signifie « inclusif ») : <https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/i-mint-akademie/>
- **Initiative (DE)** « Komm, mach MINT » (Venez, faites des STEM): L'objectif de cette initiative est d'utiliser le potentiel des femmes pour les professions scientifiques et techniques, compte tenu de la pénurie de travailleurs qualifiés qui se manifeste : <https://www.komm-mach-mint.de/>
- **Scientists Foundation - Fondation des scientifiques (DE)** « Stiftung Kleine Forscher (Little) »: Une initiative éducative nationale à laquelle toutes les crèches, les garderies et les écoles primaires peuvent participer : <https://www.stiftung-kinder-forschen.de/>
- **Article (IT)** « L'enseignement des disciplines STEM en Italie » par Scippo, S., Montebello, M., & Cesareni, D. (2020). ITALIAN JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH, (25), 35–48: <https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/sird/article/view/4362>
- **Ressources éducatives (EN, IT)** « Inspirer la prochaine génération de filles grâce à l'apprentissage inclusif STE(A)M dans l'enseignement primaire – IN2STE(A)M » : <https://in2steam.eu/outputs/>

- **Article (PT)** - présentant les résultats de l'impact d'une approche intégrée des STEM sur le développement des connaissances didactiques chez les futurs enseignants dans un établissement d'enseignement supérieur au Portugal par Correia, M., & Martins, M. (2021). Abordagem Integradora das STEM: Uma Experiência na Formação Inicial de Professores. In P. Membiela, M. I. Cebreiros y M. Vidal (eds). Perspectivas y prácticas docentes en la enseñanza de las ciencias (pp. 443-448).
- **Document de conférence (PT)** « Le potentiel de l'éducation aux STEM dans le 1er cycle. Une expérience dans la formation des enseignants » par Correia, M., Martins, M., & Camacho, G. (2021). As potencialidades da Educação STEM no 1.º Ciclo. Uma experiência na formação de professores : https://www.researchgate.net/publication/357468808_Abordagem_Integradora_das_STEM_Uma_Experiencia_na_Formacao_Inicial_de_Professores
- **Page web (PT)** « GoSTEM: Eventos » : <http://gostem.ie.ulisboa.pt/participantes/>
- **Article (PT)** « Scénarios d'apprentissage intégré - travail interdisciplinaire en sciences, technologie, ingénierie, arts et mathématiques » (Cenários integrados de aprendizagem – trabalho interdisciplinar de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) par Cerqueira, S., Oliveira, I., & Fernandes, A.: https://escolamais.dge.mec.pt/sites/default/files/2021-07/1.3.5.-roteiro_recuperar-experimentando.pdf
- **Article (B/FR)** « La Fondation pour l'enseignement veut attirer les jeunes vers les STEM » : <https://www.lecho.be/economie-politique/belgique/wallonie/la-fondation-pour-l-enseignement-veut-attirer-les-jeunes-vers-les-stem/10458395.html>
- **Article (B/FR)** « NO STEM, no future » (Pas de STEM, pas d'avenir): <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/no-stem-no-future/>
- **Publication de l'UNESCO (EN, FR)** « Déchiffrer le code: l'éducation des filles aux sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STEM) », rapport du Colloque international et forum politique de l'UNESCO: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260079>

Chapitre 4 : Favoriser la curiosité chez les filles

- **Article (EN)** - Un bilan des initiatives STEAM existantes dans le monde, mais plus particulièrement en Europe, ainsi que les activités les plus populaires proposées par ces initiatives : Hasti, H.; Amo-Filva, D.; Fonseca, D.; Verdugo-Castro, S.; García-Holgado, A.; García-Peñalvo, F.J. Towards Closing STEAM Diversity Gaps: A Grey Review of Existing Initiatives. Appl. Sci. 2022, 12, 12666. <https://doi.org/10.3390/app122412666>
- **Article (EN)** élaboré par Vernier Science Education, une société spécialisée dans l'enseignement des sciences qui se consacre à la mise à disposition de solutions de haute qualité pour les salles de classe STEM d'aujourd'hui, qui met en évidence cinq meilleures pratiques fondées sur la recherche pour l'enseignement des STEM : <https://www.vernier.com/blog/five-research-based-best-practices-for-stem-education/>
- **Témoignages vidéo (EN)** Projet STEMFAIRNET : <https://stemfairnet.home.blog/video-testimonies/>
- **Article (DE)** sur l'importance des activités STEM pratiques et extrascolaires pour encourager l'engagement actif des élèves dans les matières STEM : <https://www.studienkreis.de/infothek/journal/ausserschulische-mint-angebote/>
- **Exposition muséale (DE)** « ExperiMINTa Science Center » est un musée interactif ouvert à Francfort en mars 2011 où les STEM prennent vie grâce à des explorations pratiques : <https://www.experiminta.de/>
- **Audiovisuel (PT)** Educação STEAM | Atividades Escolas 1º, 2º e 3º CEB: <https://www.youtube.com/watch?v=MZyXL5NFnEU>
- **Article (B/FR)** « Les Hautes Ecoles de la FWB, un enseignement pratique et professionnalisant » : <https://www.rtb.be/article/les-hautes-ecoles-de-la-fwb-un-enseignement-pratique-et-professionnalisant-11030722>
- **Site web (B/FR)** – une base de données d'expériences scientifiques, d'exercices, de vidéos et d'autres matériels pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences : eSCIENCES - Les sciences à la maison : <https://www.esciences.be/>

