

Étude des difficultés rencontrées par les apprenants lors de l'enseignement / apprentissage des notions de la répartition des efforts exercés sur la denture d'un engrenage

MABROUK MEDI

*Institut Supérieur de l'Éducation et de la Formation Continue (ISEFC)
Tunisie
mabrouk_medi@yahoo.fr*

RÉSUMÉ

Ce travail de recherche présente une étude qui repose sur le choix d'une démarche scientifique et des hypothèses validées par plusieurs chercheurs et didacticiens telles que : Ben Romdhane qui a prouvé que la représentation des objets en 3D aide les apprenants dans la création mentale de l'image dans l'espace ; afin d'aboutir à des méthodes d'organisation des moyens pédagogiques et didactiques dont disposent l'enseignant de la technologie, pour non seulement déstabiliser la manière de penser chez l'apprenant et lui mobiliser ses ressources cognitives pour le conduire à comprendre et à expliquer le fonctionnement d'un mécanisme compliqué ou d'un phénomène abstrait ; mais aussi, l'opportunité des apprenants d'utiliser le résultat de l'apprentissage dans des contextes variés.

MOTS-CLÉS

Effort sur la dent, perception tridimensionnelle, représentation graphique, maquettes numériques

ABSTRAT

This research paper presents a study that deals with the choice of a scientific reasoning and the validated hypotheses from several researchers and didacticians such as: Ben Romdhane who proved that the representation of 3D objects helps the learners in creating a mental image in space; to organisation methods of pedagogic and didactic means that provide the teacher with the technology, not only to disrupt the learner's manner of thinking and mobilize his cognitive resources, or to conduct him to understand and explain the functioning of a complicated mechanism or an abstract phenomenon; but also to give the learners the opportunity to make good use of the learning results in various contexts.

KEYWORDS

Force on the tooth, three dimensional perception, graphic representation, digital models

INTRODUCTION

Que la crise qui traverse l'école tunisienne depuis une décennie soit une crise de sens dont les ravages ont affecté la formation universitaire, plusieurs indicateurs relevant des pratiques pédagogiques, du rapport des élèves tunisiens aux contenus enseignés et de l'inégalité des chances quant à l'accès à la culture scolaire le prouvent manifestement (Zaafrane, 2015).

Ce travail de recherche se donne pour objectif d'examiner les difficultés des apprenants à imaginer les notions de l'effort sur la dent, sous l'angle de la recherche pluridisciplinaire en éducation et en formation.

À la suite de la passation d'une enquête exploratrice (voir annexe), nombreux sont les enseignants qui expriment leur inquiétude face aux difficultés que rencontrent les apprenants dans la compréhension de la transmission de puissance par engrenages et plus particulièrement le concept abstrait « l'effort sur la dent ». Certains considèrent que les antécédents (les prérequis) des élèves jouent un rôle très important dans l'échec ou le succès de l'apprentissage. D'autres trouvent dans le transfert technologique et l'acquisition des principes de base de la technologie et surtout leur mode d'élaboration est la cause principale d'un éventuel échec. D'autres vont jusqu'à mettre en cause le mode d'apprentissage qu'ils trouvent non adapté aux moyens offerts aujourd'hui.

Alors, comment organiser les moyens pédagogiques et didactiques dont disposent l'enseignant de la technologie, pour non seulement déstabiliser la manière de penser chez l'apprenant et lui mobiliser ses ressources cognitives pour le conduire à comprendre et à expliquer le fonctionnement d'un mécanisme compliqué ou d'un phénomène abstrait ; mais aussi, l'opportunité des apprenants d'utiliser le résultat de l'apprentissage dans des contextes variés ? Répondre à cette question, c'est ce qui se passe pour des enseignants qui désireraient traiter la fonction transmission de mouvement par engrenages en classe de la 4^{ème} année sciences techniques tunisiens

PROBLÉMATIQUE THÉORIQUE

En se basant sur les résultats de travaux de plusieurs chercheurs, qui ont prouvé qu'il n'y a apprentissage que si l'élève est capable d'en utiliser le résultat dans des contextes variés (Medi, 2012), « enseigner » apparaît de plus en plus comme une pratique. Les professeurs ont en commun d'exercer un métier où il faut agir, décider, organiser et surtout, ils doivent de plus en plus créer des conditions favorables à l'apprentissage, gérer les relations entre les élèves, leur apprendre les règles de la conduite en groupe, leur faire acquérir des méthodes de travail, leur éveiller leur curiosité pour en suite les mettre en état de recherche (Kampeza & Ravanis, 2009; Gomas, 2012; Ravanis, 2012; Mazouze & Lounis, 2016). L'enseignant ne doit pas livrer des connaissances, mais il doit inviter l'élève à les découvrir.

