

L'impact de l'exploitation du modèleur volumique sur l'apprentissage de la construction mécanique dans la section sciences techniques en Tunisie

ALI JARRAY^{1,2}, JACQUES GINESTIÉ²

¹ISEFC, Université Virtuelle de Tunis
Tunisie
Alijar2005@gmail.com

²Aix-Marseille Université
ENS Lyon, ADEF EA 4671, 13248, Marseille
France
jacques.ginestie@univ-amu.fr

RÉSUMÉ

L'objet de cet article est de présenter quelques éléments caractéristiques d'une étude de thèse conduite en Tunisie afin d'améliorer la compréhension du processus d'acquisition de compétences la représentation des solutions technologiques en génie mécanique. L'enseignement de la conception mécanique s'appuie sur la manipulation d'objets en trois dimensions. Pour autant, les objets ou mécanismes ainsi représentés restent limités à de simples outils de présentation, de démonstration ou de manipulation. Les objets techniques représentés par le modèleur 3D pourraient jouer un rôle particulier avec un changement de statut passant de celui d'outil organisant l'activité pédagogique de l'enseignant à celui d'instrument utilisé par l'élève pour résoudre le problème qui lui est posé.

MOTS-CLÉS

Tâche d'apprentissage, activité d'apprentissage, outil, instrument, analyse de la tâche, modèleur 3D

ABSTRACT

The purpose of this paper is to present some characteristic elements of a study conducted in Tunisia. The study was conducted to better understand the acquisition process of competencies in the design and representations of technological solutions in mechanical engineering. The teaching of mechanical design relies heavily on manipulating 3D objects. Nonetheless, the represented objects or mechanisms are just presentation or demonstration tools. They are used in new approaches to learning situations based on problem solving to seek possible solutions but their use to retain the most suited solutions to the specifications remains limited. The use of 3D modelling software to represent 3D objects gives learners the ability to conceive a range of new solutions. Creativity and the number of solutions to a problem in mechanical engineering depend heavily on the exploitation of a 3D modelling software that changes the use of a simple tool into an instrument that makes the learner autonomous and able to evaluate his own production. Teaching can lead to employment, dignity and trust only when there is a synergy between school and industry. Therefore, all the stakeholders have to adhere to ensure success, which is for the benefit of everyone.

KEYWORDS

Learning task, learning activity simple tool, instrument, learner autonomous, 3D modelling objects, task analysis

INTRODUCTION

L'enseignement du génie mécanique en classe terminale, section Sciences Techniques en Tunisie se déroule dans des laboratoires de technologie équipés d'environ 10 postes informatiques. Chaque poste met à disposition des élèves un logiciel de modélisation en trois dimensions (modèleur 3D) et ce dès la 3^e année d'enseignement secondaire jusqu'en terminale. L'enseignement de conception mécanique s'appuie largement sur la manipulation d'objets en trois dimensions. Pour autant, les objets (Ginestié, 1998) ou mécanismes ainsi représentés restent limités à de simples outils de présentation, de démonstration ou de manipulation; leur utilisation dans le cadre de nouvelles approches de situations d'apprentissage fondées sur la résolution de problèmes laquelle permet d'envisager plusieurs solutions possibles pour retenir la solution optimale, à savoir celle qui intègre le mieux les contraintes liées au cahier des charges est plutôt limitée. Ces possibilités permettraient de développer des stratégies d'apprentissage plus ouvertes, fondées sur la recherche de solutions et permettant à l'élève de s'autoévaluer, tout en réduisant le guidage procédural de l'enseignant et son rôle d'évaluateur normatif. Le modèleur 3D pourrait ainsi jouer un rôle d'outil organisant l'activité pédagogique destinée à l'élève et grâce à laquelle il apprend à résoudre le problème qui lui est posé.

Ce problème est souvent lié à la recherche et à la représentation d'une ou de plusieurs solutions technologiques correspondant à un objet ou à un système technique. Servant à la résolution de problème, elle est plus conforme aux rôles sociaux en usage dans l'industrie et donc plus proche des attentes de ce secteur professionnel quant aux compétences que ces futurs professionnels doivent acquérir au cours de leur formation. Cet article présente une étude menée en Tunisie et destinée à améliorer la compréhension de ce processus d'acquisition de compétences dans l'enseignement-apprentissage de la technologie en section Sciences techniques, et ce, en exploitant la réalité virtuelle fournie par l'outil informatique. La notion de réalité virtuelle est une construction issue des TIC et dans laquelle le graphisme notamment est utilisé pour créer un environnement qui duplique une réalité. La plupart des domaines de la vie courante n'échappent pas à ces modèles de représentation qui connaissent de multiples usages ; mais en ce qui concerne l'éducation, ils peuvent servir à mieux appréhender l'apprentissage des phénomènes, concepts, faits et objets variables dans l'espace et /ou dans le temps, surtout quand ils ne peuvent pas rentrer dans la classe. De ce fait, le modèleur 3D pourra avoir aussi des conséquences didactiques en faveur de l'enseignement-apprentissage. Il pourrait former un rôle de lien cognitif entre, d'une part, la réalité et le virtuel, et d'autre part, entre les représentations en 2D et celles en 3D. Ce medium pourrait devenir un outil très efficace pour remédier aux difficultés que les apprenants éprouvent face aux représentations graphiques et à l'analyse du fonctionnement des mécanismes mis en œuvre dans les enseignements du génie mécanique en classe de sciences techniques. Notre recherche a une portée exploratoire vise à faire évoluer les pratiques enseignantes afin qu'elles proposent des situations problèmes ouvertes, rendues possibles par les applications actuelles liées au modèleur 3D qui devraient permettre d'améliorer les apprentissages des élèves.

