

Chapitre 3

La notion d'animation et ses implications didactiques

1. Remarques préliminaires

Nous avons énoncé au terme du chapitre précédent que dans un souci de cohérence, et afin de circonscrire les derniers soubassements auxquels s'adossera la partie pratique, nous développerons la notion d'animation et ses effets didactiques qui intéresseront de près nos expérimentations.

A présent, nous allons poser un questionnement qui va s'avérer fondamental dans une partie de notre recherche :

- Qu'est-ce qu'une animation ?
- Quelles en sont les difficultés de traitement ?
- Les images dynamiques sont-elles plus efficaces que les images statiques ?
- Quels sont les bénéfices de l'animation dans la construction d'une image mentale ?
- Que prédiraient les différents modèles théoriques ?
- Dans quelles conditions peut-on utiliser l'animation graphique à des finalités d'apprentissage ?

2. Concepts opératoires

2.1. L'animation

Le terme « animation » viendrait du latin animatio, de anima qui signifie le «souffle de vie.» Animer reviendrait donc à insuffler la vie. De nombreux concepteurs de dispositifs multimédia d'apprentissage sont tentés d'utiliser des animations, conciliant le synoptique et le séquentiel, pour représenter des phénomènes en mouvement et dynamiser du même coup leurs interfaces. Ils présentent ainsi une double discursivité au lecteur.

Les nouvelles technologies se prêtent parfaitement à ce mouvement. Intégrer aujourd'hui des séquences animées dans un dispositif d'apprentissage devient incontournable. Pour Duval et Peraya (2004), c'est le principe de transformation qui particularise l'animation. L'objectif est de présenter à l'apprenant une succession d'états, c'est-à-dire d'images statiques. Ces mêmes auteurs classifient pertinemment les animations suivant le degré d'iconicité des images statiques qui les composent

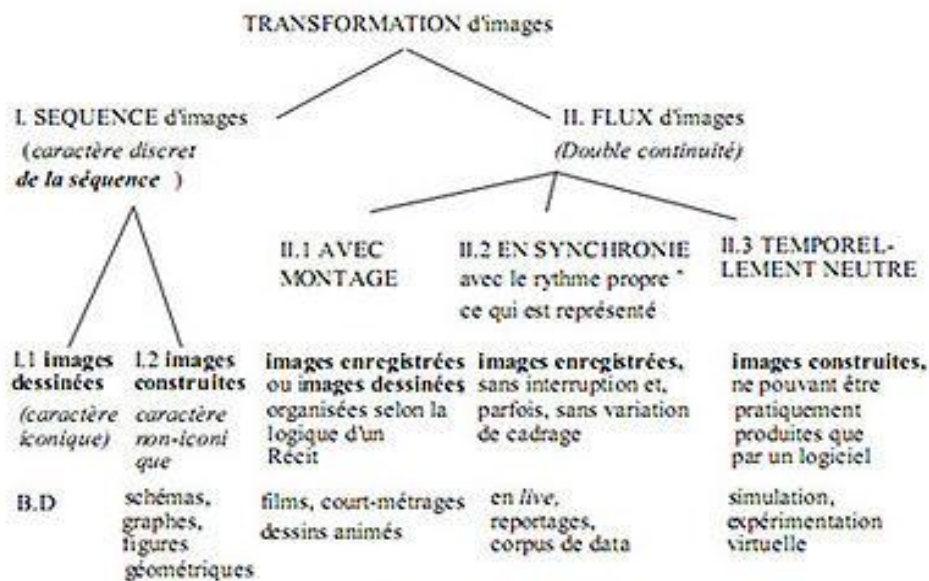


Figure 4. Première classification des différents types d'images animées

Fig1. Première classification des différents types d'images animées (Praya Duval, 2004)

L'animation est l'une des plus belles formes de présentations picturales. Pour Scaife et Rogers (1996), les animations (multimédia, film, vidéo) sont « *une série d'illustrations statiques changeant rapidement, donnant ainsi l'illusion d'un mouvement dans le temps et dans l'espace.* »

Gonzales (1996) propose une définition plus explicite de l'animation. Elle constituerait en « [...] *une série d'images diverse, présentées de manière dynamique en fonction de l'action de l'utilisateur de manière à l'aider à percevoir un changement animé dans le temps et à développer un modèle mental cohérent de la tâche.* »

Bétrancourt et Tversky (2000) définissent l'animation multimédia comme étant « [...] toute application qui génère une série d'images, de sorte que chaque image apparaisse comme une altération de la précédente et où la séquence des images est déterminée soit par le concepteur de l'animation, soit par l'utilisateur. »

Cette définition est plus large dans sa conception que les précédentes. Toutefois, elle ne montre pas ce que l'animation est supposée apporter de plus que des images statiques.