Ainsi, notre travail est basé sur les raisons fiables et efficaces de l'hypothèse suivante : « la représentation d'un mécanisme en 3D apporte une aide à l'élève pour le décodage de son plan d'ensemble », extrait de l'article de (Ben Romdhane, Mami & Bouraoui, 2005) intitulé, contribution à l'enseignement/apprentissage de la lecture d'un plan et permettant, dans le cadre d'une amélioration continue, la recherche de solutions efficaces en vue de consolider davantage les apprenants au cours des situations de résolution de problèmes et ce suite aux interprétations spontanées recueillies et relatives à leurs propres perceptions dans l'espace et à la manière de répartition des charges créées par l'effet d'un couple moteur sur la denture d'un engrenage cylindrique à denture droite et à denture hélicoïdale. En effet, notre travail dispose de quatre axes principaux à savoir :

- Étudier les rapports aux savoirs enseignés et analyser les notions de visualisation ou d'imagination des objets dans l'espace (Jarray, 2015; Jarray & Ginestié, 2016) ;
- Procéder à l'étude comparative entre diverses situations de résolution de problèmes lors des séances d'enseignement - apprentissage pour pouvoir évaluer la pertinence du contrat didactique (Ginestié, 2008) ;
- Réfléchir à la mise en place ultérieure d'une approche permettant une transposition didactique rétroactive (De Vries, 2010) ;

- Utiliser des nouvelles technologies dans l'enseignement, comme les simulations modélisantes, car elles pourraient être très efficaces pour faire évoluer les conceptions des apprenants, plus particulièrement aux phénomènes mécaniques abstraits, dépendant du passage mental des objets dans l'espace (Medi, 2012).

Ainsi, dans ce projet de remédiation, les technologies de l'information et de la communication ont occupé une place de notre choix, plus précisément les simulations et les maquettes numériques.

En effet, lors d'une situation de résolution d'un problème de transmission de puissance par engrenages en mécanique, les élèves qui ne maîtrisent pas la notion de visualisation ou d'imagination des objets dans l'espace rencontrent des difficultés au niveau du calcul des charges axiales et radiales, à partir d'un couple moteur. Cette problématique nous a parmi de posées les questions suivantes :

- Que faire pour élucider la manière de répartition des charges exercées sur la dent à partir d'un couple moteur ?
- Comment procéder aux difficultés rencontrées lors de création d'image mentale des objets dans l'espace ?

Alors, dans ce travail de recherche, nous allons essayer de vérifier si :

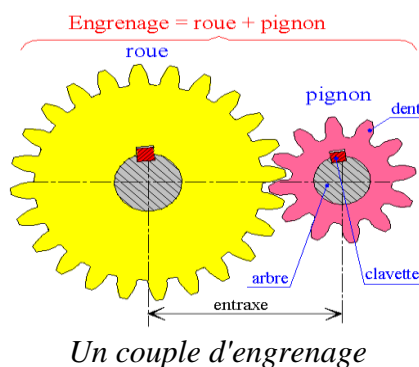
- La répartition adéquate des efforts exercés sur la dent facilite le calcul des charges axiales et radiales.
- Le recours à un mécanisme représenté en trois dimensions (3D) permet le passage mental des objets (répartition des charges) dans l'espace.

Dans ce qui suit, on va revenir dans une première partie, sur les éléments théoriques qui ont orienté notre analyse. Puis, dans une deuxième partie, on va présenter la démarche qu'on a adoptée. Enfin, on va analyser les résultats obtenus au regard de la problématique qui aura été soulevée.

DÉFINITION DES ENGRENAGES

Les engrenages sont des composants mécaniques essentiels. Ils font partie des systèmes de transmission de mouvement et de puissance les plus utilisés, les plus résistants et les plus durables. Ils sont normalisés et permettent des possibilités de fabrication plus économiques (conception type, méthodes de calcul normalisées, taillage et contrôle automatisés, équipements standard) (Chevalier, 2004) ; (figure 1).

FIGURE 1



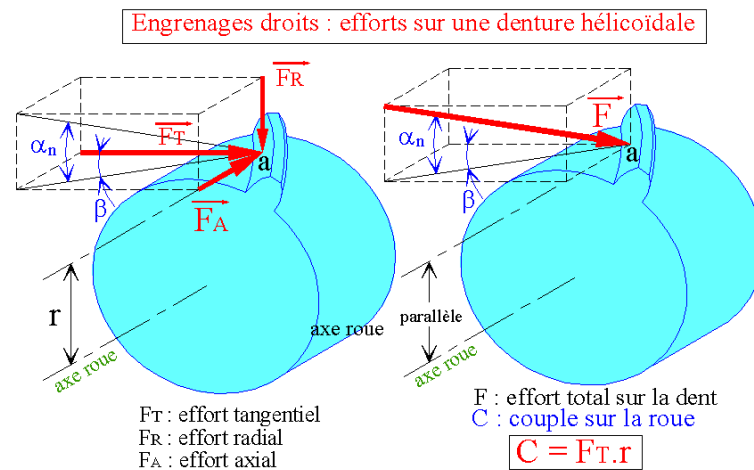
Effort sur la dent

L'action de contact F exercée entre les dents des deux roues présente une composante axiale (F_a) supplémentaire due à l'inclinaison (β) de la denture. F_a est parallèle à l'axe de la roue et se transmet aux paliers par l'intermédiaire des arbres.

F_r (effort radial passant par le centre de la roue) et F_t (effort tangentiel transmettant le couple et la puissance).