CADRE DE L'ÉTUDE

L'enseignement de la représentation graphique en génie mécanique

L'enseignement du dessin technique en 2D tel qu'il apparaît traditionnellement dans les domaines de la construction mécanique devient obsolète face au développement des TIC appliquées à la construction industrielle. L'usage des modeleurs volumiques 3D consacre l'avènement de la réalité virtuelle et offre aux apprenants l'accès à des environnements 3D (Mellet-d'Huart, 2004; Bascoul, 2007), ces développements bousculent les méthodes d'apprentissage du dessin technique. Historiquement, il y a un lien fort dans le processus de conception industrielle d'un objet entre les différents modes de représentation de cet objet qui n'existe pas a priori matériellement, et qui reste à fabriquer. En effet, ces représentations se font selon deux registres principaux : en 2D à travers les règles et normes du dessin technique et en 3D au travers d'objets virtuels construits grâce aux systèmes informatiques des modeleurs.

Il s'agit donc de comprendre si ces liens qui existent historiquement dans les fondements de la construction mécanique moderne sont prégnants dans les habitudes des enseignants de génie mécanique et ont un impact sur les logiques d'apprentissage des élèves. Dans ce cadre nous cherchons si la conservation d'un passage par le dessin technique en 2D (avec ses règles et ses normes) par les enseignants de génie mécanique pourrait constituer un obstacle à l'apprentissage des élèves de sections sciences techniques. De la même façon est ce que les organisations scolaires traditionnelles mises en œuvre par les enseignants à propos du dessin technique en 2D induiraient-elles un guidage conduisant les élèves vers une solution prédéfinie, limitant ainsi les potentialités d'investigation d'autres solutions possibles. Enfin si les organisations pédagogiques fondées sur l'utilisation des modeleurs 3D sont construites autour de problèmes ouverts¹ (Arsac & Mante, 2007) cela signifie-t-il que les élèves seraient amenés à investiguer plusieurs solutions possibles à un même problème de conception mécanique. Notre recherche a une portée exploratoire visant à faire évoluer les pratiques enseignantes afin qu'elles proposent des situations problèmes ouvertes, rendues possibles par les applications actuelles du modeleur 3D celles-ci devraient permettre d'améliorer les apprentissages des élèves.

La tâche sous la forme du modèle actuel de l'enseignement de la technologie en Tunisie

Dans notre cas, et pendant son apprentissage et sa recherche de solutions constructives pour un problème de conception en mécanique, l'élève de 4^e année en Sciences Techniques n'établit pas une relation cognitive se donnant ainsi une capacité d'action pour atteindre un but et s'organiser pendant la tâche, mais il suit le cheminement proposé par son enseignant. Le modèle ci-après représente le cheminement des actions de l'apprenant pour réaliser une activité de recherche et la représentation de solutions technologiques en conception mécanique. L'apprenant ne sent aucune action de déséquilibre tout au long de la tâche qu'il réalise. Il réalise son activité en parfaite monotonie et en toute linéarité.

Nous remarquons que, dans cette itérative, il est souvent fait appel à une intervention de guidage par l'enseignant, ce qui se traduit, d'une part, par la recherche de « la solution » au problème posé et d'autre part, par l'évaluation, qui se fait toujours par l'enseignant. Ce que nous proposons de mettre en place, c'est un modèle où l'outil « modeleur 3D » participe à

¹ Un problème ouvert c'est un problème dont l'objectif est de permettre aux élèves de s'engager dans une démarche scientifique : Essayer, conjecturer, tester, prouver.

donner plus d'autonomie à l'apprenant pendant la recherche des solutions. On peut alors créer une boucle, favorisant même l'autoévaluation. De ce fait, nous proposons le modèle présenté dans la figure 2 suivante.

