



LOGICIEL DE SIMULATION " DYNAMIC" ET APPRENTISSAGE DE LA MECANIQUE NEWTONNIENNE EN DEUXIEME ANNEE BACCALAUREAT

| El Hassan El HASSOUNY¹ | Fatiha KADDARI¹ | Abdelrhani ELACHQAR¹ | and | Issam Habibi¹ |

¹. Laboratoire de Didactique d'Innovation Pédagogique et Curriculaire – LADIPEC | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz | Université Sidi Mohamed Ben Abdellah BP 1796 Fès-Atlas | Fès | Maroc |

|Received | 06 May 2016|

|Accepted | 08 May 2016|

|Published 21 May 2016 |

RESUME

Contexte: L'hypothèse à l'origine de ce travail est que la passion des élèves pour la technologie peut aider à améliorer l'apprentissage. L'accent a été mis sur des notions en mécanique qui, selon la recherche bibliographique effectuée, constituaient des obstacles entravant l'apprentissage. **Objectives:** Nous avons donc élaboré des séquences d'apprentissage sous forme de travaux pratiques intégrant le logiciel Dynamic. **Méthodes:** L'expérimentation a été menée auprès de deux groupes de 15 élèves chacun. Le premier groupe témoin ayant eu un enseignement traditionnel. En revanche, le second groupe qui est le groupe expérimental a travaillé avec le logiciel Dynamic. **Résultats:** La comparaison des données via les outils statistiques pour des échantillons à nombre réduit a permis d'avoir un aperçu sur l'impact des Technologie d'Information et de Communication (TIC) en classe de sciences physiques. **Conclusions:** l'usage de la simulation informatique produit d'une part un effet positif sur la compréhension des élèves de niveau 2ème année baccalauréat option sciences physique des concepts de base de mécanique et d'autre part, il favorisent leurs motivation.

Mot clés : *simulation, motivation, mécanique, compréhension.*

ABSTRACT

Background: The hypothesis of this work is that students' passion for technology can help improve learning. Emphasis was placed on concepts in mechanics, according to the literature search performed, constituted obstacles to erudition. **Objectives:** we have developed training sequences in the form of practical work integrating the software Dynamic. **Methods:** The experiment was conducted with two groups of 15 students each. The first group Witness had a traditional education. In contrast, the second group is the experimental group who worked with the Dynamic software. **Results:** the Comparison of data through statistical tools for small number in samples, allowed having an overview on the impact of Information and Communication Technology (ICT) in physics' class. **Conclusions:** On the one hand, the use of computer simulation has a positive effect on the understanding of basic concepts mainly for 2nd year baccalaureate students of physical sciences option mechanics. On the other hand, it promotes their motivation.

Key word: *simulation, motivation, mechanical, comprehension.*

1. INTRODUCTION

D'une manière générale, les élèves évoluant en classe dans un environnement multimédia s'avèrent plus motivés et enthousiastes dans les activités d'apprentissage et donc plus engagés dans leur rapport au savoir, ce qui joue en faveur de la compréhension et de l'acquisition des connaissances [1-13]. Ainsi, afin de surmonter les obstacles et les difficultés liées à la démarche expérimentale, au raisonnement scientifique, à la résolution des problèmes et à l'outil mathématique dans l'apprentissage des sciences physiques, les enseignants s'appuient de plus en plus sur des séquences pédagogiques intégrant les Technologie d'Information et de Communication (TIC), d'autant plus que la nature expérimentale de la physique semble être mieux approchée par les activités de simulation sur ordinateur [14-24]. Selon la psychologie cognitive, les mécanismes de simulation-modélisation sont fondamentaux pour la compréhension car les aptitudes de simulation, intimement liées à celles de la modélisation, sont innées chez tous les êtres intelligents [25].

"D'un point de vue cognitif, le modèle qui est dans l'ordinateur devient, pour l'utilisateur une entité au moins aussi réelle que n'importe quel autre phénomène ou système car il réagit comme s'il avait une existence autonome, puisqu'aussi bien toute action exercée par l'utilisateur conduit à une réaction au temps réel du modèle sous forme d'une information apparaissant sur l'écran" [26].

De point de vue didactique, la simulation sur ordinateur peut offrir des potentialités importantes car elle offre des possibilités d'expérimentations sur le modèle. En fait, il est maintenant unanimement admis que tout apprenant aborde son apprentissage avec un mécanisme de pensée incarnant un certain nombre de modèles explicatifs du réel tel qu'il le conçoit. Ces modèles ne sont pas forcément en accord avec les objectifs d'enseignements et parfois même, ils se révèlent en opposition totale avec la pensée scientifique [27-28]. La simulation comme procédure de recherche

sur un phénomène ou sur le modèle à étudier permet donc de confronter les modèles des élèves à la réalité expérimentale. Elle peut être le support d'activités pertinentes favorisant la mise en relation de la réalité matérielle et l'interprétation du physicien en termes de théorie et de modèle, ce qui joue en faveur d'un apprentissage efficient [29-30].

