République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arreridj

FACULTÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DES SCIENCES ET TECHNIQUES

POLYCOPIE DE COURS

Didactique de la physique

1ère ANNÉE MASTER

Option : Génie des composants photovoltaïques

Djabou Djamel

Maitre de conférence classe B

Université de Bordj Bou Arreridj

2015/2016.

1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	VH h				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1(O/P)	**84**	**3**	**3**	**0**					
Matière 1 : propriétés des matériaux	42	1.5	1.5	0		2	6	continu	Examen
Matière 2 : thermodynamique des matériaux	42	1.5	1.5	0		2	6	continu	Examen
UEF2(O/P)	**84**	**3**	**3**	**0**					
Matière 1 : Les capteurs solaires	42	1.5	1.5	0		2	6	continu	Examen
Matière 2 : transfert thermique	42	1.5	1.5	0		1	6	continu	Examen
UE méthodologie									
UEM1(O/P)	**42**	**3**	**0**	**1.5**					
Matière 1 : Méthodes numériques	21	1.5	0	1.5		1	2	continu	Examen
Matière 2 : Anglais technique	21	1.5	0	0		1	2		Examen
UE découverte									
UED1(O/P)	**21**	**1.5**	**0**	**0**					
Matière 1 : Les énergies renouvelables	21	1.5	0	0		1	1	continu	Examen
UE transversales									
UET1(O/P)	**21**	**1.5**	**0**	**0**					
Matière 1 : Didactique de la physique	21	1.5	0	0		1	1	continu	Examen
Total Semestre 1	273	12	6	1.5		11	**30**		

Intitulé de la matière : Didactique de la physique

Enseignant responsable de la matière: Djabou. Djamel

Contenu de la matière :

Partie A

1. **Les concepts de la didactique**
2. **L'utilisation des nouvelles technologies dans l'enseignement**
3. **les simulations modélisantes**

Partie B

4. **Éléments de méthodologie de la rédaction scientifique**

Mode d'évaluation : Examens écrits – Rapports de Travaux personnel

Références : Sites Internet et les différents livres de la didactique physique

Partie A

I. Introduction.....

1. La différence entre la didactique et la pédagogie.....

1.1. Rôle du pédagogue .....

1.2. Rôle du didacticien.....

II. Les concepts de la didactique .....

2.1. Le triangle didactique .....

2.2. La transposition didactique .....

III. L'utilisation des nouvelles technologies dans l'enseignement : les simulations modélisantes .....

Partie B

VI. Éléments de méthodologie de la rédaction scientifique……

V. Références bibliographiques

Préambule

Le cours présenté dans ce polycopié est le fruit de plusieurs années d'enseignement dispensé aux étudiants de première année Master. Il s'agit d'un cours d'introduction à la didactique de la physique. Notre souci au cours de la rédaction de cet ouvrage a été de nous référer aux connaissances acquises par les étudiants dans les classes de la licence afin d'assurer une transition la plus continue possible.

La didactique de la physique peut s'articuler autour de trois axes épistémologiques fondateurs. Le premier fait référence à l'importance de l'expérience et plus particulièrement des faits observés. En effet, en sciences, ce sont les faits qui organisent la réflexion. Cependant, l'analyse d'un fait observé n'a de sens que par rapport à un référentiel théorique. Dès lors, s'interroger sur la construction et sur la validité d'un concept, d'une loi ou d'une théorie scientifique, et sur leur champ d'application, constitue une seconde étape indispensable. Enfin, se rendre compte, pour un futur enseignant, que les étudiants possèdent des conceptions spontanées pouvant, dans certains cas, être de véritables obstacles à l'apprentissage, se révèle être un troisième axe indispensable à toute réflexion didactique méthodologique.

Après quelques séances de cours durant lesquelles cette réflexion universitaire sera initiée avec les étudiants, ils seront amenés à participer à des travaux pratiques au sein d'un laboratoire de recherche. La réalisation d'expériences de physique vise autant la familiarisation avec le matériel didactique que l'initiation des futurs enseignants à la réflexion sur la manière d'aborder une séquence expérimentale.

I. Introduction

La recherche en didactique concerne l'analyse des phénomènes liés à l'enseignement et à l'apprentissage d'une discipline donnée. L'essentiel de la formation concerne les aspects de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences expérimentales enseignées dans le second degré principalement. Sa vocation est d'introduire les participants aux cadres théoriques et aux concepts qui structurent la didactique des sciences physiques et chimiques , aux principaux résultats du domaine, et de mettre en place des outils d'analyse des phénomènes d'enseignement, d'apprentissage et de formation, étroitement liés à l'épistémologie de ces disciplines.