Chapitre 5 : Les stratégies d'autonomisation des filles dans les STEAM

- **Livre blanc (EN)** - Une étude de Microsoft intitulée « Why aren't European girls in STEM ? » (Pourquoi les européennes ne sont-elles pas présentes dans les STEM ?) qui examine la sous-représentation des femmes dans les domaines STEM en Europe : https://news.microsoft.com/wp-content/uploads/2017/02/Microsoft_girls_in_STEM_final-Whitepaper.pdf
- **Interview (EN)** - Interview écrite de Stefanie Dimmeler, biologiste allemande réputée pour son expertise des mécanismes physiopathologiques sous-jacents aux maladies cardiovasculaires, qui parle de ses recherches pionnières sur le traitement des maladies cardiovasculaires et de l'espoir d'être un rôle modèle pour les jeunes femmes scientifiques dans la poursuite de leur carrière et de leur vision : <https://www.elsevier.com/connect/meet-prof-stefanie-dimmeler-winner-of-the-2022-otto-warburg-medal>
- **Vidéo (EN)** qui présente quelques-unes des plus grandes inventions réalisées par des femmes scientifiques allemandes : <https://www.youtube.com/watch?v=O6qN0VMHYk4>
- **Article web (DE)** « The German MINT Action Plan » (Plan d'action allemand MINT/STEM) est un plan global visant à promouvoir l'éducation aux STEM pour les enfants et les jeunes à tous les niveaux de l'éducation. Le plan se concentre sur le renforcement de l'éducation aux STEM précoce : <https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/digitalisierung-und-mint-bildung/mint-bildung/mint-aktionsplan.html>
- **Article web (IT)** Didattica (Didactique): 5 conseils pour encourager les filles à poursuivre les STEM : <https://blog.matematica.deascuola.it/articoli/didattica-stem-ragazze>
- **Vidéo (IT)** sur les femmes dans les sciences dans le passé, le présent et l'avenir par SMA - Sistema Museale d'Ateneo Università di Pavia (Système muséal universitaire de l'université de Pavie) : <https://www.youtube.com/watch?v=8CafA0WSzlo&list=PLIglfikBMHGkAcdepiu1iX8zizYkjh7U>
- **Matériel audiovisuel (PT)** « Soapbox Science: Mostrar a ciência no feminino. » (Des chercheuses de l'UC expliquent ce que c'est que d'être une femme dans la science) : <https://youtu.be/ExzQENvVtPw>
- **Page web (PT)** « Médailles d'honneur L'Oréal Portugal pour les femmes en sciences » (Medalhas de Honra L'Oréal Portugal para as Mulheres na Ciência) : <https://www.fct.pt/financiamento/premios/medalhas-de-honra-loreal-portugal-para-as-mulheres-na-ciencia/>
- **Exposition (PT)** « Ciência no Feminino 2.0 » (Science au féminin 2.0) à voir au département de physique de l'université de Coimbra : <https://noticias.uc.pt/artigos/exposicao-ciencia-no-feminino-2.0-para-ver-no-departamento-de-fisica-da-universidade-de-coimbra/>
- **Article en ligne (B/FR)** Podcasts sur les femmes dans la science: <https://www.rtb.be/article/sciences-et-tech-elles-prennent-leur-place-une-serie-de-podcasts-creee-par-les-grenades-11162263>

