



Guide pédagogique

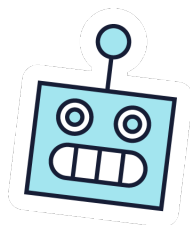
Renforcer les compétences
mathématiques par
la narration et le jeu



Cofinancé par
l'Union européenne

ENIGMATHIC

LE PROJET



LA SITUATION DANS L'UNION EUROPÉENNE

Les mathématiques suscitent souvent des réactions mitigées chez les élèves : certains les apprécient, tandis que d'autres ont des difficultés ou se sentent déconnectés de cette matière. Plus intrigant encore, cette fracture entre les sciences et la littérature a alimenté des stéréotypes qui divisent les élèves en deux catégories : les scientifiques (logique, chiffres, calculs) et les lettrés (bons lecteurs, bons rédacteurs). Cette séparation a contribué pendant des décennies à creuser les écarts entre les élèves en fonction du genre et du milieu socio-économique, qui restent visibles dans les résultats du PISA (2022), où les filles surpassent les garçons en lecture, tandis que ces derniers obtiennent de meilleurs résultats en mathématiques. Les résultats ont également souligné l'impact préoccupant du statut socio-économique sur les résultats scolaires globaux. **La Belgique, la Grèce, la France et la Roumanie** sont particulièrement concernées par cette question. En Grèce et en France, par exemple, un nombre important d'élèves immigrés sont confrontés à des difficultés d'apprentissage, souvent dues à des barrières linguistiques, à des différences culturelles et à un accès limité au soutien scolaire.

Les données PISA (2022) soulignent aussi une forte baisse des performances en mathématiques et en littérature, notamment **en Pologne, en Grèce et en France**. Les élèves de 15 ans ont obtenu les mêmes résultats que ceux de 14 ans en 2018. L'OCDE estime que 30 % des élèves européens n'atteignent pas le niveau minimum requis en mathématiques et 25 % en lecture. En d'autres termes, les élèves se situent en dessous du niveau 2, qui correspond au niveau de référence des tests PISA que tous les élèves devraient atteindre à la fin de l'enseignement secondaire. À ce stade, les élèves sont capables d'utiliser des algorithmes de base, des connaissances scientifiques simples et d'interpréter des textes simples¹.

Ces résultats démontrent la nécessité d'aborder les mathématiques et la littérature dans leur globalité. En effet, pour résoudre un problème mathématique, les élèves doivent d'abord lire et comprendre les instructions, ce qui les aide aussi à relever les défis de la vie quotidienne.

¹ Schleicher, Andreas, Insights and Interpretations PISA 2022, OECD, 2023.
<https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/programmes/edu/pisa/publications/PISA%202022%20Insights%20and%20Interpretations.pdf>

PROPOSITION D'ENIGMATICO

L'objectif d'Enigmathico est simple : **rendre les mathématiques amusantes et accessibles à tous les apprenants**. Pour raviver l'enseignement des STIM, notre approche rassemble la littérature et les mathématiques. En utilisant des outils de narration et de gamification, nous visons à développer une méthodologie accessible, interdisciplinaire, et facilement adaptable pour répondre aux besoins de divers apprenants. Cette position est une réponse pour lutter contre les inégalités d'apprentissage et le décrochage scolaire.

La méthode place les mathématiques dans des contextes du monde réel et des défis sociétaux (le changement climatique, l'inclusion, la justice sociale) comme moyen de favoriser un apprentissage engageant, critique et dynamique des mathématiques. Nous sommes convaincus que le fait de mettre les mathématiques en situation concrète et tangible peut contribuer à motiver les apprenants.

Ainsi, le partenariat développe une série d'outils robustes co-crées par des enseignants et des professionnels de l'éducation et de l'édition pour renforcer l'approche interdisciplinaire de ces ressources :

- Le guide pédagogique actuel qui présente la méthodologie et l'éducation non formelle d'Enigmathico.
- Six boîtes Enigmathico adaptées à deux groupes d'âge (8-10 ans et 10-12 ans), chacune comprenant : un récit à énigmes interactif, des outils et jeux mathématiques, et des feuilles d'enseignement.
- Cinq webinaires en ligne nationaux.
- Un guide de mise en œuvre pour aider les futurs utilisateurs à intégrer les ressources du projet dans différents contextes.

GROUPES CIBLES

Les boîtes Enigmathico sont conçues pour des élèves de 8 à 12 ans, quand l'enseignement des mathématiques devient plus abstrait. Compte tenu de la forte dimension inclusive de la méthodologie, nous nous concentrons sur les élèves présentant un risque de décrochage en mathématiques (en raison de leur milieu socio-éducatif, de difficultés d'apprentissage ou d'un manque d'intérêt) pour raviver leur motivation.

Le projet est conçu pour être mis en œuvre avec les enseignants ; ainsi, plusieurs ressources sont directement adressées à des professionnels. Les enseignants sont des guides et mettent en œuvre la méthode, mesurent les progrès des élèves, et assurent l'enseignement.

ALIGNEMENT DES PROGRAMMES

En travaillant avec des enseignements de différents pays européens (Belgique, France, Grèce, Roumanie, et Pologne), l'approche d'Enigmathico garantit la conformité avec les normes nationales et internationales en matière de programmes scolaires. Le partenariat bénéficie de l'expertise de professionnels de l'éducation non formelle qui pourront échanger et co-construire des outils garantissant la pertinence de l'éducation formelle dans les différents contextes européens.



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.

Code du projet : 2024-1-FR01-KA220-SCH-000250364



CONTENU

PARTIE 1 : PÉDAGOGIE NON FORMELLE DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

A/ Pédagogie non formelle dans l'enseignement des mathématiques

B/ Relier la littératie et la numératie

C/ Approches sensorielles et holistiques

PARTIE 2 : APPLICATIONS PRATIQUES

A/ Exemples d'activités

B/ Scénarios d'utilisation

C/ Outils numériques en pratique

PARTIE 3 : DÉVELOPPER DES COMPÉTENCES CLÉS

A/ Les compétences psychosociales

B/ Les compétences numériques

C/ Les compétences en STIM

PARTIE 4 : INCLUSION ET DIVERSITÉ

A/ Adapter les pratiques pédagogiques

B/ Réduire les inégalités

C/ Représentation culturelle et thèmes variés

PARTIE 5 : ÉVALUATION ET AMÉLIORATION CONTINUE

A/ Indicateurs d'évaluation

B/ Commentaires des utilisateurs

PERSPECTIVES D'AVENIR



PARTIE 1 : PÉDAGOGIE NON FORMELLE DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES



A/ PÉDAGOGIE NON FORMELLE DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

L'enseignement des mathématiques n'a pas besoin d'être unidirectionnel et ennuyant. Dans cette section, nous aborderons plusieurs approches innovantes des mathématiques, à savoir la pédagogie non formelle, le lien entre la numératie et la littératie, ainsi que les approches sensorielles et holistiques.

Tout d'abord, il est essentiel de comprendre où se situe l'éducation non formelle par rapport aux autres méthodes d'enseignement établies. À ce jour, il existe trois types de méthodes d'enseignement :

- La plus courante est **l'éducation formelle**, qui se déroule dans un cadre institutionnel structuré, comme une école ou un centre de formation. Elle est organisée de manière rigide et standardisée, avec des évaluations, et débouche généralement sur un certificat ou un diplôme.



Photo par pexels-photo

- Une approche totalement différente dans ce panel est **l'enseignement informel**, qui accompagne les apprenants de manière spontanée et naturelle. Il n'est pas structuré de la même manière que l'approche précédente et repose sur l'expérience personnelle et

l'interaction sociale. Il s'agit d'un apprentissage spontané, sans objectifs prédéfinis, influencé par l'environnement social et culturel dans lequel vit l'apprenant. Parmi les exemples d'apprentissage informel, on peut citer l'apprentissage d'une langue en voyageant, en regardant des documentaires ou en apprenant à cuisiner en observant un parent.



Photo par pexels-photo

- Alors, où se situe l'éducation non formelle dans tout cela ? Eh bien, tout simplement quelque part entre les deux ! Située en dehors du système éducatif traditionnel, c'est-à-dire « formel », elle n'en est pas moins **organisée et planifiée**. Elle est **plus flexible** et **adaptée aux besoins de chaque apprenant**, tout en **visant des objectifs d'apprentissage spécifiques**, contrairement à l'apprentissage informel. L'apprentissage est basé sur l'expérience et les apprenants participent activement à des ateliers, des projets, etc.²



Photo par Flickr

² (Enseignement Non-formel, 2024) (Education Formelle/Non-formelle/Informelle, 2015)

Dans ce guide, nous nous concentrerons principalement sur l'apprentissage non formel. Cette approche d'apprentissage, comme nous l'avons souligné, est plus flexible, permettant aux apprenants de participer activement tout en ayant un objectif d'apprentissage préétabli. L'apprentissage non formel ne débouche généralement pas sur un diplôme ou une autre forme de certification. Il peut néanmoins contribuer au **développement personnel et professionnel**, ainsi qu'à l'acquisition de compétences essentielles.

Il peut ainsi être facilement vu comme **complémentaire** à l'approche formelle plus traditionnelle.

Ses principes sont basés sur :

1. Flexibilité : Sa flexibilité en termes de méthodes d'apprentissage, de contenu et d'emplacements permet de l'adapter aux besoins et au rythme des apprenants, tout en tenant compte du contexte social et culturel.
2. Participation active : essentielle pour encourager l'échange, la collaboration, et l'apprentissage par l'expérience.
3. Apprentissage tout au long de la vie : Cette approche promeut l'apprentissage tout au long de la vie en démontrant que l'éducation ne se limite pas au cadre scolaire.

Il offre plusieurs avantages, dont :

- Une amélioration de l'accessibilité pour les apprenants en dehors du système éducatif formel, permettant d'offrir des alternatives adaptées à leurs besoins spécifiques.
- Une amélioration de l'engagement et de la motivation des apprenants grâce à une approche participative active.
- Le développement de compétences pratiques pour améliorer vos capacités dans des domaines qui profitent à la fois à votre vie personnelle et professionnelle, comme la collaboration, la communication et la résolution de problème

Dans une série d'entretiens avec des personnes impliquées dans divers domaines de l'éducation, nous avons posé une question ouverte pour recueillir leurs points de vue sur la manière dont les approches non formelles peuvent relever les défis de l'apprentissage des mathématiques.

En voici quelques extraits :



D'après **Pierre CRESPIN**, médiateur scientifique à l'association EurëK'Alès³,

« L'approche non formelle offre un avantage indéniable grâce au contexte dans lequel elle s'inscrit... » « L'absence d'obligation et de contrôle... permet d'explorer une multitude de concepts en dehors du cadre scolaire traditionnel. »

De plus, comme le souligne **Houria Lafrance**, professeure de mathématiques et présidente de l'association **Les Maths en Scène**,

« Avant tout, les approches non formelles doivent être accessibles et captivantes. Elles doivent stimuler la motivation, le plaisir, et la curiosité des apprenants. Un élément clé est le développement de la confiance en soi : il est essentiel de créer un environnement où les erreurs sont vues comme une partie intégrante de l'apprentissage. L'interdisciplinarité joue aussi un rôle fondamental. »

En outre, dans cette approche d'apprentissage, **Gautier DIETRICH**, enseignant dans une **classe préparatoire PCSI (physique-chimie-sciences de l'ingénieur)** à des élèves de 18-19 ans, remarque que :

« Les approches non formelles, comme la narration et les jeux, peuvent aider les élèves à développer leur capacité à se projeter dans un environnement virtuel et à accepter les règles. » « L'histoire des mathématiques et son utilisation dans d'autres disciplines peut rendre le sujet plus concret et accessible. L'utilisation d'objets sensoriels peut rendre les définitions mathématiques plus compréhensibles. »

Dans cette optique, **Giorgos ALVANOPOULOS**, expert en éducation spécialisée, explique,

« Les approches éducatives non formelles sont particulièrement utiles pour les élèves ayant des besoins éducatifs particuliers. Le programme scolaire standard de l'enseignement formel peut être trop rigide pour ces élèves, et les méthodes non formelles offrent souvent un soutien plus efficace à leur apprentissage. »

Enfin, pour **Emilie DAYDÉ**, conseillère pédagogique départementale pour les langues vivantes et régionales,

« Les approches non formelles peuvent rendre l'apprentissage plus ludique et motivant, et permettre aux élèves de progresser à leur propre rythme. »

³ <https://www.eurekales.fr/>

B/ RELIER LA LITTÉRATIE ET LA NUMÉRATIE

La littératie et la numératie sont deux compétences clés jouant un rôle essentiel dans l'apprentissage. En les combinant avec une approche d'enseignement non formel, elles offrent des opportunités intéressantes pour l'apprentissage interdisciplinaire.