1.1. Définitions

Avant toute chose, qu'est-ce que la didactique ? Il existe bon nombre de définitions possibles autour de ce sujet, nous pouvons citer par exemple :

➔ La didactique d'une discipline est donc la science qui étudie les phénomènes d'enseignement, les conditions de la transmission de la culture propre à une institution et les conditions de l'acquisition des connaissances. Son objet est de délimiter la nature du savoir en jeu ; des relations entre le savoir, le professeur et les élèves et de gérer l'évolution de ces savoirs au cours de l'enseignement.

➔ *« Le terme didactique a longtemps été considéré comme un synonyme de pédagogie. Il a même parfois, dans une acception fort restreinte, désigné un sous-ensemble de la pédagogie : celui analysant les moyens et les procédés d'enseignement. On a alors parlé de " technologie de la fonction professorale " ».*

P. JONNAERT.(1988)

➔ *« La didactique d'une discipline étudie les processus de transmission et l'acquisition relatifs au domaine spécifique de cette discipline ou des sciences voisines avec lesquelles elle interagit ».*

G.VERGNAUD.(1985)

➔ *« Si l'on devait risquer une définition, on pourrait dire que la didactique d'une discipline est la science qui étudie, pour un domaine particulier, les phénomènes d'enseignement, les conditions de la transmission de la culture propre à une institution et les conditions de l'acquisition de connaissances par un apprenant »*

J-J. DUPPIN et S. JOHSSUA.(1993)

➔ *« La didactique des disciplines n'est pas fondé sur des conseils et des directifs éducatifs, mais plutôt, c'est une recherche approfondie sur les moyens d'enseignement des concepts scolaires et les stratégies de leurs acquisitions ».*

J.L. MARTINAND.(1993)

1 La différence entre la didactique et la pédagogie

Ces deux disciplines s'intéressent aux trois pôles du triangle didactique. Mais ils se distinguent par la place qu'ils réservent à ces trois pôles et les relations qui les lient.

1.1 Rôle du pédagogue

Le pédagogue cherche à répondre à des questions intéressant directement son action éducative : que savons-nous de l'apprentissage humain qui nous permette de construire des stratégies d'enseignement efficaces? Quelle serait la méthode d'enseignement la plus efficace pour tel type d'apprentissage?

Il apparaît comme un praticien qui se préoccupe de l'efficacité de son action. C'est un homme de terrain, et à ce titre il résout en permanence des problèmes concrets d'enseignement/apprentissage "

1.2 Rôle du didacticien

Le didacticien est avant tout un spécialiste de l'enseignement de sa discipline. Il s'interroge surtout sur les notions, les concepts et les principes qui dans sa discipline devront se transformer en contenus à enseigner.

Son rôle ne se limite pas à un travail de traitement de l'information : identifier et transformer le savoir savant (le savoir de référence) en savoir à enseigner. Son travail consiste aussi à chercher les moyens d'enseignement des concepts scolaires et les stratégies de leurs acquisitions en prenant en considération le déjà là des sujets apprenants.

II. Les concepts de la didactique

2.Le triangle didactique

La didactique étudie les processus d'élaboration d'un savoir à connaître, sa transmission (par le professeur) et son acquisition (par les apprenants) pour une discipline donnée. Elle étudie donc les interactions entre les trois pôles de la situation

D'enseignement apprentissage à savoir :
- **Le professeur** : avec son idéologie privée.
- **Le savoir :** soumis à la transposition didactique.
- **L'élève(s) :** avec une structure cognitive particulière.

Ce triplet s'appelle le triangle didactique. En fait, le triangle didactique n'est pas un concept mais un dessin symbolique. Il précise les termes en relation dans une situation d'apprentissage et définit implicitement les tâches de chaque pôle. On parle parfois de tétraèdre (prise en compte d'un quatrième terme : l'environnement social ou le milieu).

