المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة

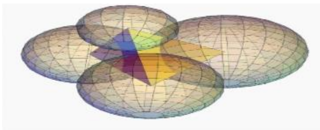
المركز الجهوي لمهن التربية والتكوين لجهة الشرق

المشروع الشخصي المؤطر بسلك تأهيل أطر التدريس

مسلك الثانوي التأهيلي   تخصص   الرياضيات

تحت عنوان:

Les difficultés d’apprentissage de la géométrie chez les élèves de 2 -ème BAC : manifestations, causes et propositions de remédiation.



إنجاز المتدربة

الهمامي خولة

إشرا ف الأستاذ

الدرفوفي يونس

تاريخ المناقشة: 06/07/2026

أعضاء لجنة المناقشة

- الدرفوفي يونس
- محمد الصالحي

الموسم التكويني 2026/2025

Table des matières

Remerciement

Au terme de ce travail, il m'est particulièrement agréable d'exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à sa réalisation.

J'adresse tout d'abord mes plus sincères remerciements à mon encadrant, M.DERFOUFI YOUNESS , pour son accompagnement scientifique, sa disponibilité, la pertinence de ses orientations et la confiance qu'il m'a témoignée tout au long de cette recherche. Ses conseils avisés, sa rigueur scientifique et son soutien constant ont largement contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Je tiens également à exprimer ma profonde reconnaissance aux honorables membres du jury, M.MOHAMMED ESSALHI et mon encadrant qui me font l'honneur d'accepter d'évaluer ce travail. Je les remercie très sincèrement pour l'intérêt qu'ils lui portent ainsi que pour leurs remarques, leurs critiques constructives et leurs recommandations, qui contribueront sans aucun doute à l'enrichissement de cette recherche.

Mes remerciements s'adressent également à l'ensemble des professeurs du Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation, pour la qualité de la formation scientifique, pédagogique et didactique qu'ils m'ont dispensée. Les connaissances et les compétences acquises durant mon parcours ont constitué un appui précieux dans la réalisation de ce mémoire.

J'exprime également ma gratitude aux responsables des établissements scolaires, aux enseignants et à tous les élèves ayant participé à cette étude, pour leur disponibilité, leur collaboration et leur précieuse contribution à la réalisation de cette recherche.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à toutes les personnes qui, par leurs encouragements, leurs conseils ou leur soutien, ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Merci à vous tous

Résumé

Ce mémoire s'inscrit dans le domaine de la didactique des mathématiques et porte sur l'apport de la visualisation dynamique dans l'enseignement des intersections entre un plan et une sphère auprès des élèves de la deuxième année du baccalauréat. Cette recherche est née du constat que de nombreux élèves rencontrent des difficultés à représenter les configurations géométriques dans l'espace, à identifier la nature des intersections et à articuler les registres de représentation géométrique et analytique.

Afin d'étudier cette problématique, j'ai mené une recherche-action au sein d'un établissement scolaire selon une démarche expérimentale comparant un groupe expérimental, ayant bénéficié d'un enseignement intégrant le logiciel GeoGebra, et un groupe suivant un enseignement traditionnel. Les données ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire diagnostique ainsi que de grilles d'observation des séances d'apprentissage.

Les résultats obtenus montrent que les principales difficultés des élèves concernent la visualisation spatiale, l'interprétation des configurations géométriques ainsi que le passage entre les représentations géométriques et analytiques. Ils mettent également en évidence que l'utilisation de GeoGebra favorise une meilleure compréhension des intersections, améliore la visualisation des objets géométriques, stimule la participation des élèves et facilite la construction des connaissances.

Cette étude confirme ainsi l'intérêt pédagogique des outils de géométrie dynamique dans l'enseignement de la géométrie dans l'espace. Elle souligne également l'importance d'intégrer des activités fondées sur la manipulation, l'exploration et la visualisation afin de développer les compétences géométriques des élèves et de rendre les apprentissages plus significatifs.

Introduction

L’enseignement des mathématiques occupe une place essentielle dans la formation intellectuelle des apprenants en leur permettant de développer des compétences de raisonnement, de modélisation et de résolution de problèmes. Parmi les différents domaines des mathématiques, la géométrie constitue un champ d’apprentissage fondamental, dans la mesure où elle contribue à la structuration de la pensée logique et au développement de la perception spatiale. Toutefois, la géométrie dans l’espace demeure l’un des domaines les plus complexes à enseigner et à apprendre, en raison du caractère abstrait des concepts qu’elle mobilise et des exigences cognitives qu’elle impose aux élèves.

Dans le programme de mathématiques de la deuxième année du baccalauréat, l’étude des intersections entre un plan et une sphère occupe une place importante. Cette notion nécessite la mobilisation simultanée de plusieurs compétences, notamment la représentation des objets de l’espace, la visualisation des différentes configurations géométriques, l’interprétation de leurs propriétés ainsi que le passage entre les registres géométrique et analytique. La maîtrise de ces compétences est indispensable pour construire un raisonnement géométrique rigoureux et résoudre efficacement les problèmes proposés.

Cependant, les observations réalisées en contexte scolaire, ainsi que les travaux menés en didactique des mathématiques, montrent que de nombreux élèves éprouvent des difficultés dans l’apprentissage de cette notion. Ces difficultés concernent principalement la visualisation des figures dans l’espace, l’identification des différentes configurations d’intersection et la coordination entre les représentations géométriques et analytiques. Elles constituent ainsi un obstacle à l’appropriation des concepts et limitent le développement des compétences attendues.

Face à ces constats, il apparaît nécessaire de réfléchir à des approches pédagogiques permettant de favoriser une meilleure compréhension des notions géométriques et de répondre aux besoins des apprenants. Cette réflexion s’inscrit dans les orientations actuelles visant à améliorer la qualité des apprentissages et à promouvoir des pratiques d’enseignement centrées sur l’activité de l’élève, la construction progressive des connaissances et le développement des compétences.

CHAPITRE I : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

1. *Justification du choix du thème :*

Au cours de mon stage pratique au lycée, j'ai constaté que plusieurs élèves rencontrent des difficultés importantes dans l'apprentissage de la géométrie. Malgré les explications données en classe, les élèves éprouvent des problèmes dans la compréhension des notions géométriques et dans l'exploitation correcte des figures proposées.

La géométrie dans l'espace occupe une place importante dans le programme de mathématiques de la deuxième année du baccalauréat scientifique. Elle permet aux élèves de développer des compétences liées à la représentation spatiale, à l'interprétation géométrique et à la modélisation analytique des objets géométriques. Cependant, plusieurs observations réalisées en classe m'ont montré que les élèves rencontrent des difficultés importantes dans l'étude des intersections dans l'espace, notamment les intersections entre plans ainsi qu'entre un plan et une sphère.

En effet, de nombreux élèves éprouvent des difficultés à interpréter géométriquement les positions relatives des objets de l'espace et à identifier la nature des intersections possibles. Dans le cas de deux plans, les élèves ont souvent du mal à distinguer les situations où les plans sont sécants, parallèles ou confondus. De même, dans le cas de l'intersection entre un plan et une sphère, j'ai pu observer que plusieurs élèves rencontrent des obstacles dans l'identification des différents cas possibles selon la position du plan par rapport à la sphère.

Ces difficultés d'interprétation géométrique influencent également la capacité des élèves à déterminer les équations cartésiennes des objets géométriques associés. En effet, j'ai remarqué que plusieurs élèves rencontrent des difficultés lorsqu'ils doivent exploiter les informations issues des intersections afin de déterminer l'équation cartésienne d'un plan, d'une droite d'intersection ou d'une sphère. Le passage entre la représentation géométrique et la représentation analytique constitue ainsi un obstacle majeur dans l'apprentissage de la géométrie dans l'espace.

Dans cette perspective, il m'a semblé nécessaire d'étudier les difficultés rencontrées par les élèves dans l'interprétation des intersections entre plans et entre un plan et une sphère, ainsi que dans la détermination des équations cartésiennes à partir de ces intersections, afin de proposer des démarches pédagogiques favorisant une meilleure compréhension des relations entre géométrie et représentation analytique.

2. *Questions de recherche :*

La problématique de l'étude s'articule autour de la question principale suivante :

« Quelles sont les difficultés d'apprentissage de la géométrie chez les élèves de de la deuxième année du baccalauréat scientifique dans l'interprétation des intersections entre plans et entre un plan et une sphère ainsi que dans la détermination des équations cartésiennes à partir de ces intersections, et dans quelle mesure l'intégration d'outils de visualisation dynamique peut-elle y remédier ? »

De cette question principale découlent les questions secondaires suivantes :

- ✓ Quelles sont les principales difficultés rencontrées par les élèves de 2ème année baccalauréat scientifique lors de l'interprétation des intersections entre plans et entre un plan et une sphère dans l'espace ?
- ✓ Quelles erreurs commettent les élèves de 2ème année baccalauréat scientifique lors de la détermination des équations cartésiennes issues des intersections géométriques dans l'espace, et quelles en sont les causes ?
- ✓ Dans quelle mesure l'intégration d'outils de visualisation dynamique tels que GeoGebra contribue-t-elle à surmonter les difficultés de représentation spatiale et à améliorer la compréhension des intersections géométriques chez ces élèves ?
- ✓ Quelles pratiques pédagogiques et quelles modalités d'utilisation des outils numériques favorisent le mieux le développement du raisonnement géométrique et algébrique des élèves de 2ème année baccalauréat scientifique ?

3. *Objectifs de la recherche :*

Nos objectifs de cette recherche sont :

1. *Objectif général :*

Identifier les difficultés d'apprentissage de la géométrie chez les élèves de 3AC, en se concentrant sur les concepts essentiels du programme, analyser leurs manifestations et leurs causes, puis proposer des activités de remédiation permettant d'améliorer leurs apprentissages en géométrie.

2. *Objectifs spécifiques*

- ✓ Identifier les manifestations des difficultés rencontrées par les élèves de 2BAC Sciences dans les concepts géométriques essentiels du programme.
- ✓ Repérer les difficultés liées à la lecture à la compréhension et à l'analyse des figures géométriques complexes étudiées en 2BAC Sciences.
- ✓ Identifier les principales causes des difficultés d'apprentissage de la géométrie chez les élèves de 2BAC Sciences.
- ✓ Proposer des activités de remédiation ciblées basées sur les notions fondamentales du programme de 2BAC Sciences pour aider les élèves à surmonter leurs difficultés en géométrie.

4. *Hypothèses de la recherche :*

Hypothèse 1 : Les apprenants de la 2e année du baccalauréat rencontrent des difficultés liées :

- À la représentation et à la visualisation géométrique des intersections.
- À la détermination de l'équation du cercle, notamment lors des changements de cadre de représentation (géométrique et analytique).

Hypothèse 2 : Pour surmonter les difficultés rencontrées par les apprenants dans la visualisation de la géométrie dans l'espace (à trois dimensions), l'intégration des outils numériques de géométrie dynamique peut constituer un moyen efficace pour améliorer leur représentation spatiale, faciliter la compréhension des concepts géométriques et renforcer leurs apprentissages.

Hypothèse 3 : La variable didactique influence l'apprentissage de la géométrie dans l'espace, notamment :

- ✓ La nature des représentations géométriques proposées (figures géométriques statiques ou dynamiques).

5. *L'importance de la recherche :*

L’importance de cette étude réside dans les points suivants :

- ✓ Identifier les difficultés liées à l’apprentissage de l’intersection entre un plan et une sphère et comprendre les difficultés de passage entre les cadres géométrique et analytique.
- ✓ Aider les enseignants à mieux prendre en compte les difficultés des élèves et à concevoir des activités de remédiation adaptées.
- ✓ Enrichir les recherches portant sur l’apprentissage de la géométrie dans l’espace et la visualisation spatiale au lycée.

CHAPITRE 2 : CADRE THEORIQUE

1. *Notion du Difficulté :*

Une difficulté peut être définie comme une condition ou une caractéristique propre à une situation d’apprentissage qui augmente de manière significative la probabilité qu’un sujet impliqué ne produise pas de réponse ou fournisse une réponse erronée. Ce sujet peut être l’élève dans son processus de construction des connaissances, mais également l’enseignant lorsqu’il rencontre des obstacles dans l’atteinte des objectifs d’apprentissage qu’il s’est fixés.