Selon Mayer et Moreno (2002), l'animation se réfère à une simulation illustrant un mouvement dessiné (ou simulé) des objets.

2.2. Les différentes fonctions de l'animation

Bétrancourt, Bauer-Morrison et Tversky (2000) classifient les animations selon leurs fonctions. Toute animation présente sur une interface informatisée peut entrer dans l'une ou l'autre de ces quatre catégories d'utilisation :

- Attirer l'attention, fonction la plus courante sur les sites Web. On cherche à solliciter activement l'attention du visiteur. Ce qui fait partie d'une certaine conception marchande du Web.
- Donner des informations sur le déroulement d'un processus au niveau du système.
- Démontrer : font partie de cette catégorie toutes les animations qui mettent en forme un contenu. L'utilisateur n'a pas de contrôle sur le déroulement de l'animation. L'interactivité se limite au démarrage, la pause ou la relance de l'animation.

Notre dispositif (que nous examinerons ultérieurement, dans l'expérimentation 2 de notre partie pratique) propose une animation qui entre intégralement dans

cette catégorie. Nous verrons alors comment les utilisateurs du groupe 1 ont des possibilités restreintes de contrôle du flux continu du processus biologique simulé.

- Simuler : cette dernière catégorie d'animation permet au « lecteur » de devenir vraiment « interactif». C'est le cas des utilisateurs du groupe 2 de l'expérimentation 2 et du groupe 3 de l'expérimentation 3 (nous nous en rendrons compte dans notre partie pratique.)

Les fonctions qu'offrent les animations multimédia signifient que leur efficacité ne réside pas dans l'animation, mais dans leur déroulement, dans la relation entre leurs différents objectifs, et surtout dans la tâche de l'utilisateur. Des utilisations différentes des animations ont indéniablement des implications différentes sur le plan cognitif.

De plus, l'animation est en relation intégrale avec l'interactivité. C'est selon le degré d'interactivité qu'il y a bénéfice sur le plan cognitif de l'animation, c'est-à-dire lorsque l'interactivité permet à l'utilisateur de contrôler le flux de cette dernière. C'est ce qui sera démontré dans la troisième expérience de notre travail de recherche.

2.3. Les effets de l'animation sur l'apprenant

Schnötz et Rasch (2008) ont développé l'impact de l'image dynamique sur l'apprentissage. Cet impact produit un double effet :

- Le premier effet est que l'animation peut faciliter la construction d'un modèle mental, chez les apprenants et leur éviter ainsi une simulation complexe.
- Le deuxième effet est que l'animation peut rendre possible la compréhension d'un système dynamique ou d'un processus physique.

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication conduisent à une multitude de simulations graphiques de représentation de processus dynamiques complexes. Lowe (2004) indique que ces artefacts peuvent expliciter un processus dynamique qu'un graphique ou qu'un texte ne pourront jamais que suggérer.

Il décrit les types de changements typiquement intégrés dans des animations :

- Transformations : changement dans les formes présentes sur les images, des altérations dans leur taille, forme, couleur ou texture.
- Translations : changement de position d'un ou plusieurs éléments, relativement au champ de l'animation ou aux autres éléments qui la composent.
- Transitions : changement dans le nombre d'éléments présents. Il peut s'agir de disparition ou d'apparitions, complètes ou partielles, de fusion d'éléments, de sortie du champ.

Mayer et Chandler (2001) affirment qu'en offrant la possibilité à l'utilisateur de garder un certain contrôle sur le déroulement de l'animation, on diminuait la charge cognitive liée à la surabondance de l'information et qu'on permettait ainsi une augmentation de la rétention de l'information.

Les explications inhérentes à l'échec des animations font le plus souvent référence à la théorie de la charge cognitive. C'est-à-dire une incapacité de l'être humain à gérer le flux continu d'information, de le stocker dans la mémoire de travail (mémoire à court terme) et de structurer l'information afin de créer un modèle mental. Une animation facilite la compréhension du fonctionnement d'un système dynamique car elle permet de visualiser les transitions entre étapes.