À noter que ni F_r , ni F_a ne participent à la transmission du couple.

FIGURE 2



Représentation en 3D de l'effort sur la dent

ANALYSE DES PUBLICATIONS DIDACTIQUES QUI ONT UTILISÉ LA REPRÉSENTATION EN 3D COMME AIDE DIDACTIQUE

Durant les vingt dernières années, nous allons analysés des publications didactiques qui sont intéressés aux changements des conceptions des apprenants en utilisant les aides didactiques. En se qui concerne l'enseignement – apprentissage de la technologie, les travaux publiés sont peu nombreux. Nous présenterons ici uniquement ceux qui portent sur les questions qui nous préoccupent.

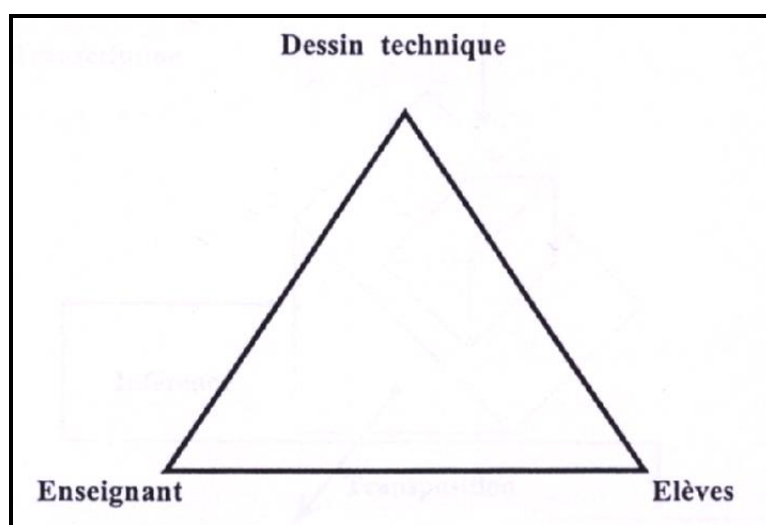
Dans cette partie, nous présentons une synthèse des résultats des publications qui se sont intéressées à la mobilisation des ressources cognitives des apprenants, lors de la lecture d'un plan d'ensemble, en particulier les travaux de Ben Romdhane (2004), qui a prouvé que la représentation des objets en 3D aide les élèves dans la création mentale de l'image dans l'espace.

Dans cette optique, le dessin technique et plus particulièrement le plan d'ensemble est, « tout d'abord, une représentation à deux dimensions d'un objet industriel qui en a trois. Il est, ensuite, un langage codifié. Il est, aussi, un objet physique produit par des instrumente (gomme, calque, encre, crayon graphite, feuille de papier, planche à dessin, table à digitaliser, table traçante, écran cathodique, souris, clavier, etc.). Il est, enfin, un élément de la coordination organisationnelle » (Lavoisy, 2000)

Le dessin d'ensemble permet de développer les capacités de raisonnement chez les élèves, il aide ainsi à développer leur faculté d'analyse, de synthèse et d'initiative dans le but d'une réelle autonomie.

Les recherches qui concernent le dessin technique (en particulier des mécanismes de transmission de puissances par engrenages) ont été nombreuses pendant plus de vingt ans, (environ de 1970 à 1990). Mais elles ont eu lieu avant l'utilisation des logiciels de DAO (Dessin Assisté par Ordinateur) et de CAO (Conception Assistée par Ordinateur). De plus, peu de travaux ont concerné directement l'enseignement - apprentissage de la lecture du plan d'ensemble (en particulier le dessin d'un mécanisme d'une transmission de puissance par engrenages). Dans cette partie nous allons classer les recherches qui concernent l'enseignement - apprentissage de la lecture d'un dessin technique par rapport au triangle didactique représenté par la figure 3.

FIGURE 3



Le triangle didactique

On constate que les recherches présentées sont regroupées suivant quatre approches :

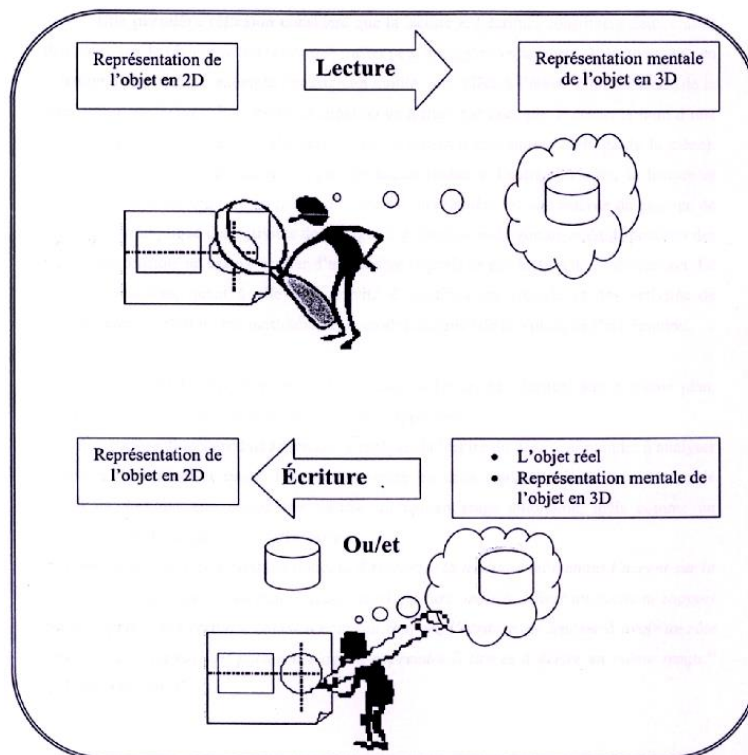
1. des recherches qui s'intéressent au pôle élèves : Approche psychologique ;
2. des recherches qui s'intéressent au coté enseignant - élève : Approche pédagogique ;
3. d'autres se préoccupent au coté dessin technique - élève : Les conceptions ;
4. d'autres encore se préoccupent du pôle dessin technique : Approche instrumentale.