Bibliographie

- Acatech / IPN / Joachim Herz Stiftung (2023). MINT Nachwuchsbarometer 2023 [STEM Young Talent Barometer 2023]. Cooperation publication between Acatech – National Academy of Science and Engineering & Joachim Herz Stiftung. IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik. Kiel, Germany.
- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 11(7).
- Alam, S. et al. (2021). STEM Education in Europe: Inclusively inspiring and enabling more young people to pursue aerospace and STEM. In *Women in Aerospace Europe. WIA - Europe*. https://www.wia-europe.org/wpcontent/uploads/2022/03/STEM_EDUCATION_WIA_EUROPE_WHITE_PAPER.pdf
- Anger, C., Betz, J., & Plünnecke, A. (2023). MINT-Frühjahrsreport 2023: MINT-Bildung stärken, Potenziale von Frauen, Älteren und Zuwandernden heben [STEM Spring Report 2023: Strengthening STEM education, raising the potential of women, older people and immigrants]. Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V. Cologne, Germany.
- Archer et al. (2010). L. Archer, J. DeWitt, J. Osborne, J. Dillon, B. Willis, B. Wong. "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94 (2010), pp. 617-639
- Baillie, C., & Levine, M. (2013). Engineering ethics from a justice perspective: A critical repositioning of what it means to be an engineer. *International Journal of Engineering, Social Justice, and Peace*, 2(1), 10-20.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American psychologist*, 37(2), 122.
- Baptista, M. (2023). Educação STEM em Portugal: iniciativas e desafios para o futuro. IE-ULisboa.
- Barchas-Lichtenstein, J., Sherman, M., Voiklis, J., & Clapman, L. (2023). Science through storytelling or storytelling about science? Identifying cognitive task demands and expert strategies in cross-curricular STEM education [Original Research]. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1279861>
- Becker, J. 1995 'Women's Ways of Knowing in Mathematics'. In Rogers, P and Kaiser, G. (Eds) *Equity in Mathematics Education: Influences of Feminism and Culture*, Falmer Press, London.
- Beegle, K., Hammond, A., Kumaraswamy, S & Matulevich, E. (2020). THE EQUALITY EQUATION. Advancing the Participation of Women and Girls in STEM. The World Bank Group. Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/d85229dc-c43c-527e-b014-bd6a37d666a8/content>
- Bergamante, F. & Mandrone, E. (2022). RAPPORTO PLUS 2022: Comprendere la complessità del lavoro. Istituto Nazionale per l'analisi delle politiche pubbliche.
- Bertrand, M. G. & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43-56. <https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0003>
- Bevan, B., Peppler, K., Rosin, M., Scarff, L., Soep, E., & Wong, J. (2019). Purposeful Pursuits: Leveraging the Epistemic Practices of the Arts and Sciences. In A. J. Stewart, M. P. Mueller, & D. J. Tippins (Eds.), *Converting STEM into STEAM Programs: Methods and Examples from and for Education* (pp. 21-38). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25101-7_3
- Bevan, R. (2001). Boys, Girls and Mathematics: Beginning to Learn from the Gender Debate. *Mathematics in School*, 30(4), 2-6. <https://doi.org/10.2307/30215463>

- Bonito, J., & Oliveira, H. (2022). A abordagem STEAM no currículo português: distanciamentos e aproximações. In A. S. Neto, A. C. Silva, & I. Fortunato (Orgs.), *Coletânea do Congresso Paulista de Ensino de Ciências: discutindo o ensino de ciências nos países ibero-americanos* (pp. 19-48). Edições Hipótese.
- Borsotti, V. (2018). Barriers to gender diversity in software development education: actionable insights from a danish case study. In *Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training* (pp. 146-152).
- Boström, A. (2006). Sharing lived experience: How upper secondary school chemistry teachers and students use narratives to make chemistry more meaningful.
- Botella, C., Rueda, S., López-Iñesta, E., & Marzal, P. (2019). Gender diversity in STEM disciplines: A multiple factor problem. *Entropy*, 21(1), 30.
- Braund, M., & Reiss, M. (2019). The 'Great Divide': How the Arts Contribute to Science and Science Education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00057-7>
- Breiner, J. M., Johnson, C. C., Harkness, S. S., & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships [Article]. *School Science & Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Bridging the STEM Gap: 5 Things Parents Can Do – Built by Me[®] – STEM learning. (06/03/2019). Built by Me[®] – STEM Learning - Built by Me STEM Learning – the Learning Center for the 21st Century[®]. <https://www.builtbyme.com/bridging-the-stem-gap-things-parents-can-do/>
- Brugeilles, C., & Cromer, S. (2009). Promoting gender equality through textbooks: a methodological guide. UNESCO.
- Cech, E. A. (2014). Culture of disengagement in engineering education?. *Science, Technology, & Human Values*, 39(1), 42-72.
- Ceci, S. J., Ginther, D. K., Kahn, S., & Williams, W. M. (2014). Women in academic science: A changing landscape. *Psychological science in the public interest*, 15(3), 75-141.
- Cheryan, S., Drury, B. J., & Vichayapai, M. (2013). Enduring influence of stereotypical computer science role models on women's academic aspirations. *Psychology of women quarterly*, 37(1), 72-79.
- Cheryan, S., & Plaut, V. C. (2010). Explaining underrepresentation: A theory of precluded interest. *Sex roles*, 63, 475-488.
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others?. *Psychological bulletin*, 143(1), 1.
- Chiangpradit, L. (2023). Alternatives to Standardized STEM testing. *STEM Sports*. Accessed 11/12/2023. Available at: <https://stemsports.com/alternatives-to-standardized-stem-testing/>
- Choi, B. C. K., & Pak, A. W. P. (2006). Multidisciplinary, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and Investigative Medicine* 29(6), 351-364. <http://europepmc.org/abstract/MED/17330451>
- Cimpanelli, G. (2023, June 15). Gender Gap, la voragine femminile nelle discipline stem nasce a scuola. *la Repubblica*. https://www.repubblica.it/dossier/economia/valore-italia/2023/06/15/news/gender_gap_la_voragine_femminile_nelle_discipline_stem_nasce_a_scuola-404552109/
- Claris, L., & Riley, D. (2012). Situation critical: critical theory and critical thinking in engineering education. *Engineering Studies*, 4(2), 101-120.