Selon une note d'information officielle, l'OCDE⁴ définit la littératie et la numératie comme suit :

- La littératie est la capacité de comprendre et utiliser des informations écrites dans la vie quotidienne, à la maison, au travail et à l'école, pour atteindre ses objectifs personnels et élargir ses connaissances et ses compétences.
- La numératie est la capacité d'une personne à s'approprier, valider, exécuter et raisonner mathématiquement pour résoudre des problèmes dans divers contextes réels.

Les compétences en littératie et en numératie sont étroitement liées. Comme Melina STAMPOULI, consultante pédagogique dans les écoles primaires, le souligne, « Une bonne compréhension écrite est fondamentale pour résoudre des problèmes mathématiques. Les élèves qui sont capables de comprendre des instructions, d'analyser des textes et de communiquer leurs pensées réussissent mieux en raisonnement mathématique. » Cela souligne l'importance d'intégrer ces deux compétences pour améliorer les capacités de résolution de problèmes dans les mathématiques.

Voici un autre exemple du projet [recreaMATHS](https://recreamaths.eu)⁵ pour illustrer la manière dont ces compétences peuvent être intégrées dans l'apprentissage non formel.

Le projet, conçu pour des enfants âgés de 4 à 7 ans, se concentre sur le langage des mathématiques en les contextualisant à travers des histoires. Les concepts mathématiques sont intégrés dans des e-books narratifs qui mettent en scène des situations réelles, comme des personnages explorant un musée ou découvrant les quatre saisons. Cette approche encourage les enfants à s'immerger et à s'impliquer dans l'apprentissage.

Le jeu et la manipulation font aussi partie intégrante de ce projet, qui comprend des guides en 3D permettant aux enfants d'explorer les concepts mathématiques de manière interactive, en utilisant des techniques de manipulation pour favoriser une compréhension plus approfondie et plus durable.

La diversité de ressources dans le projet [recreaMATHS](https://recreamaths.eu) permet un choix d'outils qui peuvent être adaptés plus facilement aux besoins et intérêts des apprenants. Cette approche inclusive

⁴ <file:///C:/Users/utilisateur11/Downloads/ni-23-31-156437-1.pdf>

⁵ <https://recreamaths.eu/fr/>

des ressources d'enseignement garantit que tous les profils d'apprenants auront l'opportunité de développer des compétences en numératie et en littératie.

Un autre exemple d'apprentissage non formel qui lie la numératie et la littératie est le projet [MathandMove](https://mathandmove.eu/fr/home-2/)⁶.

Ce projet combine les mathématiques avec les mouvements du corps et la narration pour les enfants âgés de 6 à 9 ans. Il comprend des feuilles d'activités pour les enfants sur des concepts mathématiques spécifiques. Les enfants sont invités à s'exercer seuls ou en groupe et à découvrir des concepts mathématiques de manière ludique, par exemple en tournant une roue magique pour apprendre la division et la multiplication, ou en mesurant des objets à l'aide de parties de leur corps.

Il y a aussi des e-books narratifs interactifs pour introduire des activités mathématiques. Les histoires servent de contexte pour plonger l'enfant dans l'univers du livre, ce qui stimule sa motivation et rend les concepts abordés plus accessibles.

Les éducateurs ont accès à une grande partie des ressources, dont des leçons, des feuilles d'activités, des vidéos, et des e-books, pour s'adapter aux différents types d'apprenants, en particulier ceux ayant des difficultés d'apprentissage, ainsi que des suggestions pour s'adapter aux différents groupes d'âge

Dans ce projet, l'accent est mis sur l'amusement et les jeux pour impliquer les apprenants de manière dynamique et inclusive.

C/ APPROCHES SENSORIELLES ET HOLISTIQUES

Faire l'expérience de l'apprentissage dans sa globalité à travers les **sens** (la vue, le toucher, l'ouïe, etc.) et **le relier au monde réel** est bénéfique pour rendre les matières scientifiques, et en particulier les mathématiques, plus accessibles à tous. L'approche sensorielle, fondée sur l'idée que l'apprentissage passe par les sens, et l'approche holistique, qui considère le développement de l'enfant dans sa globalité, bien que distinctes, peuvent se compléter pour créer un environnement d'apprentissage riche et significatif.

Expérimenter avec des objets, utiliser des couleurs, etc. sont autant d'éléments qui suscitent chez les enfants, dès leur plus jeune âge, le désir et le plaisir d'apprendre, et qui perdurent tout au long de la vie. Cette approche s'adapte à différents styles d'apprentissage et profils d'apprenants, contribuant à ancrer les connaissances de manière plus durable.

⁶ <https://mathandmove.eu/fr/home-2/>

Voici un exemple d'une bonne pratique venant de l'entretien de **Cathy Vandenbroeck, psychologue et enseignante en primaire** :

« J'aime beaucoup utiliser les percussions corporelles avec les élèves qui commencent à apprendre les tables de multiplication. Par exemple, pour la table de 2, l'élève marche sur place, compte dans sa tête et ne dit le chiffre à voix haute que lorsqu'il pose son pied droit. (...) Pour la table de 4, il marche sur place (gauche 1, droite 2), tape sur leurs cuisses (gauche trois, puis droite), dit « quatre » à voix haute, puis recommence. Utiliser le rythme aide à intégrer et à comprendre ce qu'est une table de manière très concrète. »

Et, comme le dit **Cécile Dewolf, Orthophoniste** :

« Nous devons vraiment intégrer davantage d'apprentissage pratique et concret. L'enseignement des mathématiques est trop abstrait et déconnecté de la réalité. Il est très important que les enfants prennent conscience que les mathématiques sont partout autour d'eux, tout le temps. Qu'il s'agisse des numéros des maisons ou de toute autre chose, les chiffres font partie de notre quotidien. »

Relier les concepts à des situations réelles et voir comment ils interagissent avec d'autres disciplines est pertinent pour donner du sens à l'apprentissage. Cependant, il est aussi important de considérer l'apprenant dans sa globalité, c'est-à-dire en tenant compte de ses différentes caractéristiques, comme l'intelligence, les aspects émotionnels, le contexte social, et pas seulement l'intellect au sens strict du terme.

Combiner ces deux approches à l'apprentissage des mathématiques peut être véritablement stimulant et adapté à tous les profils d'apprenants. (O'Malley, 2023)

Le projet, My Box of STEAM, vise à rendre les mathématiques accessibles à tous les élèves en incorporant des expériences sensorielles et des activités pratiques. Il offre des kits d'activités pratiques et interdisciplinaires. Ces kits, conçus pour des élèves âgés de 6 à 12 ans, fournissent une opportunité de développer des compétences en STEAM (Sciences, Technologie, Ingénierie, Arts, et Mathématiques) et d'explorer ces zones à travers des projets comme la création de jeux et la réalisation d'expériences scientifiques. Cette approche encourage la collaboration et le partage de connaissance.

Le projet [MathandMove](#), mentionné ci-dessus, s'appuie aussi sur ces approches. Il se concentre sur l'intégration de mouvements physiques dans l'apprentissage des mathématiques pour démontrer comment la lecture, l'écriture et le calcul peuvent être reliés à l'aide de méthodes stimulantes et non traditionnelles. D'une part, au niveau sensoriel, par le mouvement, avec des activités comme l'apprentissage des lignes géométriques en se déplaçant dans

l'espace ou la compréhension des fractions par la danse. D'autre part, de manière holistique, en abordant les mathématiques dans différents contextes, à travers des jeux, des défis, des récits et des thèmes tirés de la vie quotidienne.

Pour conclure, la pédagogie non formelle, qui combine la littératie et la numératie avec des approches sensorielles et holistiques, peut être utilisée pour rendre l'apprentissage des mathématiques plus captivant, enrichissant, et agréable. Le chapitre suivant fournit des exemples concrets illustrant comment cela peut être mis en pratique.



PARTIE 2 : APPLICATIONS PRATIQUES



Le projet Enigmathico réimagine l'enseignement des mathématiques en intégrant la narration et la littérature avec des concepts numériques. Puisque les mathématiques sont souvent perçues comme rigides et déconnectées de la vie quotidienne, Enigmathico démontre qu'elles peuvent être dynamiques et accessibles quand elles sont explorées à travers la narration. Les élèves participent à des aventures mathématiques où les problèmes sont intégrés dans des scénarios familiers, rendant les concepts abstraits plus concrets et plus faciles à comprendre.

Ce chapitre explore les applications pratiques en classe de la méthodologie Enigmathico, en présentant des activités adaptables, des scénarios d'utilisation et des outils numériques pour renforcer l'engagement dans divers contextes éducatifs.

A/ EXEMPLES D'ACTIVITÉS

La section suivante présente des exemples d'activités qui montrent comment les histoires peuvent être utilisées efficacement pour enseigner les mathématiques à des élèves âgés de 7 à 12 ans.

Le mystère des chiffres disparus

Les élèves deviennent des détectives résolvant une affaire mystérieuse dans laquelle des chiffres disparaissent des documents historiques. Chaque indice qu'ils découvrent les mène à un problème arithmétique qu'ils doivent résoudre pour pouvoir continuer.

- **Orientation mathématique** : Addition, soustraction, raisonnement logique.
- **Mise en œuvre** : L'enseignant distribue des indices numérotés, chacun contenant une énigme ou un problème arithmétique. Les élèves les résolvent ensemble pour avancer dans l'histoire.
- **Résultat** : Renforce les compétences en matière de résolution de problèmes et la maîtrise des nombres tout en encourageant le travail d'équipe.

Le mathématicien qui voyage dans le temps

Un jeune mathématicien active accidentellement une machine à remonter le temps et voyage à différentes époques historiques. Pour revenir au présent, les élèves doivent résoudre des énigmes mathématiques propres à chaque époque.

- **Orientation mathématique** : Géométrie, systèmes numériques historiques, raisonnement algébrique.



- **Mise en œuvre** : Chaque période historique présente un nouveau défi.
- **Résultat** : Relie les mathématiques à l'histoire, favorisant l'apprentissage contextuel.

Le dilemme de l'architecte

Les élèves endossent le rôle d'architectes chargés de concevoir une nouvelle ville, en veillant à ce que tous les bâtiments et toutes les routes respectent des règles mathématiques.

- **Orientation mathématique** : Géométrie, proportions, symétrie, mesures.
- **Mise en œuvre** : À l'aide de papier millimétré ou d'outils numériques comme Tinkercad, les élèves conçoivent des plans et calculent les dimensions.
- **Résultat** : Démontre les applications concrètes des mathématiques.

La forêt enchantée

Les élèves explorent une forêt magique où les arbres grandissent poussent selon des schémas spécifiques, et ils doivent décoder les séquences pour débloquent les chemins.

