

ⵜⴰⴷⵓⴷⴰ ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ
ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ
ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الجهوي لمهن التربية والتكوين بجهة الشرق
ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ ⵜⴰⴳⵓⴷⴰⴷⴰ
Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la formation de l'Oriental

Cycle de formation : Enseignement secondaire
Filière : Qualifiant
Spécialité : Mathématiques

Projet personnel encadre :

L'APPORT DE LA TECHNOLOGIE À L'APPRENTISSAGE DES THÉMATIQUES : CALCUL TRIGONOMÉTRIQUE ET LA GÉOMÉTRIE DANS L'ESPACE

Réalisé par :
LACHGAR AMINE

Sous la direction de :
PR . DREFO UFI YOUNES

Jury de soutenance :

PR . DREFOUFI YOUNES
PR. DOUCTEUR SALHI

Année de Formation : 2025-2026

Table des matières

Remerciements	5
Introduction	6
1 Cadre méthodologique :	8
1.1 Motivation de la recherche.....	8
1.1 Objectifs de la recherche	8
1.2 Problématique de la recherche	9
1.4 Hypothèses de la recherche.....	10
2 Cadre théorique :	11
2.1 Calcul trigonométrique.....	11
2.1.1 Définition.....	11
2.1.2 `A quoi sert la trigonométrie ?.....	11
2.1.3 difficultés rencontrées par les élèves	12
2.2 Géométrie dans l'espace	12
2.2.1 Définition	12
2.2.2 `A quoi sert la géométrie dans l'espace?.....	12
2.2.3 Les difficultés rencontrées par les élèves	13
2.3 Place des technologie dans la construction des apprentissages en mathématique.....	13
2.3.1 Définition	13
2.3.2 Fonctionnalités de la technologie éducatif	14
2.3.3 Le rôle de la technologie dans l'apprentissage des mathématiques	15
2.3.4 Répercussions de l'utilisation de la technologie dans la construction des ap- prentissages.....	15
2.4 Présentation de Geogebra.....	16
2.4.1 Définition	16
2.4.2 Différentes fonctionnalités de GeoGebra	16
2.4.3 Avantages de l'utilisation de GeoGebra et ses caractéristiques.....	16
2.4.4 Interface de GeoGebra.....	17
3 Cadre pratique :	18

3.1 Scénario pédagogique : Exploration des rapports trigonométriques	19
3.2 Scénario Pédagogique : Relations trigonométriques : $\cos(\pi - \alpha)$ et $\sin(\pi - \alpha)$	23
3.3 Scénario pédagogique : Position relative d'une sphère et d'un plan	27

Conclusion	31
-------------------------	-----------

Bibliographie	32
----------------------------	-----------

Table des figures

2.1 interface GeoGebra.....	17
3.1 Visualisation de l'intersection d'une sphère et d'un plan sur GeoGebra 3D	29

Remerciements

Tout d'abord, j'adresse mes plus sincères remerciements à Allah, le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la santé, la patience, la volonté et l'endurance nécessaires pour mener à bien ce travail.

J'exprime également ma profonde gratitude à mon encadrant, **Monsieur le Docteur Younes DRFOUFI**, formateur au CRMEF de l'Oriental, pour son accompagnement bienveillant, ses conseils éclairés et sa disponibilité constante tout au long de la réalisation de ce projet. Sa rigueur scientifique et sa pédagogie ont été d'une aide précieuse à chaque étape de mon travail.

Mes remerciements vont également aux membres du jury, pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance à l'ensemble des formateurs et du personnel du CRMEF de l'Oriental pour la qualité de la formation reçue et le soutien apporté tout au long de mon parcours professionnel.

Je n'oublie pas mes collègues stagiaires, dont la collaboration, l'entraide et l'esprit d'équipe ont favorisé un environnement de travail motivant et enrichissant.

Mes pensées les plus sincères vont à ma famille, et en particulier à mes parents, pour leur amour inconditionnel, leur patience et leur soutien indéfectible. Leur confiance et leur présence ont été essentielles dans la réalisation de ce projet.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce travail. Que ces mots soient un hommage sincère à leur générosité, leur bienveillance et leur foi en mon potentiel.

Introduction

L'enseignement des mathématiques, comme toutes les disciplines, traverse une période de transformation grâce à l'introduction croissante des technologies modernes. Ces technologies, qu'elles soient informatiques, méthodologiques ou matérielles, modifient profondément les pratiques pédagogiques et les modalités d'apprentissage. Le recours à la technologie dans l'enseignement des mathématiques devient incontournable dans un monde où les élèves sont de plus en plus familiers avec un environnement numérique et interactif. Son utilisation ne se limite pas seulement à l'enseignement des mathématiques, mais modifie également la manière dont les élèves appréhendent des concepts complexes dans cette discipline.

L'utilisation d'outils technologiques, comme les calculateurs graphiques, les logiciels de géométrie dynamique et les simulations, permet de visualiser en temps réel les relations mathématiques et de donner aux élèves la possibilité d'explorer ces concepts de manière autonome. L'intégration de la technologie dans l'enseignement des mathématiques ouvre ainsi de nouvelles perspectives pédagogiques. Elle permet d'illustrer visuellement des concepts abstraits, de les rendre plus accessibles et d'améliorer l'interaction entre les élèves et la matière. En tant qu'enseignante en formation, je constate que les élèves, souvent confrontés à des difficultés liées à l'abstraction des mathématiques, peuvent grandement bénéficier d'une approche plus concrète et interactive.

Malgré ces nombreux avantages, plusieurs défis demeurent. Le premier réside dans l'adaptation des pratiques pédagogiques face à l'introduction de ces outils. L'enseignant doit non seulement maîtriser ces technologies, mais aussi savoir les utiliser de manière réfléchie pour améliorer l'apprentissage des élèves. De plus, l'utilisation excessive de ces outils peut détourner l'attention des élèves des réflexions mathématiques profondes. Une question essentielle demeure : comment ces technologies contribuent-elles réellement à la compréhension des concepts mathématiques et à l'autonomie des élèves dans leur apprentissage ?

Dans ce rapport, j'étudierai l'apport de la technologie à l'apprentissage des mathématiques en me concentrant sur deux domaines spécifiques : le calcul trigonométrique et la géométrie dans l'espace. Ce choix a été fait parce que ces deux domaines, avec leurs concepts parfois abstraits ou difficiles à visualiser en deux dimensions, sont particulièrement propices à l'usage d'outils technologiques pour

faciliter l'apprentissage. L'objectif général de ce rapport est de démontrer comment la technologie peut enrichir l'apprentissage de ces notions, aider les élèves à mieux comprendre leurs fondements et à les appliquer de manière plus autonome et interactive.

Ainsi, ma question de recherche sera : Dans quelle mesure les outils technologiques peuvent-ils améliorer l'apprentissage du calcul trigonométrique et de la géométrie dans l'espace, et contribuer à une meilleure compréhension de leurs notions par les élèves ?