En effet, en se basant sur le travail de Ben Romdhane (2004) qui a prouvé, dans son article intitulé, contribution à l'enseignement - apprentissage de la lecture d'un plan d'ensemble que « la représentation d'un mécanisme en 3D apporte une aide à l'élève pour le décodage de son plan d'ensemble », et dans le cadre d'une amélioration continue, on va essayer de rechercher des solutions efficaces en vue de consolider davantage les apprenants au cours des situations de résolution de problèmes en se référant aux interprétations spontanées recueillies et relatives aux propres perceptions dans l'espace des élèves et à leur manière de répartition des charges créées par l'effet du couple moteur sur la dent d'un engrenage cylindrique à denture droite et à denture hélicoïdale.

Dans notre travail, la lecture d'un plan d'ensemble d'un mécanisme de transmission par engrenages se traduit par le passage du plan (2D) sur un support physique (feuilles, écran) à une représentation mentale volumique (3D), Alors que l'écriture c'est le passage de l'objet réel (ou/et d'une représentation mentale volumique de l'objet) à un plan sur un support physique (figure 4).

Le dessin technique permet aux techniciens de concevoir, de communiquer les idées et de les faire réaliser, il doit être perçu comme un langage avec son vocabulaire, sa grammaire, sa syntaxe et sa logique. Par analogie avec l'enseignement des langues étrangères

FIGURE 4



Les notions de lecture et d'écriture d'un dessin technique

MÉTHODOLOGIE

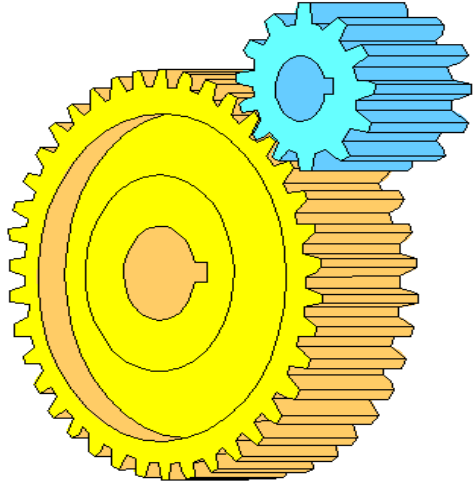
Nous avons établi un pré-test susceptible de consolider le mécanisme cognitif de l'apprenant interrogé suite à une méthode chronologique permettant le passage mental dans l'espace et l'acquisition du savoir. Ce pré-test est établi en vue de dégager quelques caractéristiques des modes de raisonnement des élèves à propos des notions des efforts exercés sur les engrenages cylindriques à denture droite et à denture hélicoïdale.

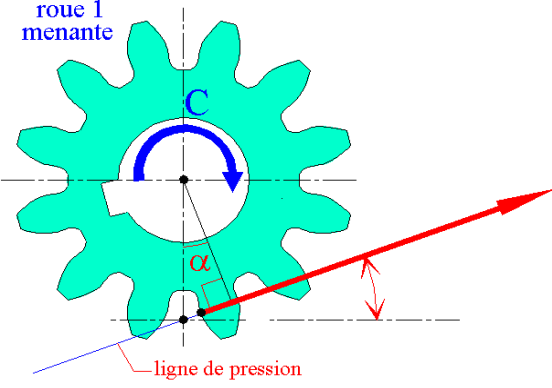
Notre enquête exploratrice dispose des questions ouvertes afin de mieux recueillir les interprétations spontanées des apprenants, les réponses qui reflètent leurs propres perceptions dans l'espace et la manière de répartition des charges.

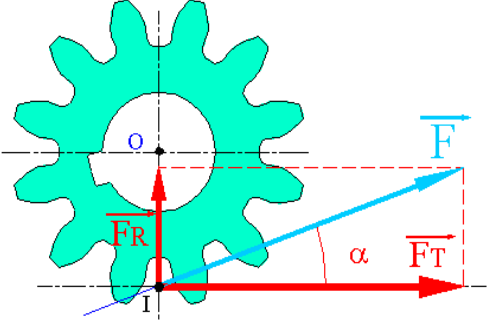
Ce questionnaire a été distribué auprès de 34 élèves tunisiens appartenants au même niveau d'étude (4^{ème} année secondaire sciences technique) au lycée Ibn Sina à Kébili.