Ainsi, il a été montré que :

- ✓ les connaissances apportées à un apprenant en situation d'activité de simulation sont mieux acquises [31-35]. les théories et modèles approchés dans un environnement de simulations sont adoptés beaucoup plus facilement par les élèves [32-35].
- ✓ les activités de simulation en classe favorisent la motivation [31-35].
- ✓ Plus particulièrement, les activités de simulation dans une séquence d'enseignement en mécanique peuvent favoriser la construction du sens et l'activité de modélisation des objets et des processus [31] et [34]. Ainsi, dans cette discipline, ont été développés de nombreuses ressources : logiciels et didacticiels ayant pour finalité la consolidation des concepts en formation ou en complément de formation autonome et interactive [36-40] , [22,24] . Dans ce travail, nous nous proposons de mener une expérience pédagogique qui consiste en une séquence d'enseignement de mécanique via le logiciel «Dynamic».

Ce logiciel permet la réalisation d'une panoplie d'activités : la simulation de mouvements et l'étude d'équilibres. Il permet ainsi d'étudier l'action d'un ou de plusieurs champs (pesanteur, électrique, magnétique), l'action de forces constantes au cours du temps (poids, réaction d'un support, tension d'un fil...), l'action de forces variables au cours du temps (forces de frottements, tension d'un ressort, force gravitationnelle, force électrique). «Dynamic» permet également l'étude d'enregistrements vidéo de mouvements , soit sous forme de fichiers avi ou mpg, soit sous forme de séquences d'images au format bmp, jpg...Le module de traitement d'images permet aussi d'étudier une chronophotographie, ou de déterminer la distance entre deux points d'une photographie numérisée et de calculer ainsi une surface simple faisant intervenir cette distance. Ce logiciel de simulation a été élaboré par un physicien (Jacques Prieur). Nous avons donc pensé qu'un enseignement prenant appui sur la passion des élèves pour l'outil informatique pourrait stimuler leur motivation et favoriser ainsi un apprentissage plus efficace. Ainsi, nous avons pensé que la planification des séances de travail expérimental via le logiciel «Dynamic» aidera au dépassement de ces obstacles et améliorera les résultats des élèves.

Le choix des notions et concepts s'est basé beaucoup plus sur les notions et concepts considérés comme difficiles par les élèves tel que :

- le vecteur vitesse
- la force de gravitation
- la deuxième loi de Newton
- les lois de Kepler

Nous avons énoncé l'hypothèse H_0 de recherche suivante :

H_0 : « l'usage de la simulations informatique produit un effet positif sur la compréhension des élèves du secondaire des concepts de base de la mécanique».

Cette hypothèse a été scindée en quatre hypothèses correspondant chacune à une situation explicitant une difficulté ou un obstacle ressenti par les élèves du niveau 2^e année baccalauréat en mécanique :

H_{01} : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » ne permet pas aux élèves de savoir caractériser et représenter le vecteur Vitesse»

H_{02} : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » ne permet pas aux élèves de savoir caractériser et représenter la force de gravitation dans les mouvements des satellites et planètes ».

H_{03} : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » ne permet pas aux élèves de savoir appliquer la deuxième loi de Newton au solide dans le cas d'un satellite ou d'une planète».

H_{04} : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » ne permet pas aux élèves de savoir énoncer les lois de Kepler et les appliquer à une trajectoire circulaire ou elliptique dans le cas d'un satellite ou d'une planète »

2. MATERIELS ET METHODES

Le point de départ était l'hypothèse communément partagée par les chercheurs stipulant que plusieurs conditions sont requises pour l'optimisation de l'apprentissage à l'aide de l'outil informatique. Les effets positifs de ces outils sont tributaires d'un contenu de qualité et d'une pédagogie appropriée [41-42] et [31] Dans ce contexte, l'approche socioconstructiviste doit être privilégiée, les objectifs d'apprentissage clairement définis, les apprenants formés à l'outil,...

Avant d'arrêter la démarche à suivre, nous avons veillé à ce que les élèves soient initiés aux environnements numériques [43]. Ainsi, dans le scénario pédagogique établi, sur les six séances d'enseignement de deux heures

chacune prévues, deux ont été dédiées à la formation sur l'utilisation de l'outil informatique et du logiciel « Dynamic ». Il faut noter que pour renforcer cette formation, nous avons incité les élèves à s'impliquer dans leur autoformation en leur fournissant un guide du logiciel. Ces élèves avaient donc la possibilité d'approfondir leurs connaissances à leur rythme en dehors des séances institutionnelles.

Dans ce contexte, l'approche socioconstructiviste doit être privilégiée où l'élève a eu plus de degré de liberté pour gérer son apprentissage par rapport à une classe classique, les objectifs d'apprentissage clairement définis, les apprenants et formés à l'outil,...

Avant d'arrêter la démarche à suivre, nous avons veillé à ce que les élèves soient initiés aux environnements numériques. Ainsi, dans le scénario pédagogique établi, sur les six séances d'enseignement avec des objectifs opérationnels clairs et bien décrits pour chaque séquence (**Annexe1**) telles que La force d'attraction gravitationnelle, Mouvement des satellites, lancement des satellites, Comment déterminer la masse d'une planète ?...

de trois heures chacune prévues, deux ont été dédiées à la formation sur l'utilisation de l'outil informatique et du logiciel «Dynamic». Il faut noter que pour renforcer cette formation, nous avons incité les élèves à s'impliquer dans leur autoformation en leur fournissant un guide du logiciel. Ces élèves avaient donc la possibilité d'approfondir leurs connaissances à leur rythme en dehors des séances institutionnelles.