- **Orientation mathématique** : Schémas numériques, séquences, suite de Fibonacci.
- **Mise en œuvre** : Les élèves analysent les modèles de croissance des arbres et prédisent les prochains éléments de la séquence.
- **Résultat** : Améliore la compréhension des suites mathématiques et leur présence dans la nature.

B/ SCÉNARIOS D'UTILISATION

La section suivante présente des suggestions illustrant comment l'approche Enigmathico peut être appliquée dans différents contextes scolaires pour des élèves âgés de 7 à 12 ans. Chaque scénario comprend une description, un exemple pratique et les principaux avantages, illustrant la flexibilité et le caractère inclusif de l'enseignement des mathématiques basé sur la narration.

En classe entière

Toute la classe participe à une aventure mathématique commune, travaillant ensemble pour résoudre des problèmes et progresser dans l'histoire.

- **Exemple** : « Le mystère des nombres disparus » est une leçon sur le thème du détective où les élèves collaborent pour découvrir les chiffres manquants dans des documents historiques.

- **Mise en œuvre** : L'enseignant raconte l'histoire pendant que les élèves résolvent des problèmes en temps réel, ce qui favorise l'engagement et la résolution collaborative des problèmes.
- **Avantages** : Favorise la participation active, le travail d'équipe et la réflexion critique, tout en développant des compétences clés en matière de résolution de problèmes.

Collaboration en petit groupe

Les élèves sont répartis en petits groupes, chacun abordant différents aspects de l'histoire, puis partageant leurs conclusions avec la classe.

- **Exemple** : « Le dilemme de l'architecte » met les groupes au défi de concevoir des structures géométriquement solides en respectant les contraintes mathématiques fournies.
- **Avantages** : Encourage la communication, l'apprentissage entre pairs et la coopération, tout en permettant un soutien personnalisé de la part de l'enseignant.

Ateliers interdisciplinaires

Ce scénario intègre les mathématiques à d'autres matières, offrant ainsi une expérience d'apprentissage complète et interdisciplinaire.

- **Exemple** : Les élèves explorent les modèles mathématiques présents dans les phénomènes naturels ou les artefacts culturels, par exemple la suite de Fibonacci dans la croissance des tournesols ou les formes géométriques dans l'architecture historique. Ils résolvent des problèmes connexes pour comprendre comment les mathématiques aident à expliquer le monde qui les entoure.
- **Avantages** : Renforce l'idée que les mathématiques sont un langage universel. Encourage l'apprentissage holistique, la curiosité et les liens entre différentes disciplines telles que les sciences, l'histoire et l'art.

Programmes parascolaires

Ces sessions prolongent l'apprentissage au-delà des heures normales, offrant aux élèves des occasions informelles, basées sur des projets, de combiner narration et exploration mathématique.

- **Exemple** : Les élèves peuvent créer un livre d'histoires ou un jeu numérique comme « La carte au trésor du pirate », en utilisant des coordonnées et des vecteurs pour concevoir des défis.

- **Avantages :** Favorise la créativité, la pensée indépendante et un engagement plus profond envers les mathématiques dans un environnement détendu et pratique, adapté aux intérêts des élèves.

Parcours d'apprentissage personnalisés

Des outils s'adaptant aux besoins et au rythme de chaque élève, permettant l'exploration des concepts mathématiques à travers des activités narratives personnalisées.

- **Exemple :** À l'aide d'outils numériques comme GeoGebra ou Scratch, les élèves résolvent des énigmes mathématiques intégrées dans des récits personnalisés. Certains peuvent s'attaquer à des problèmes arithmétiques simples, tandis que d'autres relèvent des défis algébriques, le tout dans le cadre d'une même histoire.
- **Avantages :** Soutient les classes hétérogènes en répondant à divers besoins d'apprentissage. Renforce la confiance, s'adapte à différents styles et garantit une participation significative de chaque élève.

C/ OUTILS NUMÉRIQUES EN PRATIQUE

La section suivante présente des outils et des ressources numériques que les enseignants peuvent utiliser pour mettre en œuvre efficacement un enseignement des mathématiques basé sur la narration, de manière attrayante pour les élèves âgés de 7 à 12 ans.

Tinkercad



Tinkercad est un outil de conception et de modélisation 3D en ligne convivial, idéal pour créer des formes et des structures géométriques. Il aide à visualiser des concepts complexes et favorise le raisonnement spatial.

Compétences mathématiques : Raisonnement spatial, symétrie, proportions, volume, surface.

Exemple : Dans *Le dilemme de l'architecte*, les élèves conçoivent des bâtiments ou des villes en appliquant la géométrie pour créer des modèles proportionnés et symétriques.

Avantages : Rend la géométrie concrète et visuelle ; favorise la créativité et la résolution pratique de problèmes.

Âge recommandé : Oui, idéal pour les enfants âgés de 7 à 12 ans (sous la surveillance d'un adulte pour les plus jeunes).

Gratuit : Oui, gratuit avec inscription.

→ <https://www.tinkercad.com/>

Scratch



Scratch est une plateforme de programmation par blocs qui permet aux élèves de créer des histoires interactives, des jeux et des animations.

Compétences mathématiques : Séquences, logique, résolution de problème, programmation, pensée algorithmique.

Exemple : Les élèves créent *Le mathématicien qui voyage dans le temps*, où la résolution d'énigmes dans différentes périodes historiques révèle des événements clés.

Avantages : Encourage la pensée computationnelle et mathématique à travers la narration créative.

Âge recommandé : Oui, particulièrement adapté aux enfants âgés de 8 à 12 ans (ScratchJr disponible pour les plus jeunes).

Gratuit : Oui.

→ <https://scratch.mit.edu/>

Desmos



Desmos est une calculatrice graphique puissante qui permet d'explorer des fonctions et des équations grâce à une visualisation interactive.

Compétences mathématiques : Représentation graphique, algèbre, géométrie dans l'espace, fonctions.

Exemple : Dans *La forêt enchantée*, les élèves représentent graphiquement des modèles de croissance (ex : les suites de Fibonacci) ou modélisent des données à l'aide d'équations.

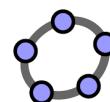
Avantages : Améliore la compréhension de l'algèbre grâce à la manipulation de graphiques en temps réel.

Âge recommandé : Oui, particulièrement efficace pour les enfants âgés de 10 à 12 ans ; les élèves plus jeunes peuvent avoir besoin d'aide.

Gratuit : Oui.

→ [Lien pour télécharger l'application](#)

GeoGebra



GeoGebra est un logiciel mathématique interactif combinant géométrie, algèbre et calcul pour un apprentissage visuel et analytique.

Compétences mathématiques : Géométrie, algèbre, mesure, visualisation.

Exemple : Dans *Le dilemme de l'architecte*, les élèves construisent des modèles 3D, testent des conceptions et explorent les relations mathématiques.



Avantages : Prend en charge l'apprentissage par l'enquête et la modélisation interactive ; aide à visualiser des idées abstraites.

Âge recommandé : Oui, avec un échafaudage adapté à partir de 9 ans

Gratuit : Oui.

→ <https://www.geogebra.org/>

Book Creator



Une plateforme pour créer des livres multimédias à partir de textes, d'images, de vidéos et de fichiers audio.

Compétences mathématiques : Narration, résolution de problèmes, planification de la mise en page.

Exemple : Les élèves racontent *Le mathématicien qui voyage dans le temps* en intégrant des énigmes mathématiques, des diagrammes et des illustrations dans un livre numérique.

Avantages : Favorise la créativité et l'apprentissage personnalisé ; soutient la littérature multimodale.

Gratuit : Version gratuite avec fonctionnalités limitées ; accès complet nécessite un abonnement.

Âge recommandé : Oui, excellent pour les enfants âgés de 7 à 12 ans.

→ <https://bookcreator.com/>

Kahoot!



Kahoot! est une plateforme de jeux sous forme de quiz, idéale pour évaluer les connaissances mathématiques dans un format ludique et compétitif.

Compétences mathématiques : Raisonnement logique, sens des nombres, mémoire.

Exemple : Après La carte au trésor du pirate, un quiz évalue les élèves sur leurs connaissances sur les coordonnées, les directions ou les angles appris pendant la leçon.

Avantages : Encourage la participation et les commentaires immédiats dans un environnement ludique et amusant.

Âge recommandé : Oui, idéal pour tous les niveaux entre 7 et 12 ans.

Gratuit : Oui, la version de base est gratuite ; des options premium sont disponibles.

→ <https://kahoot.com/>

En mettant en œuvre ces activités, méthodes et outils, le projet Enigmathico propose une approche dynamique, attrayante et interdisciplinaire de l'enseignement des mathématiques à



travers la littérature et la narration. Cette méthode améliore non seulement les compétences en calcul, mais favorise aussi la créativité, la pensée critique et la collaboration entre les élèves, quels que soient leurs styles d'apprentissage. De plus, elle favorise l'inclusion en répondant à divers besoins d'apprentissage, garantissant que les mathématiques sont accessibles à tous les apprenants, quels que soient leur origine ou leurs capacités. Grâce à cette fusion entre narration et calcul, Enigmathico transforme l'enseignement traditionnel des mathématiques en une expérience éducative immersive et enrichissante.

PARTIE 3 : DÉVELOPPER LES COMPÉTENCES CLÉS



A/ LES COMPÉTENCES PSYCHOSOCIALES

En quoi les compétences psychosociales sont-elles importantes ?

Les compétences psychosociales, telles que **l'esprit critique, la collaboration et la résilience**, sont essentielles à l'apprentissage et à l'épanouissement personnel des élèves. Ces compétences aident non seulement les élèves à réussir sur le plan scolaire, mais aussi à relever les défis de la vie réelle⁷. Les mathématiques offrent un environnement idéal pour développer ces compétences grâce à des activités créatives et de recherches⁸. Selon la théorie constructiviste de Vygotsky⁹, l'apprentissage devient plus efficace lorsque **les élèves interagissent, discutent et échangent des idées**. En intégrant des compétences psychosociales aux mathématiques, les élèves développent la pensée logique, le travail d'équipe et la persévérance face aux défis.

La pensée critique en mathématiques

La pensée critique est la capacité d'examiner, d'évaluer et d'appliquer des connaissances de manière à permettre aux élèves de résoudre des problèmes efficacement¹⁰. En mathématiques, elle leur permet d'aborder les problèmes de manière organisée, d'adapter leur réflexion et d'étayer leur raisonnement par les arguments.

Comment les mathématiques améliorent-elles la pensée critique ?

- Les problèmes ouverts permettent aux élèves d'explorer plusieurs solutions possibles et de développer différentes stratégies de résolution de problèmes, ce qui améliore leur pensée créative et analytique¹¹.

⁷ OECD. (2018). *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD Publishing.

⁸ Boaler, J. (2016). *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching*. Jossey-Bass.

⁹ Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

¹⁰ Facione, P. A. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. The Delphi Report. California Academic Press.

¹¹ Schoenfeld, A. H. (1992). *Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics*. Lawrence Erlbaum Associates.

- Les questions exploratoires, telles que « Quelle est la cause de ce phénomène ? » et « Comment pouvons-nous le prouver ? », encouragent les élèves à approfondir leur réflexion, à remettre en question leurs hypothèses et à développer leur raisonnement logique¹².
- Relier les mathématiques à des situations de la vie réelle, telles que la gestion de données financières ou l'analyse de questions environnementales, aide les élèves à comprendre l'utilité des mathématiques et à appliquer leur esprit critique à des scénarios pratiques¹³.

Des recherches ont montré que les élèves qui ont participé à **des activités d'apprentissage basées sur la recherche, ont développé des capacités de raisonnement plus solides** et une plus grande confiance en eux pour aborder des problèmes complexes¹⁴.