Ce rapport mettra en lumière les avantages et les limites de l'intégration des technologies dans l'enseignement de ces deux disciplines. Il analysera également les conditions nécessaires à leur efficacité, les défis pédagogiques associés à leur utilisation, et proposera des pistes pour une utilisation optimale de la technologie dans l'enseignement de ces contenus mathématiques.

Cadre méthodologique :

1.1 Motivation de la recherche :

L'enseignement des mathématiques est souvent perçu par les apprenants comme une discipline abstraite, difficile et déconnectée de leur réalité quotidienne. Cette perception contribue à un manque d'intérêt, une faible participation et parfois même un rejet de la matière. Face à ces constats, l'intégration de la technologie dans les pratiques pédagogiques apparaît comme une réponse prometteuse pour revitaliser l'apprentissage des mathématiques.

Les outils technologiques offrent en effet des environnements interactifs, visuels et dynamiques qui permettent de mieux illustrer les concepts abstraits, de favoriser l'expérimentation, l'autonomie, et d'encourager une compréhension plus approfondie des notions mathématiques. De plus, les logiciels de géométrie dynamique, les simulateurs algébriques, les plateformes d'apprentissage en ligne et les ressources numériques enrichies offrent des opportunités pédagogiques innovantes qui peuvent transformer la salle de classe traditionnelle.

Cette recherche est donc motivée par la nécessité d'explorer comment l'usage réfléchi et structuré des technologies peut améliorer la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques, renforcer la motivation des élèves et accompagner les enseignants dans l'évolution de leurs pratiques pédagogiques

1.2 Objectifs de la recherche :

La recherche visant à intégrer la technologie dans l'apprentissage des mathématiques cherche à :

- Mettre en évidence l'importance de l'usage des outils technologiques modernes dans l'enseignement des mathématiques.
- Développer chez l'apprenant des capacités d'exploration et de résolution de problèmes à travers des environnements d'apprentissage interactifs.

- Dépasser les difficultés conceptuelles et abstraites que rencontre l'élève en mathématiques.
- Renforcer la pensée logique et mathématique grâce à l'utilisation de logiciels spécialisés (comme GeoGebra, Excel, etc.).
- Encourager l'apprentissage autonome et stimuler l'esprit d'initiative chez l'apprenant.
- Diversifier les méthodes de présentation et les supports pour faciliter la compréhension et consolider les acquis.
- Accompagner l'apprenant dans les évolutions numériques et les logiciels éducatifs contemporains.
- Rechercher des solutions pédagogiques innovantes alliant didactique moderne et technologie dans l'enseignement des mathématiques.

1.3 Problématique de la recherche :

Malgré les progrès technologiques et la disponibilité de nombreuses ressources numériques, l'intégration effective de la technologie dans l'enseignement des mathématiques reste limitée dans plusieurs établissements scolaires. Cette situation conduit à un enseignement souvent centré sur des méthodes traditionnelles, peu interactives, ce qui engendre un désintérêt croissant des élèves pour la matière. De plus, les enseignants manquent souvent de formation ou de soutien nécessaires pour exploiter pleinement ces outils technologiques. Il est donc essentiel de comprendre quels sont les obstacles à l'intégration de la technologie dans l'enseignement des mathématiques, comment ces outils peuvent enrichir l'apprentissage, et quel rôle peuvent jouer les enseignants ainsi que le soutien administratif et la formation continue pour accompagner cette transformation pédagogique. Cela soulève plusieurs questions de recherche :

- Quels sont les principaux obstacles rencontrés par les enseignants dans l'utilisation de la technologie lors des cours de mathématiques ?
- De quelle manière la technologie peut-elle améliorer la compréhension et la motivation des élèves dans cette matière ?
- Quelles stratégies pédagogiques peuvent être mises en place pour intégrer efficacement la technologie dans les pratiques d'enseignement des mathématiques ?
- Quel est le rôle du soutien administratif et des programmes de formation continue dans l'accompagnement des enseignants pour l'adoption de la technologie en classe ?

1.4 Hypothèses de la recherche :

L'intégration de la technologie dans la gestion des différentes situations d'enseignement des mathématiques repose sur les hypothèses suivantes :

- Le non-recours aux ressources numériques dans l'enseignement des mathématiques est dû au manque de formation des enseignants dans ce domaine.
- L'absence de soutien matériel et logistique au sein de l'établissement scolaire.
- L'absence d'expériences antérieures d'intégration de scénarios pédagogiques basés sur les TIC dans l'enseignement des mathématiques.
- La production de scénarios pédagogiques intégrant les TIC dans l'enseignement des mathématiques nécessite un effort et un temps considérables.
- La gestion du temps scolaire ne permet pas l'utilisation des ressources numériques dans la construction des apprentissages.

Cadre théorique :

2.1 Calcul trigonométrique

2.1.1 Définition

Le calcul trigonométrique désigne l'application concrète des relations trigonométriques pour résoudre des problèmes, souvent en utilisant des formules spécifiques.

2.1.2 À quoi sert la trigonométrie ?

La trigonométrie a un rôle central dans notre vie quotidienne et pas seulement en raison de l'importance des maths dans le système scolaire et de la place des maths dans l'enseignement. La trigonométrie est utilisée dans de très nombreuses activités, même si les calculs se font en général par ordinateur, par du codage informatique. Comme autrefois, la trigonométrie peut être employée en navigation. En effet, elle permet de calculer la distance dans un triangle et donc la distance séparant un bateau d'un rivage par exemple.

En climatologie ou en sciences économiques, l'étude des périodicités saisonnières nécessite l'emploi des fonctions sinus ou cosinus. Plus étonnant encore, la trigonométrie est aussi présente dans l'univers de la musique. Grâce à la trigonométrie, Pythagore a montré que les sons obtenus en pinçant 2 cordes de longueurs différentes sont d'autant plus harmonieux que les 2 longueurs sont de petits multiples. Un musicien n'a pas besoin de connaître la trigonométrie. Toutefois, il ne pourra pas comprendre ce point spécifique s'il ne maîtrise pas certaines règles de trigonométrie. La trigonométrie a donc bien sa place dans notre vie et dans de nombreux métiers.

2.1.3 les difficultés rencontrés par Les élèves

L'apprentissage du calcul trigonométrique constitue un défi majeur pour de nombreux élèves, qui peinent à mobiliser correctement leurs connaissances dans des situations de résolution. Ces difficultés se répartissent comme suit :

Compréhension des Concepts de Base : L'une des principales difficultés élèves en trigonométrie est la compréhension des concepts de base tels que les angles, les rapports trigonométriques, et les propriétés des triangles. Beaucoup d'élèves ont du mal à effectuer la distinction entre le sinus, le cosinus et la tangente. Cette confusion peut nuire à leur capacité à résoudre des problèmes plus complexes.

Mémoire des Relations Trigonométriques : Les élèves doivent souvent mémoriser une série de relations trigonométriques et d'identités. Cette mémorisation peut être un obstacle, notamment parce que les élèves ne comprennent pas toujours l'application pratique de ces relations. Par exemple, les identités de Pythagore, les formules de somme et de différence d'angles ainsi que les formules d'angles doubles et demiangles posent souvent problème.