Closing the STEM Gap: Why STEM classes and careers still lack girls and what we can do about it. (2018). Microsoft. <https://query.prod.cms.rt.microsoft.com/cms/api/am/binary/RE1UMWz>

Cohen, S. M., Hazari, Z., Mahadeo, J., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2021). Examining the effect of early STEM experiences as a form of STEM capital and identity capital on STEM identity: A gender study. *Science Education*, 105(6). <https://doi.org/10.1002/sce.21670>

Consulio, Smart Venice, VHTO, Wide, LIST, & PRoF. (2020). GENDER AWARE EDUCATION AND TEACHING IN STEM Collection of resources and best practices. Gender4STEM. <https://wide.lu/wp-content/uploads/2020/05/Gender4STEM-best-practices.pdf>

Corbett, C., & Hill, C. (2015). Solving the Equation: The Variables for Women's Success in Engineering and Computing. American Association of University Women. 1111 Sixteenth Street NW, Washington, DC 20036.

Dasgupta, N. (2011). Ingroup experts and peers as social vaccines who inoculate the self-concept: The stereotype inoculation model. *Psychological Inquiry*, 22(4), 231-246.

DBS (n.d.). Lehrpläne für die Grundschule. [Primary school curricula]. Deutschen Bildungsserver - German Education Server. Retrieved 23/10/2023: <https://www.bildungsserver.de/lehrplaene-fuer-die-grundschule-1660-de.html>.

Dernières ressources Mises en Ligne. (n.d.), <https://www.pass-education.be/>.

Destatis - Federal Statistical Office of Germany (2023, August 8). Studierende in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft (MINT) und Technik-Fächern [Dataset]. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Tabellen/studierende-mint-faechern.html>

DGE. (2018). Aprendizagens Essenciais. <http://dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>.

Di Cagno, M. (2021). Gender gap in the Italian university system: a "reversed" leaky pipeline? Tra I Leoni. <https://traileoni.it/2021/10/gender-gap-in-the-italian-university-system-a-reversed-leaky-pipeline/>

Diekman, A. B., Brown, E. R., Johnston, A. M., & Clark, E. K. (2010). Seeking congruity between goals and roles: A new look at why women opt out of science, technology, engineering, and mathematics careers. *Psychological science*, 21(8), 1051-1057.

Diemer, M. A., & Rapa, L. J. (2016). Unraveling the complexity of critical consciousness, political efficacy, and political action among marginalized adolescents. *Child development*, 87(1), 221-238.

Digital Skills and Jobs Platform of the European Union. (2022). Female Engineer of the Year - Slovenia. Retrieved on 20th December 2023 from <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/inspiration/good-practices/female-engineer-year-slovenia>

Dyer, E. B. (2017). Teachers Often Lack of Access to Quality STEM Professional Development. American Institute for Research. New York, NY: 100kin10. Available at: https://grandchallenges.100kin10.org/assets/downloads/teachers-often-lack-access-to-quality-stem-professional-development-1/GrandChallengesWhitePapers_Dyer.pdf

Education and Training Monitor 2022. (2022). <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2022/en/country-reports/italy.html#4-school-education>.

El-Hout, M., Garr-Schultz, A., & Cheryan, S. (2021). Beyond biology: The importance of cultural factors in explaining gender disparities in STEM preferences. *European Journal of Personality*, 35(1), 45-50.

Encinas-Martin, M., & Cherian, M. (2023). Gender, Education and Skills: The Persistence of Gender Gaps in Education and Skills. *OECD Skills Studies*, 1-54.