La tâche sous la forme du modèle intégrant le modèleur 3D dans l'enseignement de la technologie en Tunisie

Dans notre étude nous avons identifié tous les composants d'une tâche et nous avons établi les critères et les indicateurs pour l'analyse de chacun d'eux. Chaque indicateur mesure directement, à l'issue d'une activité d'apprentissage de la conception mécanique, le processus, les degrés d'atteinte des objectifs, et les éléments qui participent au guidage de l'activité, partant de la préparation de la tâche jusqu'à son accomplissement. Il existe plusieurs types d'indicateurs : les indicateurs des résultats finaux, des résultats intermédiaires, les indicateurs liés aux registres cognitifs ou social. Ceux liés à la démarche procédurale lors de la réalisation de l'activité, et ceux liés à la présentation des documents et à leur clarté. Nous donnons comme exemples les indicateurs liés aux deux premiers composants de la tâche : la pré-tâche et les contenus et ressources qui permettent de la commencer. Ce tableau est construit en se basant sur les composants d'une tâche d'enseignement/apprentissage cités dans le programme officiel² de la section Sciences Techniques et une étude d'analyse des indicateurs et de leurs éléments selon deux registres : social (usage sociale de l'objet technique) (Ginestié, 2009a) et cognitif (éléments du savoir).

TABLEAU 1

Les indicateurs des composantes de la tâche selon différents registres

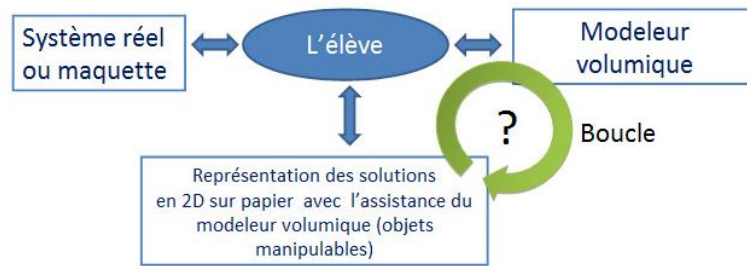
Composants de la tâche	Indicateurs	Éléments de l'indicateur	Registres
1. Pré-tâche	- Mise en situation - Vérification des prérequis	- L'enseignant tient-il compte des conceptions des élèves ? - Le problème est-il posé ? - Les prérequis des élèves sont-ils indiqués ?	Social
2. Contenus et ressources (dossier technique, dossier réponse, extraits de normes...)	Présence de toute l'information nécessaire	Descriptions, documents graphiques en 2D ou en 3D, directives, matériel à exploiter, etc.	Social et cognitif
	Les documents sont complets	La tâche fait-elle appel à d'autres sources que l'enseignant et le manuel scolaire (observation, ouvrages de référence, matériel didactique, autres élèves, source extérieure à la classe).	Social

Position de l'outil modèleur 3D dans l'environnement d'apprentissage de l'élève

La figure ci-dessous, que nous avons construit nous-mêmes, montre la boucle à créer en présence de l'outil modèleur 3D et la recherche des solutions au travers desquelles cet outil peut accéder au statut d'instrument

² Programmes officiels section Sciences Techniques en Tunisie 2008

FIGURE 1

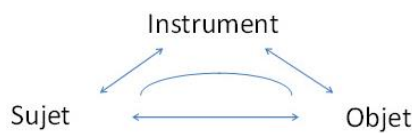


Environnement d'apprentissage et ajout de la boucle donnée par le modeleur volumique

Relation : élève (sujet) – objet technique (système technique)

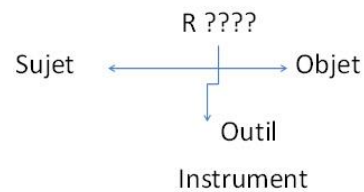
Le modèle SAI (situation d'activité instrumentale) (Vérillon & Rabardel, 1995) représenté dans la fig. 2, montre qu'il y a une relation à trois pôles : le sujet, l'objet et l'instrument. Cette relation a été mise en évidence par Ginestié (2009b) voir fig. 3

FIGURE 2



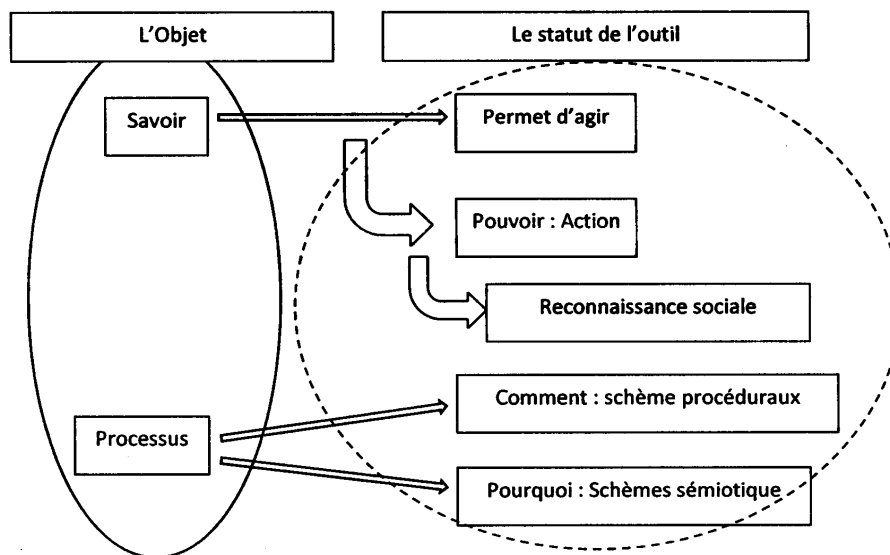
Le modèle SAI

FIGURE 3



Modèle SAI (Vérillon & Rabardel, 1995) ; Relation Sujet-Objet (Ginestié, 2009b)