Au terme des séances, dans le cadre des évaluations sommatives, les élèves ont été soumis à un questionnaire post-évaluation (**Annexe 2**) sous forme de QCM qui a été construit sous forme de questions aux choix multiples, de schémas à construire. Les questions QCM ont porté sur les notions suivantes :

- ✓ La loi de gravitation universelle
- ✓ Les lois de Kepler
- ✓ Mouvements des satellites
- ✓ Les satellites géostationnaires
- ✓ Mouvements des planètes
- ✓ Deuxième loi de Newton appliquée au centre d'inertie.

Par la suite, nous avons procédé à la comparaison des résultats obtenus par ces élèves avec ceux de l'échantillon témoin à l'aide des méthodes statistiques reconnues telles que la moyenne et le test "t" de STUDENT.

2.1 Echantillon : La population sujette de l'étude est composée de deux groupes de 15 élèves âgés de 17 à 19 ans, niveau 2eme année baccalauréat sciences expérimentale option sciences physique. Le premier groupe a suivi le cours de mécanique dans les conditions traditionnelles, il s'agit donc du groupe témoin (GT). Le deuxième groupe qui est l'échantillon expérimental (GE) a suivi le cours de mécanique en utilisant le produit «Dynamic» Lors de ces séances, les élèves ont été répartis en 1 élève par PC et l'enseignant disposait d'un PC pour les accompagner et les guider.

2.3. Analyse des résultats : Afin d'évaluer l'impact de l'utilisation du logiciel de mécanique «Dynamic» sur l'enseignement et l'apprentissage des élèves, nous avons invité deux groupes d'élèves groupe témoin (GT) et groupe expérimental (GE) après la fin de l'expérimentation du logiciel « Dynamic » à répondre au questionnaire post-évaluation (Annexe 1)

Nous rapportons dans le tableau 1, les notes des élèves des deux groupes Expérimental (GE) et Témoin (GT) obtenues dans le cas de mécanique.

Tableau 1 : Le tableau présente les notes des deux groupes d'élève témoin et expérimentaux.

Groupe Expérimental		Groupe Témoin		Différence
Elèves	Notes	Elèves	Notes	
E1	18	ET1	16.25	1.75
E2	15	ET2	11	4
E3	20	ET3	14.75	5.25
E4	11,5	ET4	20	-8,5
E5	20	ET5	15,75	4,25
E6	17	ET6	13,25	3,75
E7	20	ET7	14,5	5,5
E8	17,5	ET8	17	0,5
E9	20	ET9	12	8
E10	16	ET10	15	1
E11	20	ET11	10,5	9,5
E12	11,5	ET12	16	-4,5
E13	15,5	ET13	12	3,5
E14	20	ET13	12,5	7,5
E15	17,5	ET15	13	4,5
Moyenne T1	17,3	Moyenne T2	14,233	T1- T2 =3,0666

Afin de voir l'évolution des élèves dans des notions ou concepts précis, nous avons choisi quatre notions et concepts, Le choix des notions et concepts s'est basé beaucoup plus sur les notions et concepts considérés comme difficiles par les élèves :

A l'instar de toutes les évaluations sommatives, nous avons noté les questions selon un barème pré-défini. Les notions et concepts, le numéro des questions et les notes correspondantes sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Le tableau présente les notions et concepts et les notes correspondantes selon le barème.

hypothèses	Les notions et concepts	Post-évaluation	
		Question	Note
H₀₁	le vecteur vitesse (s1)	Q1	1
		Q4-3	1
		Q5	2
		Q7-2-a	1
H₀₂	la force de gravitation (s2)	Q6	1,5
		Q7-1	0,5
		Q8-1-a	0,5
		Q8-1-b	0,5
H₀₃	la deuxième loi de Newton (s3)	Q8	1
		Q7-2-a	1
		Q7-2-b	0,5
		Q5	0,25
H₀₄	les lois de Kepler (s4)	Q3	0,25
		Q8-2	0,5
		Q8-3	0,5
		Q7-2-b	0,5
		Q2	1
		Q4-4	0,5

Le tableau 3 et 4, présentent les notes des deux groupes GT et GE obtenues dans les notions et concepts S1, S2, S3 et S4. Sur la base de ces données, nous avons procédé à des analyses quantitatives.

Tableau 3 : Notes des élèves du groupe témoin GT.

Tests	Post-évaluation			
	S1	S2	S3	S4
ET1	1,5	1,00	1,00	1,5
ET2	2,0	1,50	0,00	1,0
ET3	4,0	2,50	1,50	2,0
ET4	5,0	1,75	1,75	3,0
ET5	2,0	2,00	0,50	2,0
ET6	2,0	2,00	2,00	1,0
ET7	3,0	1,00	1,00	1,0
ET8	3,5	2,50	2,50	1,0
ET9	3,0	1,50	1,50	1,0
ET10	2,0	2,00	2,00	2,0
ET11	3,0	3,00	1,00	2,0
ET12	4,0	1,00	1,50	1,5
ET13	1,0	1,00	1,00	1,0
ET14	5,0	1,00	1,00	1,0
ET15	3,0	3,00	2,50	1,0

ET : groupe témoin ; GE : groupe expérimental

Tableau 4 : Notes des élèves du groupe expérimental GE.