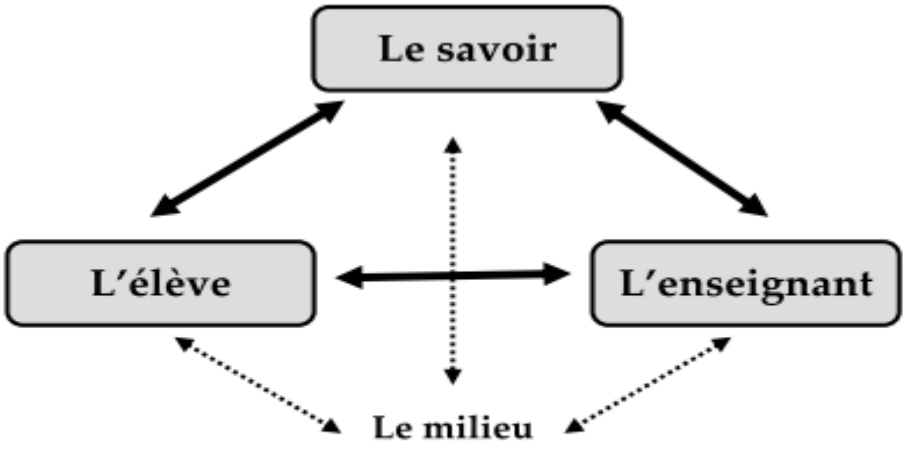

Figure 2 : Le triangle didactique

2.1 La transposition didactique

Le concept de transposition didactique est comme ce lui des conceptions occupe une place centrale dans le champ de la didactique des sciences. Le mot transposition a été introduit par un sociologue du savoir MICHEL VERRET en 1975 , repris ensuite par YVES CHEVALLARD en 1985 qui l'a introduit en didactique des mathématiques .

« Un contenu de savoir ayant été désigné comme savoir à enseigner subit dès lors un ensemble de transformations adaptatives qui vont le rendre apte à prendre place parmi les objets d'enseignement. Le « travail » qui, d'un objet de savoir à enseigner, fait un objet d'enseignement est appelé la transposition didactique. » Yves Chevallard. (1985)

Ce mot désigne l'ensemble des transformations que subit un savoir savant ou expert , aux fins d'être enseigné. Réduite à sa plus simple expression, la transposition didactique est expliquée par le sous-titre du livre de Chevallard (1985, 1991) : ″ Du savoir savant au savoir enseigné ″. Ce sous-titre pourrait laisser entendre qu'il suffit de se référer au savoir savant pour construire le savoir enseigné Ce livre est entièrement consacré au savoir mathématique et plus particulièrement aux transformations que subissent les théories des mathématiciens lorsqu'elles deviennent savoirs scolaires, d'abord dans les programmes, puis dans les manuels et les salles de classe. Cet ouvrage est devenu une référence pour d'autres disciplines. Il a fortement contribué à associer la notion de transposition aux savoirs dits ″ savants ″, ceux dont se réclament les disciplines scolaires comme les mathématiques, les sciences naturelles (biologie, chimie, géologie et physique) et les sciences humaines et sociales (histoire, géographie, philosophie notamment).

Pour rendre justice aux disciplines dans lesquelles les savoirs savants ne sont pas aussi centraux, Samuel Joshua (1996) a proposé d'étendre la théorie de la transposition aux savoirs experts. Bien avant, dans la même perspective, Martinand (1983) avait introduit la notion complémentaire de pratiques de référence. Il l'avait proposée à propos de la technologie et de l'informatique, mais elle convient aussi aux disciplines linguistiques ou artistiques, aux travaux manuels, à l'éducation physique et aux formations professionnelles. Pour concevoir les programmes scolaires, la noosphère 4 ne

4 La « noosphère » se compose de l'organe politique qui rédige les programmes officiels, des enseignants, des universitaires, des auteurs de manuels, des inspecteurs, des didacticiens, des parents d'élèves...La noosphère cherche à rétablir l'équilibre, la

compatibilité entre l'école et la société avec une double contrainte : le savoir enseigné doit être suffisamment proche du savoir savant et suffisamment éloigné du savoir des parents s'inspire donc pas uniquement du savoir savant, elle se réfère également à des pratiques sociales. A ce propos M. Develay (1992) disait :

« Le terme de pratique sociale de référence…renvoie à des activités sociales diverses (activités de recherche, de production industrielle et artisanale, d'ingénierie, mais aussi d'activités domestiques, culturelles, idéologiques et politiques...) pouvant servir de référence à des activités scolaires… »

Si bien qu'on peut admettre que l'on travaille désormais avec deux sources de la transposition didactique : d'une part des savoirs savants et d'autre part, des pratiques sociales. On peut schématiser comme suit la chaîne de transposition.

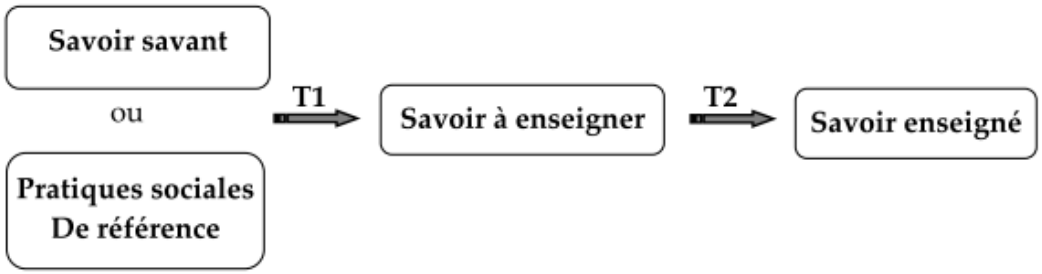

Figure 3 : la transposition didactique

Dans cette chaîne on remarque l'existence de deux sortes de transposition :

- la 1 ère est dite externe (T1). C'est la transformation des savoirs et des pratiques en programmes scolaires, qu'on peut aussi appeler curriculum formel.
- la seconde est dite interne (T2). Elle relève largement de la marge d'interprétation, voire de la créativité des enseignants.