Ainsi, les difficultés peuvent être mises en évidence soit par l’observation répétée des actions d’un même individu confronté à une situation donnée, en faisant varier certains paramètres de cette situation, soit par l’analyse des réponses produites simultanément par un groupe de sujets considérés comme comparables et placés dans des conditions similaires. Cette analyse permet d’identifier les obstacles récurrents susceptibles d’influencer le processus d’enseignement-apprentissage.

2. *Les variables didactiques :*

Une variable didactique est une donnée du problème (la taille d'un nombre ou de plusieurs nombres, la figure, etc.) ou un élément de consigne (autorisation ou non d'utiliser une calculatrice, tel ou tel instrument pour tracer : règle, équerre, compas, etc.) dont la variation va provoquer une modification dans le choix des procédures de résolution employées par les élèves.

L’utilisation pertinente d’une variable didactique peut, par exemple, permettre de confronter dans un premier temps les élèves à une variante du problème accessible et résoluble à partir de leurs acquis antérieurs. Dans un second temps, elle permet de leur proposer une autre variante, tout aussi compréhensible, mais dont la résolution constitue pour eux un véritable obstacle cognitif et suscite ainsi un réel travail de recherche et de construction des connaissances.

3. Cadre et registre :

Le cadre (Régis Gras) :

Selon Régis Gras, le cadre désigne le domaine scientifique ou mathématique dans lequel un problème est étudié et résolu. Il est constitué d'un ensemble d'objets mathématiques, des relations qui existent entre ces objets, ainsi que des propriétés et théorèmes qui leur sont associés.

Parmi les principaux cadres mathématiques, on peut citer :

Le cadre géométrique : constitué d'objets tels que les points, les droites, les figures et les transformations géométriques.

Le cadre algébrique : basé sur les expressions, les équations, les variables et les opérations.

Le cadre numérique : faisant intervenir les nombres, les calculs, les fractions et les grandeurs.

Le passage d'un cadre à un autre, appelé changement de cadre, consiste à reformuler un même problème dans un domaine différent afin de faciliter sa résolution. Par exemple, un problème géométrique peut être transformé en un problème algébrique grâce à l'utilisation d'équations ou de coordonnées.

Le registre de représentation sémiotique (Raymond Duval)

Selon Raymond Duval, les représentations sémiotiques correspondent aux différents systèmes de signes utilisés pour représenter et manipuler les objets mathématiques. Ces représentations permettent aux élèves d'accéder aux concepts mathématiques et de les comprendre.

Un même objet mathématique peut être représenté dans plusieurs registres. Par exemple, une fonction peut être exprimée à travers :

Le registre verbal : description du phénomène par une phrase.

Le registre algébrique : expression symbolique telle que $f(x)=2x$.

Le registre graphique : représentation de la fonction par une courbe dans un repère.

L'apprentissage des mathématiques repose sur la capacité à effectuer des conversions entre différents registres de représentation, c'est-à-dire passer d'une forme de représentation à une autre tout en conservant le même objet mathématique. Cette capacité joue un rôle essentiel dans la compréhension et la résolution des problèmes.

4. *La géométrie :*

4.1.Définition de la géométrie

Le mot géométrie est composé du préfixe « géo » qui vient du grec « Gê » qui signifie « la Terre », suivi de « métrie » qui vient du grec « metron » signifiant « mesure ». On peut donc dire qu'au commencement, la géométrie était la science qui mesurait la Terre. A l'école, dans les manuels, on remarque que la géométrie est une partie des mathématiques qui étudie les relations entre les points, les droites, les courbes et les surfaces.

4.2.Les grands types d'activités géométriques :

Les activités géométriques peuvent être catégorisées selon les compétences mobilisées chez l'élève. Cette classification repose sur cinq actions fondamentales qui structurent l'apprentissage de la géométrie :

Reconnaître : c'est identifier les critères d'une figure donnée soit présentée seule soit intégrée à une figure complexe. La reconnaissance d'une figure renvoie à la façon dont nous percevons les figures géométriques et plus généralement le monde qui nous entoure.

Décrire : c'est donner sous forme orale ou écrite des propriétés géométriques qui permettent de l'identifier. On peut décrire un objet pour que d'autres puissent :

-le reconnaître parmi plusieurs.

-le construire sans l'avoir sous les yeux, uniquement en lisant ou en écoutant sa description.

Reproduire : Les élèves disposent d'un objet (dans le plan ou dans l'espace) et ils doivent en réaliser une copie. Pour reproduire, les élèves peuvent utiliser plusieurs types d'outils que l'on peut autoriser ou interdire selon les connaissances géométriques qui sont en jeu : papier calque, papier quadrillé, gabarit, outils usuels de la géométrie : règle graduée ou non, compas, équerre...

Construire : Contrairement à la reproduction, quand on construit un objet, on ne dispose pas du modèle de cet objet. On construit à partir d'une description ou d'une représentation de l'objet.

Transformer : On transforme une figure donnée selon des critères précis :

Agrandissement, réduction, symétrie

Certaines propriétés géométriques restent invariantes par ces transformations, d'autres aux contraires ne sont pas conservées.

La transformation peut être facilitée ou complexifiée par les types de supports ou les outils disponibles.

4.3.Les variables didactiques en géométrie

Les variables didactiques susceptibles d'influencer la réalisation de la tâche sont nombreuses. Parmi les plus importantes, on peut citer :

- Les dimensions de l'espace de travail.
- La nature du support utilisé.
- Les caractéristiques des objets géométriques à construire ou à représenter.
- Leur orientation dans l'espace (position habituelle ou non conventionnelle).
- La présence ou l'absence d'une figure de référence.

4.4.L'importance de la géométrie au lycée :

La géométrie est une science mathématique qui est primordiale dans le cadre des études mathématiques, mais également dans la vie quotidienne d'une personne. Voici les principales raisons faisant de la géométrie une discipline importante :

Développer ses compétences en résolution de problèmes : la géométrie nécessite d'avoir une logique, une pensée critique et abstraite qui peuvent s'avérer être très utiles dans la résolution de problèmes de nature mathématique ou non

Se préparer aux mathématiques supérieures : la géométrie permet d'être introduit aux sciences mathématiques avancées. Si vous envisagez des études supérieures scientifiques, alors la maîtrise de la géométrie vous sera très utile

À utiliser dans la vie quotidienne : les règles géométriques peuvent être appliquées à la vie quotidienne, que ce soit au niveau de l'orientation, du montage de meubles ou autre, au niveau du budget ou dans les pensées abstraites complexes pour d'autres (mais moins pour vous vu que vous aurez une pensée abstraite bien développée déjà)

Ainsi, l'importance de la géométrie ne se résume pas seulement au cadre des études, mais vous apporte aussi beaucoup sur le plan intellectuel, privé, au niveau de vos études supérieures et de votre carrière professionnelle.

5. *La remédiation pédagogique :*

5.1.Définition de la remédiation

La remédiation pédagogique est un ensemble d'actions mises en place par l'enseignant pour aider les élèves à surmonter leurs difficultés d'apprentissage. Elle intervient lorsqu'un élève ne parvient pas à comprendre une notion, à accomplir une tâche ou à suivre le rythme de la classe. Le but de la remédiation n'est pas de refaire toute la leçon, mais de cibler précisément les erreurs ou les lacunes et de proposer des méthodes adaptées pour y remédier. Cela peut se faire sous forme d'exercices supplémentaires, d'explications différentes, d'activités ludiques ou encore d'un accompagnement plus personnalisé.

5.2.Les types de remédiation :

Remédiation immédiate (ou intégrée) : Elle se fait pendant l'activité d'apprentissage, dès qu'une erreur est détectée.

Exemple : Un enseignant corrige une mauvaise réponse d'un élève en classe et explique aussitôt la bonne démarche.

Avantages : Elle empêche l'installation de l'erreur et permet un ajustement rapide.

Remédiation différée : Elle intervient après une évaluation ou une observation des difficultés (contrôle, exercice, devoir...).

Exemple : Après une évaluation, le professeur propose un travail spécifique aux élèves ayant échoué.

Avantages : Permet une analyse approfondie des erreurs et une réponse ciblée.

Remédiation individuelle : C'est un accompagnement personnalisé qui répond aux besoins spécifiques de chaque élève.

Exemple : Un élève suit un atelier de lecture seul avec un enseignant pour surmonter ses difficultés.

Avantages : Favorise la concentration et l'adaptation aux besoins particuliers.

Remédiation collective : Proposée à un groupe d'élèves rencontrant les mêmes difficultés.

Avantages : Crée une dynamique de groupe et évite la stigmatisation.

5.3.Les principales stratégies de remédiation :

Plusieurs stratégies de remédiation peuvent être mises en œuvre afin d'accompagner les élèves en difficulté et de favoriser leurs apprentissages. Parmi ces stratégies :

Le tutorat entre élèves : consiste à associer un élève ayant une bonne maîtrise des notions à un autre rencontrant des difficultés, afin de promouvoir l'entraide et l'apprentissage collaboratif.

La révision et la ré-explication des concepts.

La proposition d'exercices complémentaires : permet aux apprenants de s'entraîner davantage et de développer progressivement leurs compétences.

Rétroaction constructive : Fournir une rétroaction constructive pour aider l'élève à identifier ses points forts et ses points faibles.

Utilisation des outils technologiques : notamment aux applications et aux logiciels éducatifs, peut soutenir l'apprentissage et renforcer l'engagement des élèves.

6. *Les outils technologiques :*

Les outils technologiques regroupent une large gamme de dispositifs matériels et logiciels utilisés pour accomplir des tâches plus efficacement. Ils incluent des appareils mobiles, des ordinateurs, des logiciels de productivité, des plateformes de communication, des applications éducatives et des dispositifs d'assistance comme les livres audio ou les enregistreurs numériques. Ces outils sont essentiels pour l'organisation, la gestion du temps, l'apprentissage et la collaboration professionnelle.

➢ *Logiciels éducatifs pour l'enseignement et l'apprentissage de mathématiques :*

Les principaux types de logiciels éducatifs actuellement utilisés pour l'enseignement - apprentissage des mathématiques sont :

Le système de calcul formel ou « Computer Algebra System (CAS) » est un logiciel de calcul formel qui permet le calcul sur les expressions mathématiques et qui est similaire aux calculs manuels des expressions mathématiques.

Le logiciel interactif de géométrie (IGS) ou « Dynamic Geometry Software (DGS) » est une famille de logiciels qui sont principalement utilisés pour la construction et l'analyse des tâches et des problèmes en géométrie élémentaire. Le logiciel de géométrie dynamique permet la création de constructions géométriques et d'autres figures dynamiques.

Le tableur ou « Spreadsheets » construit un pont idéal entre l'arithmétique et l'algèbre et permet la libre circulation des étudiants entre les deux mondes. Les étudiants recherchent des modèles, construire des expressions algébriques, généralisent les concepts, justifient conjectures....