Tests	Post-évaluation			
	S1	S2	S3	S4
ET1	4,00	3,00	2,00	3,00
ET2	2,50	2,50	2,00	2,00
ET3	2,50	2,50	2,50	3,00
ET4	2,50	2,75	2,00	3,00
ET5	5,00	3,00	3,00	3,00
ET6	5,00	3,00	3,00	3,00
ET7	3,00	2,00	2,00	3,00
ET8	3,50	2,50	2,50	2,50
ET9	2,50	2,50	2,00	3,00
ET10	3,00	2,50	2,50	3,00
ET11	3,00	3,00	3,00	2,75
ET12	4,00	2,00	2,00	3,00
ET13	4,50	2,00	2,00	3,00
ET14	3,00	3,00	3,00	2,00
ET15	3,00	3,00	3,00	3,00

ET : groupe témoin ; GE : groupe expérimental

Nous avons effectué l'analyse via le test-T de Student à échantillons indépendants. Ainsi, nous pouvons comparer les deux groupes GE et GT dans ces situations. Il s'agit donc du test de signification $EPS_i - TPS_i$:

EPS_i : nombre de notions et concepts post-évaluation du Groupe Expérimental;

TPS_i : nombre de notions et concepts post-évaluation du Groupe Témoin;

i : le numéro de la situation ($i=1$ à 4).

Le tableau 5 présente les valeurs du test-T de Student à échantillons indépendants obtenues par comparaison des notions et concepts S1, S2, S3 et S4 chez les deux groupes GT et GE.

Tableau 5: Le tableau présente le résultat du Test-T de Student à échantillons indépendants.

	Ecart - type	Intervalle de confiance à 95% de la différence		Ddl	T	P - valeur (SigBilatérale)	Moyenne
		Inférieure	Supérieure				
EPS1-TPS1	0,1658	0,1144	1,619	df=28	2,359	0,0255	0,8667 ± 0,3673
EPS2-TPS2	0,3549	0,3985	1,268	df=28	3,925	0,0005	0,8333 ± 0,2123
EPS3-TPS3	0,4578	0,6078	1,492	df=28	4,863	P<0,0001	1,050 ± 0,2159
EPS4-TPS4	0,6600	0,9750	1,725	df=28	7,372	P<0,0001	1,350 ± 0,1831

Selon les lois statistiques rejeter ou accepter une hypothèse dépend de la p-valeur.

Sachant que chaque notion et concept est traduite sous forme d'hypothèse, nous discuterons ces différentes notions et concepts avant de conclure par l'analyse de l'évolution globale.

Première Hypothèse – notions et concepts S1

H₀₁ : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » ne permet pas aux élèves de savoir caractériser et représenter le vecteur Vitesse »

H₁ : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » permet aux élèves de savoir caractériser et représenter le vecteur Vitesse »
D'après le tableau 5, la p-valeur 0,0255 est inférieure à 0,05. Cette différence est très significative, elle s'élève à 95%. Les résultats de ce test nous permettent de rejeter **H₀₁** et de retenir l'hypothèse **H₁** qui stipule que l'utilisation du logiciel « Dynamic » permet aux élèves de savoir caractériser et représenter le vecteur Vitesse.

Deuxième Hypothèse- notions et concepts S2

H₀₂ : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » ne permet pas aux élèves de savoir caractériser et représenter la force de gravitation dans les mouvements des satellites et planètes ».

H₂ : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » permet aux élèves de savoir caractériser et représenter la force de gravitation dans les mouvements des satellites et planètes ».

D'après le tableau 5, la p-valeur 0,0005 est inférieure à 0,05. Cette différence est très significative, elle s'élève à 95%. Les résultats de ce test nous permettent de rejeter l'hypothèse **H₀₂** et de retenir l'hypothèse alternative **H₂** qui va dans le sens de l'effet positif sur les élèves, qui stipule que l'utilisation du logiciel « Dynamic » permet aux élèves de savoir caractériser et représenter la force de gravitation dans les mouvements des satellites et planètes

Troisième Hypothèse- notions et concepts S3

H₀₃ : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » ne permet pas aux élèves de savoir appliquer la deuxième loi de Newton au solide dans le cas d'un satellite ou d'une planète ».

H₃ : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » permet aux élèves de savoir appliquer la deuxième loi de Newton au solide dans le cas d'un satellite ou d'une planète ».

D'après le tableau 5, la p-valeur <0,0001 est inférieure à 0,05. Cette différence est très significative, elle s'élève à 95%. On peut donc rejeter **H₀₃** et stipuler que l'hypothèse **H₃** est bien valide. L'utilisation du logiciel « Dynamic » permet aux élèves de savoir appliquer la deuxième loi de Newton au solide dans le cas d'un satellite ou d'une planète.

