Utilisation des maquettes numériques dans la création de l'image mentale des concepts abstraits et la déstabilisation de la manière de pensée chez l'apprenant pour comprendre et expliquer le fonctionnement des systèmes mécaniques compliqués.

Mabrouk MEDI¹
Enseignant chercheur
Institut supérieur de l'éducation et de la formation continue. Bardo
Kébili - Tunisie

mabrouk medi @ yahoo.fr

Houcine TAMBARI²
Directeur de l'ISET de Kébili
Kébili - Tunisie

htombari @ gmail.com

Résumé - Notre recherche s'intéresse à la notion d'appropriation de la perception tridimensionnelle et la création de l'image mentale chez les apprenants par l'utilisation des maquettes numériques dans l'apprentissage de la fonction "Transmission de mouvement par engrenages" pour les élèves de la 4ème année sciences technique.

En effet, nombreux sont les enseignants qui expriment leur inquiétude face aux difficultés que rencontrent les apprenants dans la compréhension des systèmes mécaniques de transmission de mouvement par engrenages et la lecture des dessins d'ensemble. Certains considèrent que les antécédents des apprenants 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 de l'élaboration est la cause principale d'un éventuel échec. D'autres vont jusqu'a mettre en cause le mode d'apprentissage qu'ils trouvent non adapté aux moyens offerts aujourd'hui.

Mots clés - TIC; résolution de problèmes; didactique; Perception tridimensionnelle; image mentale; représentations graphiques; maquettes numériques; lecture de plans; fonctionnement d'un mécanisme.

I. INTRODUCTION

Notre recherche s'intéresse à la notion d'appropriation de la perception tridimensionnelle et la création d'image mentale chez les apprenants par l'utilisation des maquettes numériques dans l'apprentissage du fonctionnement des mécanismes de transmission de mouvement par engrenages à partir d'un dessin représenté en 2D .

En effet, à la suite de la passation d'une enquête exploratoire (voir annexe), nombreux sont les enseignants qui expriment leur inquiétude face aux difficultés que rencontrent les apprenants dans la compréhension des systèmes mécaniques et la lecture des dessins d'ensemble. Certains considèrent que les antécédents des apprenants joue un rôle très l'échec ou important dans 1e succès l'apprentissage. D'autres trouvent dans le transfert technologique et l'acquisition des principes de base technologie, et surtout leur d'élaboration, est la cause principale d'un éventuel échec. D'autres vont jusqu'a mettre en cause le mode d'apprentissage qu'ils trouvent non adapté aux moyens offerts aujourd'hui.

Dans ce présent travail nous présenterons un essai de remédiation à ces difficultés. Pour l'élaboration de cet essai, nous avons adopté une méthode d'enseignement inspirées de la méthode de résolution des problèmes fondée sur quatre étapes :

- Prévision
- Confrontation
- Discussion
- Résolution

Dans ce projet de remédiation, les technologies de l'information et de la communication ont occupé une place de choix, plus

précisément les simulations modélisantes (maquettes numériques). Les premiers résultats expérimentaux issues de notre recherche ont montré le prévalu de notre méthode d'enseignement de la fonction transmission de mouvement par engrenages, par rapport aux méthodes classiques.

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

II 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 (Mabrouk 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. 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 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 crées 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 :

- Etudier les rapports aux savoirs enseignés et analyser les notions de visualisation ou d'imagination des objets dans l'espace ;
- 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 ;
- Réfléchir à la mise en place ultérieure d'une approche permettant une transposition didactique rétroactive ;
- 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.

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 difficultés niveau du des au calcul des caractéristiques de la transmission la comprehension du fonctionnement de mécanisme, à partir d'un dessin representé en (2D). Cette problématique nous a parmi de posées la question suivante:

■ 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 :

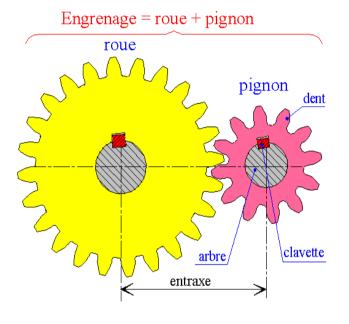
■ Le recours à un mécanisme représenté en trois dimensions (3D) et l'utilisation des maquettes numériques; les permette le passage mental des objets dans l'espace.

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.

III DEFINITION 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), figure 1

FIGURE 1



Un couple d'engrenage

IV ANALYSE DES PUBLCATIONS DIDACTIQUES QUI ONT UTILISE LA REPRESENTATION 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 mental de l'image dans l'espace.

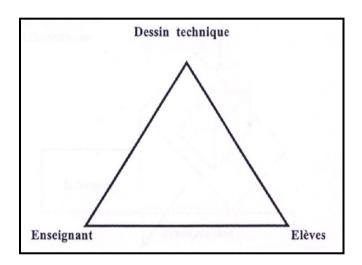
Dans cette optique, le dessin technique et plus particulièrement le plan d'ensemble est, « tout d'abord, une représentation à deux dimensions d'un objet industriel qui en a trois. Il est, ensuite, un langage codifié. Il est, aussi, un objet physique produit par des instrumente (gomme, calque, encre, 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 » (Q. Lavoisy, 2001)

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 2.