Dans les paragraphes qui vont suivre, nous allons nous limiter à la 1 ère transposition dite externe car la seconde transposition dépend du travail personnel du professeur.

2.2 Les mécanismes de la Transposition :

1) La mise en texte du savoir :

Le savoir à enseigner se présent comme « un texte du savoir » , cette mise en texte assure d'abord sa dépersonnalisation (on supprime les réflexions inutiles , les erreurs , les obstacles et tout ce qui relève de l'ordre des motivations personnelles on du soubassement idéologique) .

Ensuite, le savoir est extrait de l'environnement épistémologique où il s'est initialement ancré, il subit donc la désyncrétisation.

En effet le problème historique qui a donné naissance à la connaissance n'est que très rarement adapté au cadre scolaire. C'est un autre problème qui permettra la redécouverte du savoir par l'élève.

3) La désynthétisation :

Le savoir savant se présent avec un aspect synthétique, reposant sur une ou plusieurs théories et concepts liés entre eux par des relations.

Pour le savoir à enseigner, il ne peut reposer sur une telle globalité, les connaissances doivent être délivrer par fragments, succession de chapitre et de leçon, il s'agit de construire une modélisation précise et connue d'avance.

Ce processus crée finalement un cadre épistémologique artificiel : c'est la dé synthétisation didactique.

3.1.Temps didactique et la programmabilité

Un savoir étendu ne peut être assimilé en une fois et passe par un chemin de formation balisé. Le savoir enseigné est ordonné en une progression dans le temps ; une progression légale (définie par le programme) et une progression logique, ce temps est appelé Temps didactique.

Il faut souligner ici que le temps didactique est différent du temps d'apprentissage des élèves. Pour essayer de rapprocher ces deux temps, il faut prévoir par exemple des reprises d'une même notion dans des niveaux scolaires différentes et sous des formes plus sophistiqués, ce travail entre dans le cadre de la programmabilité.

III . L'utilisation des nouvelles technologies dans l'enseignement : les simulations modélisantes

Introduction

Le monde des communications et de l'accès à l'information connaît une révolution majeure. Celle-ci se projette dans tous les milieux d'emploi. Les élèves, quel que soit leur programme de formation, sont appelés à évoluer dans une société où le savoir devient un élément essentiel de l'adaptation aux changements.

Comment expliquer cet intérêt envers les technologies de l'information et de la communication (les TIC)? C'est que, en plus de donner accès à une quantité impressionnante d'information, d'images, de simulations, etc., les TIC favorisent l'adoption d'une approche didactique qui place l'élève au centre du processus d'apprentissage. En effet, les TIC fournissent des moyens novateurs, non seulement pour la diffusion des connaissances mais aussi pour l'exploration de stratégies d'apprentissage qui favorisent l'accessibilité de l'information, la communication et l'échange en temps réel ou différé avec des groupes d'intérêt virtuels ou des communautés d'apprentissage, interactivité, multimédia. Toutes ces nouvelles avenues ouvrent la voie à des activités pédagogiques novatrices allant de l'illustration de concepts par l'image 3D à des activités plus complexes de collaboration et de construction des connaissances, lesquelles étaient jusque-là irréalisables en raison des contraintes de temps et d'espace (Gélinas, 2002).

Depuis que Internet est devenu une des sources des informations la plus utilisé si non la source la plus utilisée pour accéder aux informations dans tous les domaines :

Savoir scientifique, littéraire, sociale, économique, politique…les physiciens se sont intéressés à cette nouvelle banque de donnée mondiale pour publier leurs travaux de recherche, et leurs cours d'enseignement. Certains de ces cours ont pris forme de texte syntaxique d'autres ont pris forme de site incorporant quelques simulations ou animations.

La majorité de ces sites ont été élaborée d'une façon très centrer sur les contenus, chose que nous considérons importante, mais pas suffisante pour que les simulations deviennent le moyen privilégié pour faire progresser l'acquisition des connaissances. En effet, si on conçoit des sites en se basant essentiels que sur un

élément unique du triangle didactique et négliger le pôle qu'à notre sens le plus important dans unes situation d'enseignement apprentissage qui est l'élève.