Application Pratique des Connaissances : Une autre difficulté réside dans l'application des concepts trigonométriques à des problèmes réels. Les élèves peuvent maîtriser la théorie mais peinent à faire le lien entre celle-ci et des situations concrètes. Par exemple, lorsqu'il s'agit d'utiliser la trigonométrie pour résoudre des problèmes liés à la navigation ou à l'architecture, Les élèves peuvent se sentir perdus.

2.2 Géométrie dans l'espace

2.2.1 Définition

La géométrie dans l'espace désigne l'étude des objets, des droites et des plans dans un espace à trois dimensions, en utilisant des outils algébriques (comme les vecteurs ou le produit scalaire) pour résoudre des problèmes de modélisation spatiale.

2.2.2 À quoi sert la géométrie dans l'espace ?

La géométrie dans l'espace joue un rôle fondamental dans notre quotidien et pas seulement en raison de l'importance des maths dans le système scolaire. Elle est un outil indispensable dans des domaines tels que l'architecture, la conception assistée par ordinateur, et la modélisation 3D. En effet, elle permet de représenter et d'analyser des structures complexes dans notre environnement physique.

En ingénierie ou en design, la maîtrise des volumes et des positions relatives dans l'espace est cruciale. Plus surprenant encore, la géométrie spatiale est omniprésente dans la compréhension des phénomènes naturels et techniques, de la disposition des molécules en chimie à la trajectoire d'objets dans l'espace. Un technicien ou un architecte n'a pas toujours besoin de manipuler des calculs complexes, toutefois, il ne pourra pas concevoir ou comprendre un projet s'il ne maîtrise pas les règles fondamentales de la géométrie dans l'espace.

2.2.3 Les difficultés rencontrées par les élèves

L'apprentissage de la géométrie dans l'espace constitue un défi majeur pour de nombreux élèves, qui peinent à mobiliser correctement leurs connaissances dans des situations de résolution. Ces difficultés se répartissent comme suit :

Compréhension des Concepts de Base : L'une des principales difficultés des élèves en géométrie spatiale est la compréhension du passage du plan à l'espace. Ils ont souvent du mal à visualiser les intersections entre plans et droites, ainsi que les relations d'orthogonalité.

Mémoire des Propriétés Spatiales : Les élèves doivent souvent mémoriser une série de propriétés et de théorèmes. Cette mémorisation peut être un obstacle, notamment parce qu'ils ne comprennent pas toujours l'application pratique de ces relations dans un environnement 3D.

Application Pratique des Connaissances : Une autre difficulté réside dans l'application des concepts théoriques à des situations réelles. Par exemple, lorsqu'il s'agit d'utiliser la géométrie spatiale pour résoudre des problèmes liés à l'architecture ou au design, les élèves peuvent se sentir perdus

2.3 Place des technologie dans la construction des apprentissages en mathématique

Les technologies sont aujourd'hui nombreuses et variées dans le domaine de l'enseignement. Dans le cadre de mon étude, je me concentrerai comme outil techno-logique, sur l'apport de GeoGebra dans l'enseignement des mathématiques. Toute-fois, avant d'aborder ce point spécifique, il me paraît essentiel de présenter d'abord ce que sont les technologies éducatives, leur définition, leur fonctionnalités, ainsi que leur rôle en intégration dans les pratiques pédagogiques.



2.3.1 Définition

La technologie éducative (ou technologie de l'éducation) désigne l'ensemble des outils, méthodes et pratiques utilisés pour améliorer les processus d'enseignement et d'apprentissage, en s'appuyant sur les avancées technologiques. Elle englobe aussi bien les moyens numériques (ordinateurs, logiciels, plateformes d'apprentissage en ligne) que les méthodologies pédagogiques intégrant ces technologies.

2.3.2 Fonctionnalités de la technologie éducatif

La technologie éducative regroupe l'ensemble des outils, méthodes, approches et dispositifs utilisés pour améliorer l'efficacité de l'enseignement et de l'apprentissage à travers l'intégration réfléchie des technologies.

La technologie éducative vise à concevoir, développer, mettre en œuvre et évaluer des processus et des ressources en vue de faciliter l'apprentissage et améliorer la performance pédagogique. Elle englobe aussi bien les moyens traditionnels (audio-visuels, imprimés) que les moyens numériques (logiciels, plateformes, intelligence artificielle...).

Elle permet de personnaliser les parcours d'apprentissage, de motiver les apprenants, de faciliter l'évaluation, et d'optimiser la gestion des contenus pédagogiques.

Elle contribue également à renforcer l'autonomie des apprenants et à encourager l'apprentissage collaboratif.

Au-delà de l'usage d'outils numériques, la technologie éducative repose sur une réflexion pédagogique solide et une ingénierie de formation qui prend en compte les besoins des apprenants, les objectifs éducatifs et les contextes d'enseignement. Pour esquisser une typologie rapide des ressources apportées par la technologie éducative, on peut identifier les familles suivantes :

- Outils de gestion de l'apprentissage : plateformes LMS (Moodle, Google Class-room. . .) pour la distribution des cours, le suivi des progrès, la gestion des devoirs.
- Contenus interactifs : cours en ligne, vidéos interactives, modules SCORM permettant une expérience immersive.
- Ressources de soutien pédagogique : banques d'exercices, simulateurs, logiciels de remédiation, tutoriels.
- Outils de création et de collaboration : logiciels de présentation, outils de coécriture, forums, tableaux partagés.
- Technologies d'évaluation : quiz automatisés, outils de correction assistée, évaluations en ligne avec feedback immédiat.
- Environnements immersifs : réalité virtuelle, augmentée, jeux sérieux pour modéliser des situations complexes.

Les exemples sont variés et évoluent rapidement. L'appropriation de ces outils dépend des contextes, des acteurs et des intentions pédagogiques. Une technologie éducative efficace repose sur un équilibre entre innovation technique et pertinence pédagogique.

2.3.3 Le rôle de la technologie dans l'apprentissage des mathématiques

La technologie éducative occupe une place croissante dans l'apprentissage des mathématiques. Elle permet de rendre visibles et interactifs des concepts souvent abstraits grâce à des outils comme GeoGebra, Desmos ou les logiciels de géométrie dynamique. Ces ressources facilitent la compréhension des notions complexes, telles que les fonctions, les équations ou la trigonométrie, en offrant aux élèves une exploration concrète et intuitive.

En plus de favoriser la compréhension, la technologie renforce l'autonomie et la motivation des élèves. Les plateformes éducatives en ligne offrent des exercices adaptés au niveau de chacun, avec un feedback immédiat. Elles permettent aux élèves de progresser à leur rythme, de corriger leurs erreurs et de consolider leurs acquis. Les activités numériques ludiques, les simulations interactives et les défis gamifiés rendent les mathématiques plus attrayantes.

Enfin, la technologie soutient l'enseignant dans le suivi des apprentissages et ouvre de nouvelles possibilités pédagogiques. Elle facilite l'évaluation, le travail collaboratif et l'enseignement distance. De plus, elle prépare les élèves à maîtriser des compétences numériques devenues essentielles dans la société actuelle. Bien intégrée dans la classe, elle ne remplace pas le rôle de l'enseignant, mais l'enrichit et renforce l'efficacité de son enseignement.