Quatrième Hypothèse- notions et concepts S4

H₀₄ : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » ne permet pas aux élèves de savoir énoncer les lois de Kepler et les appliquer à une trajectoire circulaire ou elliptique dans le cas d'un satellite ou d'une planète »

H₄ : « l'utilisation du logiciel « Dynamic » permet aux élèves de savoir énoncer les lois de Kepler et les appliquer à une trajectoire circulaire ou elliptique dans le cas d'un satellite ou d'une planète »

Toujours d'après le tableau 2, la p-valeur <0,0001 est inférieure à 0,05. Cette différence est très significative, elle s'élève à 95%. Les résultats de ce test nous permettent de rejeter **H₀₄** et de retenir **H₄** qui stipule que l'utilisation du logiciel « Dynamic » permet aux élèves de savoir énoncer les lois de Kepler et les appliquer à une trajectoire circulaire ou elliptique dans le cas d'un satellite ou d'une planète.

Cinquième Hypothèse – Evolution globale

Pour l'analyse des résultats obtenus, nous avons procédé à la comparaison des moyennes des deux groupes (tableau 1). La différence des deux moyennes « $T1 - T2 = 3,20$ » est très positive. Afin de déterminer si les différences entre les moyennes des deux groupes sont significatives, nous avons eu recours au test-T de Student. Ainsi, nous avons émis les deux hypothèses suivantes :

H₀₅ : « L'usage du logiciel Dynamique ne produit aucun effet sur les résultats d'élèves »

H₅ : « L'usage du logiciel Dynamique produit un effet positif sur les résultats d'élèves »

➤ Test-T de student

Tableau 6 : Le tableau présente le résultat du Test-T de student à échantillons indépendants.

Moyenne de la différence	Ecart type	Intervalle de confiance à 95% de la différence		t	ddl	P - valeur
		Inférieure	Supérieure			
3,067	0,2487	1,004	5,130	3,044	df=28	0,0050

D'après le Tableau 6, la p-valeur 0,0050 est inférieure à 0,05. Cette différence est très significative, elle s'élève à 95%. Cela nous permis donc de rejeter l'hypothèse **H₀₅** et retenir l'hypothèse **H₅** à savoir l'intégration du logiciel «Dynamic» dans les séquences d'apprentissage de mécanique, a eu un effet positif sur les résultats d'élèves.

Au terme de ces analyses, nous pouvons dire que pour les quatre notions et concepts, on constate que les résultats vont dans le sens de l'effet positif de l'usage du logiciel « Dynamic ».

Il ressort de ces différentes analyses que l'intégration du logiciel « Dynamic » dans les séquences pédagogiques « mécanique » peut aider les élèves à mieux acquérir les notions et concepts véhiculés par ce cours et développer les compétences qui lui sont inhérentes. En effet, dans les cas des quatre notions et concepts S1, S2, S3 et S4, les résultats relatifs au groupe GE sont très prometteurs, ils montrent la progression nette de ce groupe. La progression notée dans les notions et concepts S3 et S4 en mécanique indique que ces élèves semblent avoir développé les compétences relatives à appliquer la deuxième loi de Newton au solide dans le cas d'un satellite ou d'une planète et d'énoncer les lois de Kepler et les appliquer à une trajectoire circulaire ou elliptique dans le cas d'un satellite ou d'une planète. Enfin, le regard porté sur l'évolution globale des groupes par la comparaison des différences des notes met en évidence que le groupe GE a beaucoup progressé dans l'apprentissage de la mécanique que le groupe GE.

L'ensemble de ces résultats nous permet de retenir l'hypothèse générale de recherche qui stipule que l'usage de la simulation informatique produit un effet positif sur la compréhension des élèves de niveau 2ème année baccalauréat sciences expérimentale option sciences physiques des concepts de base de mécanique.

Le point fort de cette recherche était que le scénario pédagogique était ficelé et les usagers (les élèves) formés à l'outil. Cela a fait que les élèves se sont montrés très motivés et dynamiques. En effet, nous avons noté durant toutes les expérimentations avec les logiciels, une motivation extrême des élèves, ce qui a probablement favorisé leur implication dans la construction de leur savoir car on sait que la motivation est le premier facteur d'un apprentissage efficace.

CONCLUSION

Il ressort de cette étude que les élèves ayant eu un enseignement avec le logiciel « Dynamic » ont mieux réussie les différentes évaluations. Les différents statistiques réalisées ont mis en évidence que leur progression dans les apprentissages était beaucoup plus significative que le groupe témoin. Il a également été constaté une motivation plus nette chez les élèves, ce qui ne peut qu'améliorer les apprentissages.

REFERENCES

- [1] Réginald Grégoire., Robert Bracewell., et Thérèse Laferrière. L'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) à l'apprentissage des élèves du primaire et du secondaire. Revue documentaire. 1996. Available: <http://jupiter.rtsq.qc.ca/saqca/Rythmes%20d'apprentissages/RYTHMES5.html>
- [2] Dawson, V. P. Forster., and Reid. D.Information communication technology (ICT) integration a science education unit for preservice science teachers; students' perceptions of their ICT skills, knowledge and pedagogy. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2006; 4:345–363. Available: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10763-005-9003-x#page-1>
- [3] Lim .C.P. Effective integration of ICT in Singapore schools: Pedagogical and policy implications. *Educational Technology Research and Development*. 2007; 55: 83–116. Available: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11423-006-9025-2#page-2>