La collaboration en mathématiques

L'apprentissage collaboratif se produit lorsque deux personnes ou plus, apprennent ou tentent de comprendre un sujet conjointement¹⁵. Il est également décrit comme un processus dans lequel les participants travaillent ensemble dans le but commun de résoudre un problème¹⁶. Dans le domaine de l'éducation, **la collaboration** est considérée comme l'une des compétences les plus importantes du XXI^{ème} siècle et il est essentiel de la développer dès le plus jeune âge. Les environnements d'apprentissage collaboratif sont basés sur la communication, l'interaction et des objectifs communs. Des recherches montrent que la collaboration peut améliorer le processus d'apprentissage, même pour les élèves ayant des résultats scolaires moins bons¹⁷.

Comment les mathématiques favorisent-elles la collaboration ?

- Les activités de résolution de problèmes en groupe favorisent le dialogue et l'échange de raisonnements mathématiques¹⁸.
- L'enseignement par les pairs et l'apprentissage collaboratif contribuent à une meilleure compréhension¹⁹.

¹² Lipman, M. (2003). *Thinking in Education*. Cambridge University Press.

¹³ Boaler, J. (2016). *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching*. Jossey-Bass.

¹⁴ Bressoud, D. M., Rasmussen, C., & Bottenberg, E. (2015). Inquiry-Based Learning: A New Approach to Learning Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 287-300.

¹⁵ Dillenbourg, P. (1999). *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*. Elsevier.

¹⁶ Roschelle, J., & Teasley, S. D. (1995). The Construction of Shared Knowledge in Collaborative Problem-Solving. In *Computer-Supported Collaborative Learning* (pp. 69-97). Springer.

¹⁷ Lai, K. W. (2011). *The Impact of Collaborative Learning on Academic Performance: A Meta-analysis of Studies*. *Educational Research Review*, 6(1), 15-29.

¹⁸ Slavin, R. E. (2014). Cooperative Learning and Academic Achievement: Why Does Groupwork Work? *Educational Psychology Review*, 26(3), 1-7.

¹⁹ Webb, N. M. (2009). The Influence of Peers on Achievement in Collaborative Learning Groups. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 477-493). Cambridge University Press.

- Les projets interdisciplinaires en STIM nécessitent un travail d'équipe et l'application de concepts mathématiques à des défis concrets²⁰.

Une étude a montré que les élèves qui travaillent de façon collaborative en mathématiques, développent de meilleures compétences en communication et obtiennent de meilleurs résultats en résolution de problèmes que ceux travaillant individuellement¹⁵.

La résilience en mathématiques

La résilience est la capacité à persévérer malgré les difficultés, à tirer les leçons de ses erreurs et à adapter ses stratégies lorsque cela s'avère nécessaire²¹. Pour les élèves, cela signifie ne pas se décourager en mathématiques, même lorsqu'ils rencontrent des difficultés, et continuer à fournir des efforts pour surmonter les obstacles.

Comment les mathématiques renforcent-elles la résilience ?

- Apprendre aux élèves à avoir un état d'esprit de croissance, ce qui signifie qu'au lieu de se sentir découragés par les erreurs, ils les voient comme des opportunités d'apprendre et d'améliorer leurs compétences en mathématiques²².
- Utiliser l'échec productif, où les élèves explorent de mauvaises solutions avant de trouver la bonne²³.
- Utiliser des techniques d'échafaudage en fournissant aux élèves un soutien initial et en augmentant progressivement la difficulté des problèmes à mesure qu'ils gagnent en confiance, en les aidant à développer leurs compétences étapes par étapes²⁴.

Selon les recherches, les élèves qui ont travaillé sur des tâches mathématiques difficiles avec le soutien de l'enseignant, ont développé une plus grande persévérance et une plus grande flexibilité dans la résolution de problèmes²⁵.

²⁰ English, L. D. (2016). STEM Education: A Review of the Literature. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11-21.

²¹ Webb, N. M., & Farivar, S. (1994). *The Effects of Grouping Practices on the Achievement and Communication of Students*. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 348-358.

²² Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The New Psychology of Success*. Random House.

²³ Kapur, M. (2016). Productive Failure. *Learning and Instruction*, 41, 1-6.

<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.10.001>

²⁴ Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>

²⁵ Boaler, J. (2013). The Importance of Struggle in Learning Mathematics. Stanford University.

B/ LES COMPÉTENCES NUMÉRIQUES

L'importance des compétences numériques

Les compétences numériques sont essentielles au XXI^{ème} siècle et jouent un rôle clé dans l'éducation et la vie quotidienne. L'OCDE souligne que le développement de ces compétences améliore le processus d'apprentissage et prépare les élèves à un monde technologique en constante évolution²⁶. De plus, les études indiquent que l'utilisation de la technologie dans l'éducation peut améliorer la créativité, la pensée critique et la collaboration, qui sont des compétences essentielles pour la société contemporaine²⁷.

Compétences numériques et éducation aux mathématiques

La technologie peut servir de passerelle entre la théorie et la pratique en mathématiques, aidant les élèves à comprendre des concepts abstraits par l'interaction. Dans l'enseignement des mathématiques, les outils numériques offrent des moyens interactifs d'explorer les concepts mathématiques, rendant l'apprentissage plus stimulant et accessible. L'utilisation de la technologie permet aux élèves d'expérimenter des relations mathématiques, de tester des hypothèses et de visualiser des idées abstraites de manière interactive, plutôt que de se fier uniquement à des représentations statiques²⁸.

Des recherches montrent que l'utilisation d'outils interactifs, tels que les simulations et les environnements d'apprentissage dynamiques, aident les élèves à approfondir leur compréhension des concepts mathématiques²³. De plus, la technologie peut favoriser un apprentissage différencié, permettant aux élèves de progresser à leur rythme et de bénéficier d'un retour personnalisé. Participer à des activités numériques de résolution de problèmes avec un accompagnement adapté à leurs besoins, aide les élèves à réfléchir de manière plus logique et à gagner en confiance pour relever les défis mathématiques²⁹.

Les environnements d'apprentissage interactif offrant un retour d'information immédiat aident les élèves à améliorer leurs compétences en résolution de problèmes et les encouragent à persévérer malgré les difficultés³⁰. De plus, **l'intégration de données réelles dans**

²⁶ OECD. (2021). The OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Big Data, and Robotics. OECD Publishing.

²⁷ Redecker, C. (2020). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. European Commission. <https://doi.org/10.2760/159770>

²⁸ Clark-Wilson, A., Robutti, O., & Thomas, M. O. J. (2014). Teaching and Learning Mathematics with Technology: Integrating Digital Tools in Education. Springer.

²⁹ Fischer, F., Kollar, I., & Mandl, H. (2022). Interactive Learning Environments and Simulation: Supporting Conceptual Change in Mathematics Education. Springer.

³⁰ Wang, M., Liu, J., & Yang, L. (2021). Supporting Differentiated Learning in Digital Mathematics Education. Educational Technology Research and Development, 69(3), 611-628.

l'apprentissage numérique renforce l'engagement et la compréhension des élèves, rendant l'apprentissage plus pertinent tout en les aidant à approfondir leur compréhension des mathématiques et à participer activement au processus³¹. Ces activités encouragent l'engagement actif et démontrent la pertinence des mathématiques au-delà de la salle de classe.

Le rôle des éducateurs

Les enseignants jouent un rôle clé pour intégrer de manière efficace la technologie dans l'apprentissage, ce qui nécessite une formation professionnelle continue dans le domaine des technologies numériques³². Le modèle TPACK model (Technological Pedagogical Content Knowledge) souligne à quel point il est crucial pour les enseignants d'avoir une solide compréhension de la technologie qu'ils utilisent et du contenu qu'ils enseignent, afin d'obtenir les meilleurs résultats d'apprentissage pour leurs élèves³³.



Lorsque les outils numériques sont utilisés de manière créative, ils favorisent un sentiment d'autonomie, de compétence et de curiosité chez les apprenants, ce qui en retour renforce la

³¹ Zawodniak, M., et al. (2020). Interactive Learning Environments in Mathematics Education: The Role of Technology. *Mathematics Education Review*, 12(2), 134-150.

³² Kimmons, R. (2023). *Technology and Teaching in the 21st Century: A Guide for Educators*. Education Press.

³³ Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

motivation et améliore les résultats d'apprentissage³⁴. De plus, la manière dont les enseignants intègrent ces outils numériques à leur enseignement influence non seulement la compréhension des élèves, mais aussi leur enthousiasme pour l'apprentissage. Des recherches ont montré qu'une utilisation interactive et centrée sur élève améliore la dynamique de classe et l'engagement³⁵.

De plus, les méthodes d'enseignement numériques favorisent la collaboration entre les étudiants, encourageant le travail d'équipe et la participation active au processus d'apprentissage³⁶. Grâce à une intégration réfléchie et intentionnelle de la technologie, les enseignants peuvent s'assurer qu'elle devient un outil puissant pour un apprentissage plus approfondi, plutôt qu'une simple méthode de diffusion passive du contenu³⁷.

C/ LES COMPÉTENCES EN STIM

L'importance des compétences STIM pour améliorer la pensée mathématique.

Science, technologie, ingénierie, et mathématiques (STIM) sont des outils essentiels pour comprendre le monde qui nous entoure et relever les défis contemporains, tels que le changement climatique et le développement durable³⁸. Les mathématiques en tant que composante clé des STIM, fournissent des méthodes d'analyse de données, de modélisation et de prise de décisions fondées sur des preuves³⁹. Selon le Conseil National de Recherches, l'enseignement des STIM contribue à développer la pensée critique et renforce le lien entre la théorie et l'application pratique⁴⁰.

L'apprentissage des STIM ne se limite pas à l'étude de matières distinctes : il encourage les élèves à intégrer des connaissances issues de différents domaines pour résoudre des problèmes concrets⁴¹. Grâce à des activités pratiques, les élèves apprennent à utiliser les

³⁴ Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. Guilford Press.

³⁵ Passey, D. (2019). The Impact of Digital Technologies on Education: A Review of International Research. Taylor & Francis.

³⁶ Selwyn, N. (2022). Education and Technology: Key Issues and Debates. Routledge.

³⁷ Laurillard, D. (2012). Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology. Routledge.

³⁸ Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. National Science Teachers Association.

³⁹ Kelley, T. L., & Knowles, R. T. (2016). Connecting Mathematics to the World: STEM Strategies for Teaching High School Mathematics. Wiley.

⁴⁰ National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. National Academies Press.

⁴¹ Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. National Academies Press.

mathématiques comme outil d'analyse de données, de test des solutions et de prédictions logiques⁴². En travaillant sur des projets STIM, les élèves développent leurs compétences en résolution de problèmes, leur créativité et leur capacité à appliquer le raisonnement mathématique dans des contextes variés, de l'ingénierie à la recherche scientifique.

Le projet Enigmathico s'appuie sur ce concept en intégrant des exercices mathématiques axés sur les STIM (science, technologie, ingénierie et mathématiques) qui encouragent les élèves à développer leur esprit critique et à appliquer leurs connaissances mathématiques de manière pertinente. En abordant des problèmes concrets liés au développement durable et à l'innovation, les élèves acquièrent l'assurance d'utiliser les mathématiques comme outil de compréhension et de résolution de problèmes.

La pensée mathématique et le rôle de l'enseignement des STIM pour relever les défis contemporains

La pensée mathématique est essentielle pour analyser et comprendre les défis sociaux et environnementaux modernes. Elle permet de traiter des données, de reconnaître des tendances et de construire des modèles expliquant des phénomènes concrets, tels que le changement climatique et la gestion des ressources⁴³. Les mathématiques ne se limitent pas aux chiffres : c'est **une manière structurée de penser** qui aide à évaluer les solutions et à prendre des décisions fondées⁴⁴.