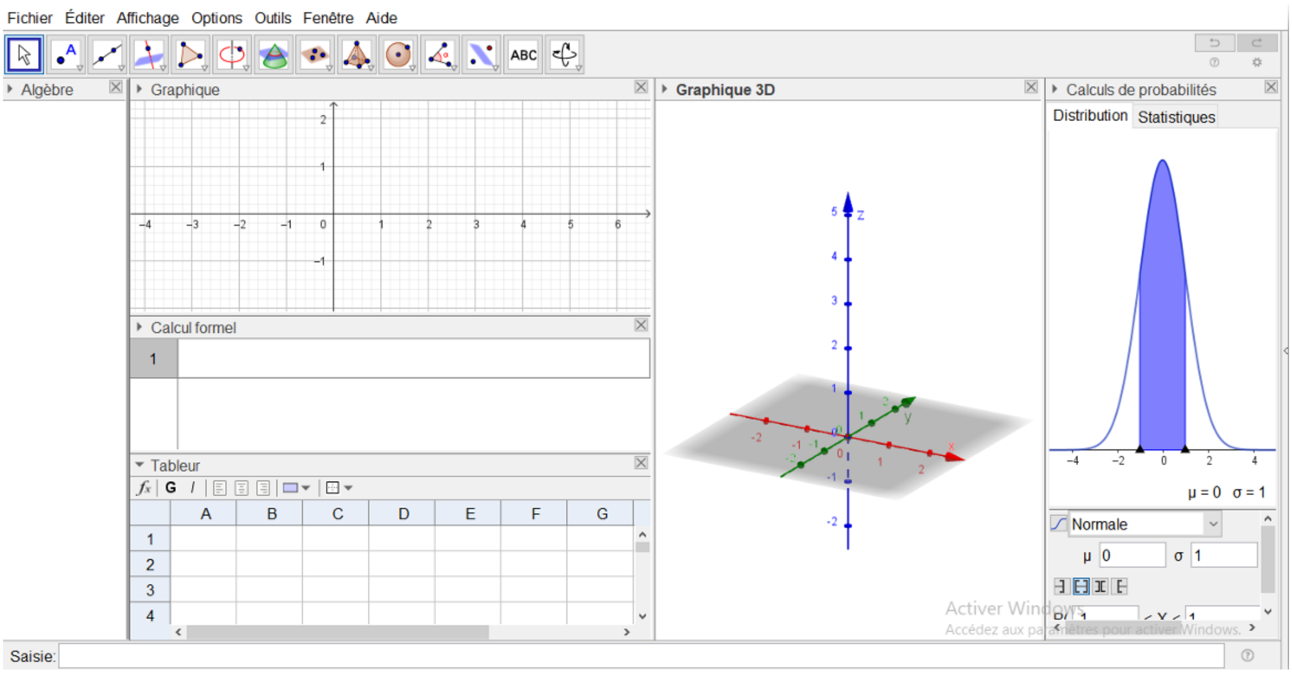
Ils sont également appliqués pour le traitement de données (statistique et probabilité).

➢ *Geogebra un outil pour l'enseignement apprentissage des mathématiques*

- Geogebra est un logiciel qui réunie les trois modes : la géométrie dynamique, le calcul formel et le tableur. Les nouveaux objets sont créés soit en utilisant des outils de géométrie dynamique ou de saisie du clavier algébrique.
- Geogebra fait partie des environnements informatiques à fort potentiel cognitif, selon Depover et ses collègues. Leur nature hautement interactive gérée « par les principes de manipulation directe offre une rétroaction immédiate. Les auteurs avancent aussi que « grâce à ces rétroactions, l'apprenant peut se corriger, faire évoluer ses représentations mentales et avancer dans sa compréhension du domaine ».

- La présentation dans GeoGebra des différentes vues doit pouvoir aider à la spontanéité des changements de cadres et registres chez les élèves, ce qui est fondamental pour améliorer la qualité de leurs apprentissages en mathématiques.

<u>Le plan de travail de Geogebra</u>



- en effectuant des opérations de nature géométrique tout en respectant les contraintes mathématiques. En effet, Il permet de tracer des figures de manière différente que si on les réalisait à la main avec les outils de géométrie traditionnels. L'apprentissage fait appel à la compréhension des propriétés géométriques. A titre d'exemple, pour tracer un cercle, il faut d'abord placer son centre O puis donner la longueur de son rayon. Pour représenter l'alignement de points, il faut pouvoir tracer une droite qui passe par ces points
- A noter toutefois, qu'un logiciel de géométrie plane ne remplace pas le travail des élèves sur papier avec les outils traditionnels de tracé, mais il offre des possibilités de visualisation qui ne sont pas réalisables dans un environnement papier-crayon. Il permet également aux élèves de travailler de façon autonome et permet ainsi une découverte de notions en géométrie.

CHAPITRE 3 : METHODOLOGIE DE RECHERCHE

1. Approche méthodologique de la recherche :

Dans le cadre de cette étude, j'ai adopté une démarche de recherche-action à visée quasi-expérimentale. Ce choix méthodologique s'explique par ma volonté d'intervenir directement dans le contexte réel de l'enseignement afin d'identifier les difficultés d'apprentissage rencontrées par les élèves et d'évaluer l'efficacité d'une pratique pédagogique innovante fondée sur l'intégration d'un outil numérique de géométrie dynamique.

Cette démarche repose sur un double objectif : d'une part, comprendre les obstacles qui entravent l'apprentissage de l'intersection dans l'espace chez les élèves du 2e baccalauréat scientifique ; d'autre part, analyser dans quelle mesure l'utilisation de la visualisation dynamique peut contribuer à améliorer leur compréhension géométrique.

J'ai ainsi adopté une logique comparative entre deux modalités d'enseignement : une approche intégrante GeoGebra et une approche traditionnelle.

2. Contexte et population de l'étude :

La recherche a été menée au sein du **lycée technique Mehdi Ben Barka** auprès d'élèves de deuxième année du baccalauréat, filière mécanique. Deux groupes ont été retenus : la classe de 2ème année baccalauréat mécanique 1 et la classe de 2ème année baccalauréat mécanique 2.

Dans le cadre de cette étude, un cours intégrant l'utilisation du logiciel GeoGebra a été dispensé aux élèves de la classe de 2ème année baccalauréat mécanique 1 afin de présenter et d'illustrer les notions étudiées de manière interactive. En revanche, les élèves de la classe de

2ème année baccalauréat mécanique 2 ont réalisé un exercice global traité uniquement au tableau, sans recours à l’outil numérique.

3. Outils de collecte des données :

Afin de répondre aux objectifs de cette recherche et d’évaluer l’effet de l’intégration du logiciel GeoGebra sur la compréhension du concept d’intersection dans l’espace, deux principaux outils de collecte des données ont été mobilisés : le questionnaire destiné aux élèves et la grille d’observation. Le recours à ces deux outils a permis de recueillir des données à la fois quantitatives et qualitatives, offrant ainsi une vision plus complète des difficultés rencontrées par les élèves et de l’impact du dispositif pédagogique mis en œuvre.

Le questionnaire destiné aux élèves :

Le questionnaire constitue le premier outil de collecte des données utilisé dans cette recherche. Il a été administré aux élèves avant la mise en œuvre de l’expérimentation afin d’identifier leurs perceptions, leurs difficultés d’apprentissage ainsi que leurs besoins concernant l’étude de l’intersection dans l’espace.

Le questionnaire était composé de questions fermées et de quelques questions ouvertes portant sur plusieurs dimensions, notamment la compréhension des notions géométriques, les difficultés liées à la visualisation des objets dans l’espace, les méthodes d’apprentissage habituellement utilisées ainsi que la perception des élèves vis-à-vis de l’utilisation des outils numériques dans l’enseignement des mathématiques.

Les réponses recueillies ont permis de dresser un diagnostic des principales difficultés rencontrées par les élèves et ont servi de base à la conception du dispositif pédagogique expérimental. Elles ont également constitué un premier ensemble de données permettant de comparer les résultats obtenus après l’intervention pédagogique

La grille d’observation :

La grille d’observation constitue le second outil de collecte des données mobilisé dans cette recherche. Elle a été élaborée afin d’observer de manière systématique les comportements des élèves au cours de la séance d’expérimentation et, plus particulièrement, lors de la phase de réinvestissement, où les élèves étaient amenés à mobiliser les connaissances construites pendant la séance.

Cette grille comportait plusieurs critères d'observation en lien avec les objectifs de la recherche, notamment :

- La compréhension de la consigne
- La capacité à mobiliser les connaissances acquises
- La qualité des raisonnements et des justifications
- Le degré d'autonomie des élèves
- Le niveau de participation et d'engagement
- Les difficultés rencontrées lors de la résolution des activités.

À l'issue de la séance d'expérimentation, la grille a été complétée à partir des observations réalisées durant les différentes phases de l'enseignement. Les informations recueillies ont ensuite été organisées et analysées afin d'évaluer le niveau d'appropriation des connaissances par les élèves et de comparer les effets des deux modalités d'enseignement. Les résultats issus de cette grille ont été confrontés aux données du questionnaire afin de renforcer la fiabilité de l'analyse et de mesurer l'impact de la visualisation dynamique sur la compréhension du concept d'intersection dans l'espace ;

4. *Déroulement de la recherche :*

La recherche s'est organisée en quatre étapes complémentaires :

Étape 1 : Diagnostic des difficultés d'apprentissage

Cette première phase consiste à identifier et analyser les difficultés rencontrées par les élèves dans l'étude de l'intersection dans l'espace.

Pour cela, plusieurs outils ont été mobilisés :

- Questionnaire destiné aux élèves afin de recueillir leurs perceptions, leurs difficultés et leurs besoins.
- Observation des séances de classe pendant le stage.
- Analyse des productions écrites des élèves.

Cette étape permet de construire un diagnostic initial servant de base à l'expérimentation.

Étape 2 : Conception du dispositif pédagogique et préparation de l'expérimentation

À partir des difficultés identifiées lors du diagnostic, une intervention pédagogique adaptée a été conçue.

Cette phase consiste à :

- Sélectionner le contenu mathématique étudié (intersection dans l'espace).
- Préparer les supports pédagogiques.
- Construire les activités d'apprentissage.
- Définir les variables didactiques.

<u>Étape 3 : Mise en œuvre de l'expérimentation pédagogique</u>

Après avoir identifié les difficultés d'apprentissage à travers les questionnaires destinés aux élèves, nous avons mis en place une expérimentation pédagogique visant à analyser l'effet de la visualisation dynamique sur la compréhension du concept d'intersection dans l'espace.

Cette phase a été réalisée dans les deux établissements retenus pour l'étude selon une démarche commune permettant la comparaison des résultats.

L'expérimentation s'est déroulée en plusieurs étapes.

- ***<u>Mise en œuvre de l'expérimentation dans le groupe de de 2ème année baccalauréat mécanique 1 :</u>***

<u>Phase 1 :</u> Mobilisation des prérequis

La séance a débuté par une mise en situation visant à mobiliser les connaissances antérieures des élèves. À travers un questionnement guidé, l'enseignante a amené les élèves à rappeler les notions indispensables à la résolution de la situation proposée, notamment l'équation cartésienne d'un plan, la représentation paramétrique d'une droite, les conditions de perpendicularité entre une droite et un plan ainsi que le calcul de la distance d'un point à un plan. Cette étape avait pour objectif de préparer les élèves à la construction de la nouvelle notion et d'assurer la continuité des apprentissages.

<u>Phase 2 :</u> Construction de la notion et manipulation à l'aide de GeoGebra

Les élèves ont ensuite été confrontés à une activité de construction portant sur l'intersection d'une sphère et d'un plan. Dans un premier temps, ils ont analysé individuellement puis collectivement la situation proposée afin d'identifier les données du problème, de formuler des hypothèses et d'élaborer une stratégie de résolution.

Dans un second temps, le logiciel GeoGebra a été mobilisé pour construire dynamiquement les différents objets géométriques de la situation. Les élèves ont observé les relations entre le plan, la droite perpendiculaire, le centre de la sphère et le point d'intersection. Afin de favoriser leur implication dans le processus d'apprentissage, l'enseignante a donné à plusieurs élèves l'opportunité de manipuler directement la figure dynamique. Ils ont ainsi pu déplacer le plan, modifier sa position par rapport à la sphère et observer en temps réel l'évolution des configurations géométriques obtenues. Ces manipulations leur ont permis de visualiser les différentes positions relatives d'un plan par rapport à une sphère (plan sécant, plan tangent ou plan extérieur), de formuler des conjectures sur la nature de l'intersection, puis de les valider à l'aide des calculs analytiques réalisés.

Les échanges entre les élèves et l'enseignante ont favorisé la confrontation des idées et la justification des raisonnements. Les représentations dynamiques offertes par GeoGebra ont permis de mettre en évidence le lien entre les propriétés géométriques observées et leur traduction analytique, contribuant ainsi à une meilleure compréhension du concept étudié. Cette démarche s'inscrit dans une approche constructiviste où les élèves construisent progressivement leurs connaissances par l'observation, la manipulation, l'expérimentation et la validation de leurs hypothèses.

Phase 3 : Institutionnalisation et formalisation des connaissances

À l'issue de l'activité de construction, une mise en commun des différentes démarches de résolution a été organisée afin de confronter les stratégies proposées par les élèves et de discuter les conjectures formulées lors des manipulations réalisées avec GeoGebra. Guidés par les questions de l'enseignante, les élèves ont justifié leurs raisonnements et ont progressivement dégagé les propriétés géométriques essentielles relatives à l'intersection d'un plan et d'une sphère.