Pour toute situation d'enseignement d'apprentissage, les trois pôles de la situation doivent exister. Si leur présence ne peut être explicité, elle devrait l'être implicitement. Expliquons-nous. Pour prendre en considération l'élèves dans l'enseignement que nous proposons qu'il soit proposé sous forme d'un texte ou d'une simulation, il doit prendre en considération un élément essentiel sur lequel les didacticiens ont beaucoup travailler ce dernier quart de siècle et dans presque tous les disciplines scientifiques que ce soit en sciences physiques, en chimie, en biologie, en géologie ou en mathématique à savoir les conceptions.

Beaucoup d'essai de remédiation ont été élaboré pour remédier au déjà-là de l'apprenant. La majorité des chercheurs qui ont testé ces remédiations se sont très vites rendu compte, que leurs remédiation se heurtait à des conceptions très résistantes et très stables qui résiste dans la majorité des cas un enseignement classique même de très niveaux. Certaines de ces conceptions résistaient même à un enseignement centré sur ces conceptions et qui consistait à amener les élèves à se rendre compte des limites de leurs conceptions en les confrontant à des activités de résolution de problème. Ces travaux apportent toujours un plus vers la construction d'une connaissance scientifique, mais elle échoue dans certain cas ; à faire évoluer les schémas mentaux que les apprenants se font d'un phénomène donné. Car, montré les limites du modèle de l'élève pour résoudre un problème donné est la première étapes d'un processus qui commence par la destruction du modèle de l'élève, passe par l'élaboration d'un autre, considéré comme scientifique et fini par la consolidation de ce modèle récemment construit c'est ce que nous appelons le renforcement.

Le changement du schéma mental que ce fait l'élève d'un phénomène donné peut avoir lieu si l'enseignant ou le didacticiens parvient à trouver l'ultime expérience et qu'il l'organise sous forme d'une situation problème, pour la présenter aux apprenant. Cette situation doit inciter l'élève à faire trois taches :

- Les élèves devraient émettre des conjectures sur les résultats qu'elle est sensée donner en faisant marcher ces conceptions propres.
- L'élève doit s'investir dans cette situation problème, pour cela, il lui faut un minimum de motivation et d'intérêt porté a cette situation.

- Cette situation doit mettre son savoir propre en échec et provoquer chez lui ce que Brousseau le qualifie de dévolution du problème en mettant leurs conceptions en échec.

Cette dévolution, n'est pas du seulement à de la mise en échec de son savoir seulement, mais parce qu'il a jugé que la situation mérite son attention. L'intérêt que l'élève à porter à la situation et la mise en échec de ces conceptions va provoquer en lui un dérangement cognitif. La quête de la réponse devient alors, un besoin personnel pour retrouver un nouvel équilibre.

Si le concept, la notion ou le phénomène que l'élève est sensé construire, fait partie du savoir abstrait et qu'aucune expérience directe dans un labo ne peut les aider à le construire, à ce moment les simulations prennent toutes leurs valeurs. En effet, certains concepts comme, l'onde, l'énergie, ou la tension électrique et la notion de déphasage, même si les physiciens ont développer un nombre considérable d'instruments permettant de faire des mesures concernant ces concepts et phénomènes. En parallèle, ils ont construit tout un arsenal de formalismes mathématiques qui a permis de tisser

une trame conceptuelle liant ces concepts les uns aux autres pour former un tout cohérent et compréhensible pour le physiciens. Pour l'élève et au niveau de la description purement phénoménologiques, tous ces outils, reste inopérant pour donner du sens à l'onde, à la tension électrique, à l'énergie…

3 Les simulations pour des activités d'apprentissage en physique

3.1 Différence entre animation et simulation

Les sites qui existent sur Internet, dans lesquels on trouve des animations ou des simulations, utilisent ces deux terminologies comme synonymes. En ce qui nous concerne, ces deux appellations ne sont pas équivalentes. Pour nous, l'animation est une représentation animée d'un phénomène donné sans modélisation particulière apparente. C′est-à-dire que le modèle sous-jacent est où bien inexistant où simple et implicite.

En ce qui concerne la simulation, son rôle est différent de l'animation. Cette différence, n'est pas une différence de forme. Car toutes les deux sont composées d'images et de figures animées. De plus, une animation peut être du point de vue

esthétique plus jolie à voir et peut aussi reproduire un phénomène ou un événement d'une façon très fidèle, mais le modèle sous-jacent n'est pas explicite.