Énoncé du pré-test

Après avoir présenté des roues dentées réelles à denture droite et à denture hélicoïdale, des constructions des engrenages en éléments Lego et une représentation des engrenages en 3D, nous avons posé les questions suivantes aux élèves :

<p>Soit la transmission par engrenage à denture droite (figure 5) :</p> <p>Séquence n°1</p> <p>❖ Question n°1 : Que signifie une roue menante ?</p> <p>❖ Question n°2 : Quelle est la relation entre la force tangentielle et le couple moteur ?</p>	<p style="text-align: center;">FIGURE 5</p>  <p style="text-align: center;"><i>Engrenage cylindrique à denture droite</i></p>
---	--

<p>Séquence n°2</p> <p>❖ Question n°3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indiquer selon le schéma ci-contre les forces exercées : F, F_t, F_r et l'angle α ? • Parmi ces forces laquelle est responsable de la transmission du couple ? 	<p style="text-align: center;">FIGURE 6</p> 
--	--

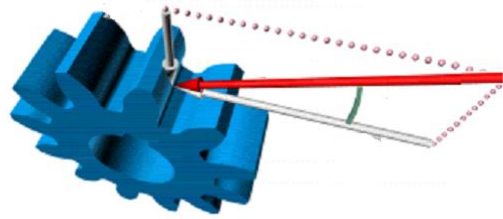
<p>Séquence n°3</p> <p>❖ Question n°4 :</p> <p>En cas d'erreur, pouvez-vous nous expliquer votre incompréhension à partir du schéma ci-contre ?</p>	<p style="text-align: center;">FIGURE 7</p>  <p>C'est la force (F_t) qui est responsable de la transmission du couple</p>
---	---

Séquence n°4 :

❖ **Question n°5 :**

En se basant sur les réponses citées ci-dessus, indiquer selon le schéma ci-contre les charges exercées: F , F_t , F_r et les angles α ?

FIGURE 8

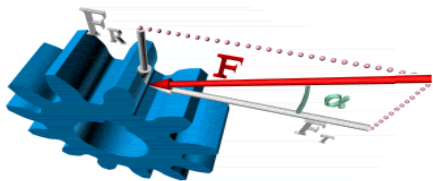


Séquence n°5 :

❖ **Question n°6 :**

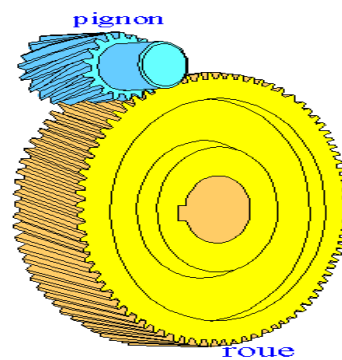
Le schéma ci-dessous est présenté dans l'espace, quel est l'impact de cette représentation 3D sur votre perception ?

FIGURE 9



2. Enoncé du pré-test: Soit la transmission par engrenage cylindrique à denture hélicoïdale comme la suivante

FIGURE 10

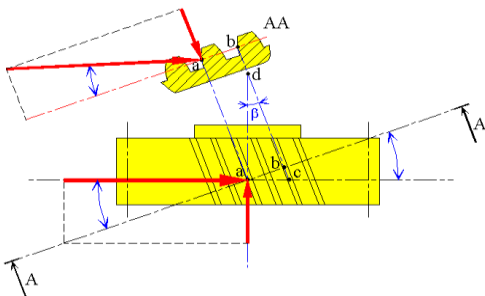


Séquence n°6 :

❖ **Question n°7 :**

Indiquer selon le schéma ci-dessous les forces exercées: F , F_t , F_a , F_r et les angles α_n et β ?

FIGURE 11

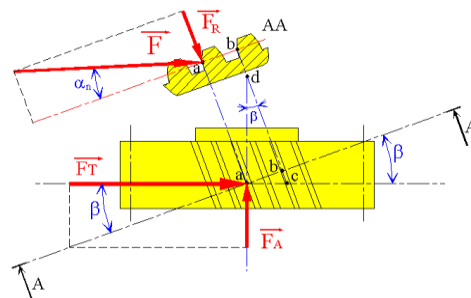


Séquence n°7 :

❖ **Question n°8 :**

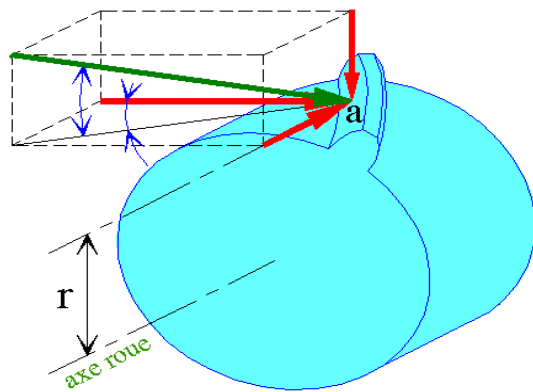
En cas d'erreur, pouvez-vous nous expliquer votre incompréhension à partir du schéma suivant ?