Pourtant, ces transitions entre étapes peuvent parfois être difficiles à se représenter et doivent être inférées dans le cas des graphiques statiques représentant les différentes étapes.

Ainsi, les débutants dans un domaine, qui n'ont pas les connaissances nécessaires pour inférer ces transitions, devraient comprendre plus aisément à partir d'une animation qu'à partir d'une série de graphiques statiques (Bétrancourt et Tversky, 2000).

Nous allons, à partir de la troisième expérience (voir partie 2), tenté de réduire ou d'éliminer cette surcharge cognitive. Nous découperons en séquences animées le

contenu du processus biologique représenté, en l'occurrence « la phagocytose » accompagnées de planches de rappel permanentes en bas de l'écran. Ce qui permettrait à l'utilisateur de consulter à n'importe quel moment ces planches représentatives des différents états du processus.

2.4. Différences entre image statique et image dynamique

Elles sont fondamentalement liées, du point de vue de l'information et des capacités de transformation qui s'opèrent pendant l'apprentissage (Schnötz et Lowe, 2008).

Plusieurs recherches comparent les effets de présentation de planches statiques avec des animations ; les résultats divergents.

Baek et Layne (1988) développent l'idée selon laquelle l'animation permettrait d'augmenter les performances d'apprentissage de règles mathématiques par rapport à des graphiques et à une instruction uniquement textuelle. L'animation consisterait à afficher un curseur qui se déplacerait sur l'écran à des vitesses variables.

Selon eux, l'animation favoriserait l'apprentissage de lois basées sur des relations entre le temps, la distance et la vitesse, par rapport à des graphiques statiques ou du texte seulement.

D'autres études aboutissent à des résultats plus complexes. Palmiter et Al (Palmiter et al : 1991 ; Palmiter et Elkerton : 1993) étudient l'efficacité des animations pour faire la démonstration de procédures d'interfaces simples. Les résultats montrent que les utilisateurs des conditions « *animation* » obtiennent de meilleures performances que les utilisateurs des conditions « *texte* » durant la phase d'entraînement.

2.5. Domaine d'utilisation

L'image statique doit être utilisée pour l'affichage d'un contenu stable car elle conduit à la construction d'une modèle statique mental. L'image animée, quant à elle, devrait être utilisée pour afficher du contenu dynamique ; ce qui implique la

construction d'un modèle mental dynamique.

Par ailleurs, les animations ne sont pas limitées uniquement à la construction dynamique des modèles mentaux ; elles peuvent également conduire à la construction statique de modèles mentaux.

En outre, elles peuvent fournir aux apprenants des informations explicites dynamiques qui ne sont pas présentes dans les images statiques (Lowe, 2003).

2.6. Bénéfices de l'animation

L'enjeu éducatif que représente la possibilité de simuler à l'écran des phénomènes complexes, invisibles, apparaît très pertinent et dépasse même le cadre de l'enseignement. Par rapport à l'effort que nécessite la compréhension d'un texte écrit scientifique (Fayol : 1992 ; Gaonac'h et Fayol : 2004), nous imaginons sans peine les bénéfices que pourraient tirer les apprenants des animations réalistes qui expliquent des processus dynamiques complexes.

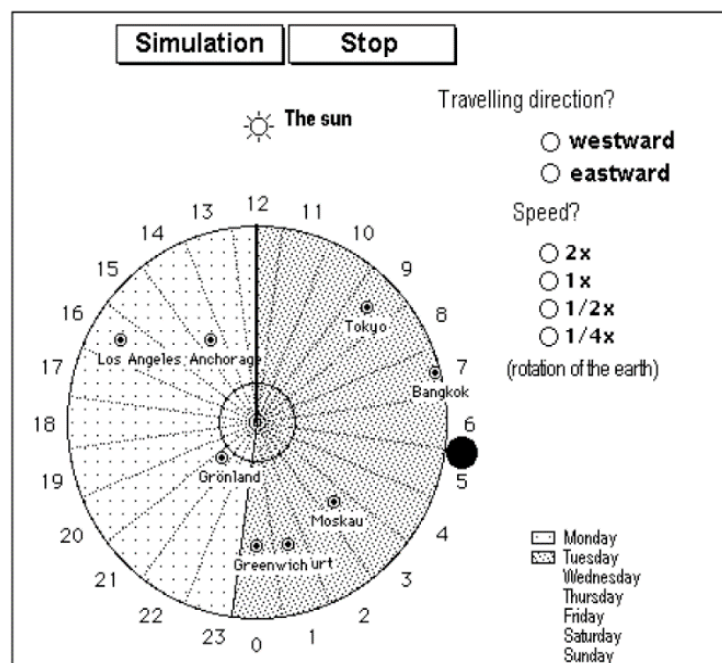


Figure 2.