- Engel, A., Lucido, K., & Cook, K. (2018). Rethinking Narrative: Leveraging storytelling for science learning. *Childhood Education, 94*(6), 4-12. <https://doi.org/10.1080/00094056.2018.1540189>
- Ertl, B., Luttenberger, S., & Paechter, M. (2017). The impact of gender stereotypes on the self-concept of female students in STEM subjects with an under-representation of females. *Frontiers in psychology, 8*, 703.
- European Institute of Gender Equality, 2018. Overview | Gender Statistics Database. EIGE.
- Eurostat. (2024, February 12). 41% of people employed as scientists and engineers are women. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240212-1>
- Farias, S. S. (2021). O PISA 2018 e a educação STEM das raparigas. Instituto de Sociologia da Universidade do Porto. <http://www.barometro.com.pt/2021/08/02/o-pisa-2018-e-a-educacao-stem-das-raparigas/>
- Fernandes, D., Neves, C., Tinoca, L., Viseu, S., & Henriques, S. (2019). Políticas educativas e desempenho de Portugal no PISA (2000-2015). Lisboa: Instituto de Educação.
- Gilligan, C. 1982 *In a Different Voice: Psychology Theory and Women's Development*, Harvard University Press, Cambridge, Ma.
- Gottfredson, L. S. (1981). Circumscription and Compromise: A Developmental Theory of Occupational Aspirations. *Journal of Counseling Psychology Monograph, 28*(6). [https://doi.org/0022-0167/81/2806-0645\\$00.75](https://doi.org/0022-0167/81/2806-0645$00.75)
- Gottfried, M., Owens, A., Williams, D., Kim, H. Y., & Musto, M. (2017). Friends and family: A literature review on how high school social groups influence advanced math and science coursetaking. *Education Policy Analysis Archives, 25*, 62-62, <https://epaa.asu.edu/index.php/epaa/article/view/2857/1923>.
- Gouvêa, M., Santoro, F., Cappelli, C., Motta, C., & Borges, M. (2019). Epos: The Hero's Journey in organizations through Group Storytelling. <https://doi.org/10.1109/CSCWD.2019.8791860>
- Hanekamp, G. & MINT Forum (2021). MINT-Personal An Schulen [STEM staff in schools]. Nationales MINT Forum (Hrsg.). Dortmund, Germany.
- Hands On Learning – Definition & Meaning. ProctorEdu.com. <https://proctoredu.com/glossary/hands-on-learning>
- Heybach, J., & Pickup, A. (2017). Whose STEM? Disrupting the gender crisis within STEM. *Educational Studies, 53*(6), 614-627.
- Herrington J., Oliver R., Reeves T., (2002). Authentic activities and online learning. 25th HERDSA Annual Conference, Australia. (pp. 562 – 567). <https://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=4899&context=ecuworks>
- Herrmann, S. D., Adelman, R. M., Bodford, J. E., Graudejus, O., Okun, M. A., & Kwan, V. S. (2016). The effects of a female role model on academic performance and persistence of women in STEM courses. *Basic and Applied Social Psychology, 38*(5), 258-268.
- Hessisches Kultusministerium (n.d.). Hessische Kerncurricula - Primarstufe [Hessian Core Curricula - Primary level]. Ministry of Education and Cultural Affairs of Hessen. Retrieved 24/10/2023: <https://kultusministerium.hessen.de/Unterricht/Kerncurricula-Primarstufe>.
- Hill, C., Corbett, C., & St Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. American Association of University Women. 1111 Sixteenth Street NW, Washington, DC 20036.
- Hu, J., Gordon, C., Yang, N., & Ren, Y. (2021). "Once Upon A Star": A Science Education Program Based on Personification Storytelling in Promoting Preschool Children's Understanding of Astronomy Concepts. *Early Education and Development, 32*(1), 7-25. <https://doi.org/10.1080/10409289.2020.1759011>

Huser, J. (2020). STEAM and the Role of the Arts in STEM. New York: State Education Agency Directors of Arts Education. Available at: <https://www.nationalartsstandards.org/sites/default/files/SEADAE-STEAM-WHITEPAPER-2020.pdf>

ILOSTAT. (2020). How many women work in STEM? Retrieved 13th October 2023 from <https://ilostat.ilo.org/how-many-women-work-in-stem/>

Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione. (2012). In MIUR. Ministero dell'istruzione dell'Università e della Ricerca, https://www.miur.gov.it/documents/20182/51310/DM+254_2012.pdf.

Jacques, C. (2017). Teachers lack funding to provide quality STEM instructional experiences. American Institute for Research. New York, NY: 100kin10. Accessed 10/12/2023. Available at: https://grandchallenges.100kin10.org/assets/downloads/teachers-lack-funding-to-provide-quality-stem-instructional-experiences/GrandChallengesWhitePapers_Jacques.pdf

Jirout J. J., Vitiello E., Zumbunn S. K. (2018). Curiosity in Schools. Gordon G. (ed.) The New Science of Curiosity. (Chapter 10). Nova Science Publisher, Inc. https://www.researchgate.net/profile/Jamie-Jirout/publication/329569586_CURIOSITY_IN_SCHOOLS/links/5ef39deb4585153fb1b3858f/CURIOSITY-IN-SCHOOLS.pdf

Johnson, O. (2019). The Impact of Parent Involvement on High-Achieving Females' Mathematics Performance and Decision to Major in Science, Technology, Engineering, and Mathematics [PhD Dissertation]. Columbia University. <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/d8-bqqp-yg29>

Journée de lutte pour les droits des femmes - Trop peu de femmes dans les métiers STEM, pourtant en pénurie, pointe le Forem. (n.d.). [web log]. Retrieved from <https://www.lesoir.be/427901/article/2022-03-03/trop-peu-de-femmes-dans-les-metiers-stem-pourtant-en-penurie-pointe-le-forem>

Kang, J., Hense, J., Scheerso, A., & Keinonen, T. (2019). Gender study on the relationships between science interest and future career perspectives. *International Journal of Science Education*, 41(1), 80-101.

Kekelis, L. (2017, October 26). Parent engagement: Key for girls in Stem. ETR Blog. <https://www.etr.org/blog/parent-engagement-key-for-girls-in-stem/>

Kerkhoven, A. H., Russo, P., Land-Zandstra, A. M., Saxena, A., & Rodenburg, F. J. (2016). Gender stereotypes in science education resources: A visual content analysis. *PloS one*, 11(11), e0165037.

Klemm, K. (2022). Entwicklung von Lehrkräftebedarf und -angebot in Deutschland bis 2030 [Development of teacher demand and supply in Germany until 2030]. Verband Bildung und Erziehung (VBE). Berlin, Germany.