FIGURE 4



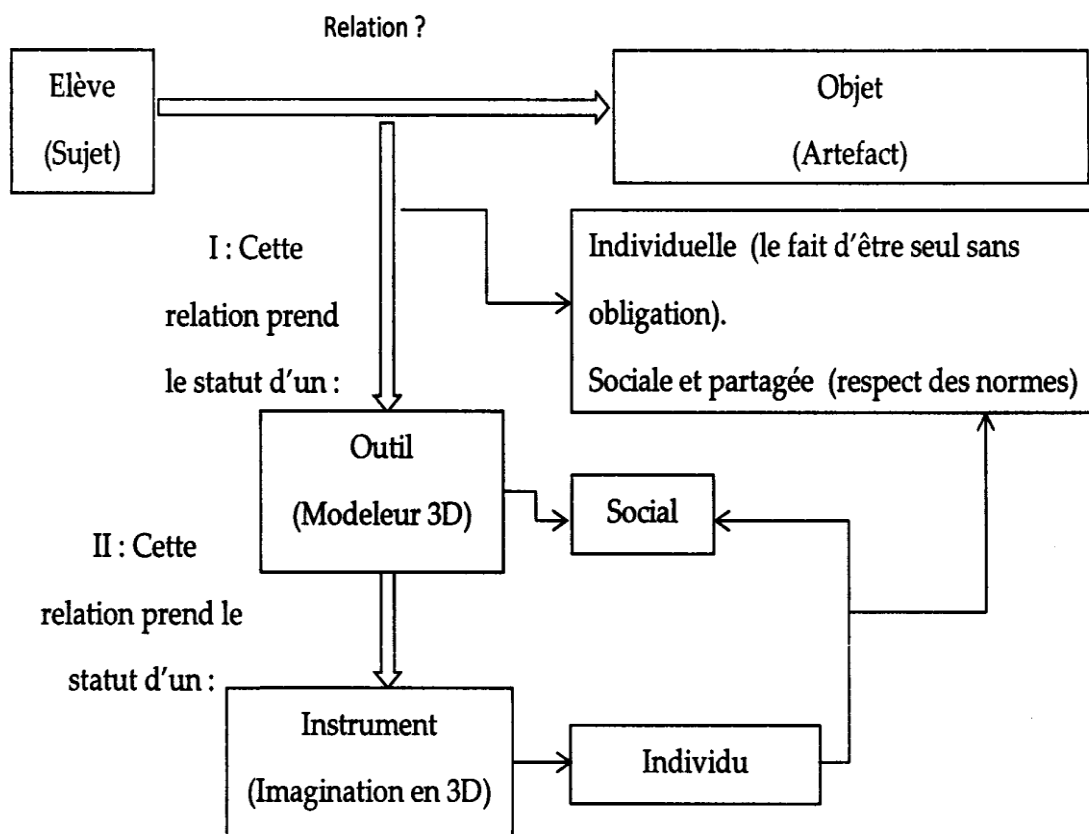
Nature de l'outil où l'objet prend le statut de l'outil

Pour adapter cette relation à notre situation qui part de la représentation à l'aide du modeleur 3D comme outil de CAO-DAO avec son propre statut social il faut en l'intégrant dans la tâche, le traiter comme un instrument permettant à l'élève de trouver plusieurs solutions au

problème qui lui est posé. Cette relation nous permet dès lors de favoriser les apprentissages et surtout la recherche de solutions à un problème posé en génie mécanique. Les figures 4 et 5, que nous avons construites d'après ce que renferme l'objet comme étant savoir et processus, et son statut dans l'activité, montrent les détails de cette relation lorsqu'il occupe le statut d'outil et lorsqu'il se transforme en instrument.

Dans la figure ci-après nous avons représenté ce que signifie la relation élève/objet technique, qui prend au début le statut d'un simple outil, puis le statut d'un instrument.

FIGURE 5



Nature de la relation élève/objet

MÉTHODOLOGIE

Notre méthodologie repose essentiellement sur les indicateurs qui ont été retenus pour chaque tâche afin de répondre à la question posée pour notre, à savoir quel est l'impact du modelleur volumique sur l'apprentissage des élèves de la section Sciences techniques. Nous allons considérer les différents types d'indicateurs qui mesurent directement, à l'issue d'une activité d'apprentissage de la conception mécanique, le processus, les degrés d'atteinte des objectifs, et les éléments qui participent au guidage de l'activité, partant de la préparation de la tâche jusqu'à l'accomplissement de cette dernière. Il existe plusieurs types d'indicateurs qui sont liés, soit aux registres cognitif et social, soit à la démarche procédurale et aux résultats, tant intermédiaires que finaux, des points de vue de l'exactitude, de la validité, de la pertinence et de la présentation des documents réponses, ainsi que de leur clarté.