Exemple de simulation de rotation de la terre (Schnötz et Rasch, 2005)

La Figure 2 montre une simulation de la rotation de la terre. Les apprenants peuvent sélectionner les différentes façons de tourner autour de la terre (symbolisées par un point noir se déplaçant dans une direction occidentale ou orientale, avec différentes vitesses de déplacement en fonction du choix du voyageur.) Après avoir appuyé sur le bouton de simulation, la terre commence à tourner et le voyageur commence à se déplacer sur la terre en rotation. Ce type d'image est appelée une image de simulation, et il est supposé avoir une fonction facilitatrice (Schnötz et Rasch, 2005).

Il est beaucoup plus facile pour les étudiants d'observer la rotation de la terre et le mouvement d'un objet dans une image de simulation plutôt que sur une image statique où l'effort de construction d'une image mentale est plus complexe (Lowe : 1999; Sims et Hegarty : 1997.)

De nombreux travaux mettent en évidence le rôle bénéfique des illustrations graphiques dans la compréhension de texte, en particulier dans les domaines techniques ou scientifiques (Hegarty et Just : 1993, Mayer : 2001, Mayer et Moreno : 1998).

Nous pouvons donc supposer que pour ce genre de contenu, une animation pourrait soutenir la construction par le sujet d'une simulation mentale du fonctionnement du système. Cette simulation serait nécessaire à l'intégration du mouvement des différents éléments du système (Bétrancourt et Tversky : 2000 ; Mayer : 2001 ; Hegarty, Narayanan et Freitas : 2002).

La contiguïté temporelle du commentaire en condition dynamique peut avoir un impact positif sur la création de liens référentiels. De même, les rapports de cause à effet sont plus évidents dans les animations, ce qui est positif. Les images animées peuvent apporter un surplus positif sur l'ensemble du processus cognitif et permettre aux apprenants d'effectuer plus de traitement.

L'animation peut enclencher des schémas cognitifs et des processus cognitifs plus faciles. C'est une fonction facilitatrice. En nous basant sur des théories de l'apprentissage collaboratif médiatisé), nous pouvons alors affirmer « [...] que la mise

en commun des représentations est une chose positive. » (Dillenbourg, 1999.)

Pour ce qui est de la formation du modèle mental dynamique, l'animation apporte un grand avantage.

En effet, l'inférence du comportement des divers éléments graphiques est explicite dans une animation. La formation du modèle est donc facilitée car l'apprenant du groupe 3 peut constater de visu les mouvements impliqués lors de la troisième expérimentation (voir la partie pratique.)

Confronté à une image statique présentant un phénomène dynamique, l'apprenant doit construire mentalement le processus décrit et représenté par une image statique. Cependant, face à une image dynamique, la tâche de ce dernier est de visualiser l'animation. Dans le premier cas il y a simulation alors que dans le second cas, nous sommes devant une visualisation.

En effet, l'animation présente l'ensemble des étapes du processus décrit, ce qui n'est pas le cas du document statique où l'apprenant doit inférer le fonctionnement du système à partir d'un document unique.

Schneider et Boucheix (2004) montrent que des apprenants parviennent aussi bien à comprendre le fonctionnement d'un système de poulie à partir d'une animation plutôt que d'une série d'images statiques décrivant le même système. Ces deux versions de présentation du système (présentées ci-dessous) semblent plus avantageuses en termes de résultats qu'une version présentant une image statique unique.

LES POULIES

Le système de poulie se compose de trois poulies, deux cordes et un poids.