2.3.4 Répercussions de l'utilisation de la technologie dans la construction des apprentissages

Chez l'enseignant	Chez l'apprenant
<ul style="list-style-type: none">— Gain de temps et d'effort— Passage au rôle d'animateur et concepteur— Développement de la communication numérique— Diversification des méthodes pédagogiques	<ul style="list-style-type: none">— Attire l'attention et stimule l'intérêt— Encourage l'auto-apprentissage— Renforce la réflexion continue— Dépasse les limites de temps et d'espace— Tient compte des différences individuelles

2.4 Présentation de Geogebra

2.4.1 Définition



GeoGebra est un logiciel dynamique de mathématiques réunissant géométrie, algèbre et calcul différentiel. Il a été développé dans un but éducatif pour le secondaire par **Markus Ohenwartner** à l'Université de **Salzburg**. D'une part, GeoGebra est un système géométrique

dynamique. Vous pouvez élaborer des constructions comprenant des points, des vecteurs, des segments, des droites, des coniques et même des courbes représentatives de fonctions et modifier tout cela interactivement.

Par ailleurs, les équations et les coordonnées peuvent être entrées directement. GeoGebra est capable de travailler avec des variables numériques ou vectorielles ainsi qu'avec des points, peut trouver les dérivées et les intégrales de fonctions et propose des commandes comme Racine ou Extremum.

Ces deux points de vue sont caractéristiques du fonctionnement de GeoGebra : une expression dans la fenêtre "algèbre" correspond à un objet dans la fenêtre "géométrie" et vice versa. GeoGebra a reçu plusieurs distinctions internationales pour ses apports en éducation parmi les logiciels éducatifs.

C'est un projet de logiciel libre énorme démarré en 2001. Il est aujourd'hui traduit dans des dizaines de langues (53 à ce jour) et on ne compte plus le nombre de personnes qui contribuent à sa programmation.

2.4.2 Différentes fonctionnalités de GeoGebra

GeoGebra facilite la création de constructions mathématiques et de modèles par les apprenants leur permettant des investigations interactives en déplaçant des objets et en modifiant des paramètres.

GeoGebra est aussi un outil de création permettant aux enseignants de créer des pages web interactives. GeoGebra permet aussi la création des différentes constructions (ex : courbe d'une fonction, figure géométrique, curseur...). Il permet aussi l'insertion de plusieurs objets comme les textes, les images, les tableurs et la réalisation des animations.

2.2.3 Avantages de l'utilisation de GeoGebra et ses caractéristiques

L'utilisation de GeoGebra présente plusieurs avantages :

- Facilité d'utilisation : GeoGebra est doté d'une interface simple et facile à utiliser.

- Multifonctionnalité : GeoGebra est un progiciel à multiples fonctionnalités.
- Logiciel libre : c'est-à-dire que l'utilisateur peut le télécharger et l'utiliser gratuitement et "open source" c'est-à-dire que l'utilisateur a le droit d'effectuer des modifications.
- Logiciel gratuit : il est programmé par des bénévoles et du mécénat d'entreprise ou d'État.

2.2.3 Interface de GeoGebra

Après l'installation de GeoGebra, on lance le programme pour arriver devant l'interface principale. Les menus sont assez standards :

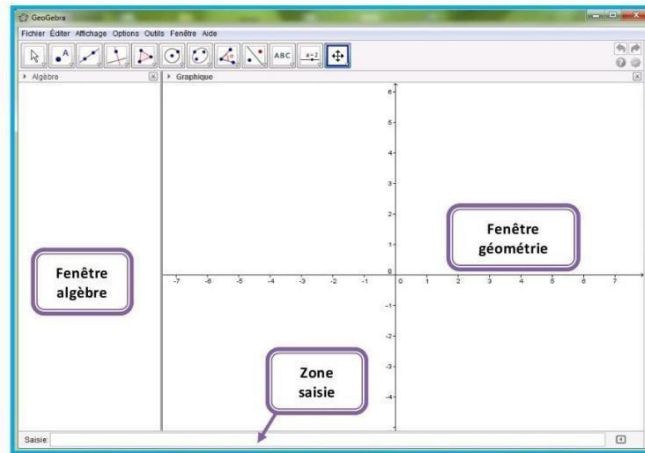


FIGURE 2.1 – interface GeoGebra

- La barre d'outils contient la majorité des outils de construction, ils sont regroupés par paquets.
- Pour construire un point, choisir l'outil "point" : et cliquer dans la fenêtre géométrie.
- Chaque fois que vous construisez un objet (point, droite, polygone, segment. . .) dans la fenêtre géométrie, dans la fenêtre algèbre, il est présent avec sa définition algébrique (pour un point ses coordonnées ; pour une droite : son équation ; pour un polygone : son aire ; pour un segment : sa longueur. . .).
- Le même travail peut être effectué avec le clavier tout ce qui est fait avec la souris.

Cadre pratique

Lors de mes observations en classe pendant le stage pratique, j'ai constaté que plusieurs élèves, que ce soit en tronc commun ou en deuxième année du baccalauréat, rencontrent des difficultés à mémoriser, comprendre et retenir les notions mathématiques abordées. En particulier, les élèves de tronc commun peinent face à la trigonométrie (rapports \cos , \sin , \tan , relations fondamentales et résolution d'équations), tandis que ceux de deuxième année du baccalauréat éprouvent des obstacles dans la géométrie dans l'espace. Ces notions sont souvent traitées de manière très théorique, ce qui les rend abstraites et peu accessibles.

Pour y remédier, j'ai décidé de concevoir trois activités interactives avec GeoGebra, afin de proposer une approche visuelle, dynamique et expérimentale :

La première activité porte sur les rapports trigonométriques (\cos , \sin et \tan) en lien avec le cercle trigonométrique, destinée aux élèves de tronc commun pour en comprendre la signification géométrique.

La deuxième activité vise à explorer les relations trigonométriques à travers des manipulations sur le cercle permettant d'en visualiser les symétries.

La troisième activité, destinée aux élèves de deuxième année du baccalauréat, s'inscrit dans le cadre de la géométrie dans l'espace. Elle porte sur l'étude de la position relative d'une sphère et d'un plan à l'aide de GeoGebra 3D. Elle permet aux élèves de visualiser les différentes configurations (intersection vide, point de tangence ou cercle d'intersection) et de construire un raisonnement autonome basé sur l'observation dynamique.

Ces activités ont pour but de rendre ces concepts mathématiques plus concrets, de renforcer l'intuition des élèves, et de les aider à construire un raisonnement autonome à partir de l'expérimentation numérique.