Tous ces indicateurs se situent dans les deux registres cognitif et social, vu que le résultat final est lié à la production des élèves qui peut être, exacte, pertinente valide... et l'appréciation de la solution en elle-même qui peut être originale, créative optimale. Chaque groupe d'indicateurs est lié à une des composantes de la tâche. Nous avons pris en considération, dans un premier lieu, ce que l'élève peut produire dans sa solution sur le plan de l'exactitude, quand il s'agit de concevoir des composants respectant la norme en vigueur du point de vue des dimensions, des ajustements et des conditions de fonctionnement (jeu fonctionnel, réglage de jeu...). Dans un second lieu, nous avons considéré la validité, c'est-à-dire lorsque le produit ou un de ses composants est conforme aux spécifications mentionnées dans le cahier des charges lorsqu'il est placé dans son environnement. Dans un troisième lieu, nous sommes soucieux de l'originalité qui doit s'apprécier comme une marque de création et dans notre cas de conception mécanique, il s'agit du fait de concevoir une solution qui réponde à tous les critères de pertinence vis-à-vis du cahier des charges et représente une solution optimale dans le domaine. Dans un quatrième temps nous avons vérifié, la pertinence, qui est la qualité de ce qui est pertinent, logique et parfaitement approprié.

Notre expérimentation se fonde essentiellement sur la réalisation d'une activité tirée du manuel d'activités scolaire des classes terminales en section Sciences Techniques en Tunisie. Cette activité présente à l'élève une situation problème où il s'agit de trouver plusieurs solutions technologiques à un guidage de rotation d'un arbre tournant sur deux roulements à billes. Les efforts axiaux sont faibles, il suffit donc de positionner les roulements par rapport à l'arbre ensuite réaliser la liaison pivot avec le moyeu. Ceci permet à l'élève de prévoir plusieurs solutions (six solutions sont possibles selon les positions des dispositifs d'arrêts en translation qui seront répartis sur l'arbre et sur le moyeu). Puis, la même activité a été réalisée par ces quatre enseignants et par 113 élèves de 4 classes différentes appartenant à 4 lycées éloignés l'un de l'autre dans le commissariat régional de Tataouine (sud tunisien). Les 113 élèves l'ont réalisée sans utiliser le modelleur 3D. Parmi ces élèves, six d'entre eux ont été repérés par leur enseignant (deux bons éléments, deux moyens et deux très moyens d'après leurs évaluations scolaires en mécanique au 1^e et au 2^e trimestre). Ces six élèves ont réalisé le même travail mais en présence du modelleur 3D, qu'ils ont appris à utiliser l'année précédente. Nous avons recueilli les documents réponses des enseignants, des 113 élèves et des six élèves. Une interview a été réalisée auprès des élèves avant et après la réalisation de l'activité pour voir ce qui a changé pour eux.

La tâche principale de l'activité proposée aux élèves consiste à chercher plusieurs solutions constructives pour réaliser une liaison pivot (guidage en rotation) d'un arbre avec un moyeu fixe. Cette recherche de solutions est divisée en quatre sous tâches qui représentent la recherche de solutions dès l'identification du cas du mécanisme, le schéma technologique de la solution selon plusieurs configurations, la justification de chaque proposition et la représentation de trois solutions retenues. Il est à signaler que chacune des sous-tâches comporte un certain nombre de difficultés Pour l'ensemble des solutions supposées possibles et les critères qui sont considérés dans l'analyse de la tâche nous ont amené à déterminer quatre niveaux (N1, N2, N3 et N4) à considérer lors de l'analyse des résultats de l'activité réalisée par les élèves. La classification de ces quatre niveaux est faite selon ce que l'élève peut faire comme suite d'actions servant de moyens pour atteindre la ou les solution(s) qui sont les schèmes procéduraux (SP), et l'ancrage social des schèmes (Piaget, 1975), généraux et des schèmes sémiotiques (SS). Ce tableau est obtenu suite à une analyse réalisée dans une recherche de mastère dans le même sujet et concernant les copies des élèves produites lors de l'examen de baccalauréat tunisien en section Sciences Techniques (Jarray, 2009). Les erreurs trouvées du types représentation graphique (Fassina & Petit, 1968) et du type raisonnement et analyse.