Les réponses obtenues ont ensuite été progressivement institutionnalisées. L'enseignante a rappelé et structuré les différentes étapes de la démarche de résolution en explicitant la méthode permettant de déterminer la droite perpendiculaire à un plan passant par un point donné, d'identifier le point d'intersection entre cette droite et le plan, puis de calculer la distance d'un point à un plan. Cette distance a ensuite été interprétée comme un critère permettant de caractériser la position relative d'un plan et d'une sphère : lorsque la distance du centre de la sphère au plan est inférieure au rayon, le plan est sécant à la sphère ; lorsqu'elle est égale au rayon, le plan est tangent ; enfin, lorsqu'elle est supérieure au rayon, l'intersection entre le plan et sphère égal au vide.

Cette phase d'institutionnalisation a permis de transformer les observations issues des manipulations dynamiques en connaissances mathématiques stabilisées. Les élèves ont ainsi établi un lien explicite entre les représentations géométriques observées sur GeoGebra et les traitements analytiques réalisés, ce qui a favorisé une compréhension plus approfondie du concept d'intersection dans l'espace et consolidé leurs acquis.

Phase 4 : Réinvestissement et évaluation des acquis

La séance s'est achevée par une phase de réinvestissement visant à consolider les apprentissages et à évaluer le niveau de compréhension des élèves. Pour cela, l'enseignante a proposé une activité d'application permettant aux élèves de mobiliser les connaissances construites au cours de la séance dans une situation analogue.

Les élèves ont été amenés à appliquer la démarche étudiée pour déterminer la position relative d'un plan et d'une sphère en utilisant les outils analytiques et géométriques mobilisés précédemment. Ils ont ainsi réinvesti les méthodes de détermination d'une droite perpendiculaire à un plan, de calcul de la distance d'un point à un plan et d'interprétation de cette distance afin de caractériser la nature de l'intersection.

Cette activité a permis à l'enseignante d'évaluer les acquis des élèves, d'identifier les éventuelles difficultés persistantes et d'apporter les régulations nécessaires avant la clôture de la séance. Elle a également contribué à renforcer l'autonomie des élèves dans la résolution de problèmes de géométrie dans l'espace et à vérifier leur capacité à transférer les connaissances construites vers de nouvelles situations.

Phase 5 : Synthèse, trace écrite et clôture de la séance

La séance s'est terminée par une synthèse des principaux résultats obtenus au cours des différentes activités. En s'appuyant sur les échanges menés en classe et sur les observations réalisées à l'aide de GeoGebra, l'enseignante a amené les élèves à dégager les notions essentielles relatives à l'intersection d'un plan et d'une sphère.

Ainsi, l'enseignante a effectué un bilan de la séance en revenant sur les objectifs d'apprentissage fixés au départ et en répondant aux dernières questions des élèves. Cette phase a permis de consolider les acquis, de vérifier la compréhension globale des notions étudiées et d'assurer une transition vers les apprentissages ultérieurs

- ***Mise en œuvre de l'expérimentation dans le groupe de 2ème année baccalauréat mécanique 2***

L'expérimentation s'est déroulée dans une classe de 2e année Baccalauréat Mécanique 2, dans le cadre d'une séance portant sur l'étude de l'intersection entre un plan et une sphère dans l'espace. La séance visait à permettre aux élèves de mobiliser leurs connaissances antérieures afin de déterminer analytiquement la position relative d'un plan et d'une sphère. L'enseignement a été conduit selon une approche constructiviste favorisant l'implication active des élèves dans la construction des savoirs à travers des activités de recherche, des échanges collectifs et des phases de mise en commun. Les élèves ont été amenés à formuler des hypothèses, à élaborer des stratégies de résolution et à confronter leurs démarches afin de construire progressivement les concepts étudiés.

Phase 1 : Mise en situation et rappel des prérequis

La séance a débuté par une phase de rappel des connaissances antérieures nécessaires à la résolution de la situation proposée. À travers un questionnement oral, l'enseignante a amené les élèves à mobiliser les notions déjà étudiées, notamment l'équation cartésienne d'un plan, la représentation paramétrique d'une droite, les conditions de perpendicularité entre une droite et un plan, ainsi que le calcul de la distance d'un point à un plan. Cette étape avait pour objectif de préparer les élèves à aborder la nouvelle activité et d'assurer la continuité des apprentissages.

Phase 2 : Construction de la notion

L’enseignante a ensuite présenté une activité de découverte portant sur l’intersection entre un plan et une sphère. Après une lecture collective de l’énoncé, les élèves ont été invités à analyser la situation, à identifier les données utiles et à proposer une démarche de résolution.

Dans un premier temps, les élèves ont travaillé individuellement avant de confronter leurs propositions au sein de la classe. Guidés par les questions de l’enseignante, ils ont déterminé le vecteur normal du plan, construit analytiquement la droite perpendiculaire au plan passant par le centre de la sphère, recherché le point d’intersection entre cette droite et le plan, puis calculé la distance entre le centre de la sphère et le plan. Enfin, ils ont interprété cette distance en la comparant au rayon de la sphère afin de déterminer la nature de leur intersection.

Les représentations géométriques ont été réalisées au tableau et les élèves se sont appuyés sur ces figures ainsi que sur leurs calculs analytiques pour construire leur raisonnement.

Phase 3 : Mise en commun et institutionnalisation

À l’issue de l’activité, une correction collective a été menée afin de comparer les différentes démarches proposées par les élèves. Les échanges ont permis de mettre en évidence les stratégies les plus pertinentes et de justifier chaque étape de la résolution.

L’enseignante a ensuite institutionnalisé les connaissances en rappelant la méthode générale permettant de déterminer la position relative d’un plan et d’une sphère à partir de la comparaison entre la distance du centre de la sphère au plan et le rayon de celle-ci.

Phase 4 : Réinvestissement

Afin de consolider les apprentissages, les élèves ont réalisé un exercice d’application portant sur une situation analogue. Cette activité leur a permis de réinvestir les méthodes étudiées au cours de la séance, de vérifier leur maîtrise des différentes étapes de résolution et de renforcer leur autonomie dans le traitement de problèmes géométriques dans l’espace. L’enseignante a accompagné les élèves en apportant des explications complémentaires lorsque certaines difficultés apparaissaient.

<u>Phase 5</u> : Synthèse et trace écrite

En fin de séance, les principaux résultats ont été synthétisés avec la participation des élèves. Une trace écrite a été élaborée collectivement afin de formaliser les connaissances essentielles, notamment la méthode de calcul de la distance d'un point à un plan, la détermination du point projeté sur un plan et l'utilisation de cette distance pour caractériser la position relative d'un plan et d'une sphère.

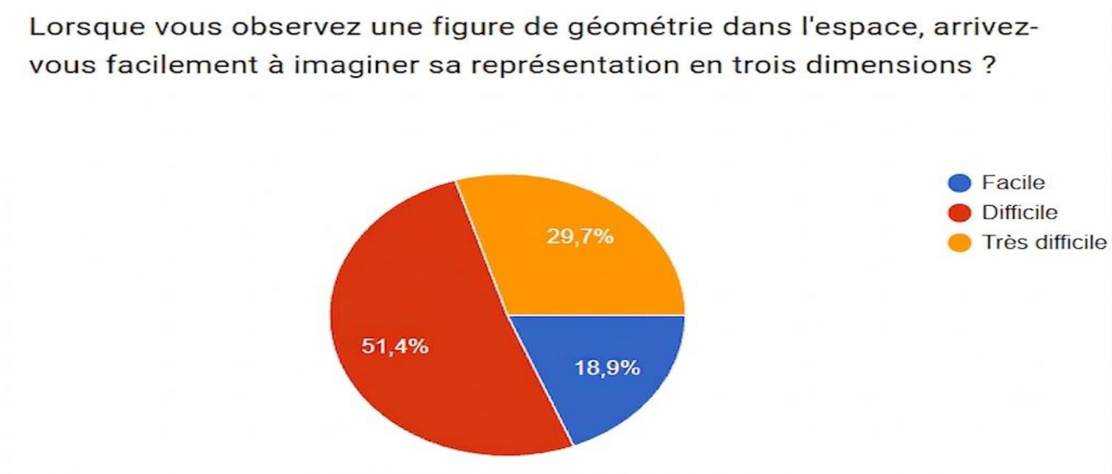
CHAPITRE 4 : Analyse et interprétation des résultats

1. *Présentation des résultats :*

Cette partie consiste à présenter les données recueillies à l'aide des différents instruments de collecte.

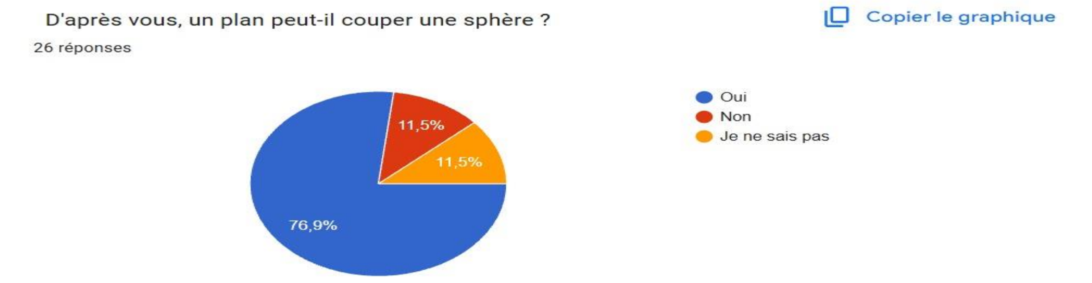
1.1. Présentation des résultats du questionnaire

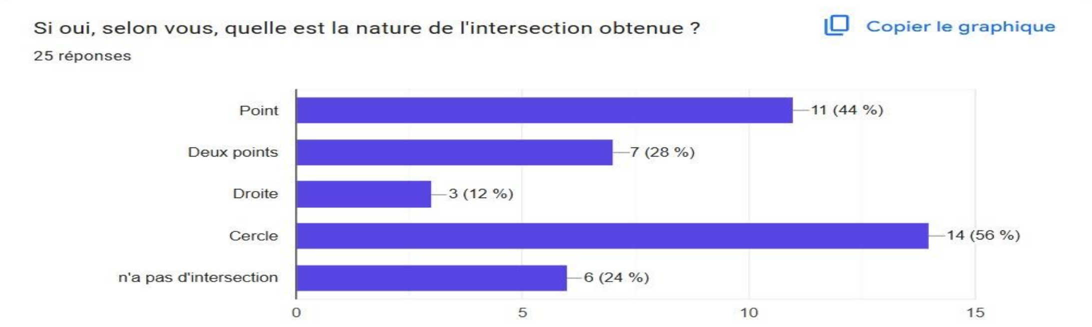
Le questionnaire administré aux élèves avait pour objectif d'évaluer leurs connaissances, leurs difficultés et leurs perceptions concernant les intersections dans l'espace ainsi que l'utilisation de la visualisation dynamique. La présentation des résultats permet de dégager les principales tendances observées avant leur analyse détaillée.



Les résultats montrent que 81,1 % des élèves considèrent que l'imagination d'une représentation en trois dimensions est difficile (51,4 %) ou très difficile (29,7 %), tandis que seulement 18,9 % trouvent cette tâche facile. Cela confirme que la visualisation spatiale constitue un obstacle important chez les élèves et explique les difficultés rencontrées lors de l'interprétation des configurations géométriques dans l'espace.

Cette question a été posée afin d'identifier les difficultés des élèves liées à la visualisation spatiale et à leur capacité à construire mentalement une représentation en trois dimensions à partir d'une figure géométrique plane. Cette compétence est essentielle dans l'apprentissage de la géométrie dans l'espace, notamment lors de l'étude des positions relatives et des intersections entre les objets géométriques comme un plan et une sphère.