FIGURE 2



Le triangle didactique

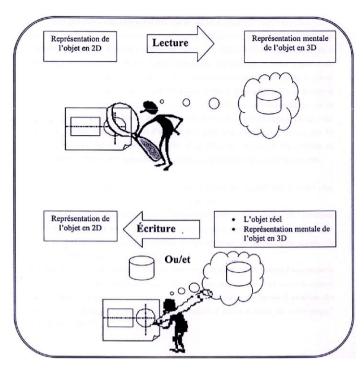
On constate que les recherches présentées sont regroupées suivant quatre approches :

- 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 l'enseignement à 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 crées 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 3,

FIGURE 3



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

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

V METHODOLOGIE

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 de transmission de mouvement par engrenages.

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 résolution des problèmes de transmission de mouvement par engrenage.

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.

Nous avons choisi comme moyen d'investigation pour notre recherche le questionnaire (test de connaissances). Nous posons aux apprenants une Ensuite technologique. question nous leur proposons, à trois phases différentes, trois représentations graphiques : "2D", "3D assemblée ombrée", "3D éclatée et ombrée". Nous cherchons à travers ce type de question de savoir laquelle des représentations graphiques aide l'apprenant à donner la bonne réponse.

En fin de cette série de tests, nous avons invité, individuellement, les apprenants à regarder une animation en 3D (montage/démontage) d'un mécanisme, et en leur a demander de donner leur avis, sur cette animation et sur la compréhension du fonctionnement du mécanisme.

VI RESULTAS

Les principales observations soulevées dans cette enquête exploratrice sont:

- La majorité des apprenants conceptualisent mal les éléments fondamentaux des notions de transmission de mouvement par engrenages.
- Les apprenants ne peuvent pas résoudre un problème de calcul de transmission par engrenage sans passage mental dans l'espace relatif à la compréhension du fonctionnement du mécanisme à partir d'un plan d'ensemble représenté en 2D.
- La modélisation des conceptions et des représentations des apprenants permet la compréhension des notions de la transmission de mouvement par engrenages.

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.

A l'issus de notre étude, deux grands thèmes ressortent :

- Les maquettes numériques présentent des avantages majeurs par rapport aux outils traditionnels de représentation graphique, et peuvent aider les apprenants dans la compréhension des systèmes mécaniques.
- ► Les maquettes numériques par leurs représentations complète et dynamique, contribuent à la création d'image mentale chez l'apprenant et de lui faciliter ainsi la lecture des dessins d'ensembles.

VII CONCLUSION

Nous pensons que tout mode d'apprentissage qui favorise la création d'images mentales est à privilégier. On pense aussi que l'aspect ludique des représentations et des animations 3D peut entretenir la motivation des apprenants, qui seront impressionné par la lecture d'une animation d'un système mécanique que par un dessin 2D très plat.

C'est tout le rôle que jouent les maquettes numériques dans notre système de formation. Nous devons élargir le champ d'application de ces maquettes. L'élaboration d'une maquette numérique demande beaucoup de temps. C'est pour cette raison que nous devons encourager la création d'équipes de travail pour se repartir les taches. Aussi il est nécessaire de créer une base de données pour collecter et partager le travail de ces équipes.

IIX REFERENCES

[1]-Ali J., (2015). L'impact de l'exploitation du modeleur volumique sur l'apprentissage de la construction mécanique. Thèse doctorat présentée à l'université de Tunis (I.S.E.F.C.)

[2]- Ben Romdhane K., Mami A., Bouraoui K., (2004). Contribution à l'enseignement/apprentissage de la lecture d'un plan d'ensemble. ISEFC, Bardo Tunis.

- [3]-- Cartonnet, Y. (1995). Un problème commun; la lecture d'un plan d'ensemble. In *technologies & formation*, N°66, pp. 20-25.
- [4]- Chevalier, A. (2004). guide du dessinateur industriel. Paris : hachette.
- [5]- **Deforge Y.** (1997). Quelques aperçus sur le rôle du dessin dans la conception et la réalisation d'objets, petits ou gros. *In Des techniques à la*

Technologie. Les publications de Montlignon. n° spécial, pp.51-55.

- [6]- Ginestie, J. (2008c). Une ballade entre plusieurs mondes réels, virtuels, modélisés, maquettisés In J. Ginestié, P. Leroux & P. Nonnon (Eds), Robotique pédagogique francophone (Vol. 9, pp. 43-56). Marseille: IUFM Aix-Marseille.
- [7]- Mabrouk M. (2012), Les conceptions et les difficultés des élèves concernant la « transmission de puissance par engrenages » . ISEFC, Bardo Tunis.
- [8]- Mabrouk M. (2016), Étude des difficultés rencontrées par les apprenants lors de l'enseignement apprentissage des concepts abstraits . Tunisie : ATUQUED
- [9]- Piaget, J., Inhelder, B. (1947). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Coll. «que sais-je? », Paris: PU.F.

[10]- SAADI. J., (2003). Les Conceptions et les Difficultés des Étudiants Concernant L'électrocinétique en Courant Alternatif Essai de Remédiation en Utilisant la Simulation Modélisante . Thèse doctorat présentée en cotutelle entre l'université de Lyon 1 (LIRDHIST) et l'université de Tunis (I.S.E.F.C.).

[11]-*Logiciel* :

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