Ce qui donne :

TABLEAU 2

Les niveaux selon ce que les élèves mobilisent pendant les activités d'apprentissage

Niveau 4	Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
Schèmes procéduraux bien développés et schémas sémiotiques bien développés : $N4 = SP^+ + SS^+$	Schèmes procéduraux développés et schémas sémiotiques développés : $N3 = SP + SS$	Schèmes procéduraux non développés et schémas sémiotiques non développés : $N2 = SP^- + SS^-$	Aucun Schème procédural et aucun schéma sémiotique : $N1 = \varnothing$ (\varnothing ensemble vide)

RECUEIL ET ANALYSE DES DONNÉES

Résultats par sous-tâche

Nous avons obtenu pour les quatre enseignants et pour chacune des sous-tâches ST1, ST2, ST3 et ST4 les tableaux suivants, qui présentent le nombre des élèves ayant réussi à répondre à la question posée dans chaque sous-tâche ST

Sous-tâche ST1

TABLEAU 3

Nombre d'élèves pour la sous tâche ST1 pour chaque enseignant et pour chaque niveau

ST1	N4	N3	N2	N1
E1	4	15	8	2
E2	8	10	5	7
E3	4	8	7	5
E4	4	12	8	6

Ce tableau relatif à la sous-tâche ST1 montre que l'enseignant (E2) est celui qui a eu le plus grand nombre d'élèves à avoir atteint le niveau N4. Par contre, pour les trois autres enseignants, leurs élèves en sont restés pour la plupart aux niveaux N2 et N3, la majorité étant de niveau N3. Ces résultats montrent qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les variables. En effet, X^2 calculé est inférieur à X^2 théorique, pour un $p=0.01$ et $dll=9$. Ceci est dû au type de ST, qui fait appel généralement à la culture technologique, laquelle manque souvent chez les élèves, alors que le niveau des enseignants n'influe pas sur celui des élèves.

Sous-tâche ST2

TABLEAU 4

Nombre d'élèves pour la sous-tâche ST2, pour chaque enseignant et pour chaque niveau

ST2	N4	N3	N2	N1
E1	2	11	10	6
E2	1	17	9	3
E3		12	10	2
E4		4	17	9

Ce tableau relatif à la sous-tâche ST2 montre qu'aucun élève des deux enseignants E3 et E4 n'a dépassé le niveau N3, par contre, pour E2 et E1, ils ont respectivement 1 et 2 élèves qui ont atteint le niveau N4 dans leurs réponses. L'enseignant E4 a eu plus d'élèves du niveau N1 et N2 que pour les autres niveaux. Ces résultats montrent qu'il y a une différence statistiquement significative entre les variables niveau des élèves et niveaux des enseignants. En effet, X^2 calculé = 19.549 est supérieur à X^2 théorique = 16.918, pour un $p= 0.05$ et $dll = 9$.

Sous-tâche ST3

TABLEAU 5

Nombre d'élèves pour la sous-tâche ST3 pour chaque enseignant et pour chaque niveau

ST3	N4	N3	N2	N1
E1	0	3	11	15
E2	6	5	10	9
E3	2	6	5	11
E4	5	12	3	10

Ce tableau, relatif à la sous-tâche ST3, laquelle a pour but de trouver le maximum de solutions sous forme de schéma, montre que pour les trois enseignants E1, E2 et E3, la plupart des élèves ayant atteint le niveau N2, seul l'enseignant E4 a un nombre acceptable d'élèves a atteint le niveau N3. Ces résultats montrent qu'il n'y pas de différence statistiquement significative entre les variables niveau des élèves et niveaux des enseignants. En effet, X^2 calculé = 15.181 est supérieur à X^2 théorique = 16.918, pour un $p= 0.05$ et $dll = 9$.

Sous tâche ST4

TABLEAU 6

Nombre d'élèves pour la sous-tâche ST4 pour chaque enseignant et pour chaque niveau

ST4	N4	N3	N2	N1
E1	0	1	12	16
E2	0	6	13	11
E3	1	3	5	15
E4	2	6	14	8

Ce tableau relatif à la sous tâche ST4 montre qu'un grand nombre des élèves sont restés entre les niveaux N1 et N2, or c'est dans cette sous tâche qu'il était demandé de trouver le maximum de solutions. Ceci démontre bien que la plupart des élèves restent attachés aux solutions données par leurs enseignants, qui sont à la fois basiques et classiques. Ces résultats montrent qu'il y a une différence statistiquement significative entre les variables niveau des élèves et niveau des enseignants. En effet, X^2 calculé = 20.242 est supérieur à X^2 théorique = 16.919, pour un $p= 0.05$ et $dll = 9$.

Résultats pour la stratégie globale (ST1+ST2+ST3+ST4)**TABLEAU 7***Nombre d'élèves pour les quatre sous-tâches (ST), pour chaque niveau (N)*