La différence est donc, une différence de fond. La simulation a pour fonction principale la représentation d'un phénomène que nous voulons étudier, et qui est impossible de le percevoir directement avec nos sens ou par une expérience classique que nous avons l'habitude de faire avec les élèves dans les laboratoires. Une simulation n'est pas construite gratuitement, elle vient aider les apprenants soucieux de comprendre le pourquoi des choses. Son premier rôle est d'aider ces apprenants dans leur construction d'une image mentale d'un phénomène donné qu'ils ont connu à travers des outils mathématiques (graphisme, courbes, formalisme physico-mathématique, diagrammes…), mais qui a gardé son caractère abstrait parce que les apprenants n'arrivent pas à lui donner du sens. Ces outils très performants et utiles pour le physicien restent sans point d'ancrage 30 réel pour les élèves ou les étudiants.

Certains concepts et phénomènes sont difficiles à représenter. Nous citerons comme exemple, l'onde, l'énergie, l'électricité… que les physiciens maîtrisent plus ou moins bien par l'intermédiaire du formalisme mathématique et qui sont restés pour l'élève des concepts flous présentant beaucoup d'ambiguïté à défaut de se faire une image mentale de ces derniers. Cette image mentale peut être construite grâce aux simulations surtout lorsque le phénomène ou le concept étudié est variable dans le temps et dans l'espace. Le rôle de la simulation ne s'arrête pas à la représentation imagée d'un phénomène donné, elle doit assurer deux autres fonctions : l'explication et la prédiction.

Nous retrouvons ici deux fonctions principales qui caractérisent le modèle et que nous avons déjà traitées précédemment. Pour assurer ces trois fonctions la simulation doit être construite à partir d'un modèle. Chose qui nous amènerait à associer le mot simulation au mot modèle, pour l'appeler désormais la simulation modélisante pour lever tout équivoque avec le mot simple de simulation qui a été souvent confondu avec le mot animation.

La différence entre animation et simulation dépend donc de deux facteurs :

- Le premier est le degré de complexité du modèle.
- Le second est le degré de son explicitation.

Le schéma présenté ci-dessous (voir figure C-1-8) résume ce que nous venons de préciser à propos de la différence entre les animations et les simulations.

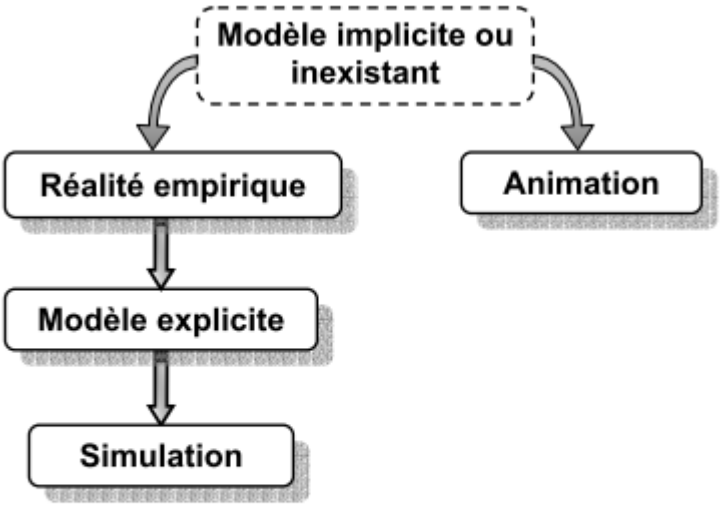

Figure 7 : La différence entre simulation et animation

3.2 Le monde des simulations en physique et le monde des simulation en didactique

3.2.1 La simulation en physique

J.P. GEMY 31 définit la simulation dans un article publié dans l'Encyclopédia Universalis (2002) comme suit :

« La simulation est l'expérimentation sur un modèle. C'est une procédure de recherche scientifique qui consiste à réaliser une reproduction artificielle (modèle) du phénomène que l'on désire étudier, à observer le comportement de cette reproduction lorsque l'on fait varier expérimentalement les actions que l'on peut exercer sur celle-ci, et

à en induire ce qui se passerait dans la réalité sous l'influence d'actions analogues. »

De cette définition, nous pouvons tirer trois points essentiels.

1. On simule toujours à partir d'un modèle.
2. La simulation est une procédure de recherche scientifique.
3. La simulation permet d'induire ce qui se passerait dans la réalité si l'on faisait varier expérimentalement les actions que l'on peut exercer sur celle-ci.

Les questions qui se posent ici sont :

Dans quel cas les physiciens font-ils appel aux techniques de simulation dans leurs travaux de recherche ? Quel est le statut des techniques de simulation en physique ?