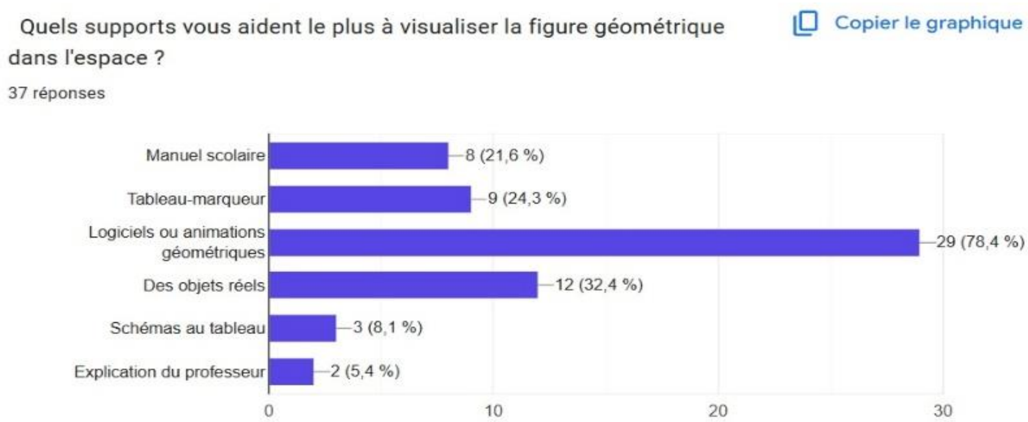


Les résultats montrent que 76,9 % des élèves savent qu'un plan peut couper une sphère, mais des difficultés apparaissent concernant la nature de l'intersection. Seulement 56 % identifient correctement le cercle, tandis que plusieurs élèves proposent des réponses erronées (point, deux points, droite ou absence d'intersection).

Cette question a été posée afin d'évaluer les connaissances initiales des élèves concernant la position relative entre un plan et une sphère et d'identifier leurs conceptions sur la possibilité d'une intersection dans l'espace. Cette notion constitue une étape importante dans l'étude des intersections spatiales, car elle nécessite une bonne capacité de visualisation et de représentation mentale des objets géométriques en trois dimensions.

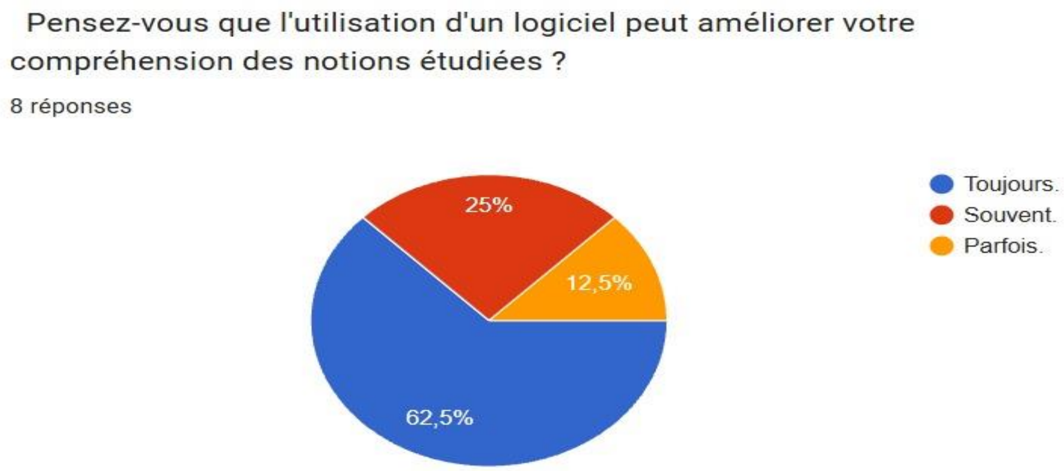
Les résultats montrent que les principales difficultés concernent la réalisation d’un schéma et l’interprétation géométrique (54,1 % pour chacune). Cela confirme que les élèves éprouvent des difficultés à construire une représentation mentale correcte des figures dans l’espace. L’écriture des équations représente également une difficulté pour 32,4 % des élèves, tandis que la compréhension de l’énoncé semble moins problématique (21,6 %)

Cette question a été posée afin d’identifier les étapes qui représentent le plus grand obstacle pour les élèves lors de la résolution d’exercices de géométrie dans l’espace. Elle permet de repérer les difficultés liées à la visualisation, à l’interprétation et au passage entre les représentations géométriques et analytiques.



Les résultats montrent que les logiciels ou animations géométriques sont les supports les plus appréciés (78,4 %), ce qui confirme l’intérêt des outils numériques pour améliorer la compréhension des objets en trois dimensions. Les objets réels (32,4 %) et le tableau-marqueur (24,3 %) sont également cités, tandis que les schémas au tableau et les explications seules du professeur semblent moins efficaces pour la majorité des élèves.

Cette question a été posée afin d’identifier les supports pédagogiques qui facilitent le plus la visualisation des figures géométriques dans l’espace et de connaître les outils qui peuvent aider les élèves à dépasser leurs difficultés de représentation spatiale.



Les résultats montrent que 62,5 % des élèves pensent que l’utilisation d’un logiciel améliore toujours leur compréhension, tandis que 25 % considèrent que cela l’améliore souvent. Seulement 12,5 % estiment que l’effet est parfois observé. Ces résultats montrent une perception globalement positive des outils numériques et confirment leur intérêt comme support de visualisation dynamique pour faciliter l’apprentissage de la géométrie dans l’espace

Cette question a été posée afin d’évaluer la perception des élèves concernant l’apport des outils numériques dans la compréhension des notions de géométrie dans l’espace, notamment leur rôle dans l’amélioration de la visualisation et de la représentation des objets géométriques.

1.2. Présentation des résultats de la grille d'observation :

Pour le groupe DE 2e année du baccalauréat mécanique 1 :

La grille d’observation concerne une séance intitulée « Intersections dans l’espace », réalisée avec une classe de 2e année du baccalauréat mécanique 1 au sein de l’établissement MEHDI BEN BARKA , le 14/05/2026. Cette séance a porté sur l’étude des positions relatives entre un plan et une sphère, avec l’utilisation d’outils numériques, notamment GeoGebra, afin de faciliter la visualisation et la compréhension des configurations spatiales.

L’observation a été organisée autour de trois axes principaux :

- Participation et engagement des élèves

Les données recueillies montrent une participation globalement satisfaisante des élèves. La majorité des élèves ont participé aux échanges, répondu aux questions posées et pris part aux différentes activités proposées. Les manipulations réalisées à l’aide de GeoGebra ont renforcé leur motivation et leur intérêt pour la séance.

Le travail collaboratif a également été observé : les élèves ont échangé leurs idées, confronté leurs démarches et se sont aidés mutuellement lors des activités de résolution. Cependant, certains élèves ont encore besoin d’un accompagnement ponctuel pour développer davantage leur autonomie face aux problèmes proposés.

- Difficultés observées chez les élèves

L’analyse des données de la grille révèle que les principales difficultés concernent la compréhension et la représentation des objets géométriques dans l’espace. Les élèves ont rencontré des obstacles dans la visualisation des positions relatives entre un plan et une sphère ainsi que dans l’interprétation des différentes situations d’intersection.

Les manipulations numériques ont toutefois permis une amélioration progressive de la visualisation spatiale. Après exploration des différentes configurations, les élèves ont réussi à identifier plus facilement la nature des intersections observées.

- Gestion de la classe et climat d’apprentissage

Les observations montrent que le climat de classe était favorable aux apprentissages. Les interactions entre l’enseignant et les élèves étaient constructives, favorisant la participation et l’implication dans les activités. Les élèves ont manifesté un intérêt constant tout au long de la séance et ont maintenu un comportement adapté aux exigences du travail collectif.

Pour le groupe DE 2^{e} année du baccalauréat mécanique 2 :

L’exploitation de la grille d’observation réalisée lors de la séance sur les intersections dans l’espace (2^{e} année du Baccalauréat, section mécanique) a permis de recueillir des informations relatives à la participation des élèves, aux difficultés rencontrées et au déroulement de la séance.

➢ Participation et engagement des élèves

Les résultats montrent une participation partielle des élèves aux échanges en classe. Quelques élèves répondaient régulièrement aux questions de l'enseignante, tandis qu'une partie importante de la classe restait plus discrète. Les activités proposées ont été réalisées par la majorité des élèves, mais avec un niveau d'implication variable.

Le travail collaboratif est apparu relativement limité : les échanges entre les élèves concernaient surtout la vérification des résultats obtenus et moins la discussion des démarches de résolution. Concernant l'autonomie, plusieurs élèves ont tenté de chercher des solutions avant de solliciter l'aide de l'enseignante, mais certains ont nécessité un accompagnement ponctuel lors des manipulations.

La motivation observée au cours de la séance peut être qualifiée de modérée. Les élèves ont montré un intérêt global pour les activités, bien que certains aient semblé moins engagés lors des phases reposant principalement sur des représentations statiques.

➢ Difficultés observées chez les élèves

Les résultats de la grille mettent en évidence plusieurs difficultés liées à l'apprentissage des intersections dans l'espace.

- La compréhension des énoncés est généralement satisfaisante.
- Les élèves rencontrent toutefois des difficultés en visualisation spatiale, notamment pour identifier les positions relatives d'un plan et d'une sphère.
- L'identification des intersections demeure partiellement maîtrisée.
- La difficulté la plus marquée concerne le passage entre les représentations géométriques et analytiques : plusieurs élèves peinent à relier l'observation géométrique aux calculs effectués.
- Le réinvestissement des connaissances est possible dans des situations familières, mais devient plus difficile lorsque le contexte change.
- La justification du raisonnement reste également fragile chez un certain nombre d'élèves.

- Gestion de la classe et climat d'apprentissage

Le climat de classe observé est globalement favorable aux apprentissages. Les interactions entre l'enseignante et les élèves sont restées constructives et respectueuses. Les élèves sont demeurés attentifs pendant une grande partie de la séance. Toutefois, une diminution de l'engagement a été constatée lors de certaines activités nécessitant un raisonnement plus complexe ou une coordination entre plusieurs représentations.

2. *Analyse des résultats :*

Cette partie vise à mettre en évidence les informations essentielles issues des données recueillies.

2.1. Analyse des résultats du questionnaire :

Identification des tendances générales

L'analyse des réponses du questionnaire montre que les élèves rencontrent des difficultés importantes dans l'apprentissage de la géométrie dans l'espace, particulièrement lors de l'étude de l'intersection entre un plan et une sphère. Les principales difficultés concernent la visualisation des objets en trois dimensions, la compréhension des positions relatives entre un plan et une sphère ainsi que l'interprétation de la nature de leur intersection.

Les résultats montrent également que les élèves reconnaissent globalement la possibilité qu'un plan coupe une sphère, mais plusieurs d'entre eux éprouvent des difficultés à identifier correctement la nature de l'intersection obtenue (cercle, absence d'intersection ou autres configurations). Cela révèle une représentation spatiale encore insuffisante des situations géométriques étudiées.

Par ailleurs, les élèves manifestent un intérêt important pour l'utilisation des outils numériques, notamment les logiciels de géométrie dynamique, qui peuvent faciliter l'observation des différentes configurations d'intersection entre un plan et une sphère.

Analyse des difficultés les plus fréquentes

L'exploitation du questionnaire met en évidence plusieurs difficultés principales :

La visualisation spatiale :

Les élèves ont des difficultés à imaginer une sphère et un plan dans l’espace et à construire une représentation mentale correcte de leur position relative.

<u>L’identification de la nature de l’intersection plan-sphère :</u>

Certains élèves confondent les différentes situations possibles :

- Un plan sécant à une sphère donnant une intersection sous forme d’un cercle.
- Un plan tangent donnant un seul point.
- L’intersection est égale à l’ensemble vide.

<u>La représentation graphique :</u>

La réalisation d’un schéma en perspective et l’interprétation géométrique apparaissent comme des étapes difficiles pour les élèves.

<u>Comparaison des réponses selon les différents critères</u>

La comparaison des réponses montre que les difficultés de visualisation sont directement liées aux difficultés rencontrées dans l’étude de l’intersection entre un plan et une sphère. Les élèves qui éprouvent des difficultés à représenter les objets dans l’espace rencontrent également des problèmes pour déterminer la configuration géométrique et justifier leurs réponses.

En revanche, les élèves accordent une importance particulière aux supports visuels et numériques. Les logiciels de géométrie dynamique sont considérés comme un moyen efficace pour observer les mouvements du plan par rapport à la sphère, distinguer les différents cas d’intersection et établir un lien entre la représentation géométrique et l’interprétation analytique.