FIGURE 12

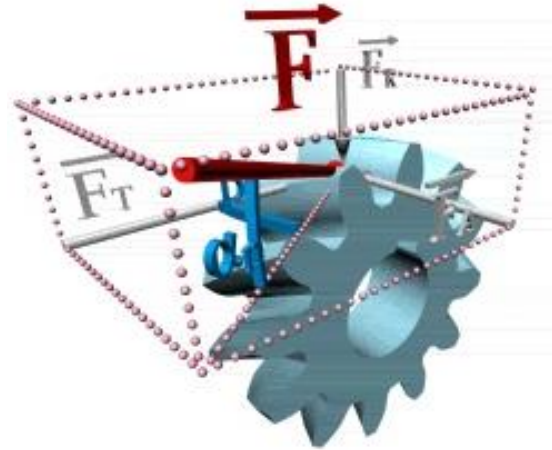


Séquence n°8 :❖ **Question n°9 :**

En se basant sur les réponses citées ci-dessus, indiquer selon le schéma ci-dessous les charges exercées: F , F_t , F_a , F_r et les angles α_n et β ?

FIGURE 13**Séquence n°9 :**❖ **Question n°10 :**

Le schéma ci-dessous est présenté dans l'espace, quel est l'impact de cette représentation 3D sur votre perception ?

FIGURE 14❖ **Question n°11 :**

Le calcul des charges axiales et radiales semble-t-il facile et compréhensible ?

❖ **Question n°12 :**

Le passage mental des objets (répartition des charges) dans l'espace semble-t-il lisible et à votre portée ?

RECUEIL DES DONNÉES ET ANALYSE DES RÉSULTATS

Nous rappelons que le questionnaire renferme douze questions pour répondre à notre problématique de recherche et les interrogations qui en découlent. Ceci vise à cerner les difficultés et les conceptions rencontrées par les élèves au cours de leur enseignement/apprentissage de la fonction transmission de puissance par engrenages. Ce questionnaire a été soumis à 34 élèves appartenants au même niveau d'étude (4^{ème} année secondaire sciences technique)

Présentation et interprétation des résultats

Après avoir présenté des roues dentées réelles à dentures droites et à dentures hélicoïdales, des constructions des engrenages en éléments Lego et une représentation des engrenages en 3D, nous avons posé des questions aux élèves (voir prétest).

Résultats des Question n°1 et Question n°2

Pour ces questions le dépouillement de l'échantillon fait ressortir les statistiques données par le tableau suivant :

TABLEAU 1
Statistiques des questions n°1 et n°2

	Signification roue menante				Rapport Ft et Cm			
	4ScT1	%	4ScT2	%	4ScT1	%	4ScT2	%
Bonne réponse	10	63	8	45	4	22	2	11
Mauvaise réponse	4	25	6	33	6	39	4	22
Sans réponse	2	12	4	22	6	39	12	67
Total	16	100	18	100	16	100	18	100

Interprétation

Bien que la majorité des élèves ait répondu correctement à la première question, nous avons enregistré un taux d'échec élevé concernant la deuxième question. Ceci montre la limite du mécanisme cognitif chez les élèves qui ne sont pas capables d'expliquer qu'une force tangentielle est égale au couple moteur / le rayon du pignon. En effet, étant donné ce qui a été présenté au cadre théorique, les élèves ont des difficultés de lecture d'un plan d'ensembles représenté en 2D (Ben Romdhane 2004), de même ils ont des problèmes d'identification de la force tangentielle Ft en se référant à la force F représentée sur un dessin en 2D.

Résultats Question n°3 (cas des engrenages à denture droite représentés en 2D) et Question n°7 (cas des engrenages à denture hélicoïdale représentés en 2D)

Pour ces questions le dépouillement de l'échantillon fait ressortir les statistiques données par le tableau suivant :

TABLEAU 2
Statistiques des questions n°3 et n°7

	Indication F, Ft, Fr et α				Indication F, Ft, Fa, Fr, α_n et β			
	4scT1	%	4scT2	%	4scT1	%	4scT2	%
Bonne réponse	7	44	5	28	3	19	2	11
Mauvaise réponse	5	31	8	44	5	31	6	33
Sans réponse	4	25	5	28	8	50	10	56
Total	16	100	18	100	16	100	18	100

Interprétation

Les résultats nous montrent que la plupart des élèves rencontrent des difficultés au niveau d'une situation de répartition des forces exercées sur la dent dès le passage d'un dispositif réel à un schéma dessiné en 2D. Ce qui nous assure que les représentations des élèves ne correspondent pas au concept scientifique et qu'ils ne sont pas capables de déterminer la force qui assure la transmission de puissance. Dans ce cas, nous avons justifié l'hypothèse de Ben Romdhane (2004), non seulement pour les difficultés des élèves dans le cas de la lecture d'un dessin d'ensemble représenté en 2D, mais aussi ces obstacles existent encore, lorsqu'il s'agit de la répartition des forces sur une représentation en 2D