A la première question que nous nous sommes posés, J.P. GEMY nous répond que le physicien a recours à la simulation dans deux cas. Le premier est lorsqu'il se trouve dans l'impossibilité de recourir à l'expérimentation directe, en raison de considérations morales, d'impératifs temporels, de contraintes budgétaires, ou d'obstacles naturels. Il répond un peu plus loin sur la valeur scientifique des résultats issus de l'expérimentation par simulation :

« Pour que l'expérimentation sur le modèle ait une valeur scientifique, il faut évidemment que le modèle constitue une reproduction satisfaisante de la réalité, c'est-à-dire qu'il repose sur des bases théoriques assurées. »

L'auteur met une condition pour que l'expérimentation sur modèle (ici, il fait allusion à la simulation) ait une valeur scientifique. Il faut que le modèle sous-jacent constitue une reproduction satisfaisante de la réalité. Il a utilisé ici le mot « satisfaisante » et non le mot « fidèle », car le modèle ne reproduit pas la réalité, mais une partie de cette réalité, vue par ce lui qui essaye de la modéliser. Dans ces conditions, la simulation peut se substituer à l'expérimentation directe et les résultats issus de cette dernière peuvent être utilisées pour construire une théorie.

Le second type est celui où l'on ne dispose pas de bases théoriques solides, et où l'on cherche précisément à élaborer une théorie qui permette de rendre compte des données d'observation grâce aux techniques de simulation. On peut alors définir avec précision les conséquences concrètes des différents modèles théoriques possibles et déterminer lequel fournit l'approximation la plus correcte de la réalité.

La simulation numérique 32 modélisante peut être suivant les cas en amont ou en aval de la théorie. Elle peut mener à l'élaboration d'une théorie comme elle peut conduire au raffinement d'une théorie en construction.

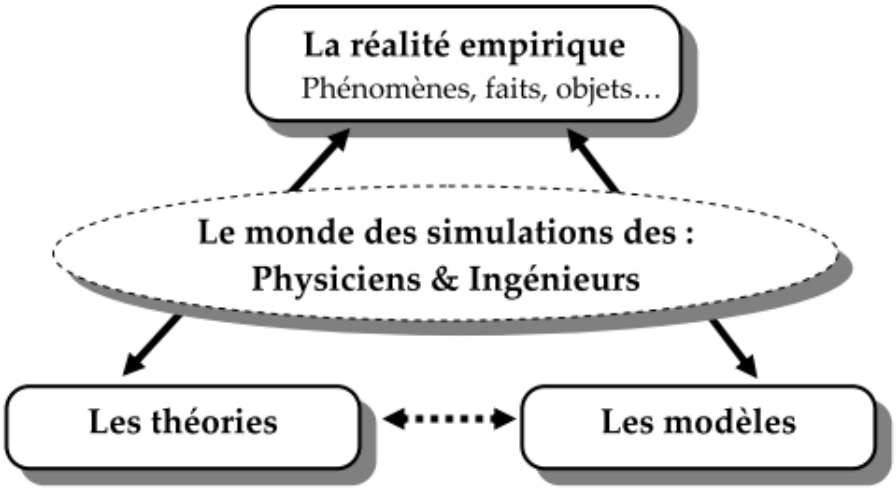

Figure 8 : Le statut de la simulation numérique modélisante en physique

Remarque :

Le monde des simulations des physiciens et des ingénieurs est représenté en pointillé, car les relations qui lient la réalité empirique aux modèles et aux théories peuvent exister sans faire appel aux simulations. De même la relation liant les théories aux modèles est représentée par une flèche à double sens en pointillé, pour dire que cette relation peut ne pas avoir lieu.

La simulation est un outil utilisé à la fois par les physiciens et les didacticien. Les simulations ont-elles le même statut dans ces deux disciplines ? Jouent-elles le même rôle en physique et en didactique ?

PARTIE B

Éléments de méthodologie de la rédaction scientifique

1. Considérations générales sur la communication scientifique
2. Structuration usuelle d'un texte scientifique
3. Principes et normes de la rédaction scientifique
4. Principes et normes de présentation des références bibliographiques
5. Critères d'évaluation d'un texte scientifique (mémoire, rapport, de recherche, article, etc.).

1. Considérations générales sur la communication scientifique

1.1. Distinctionentre démarche de "découverte" et démarche "d'exposition"

- Démarche de "découverte"
  - ✓ Processus, ensemble d'activités donnant lieu à la production d'hypothèses, de concepts, de théories, etc.
  - ✓ Caractère complexede l'activité de recherche
  - ✓ Résultats liés à un ***contexte particulier*** : histoire antérieure de la recherche, problème spécifique à résoudre,
  - ✓ Mise en jeu d'aspects implicites, aléatoires, personnel
- Démarche d'"exposition"
  - ✓ Processus de **reconstruction** des résultats de la recherche sous forme déductive.
  - ✓ Mise en texte accompagnée de transformations en vue de **rendre publique** la communication des résultats de la recherche.

⟹ Intérêt : **Utilisabilité** et **questionnalité** des résultats

Typologie des documents à caractère scientifique

- La monographie ⟹ étude spécialisée concernant un sujet donné.
  - L'article de recherche
  - Le rapport (de recherche, professionnel, d'expertise, etc.)
  - La communication, le poster
  - Le mémoire de fin d'étude, de stage, de thèse, etc.