3.1 Scénario pédagogique : Exploration des rapports trigonométriques

Fiche n°1 : Présentation générale

Sujet	Exploration des rapports trigonométriques : $\cos(\alpha)$, $\sin(\alpha)$ et $\tan(\alpha)$ à l'aide du cercle trigonométrique.
Niveau	Tronc Commun Scientifique
Type d'activité	Activité guidée d'observation et déduction à l'aide de GeoGebra
Durée	30 minutes
Espace	Salle équipée d'un vidéoprojecteur
Logiciel utilisé	GeoGebra (manipulé par l'enseignant ou projeté)

Fiche n°2 : Compétences et acquis préalables

Acquis préalables	Compétences visées
<ul style="list-style-type: none">- Comprendre le cercle trigonométrique- Lire les coordonnées d'un point sur le cercle- Connaître les définitions de \cos, \sin, \tan	<ul style="list-style-type: none">- Lire des coordonnées sur le cercle pour un angle donné- Calculer $\tan(\alpha)$ à partir de $\sin(\alpha)$ et $\cos(\alpha)$- Identifier le signe des rapports selon les quadrants- Interpréter géométriquement les formules

Fiche n°3 : Matériel, outils et compétences nécessaires

Outils et supports	Enseignant	Ordinateur avec GeoGebra installé, vidéoprojecteur, figure préparée montrant un point A correspondant à $\alpha = 146^\circ$ et un point A_1 pour $\alpha + 360^\circ$ (soit 506°), avec leurs coordonnées visibles.
	Élève	Cahier de notes, fiche d'observation avec tableau à remplir (valeurs de $\cos(\alpha)$, $\sin(\alpha)$, $\cos(\alpha + 2\pi)$, etc.).
Compétences techniques requises	Enseignant	Savoir utiliser GeoGebra pour afficher un point sur le cercle, faire varier l'angle avec un curseur, afficher les coordonnées et guider l'observation de la périodicité.
	Élève	Savoir lire les coordonnées d'un point sur le cercle, reconnaître les valeurs de cos et sin, et formuler une conjecture sur la périodicité des fonctions trigonométriques.

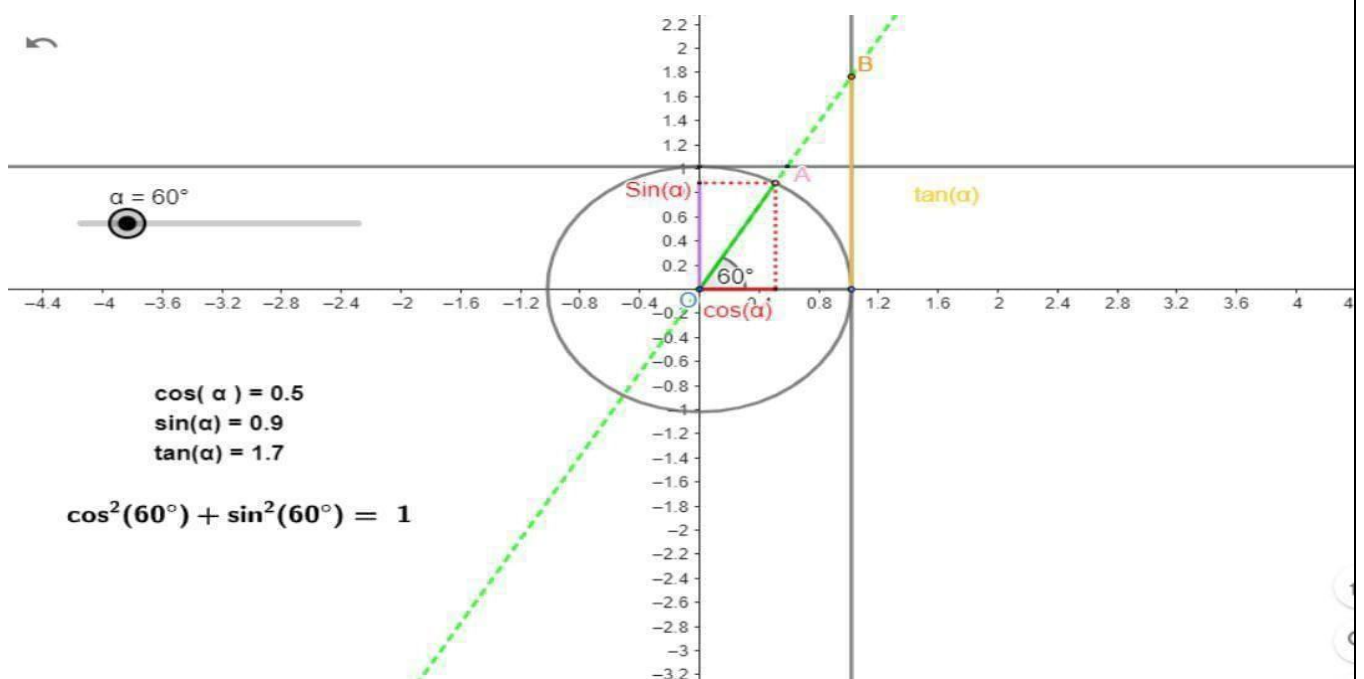
Fiche n°4 : Préparation préalable

Préparation technique	Préparation didactique
<ul style="list-style-type: none"> - Ouvrir GeoGebra - Préparer un curseur α - Afficher les points A (sur le cercle), B (projection tangente) - Afficher $\cos(\alpha)$, $\sin(\alpha)$ et $\tan(\alpha)$ 	<ul style="list-style-type: none"> Préparer fiche d'observation élève - Prévoir questions orales sur la lecture des coordonnées et la déduction de tan

Fiche 5 : Fiche élève

Activité : Étude de $\cos(\alpha)$, $\sin(\alpha)$ et $\tan(\alpha)$

- 1) Sur un cercle trigonométrique de rayon 1, considère un point A associé à un angle α .
 - a) Explique pourquoi les coordonnées de A sont $(\cos(\alpha), \sin(\alpha))$ en te basant sur la définition des projections orthogonales.
 - b) Vérifie graphiquement, avec la figure, que le triangle formé par O , la projection de A sur l'axe des abscisses, et A est rectangle.
- 2) La tangente est définie par : $\tan(\alpha) = \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}$
 - a) Sur la figure, repère les segments qui correspondent au numérateur et au dénominateur de ce rapport.
 - b) Explique pourquoi la tangente n'est pas définie pour certains angles, et précise lesquels sur le cercle.
- 3) En faisant varier l'angle α de 0 à 2π :
 - a) Indique dans quels quadrants la fonction $\sin(\alpha)$ est positive, et dans lesquels elle est négative.
 - b) Fais de même pour $\cos(\alpha)$ et $\tan(\alpha)$.
 - c) Relie ces variations aux positions du point A sur le cercle trigonométrique.
- 4) La relation fondamentale $\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha) = 1$ est toujours vérifiée
 - a) Explique cette égalité en utilisant le triangle rectangle formé par les projections.
 - b) Quelle est la signification géométrique de cette relation sur le cercle trigonométrique ?