- La poulie du haut est attachée au plafond.
- La poulie du milieu est libre de monter ou descendre.
- La corde la plus haute est attachée au plafond par un bout, elle passe en dessous de la poulie du milieu et au dessus de la poulie du haut et elle est libre par l'autre bout.
- La poulie du bas est libre de monter ou descendre.
- La corde la plus basse est attachée au plafond par un bout, elle passe en dessous de la poulie du bas et est attaché à la poulie du milieu par l'autre bout.
- La caisse est suspendue à la poulie du bas.
- Quand on tire le bout libre de la corde du haut, la corde se déplace au dessus de la poulie du haut et en dessous de la poulie du milieu et fait monter la poulie du milieu. Ceci entraîne la corde du bas qui se déplace sous la poulie du bas et fait monter la charge.

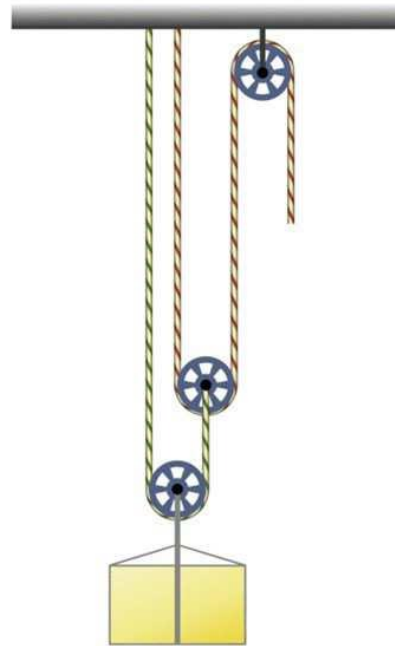


Fig 3. Représentations unique utilisée dans les travaux de J.M. Boucheix et Schneider sur le raisonnement mécanique.

(© Laboratoire d'étude de l'apprentissage et du développement [LEAD] Unité mixte de recherche, CNRS-université de Bourgogne, 2004.)

LES POULIES

Le système de poulie se compose de trois poulies, deux cordes et un poids.

- La poulie du haut est attachée au plafond.
- La poulie du milieu est libre de monter ou descendre.
- La corde la plus haute est attachée au plafond par un bout, elle passe en dessous de la poulie du milieu et au dessus de la poulie du haut et elle est libre par l'autre bout.
- La poulie du bas est libre de monter ou descendre.
- La corde la plus basse est attachée au plafond par un bout, elle passe en dessous de la poulie du bas et est attaché à la poulie du milieu par l'autre bout.
- La caisse est suspendue à la poulie du bas.
- Quand on tire le bout libre de la corde du haut, la corde se déplace au dessus de la poulie du haut et en dessous de la poulie du milieu et fait monter la poulie du milieu. Ceci entraîne la corde du bas qui se déplace sous la poulie du bas et fait monter la charge.

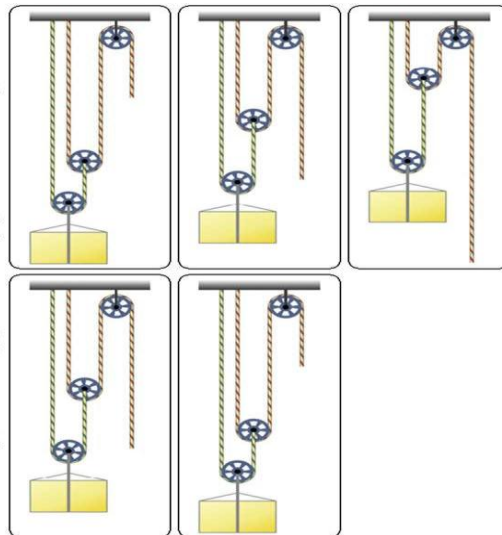


Fig 4. Représentations séquentielles utilisée dans les travaux de J.M. Boucheix et Schneider sur le raisonnement mécanique.

(© Laboratoire d'étude de l'apprentissage et du développement [LEAD] Unité mixte de recherche, CNRS-université de Bourgogne, 2004)

La version de droite de la figure 4 peut être statique ou animée. L'expérience menée par le laboratoire susmentionné montre qu'une animation donne de meilleurs résultats qu'une seule image statique ou séquentielle, indépendamment de la série d'images statiques. Cependant l'animation n'est pas plus efficace que la présentation simultanée de planches statiques (voir figure3) dans la construction d'un modèle mental du système mécanique.

L'utilisation des animations ou images statiques pourrait entraîner des effets différentiels selon le type de processus cognitifs impliqués dans le processus d'apprentissage.