2. Structuration d'un document scientifique

2.1. Constitution générale d'un texte

La présentation par écrit d'un travail scientifique obéit à un enchainement discuursif comprenant généralement trois parties fondamentales :

-Une introduction
-Un développement
-Une conclusion

Définition et fonction de l'introduction

- L'introduction est un texte relativement court résument brièvement le contenu d'un document. Elle permet :

-d'informer le lecteur sur les questions traitées
-et de susciter son intérêt pour le sujet étudie.

Elle met en jeu habituellement trois phases (trois temps) :

1. Présentation du sujet

Il s'agit de :

- Situer le sujet dans son contexte
- Donner un bref aperçu de l'intérêt qu'il présente

En conclusion : on part, on décrit un connu

2. Définition du sujet

On délimite un inconnu en posant la question centrale

- énonciation du problème

- Formulation de la problématique

Le développement ⇨ exposé des étapes de la réponse à la problématique, suivant le plan annoncé en introduction

⇩

Comprend en général :

- Le cadre théorique et la méthodologie
  - Éléments théoriques essentiels à la compréhension des résultats du travail exposé (présentation de ces éléments selon un ordre lié à la stratégie de résolution du problème adoptée)
  - Approche expérimentale mise en jeu ; méthodes d'investigation utilisées
- Résultats de l'investigation : observations, données expérimentales, etc.

⇨ Présentation sans commentaire ni interprétation.

- Discussion des résultats (sans répétition),
  - Analyse des résultats
  - Généralisation eventuelle, émission d'autres hypothèses que celles mise en jeu dans la problématique

❖ **Conclusion**

texte plus court que celui de l'introduction ⇨ Fonctions :

- Fait ressortir l'essentiel des résultats de l'expérimentation
- Montre que le but fixé a été atteint.
- Souligne les apports, les limites et les prolongements nécessaires, souhaitables ou possibles du travail accompli.

Remarque : la réduction de l'introduction et de la conclusion doit être très soignée et laissée en dernière étape.

- La page de garde (c'est en quelque sorte la carte d'immatriculation du document ou travail considéré)elle permet d'afficher :
- Le titre du projet (intitulé du sujet)
- Des informations d'identification et de domiciliation professionnelle des auteurs du document.
- La bibliographie : (ou plus généralement la média graphie : bibliographie ou cyber graphie , web-biographie etc.)

La bibliographie est un élément essentiel dans un mémoire, y compris dans un mémoire professionnel. Elle indique la quantité et la qualité de la documentation et de l'information critique sur lesquelles repose la réflexion personnelle. Elle doit être analytique ou raisonnée (c'est-à-dire classée en rubriques hiérarchisées). A l'intérieur de chaque rubrique, le classement est alphabétique (suivant le patronyme des auteurs).

⇩

Ensemble des références détaillées des ouvrages, des articles ou de tout autre catégorie de documents sur les lesquels le travail entrepris a été basé.

- Les annexes : documents ou parties de documents rattachés au sujet mais n'intervenant pas directement dans la démonstration (développements techniques trop larges, documents internes d'une entreprise, etc.)

3. **Parties accessoires d'un document** (partie ne participent pas à la démonstration)

- Les remerciements
- La liste des abréviations
- Le sommaire
- Le glossaire : courte définition des mots technique utilisés dans le document.
- La table d'index

V.Références bibliographiques

1. ASTOLFI J.P. et Develay M. (1989).La didactique des sciences. Que sais-je. PUF. n° 2448. Paris.
2. ASTOLFI, et al. (1997). Mots-clés de la didactique des sciences, repère, définitions, bibliographies. De Boeck & Larcier s.a. Paris-Bruxelles.
3. BROUSSEAU. G. (1988). Le contrat didactique : Le milieu. Recherches en Didactique des Mathématiques.Vol.9. n°3.

4. BROUSSEAU.G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. in : Recherches en didactique des mathématiques, 7.2. La Pensée sauvage. Grenoble.
5. CHEVALLARD. Y. (1985,1991). La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné. La Pensée Sauvage. Grenoble.
6. JOHSUA. S. (1994). La transposition didactique à l'épreuve. La pensée sauvage. Grenoble
7. LAROCHELLE. M. et DESAUTELS.J. (1992). Au tour de l'idée de science. Presse universitaire. Laval
8. MARTINAND J.L. (1986). Connaître et transformer la matière. P. Lang. Berne.
9. VIENNOT. L. (1996). Raisonnement en physique : la part du sens commun. De Boeck & Larcier s.a. Paris, Bruxelles.