Dans le monde actuel, où les données sont omniprésentes, le raisonnement mathématique est essentiel pour **comprendre et interpréter de grandes quantités d'informations**. Il joue un rôle clé dans les décisions importantes en sciences, en économie et en développement⁴⁵. Les mathématiques sont essentielles pour relever les défis mondiaux tels que le changement climatique, l'efficacité énergétique et le développement durable. L'analyse statistique, la modélisation des données et la théorie des probabilités aident les scientifiques à prévoir les tendances climatiques, à évaluer les risques et à concevoir des stratégies de réduction de l'impact environnemental⁴⁶. À l'aide de modèles mathématiques, nous pouvons mesurer

⁴² Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Student Attitudes toward STEM: A Review of the Literature and Implications for STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-16.

⁴³ McAfee, R. (2014). *Mathematics for Sustainable Development: Making Connections with Real-World Problems*. Springer.

⁴⁴ Schoenfeld, A. H. (2019). *Mathematical Problem Solving*. Academic Press.

⁴⁵ Devlin, K. (2021). *The Joy of x: A Guided Tour of Math, from One to Infinity*. Penguin Books.

⁴⁶ Kaper, H., & Engler, J. (2013). *Using Mathematics to Solve Real-World Problems*. Springer.

l'empreinte carbone, analyser les effets de la déforestation et évaluer l'efficacité des sources d'énergie renouvelables⁴⁷.

Le projet Enigmathico s'inscrit dans cette approche en intégrant la résolution de problème mathématiques à des défis environnementaux concrets. En engageant les élèves dans des activités pratiques et d'investigation, il les aide à comprendre que les mathématiques ne sont pas seulement une matière scolaire, mais un puissant outil pour comprendre et améliorer le monde.

Au-delà du changement climatique, la pensée mathématique **améliore également la prise de décision dans divers domaines**. Par exemple, les élèves peuvent utiliser des modèles mathématiques pour analyser les tendances des données climatiques, étudier l'efficacité des sources d'énergie renouvelables ou calculer l'impact des activités humaines sur les écosystèmes. Ces applications rendent l'apprentissage des mathématiques plus pertinent face aux enjeux concrets du développement durable.



En intégrant la résolution de problèmes concrets à l'enseignement des mathématiques, les élèves apprennent à interpréter les données, à raisonner logiquement et à appliquer le raisonnement quantitatif aux défis contemporains. Cette approche interdisciplinaire, soutenue

⁴⁷ Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. Ellen MacArthur Foundation.

par l'enseignement des STIM, les prépare à un avenir où la culture mathématique est essentielle pour prendre des décisions éclairées et stimuler l'innovation⁴⁸.

"Le principal défi de l'enseignement des mathématiques est de donner du sens à l'apprentissage en le reliant à des situations réelles, comme le calcul du coût des voyages scolaires ou le décompte des points dans les activités sportives"

Elodie DESABIE, enseignante en école primaire, France

Le projet Enigmathico intègre des compétences essentielles à l'apprentissage des mathématiques, en mettant l'accent sur la pensée critique, la collaboration, la résilience et les compétences numériques. En alliant narration, résolution de problème et interactions interdisciplinaires, il crée un environnement stimulant où les élèves peuvent explorer en profondeur les concepts mathématiques, collaborer efficacement et persévérer face aux défis. Cette approche encourage la créativité, l'adaptabilité et le raisonnement logique, rendant les mathématiques plus accessibles et pertinentes face aux problématiques du monde réel.

Les compétences mathématiques ne se limitent pas à trouver la bonne réponse, mais aussi à apprendre à réfléchir, à penser et à persévérer. Enigmathico encourage cet état d'esprit grâce à des stratégies qui relient les mathématiques aux défis du monde réel, tels que le développement durable et l'innovation. Ces méthodes favorisent également, les compétences numériques et STIM, permettant aux élèves d'interpréter des données, de résoudre des problèmes complexes et de prendre des décisions éclairées dans un monde en constante évolution. Ainsi, Enigmathico, aide les élèves à développer leurs compétences mathématiques et leur capacité à les appliquer à des situations réelles.

⁴⁸ World Economic Forum. (2020). The Future of Jobs Report 2020. WEF.

PARTIE 4 : INCLUSION ET DIVERSITÉ



Dans ce chapitre, nous discuterons des avantages de l'adaptation des pratiques pédagogiques à divers groupes d'apprenants, de l'utilisation de méthodologies non formelles pour rendre les mathématiques accessibles aux élèves issus de milieux défavorisés et de la création de contenus éducatifs reflétant la diversité culturelle et sociale de l'Europe.

A/ ADAPTER LES PRATIQUES PÉDAGOGIQUES

Cette première section aborde les difficultés que peuvent rencontrer des élèves issus de divers horizons avec les approches mathématiques traditionnelles et explore les adaptations possibles des pratiques pédagogiques. Ces difficultés peuvent être causées par divers facteurs, tels que des troubles d'apprentissage, une langue maternelle différente de la langue d'enseignement ou des handicaps. Les besoins des différents groupes d'élèves varient, mais il est possible de mettre en œuvre des changements qui se sont avérés bénéfiques pour la plupart voire pour tous.

Nombres	Groupes diversifiés
6 à 8% des enfants en France ⁴⁹	Élèves ayant des troubles d'apprentissage
11,5 % des élèves en Europe ⁵⁰	Élèves dont la langue maternelle est différente de la langue d'enseignement
Environ 5% des familles européennes ⁵¹	Enfants handicapés
0,5 à 5 enfants sur 1000 ⁵²	Enfants nés sourds ou qui développent une perte auditive dans l'enfance
6/10 000 enfants dans les pays développés ⁵³	Enfants aveugles

Il n'existe pas de statistiques officielles sur le **nombre d'élèves présentant des troubles spécifiques des apprentissages** (Dys), mais selon différentes estimations, environ deux élèves par classe de 20 seraient concernés. Ces élèves peuvent présenter des difficultés spécifiques en mathématiques (dyscalculie) ou dans d'autres domaines, ce qui peut affecter leurs apprentissages généraux (dyslexie, dysphasie, dyspraxie...).

- **La dyscalculie** entraîne des difficultés persistantes dans le sens des opérations de calculs et le raisonnement mathématique. Les élèves ne parviennent souvent pas à

⁴⁹ Fédération Française des DYS, 2025.

⁵⁰ European Commission, 2024.

⁵¹ European Disability Forum, 2020.

⁵² World Health Organisation, 2021.

⁵³ Yekta et al., 2022.

progresser sur les compétences de base pour accéder à des compétences plus avancées et peuvent également avoir des difficultés de mémoire, d'organisation et de résolution de problèmes⁵⁴. Les stratégies efficaces comprennent la manipulation concrète, les supports visuels, un accompagnement structuré et des tâches ancrées dans des contextes réels. Privilégier la compréhension plutôt que la mémorisation et permettre des approches alternatives de résolution de problèmes favorise l'inclusion et la motivation⁵⁵.

- **La dyslexie** affecte principalement la lecture et le traitement du langage, mais aussi les mathématiques. Les élèves peuvent confondre les symboles, avoir des difficultés à lire les instructions ou à suivre des opérations en plusieurs étapes (FFDYS, 2025). Les troubles de la mémoire de travail et du séquençage sont également fréquents. Pour aider ces élèves, les enseignants devraient limiter les textes écrits, utiliser des polices et des espacements clairs, et présenter les instructions oralement et visuellement⁵⁶ (par exemple, la narration et le mouvement), adaptations qui favorisent la compréhension et réduisent l'anxiété.

Les enfants présentant un handicap constituent un groupe hétérogène, il est donc difficile de généraliser. Cependant, la plupart des handicaps semblent entraîner des difficultés en mathématiques d'une manière ou d'une autre. Voici deux exemples :

- **Les enfants nés sourds ou qui développent une perte auditive durant l'enfance** éprouvent régulièrement des difficultés en mathématiques, surtout si leur accès au langage est limité par une exposition insuffisante à la langue des signes dès leur plus jeune âge⁵⁷. Des interprètes qualifiés, du matériel visuel, des technologies d'assistance et des méthodes pédagogiques inclusives sont nécessaires pour relever ces défis.
- **Les enfants aveugles** rencontrent également d'importantes difficultés dans l'apprentissage des mathématiques en raison de la manière abstraite dont elles sont souvent enseignées⁵⁸. Les méthodes visant à améliorer leurs compétences en mathématiques visent à rendre les concepts abstraits aussi tangibles que possible. Par exemple, l'utilisation du boulier, de graphiques tactiles et de matériel concret et manipulable est essentielle à la réussite.

Les élèves dont la langue maternelle est différente de la langue d'enseignement peuvent également éprouver des difficultés à suivre le programme. Les barrières linguistiques peuvent

⁵⁴ Hasselbring, Lott & Zydney, 2006.

⁵⁵ Bašić et al., 2021.

⁵⁶ Bishara, 2018.

⁵⁷ Reis, 2024. Short & McLean, 2023.

⁵⁸ Braward, 2016.

entraîner de mauvais résultats en mathématiques, car il a été démontré qu'une mauvaise compréhension de la lecture dans la langue d'enseignement est un frein à la réussite en mathématiques⁵⁹. Il est donc nécessaire de lier l'amélioration de la littératie à celle du calcul pour améliorer leurs compétences globales. Il est également bénéfique pour ces élèves d'inclure des manipulations d'objets et de rédiger les consignes dans un langage clair et direct.

En fin de compte, tous les élèves ayant des besoins particuliers tirent un bénéfice d'un apprentissage actif des mathématiques, car il a été démontré qu'il améliore leur image de soi et leur motivation à apprendre les mathématiques. Différentes stratégies se sont avérées utiles pour les élèves présentant des troubles d'apprentissage, des langues maternelles différentes ou des handicaps. Les stratégies pertinentes pour les box Enigmathico sont les suivantes :

Stratégie	Description
Manipulation	Laisser les élèves manipuler des objets concrets
Méthodes multisensorielles	Varier les approches visuelles, auditives et kinesthésiques
Enseignement contextuel	Faire le lien entre les concepts et les expériences de la vie réelle
Flexibilité	Enseigner différentes stratégies pour résoudre les problèmes
Guide à la résolution de problèmes	Guider les étudiants tout au long du processus grâce à des lignes directrices explicites
Encouragement du discours et de l'interaction en mathématiques	Prévoir du temps pour l'interaction entre les élèves afin de discuter des nouveaux concepts
Apprentissage actif	Faire en sorte que les élèves soient actifs dans leur apprentissage par l'expérimentation, la manipulation et la résolution de problèmes.
L'amélioration des compétences en littératie	La maîtrise de la langue d'enseignement est nécessaire à la réussite en mathématiques
Être explicite	Commencer la leçon par une description explicite de l'activité

En conclusion, toutes ces stratégies contribuent à promouvoir l'inclusion des élèves présentant des troubles, des capacités et des compétences linguistiques différentes, mais peuvent également être utiles et motivantes pour leurs camarades. Les box Enigmathico sont une bonne base pour mettre en œuvre toutes ces méthodes. Elodie DESABIE, enseignante en école

⁵⁹ Greisen et al., 2016.

primaire en zone prioritaire, a souligné que l'aspect le plus important de l'enseignement est la capacité de l'enseignant à « **Multiplier les approches, improviser, impliquer les élèves, accepter de dévier du parcours au fur et à mesure** ».