Fiche n°6 : Réalisation

<p>Étapes de réalisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Ouvrir l'application GeoGebra. — Tracer un cercle trigonométrique de centre $O(0, 0)$ et de rayon 1. — Créer un curseur pour l'angle α allant de 0° à 360°. — Placer le point A de coordonnées $(\cos(\alpha), \sin(\alpha))$ sur le cercle. — Tracer les segments projetés pour représenter $\cos(\alpha)$ et $\sin(\alpha)$. — Afficher les coordonnées du point A. — Tracer la droite tangente à l'origine et placer le point B sur cette tangente tel que $B = (\cos(\alpha), \tan(\alpha))$. — Visualiser graphiquement $\tan(\alpha)$ par la hauteur du segment vertical depuis B. — Ajouter des étiquettes ou textes pour $\cos(\alpha)$, $\sin(\alpha)$, $\tan(\alpha)$, et la relation $\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha)$. — Colorer les segments pour une lecture visuelle facilitée (par exemple : rouge, bleu, orange). — Ajuster l'affichage : recentrer la figure, afficher/masquer les axes et la grille selon les besoins.
<p>Gestion de l'activité</p>	<p>Rôle de l'enseignant :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Présente la figure dynamique. — Pose des questions orales. — Guide la comparaison entre les valeurs. <hr/> <p>Rôle des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Observent les coordonnées. — Calculent les rapports trigonométriques. — Valident les formules.

3.2 Scénario Pédagogique : Relations trigonométriques :

$$\cos(\pi - \alpha) \text{ et } \sin(\pi - \alpha)$$

Fiche n°1 : Présentation générale

Sujet	Relations trigonométriques : $\cos(\pi - \alpha)$ et $\sin(\pi - \alpha)$
Niveau	Tronc Commun scientifique
Type d'activité	Activité d'exploration dirigée (avec observation et déduction)
Durée	30 minutes
Espace	Salle équipée d'un vidéo projecteur
Logiciel utilisé	GeoGebra (utilisé par l'enseignant)

Fiche n°2 : Compétences et acquis préalables

Acquis préalables	Compétences visées
<ul style="list-style-type: none">- Interprétation de $\cos(\alpha)$ et $\sin(\alpha)$ sur le cercle trigonométrique- Savoir situer un angle α et son opposé $\pi - \alpha$	<ul style="list-style-type: none">- Observer et interpréter des coordonnées de points sur le cercle- Dédire les relations : $\cos(\pi - \alpha) = -\cos(\alpha)$, $\sin(\pi - \alpha) = \sin(\alpha)$- Expliquer ces égalités à partir d'une représentation géométrique

Fiche n°3 : Matériel, outils et compétences nécessaires

Outils et supports	Enseignant	Ordinateur avec GeoGebra installé, vidéoprojecteur, figure préparée (cercle trigonométrique, curseur α , points M et M').
	Élève	Cahier de notes, fiche d'observation pour noter les coordonnées et remarques.
Compétences techniques requises	Enseignant	Savoir manipuler GeoGebra pour faire varier l'angle α , afficher les coordonnées, et guider l'analyse géométrique.
	Élève	Être capable de lire et interpréter une figure dynamique, et formuler une conjecture à partir de l'observation.

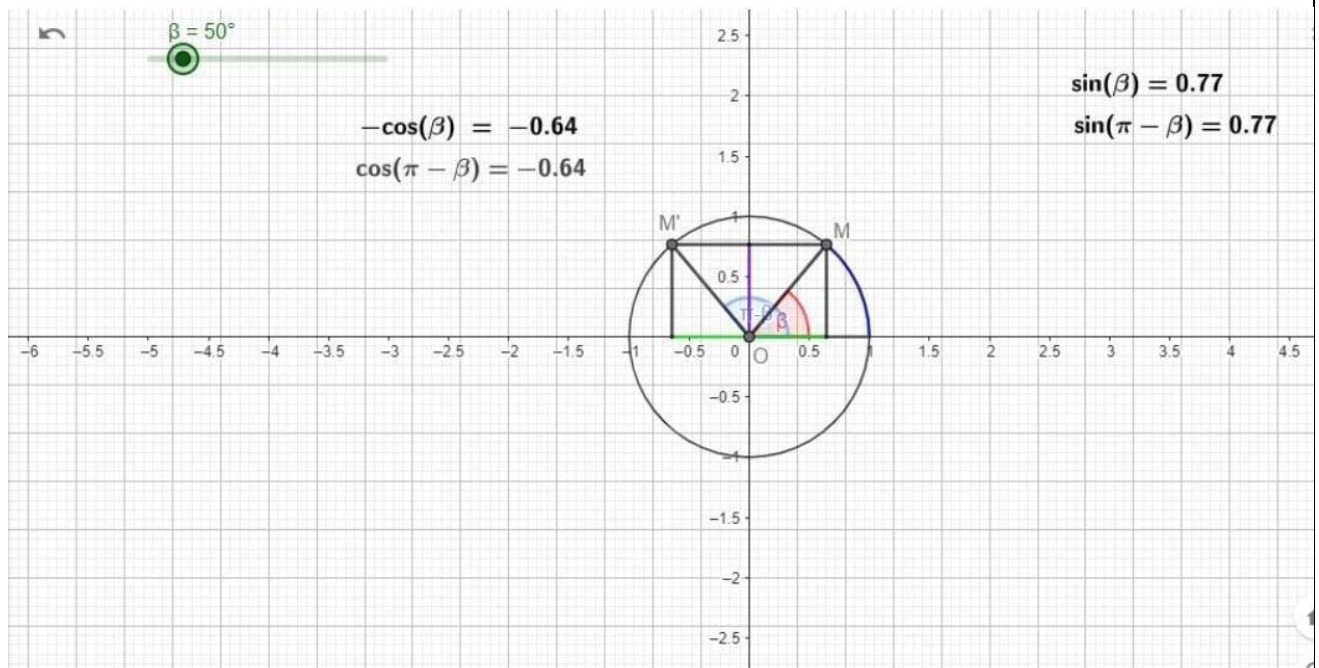
Fiche n°4 : Préparation préalable

Préparation technique	Préparation didactique
<ul style="list-style-type: none"> - Préparer la salle de classe - Vérifier le bon fonctionnement du projecteur et du logiciel GeoGebra - Lancer à l'avance la figure avec le cercle trigonométrique, un curseur α, et les points M et M' 	<ul style="list-style-type: none"> - Préparer des questions orales sur $\cos(\pi - \alpha)$ et $\sin(\pi - \alpha)$ Préparer la fiche d'observation élève Prévoir un petit exercice d'évaluation en fin de séance

Fiche 5 : Fiche d'élève

Activité : Étude de $\cos(\pi - \alpha)$ et $\sin(\pi - \alpha)$

- 1) Tracer un cercle trigonométrique. Placer un point M correspondant à un angle α , puis un point M' correspondant à l'angle $\pi - \alpha$.
- 2) Lire ou estimer les coordonnées de $M(\cos(\alpha), \sin(\alpha))$ et de $M'(\cos(\pi - \alpha), \sin(\pi - \alpha))$.
- 3) Comparer les abscisses $\cos(\alpha)$ et $\cos(\pi - \alpha)$. Même chose pour les ordonnées $\sin(\alpha)$ et $\sin(\pi - \alpha)$.
- 4) Identifier un axe de symétrie entre les points M et M' . En déduire les conséquences sur les valeurs de \cos et \sin .