Konrad, A. M., Ritchie Jr, J. E., Lieb, P., & Corrigan, E. (2000). Sex differences and similarities in job attribute preferences: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 126(4), 593.

Krajewski Lockwood, D. (2020). The Future is Female: STEAM Education Analysis [Doctoral Dissertation]. University of South Carolina. <https://scholarcommons.sc.edu/etd/6097>

Lin-Siegler, X., Ahn, J. N., Chen, J., Fang, F. F. A., & Luna-Lucero, M. (2016). Even Einstein struggled: Effects of learning about great scientists' struggles on high school students' motivation to learn science. *Journal of Educational Psychology*, 108(3), 314.

Lloyd, A., Gore, J., Holmes, K., Smith, M., & Fray, L. (2018). Parental influences on those seeking a career in STEM: The primacy of gender. *International Journal of Gender, Science, and Technology*, 10(2), 308-328. <http://genderandset.open.ac.uk/index.php/genderandset/article/download/510/959>

Lockwood, P., & Kunda, Z. (1997). Superstars and me: Predicting the impact of role models on the self. *Journal of personality and social psychology*, 73(1), 91. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.73.1.91>

- Lourenço, V., Duarte, A., Nunes, A., Amaral, A., Gonçalves, C., Mota, M., & Mendes, R. (2019). PISA 2018 – Portugal. Relatório Nacional. Lisboa: IAVE.
- Main P., (2023). Hands-on Learning. Structural-learning.com. <https://www.structural-learning.com/post/hands-on-learning>
- Makarova, E., Aeschlimann, B., & Herzog, W. (2019). The Gender Gap in STEM Fields: The Impact of the Gender Stereotype of Math and Science on Secondary Students' Career Aspirations. *Frontiers in Education*, 4. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00060>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Master, A., Cheryan, S., & Meltzoff, A. N. (2014). Reducing adolescent girls' concerns about STEM stereotypes: When do female teachers matter?. *Revue internationale de psychologie sociale*, 27(3), 79-102.
- McNally, S., Gillic, C., O'Reilly, N., & Dobrus, H. (2022). Parents as facilitators of STEAM learning in early childhood: A literature review. The Childhood Development Initiative.
- Milanovic, I., et al. (2023). INCLUSIVE STEM LEARNING ENVIRONMENTS: CHALLENGES AND SOLUTIONS. *Scientix*. https://www.scientix.eu/documents/10137/121801/Scientix-STNS_Inclusive-STEM-Learning-Enviroments-Ready-for-publication.pdf/9f8ebd46-a84f-feac-8bb3-748e3a7f582f?t=1676035712496
- Milgram, D. (2011). How to recruit women and girls to the science, technology, engineering, and math (STEM) classroom. *Technology and engineering teacher*, 71(3).
- Moore, J., (2022). Benefits of a Hands on Learning. *Sec.act.edu.au*. <https://sec.act.edu.au/benefits-of-a-hands-on-learning/>
- Moore, L. (2022). How too much parental pressure can affect kids' mental health. *Psych Central*. <https://psychcentral.com/lib/parental-pressure-and-kids-mental-health>
- Morais, C., Moreira, L., Baptista, M., & Martins, I. (2021). Digital tools entering the scene in STEM activities for Physics teaching. In A. Reis, *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education TECH-EDU 2020. Communications in Computer and Information Science*, Cham.
- Murphy, M. C., Steele, C. M., & Gross, J. J. (2007). Signaling threat: How situational cues affect women in math, science, and engineering settings. *Psychological science*, 18(10), 879-885.
- N.S.T. Association, et al. Nsta position statement: Elementary science education (2018) in Norismiza Ismail, Umi Kalsom Yusof (2023). A systematic literature review: Recent techniques of predicting STEM stream students, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Volume 5, 2023, 100141, ISSN 2666-920X, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100141>.
- OECD. (2021). *Education at a Glance 2021: OECD Indicators*. Retrieved on 20th December 2023 from <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/e7ee86cb-en/index.html?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fe7ee86cb-en>
- OECD (2023). *OECD Education GPS (Version 2023) [Dataset]*. <https://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=ITA&treshold=10&topic=EO>