B/ RÉDUIRE LES INÉGALITÉS

Cette section abordera le lien entre milieu socioéconomique défavorisé et mathématiques, ainsi que les solutions possibles pour y remédier. Il est prouvé que le principal facteur prédictif de réussite en mathématiques est le milieu socioéconomique de l'élève⁶⁰. C'est un problème, car les mathématiques ne sont pas seulement une matière académique. Des difficultés précoces en mathématiques peuvent avoir un impact négatif sur la suite de la scolarité et les perspectives de carrière de l'élève. Les mathématiques sont souvent nécessaires pour accéder à des filières plus lucratives, favorisant ainsi la mobilité sociale. Ainsi, l'éducation peut être « le grand égalisateur », offrant à tous les mêmes chances de réussite, comme l'a déclaré Horace Mann il y a plus d'un siècle⁶¹. Toutefois, cela n'est vrai que *si* l'éducation offre à chacun des chances égales et un accès égal à l'apprentissage.

Les élèves issus de milieux défavorisés éprouvent davantage de difficultés en mathématiques dès le début de leur scolarité. En effet, les enfants d'âge préscolaire issus de milieux défavorisés ont tendance à avoir de moins bons résultats en mathématiques, même lorsqu'ils travaillent avec des représentations de quantités sans utiliser de symboles numériques ni de mots.

La plupart de mes élèves apprennent à l'oral, ils ont donc des difficultés en lecture et en écriture. Cela se reflète en calcul, où ils ont du mal à comprendre les nombres. Ils les associent sans réfléchir : $789 = 7 + 8 + 9$; 4 paquets de 6 bonbons donnent 10 bonbons (4 + 6).

Elodie DESABIE, enseignante en école primaire, France

Cela peut s'expliquer par la qualité et la quantité de pratique du calcul à l'école maternelle, ainsi que par les activités de calcul réalisées (ou non réalisées) à la maison.

À l'école primaire, les différences de niveau entre les enfants issus de milieux différents persistent et tendent à s'accroître. Cela s'explique par des compétences initiales moins développées et par le fait que les enfants issus de milieux défavorisés sont moins stimulés sur le plan éducatif.

⁶⁰ Rittle-Johnson et al., 2016.

⁶¹ Duncan (2025)

Comment résoudre ce problème ? Les méthodes évoquées ci-dessus sont pertinentes pour les élèves issus de milieux défavorisés. Cependant, un point important doit être souligné : ces élèves ont tendance à mal interpréter les intentions de l'enseignant lorsque le sens, l'objectif et les méthodes pour atteindre les résultats souhaités restent implicites.

Chez les élèves en difficulté, l'appréhension des nombres les empêche de réfléchir. La compréhension des textes et le manque d'habitude de prendre le temps de réfléchir avant de répondre sont également problématiques. Enfin, lorsqu'ils ne trouvent pas la solution du premier coup, ils ont du mal à l'accepter et à chercher une autre solution.

Elodie DESABIE, enseignante en école primaire, France

Il est donc très important de rendre la pédagogie à la fois visible et explicite.

Trois méthodes utiles à ces élèves ont été largement étudiées :

Méthode	Avantage	Points d'attention	Bonne pratique
Résolution collaborative de problèmes	Implication des élèves	Les méthodes permettant d'obtenir des résultats doivent être explicitées.	Demandez aux élèves d'expliquer comment ils ont résolu un problème et donnez-leur un retour d'information détaillé.
Ludification	Plaisir, épanouissement	L'objectif de l'activité doit être explicité.	Énoncez l'objectif d'apprentissage de l'activité avant le début et demandez aux apprenants ce qu'ils ont appris à la fin.
Enseignement contextuel	Pertinence du sujet	La traduction de problèmes du monde réel en concepts mathématiques peut s'avérer difficile.	Fournir un soutien et rendre explicite la transition entre la résolution informelle de problèmes et les concepts mathématiques.

Ces stratégies soutiennent non seulement les élèves présentant des difficultés d'apprentissage spécifiques, mais contribuent également à créer un environnement d'apprentissage inclusif bénéfique pour tous, luttant ainsi contre les inégalités dans l'enseignement des mathématiques. La méthode Enigmathico permet de répondre à tous ces aspects et au besoin d'outils pédagogiques de qualité, peu coûteux et faciles à mettre en œuvre. L'objectif est de garantir

que tous les établissements scolaires, quelles que soient leurs ressources, puissent y participer.

C/ REPRÉSENTATION CULTURELLE ET THÈMES VARIÉS

Les aspects précédents abordés dans ce chapitre couvrent différentes facettes de l'inclusion. Le dernier aspect, mais non des moindres, est celui de **la représentation**. Il est bien connu que les études et les carrières dans le domaine des STIM présentent souvent un manque de diversité. Il n'y a pas seulement un écart entre les hommes et les femmes, mais aussi entre les étudiants et les professionnels issus de milieux ethniques, nationaux et culturels différents, dotés de capacités différentes, etc. sont sous-représentés. Il est important de soutenir l'autonomisation de ces groupes en adaptant les méthodes d'enseignement et en améliorant la représentation.

Comme les romans Enigmathico associent le récit et les mathématiques, ils offrent une excellente occasion de représenter des groupes qui, dans l'imaginaire collectif, ne sont souvent pas associés à la réussite en mathématiques. En intégrant divers récits culturels, cette approche vise également à briser les stéréotypes entourant les mathématiques et à les rendre plus inclusives. En outre, **la représentation de modèles positifs** et diversifiés peut aider les élèves à se sentir fiers de tous les aspects de leur identité et contrecarrer les idées reçues sur les personnes douées pour les mathématiques. Le fait de voir leurs intérêts uniques et leurs identités croisées représentés dans le matériel d'apprentissage peut être très motivant et engageant.

L'ethnomathématique est un domaine de recherche prometteur. Cette étude se concentre sur les aspects culturels des mathématiques, en explorant comment la compréhension des mathématiques varie d'une culture à l'autre et comment elles sont appliquées différemment pour résoudre des problèmes de la vie réelle. L'ethnomathématique est également essentielle pour rendre l'apprentissage plus inclusif, car elle montre aux élèves que les mathématiques ne sont pas uniquement un langage universel, mais qu'elles sont façonnées par la culture et le contexte. Relier les mathématiques à l'expérience et à la culture des élèves peut améliorer la capacité à établir des liens significatifs, à relier les mathématiques à la vie quotidienne et à approfondir la compréhension des mathématiques par les élèves. Pour appliquer ce principe, les enseignants doivent comprendre et respecter la culture de leurs élèves. Ensuite, en utilisant des objets et des problèmes culturels de la vie réelle, les enseignants peuvent aider à passer de la résolution informelle de problèmes aux mathématiques académiques. Cette méthode est également utile pour améliorer l'esprit critique.

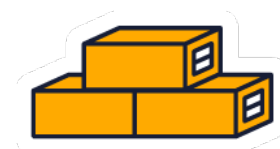
Exemples de pratiques ethnomathématiques	Mise en œuvre
Étudier les motifs et la géométrie traditionnels	 - Les élèves peuvent analyser et reproduire des motifs géométriques trouvés dans leur propre patrimoine culturel - Les enseignants peuvent introduire la symétrie, la transformation et les fractales en examinant des artefacts de différentes cultures.
Les mathématiques de l'architecture et de la construction	 - Les élèves peuvent étudier les structures architecturales locales pour comprendre comment la géométrie et la physique sont appliquées. - Les enseignants peuvent proposer des projets pratiques dans lesquels les élèves conçoivent un bâtiment ou un pont simple à l'aide de calculs mathématiques.
Les systèmes culturels de comptage	- Les élèves peuvent rechercher et comparer différents systèmes culturels de comptage et de mesure.
Les mathématiques dans la rue et la résolution de problèmes du quotidien	- Les enseignants peuvent créer des activités de jeu de rôle dans lesquelles les élèves jouent le rôle de vendeurs du marché, effectuant des calculs en temps réel sans utiliser de calculatrice.

Ces pratiques peuvent démontrer aux élèves que les mathématiques sont liées à diverses situations, problèmes et opportunités de la vie réelle, les aidant à affirmer leur identité personnelle et à élargir leur compréhension des différentes cultures.

En conclusion, la création de contenus éducatifs reflétant la diversité culturelle et sociale de l'Europe et du monde, l'adaptation des pratiques pédagogiques et l'utilisation de méthodologies non formelles pour rendre les mathématiques accessibles à divers groupes d'élèves peuvent profiter à tous.



PARTIE 5 : ÉVALUATION ET AMÉLIORATION CONTINUE



Lorsque nous abordons la question de l'évaluation, nous devons englober le concept d'apprentissage, qui est étroitement lié. Ils s'influencent mutuellement et, par extension, ils influencent ce que nous apprenons. Ces dernières années, les politiques européennes en matière d'éducation se sont concentrées sur le concept d'évaluation à travers trois optiques :

- Évaluation **de** l'apprentissage.
- Évaluation **pour** l'apprentissage.
- Évaluation **comme** méthode d'apprentissage.

L'utilisation de l'évaluation comme stratégie d'apprentissage permet aux élèves de mieux comprendre leur apprentissage et les prépare à devenir **des apprenants autonomes** capables de s'auto-évaluer. Néanmoins, l'évaluation en tant que méthode d'apprentissage exige des écoles européennes qu'elles développent et mettent en œuvre en permanence **de nouveaux outils d'évaluation**. C'est pourquoi nous estimons qu'il est essentiel de doter les enseignants d'un ensemble d'outils d'évaluation permettant de mesurer l'impact de la méthode Enigmathico sur les élèves et l'environnement d'apprentissage. Le chapitre suivant vous propose des indicateurs qualitatifs, des stratégies d'évaluation, ainsi que des perspectives pour ancrer l'impact du projet sur le long terme. Ces outils sont facilement adaptables à différents contextes éducatifs.

A/ LES INDICATEURS D'ÉVALUATION

Comment mesurer l'impact de l'approche Enigmathico sur les compétences des élèves ?

Différents outils accessibles et pratiques permettent de mesurer l'impact de l'approche d'Enigmathico. Chaque stratégie cible des objectifs différents, qu'il est nécessaire de définir au préalable afin de choisir l'outil le plus pertinent. Quatre aspects principaux de la méthode d'Enigmathico peuvent être évalués :

Développement des compétences mathématiques

Nous recommandons d'inclure systématiquement des **pré- et post-tests** pour garantir un suivi à long terme des progrès des élèves et permettre une comparaison avant et après la mise en œuvre de la méthode.

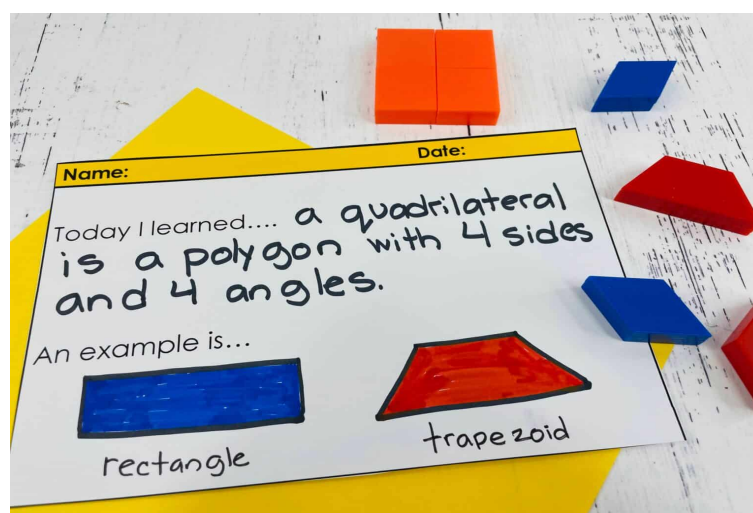
- Ces tests ciblent les compétences mathématiques mentionnées dans chaque box (raisonnement, résolution de problèmes).
- Ils peuvent prendre la forme de questionnaires d'auto-évaluation, qui développent l'autonomie et les compétences métacognitives (réflexion sur son apprentissage) des élèves. Par exemple, vous pouvez utiliser la méthode 3,2,1 à la fin d'une activité :
 - 3 choses que j'ai apprises
 - 2 questions que je me pose
 - 1 idée que j'ai eu⁶².