- [4] Hennessy, S., Ruthven, K., and Brindley, S. Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: Commitment, constraints, caution, and change. *Journal Curriculum Studies*. 2005; 37: 155–192. Available: <https://www.educ.cam.ac.uk/research/projects/istl/WP042.pdf>
- [5] Markauskaite, L. Exploring the structure of trainee teachers' ICT literacy: The main components of, and relationships between, general cognitive and technical capabilities. *Education Technology Research Development*. 2007; 55:547–572. Available: <https://www.learntechlib.org/p/67627>
- [6] McFarlane, A., and Sakellariou, S. The role of ICT in science education. *Cambridge Journal of Education*. 2002; 32:119–232. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03057640220147568>
- [7] Ainsworth, S. E. The functions of multiple representations. *Computers and Education*. 1999; 33:131–152. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315>
- [8] Gallili, I. Students' conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*. 1996; 18:847–869. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069960180709>
- [9] Bodemer, D., Ploetzner, R., Bruchmuller, K., and Hacker, S. Supporting learning with interactive multimedia through active integration of representations. *Instructional Science*. 2005; 33:73–95. Available: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11251-004-7685-z#/page-1>
- [10] Lowe, R. K. Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphs. *Learning and Instruction*. 2003; 13: 157–176. Available: [http://sites.huji.ac.il/science/stc/thj/articles_tj/articles_english/Learning%20and%20Instruction%2013_2%20\(2003\)/Animation%20and%20Learning%20selective%20processing%20of%20information%20in%20dynamic%20graphics.pdf](http://sites.huji.ac.il/science/stc/thj/articles_tj/articles_english/Learning%20and%20Instruction%2013_2%20(2003)/Animation%20and%20Learning%20selective%20processing%20of%20information%20in%20dynamic%20graphics.pdf)
- [11] Ortega-Tudela, J.M., and Gomez-Ariza, C.J. Computer-assisted teaching and mathematical learning in Down Syndrome children. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2006; 22:298–307. Available: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2729.2006.00179.x/epdf>
- [12] Laura Monica, G., Gabriel, G., Crinela, D., Radu Lucian, O., and Adina Elena, G. Integrating ICT in Traditional Training - Reactions of Teachers and Pupils' Involved in FISTE Project Activities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2011; 30:1142–1146. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811020489>
- [13] Shing, H., and Doong, Shu-Chun Ho. The impact of ICT development on the global digital divide. *Electronic Commerce Research and Applications*. 2012. In Press, Corrected Proof, Available online 22 February 2012. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2383093&preflayout=tabs>
- [14] Jimoyiannis, A., and Komis, V. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*. 2001; 36 (2):183–204. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315>
- [15] Meir, E., Perry, J., Stal, D., Maruca, S., and Klopfer, E. How effective are simulated molecular-level experiments for teaching diffusion and osmosis?. *Cell Biology Education*. 2005; 4 (3):235–248. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1200778/>
- [16] Stern, L., Barnea, N., and Shauli, S. The effect of a computerized simulation on middle school students' understanding of the kinetic molecular theory. *Journal of Science Education and Technology*. 2008; 17 (4): 305–315. Available: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10956-008-9100-z#/page-1>
- [17] Zacharia, Z. C. Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2007; 23 (2):120–132. Available: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jca.2007.23.issue-2/issuetoc>
- [18] Nico, R., Wouter, R., van Joolingen, Jan, T., and van der Veen. The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*. 2012; 58(1): 136–153. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315>
- [19] Duran, M.J., Gallardo, S., Toral, S.L., Martinez-Torres, R., and Barrero, F.J. A learning methodology using Matlab/Simulink for undergraduate electrical engineering courses attending to learner satisfaction outcomes. *International Journal of Technology and Design Education*. 2007; 55–73. Available: <http://eric.ed.gov/?id=EJ813283>
- [20] Baltzis, K. B., and Koukias, K. D. using laboratory experiments and circuit simulation IT tools in an undergraduate course in analog electronics. *Journal of Science Education and Technology*. 2009; 18 (6):546–555. Available: <https://www.learntechlib.org/p/76294>
- [21] Martinez-Jimenez, P. A., Pontes-Pedrajas, J., and Polo, M. S. Climent-Bellido. Learning in chemistry with virtual laboratories. *Journal of Chemical Education*. 2003; 80 (3):346–352. Available: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed080p346>
- [22] Cândida Sarabando, José P. Cravino, Armando A. Soares. Contribution of a Computer Simulation to Students' Learning of the Physics Concepts of Weight and Mass. *Procedia Technology*. 2014; 13:112–121. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/22120173/13>
- [23] Rivka Taub, Michal Armoni, Esther Bagno, Mordechai (Moti) Ben-Ari. The effect of computer science on physics learning in a computational science environment. *Computers & Education*. 2015; 87, September: 10–23. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315>
- [24] Cunha, Elisa Saraiva, Carla A. Santos, Fernanda Dinis, J. Bernardino. Lopes. Teacher Mediation Actions and Students' Productive Engagement During the Use of Computer Simulations in Physical Science Classrooms. *Procedia Technology*. 2014; 13:76–85. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/22120173/13>
- [25] Alan Kelsen. La simulation informatique en sciences physiques. *Le Bup*. Mai 2002; 915(9):6. Available: http://www.udppc.asso.fr/bupdoc/consultation/article-bup.php?ID_fiche=14474
- [26] Hebenstreit J. Rencontre du troisième type : simulation et pédagogie ; Actes du colloque : L'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants, les 28-29-30 janvier au CREPS de Châtenay-Malabry, INRP-EPI.1992.Paris. Available: <http://www.epi.asso.fr/revue/dossiers/d12p080.html>
- [27] A. Lynn Stephens, John J. Clement. Use of physics simulations in whole class and small group settings: Comparative case studies. *Computers & Education*. 2015; 86, August 2015:137–156. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315>
- [28] Giordan, A., and De Vecchi, G. Les Origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques. 1994. Available: <http://www.educnet.education.fr/phy/igen/exper1.html>
- [29] Tiberghien, A. Modelling as basis for analysing teaching-learning situations, *Learning and Instruction*. 1997; 4:71–87.