	N4	N3	N2	N1
ST1	20	45	28	20
ST2	3	44	46	20
ST3	12	26	29	35
ST4	3	16	44	40

Ce tableau relatif à la stratégie globale montre qu'un grand nombre d'élèves des quatre enseignants reste concentré entre les niveaux N3 et N4 pour les sous tâches ST1 et ST2 et entre les niveaux N1 et N2 pour les ST3 et ST4. Ceci montre que, pour la recherche d'un plus grand nombre possible de solutions, soit sous forme de schéma, soit par représentation graphique, on en reste aux niveaux N1 et N2. Ces résultats montrent qu'il y a une différence statistiquement significative entre les variables niveau des élèves et sous-tâches. En effet, X^2 calculé = 56,657 est supérieur à X^2 théorique = 16.918, pour un $p= 0.05$ et $dll = 9$. Les niveaux atteints par les élèves sont influencés par le type de sous-tâche qu'ils réalisent, si la sous-tâche demande une mobilisation des schèmes procéduraux et des schémas sémiotiques, les élèves éprouvent des difficultés à les réaliser. Pour la stratégie globale le tableau ci-dessus montre qu'un plus grand nombre d'élèves des quatre enseignants se concentrent entre les niveaux N3 et N4 pour les sous-tâches ST1 et ST2 et entre les niveaux N1 et N2 pour les ST3 et ST4. Ceci montre aussi que, pour la recherche d'un maximum de solutions, soit sous forme de schémas, soit de représentations graphiques, la majorité des élèves en sont restés aux niveaux N1 et N2. Ceci confirme bien notre seconde hypothèse, qui suppose que les enseignants influent sur l'apprentissage de leurs élèves par un guidage qui les amène vers des solutions prédéfinies, limitant ainsi les potentialités d'investigation en vue d'autres solutions possibles.

Ceci affirme, pour chacun des résultats précédents, que la conservation d'un passage par le dessin technique en 2D (avec ses règles et ses normes) par les enseignants de mécanique semble constituer un obstacle à l'apprentissage des élèves de sections Sciences Techniques. Cela renforce notre hypothèse selon laquelle les organismes scolaire traditionnelles mises en œuvre par les enseignants à propos du dessin techniques en 2D induiraient un guidage incitant les élèves à aller vers une solution prédéfinie, limitant ainsi les potentialités d'investigation d'autres solutions possibles.

ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS EN PRÉSENCE DU MODELEUR 3D

Cette expérience relève d'une étude qualitative. La même activité a été proposée à 6 élèves repérés précédemment par leurs enseignants. La même analyse a été reprise avec les mêmes critères pour identifier le niveau de chaque élève. Pendant la réalisation de l'activité, nous avons repérés beaucoup de va-et-vient des élèves entre le poste de travail et le micro-ordinateur équipés du modelleur 3D mis à leur disposition. Il y a eu une forte amélioration dans la recherche de solutions. Quatre parmi les six élèves ont trouvé entre 5 et 6 solutions, ce qui prouve l'atteinte du niveau N4. Seulement deux élèves sont restés entre le niveau N2 et

N3. Lors de l'interview réalisée avec l'un des six élèves, nous lui avons demandé s'il y avait une grande différence dans le nombre de solutions justes présentes dans ses réponses pendant la première et la deuxième réalisation de l'activité. Suite à une série d'entretiens intégralement retranscrits, nous proposons les réponses de trois élèves parmi les trois petits groupes d'élèves qui ont participé à la seconde expérimentation : Ces réponses sont obtenues suite à une grille d'entretien préalablement préparée et qui renferme essentiellement une comparaison en nombre de solutions entre la première la deuxième expérimentation. Ces élèves ont été sélectionnés selon deux critères : le nombre maximum de solutions proposées dans la première expérience (6, 5 ou 4 solutions) et le nombre de solutions correctes retenues par l'élève lui-même après l'exploitation du modèleur 3D (1, 2 ou 3 solutions).

Réponse élève 1 : « *J'ai proposé 5 solutions mais je ne sais pas si elles sont toutes justes ou non* », « *...oui pour la deuxième, j'ai pu représenter des solutions justes en les vérifiant à l'aide du modèleur volumique...* ».

Réponse élève 2 : « *J'ai proposé 6 solutions pour le schéma la première fois et je me suis rendu compte que parmi les 6, il y en avait 2 répétées et 2 fausses...* ».

Réponse élève 3 : « *...4 solutions la première fois* », « *... j'ai rectifié mon travail à l'aide de ce que m'a donné le logiciel et il ne m'en restait que 3...* », « *... avant on dessinait la solution sans qu'on possède un outil de vérification c'est le prof qui passe nous dire que c'est faux ou c'est juste...* ».

CONCLUSION, DISCUSSION ET PERSPECTIVE

En conclusion de notre travail de recherche, nous mettons en évidence l'impact de l'outil informatique en particulier du modèleur 3D sur l'enseignement-apprentissage de la conception en génie mécanique en section Sciences techniques en Tunisie et nous ouvrons sur des perspectives de prolongement. Ce travail a permis l'étude de la tâche proposée par l'enseignant en se basant sur les programmes officiels et les contenus des manuels scolaires puis l'analyse de l'activité des élèves lorsqu'ils sont confrontés à des situations de résolution de problèmes (Ginestié, 2005) de conception dans le cadre de l'enseignement de la technologie au secondaire et plus précisément dans la section Sciences techniques. Notre première étude aboutit à l'identification des niveaux des enseignants vis-à-vis des mêmes activités proposées à leurs élèves. Nous avons, ensuite analysé les productions des élèves pour quatre activités qui leur ont été proposées en vue de chercher une ou plusieurs solution(s) constructive(s) relative(s) au mécanisme d'un système ou d'un sous-système ou d'un objet technique. A partir des résultats obtenus, nous nous sommes centrés sur le rôle du modèleur volumique dans la recherche de solutions technologique et leurs représentations graphiques. Les conclusions de ce travail porte sur le fait qu'il est important de penser à l'intégration du modèleur 3D dans toutes les activités de recherche et de représentation de solutions technologique pour favoriser le processus de recherche de solutions. Précisément, il s'agit de trouver davantage que la solution qui est souvent proposée, soit par l'enseignant, soit au sein des manuels scolaires.