Ainsi, les résultats du questionnaire confirment que l’intersection entre un plan et une sphère constitue une notion complexe pour les élèves, nécessitant des activités basées sur la manipulation, la visualisation et la construction progressive du raisonnement géométrique.

2.2. Description et analyse des grilles d’observation :

<u>Pour le 1 er groupe</u>

L'analyse de la grille d'observation du groupe expérimental met en évidence les effets positifs de l'utilisation de la visualisation dynamique sur les comportements des élèves et sur leur compréhension des intersections dans l'espace. Les observations montrent une amélioration de la participation, de la motivation et de la compréhension des notions étudiées, tout en révélant quelques difficultés qui subsistent.

Analyse de la participation et des comportements des élèves

Les résultats montrent que les élèves ont participé activement aux différentes activités proposées. La majorité d'entre eux a répondu aux questions de l'enseignante et s'est impliquée dans les échanges en classe. Cette participation témoigne d'un intérêt marqué pour les activités fondées sur la manipulation des figures géométriques. Contrairement à une approche traditionnelle où les élèves sont souvent de simples observateurs, l'utilisation de GeoGebra les a placés dans une démarche plus active d'exploration et de recherche.

Le travail collaboratif a également été favorisé. Les élèves ont échangé leurs idées, confronté leurs démarches et se sont entraidés pour résoudre les activités proposées. Ces interactions ont permis aux élèves de discuter des différentes configurations géométriques et de construire progressivement leur compréhension des notions étudiées. Toutefois, certains élèves ont encore eu besoin d'un accompagnement ponctuel, ce qui montre que l'autonomie n'est pas encore totalement développée chez tous les apprenants.

La motivation des élèves constitue l'un des résultats les plus marquants de cette observation. Les manipulations réalisées avec GeoGebra ont suscité un fort intérêt et ont maintenu l'attention des élèves tout au long de la séance. La possibilité de manipuler directement les objets géométriques et d'observer instantanément les effets des transformations a rendu les activités plus concrètes et plus attractives.

Analyse des difficultés observées

Malgré ces résultats positifs, certaines difficultés persistent. La visualisation des positions relatives entre un plan et une sphère représentait initialement un obstacle pour plusieurs élèves. Cependant, les observations montrent que les manipulations sur GeoGebra ont progressivement amélioré leur capacité à représenter mentalement les configurations spatiales. En faisant varier les positions des objets et en observant les changements en temps réel, les élèves ont mieux compris les différentes situations d'intersection.

L'identification des intersections s'est également améliorée au cours de la séance. Après avoir exploré les différentes configurations sur GeoGebra, la majorité des élèves a pu déterminer correctement la nature de l'intersection entre les objets géométriques. Cette évolution montre que la visualisation dynamique facilite la compréhension des relations spatiales, souvent difficiles à percevoir à partir d'une représentation statique.

Une autre évolution importante concerne le passage entre les représentations géométriques et analytiques. Les observations montrent que plusieurs élèves sont parvenus à établir un lien entre les figures observées sur GeoGebra et les calculs analytiques associés. Bien que cette compétence ne soit pas parfaitement maîtrisée par tous les élèves, les résultats indiquent que l'outil numérique favorise la coordination entre ces deux registres de représentation, indispensable à la compréhension de la géométrie dans l'espace.

Par ailleurs, les élèves ont réussi à mobiliser les connaissances acquises ainsi que les propriétés géométriques étudiées pour résoudre les activités proposées. Ils ont également été capables de justifier leur raisonnement en s'appuyant sur les observations réalisées lors des manipulations. Cette capacité à argumenter montre que la visualisation dynamique ne favorise pas uniquement l'observation des figures, mais contribue également au développement du raisonnement géométrique.

Analyse du climat de classe

Les observations montrent enfin que le climat de classe était particulièrement favorable aux apprentissages. Les échanges entre l'enseignante et les élèves se sont déroulés dans un climat de confiance, encourageant les élèves à poser des questions, à proposer des hypothèses et à participer aux discussions. L'intérêt manifesté tout au long de la séance a permis de maintenir une dynamique de travail positive et de favoriser l'implication des élèves dans les différentes activités.

Pour le 2 -ème groupe

L'analyse des résultats de la grille d'observation met en évidence plusieurs éléments relatifs aux apprentissages des élèves et aux difficultés qu'ils rencontrent lors de l'étude des intersections dans l'espace. Ces résultats montrent que les obstacles observés ne sont pas uniquement liés aux connaissances mathématiques, mais également aux compétences de visualisation, de raisonnement géométrique et de représentation dans l'espace.

Analyse de la participation et de l'engagement des élèves

Les résultats montrent que la participation des élèves reste inégale. Si certains prennent une part active aux échanges et répondent aux questions de l'enseignante, une partie de la classe demeure plus réservée. Cette faible participation peut s'expliquer par les difficultés rencontrées face aux tâches nécessitant une bonne représentation de l'espace. Les élèves qui éprouvent des difficultés à visualiser les configurations géométriques hésitent davantage à proposer des réponses, par crainte de se tromper.

L'engagement des élèves est également variable. Bien que la majorité réalise les activités demandées, leur implication diminue lorsque les tâches deviennent plus complexes ou reposent uniquement sur des représentations statiques. Cette observation montre que les supports traditionnels ne permettent pas toujours aux élèves de construire une image mentale claire des objets géométriques étudiés.

Par ailleurs, les interactions entre les élèves restent limitées. Les échanges portent essentiellement sur la comparaison des résultats plutôt que sur la justification des démarches. Cette situation réduit les possibilités de confrontation des idées, pourtant essentielle dans la construction du raisonnement géométrique.

Analyse des difficultés d'apprentissage

Les difficultés les plus importantes concernent la visualisation spatiale et le passage entre les différentes représentations d'un même objet mathématique.

En effet, plusieurs élèves rencontrent des difficultés à identifier les positions relatives des objets dans l'espace et à déterminer correctement leur intersection. Ces difficultés montrent que la représentation plane des figures ne suffit pas toujours à construire une perception correcte des configurations spatiales.

L'obstacle le plus marqué concerne cependant le passage entre la représentation géométrique et la représentation analytique. Les élèves éprouvent des difficultés à interpréter géométriquement les résultats des calculs ou, inversement, à traduire une observation géométrique en relations analytiques. Cette difficulté traduit une faible coordination entre les différents registres de représentation, pourtant indispensable à la compréhension des concepts de géométrie dans l'espace.

L'analyse montre également que les élèves réinvestissent difficilement leurs connaissances lorsqu'ils sont confrontés à une situation nouvelle. Ils reproduisent plus facilement des procédures déjà rencontrées qu'ils ne mobilisent les propriétés géométriques de manière autonome.

Analyse du raisonnement géométrique

Les observations révèlent que le raisonnement des élèves reste souvent incomplet. Même lorsqu'ils obtiennent une réponse correcte, ils éprouvent des difficultés à expliquer leur démarche ou à justifier leurs conclusions à l'aide des propriétés géométriques appropriées. Leur raisonnement repose fréquemment sur l'observation immédiate de la figure plutôt que sur une argumentation rigoureuse.

Cette difficulté est directement liée aux problèmes de visualisation spatiale. Lorsqu'un élève ne parvient pas à se représenter correctement la configuration géométrique, il lui devient difficile d'établir les relations entre les différents objets et de construire une démonstration cohérente.

3. *Interprétation et discussion des résultats :*

Cette partie permet d'expliquer les résultats obtenus en les confrontant au cadre théorique.

3.1. Interprétation des résultats :

3.1.1. Explication des principales difficultés observées

Les résultats obtenus à partir du questionnaire et des grilles d'observation montrent que les élèves rencontrent plusieurs difficultés lors de l'apprentissage des intersections dans l'espace. La difficulté la plus importante concerne la compréhension des configurations géométriques et l'identification de la nature de l'intersection entre un plan et une sphère. Cette difficulté apparaît dès le questionnaire diagnostique, où une partie importante des élèves ne parvient pas à identifier correctement la nature de l'intersection, et elle est également confirmée par les observations réalisées pendant les séances.

Les résultats montrent également que plusieurs élèves éprouvent des difficultés à établir le lien entre les représentations géométriques et les traitements analytiques. Même lorsqu'ils identifient correctement une configuration géométrique, certains rencontrent encore des difficultés pour traduire cette observation en calculs ou pour interpréter géométriquement les résultats obtenus. Cette difficulté est particulièrement visible dans le groupe témoin, où les représentations statiques ne facilitent pas toujours la compréhension des relations entre les différents objets géométriques.

En revanche, les observations du groupe 2 -ème année baccalauréat 1 montrent que l'utilisation de GeoGebra a permis de réduire une partie de ces difficultés. Les manipulations réalisées au cours de la séance ont aidé les élèves à mieux comprendre les différentes configurations d'intersection et à établir plus facilement le lien entre la figure géométrique et les propriétés étudiées. Toutefois, certains élèves ont encore besoin d'un accompagnement pour justifier leurs réponses et développer un raisonnement géométrique plus rigoureux.

Par ailleurs, les résultats mettent en évidence une différence au niveau de la participation des élèves. Les élèves du groupe 2 -ème année baccalauréat 2 se sont montrés plus actifs et plus impliqués dans les activités, tandis que ceux du groupe témoin ont participé de manière plus limitée, notamment lors des phases nécessitant un raisonnement plus complexe. Cette différence suggère que la démarche fondée sur la manipulation et l'interactivité favorise davantage l'engagement des élèves dans les apprentissages.

3.1.2 Mise en relation avec les objectifs de la recherche :

L'objectif principal de cette recherche était d'étudier l'apport de la visualisation dynamique dans la compréhension du concept d'intersection dans l'espace chez les élèves de la deuxième année du baccalauréat.

Les résultats obtenus montrent que cet objectif a été globalement atteint. Le questionnaire a permis d'identifier les principales difficultés des élèves avant l'expérimentation, notamment celles liées à la compréhension des intersections et au passage entre les représentations géométriques et analytiques. Les grilles d'observation ont ensuite montré que les élèves du groupe expérimental ont participé plus activement aux activités, ont manifesté une motivation plus importante et ont mieux compris les différentes situations d'intersection grâce aux manipulations réalisées avec GeoGebra.

La comparaison entre les deux groupes met également en évidence l'intérêt pédagogique de la visualisation dynamique. Alors que les élèves du 2 -ème groupe rencontrent encore des difficultés importantes dans l'interprétation des configurations géométriques et dans la justification de leurs démarches, les élèves du 1 er groupe montrent une meilleure compréhension des notions étudiées et une plus grande implication dans les activités proposées.

Ces résultats confirment que l'intégration d'un logiciel de géométrie dynamique comme **GeoGebra** constitue un support pédagogique efficace pour l'enseignement des intersections dans l'espace. Sans remplacer le raisonnement mathématique ni les démonstrations, cet outil facilite la compréhension des notions, favorise la participation des élèves et contribue à améliorer leurs apprentissages. Il apparaît ainsi comme un complément pertinent aux méthodes d'enseignement traditionnelles pour atteindre les objectifs fixés par cette recherche.

4. *Vérification des hypothèses et réponse aux questions de recherche :*

À l'issue de l'analyse et de l'interprétation des résultats, il convient de confronter les données recueillies aux hypothèses formulées dans le cadre de cette recherche. Cette démarche permet d'évaluer leur degré de validation à la lumière des résultats issus du questionnaire diagnostique et des observations réalisées lors de l'expérimentation pédagogique. La vérification des hypothèses constitue ainsi une étape essentielle du processus de recherche, puisqu'elle permet d'apprécier la pertinence des choix théoriques et méthodologiques retenus, tout en apportant des éléments de réponse à la question de recherche relative aux difficultés d'apprentissage des intersections dans l'espace et à l'apport de la visualisation dynamique dans leur dépassement.

- ✓ ***Vérification de l'hypothèse 1***

L'analyse des données recueillies à travers le questionnaire diagnostique et les grilles d'observation permet de confirmer cette hypothèse.