L'animation aide à visualiser mentalement un processus ou une transformation physique. C'est ce qui entraîne une réduction de la charge cognitive impliquée dans ce type de système complexe, par rapport à une situation dans laquelle le processus doit être reconstruit à partir d'une série d'images statiques.

Enfin, il est important de souligner que dans l'étude précitée, les auteurs déduisent que les versions animées ou séquentielles aident aussi les apprenants n'ayant pas de connaissances préalables dans le domaine.

2.7. La variable modératrice

Un autre problème portant sur l'effet des animations dans la compréhension de processus dynamiques : celui de la variable modératrice de l'interactivité dans la comparaison entre image statique et image dynamique.

L'effet de l'interactivité des animations peut expliquer la production de meilleures performances de compréhension dans ce type de comparaison. C'est ce que démontrera notre expérimentation 2 (voir partie pratique.)

Les travaux de Mayer et Chandler (2001) montre qu'une augmentation minimale de l'interactivité d'une leçon animée sur les éclaircs² conduit à une meilleure compréhension.

A ce propos, Bétrancourt et Tversky (2000) soulignent que :

« Le contenu à transmettre implique, un mouvement, une trajectoire, un changement dans le temps ou la transformation spatiale, de telle manière que l'animation aide à la construction d'un modèle mental du processus dynamique. »

Comme le remarquent aussi Peraya et Duval (2004), les animations sont à différencier des images statiques, parce qu'elles sont plus adaptées que ces dernières pour montrer des transformations qui revêtent soit :

- Une signification de mouvement (ex. déplacement d'un mobile, gestes locomoteurs) ; une signification d'évolution (ex. croissance, décroissance...)
- Le sens d'un processus en train de se produire.
- La signification d'un changement (ex. déformation, métamorphose...)

Ainsworth (2008) souligne que les animations facilitent la compréhension car elles permettent de visualiser directement les changements qui s'opèrent dans la représentation de processus ou de système complexe.

Bétrancourt, Bauer-Morison et Tversky (2001) abondent dans ce sens :

"Sur le fond, l'animation devrait être le moyen le plus naturel pour communiquer le concept de changement dans le temps, de même que l'espace dans les graphiques est le moyen le plus naturel de transmettre des relations spatiales"; lorsque l'animation se montre plus efficace qu'une instruction statique, c'est donc dû à l'information supplémentaire qu'elle transmet, plutôt qu'à la mise en mouvement de cette information". (P. 152)

² Il s'agit d'une présentation séquentielle contrôlable était comparée à une présentation continue au rythme fixée par l'ordinateur.

La multitude de formes que peuvent prendre les animations, ainsi que leurs fonctions, indiquent que l'efficacité ne réside pas dans l'animation en elle-même, mais bien dans son utilisation. L'objectif, la mise en œuvre, la tâche de l'utilisateur ainsi que d'autres variables sont des paramètres qui permettent sa réussite.

L'apport de l'animation ne dépend donc pas uniquement de sa composition, mais également, et surtout, de son contexte d'utilisation.

Une animation peut simuler un processus dynamique qu'une image statique ou qu'un texte ne pourront jamais que décrire ou représenter. L'animation apporte en plus des informations temporelles et une organisation spatiale.

Lorsque l'on compare les contenus conceptuels utilisés dans les études montrant un effet bénéfique des animations, à ceux ne conduisant pas à un tel effet, ces études montrent un impact bénéfique particulièrement sur des phénomènes dynamiques centrés sur le mouvement (poulies, pompes, système de freinage) et sur des processus séquentielles.

Le fait de revenir chercher des éléments est plutôt positif du point de vue de l'apprentissage actif « [...] *par l'intermédiaire de vignettes de rappel signifiant ainsi la permanence de l'information. La mémoire de travail limitée devrait également tirer avantage d'une présentation permanente. En effet, une partie des informations se trouvant dans les vignettes peut être récupérée en cas de perte ou de surcharge, et finalement être tout de même traitée.* » (Meyer : 1996.)

C'est ce que font les sujets du groupe 3 de notre expérimentation 2, lors de la visualisation du processus séquentiel avec des étiquettes de rappel.

La permanence de l'information qui est tout aussi bénéfique dans une animation dynamique. De ce point de vue, nous pouvons nous attendre à une efficacité de la permanence, surtout dans la condition dynamique.