- 5) Faire varier l'angle α à l'aide d'un curseur (dans GeoGebra). Observer et noter les valeurs de $\cos(\alpha)$, $\cos(\pi - \alpha)$, $\sin(\alpha)$, $\sin(\pi - \alpha)$ pour différents angles.
- 6) Compléter les égalités suivantes :

$$\cos(\pi - \alpha) = \underline{\hspace{2cm}} ; \quad \sin(\pi - \alpha) = \underline{\hspace{2cm}}$$

Fiche 6 : Réalisation

<p>Étapes de la réalisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Ouvrir le logiciel GeoGebra. — Tracer le cercle trigonométrique de centre $O(0, 0)$ et de rayon 1. — Créer un curseur β compris entre 0 et π. — Placer un point M correspondant à l'angle β, puis un point M' correspondant à $\pi - \beta$. — Afficher les coordonnées des deux points. — Ouvrir le tableur GeoGebra. — Dans la cellule A2, écrire $\cos(\beta)$, dans A3 : $\sin(\beta)$, dans A4 : $\cos(\pi - \beta)$, et dans A5 : $\sin(\pi - \beta)$. — Dans les cellules B2 à B5, entrer les commandes suivantes : $x(M)$, $y(M)$, $x(M')$, $y(M')$. — Comparer les coordonnées et observer les symétries.
<p>Gestion de l'activité</p>	<p>Rôle de l'enseignant :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Distribue la fiche d'activité aux élèves — Explique les objectifs de l'activité et accompagne les manipulations. — Pose des questions orales pour guider l'analyse. — Oriente les échanges et aide les élèves à formuler les relations trigonométriques observées. <hr/> <p>Rôle des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Suivent les consignes de manipulation avec GeoGebra. — Notent les valeurs observées dans le tableau. — Répondent aux questions proposées. — Déduisent que : $\cos(\pi - \beta) = -\cos(\beta)$ et $\sin(\pi - \beta) = \sin(\beta)$.

À travers cette activité interactive, Les élèves observent l'évolution des coordonnées de deux points et situés sur un cercle trigonométrique. Ces deux points représentent respectivement les angles α et β . En manipulant le curseur, ils constatent que la valeur du sinus reste inchangée, alors que celle du cosinus change de signe. Cette observation les amène naturellement à formuler les identités trigonométriques $\sin(\alpha) = \cos(\beta)$ et $\cos(\alpha) = \sin(\beta)$. L'activité met ainsi en lumière, de manière concrète, les propriétés de symétrie des fonctions trigonométriques et aide les élèves à mieux les comprendre et les retenir.

3.3 Scénario pédagogique : Étude de la position relative d'une sphère et d'un plan

Fiche n°1 : Présentation générale

Sujet	Étude de la position relative d'une sphère $S(\Omega, R)$ et d'un plan (P) à l'aide de GeoGebra 3D.
Niveau	2ème Année Baccalauréat (Sciences Expérimentales / SM) – Lycée Qualifiant.
Type d'activité	Activité guidée d'observation, de conjecture et de déduction géométrique via les TICE.
Durée	45 minutes.
Espace	Salle multimédia ou salle de classe équipée d'un vidéoprojecteur.
Logiciel utilisé	GeoGebra 3D (manipulé par l'enseignant ou sur postes élèves).

Fiche n°2 : Compétences et acquis préalables

Acquis préalables (Prérequis)	Compétences visées
<ul style="list-style-type: none"> • Équation cartésienne d'une sphère et d'un plan. • Calcul de la distance d'un point à un plan : $d(\Omega, (P)) = \frac{ ax_{\Omega} + by_{\Omega} + cz_{\Omega} + d }{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}$. • Définition de la projection orthogonale d'un point sur un plan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer géométriquement et analytiquement la position relative d'une sphère et d'un plan. • Caractériser l'intersection (ensemble vide, point de tangence, ou cercle). • Calculer le rayon $r = \sqrt{R^2 - d^2}$ du cercle d'intersection.

Fiche n°3 : Matériel, outils et compétences nécessaires

Outils et supports	Enseignant	Ordinateur avec GeoGebra 3D installé, vidéoprojecteur, figure dynamique préparée montrant une sphère et un plan mobile via un curseur modifiant la distance d .
	Élève	Cahier de notes, fiche d'activité (fiche élève) à remplir au fur et à mesure, des observations
Compétences techniques requises	Enseignant	Savoir manipuler l'espace 3D sur GeoGebra, animer un curseur de distance, afficher/masquer l'intersection et le cercle résultant
	Élève	Savoir lire des coordonnées et des distances dans l'espace, formuler des conjectures basées sur la visualisation 3D.

Fiche n°4 : Préparation préalable

Préparation technique (GeoGebra)	Préparation didactique
<ul style="list-style-type: none"> • Créer le centre $\Omega(0,0,2)$ et une sphère de rayon $R = 3$. • Créer un plan horizontal variable représentant (P). • Définir le curseur d représentant la distance de Ω à (P). • Tracer le point H, projection orthogonale de Ω sur (P). 	<ul style="list-style-type: none"> • Concevoir la fiche-élève structurant l'observation (les 3 cas fondamentaux). • Prévoir des questions orales guidant vers la formule du rayon du cercle d'intersection : $r = \sqrt{R^2 - d^2}$

Fiche n°5 : Fiche Élève (Activité guidée)

Activité : Étude des positions relatives d'une sphère et d'un plan

Soit $S(\Omega, R)$ une sphère de centre Ω , et de rayon R , et (P) un plan. Soit H la projection orthogonale de Ω sur (P) . On note $d = \Omega H$.

1) Cas 1 : Le curseur est réglé de sorte que $d > R$

- Observez la figure 3D. Le plan et la sphère ont-ils des points communs ?
- Que pouvez-vous conclure sur l'ensemble $S \cap (P)$?

2) Cas 2 : Le curseur est réglé de sorte que $d = R$

- Que devient l'intersection du plan avec la sphère ? Combien de points d'intersection comptez-vous ?
- Quel est ce point particulier ? En déduire la propriété géométrique du plan (P) par rapport à la sphère.