Nos résultats confirment notre hypothèse selon laquelle des organisations scolaires fondées sur l'utilisation des modèleurs 3D et construites autour de problèmes ouverts conduiraient les élèves à investiguer plusieurs solutions possibles face à un même problème de conception mécanique. À ce titre, le modèleur volumique s'impose dans le processus de l'enseignement-apprentissage dans la conception des objets techniques, des sous-systèmes ou systèmes techniques. L'utilisation de l'outil modèleur 3D pour la représentation des objets en trois dimensions donne à l'élève une capacité d'élaboration de plusieurs solutions nouvelles et variées. L'élève se trouve dans une situation d'autoévaluation, sans faire appel à son

enseignant qui paraît souvent le seul à même d'évaluer le travail de son élève et qui en outre, le guide à la solution qu'il a supposée juste, limitant ainsi son investigation et donc sa créativité. Contrairement à ce que l'on croit souvent, à savoir que les enseignants sont des experts pour réaliser une activité proposée dans les manuels scolaires, il apparaît que ce n'est pas toujours le cas : il y en a parmi eux qui se limitent à des solutions dites classiques et basiques. Ceci pourrait induire une limitation dans le nombre de solutions d'un problème technologique de génie mécanique. La créativité et le nombre de solutions à un problème posé en génie mécanique reposent sur l'exploitation du modèleur 3D, qui fait passer l'objet conçu par les élèves d'un simple outil à un instrument (Rabardel, 1995), et qui donne à l'élève une autonomie pendant son apprentissage et pendant l'évaluation de sa production. Les résultats semblent encourageants tant pour la recherche que pour l'évolution de la discipline. Il conviendrait, par exemple, de vérifier le degré d'engagement des enseignants concernés en faveur de ce nouvel instrument d'apprentissage. L'on pourrait également investiguer du côté des entreprises et voir quelles sont les compétences demandées sur le marché de l'emploi dans ce domaine. L'enseignement ne peut mener à l'emploi, à la dignité et à la confiance que lorsqu'il existe une synergie de fait entre l'école et l'industrie. Il ne peut donc être que bénéfique de voir tous les acteurs du milieu scolaire s'y engager : il y va, en somme, de l'intérêt de tous. Cela vaut donc la peine de vérifier si les enseignants s'engagent réellement à favoriser l'exploitation de cet outil en son nouveau statut et à le lier davantage à l'industrie où à l'investigation, de manière à développer la créativité et l'optimisation des solutions technologiques.

RÉFÉRENCES

- Arsac, G., & Mante, M. (2007). *Les pratiques du problème ouvert*. Lyon: CRDP Académie de Lyon.
- Bascoul, C. (2007). *L'esquisse virtuelle en conception mécanique*. Thèse de doctorat en génie mécanique, IFMA, Clermont-Ferrand, France.
- Fassina, A., & Petit, R. (1968). Les erreurs de lecture en dessin industriel. *Bulletin du CERP*, 18(1), 1-11.
- Ginestié, J. (1998). L'objet, l'homme et l'enfant, Quelques éléments pour une éducation technologique. *Clés à venir*, 16, Nancy: CRDP Nancy-Metz.
- Ginestié, J. (2005). Résolution de problèmes en éducation technologique. *Éducation Technologique*, 28, 23-34.
- Ginestié, J. (2009a). *Mode d'organisation sociale des connaissances scolaires et processus d'enseignement apprentissage en éducation technologique*. Paper presented at the Congrès de la recherche en didactique des disciplines scientifiques et techniques, Tunis, Tunisie.
- Ginestié, J. (2009b). *Des références pour les savoirs aux savoirs de référence*. Paper presented at the *International science and technology education conference: what is new in EXAO?* Kaslik, Liban.
- Jarray, A. (2009). *L'apport de l'utilisation du simulateur lors de la représentation graphique d'un guidage en rotation par des roulements à billes*. Mastère de recherche, ISEFC, Université Virtuelle de Tunis, Tunisie.
- Mellet-D'Huart, D. (2004). *De l'intention à l'attention. Contributions à une démarche de conception d'environnements virtuels pour apprendre à partir d'un modèle de l'(én) action*. Thèse de doctorat, université du Maine, Le Mans, France.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin.

Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitive*. Paris: PUF.

Vérillon, P., & Rabardel, P. (1995) Cognition and Artifacts: A contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European Journal of Psychology of Education*, 10(1), 77-101