L'observation est une autre pratique essentielle d'apprentissage et d'enseignement. Les outils d'évaluation et votre appréciation professionnelle vous éclairent sur la manière dont les élèves **participent aux activités Enigmathico**. L'observation garantit une évaluation empirique lors de la mise en œuvre des box et un point de vue externe sur la perception des élèves.

Intégration de la littératie et de la numératie

Étant donné que les activités Enigmathico font appel à la littératie, nous vous incitons à étendre cette dimension interdisciplinaire aux méthodes d'évaluation. Par exemple :

- Demandez aux élèves d'**écrire de courts paragraphes** sur la manière dont ils ont résolu une énigme ou d'expliquer les concepts mathématiques qu'ils ont abordée, avec leurs propres mots. Cet exercice développe le vocabulaire et la pensée critique et, par conséquent, renforce les compétences en littératie.



Source: <https://mrelementarymath.com/student-math-reflection/>

⁶² "Peer and Self-Assessment for Students", January 6, 2025. <https://education.nsw.gov.au/teaching-and-learning/professional-learning/teacher-quality-and-accreditation/strong-start-great-teachers/refining-practice/peer-and-self-assessment-for-students#tabs2>.

- Vous pouvez également introduire un dialogue critique constructif par le biais de **l'évaluation par les pairs**. Cette méthode exige que les élèves comprennent les objectifs et les critères d'évaluation. Vous pouvez les élaborer ensemble afin que les élèves comprennent ce que signifie la qualité en matière d'apprentissage.

→ Vous trouverez quelques stratégies d'évaluation par les pairs [ici](#).

Engagement et motivation

En plus d'évaluer l'impact sur les compétences en calcul et en lecture des élèves, vous pouvez observer leur engagement vis-à-vis des outils utilisés. Cela vous renseigne sur leur efficacité et sur les éventuels changements à apporter.

- Introduisez **des sondages rapides auprès des élèves**. Après avoir terminé une activité Enigmathico, les élèves peuvent évaluer leur engagement et leur satisfaction sur une échelle simple (par exemple, « Dans quelle mesure cette activité était-elle intéressante ? Qu'avez-vous le plus/le moins aimé ? »).
- **Observations menées par l'enseignant** : À quelle fréquence les élèves participent-ils volontairement ? Sont-ils plus impliqués lorsqu'ils travaillent en groupe ou individuellement ? Font-ils preuve de persévérance pour résoudre les problèmes ? Passent-ils plus de temps sur les exercices traditionnels ou sur les activités mathématiques ludiques ?

Impact sur l'inclusion

L'inclusion est au cœur de la démarche d'Enigmathico, voici quelques indicateurs que vous pouvez observer afin de garantir l'inclusion :

- **Adaptations pour les élèves ayant des besoins particuliers** : les élèves atteints de troubles spécifiques du langage ont-ils tiré profit de l'approche narrative ? Les éléments pratiques, tels que les box contenant des manipulations tactiles, ont-ils été efficaces pour les élèves atteints de troubles spécifiques du langage ? Avez-vous pu adapter les box aux différents besoins des élèves ?
- **Collaboration entre les élèves** : les élèves s'entraidaient-ils pour résoudre les problèmes ? Les élèves issus de milieux différents participaient-ils de manière égale ?

Impact sur les enseignants

L'évaluation de l'impact de la méthode ne se limite pas aux élèves. Nous vous conseillons également de documenter et d'évaluer l'efficacité des pratiques des enseignants, afin d'affiner la méthodologie et d'adapter les outils à leurs besoins. Voici quelques indicateurs que vous pouvez mesurer :

- **Pertinence avec le programme scolaire** : vous pouvez élaborer des modèles de plans de cours afin de documenter les adaptations que vous pourriez apporter pour vous conformer aux programmes scolaires nationaux. Ces documents peuvent être partagés au sein de l'école ou avec vos groupes de discussion afin de réfléchir collectivement à des améliorations potentielles.
- **Efficacité de la formation** : les enquêtes post-atelier permettent de mesurer votre confiance dans l'application des stratégies Enigmathico. L'identification des lacunes contribue à ajuster et à enrichir les besoins en formation.
- **Journal de mise en œuvre** : nous vous encourageons à tenir un journal de bord pour documenter la mise en œuvre et les améliorations itératives.

B/ COMMENTAIRES DES UTILISATEURS

Alors que la section précédente portait sur la manière d'évaluer l'efficacité d'Enigmathico, cette partie traite de la façon de recueillir les commentaires. Cette tâche est essentielle pour affiner et améliorer les outils afin de les adapter aux besoins des utilisateurs. Nous vous encourageons à mettre en place un système structuré de collecte de commentaires afin d'assurer l'adaptation continue de la méthodologie.

Les méthodes de collecte de données

Voici une série d'outils qui peuvent être utilisés dans votre classe :

- **Enquête auprès des enseignants et des élèves** : veillez à ce qu'elles soient courtes et accessibles afin qu'elles s'intègrent facilement dans votre charge de travail actuelle. Elles peuvent être distribuées avant, pendant ou après les activités afin d'évaluer leur impact à différentes étapes.
- **Groupe de discussions** : mettez en place des ateliers ou des réunions de discussions régulières afin d'échanger sur les bonnes pratiques basées sur des commentaires qualitatifs profitables. Ces discussions favorisent l'émergence de différents points de vue et expériences qui enrichissent les box.

- **Observations en classe** : proposez des modèles d'observation standardisés pouvant être remplis pendant la mise en œuvre du projet. Ces observations documentent les réactions des élèves aux activités, leur implication et leur capacité à travailler en groupe et à résoudre des problèmes.

→ **Le bureau du secrétaire général des écoles européennes a rassemblé une liste d'outils d'évaluation utiles** : [voir](#) les outils.



L'utilisation des données

Les données recueillies servent à affiner les supports et à ajuster votre méthodologie. Voici quelques suggestions pour les exploiter :

- **Adaptation des activités** : Modifiez les activités en fonction de vos observations et des commentaires sur le niveau d'engagement et de compréhension des élèves. Par exemple, si les élèves ont des difficultés avec un type d'énigme en particulier, proposez-leur d'autres techniques ou des indices supplémentaires.
- **Amélioration en matière d'accessibilité** : adaptez les ressources afin de mieux répondre aux divers besoins d'apprentissage en fonction du profil de vos élèves et des besoins que vous avez pu observer. Par exemple, certaines activités peuvent être développées dans différentes langues, d'autres peuvent être adaptées à l'aide de matériel sensoriel.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Les ressources et les activités proposées par Enigmathico sont conçues pour être **accessibles, durables et efficaces** pour les enseignants et les professionnels qui ne connaissent pas cette méthode.

L'un des principaux objectifs du projet est d'être intégré au **programme scolaire national**, afin que cette méthodologie innovante puisse promouvoir un enseignement inclusif et non formel des mathématiques. À cet égard, les ressources sont conçues pour s'adapter aux différents besoins et réalités pédagogiques. Elles sont également conçues pour être disponibles à la fin du financement du projet en accès gratuit et adaptées aux structures ayant un budget réduit.

Les groupes de discussions sont l'occasion idéale de mener une réflexion sur l'intégration d'Enigmathico à votre programme scolaire et à votre projet pédagogique par exemple. Cela peut donner lieu à des séances de mentorat entre pairs pour former les futurs utilisateurs, ou à des webinaires pour échanger et partager vos expériences, vos réussites et vos défis.

Notre objectif est que la méthode Enigmathico reste un **outil dynamique et évolutif**, permettant aux enseignants de toute l'Europe de favoriser un apprentissage et un engagement plus approfondis dans les mathématiques pour les années à venir.

RÉFÉRENCES

Introduction

Schleicher, Andreas, Insights and Interpretations PISA 2022, OECD, 2023.

<https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/programmes/edu/pisa/publications/PISA%202022%20Insights%20and%20Interpretations.pdf>.

Chapitre 1

Enseignement non-formel. (2024, 10 septembre). UNESCO UIS. <https://uis.unesco.org/fr/glossary-term/enseignement-non-formel>

Education formelle/non-formelle/informelle. (2015, 14 octobre). Français.

<https://www.grainesdepaix.org/fr/ressources/dictionnaire/education-formelle-non-formelle-informelle>

O'Malley, E. (2023, June 13). Apprendre à l'école et pour la vie : une approche holistique du développement de l'enfant. *Partenariat mondial pour l'éducation*. <https://www.globalpartnership.org/fr/blog/apprendre-ecole-pour-vie-approche-holistique-developpement-enfant>

Note d'information (2023, juin). DEPD. <file:///C:/Users/utilisateur11/Downloads/ni-23-31-156437-1.pdf>

Chapitre 2

Zazkis, R., & Liljedahl, P. (2009). Teaching Mathematics as Storytelling: Developing Conceptual Understanding Through Narrative. Sense Publishers. [maths/storytelling](https://www.sensepublishers.com/mathstorytelling)

Chapitre 3

OCDE. (2018). L'avenir de l'éducation et des compétences : Éducation 2030. Édition OCDE.

Boaler, J. (2016). Mentalités mathématiques : libérer le potentiel des élèves grâce à des mathématiques créatives, des messages inspirants et un enseignement innovant. Jossey-Bass.

Vygotsky, L. S. (1978). L'esprit dans la société : le développement des processus psychologiques supérieurs. Presses universitaires de Harvard.

Facione, P. A. (1990). Pensée critique : Déclaration de consensus d'experts à des fins d'évaluation et d'enseignement pédagogiques. Rapport Delphi. California Academic Press.

Schoenfeld, A. H. (1992). Apprendre à penser mathématiquement : résolution de problèmes, métacognition et interprétation des mathématiques. Lawrence Erlbaum Associates.

Lipman, M. (2003). Penser en éducation. Presses universitaires de Cambridge.

Boaler, J. (2016). Mentalités mathématiques : libérer le potentiel des élèves grâce à des mathématiques créatives, des messages inspirants et un enseignement innovant. Jossey-Bass.

Bressoud, D. M., Rasmussen, C., et Bottenberg, E. (2015). Apprentissage par investigation : une nouvelle approche de l'apprentissage des mathématiques. *Études pédagogiques en mathématiques*, 88(3), 287-300.

Dillenbourg, P. (1999). Apprentissage collaboratif : approches cognitives et computationnelles. Elsevier.

Roschelle, J., et Teasley, S. D. (1995). La construction de connaissances partagées dans la résolution collaborative de problèmes. Dans *Apprentissage collaboratif assisté par ordinateur* (pp. 69-97). Springer.

Lai, K. W. (2011). L'impact de l'apprentissage collaboratif sur la performance scolaire : une méta-analyse d'études. *Revue de recherche en éducation*, 6(1), 15-29.



Slavin, R. E. (2014). Apprentissage coopératif et réussite scolaire : pourquoi le travail en groupe est-il efficace ? *Revue de psychologie de l'éducation*, 26(3), 1-7.

Webb, N. M. (2009). L'influence des pairs sur la réussite dans les groupes d'apprentissage collaboratif. Dans *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 477-493). Cambridge University Press.

English, L. D. (2016). Éducation STEM : une revue de la littérature. *Revue internationale d'éducation STEM*, 3(1), 11-21.

Webb, N. M. et Farivar, S. (1994). Les effets des pratiques de groupement sur la réussite et la communication des élèves. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 348-358.

Dweck, C. S. (2006). *L'état d'esprit : la nouvelle psychologie du succès*. Random House.