- [30] Vince, J., and Tiberghien, A. Simuler pour modéliser.Cas du son. *Sciences et techniques éducatives*. 2000; 7:(2):333-366. Available: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=1161068>
- [31] El Hassan El Hassouny, Fatiha Kaddari, Abdelrhani Elachqar. Teaching / Learning mechanics in high school with the help of Dynamic software: what impact? *Procedia Social and Behavioral Sciences*.2013. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281401012X>
- [32] Nico Rutten, Wouter R. Van Joolingen, Jan T. Van der Veen . The learning effects of computer simulations in science education . *Computers & Education*. 2012; 58, January: 136-153. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315/58/1>
- [33] Kuo-En Chang, Yu-Lung Chen, He-Yan Lin, Yao-Ting Sung. Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*. 2008; 51, December:1486-1498. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131508000365>.
- [34] Zacharias C. Zacharia, and Georgios Olympiou. Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction*. 2011; 21 June: 317–331. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475210000319>
- [35] M.J. Duran, S. Gallardo, S.L. Toral, R. Martinez-Torres, and F.J. Barrero. A learning methodology using Matlab/Simulink for undergraduate electrical engineering courses attending to learner satisfaction outcomes. *International Journal of Technology and Design Education*. 2007:55–73. Available: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10798-006-9007-z#page-1>
- [36] Beaufils D. 2000. Des logiciels de simulation pour modéliser et expérimenter sur modèle : quels enjeux pour les apprentissages ?, in Actes du premier séminaire national TICE et Sciences physiques. Available: <http://www.aquitaine.iufm.fr/fr/14-actualite/01-seminaires/03-scphy/>
- [37] Beaufils, D., and Ramage M. J. Simulation informatique et enseignement de la physique : regards didactiques. *Bulletin de l'Union des Physiciens*. 2004 ; (866):1081-1090. Available: <http://www.udppc.asso.fr/bupdoc/>
- [38] Kuo-En, C., Yu-Lung, C., He-Yan, Lin., and Yao-Ting, S. Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*. 2008; 51:1486-1498. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131508000365>
- [39] McKagan, S. B., Handley, W., K.K. Perkins., and Wieman, C.E. A research-based curriculum for teaching the photoelectric effect. *American Journal of Physics*. 2009; 77 (1):87–94. Available: http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/papers/McKagan_etal/photoelectric.pdf
- [40] Buty C. Richesses et Limites d'un « modèle matérialisé » informatisé en optique géométrique, *Didaskalia*. 2003 ;(23):39-63.
- [41] ARC.2003. Association pour la Recherche au Collégial Inventaire des recherches (1985-2003) portant sur l'intégration des technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement collégial, 2e édition. Montréal, Association pour la recherche au collégial. 2003, 141. Available: http://vega.cvm.qc.ca/arc/doc/Inventaire_TIC_1985-2003.pdf
- [42] Ring G. and Mathieux G.1991. The keys components of quality learning. Communication présentée à la ASTD Techknowledge Conference, Las Vegas, février. 2002.
- [43] MarieThérèse Salibaa1, F.Kaddarib ; Abdelrhani Elachqarb et ElHassan Elhassounyb, Jocelyne Chahwana.Comparative study of the IT teaching / learning in school contexts: Lebanese and Moroccan. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2013. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814010180>

Cite this article: El Hassan El HASSOUNY, Fatiha KADDARI, Abdelrhani ELACHQAR, and Issam Habibi. LOGICIEL DE SIMULATION " DYNAMIC" ET APPRENTISSAGE DE LA MECANIQUE NEWTONNIENNE EN DEUXIEME ANNEE BACCALAUREAT. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. 2016; 2(5): 210-220.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

Annexe1

		objectifs
TP1	La force d'attraction gravitationnelle	- Etudier L'interaction gravitationnelle entre deux corps. -l'expression de la force gravitationnelle (avec Dynamic, influence de la masse puis influence de la distance séparant 2 corps).
TP2	Mouvement de satellites	Evaluer le rayon de l'orbite et la période de révolution de satellites de Jupiter , appliquer la troisième loi de KEPLER pour déterminer la masse de la planète JUPITER.
TP3	Comment déterminer la masse d'une planète	-simuler des lancements de satellites avec le logiciel « Dynamic »...
TP4	Savez-vous lancer les satellites.. ?.	-Etudier les trajectoires des mouvements des satellites artificiels soumis uniquement à la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur eux à l'aide d'un logiciel Dynamique. - Montrer que la satellisation d'un « objet » suppose des conditions particulières qui lient la vitesse et l'altitude. - Simuler le lancement d'un satellite à l'aide du logiciel Dynamique.