En effet, les résultats du questionnaire révèlent que la majorité des élèves éprouvent des difficultés importantes en matière de visualisation spatiale. Plus précisément, **81,1 %** des répondants déclarent rencontrer des difficultés à se représenter mentalement des configurations géométriques en trois dimensions, ce qui constitue un obstacle majeur à l'étude des intersections entre un plan et une sphère. Par ailleurs, seuls **56 %** des élèves identifient correctement la nature de l'intersection lorsqu'un plan est sécant à une sphère, tandis que les autres proposent des réponses erronées, traduisant une compréhension insuffisante des différentes configurations géométriques.

Les résultats mettent également en évidence des difficultés liées au changement de cadre de représentation. En effet, plus de la moitié des élèves déclarent rencontrer des obstacles dans la réalisation d'un schéma et dans l'interprétation géométrique des situations proposées, tandis qu'une proportion non négligeable éprouve des difficultés dans l'écriture des équations et dans la traduction des propriétés géométriques en expressions analytiques. Ces constats sont corroborés par les observations réalisées auprès du groupe témoin, où plusieurs élèves rencontrent des difficultés à articuler les registres géométrique et analytique et à justifier leurs démarches de résolution.

L'ensemble de ces résultats met ainsi en évidence que les principales difficultés rencontrées par les élèves concernent la visualisation des configurations géométriques dans l'espace ainsi que le passage entre les représentations géométriques et analytiques. Ces observations confirment donc l'hypothèse selon laquelle ces deux dimensions constituent des obstacles majeurs dans l'apprentissage de l'intersection entre un plan et une sphère. L'hypothèse 1 est, par conséquent, confirmée.

✓ ***Vérification de l'hypothèse 2***

Les données issues du questionnaire montrent tout d'abord une perception très favorable des élèves à l'égard des outils numériques. En effet, **78,4 %** des élèves considèrent que les logiciels de géométrie dynamique constituent le support pédagogique le plus adapté pour faciliter la compréhension des figures dans l'espace. De plus, **87,5 %** des répondants estiment que l'utilisation de ces logiciels améliore souvent ou toujours leur compréhension des notions de géométrie dans l'espace.

Les observations réalisées lors de l'expérimentation pédagogique viennent confirmer cette perception Dans le 1 er groupe, l'utilisation de GeoGebra a favorisé une participation plus active des élèves, une implication plus importante dans les activités proposées ainsi qu'une meilleure interaction entre les élèves et l'enseignante. Les manipulations dynamiques ont permis aux élèves d'observer les différentes positions relatives entre un plan et une sphère, de formuler des conjectures, puis de les valider à partir des propriétés géométriques et des traitements analytiques.

Par ailleurs, les observations montrent une amélioration progressive de la visualisation spatiale et de l'identification de la nature des intersections. Les élèves ont également davantage réussi à établir des liens entre les représentations géométriques et analytiques et à justifier leurs raisonnements

, contrairement aux élèves du 2 -ème groupe, qui ont continué à rencontrer des difficultés plus importantes dans ces différents aspects.

La comparaison des deux modalités d'enseignement met ainsi en évidence l'apport de la visualisation dynamique dans la compréhension des intersections dans l'espace. L'utilisation de GeoGebra a contribué à rendre les concepts géométriques plus accessibles, à renforcer l'engagement des élèves et à faciliter la construction des connaissances.

Au regard de ces résultats, il apparaît que l'intégration d'un logiciel de géométrie dynamique constitue un levier pédagogique efficace pour améliorer la représentation spatiale, favoriser la compréhension des concepts géométriques et soutenir les apprentissages des élèves. L'hypothèse 2 est donc confirmée.

Vérification de l'hypothèse 3

La comparaison entre les deux groupes met en évidence l’influence de la nature des représentations géométriques sur les apprentissages. Bien que les deux groupes aient travaillé sur le même contenu dans des conditions d’enseignement similaires, le recours à des représentations dynamiques dans le groupe 1 a favorisé une meilleure participation, une plus grande autonomie et une compréhension plus aisée des configurations d’intersection. À l’inverse, le 2 -ème groupe, confronté à des représentations statiques, a davantage éprouvé de difficultés à visualiser les positions relatives entre un plan et une sphère, à identifier la nature des intersections et à établir des liens entre les registres géométrique et analytique.

Ces résultats montrent que la nature des représentations mobilisées au cours de l'enseignement constitue une variable didactique déterminante dans la compréhension des concepts de géométrie dans l'espace. L'utilisation de représentations dynamiques favorise non seulement la visualisation spatiale, mais également l'engagement des élèves, la construction du raisonnement géométrique et la coordination entre les différents registres de représentation.

Au regard de ces éléments, il apparaît que la modification de cette variable didactique a eu une influence positive sur les apprentissages des élèves. L'hypothèse 3 est, par conséquent, confirmée.

5. *Synthèse du chapitre :*

Ce chapitre a permis de présenter et d'analyser les résultats issus du questionnaire diagnostique ainsi que de l'expérimentation pédagogique réalisée auprès des groupes de 2 -ème année baccalauréat. L'exploitation de ces données a permis d'identifier les principales difficultés rencontrées par les élèves dans l'apprentissage des intersections entre un plan et une sphère, tout en évaluant l'apport de la visualisation dynamique dans la compréhension de cette notion.

L'analyse des résultats montre que les difficultés les plus marquées concernent la représentation et la visualisation des configurations géométriques dans l'espace, l'identification de la nature des intersections ainsi que la coordination entre les registres géométrique et analytique. Ces obstacles se traduisent par des erreurs de raisonnement, une interprétation incomplète des situations proposées et une maîtrise insuffisante des traitements géométriques et analytiques nécessaires à la résolution des problèmes.

La comparaison des deux groupes met également en évidence l'influence positive de l'utilisation de GeoGebra sur les apprentissages. Les représentations dynamiques ont favorisé une meilleure compréhension des configurations spatiales, une participation plus active des élèves et une construction plus progressive des connaissances, tandis que les représentations statiques ont davantage limité les possibilités d'exploration et de visualisation.

Ces résultats ont permis de confirmer les hypothèses de recherche et de montrer que l'intégration de la géométrie dynamique constitue un levier didactique pertinent pour accompagner les élèves dans l'apprentissage des intersections dans l'espace. Ils mettent également en évidence l'importance d'adapter les pratiques pédagogiques aux difficultés identifiées afin de favoriser une compréhension plus approfondie des concepts géométriques. Dans cette perspective, le chapitre suivant sera consacré à la formulation de recommandations pédagogiques et à la conclusion générale de cette recherche.

Conclusion

L'enseignement de la géométrie dans l'espace constitue un défi didactique majeur en raison de la complexité des concepts abordés et des compétences de visualisation qu'il mobilise. Cette recherche a permis de mettre en évidence les difficultés rencontrées par les élèves dans l'étude des intersections entre un plan et une sphère, notamment en ce qui concerne la représentation des configurations spatiales, l'identification de la nature des intersections et la coordination entre les approches géométrique et analytique. Les résultats obtenus montrent également que le recours à la visualisation dynamique favorise une meilleure compréhension de ces concepts et contribue à rendre les apprentissages plus interactifs et plus significatifs.

À la lumière de ces résultats, il apparaît nécessaire de promouvoir des pratiques pédagogiques accordant une place plus importante à la visualisation, à la manipulation et à l'investigation géométrique. Il est notamment recommandé d'intégrer de manière progressive les outils numériques dans l'enseignement de la géométrie, de concevoir des situations d'apprentissage favorisant l'exploration et la formulation de conjectures, ainsi que de diversifier les registres de représentation afin de faciliter le passage entre les approches géométrique et analytique. Il serait également souhaitable de renforcer la formation initiale et continue des enseignants afin de les accompagner dans l'exploitation pédagogique des technologies numériques.

Enfin, bien que cette étude ait porté sur une notion spécifique du programme de la deuxième année du baccalauréat, elle ouvre des perspectives intéressantes pour de futures recherches. Il serait pertinent d'étendre cette réflexion à d'autres concepts de la géométrie dans l'espace, d'élargir l'expérimentation à un échantillon plus important et d'étudier l'apport d'autres dispositifs pédagogiques susceptibles de favoriser le développement des compétences géométriques des élèves. Ainsi, cette recherche contribue à enrichir la réflexion sur l'amélioration des pratiques d'enseignement de la géométrie et met en évidence l'importance d'une pédagogie favorisant la compréhension, la visualisation et la construction progressive des savoirs

Biographies

- Artigue Michèle (2002). Learning Mathematics in a CAS Environnement : The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 7(3), 245-274.
- Brousseau Guy (1998). Théorie des situations didactiques. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Chevallard Yves (1985). La transposition didactique : Du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Duval Raymond (1995). Sémiosis et pensée humaine : Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels. Berne : Peter Lang.
- Hohenwarter Markus, & Fuchs Katrin (2004). Combination of Dynamic Geometry, Algebra and Calculus in the Software System GeoGebra. Proceedings of Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Teaching Conference.
- Piaget Jean (1975). L'équilibration des structures cognitives. Paris : PUF.
- Vygotski Lev (1997). Pensée et langage. Paris : La Dispute.
- Ministère de l'Éducation Nationale du Maroc (2007). Orientations pédagogiques pour l'enseignement des mathématiques au cycle secondaire qualifiant. Rabat.
- Ministère de l'Éducation Nationale du Maroc. Programme et instructions officielles des mathématiques – Deuxième année du baccalauréat scientifique. Rabat.
- UNESCO (2023). Technology in Education : A Tool on Whose Terms ? Paris : UNESCO.

Annexe :

A. Questionnaire :

30/06/2026 04:28 Questionnaire destiné aux élèves de la 2e année du baccalauréat

Questionnaire destiné aux élèves de la 2e année du baccalauréat

Bonjour,
Dans le cadre d'un projet de recherche-action en didactique des mathématiques, ce questionnaire a pour objectif de mieux comprendre les difficultés rencontrées par les élèves dans l'étude de la géométrie dans l'espace, particulièrement les intersections entre plans et entre un plan et une sphère.

Vos réponses resteront anonymes et seront utilisées uniquement à des fins pédagogiques et scientifiques.

* Indique une question obligatoire

Partie 1

Perception de la géométrie dans l'espace

1. Lorsque vous observez une figure de géométrie dans l'espace, arrivez-vous facilement à imaginer sa représentation en trois dimensions ? *

   Une seule réponse possible.

   - ◯ Facile
   - ◯ Difficile
   - ◯ Très difficile

2. Parmi les objets suivants, lesquels peuvent avoir une intersection ?

   Plusieurs réponses possibles.

   - ☐ Deux droites
   - ☐ Une droite et un plan
   - ☐ Deux plans
   - ☐ Un plan et une sphère
   - ☐ Je ne sais pas

https://docs.google.com/forms/d/1GQHj8uu5TK87SJDZnY40GM4vR072y35IwRc3HzAKm6g/edit 1/4

3. D'après vous, un plan peut-il couper une sphère ?

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

4. Si oui, selon vous, quelle est la nature de l'intersection obtenue ?

Plusieurs réponses possibles.

- [ ] Point
- [ ] Deux points
- [ ] Droite
- [ ] Cercle
- [ ] n'a pas d'intersection

Partie 2

Difficultés rencontrées

5. Parmi les difficultés suivantes, lesquelles rencontrez-vous le plus souvent ? *

Plusieurs réponses possibles.

- [ ] Imaginer la figure
- [ ] Passer du dessin aux calculs algébriques
- [ ] Déterminer l'équation cartésienne d'un plan

6. Dans un exercice, quelle étape vous semble la plus difficile ? *

Plusieurs réponses possibles.

- [ ] Comprendre l'énoncé
- [ ] Faire un schéma
- [ ] Interpréter géométriquement
- [ ] Écrire les équations

Partie 3

Méthodes d'apprentissage et remédiation

7. Quels supports vous aident le plus à visualiser la figure géométrique dans l'espace ? *

Plusieurs réponses possibles.

- [ ] Manuel scolaire
- [ ] Tableau-marqueur
- [ ] Logiciels ou animations géométriques
- [ ] Des objets réels

8. Selon vous, quels outils pourraient améliorer votre compréhension ? *

Une seule réponse possible.

- ( ) Utilisation de logiciels de géométrie
- ( ) Plus de dessins et schémas
- ( ) Exercices progressifs

9. Pensez-vous que l'utilisation d'un logiciel peut améliorer votre compréhension des notions étudiées ? *

Une seule réponse possible.