3) Cas 3 : Le curseur est réglé de sorte que $d < R$

- Quelle est la nature géométrique de l'intersection de la sphère et du plan ?
- En utilisant le théorème de Pythagore dans le triangle ΩHM (où M est un point de l'intersection), démontrez que le rayon r de cette intersection vaut $r = \sqrt{R^2 - d^2}$

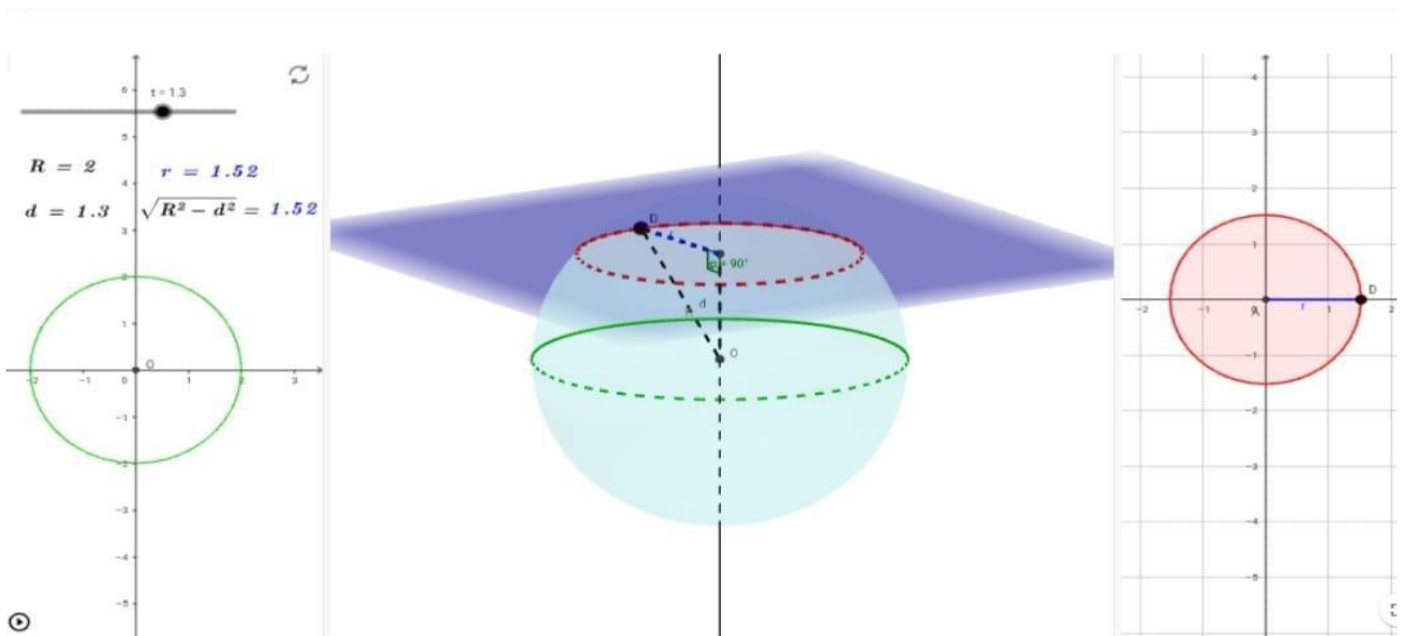


FIGURE 3.1 : Visualisation de l'intersection d'une sphère et d'un plan sur GeoGebra 3D

Fiche n°6 : Réalisation et Déroulement en classe

Étapes du déroulement	Actions de l'enseignant et des élèves
Introduction & Mobilisation (10 min)	L'enseignant rappelle la formule de la distance d'un point à un plan. Il projette l'interface GeoGebra 3D avec la sphère et le plan initial.
Exploration visuelle (20min)	L'enseignant fait varier le curseur d. Les élèves complètent la fiche élève pour les trois configurations ($d > R$, $d = R$, $d < R$). Émergence des conjectures.
Institutionnalisation (15min)	Trace écrite dans le cahier de cours : énoncé des théorèmes officiels à partir des résultats validés par l'outil numérique, assurant ainsi une transposition didactique rigoureuse.

Le logiciel GeoGebra a joué un rôle déterminant dans cette activité en facilitant la compréhension de l'intersection entre une sphère et un plan grâce à la visualisation dynamique en temps réel. En manipulant le curseur de distance (d), les élèves ont pu observer concrètement les transitions entre les différentes positions relatives (absence de points communs, point de tangence, ou cercle), ce qui a rendu ces concepts abstraits beaucoup plus intuitifs. De plus, le logiciel a favorisé une démarche d'investigation où l'élève construit ses propres conjectures sur la relation entre la distance (d) et le rayon (R) avant d'aborder la formalisation théorique. Enfin, la visualisation en trois dimensions a permis de clarifier la géométrie sous-jacente, facilitant ainsi la démonstration mathématique rayon de l'intersection $r = \sqrt{R^2 - d^2}$ basée sur l'observation directe.

CONCLUSION

Au terme de ce travail, il est possible d'affirmer que la technologie est devenue un élément indispensable dans le développement du processus éducatif en général, et dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques en particulier. Les outils technologiques modernes ont permis de surmonter de nombreux défis auxquels étaient confrontés aussi bien les apprenants que les enseignants, dans une matière considérée parmi les plus abstraites et les plus difficiles pour de nombreux élèves.

Grâce à la technologie, il est désormais possible de simplifier les concepts mathématiques complexes en les transformant en modèles visuels et interactifs, facilitant ainsi la compréhension et l'assimilation de manière plus efficace. Des logiciels de géométrie comme GeoGebra, des applications de calcul, des simulateurs et des classes virtuelles sont autant d'outils ayant contribué au développement de la pensée logique, ainsi qu'au renforcement des compétences d'analyse et de raisonnement chez les apprenants, ce qui s'est traduit par de meilleurs résultats et une plus grande confiance en leurs capacités.

Par ailleurs, la technologie a offert aux enseignants de nouvelles possibilités pour diversifier leurs stratégies pédagogiques, à travers l'enseignement hybride, l'apprentissage autonome et l'approche par résolution de problèmes, rendant ainsi le processus éducatif plus souple et plus inclusif. Les limites de temps et d'espace ne constituent plus un obstacle, car les ressources numériques sont accessibles à tout moment et en tout lieu, ce qui soutient le principe de l'apprentissage tout au long de la vie.

Cependant, pour tirer pleinement parti de ces potentialités, il est essentiel de disposer d'une infrastructure solide, de former en continu les enseignants et de bien préparer les apprenants à utiliser ces outils de manière efficace. Car malgré son immense potentiel, la technologie demeure un moyen et non une fin en soi, et son succès dépend de la manière dont elle est intégrée dans le contexte éducatif.

En conclusion, investir dans les technologies éducatives, et en particulier dans l'enseignement des mathématiques, constitue un choix stratégique pour améliorer la qualité de l'éducation, répondre aux exigences de l'ère numérique et réduire l'écart entre l'apprenant et le monde du savoir. La technologie n'est pas seulement un outil pédagogique, mais aussi un pont vers la créativité et l'innovation dans l'enseignement mathématiques.

Bibliographie

- 1] <https://www.geogebra.org/graphing?lang=fr>
- [2] [https://www.unesco.fr/wp-content/uploads/2020/10/201015 Cnesco GrueonAllysGrapin Numerique Calcul1.pdf](https://www.unesco.fr/wp-content/uploads/2020/10/201015_Cnesco_GrueonAllysGrapin_Numerique_Calcul1.pdf)
- [3] <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas01983049v1/document>
- [4] [https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Technologies de l%27information et de la communication](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Technologies_de_l%27information_et_de_la_communication)
- [5] http://professeurstagiaire20142015.wordpress.com/wpcontent/uploads/2015/06/geogebra_vers1.pdf
- [6] <https://groupe-reussite.fr/ressources/cpquestcequetrigonometrie/>
- [7] <https://aidemia.co/view.php?id=178997>
- [8] <https://tarbiyah-mag.abegs.org/elearning-technology/c6779e1bed0b46a0bc1f42b7ead5df3f>