Annexe 2**Questionnaire post-évaluation**

1) Dans un référentiel géocentrique supposé galiléen, un satellite terrestre décrit une orbite circulaire de rayon R.

- ☐ la norme de sa vitesse est constante
- ☐ son accélération est nulle
- ☐ sa période de révolution est proportionnelle au rayon
- ☐ si le satellite est géostationnaire, sa vitesse est nulle on pourrait placer un satellite de même vitesse sur la même trajectoire

2) Pour connaître toutes les distances dans le système solaire, connaissant les périodes de révolution des planètes, il faut et il suffit (plusieurs réponses bonnes) :

- ☐ de connaître la distance Terre-Soleil
- ☐ de connaître la distance Terre-Lune
- ☐ de connaître une seule distance entre les planètes ou entre une planète et le Soleil

3) L'altitude d'un satellite géostationnaire est de :

- ☐ 360 km
- ☐ 3600 km
- ☐ 36000km

4) répondre vrai ou faux en justifiant

On considère un satellite artificiel soumis uniquement à la force gravitationnelle de la terre. Le satellite de masse m , situé à l'altitude h par rapport au sol est animé d'un mouvement circulaire uniforme à la vitesse V . On se place dans le référentiel géocentrique supposé galiléen. On donne le rayon de la terre $R = 6380 \text{ km}$, la masse de la terre $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, $G = 6,6710^{-11} \text{ S.I}$

- 1- Affirmation : la constante de gravitation s'exprime en $\text{m} \cdot \text{s}^{-3}$.
- 2- Affirmation : le vecteur accélération du centre d'inertie du satellite est centripète.
- 3- Affirmation : la vitesse du satellite est donnée par la relation $v^2 = \frac{GM}{(R+h)}$
- 4- Affirmation : à l'altitude $h = 12800 \text{ km}$ la période de révolution vaut $2,64 \cdot 10^4 \text{ s}$.

5)

Depuis la base de Kourou en Guyane, proche de l'équateur, un tir de fusée Ariane a placé sur orbite un satellite de communication du type Télécom. Ce satellite doit être un satellite géostationnaire : il est en orbite circulaire dans le plan de l'équateur, à une altitude $h = 36000 \text{ km}$ environ.

Données : masse de la terre $M_t = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; constante de gravitation $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-1}$ rayon de la terre : $R_t = 6400 \text{ km}$.

L'ordre de grandeur de la vitesse de ce satellite est (en m/s) :

- ☐ 3070.
- ☐ 97100
- ☐ 8510.
- ☐ 472.

6) Collision entre la Terre et le satellite Météosat

1) Faire un schéma comprenant la Terre et la trajectoire circulaire du satellite ; représenter sur ce schéma la force gravitationnelle exercée par la Terre sur le satellite.

2) Pourquoi le satellite Météosat n'entre-t-il pas en collision avec la Terre alors qu'il subit la force gravitationnelle exercée par la Terre ?

7) Télescope Hubble

On désigne par : R le rayon de la Terre supposée sphérique et homogène ($R = 6300 \text{ km}$), M la masse de la Terre, G la constante de gravitation universelle, g_0 l'intensité du champ gravitationnel à l'altitude zéro ($g_0 = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$), z l'altitude d'un point.

Le télescope spatial Hubble a été mis sur orbite circulaire autour du centre T de la Terre. Il évolue à une altitude de z_H ($z_H = 600 \text{ km}$).

Ce télescope, objet pratiquement ponctuel par rapport à la Terre, est noté H et a une masse m

($m = 12 \cdot 10^3 \text{ kg}$). Les images qu'il fournira seront converties en signaux électriques et acheminées vers la Terre via des satellites en orbite circulaire à une altitude égale à $z_G \cdot z_G = 35\,800 \text{ km}$.

1-Appliquer la loi de gravitation universelle au télescope situé à l'altitude z et exprimer la valeur de la force de gravitation qu'il subit en fonction de m , g_0 , R et z .

Calculer la valeur de cette force pour $z = z_H = 600 \text{ km}$.

2-Le mouvement du télescope est étudié dans le repère géocentrique dont l'origine est T ; ce mouvement est circulaire et uniforme.

a) Exprimer la vitesse v du télescope sur son orbite en fonction de R , g_0 et z puis la calculer en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et en km/h quand $z = z_H = 600 \text{ km}$.

b) Exprimer et calculer la période de révolution T_H du télescope.

8) Interaction entre le Soleil et la planète Mars

La planète Mars et le Soleil peuvent être considérés comme des corps à symétrie sphérique .

Données: masse de la planète Mars : $6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}$; masse du Soleil : $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$; distance moyenne Mars-Soleil : $2,28 \cdot 10^8 \text{ km}$; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$.

a) Représenter la force gravitationnelle exercée par la planète Mars sur le Soleil. Déterminer sa valeur.

b) Représenter la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur la planète Mars. Sa valeur est-elle identique à celle de la force exercée par Mars sur le Soleil ?

2) Rappeler les trois lois de Képler.

3) Calculer la période de révolution T de Mars autour du Soleil en considérant que la trajectoire est pratiquement circulaire.