- ( ) Toujours.
- ( ) Souvent.
- ( ) Parfois.

B. <u>La fiche pédagogique :</u>

<table>
<tr><td colspan="2">Prof : El hammami khaoula — Durée :1h
Géométrie dans l'espace
Année scolaire : 2025/2026 — Niveau :2bac</td></tr>
<tr><td>Prérequis
L'équation cartésienne d'un plan.
Un vecteur normal à un plan.
La représentation paramétrique d'une droite.
La distance entre un point et un plan.
La notion de sphère dans l'espace.</td><td>Capacité attendue :
Déterminer une représentation paramétrique d'une droite perpendiculaire à un plan passant par un point donné.
Déterminer le point d'intersection entre une droite et un plan.
Calculer la distance d'un point à un plan.
Comparer la distance entre le centre d'une sphère et un plan avec le rayon de la sphère.
Déduire la position relative d'un plan et d'une sphère (sécant, tangent ou sans intersection).</td></tr>
<tr><td>Objectif :
Déterminer la distance entre un point et un plan dans l'espace.
Identifier la position relative d'un plan et d'une sphère selon la comparaison entre la distance du centre au plan et le rayon.
Justifier si un plan coupe, est tangent ou ne rencontre pas une sphère..</td><td>Extension :
Déterminer l'équation du cercle d'intersection entre une sphère et un plan lorsque le plan coupe la sphère.
Généraliser la méthode à d'autres situations géométriques nécessitant le calcul d'une distance entre un point et un objet géométrique.
Utiliser un logiciel de géométrie dynamique (GeoGebra 3D) pour explorer différentes configurations et formuler des conjectures.</td></tr>
</table>

Contenu de cour :

III. Position relative d'un plan et d'une sphère

1.Activités :

Un bureau d'études prépare l'installation d'un radar de surveillance au point S (1 ; 4 ; 5). Le radar possède une zone de détection sphérique de rayon 7. Dans la région, il existe une paroi de protection modélisée par le plan P d'équation :

$$2x - y + 3z + 15 = 0.$$

Pour vérifier si la paroi intercepte la zone de détection du radar, les ingénieurs souhaitent d'abord déterminer le point de la paroi le plus proche du radar.

1-Déterminer une représentation paramétrique de la droite Δ, perpendiculaire au plan P et passant par le point S.

2-Déterminer les coordonnées du point K, intersection de la droite Δ avec le plan P.

3-En déduire si le plan P coupe la sphère de centre S et de rayon 7. Et si oui déterminer la nature d'intersection

2.Définition :

Soit une sphère (S)de centre Ωet de rayon R, et un plan (P).

On pose :

$$d = d(\Omega,(P))$$

La position relative du plan et de la sphère dépend de la comparaison entre $d$et R.

Cas 1 : $d < R$

Le plan coupe la sphère.

L'intersection est un cercle de rayon :

$$r = \sqrt{R^2 - d^2}$$

Cas 2 : $d = R$

Le plan est tangent à la sphère.

L'intersection est un seul point appelé **point de contact**.

Cas 3 : $d > R$

Le plan ne rencontre pas la sphère.

Remarques :

L'utilisation du logiciel GeoGebra 3D permet de faciliter la visualisation des objets géométriques dans l'espace (sphère, plan et droite perpendiculaire). Elle aide les élèves à mieux comprendre la position relative d'un plan et d'une sphère en observant graphiquement les différents cas d'intersection. Cependant, cette représentation dynamique constitue un outil d'aide à la compréhension et doit être accompagnée d'une justification mathématique basée sur le calcul de la distance entre le centre de la sphère et le plan.

L’ensemble d’intersection est vide :

$$\emptyset$$

3- d’application

Une sphère de centre : $\Omega(2;-1;3)$ et de rayon : $R=5$ est donnée.

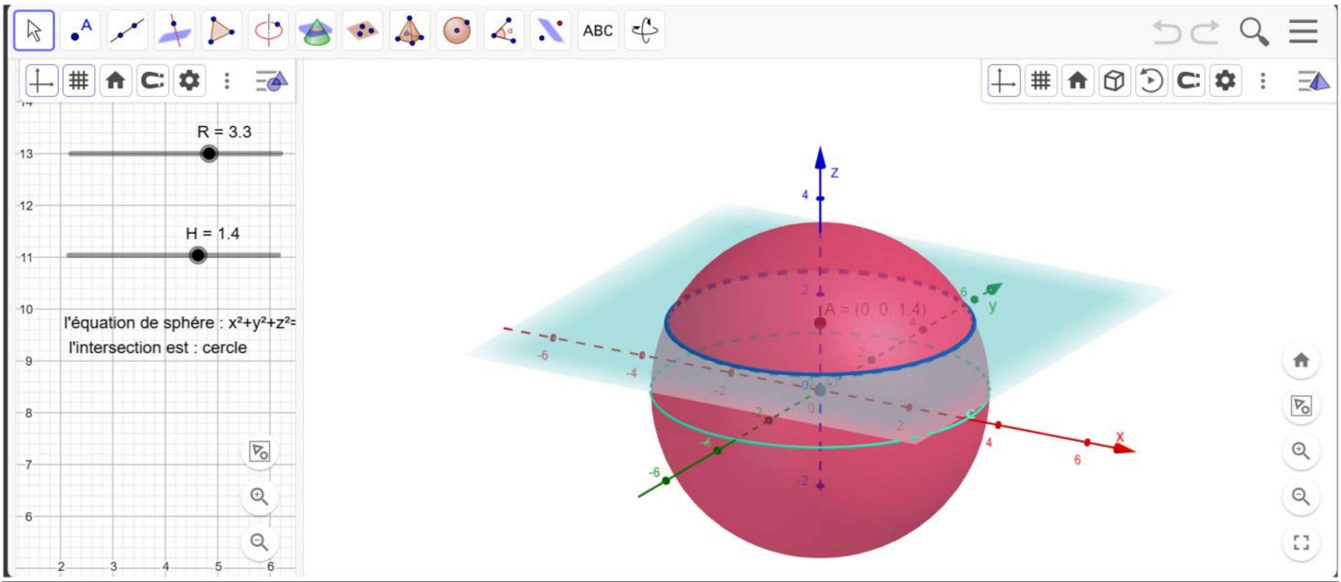
On considère le plan : $(P): x+2y-2z+7=0$

1. Déterminer une représentation paramétrique de la droite perpendiculaire au plan (P)passant par Ω.
2. Déterminer le point H, intersection de cette droite avec le plan (P).
3. Calculer la distance :

$$d(\Omega,(P))$$

4. Déterminer la position relative du plan (P)et de la sphère.

C. L’activité en GeoGebra :



D. Les grilles d’observation :

Grille du groupe 2 -ème année baccalauréat 2

Grille d'observation

Thème de la séance : Intersections dans l'espace

Niveau : 2ᵉ année du Baccalauréat

***Date :* 14 /05/2026**

***Établissement :* Mehdi ben barka**

***Classe :* 2bac Mécanique 2**

***Enseignante :* Elhammami khaoula**

Participation des élèves

Critères observés	*Indicateurs*	*Oui*	*Partiellement*	*Non*	*Observations*
Participation	Les élèves répondent aux questions et participent aux échanges.		×		Quelques élèves répondent aux questions, tandis que d'autres restent passifs et participent peu aux échanges.
Engagement	Les élèves réalisent les activités proposées.	×			
Travail collaboratif	Les élèves échangent et coopèrent lorsqu'un travail de groupe est proposé.		×		Les échanges entre les élèves sont limités et concernent principalement la vérification des calculs.
Autonomie	Les élèves cherchent des solutions avant de solliciter l'aide de l'enseignant.		×		Certains élèves nécessitent un accompagnement ponctuel lors des manipulations.
Motivation.	Les élèves montrent de l'intérêt et de l'engagement durant l'expérimentation.		×		Les élèves manifestent un intérêt modéré pour les activités proposées ; quelques-uns semblent moins motivés par les représentations statiques.

Difficultés observées chez les élèves

Critères observés	*Indicateurs*	*Oui*	*Partiellement*	*Non*	*Observations*
Compréhension de l'énoncé	Les élèves comprennent la situation proposée.	X			
Visualisation spatiale	Les élèves identifient correctement les positions relatives de plan et sphère.		X		
Identification des intersections	Les élèves identifient correctement les intersections après les manipulations.		X		
Passage géométrique/analytique	Les élèves relient les représentations géométriques aux calculs analytiques.		X		Plusieurs élèves rencontrent des difficultés à relier les représentations géométriques aux calculs analytiques.
Mobilisation des connaissances	Les élèves réinvestissent les notions étudiées.		X		Les élèves réinvestissent les notions étudiées, mais certains éprouvent des difficultés à les appliquer dans une nouvelle situation.
Utilisation des propriétés	Les élèves mobilisent les propriétés géométriques appropriées.		X		
Justification du raisonnement	Les élèves mobilisent les observations réalisées pour expliquer leur raisonnement géométrique.		X		

Gestion de la classe

Critères observés	*Indicateurs*	*Oui*	*Partiellement*	*Non*	*Observations*
Climat de classe	Le climat favorise les apprentissages.	X			
Gestion des interactions	Les échanges entre l'enseignant et les élèves sont constructifs.		X		

Motivation des élèves	Les élèves manifestent de l'intérêt et de l'engagement tout au long de la séance.			×	Les élèves sont restés globalement attentifs, mais leur niveau d'engagement a diminué au cours de certaines phases de la séance

<u>Grille du groupe 2 -ème année baccalauréat 1</u>

Grille d'observation

Thème de la séance : Intersections dans l'espace

Niveau : 2e année du Baccalauréat

Date : 14/05/2026

Établissement : Mehdi ben barka

Classe : 2bac Mécanique 2

Enseignant : ELHAMMAMI KHAOULA

Participation des élèves

Critères observés	*Indicateurs*	*Oui*	*Partiellement*	*Non*	*Observations*
Participation	Les élèves répondent aux questions et participent aux échanges.	×			La majorité des élèves participe activement aux échanges et répond aux questions de l'enseignant
Engagement	Les élèves réalisent les activités proposées.		×		Les manipulations proposées maintiennent leur attention.
Travail collaboratif	Les élèves échangent et coopèrent lorsqu'un travail de groupe est proposé.	×			Les élèves échangent leurs idées, confrontent leurs démarches et s'entraident pour résoudre les activités.
Autonomie	Les élèves cherchent des solutions avant de solliciter l'aide de l'enseignant.		×		Certains élèves nécessitent un accompagnement ponctuel lors des manipulations.
Motivation.	Les élèves montrent de l'intérêt et de l'engagement durant l'expérimentation.	×			Les élèves montrent une forte motivation et un intérêt particulier pour les activités utilisant GeoGebra.

Difficultés observées chez les élèves

Critères observés	*Indicateurs*	*Oui*	*Partiellement*	*Non*	*Observations*
Compréhension de l'énoncé	Les élèves comprennent la situation proposée.	×			
Visualisation spatiale	Les élèves identifient correctement les positions relatives de plan et sphère.	×			Les manipulations sur GeoGebra améliorent progressivement cette visualisation.
Identification des intersections	Les élèves identifient correctement les intersections après les manipulations.	×			Les élèves identifient correctement la nature de l'intersection après avoir observé les différentes configurations dans GeoGebra.
Passage géométrique/analytique	Les élèves relient les représentations géométriques aux calculs analytiques.	×			Plusieurs élèves établissent le lien entre les observations géométriques et les calculs analytiques.
Mobilisation des connaissances	Les élèves réinvestissent les notions étudiées.		×		
Utilisation des propriétés	Les élèves mobilisent les propriétés géométriques appropriées.	×			
Justification du raisonnement	Les élèves mobilisent les observations réalisées pour expliquer leur raisonnement géométrique.		×		

Gestion de la classe

Critères observés	*Indicateurs*	*Oui*	*Partiellement*	*Non*	*Observations*
Climat de classe	Le climat favorise les apprentissages.	×			Un climat de travail positif a régné tout au long de la séance
Gestion des interactions	Les échanges entre l'enseignant et les élèves sont constructifs.	×			
Motivation des élèves	Les élèves manifestent de l'intérêt et de l'engagement tout au long de la séance.	×			