Par contre, une animation complexe peut engendrer une perte des capacités attentionnelles de l'apprenant et, de facto, la perte d'un certain nombre d'information. C'est ce qui est préjudiciable si cet apprenant ne peut revoir les éléments à volonté (Mayer et Anderson, 1992). Nous le remarquons lorsque les apprenants du groupe 1 de l'expérimentation 2, qui suivent le processus de la phagocytose sous sa forme continue, ne restituent pas dans la séance de rappel un nombre d'information important.

3. Les fonctions de l'animation

Deux fonctions de l'animation sont identifiées aujourd'hui : une fonction habilitante (enabling) et une fonction facilitante (facilitating). Elles permettent de réaliser des processus complexes et faciliter ainsi chez l'apprenant la constitution d'une image mentale du processus, contrairement à une image statique qui amène l'apprenant à faire les liaisons nécessaires entre les différentes étapes du processus dynamique.

Bétrancourt et Tversky (2000) soulignent que « [...] *l'animation est utile lorsque le contenu à transmettre implique un mouvement, une trajectoire, un changement dans le temps ou une transformation spatiale, de telle manière que l'animation aide la construction d'un modèle mental du processus dynamique.* »

4. Supplantation de l'animation sur l'image statique

Höffler et Leutner (2007) procèdent à une méta-analyse sur 26 études, départageant les animations des images statiques du point de vue de leur efficacité par rapport à l'apprentissage. Une taille d'effet de moyenne importance montre une supériorité d'efficacité de l'animation sur l'image statique au niveau des performances d'apprentissages.

Les effets des variables modératrices se sont révélés comme suit :

- Les animations ayant représentées fidèlement les contenus à apprendre sont nettement supérieures aux images statiques ayant une fonction similaire. Par contre si elles penchent vers une fonction de décoration, elles se révèlent moins

efficaces et surchargent cognitivement l'apprenant. (variable "role of animation".)

- Les animations se révèlent plus efficaces que les images statiques pour des apprentissages visant des savoirs moteurs-procéduraux, alors que l'avantage de l'animation sur l'image statique est plutôt faible pour des apprentissages visant la résolution de problèmes ou des connaissances déclaratives (variable "type of request ed knowledge".)
- Les animations basées sur la vidéo, donc à haut degré de "réalisme", se révèlent plus efficaces que les animations produites par ordinateur, si on compare ces deux types d'animations aux images statiques (variable "type of animation".)
- La vidéo s'avère plus efficace que l'image statique quand elle représente « avec fort réalisme » l'objet d'apprentissage. En effet, le niveau « photo-realistic » s'avère bien plus efficace que le niveau « schematic » (variable « level of realism »)
- Les résultats révèlent que l'animation couplée au texte s'avère plus efficace que l'image statique couplée au texte. (variable « annoting text »)
- L'animation est supérieure aux images statiques sans indices de signalisation (ex. une flèche), la taille d'effet liée à l'efficacité est plus faible par rapport à celles en comportant. (variable « signaling cues in static picture »)

Les contenus pédagogiques et les domaines disciplinaires devraient prendre en compte ces variables. Quant aux variables « type of animation », « annoting text » et « type of request edknow ledge », elles sont prises en compte dans la conception des animations que nous utilisons dans nos expérimentations.

5. Rôle des animations dans la compréhension de processus

Un autre constat porte sur le rôle des animations dans la compréhension des processus dynamiques. Il réside dans le fait que les versions animées sont souvent plus interactives que les versions statiques. Elles exigent des individus qu'ils réalisent des

prédictions (pouvant être suivies d'un *feed-back*) sur le comportement des éléments en jeu. L'animation ne suit pas toujours un principe d'« *appréhendabilité* » (Tversky, Bauer-Morrison et Bétrancourt, 2002).

Les caractères dynamiques des transformations temporelles de l'animation, l'organisation des informations et la surabondance de ces dernières entraîneraient des difficultés de traitement. Ce qui impliquerait une surcharge cognitive chez le sujet à travers les actions suivantes : savoir où regarder pour repérer le déclenchement du mouvement, son organisation, ou intégrer l'ensemble du mouvement.

De plus, le traitement ne sera pas effectué de la même façon selon le niveau de connaissances préalables du sujet dans le domaine considéré.