- OECD (2023), PISA 2022 Result (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris, https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en.
- Olmedo-Torre, N., Carracedo, F. S., Ballesteros, M. N. S., López, D., Perez-Poch, A., & López-Beltrán, M. (2018). Do female motives for enrolling vary according to STEM profile?. *IEEE Transactions on Education*, 61(4), 289-297.
- Paiva, A., Gomes, A., Silva, V., Machado, I., & Dias, R. (2019). O storytelling e a literacia científica. *Rev. Ciência Elem.*, 7(03:051). <https://doi.org/10.24927/rce2019.051>
- Parent engagement: key for girls in STEM. (10/26/2017). ETR Blog. <https://www.etr.org/blog/parent-engagement-key-for-girls-in-stem/>
- Peixoto, A., González, C. S. G., Strachan, R., Plaza, P., de los Angeles Martinez, M., Blazquez, M., & Castro, M. (2018, April). Diversity and inclusion in engineering education: Looking through the gender question. In 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 2071-2075). IEEE.
- Perales, F. J., & Aróstegui, J. L. (2021). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences. *Arts Education Policy Review*, 1-9. <https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997>
- Piloto, C. (2023). The gender gap in Stem. MIT Professional Education. <https://professionalprograms.mit.edu/blog/leadership/the-gender-gap-in-stem/#:~:text=The%20gender%20gap%20in%20STEM%20has%20been%20attributed%20to%20several,pursuing%20STEM%20education%20and%20careers.>
- Portray her: Geena Davis Institute. (2023, September 29). <https://seejane.org/research-informs-empowers/portray-her/>
- Publications Office of the European Union. (2020). Education and Training Monitor 2020 - Slovenia. Retrieved on 20th December 2023 from <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2020/countries/slovenia.html>
- Project Based Learning in STEAM. Pi-top.com <https://www.pi-top.com/pbl/for-steam/resources#anchor-form>
- Ramsey, L. R., Betz, D. E., & Sekaquaptewa, D. (2013). The effects of an academic Psychology of Education, 16, 377-397. <https://doi.org/10.1007/s11218-013-9218-6>
- Roberts T. & Schnepf J. (2020). Building problem-solving skills through STEAM. *Technology and Engineering Teacher*, (79) 8, 8-13. https://www.researchgate.net/publication/340598164_Building_problem-solving_through_STEAM
- Robinson, R. (2021). *Girls' Experiences with Gender-Inclusive Curriculum: Effects on Perception, Confidence, and Belief in Ability to do Science* [PhD Dissertation]. Columbia University. <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/d8-tfvv-4m19>
- Roehrig, G., Dare, E., Ring-Whalen, E. & Wieselmann, W. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, Ed. 8, 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8>
- Rosin, M., Wong, J., O'Connell, K., Storksdieck, M., & Keys, B. (2021). Guerilla Science: Mixing Science with Art, Music and Play in Unusual Settings [Article]. *Leonardo*, 54(2), 191-195. https://doi.org/10.1162/leon_a_01793
- Rowcliffe, S. (2004). Storytelling in science. *The School science review*, 86, 121-125.
- Salvatierra L & Cabello VM. (2022) Starting at Home: What Does the Literature Indicate about Parental Involvement in Early Childhood STEM Education? *Education Sciences*. 12(3):218. <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/3/218>
- Scott-Barrett, J., Johnston, S.K., Denton-Calabrese, T., McGrane, J., Hopfenbeck, T. (2023). Nurturing curiosity and creativity in primary school classrooms. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 135. 104356. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104356>

- Singh, M. (2021). Acquisition of 21st Century Skills Through STEAM Education. *Academia Letters*, Article 712. <https://doi.org/10.20935/AL712>
- Simard, C., Henderson, A. D., Gilmartin, S. K., Schiebinger, L., & Whitney, T. (2008). Climbing the technical ladder: Obstacles and solutions for mid-level women in technology. Anita Borg Institute for Women and Technology and the Clayman Institute for Gender Research, Stanford University.
- The Scully effect: I want to believe in Stem. Geena Davis Institute. (2023, September 29). <https://seejane.org/research-informs-empowers/the-scully-effect-i-want-to-believe-in-stem/>
- Singh, M. (2021). Acquisition of 21st Century Skills Through STEAM Education. <https://doi.org/10.20935/AL712>
- Sullivan, A. (2019a). Breaking the STEM Stereotype: Reaching Girls in Early Childhood. Rowman & Littlefield
- Sullivan, A. (2019b). Supporting Girls' STEM Confidence & Competence: 7 Tips for Early Childhood Educators. *EdTech Review*. Accessed 12/12/2023. Available at: <https://www.edtechreview.in/trends-insights/insights/supporting-girls-stem-confidence-competence-tips-for-early-childhood-educators/>
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of personality and social psychology*, 69(5), 797.
- Stewart, A., Mueller, M., & Tippins, D. (2019). Converting STEM into STEAM Programs: Methods and Examples from and for Education. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25101-7>
- Stoeger, H., Hopp, M., & Ziegler, A. (2017). Online mentoring as an extracurricular measure to encourage talented girls in STEM (science, technology, engineering, and mathematics): An empirical study of one-on-one versus group mentoring. *Gifted Child Quarterly*, 61(3), 239-249.
- STA. (2020). Gender stereotypes, discrimination still holding women back in Slovenian STEM careers. Retrieved on 20th December 2023 from https://www.total-slovenia-news.com/lifestyle/5602-gender-stereotypes-discrimination-still-holding-women-back-in-slovenian-stem-careers?utm_content=cmp-true
- Sullivan, K., Byrne, J. R., Bresnihan, N., O'Sullivan, K., & Tangney, B. (2015, October). CodePlus—Designing an after school computing programme for girls. In 2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-5). IEEE.
- Taylor, P. (2016). Why is a STEAM Curriculum Perspective Crucial to the 21st Century?
- Taylor, P.C. (2016). Session N: why is a STEAM curriculum perspective crucial to the 21st century?, 2009-2016 ACER Research Conferences. Paper 6, Australian Council for Educational Research (ACER), Melbourne. Available at: https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1299&context=research_conference
- The Importance of Hands-On Learning. (2021). *TheThinkingKid.org*. <https://www.thethinkingkid.org/post/the-importance-of-hands-on-learning#:~:text=What%20is%20Hands%20On%20Learning,a%20problem%20or%20create%20something.>
- UnderstandingScience.org (2022). The scientific community: Diversity makes the difference - understanding science. The social side of science: A human and community endeavour. (2022, September 13). Berkeley University of California. Available at: <https://undsci.berkeley.edu/understanding-science-101/the-social-side-of-science-a-human-and-community-endeavor/the-scientific-community-diversity-makes-the-difference/#:~:text=Diversity%20invigorates%20problem%20solving,shed%20new%20light%20on%20problems.>
- Tytler, R. & Self, J. (2020). Designing a contemporary STEM curriculum. UNESCO. IBE/2020/WP/CD/39. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374146>