Kapur, M. (2016). Échec productif. *Apprentissage et instruction*, 41, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.10.001>

Hattie, J., et Timperley, H. (2007). Le pouvoir du feedback. *Revue de recherche en éducation*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>

Boaler, J. (2013). *L'importance des difficultés dans l'apprentissage des mathématiques*. Université de Stanford.

OCDE. (2021). *Perspectives de l'OCDE sur l'éducation numérique 2021 : Repousser les frontières grâce à l'intelligence artificielle, au big data et à la robotique*. Éditions OCDE.

Redecker, C. (2020). *Cadre européen pour la compétence numérique des enseignants : DigCompEdu*. Commission européenne. <https://doi.org/10.2760/159770>

Clark-Wilson, A., Robutti, O., et Thomas, M. O. J. (2014). *Enseigner et apprendre les mathématiques grâce aux technologies : Intégrer les outils numériques dans l'éducation*. Springer.

Fischer, F., Kollar, I., et Mandl, H. (2022). *Environnements d'apprentissage interactifs et simulation : soutenir le changement conceptuel dans l'enseignement des mathématiques*. Springer.

Wang, M., Liu, J. et Yang, L. (2021). Soutenir l'apprentissage différencié dans l'enseignement numérique des mathématiques. *Recherche et développement en technologies éducatives*, 69(3), 611-628.

Zawodniak, M., et al. (2020). Environnements d'apprentissage interactifs dans l'enseignement des mathématiques : le rôle de la technologie. *Mathematics Education Review*, 12(2), 134-150.

Ridgway, J., McCusker, S. et Hughes, J. (2013). Applications concrètes à l'enseignement des mathématiques : améliorer l'engagement et la compréhension grâce à la technologie. *Journal of Educational Technology*, 22(4), 102-115.

Kimmons, R. (2023). *Technologie et enseignement au XXI^e siècle : Guide pour les éducateurs*. Presses de l'éducation.

Mishra, P., et Koehler, M. J. (2006). Connaissances pédagogiques technologiques : un cadre pour les connaissances des enseignants. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

Ryan, R. M., et Deci, E. L. (2020). *Théorie de l'autodétermination : besoins psychologiques fondamentaux en matière de motivation, de développement et de bien-être*. Guilford Press.

Passey, D. (2019). *L'impact des technologies numériques sur l'éducation : une revue de la recherche internationale*. Taylor et Francis.

Selwyn, N. (2022). *Éducation et technologie : enjeux et débats clés*. Routledge.

Laurillard, D. (2012). *L'enseignement comme science de la conception : Élaboration de modèles pédagogiques pour l'apprentissage et la technologie*. Routledge.

Bybee, R. W. (2013). *Plaidoyer pour l'enseignement des STEM : défis et opportunités*. Association nationale des professeurs de sciences.

Kelley, T. L., et Knowles, R. T. (2016). *Connecter les mathématiques au monde : Stratégies STEM pour l'enseignement des mathématiques au lycée*. Wiley.

Conseil national de recherches (2012). *Cadre pour l'enseignement des sciences de la maternelle à la terminale : pratiques, concepts transversaux et idées fondamentales*. National Academies Press.



Honey, M., Pearson, G. et Schweingruber, H. (2014). Intégration des STEM dans l'enseignement primaire et secondaire : état des lieux, perspectives et programme de recherche. National Academies Press.

Margot, K. C., et Kettler, T. (2019). Attitudes des étudiants envers les STEM : revue de la littérature et implications pour l'enseignement des STEM. *Revue internationale de l'enseignement des STEM*, 6(1), 1-16.

McAfee, R. (2014). *Mathématiques pour le développement durable : Établir des liens avec les problèmes du monde réel*. Springer.

McAfee, R. (2014). *Mathématiques pour le développement durable : Établir des liens avec les problèmes du monde réel*. Springer.

Devlin, K. (2021). *La joie de x : une visite guidée des mathématiques, de un à l'infini*. Penguin Books.

Kaper, H. et Engler, J. (2013). *Utiliser les mathématiques pour résoudre des problèmes concrets*. Springer.

Fondation Ellen MacArthur. (2013). *Vers l'économie circulaire : justifications économiques et commerciales d'une transition accélérée*. Fondation Ellen MacArthur.

Forum économique mondial. (2020). *Rapport sur l'avenir de l'emploi 2020*. WEF.

Chapitre 4

Bašić, Aleksandra, Ružica Zdravković Parezanović, Anja Gajić, Bojana Arsić et Dragana Maćešić Petrović. « Créativité dans l'enseignement des mathématiques aux élèves ayant une déficience intellectuelle. » *Revue internationale pour l'éducation et la recherche en matière d'innovation* 9, non. 6 (1er juin 2021) : 400-405.
<https://doi.org/10.31686/ijer.vol9.iss6.3198>.

Bishara, Saïed, « Enseignement actif et traditionnel, image de soi et motivation dans l'apprentissage des mathématiques chez les élèves ayant des troubles d'apprentissage », *Cogent Education*, vol. 5, n° 1, 1er janvier 2018, p. 1436123.
<https://doi.org/10.1080/2331186x.2018.1436123>.

Brawand, Anne C, et Nicole M Johnson, « Méthodes efficaces pour dispenser un enseignement de mathématiques aux élèves malvoyants », *Journal Of Blindness Innovation And Research*, 2016. <https://doi.org/10.5241/6-86>.

CAST, Inc., « Accueillir les intérêts et les identités », Lignes directrices UDL, 2024.
<https://udlguidelines.cast.org/engagement/interests-identities/>.

Duncan, Arne, « Éducation : le « grand égalisateur » | Essai d'Arne Duncan », *Encyclopedia Britannica*, 13 février 2025.
<https://www.britannica.com/topic/Education-The-Great-Equalizer-2119678>.

Commission européenne, « Un nouvel Eurobaromètre montre l'attitude positive des Européens à l'égard de l'apprentissage des langues », Commission européenne, 2024.

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_2686.

Forum européen des personnes handicapées, « L'UE doit protéger les droits des enfants handicapés », Forum européen des personnes handicapées, 28 juillet 2020 <https://www.edf-feph.org/newsroom-news-eu-must-protect-rights-children-disabilities/>.

Association européenne de dyslexie, « Quel que soit le pays – quelle que soit la langue – la dyslexie est partout », EDA, 2020. <https://eda-info.eu/what-is-dyslexia/>.

Fédération Française des DYS, "FFDYS (2025). LES TROUBLES DYS Ou Troubles Spécifiques Du Langage et Des Apprentissages. <https://www.ffdys.com/Troubles-Dys/>", FFDYS, 2025. <https://www.ffdys.com/troubles-dys/>.

François Greisen, Max, Carrie Georges, Caroline Hornung, Philipp Sonnleitner, et Christine Schiltz, « Apprendre les mathématiques avec des entraves : comment une faible compréhension de lecture dans la langue d'enseignement des mathématiques explique une faible réussite en mathématiques chez les locuteurs de différentes langues maternelles », *Acta Psychologica*, vol. 221, 1er novembre 2021, p. 103456. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103456>.

Hasselbring, Ted S., Alan C. Lott et Janet M. Zydney. « Enseignement des mathématiques assisté par la technologie pour les élèves handicapés : deux décennies de recherche et développement », *LD Online (blog)*, 2006.

<https://www.idonline.org/ld-topics/assistive-technology/technologysupported-math-instruction-students-disabilities-two>.

Obudo, Francis, « Enseigner les mathématiques aux élèves ayant des troubles d'apprentissage : une revue de la littérature », ERIC, 16 mars 2008. <https://eric.ed.gov/?q=Obudo%2c+Francis&id=ED500500>.

Organisation mondiale de la santé, Rapport mondial sur l'audition, Organisation mondiale de la santé, 2021.

Park, Soyoung, Diane Pedrotty Bryant, et Barbara Dougherty, « Actionable 10 : Une liste de contrôle pour stimuler l'enseignement des mathématiques aux élèves ayant des troubles d'apprentissage », *Intervention In School And Clinic*, vol. 56, n° 3, 30 juillet 2020, p. 148154. <https://doi.org/10.1177/1053451220942189>.

Reis, Nalva Cristina Andrade Dos, « OS DESAFIOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA », *Revista Fisio&Terapia*, Vol. 28, n° 136, 1er janvier 2024, p. 2930. <https://doi.org/10.69849/revistaft/th10247281829>.

Rittle-Johnson, Bethany, Emily R. Fyfe, Kerry G. Hofer, et Dale C. Farran, « Trajectoires mathématiques précoces : connaissances mathématiques des enfants à faible revenu de 4 à 11 ans », *Child Development*, vol. 88, n° 5, 6 décembre 2016, p. 17271742. <https://doi.org/10.1111/cdev.12662>.

Rosa, Milton et Daniel Clark Orey, « Ethnomathematics : The Cultural Aspects of Mathematics Etnomatemática : Os Aspectos Culturais Da Matemática », *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 4(2). 32-54, 1 janvier 2011. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3738356.pdf>.

Santos, Stacey, et Sara Cordes, « Aptitudes mathématiques chez les enfants sourds et malentendants : le rôle du langage dans le développement des concepts numériques. », *Psychological Review*, vol. 129, n° 1, 17 juin 2021, p. 199211. <https://doi.org/10.1037/rev0000303>.

Short, Dawn S., et Janet F. McLean, « La relation entre les capacités de cartographie numérique, la réussite en mathématiques et le statut socioéconomique chez les enfants de 4 et 5 ans », *British Journal Of Educational Psychology*, vol. 93, n° 3, 16 janvier 2023, p. 641657. <https://doi.org/10.1111/bjep.12582>.

Wright, Pete, Alba Fejzo, et Tiago Carvalho, « Contester les inégalités dans l'enseignement des mathématiques en rendant la pédagogie plus visible pour les apprenants », *Revue internationale d'éducation mathématique en science et technologie*, vol. 53, n° 2, 6 juin 2020, p. 444466. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2020.1775320>.

Yekta, Abbasali, Elham Hooshmand, Mohammad Saatchi, Hadi Ostadimoghaddam, Amir Asharlous, Azadeh Taheri et Mehdi Khabazkhoob, « Prévalence mondiale et causes de déficience visuelle et de cécité chez les enfants », *Journal Of Current Ophthalmology*, Vol. 34, No 1, 1 janvier 2022, p. 115. https://doi.org/10.4103/joco.joco_135_21.

Chapitre 5

Outils d'évaluation pour le cycle primaire des Écoles européennes, Schola Europaea / Bureau du Secrétaire général, Unité de développement pédagogique, septembre 2024. <https://www.eursec.eu>.

Commission européenne : Direction générale de l'éducation, de la jeunesse, du sport et de la culture, Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie, Office des publications, 2019, <https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540>

Greg, « Activités de réflexion mathématique pour les élèves qui approfondissent la compréhension - M. Maths élémentaires », M. Maths élémentaires, 13 février 2022. <https://mrelementarymath.com/student-math-reflection/>.

«La formation continue des enseignants - CanoTech», a. d. <https://www.canotech.fr/a/31088/les-differents-types-devaluation>.

« Évaluation par les pairs et auto-évaluation pour les étudiants », 6 janvier 2025. <https://education.nsw.gov.au/teaching-and-learning/professional-learning/teacher-quality-and-accreditation/strong-start-great-teachers/refining-practice/peer-and-self-assessment-for-students>.



Enigmathico est un projet mené par six organisations européennes visant à lutter contre les inégalités d'apprentissage dans l'enseignement des STIM.

En établissant un lien entre la littéracie et les mathématiques, notre partenariat souhaite développer une méthodologie ancrée dans l'éducation non formelle pour répondre aux besoins de tous les élèves.

Découvrez les boîtes Enigmathico et nos autres ressources sur le site web du projet :

www.enigmathico.eu

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.

Code du projet : 2024-1-FR01-KA220-SCH-000250364



Cofinancé par
l'Union européenne