Résultats des Questions n°4 et n°8

Pour ces questions le dépouillement de l'échantillon fait ressortir les statistiques données par le tableau suivant :

TABLEAU 3
Statistiques des questions n°4 et n°8

Opinion des élèves	Compréhension des élèves			
	4scT1	%	4scT2	%
Connaissance limitée en construction mécanique	11	69	10	56
Difficulté au niveau de la projection orthogonale	10	63	11	61
Difficulté au niveau imagination dans l'espace	15	94	16	89
Sans réponse	0	0	1	6
Total	16	100	18	100

Interprétation

Le but de cette question est de cerner le niveau de connaissance des élèves et leurs modes de pensée envers du concept (**effort sur la dent**), à partir d'une transmission par engrenage. L'imagination semble un obstacle majeur pour la majorité des élèves surtout dans ce genre de problème qui parle des objets (**efforts sur la dent**) dans l'espace mais **dessiné en 2D**. Donc en se référant au résultat de l'hypothèse de Ben Romdhane (2004) et d'autres chercheurs présentée dans le cadre théorique, nous allons essayer de prouver que la représentation des objets en 3D, peut être une aide didactique aux élèves à franchir leurs obstacles d'imagination des objets dans l'espace.

Résultats des Question n°5 (cas des engrenages à denture droite représentés en 3D) et Question n°9 (cas des engrenages à denture hélicoïdale représentés en 3D)

Pour ces questions le dépouillement de l'échantillon fait ressortir les statistiques données par le tableau suivant :

TABLEAU 4
Statistiques des questions n°5 et n°9

	Indication F, Ft, Fa, Fr, α_n et β			
	4ScT1	%	4ScT2	%
Bonne réponse	12	75	13	73
Mauvaise réponse	4	25	5	27
Sans réponse	0	0	0	0
Total	16	100	18	100

Interprétation

Les réponses extraites de cette question nous ont incité à la consolidation de l'élève dans telle situation de résolution de problèmes, sur le fait de lui dévoiler un accès à l'espace, il ne trouve pas de difficultés concernant l'imagination et le passage mental dans l'espace en 3D. Ceci est dû à l'utilisation des représentations des objets en 3D comme aide didactique, en se basant au résultat de plusieurs didacticiens (voir cadre théorique).

Résultats des Questions n°6 (présentation de la correction en 3D de l'engrenage à denture droite), n°10 (présentation de la correction en 3D de l'engrenage à denture hélicoïdale), n°11 et n°12

Pour ces questions le dépouillement de l'échantillon fait ressortir les statistiques données par le tableau suivant :

TABLEAU 5
Statistiques des questions n°6, n°10, n°11 et n°12

Opinion des élèves	Impact			
	4scT1	%	4scT2	%
Le problème est à notre portée et presque résolu	13	81	10	56
Charges radiale et axiale semblent faciles	14	88	12	61
Passage mental dans l'espace semble lisible	13	81	13	89
Sans réponse	1	6	2	11
Total	16	100	18	100

Interprétation

Bien que l'accès à l'espace a été validé par une représentation des objets (**efforts sur la dent**) en **3D**, la majorité des élèves a contesté l'ordre chronologique du questionnaire vu que les réponses aux questions semblent faciles et lisibles.

Une réalité incombe suite à ces questions, sur le fait de modéliser une situation de résolution d'un problème, permettant de consolider l'apprenant dans un processus d'enseignement/apprentissage, nous pouvons garantir des réponses exactes. Donc nos hypothèses, basées sur les résultats de plusieurs chercheurs, sont vérifiées ; mais elles ne sont pas suffisantes, d'après nos résultats, pour que tous les élèves arrivent à la bonne réponse.

Conclusion et discussion

Les principales observations soulevées dans cette enquête exploratrice sont:

- La majorité des apprenants conceptualisent mal les éléments fondamentaux des notions de la décomposition des forces exercées sur la denture d'une roue dentée.
- Les apprenants ne peuvent pas résoudre un problème de calcul de transmission par engrenage sans passage mental dans l'espace relatif à la répartition des forces exercées sur la dent d'une roue menante ou menée.
- La modélisation des conceptions et des représentations des apprenants permet la compréhension des notions de la décomposition des efforts exercés sur la dent de la roue.

Ces constatations nous incitent, dans le cadre de l'enseignement / apprentissage de la technologie à la recherche de solutions efficaces pour consolider davantage les apprenants au cours des situations de résolution des problèmes en technologie.

La démarche adoptée ainsi que les moyens choisis pour ce travail peuvent être transposés à d'autres séquences en technologie.

CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

En se référant à l'article intitulé : "Contribution à l'enseignement/apprentissage de la lecture d'un plan d'ensemble", publié par Kaïs Ben Romdhane, (2005), qui ont vérifié que la

représentation d'un mécanisme sur l'ordinateur apporte une aide à l'élève pour le décodage de son plan d'ensemble. Cette hypothèse m'a influencé à :

- aller identifier les difficultés rencontrées par les élèves de 4^{ème} année science technique à propos des notions de résolution de problème d'engrenage surtout au niveau de répartition des efforts exercés sur la dent.
- se conformer aux hypothèses générées à l'issue d'une analyse d'une enquête exploratrice auprès des apprenants en technologie, à savoir :
 - La répartition adéquate des efforts exercés sur la dent facilite le calcul des charges axiales et radiales ;
 - Le recours à un mécanisme représenté en 3D permet le passage mental des objets (répartition des charges) dans l'espace.