UNESCO. (2017). Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM). ISBN: 978-92-3-100233-5. (CC BY-SA 3.0 IGO) [12461]. 85 p., illus. English ed. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479>

UNESCO. (2017). UNESCO moving forward the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247785>

UNICEF (2020). Towards an equal future: Reimagining girls' education through STEM. ISBN: 978-92-806-5178-2. New York, 2020. Available at: <https://www.unicef.org/media/84046/file/Reimagining-girls-education-through-stem-2020.pdf>

United Nations. (1948). Universal Declaration of Human Rights, https://www.ohchr.org/sites/default/files/UDHR/Documents/UDHR_Translations/eng.pdf.

Van Laetehm, M., & Verstraete, C. (2018, June). Étudier les sciences et techniques, une affaire d'hommes ? Focus N°26.

Verdugo-Castro, S., García-Holgado, A., & Sánchez-Gómez, M. C. (2022). The gender gap in higher STEM studies: a systematic literature review. Heliyon.

Vivian, R., Robertson, L., & Richards, M. (2020). The GIST: Classroom strategies for inclusive STEM learning environments. Education Services Australia. https://www.thegist.edu.au/media/a211dion/gist_classroom_strategies_booklet_web.pdf

Wannapiroon, N., & Petsangsri, S. (2020). Effects of STEAMification Model in Flipped Classroom Learning Environment on Creative Thinking and Creative Innovation. TEM Journal, 9, 1647-1655. <https://doi.org/10.18421/TEM94-42>

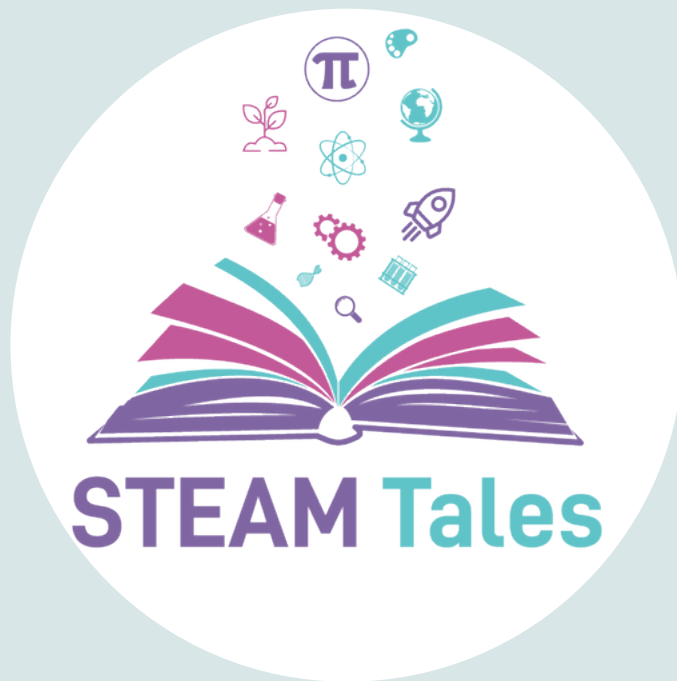
Weng, X. & Jong, M. & Chiu, Thomas K.F. (2020). Implementation Challenges of STEM Education: from Teachers' Perspective.

Why Europe's girls aren't studying STEM. (2017). Microsoft. https://news.microsoft.com/uploads/2017/03/ms_stem_whitepaper.pdf

Yoder, B. L. (2013, November). Women in engineering. ASEE Prism, 17.

Zachmann, K. (2018). Women in STEM: Female role models and gender equitable teaching strategies.

Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. School Science and Mathematics, 112(1), 12-19. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>



STEAM Tales



Cofinancé par
l'Union européenne

STEAM Tales (KA220-HE-23-24-161399). Financé par l'Union européenne. Les points de vue et les opinions exprimés sont toutefois ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou du Nationalen Agentur im Pädagogischen Austauschdienst. Ni l'Union européenne ni l'autorité chargée de l'octroi des subventions ne peuvent en être tenues pour responsables.



Tout le contenu est sous CC BY-NC-SA 4.0