Donc, chercher les causes d'échec chez les apprenants, me semble une principale motivation envers cette situation car notre intérêt est de montrer que les significations attribuées par les élèves à ces notions ne correspondent pas aux concepts scientifiques, avoir une vision sur leurs raisonnements, acquérir une connaissance envers le processus d'enseignement / apprentissage classique, soulever les points qu'il convient de développer dans notre travail et procéder aux actions d'amélioration pour consolider les élèves dans leurs présentations.

Une recommandation d'amélioration il semble pertinente à la lumière de ce travail sur le fait qu'un processus d'enseignement/apprentissage maîtrisé et basé sur des théories d'apprentissage récentes (Weil-Barais, 1993) permet la dévolution des compétences aux apprenants lors d'une situation de résolution des problèmes dans une situation d'enseignement / apprentissage de technologie

RÉFÉRENCES

- Ben Romdhane, K., Mami, A., & Bouraoui, K. (2005). *Contribution à l'enseignement/apprentissage de la lecture d'un plan d'ensemble*. ISEFC, Bardo Tunis.
- Ben Romdhane, K. (2004). *Contribution à l'enseignement / apprentissage de la lecture d'un plan d'ensemble*. Mastère de recherche, ISEFC, Bardo Tunis.
- Chevalier, A. (2004). *Guide de dessinateur industrielle*. Paris: Hachette.
- De Vries, E. (2010). Quelle caractérisation de la variété des produits d'une activité de conception ? *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 2, 215-234.
- Ginestié, J. (2008). Une ballade entre plusieurs mondes - réels, virtuels, modélisés, maquetés.... In J. Ginestié, P. Leroux & P. Nonnon (Éds), *Robotique pédagogique francophone* (v. 9, pp. 43-56). Marseille: IUFM Aix-Marseille.
- Gomatos, L. (2010). La place de la Didactique dans les programmes de préparation des enseignants de Physique et de Technologie en Grèce. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 4(2), 85-99.
- Jarray, A. (2015). *L'impact de l'exploitation du modèle volumique sur l'apprentissage de la construction mécanique*. Thèse de doctorat, ISEFC, Bardo Tunis.
- Jarray, A., & Ginestié, J. (2016). L'impact de l'exploitation du modèle volumique sur l'apprentissage de la construction mécanique dans la section sciences techniques en Tunisie. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 3(2), 89-101.
- Kampeza, M., & Ravanis, K. (2009). Transforming the representations of preschool-age children regarding geophysical entities and physical geography. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3(1), 141-158.

Lavoisy, O. (2000). *La matière et l'action le graphisme technique comme instrument de coordination industrielle dans le domaine de la mécanique depuis trois siècles*. Thèse de doctorat, Institut de la Production et des Organisations Industrielles, Laboratoire CRISTO, INPG, Grenoble, France.

Mazouze, B., & Lounis, A. (2016). Résolution de problèmes et apprentissage des ondes : quels types de difficultés rencontrent les élèves ? *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 10(1), 25-40.

Medi, M. (2012). *Les conceptions et les difficultés des élèves concernant la transmission de puissance par engrenages*. Mastère de recherche, ISEFC, Bardo Tunis.

Ravanis, K. (2012). Représentations des enfants de 10 ans sur le concept de lumière : perspectives piagétienne. *Schème - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*, 4(1), 70-84.

Weil-Barais A. (Dir.) (1993). *L'homme cognitif*. Paris: PUF.

Zaafraane, H. (2015). Étude sur les enfants non scolarisés en Tunisie. Principaux résultats, Présentation PP lors de la journée de lancement du rapport OOSCI, Tunis, Avril 2015.

Logiciel

Logiciel 2D & 3D, guide de maintenance, NATHAN/HER

ANNEXE

Questionnaire de l'enquête exploratoire

Cette enquête est destinée à un travail de recherche en didactique des sciences physiques et techniques. Merci de prendre un peu de temps pour y répondre.

Questions à poser aux professeurs d'éducation technique

Niveaux enseignés 3^{ème} Sc T 4^{ème} Sc T

Spécialité d'origine : GM autres

Ancienneté dans l'enseignement :ans

1/ Pensez-vous que les élèves de 3^{ème} et 4^{ème} Sc.Tech. rencontrent des problèmes au niveau de la fonction « transmission et transformation de mouvement par engrenages ».

Oui Non

Si oui, quels sont ces problèmes ?

.....
.....

2/ D'après vous quelle est l'origine de ces difficultés ?

.....
.....

3/ Comment réagissez- vous face à ces difficultés ?

.....
.....

4/ Avez-vous cherché des solutions afin de surmonter ces difficultés ?

Oui Non

Si oui, quel genre de solution avez-vous trouvé ? Quelle méthode proposez-vous pour surmonter ces difficultés ?

.....
.....