Enfin, dans d'autres études, les animations n'engendrent pas de bénéfice d'apprentissage, ou se montrent bénéfiques seulement pour les apprenants qui possèdent des connaissances préalables concernant le domaine étudié.

A titre d'exemple, Lowe (2004) montre que seuls les météorologistes confirmés disposant de connaissances préalables bénéficient de présentations animées des cartes météorologiques dans une tâche de prédiction du temps. Les apprenants débutants ne disposant pas de bases conceptuelles suffisantes, ont tendance à fonder leurs prédictions sur les informations dynamiques perceptivement saillantes, mais peu utiles, au détriment des informations thématiquement pertinentes mais moins perceptivement saillantes.

L'absence de bénéfice des animations tiendrait moins à l'animation en elle-même qu'aux conditions de délivrance de celle-ci. En les rendant plus « *appréhendables* », les animations pourraient améliorer la construction de modèles mentaux précis des systèmes décrits.

Boucheix et Rouet (2007) évoquent deux possibilités qui permettraient une meilleure efficacité de l'animation :

- La première possibilité est le degré d'interactivité avec le sujet. Le niveau de contrôle que le sujet pourra exercer sur l'animation pourrait avoir un effet sur son intégration. A ce propos, Boucheix et Masson, (2001), puis Boucheix et Guignard (2005) montrent qu'une interactivité plus grande, pour les sujets qui permettent de contrôler le rythme des animations, a un effet bénéfique sur la compréhension d'un système d'engrenage chez des enfants.
- La deuxième possibilité concerne directement la forme de présentation. Il s'agit en particulier de rendre appréhendables et discrètes les micro-étapes du fonctionnement du système en sélectionnant le niveau de granularité pertinent (Betancourt, Bauer, Morisson et Tversky : 2002).

Une animation facilite la compréhension du fonctionnement d'un système dynamique car elle permet de visualiser les transitions entre étapes. Or, ces transitions peuvent parfois être difficiles à se représenter. Dans le cas de graphiques statiques, elles doivent être inférées.

Ainsi, ceux qui ne disposent pas des connaissances nécessaires pour inférer ces transitions devraient assimiler plus aisément à partir d'une animation qu'à partir d'une série de graphiques statiques. C'est ce qui est assuré par les apprenants du groupe 3 par rapport au groupe 2, dans l'expérience 3 qui porte sur la comparaison entre le rapport « texte / image statique » et le rapport « texte / image dynamique » (voir partie pratique de notre présent travail.)

6. Théorie cognitive de l'apprentissage multimédia

Cette approche considère l'apprenant comme un constructeur de son propre savoir, qu'il va essayer d'intégrer dans un tout cohérent. Cette vision est contraire à des visions antérieures de l'apprentissage comme l'approche behavioriste et autres.

6.1. La capacité limitée de la mémoire de travail (Baddeley, 1992 ; Chandler et Sweller, 1991)

Elle fait partie de la structure tripartite de la mémoire (Atkinson et Shiffrin, 1968). Cette structure tripartite se réfère à trois types différents de mémoire: la

mémoire sensorielle, la mémoire à court terme et la mémoire à long terme.

- La mémoire sensorielle (MS) stocke les informations provenant des systèmes perceptifs, pour une durée très courte. Son rôle est de sélectionner l'information pertinente. On distingue la mémoire iconique ou visuelle et la mémoire échoïque ou auditive (Sperling, 1963).
- La mémoire à court terme (MCT) sert à stocker l'information pertinente pendant la réalisation d'une tâche annexe.
- La mémoire à long terme (MLT) aurait, quant à elle une capacité de stockage illimitée et permanente.

6.2. La théorie du double codage (Paivio : 1986 ; Baddeley, 1992)

Elle repose sur le principe d'un traitement séparé des informations de type verbal et des informations non-verbales (ou visuelles).

6.3. Le traitement actif (Mayer : 2008 ; Wittrock : 1989))

Un apprentissage sera plus efficace s'il est accompagné d'un réel travail cognitif. L'apprenant est orienté vers les éléments les plus importants afin de les organiser mentalement entre eux et avec les connaissances antérieures. Un apprentissage actif conduit à une meilleure élaboration du modèle mental. Plus ce modèle est élaboré, meilleur est le stockage en MLT. La capacité à réutiliser le contenu de l'apprentissage dans d'autres situations (transfert) est également améliorée.

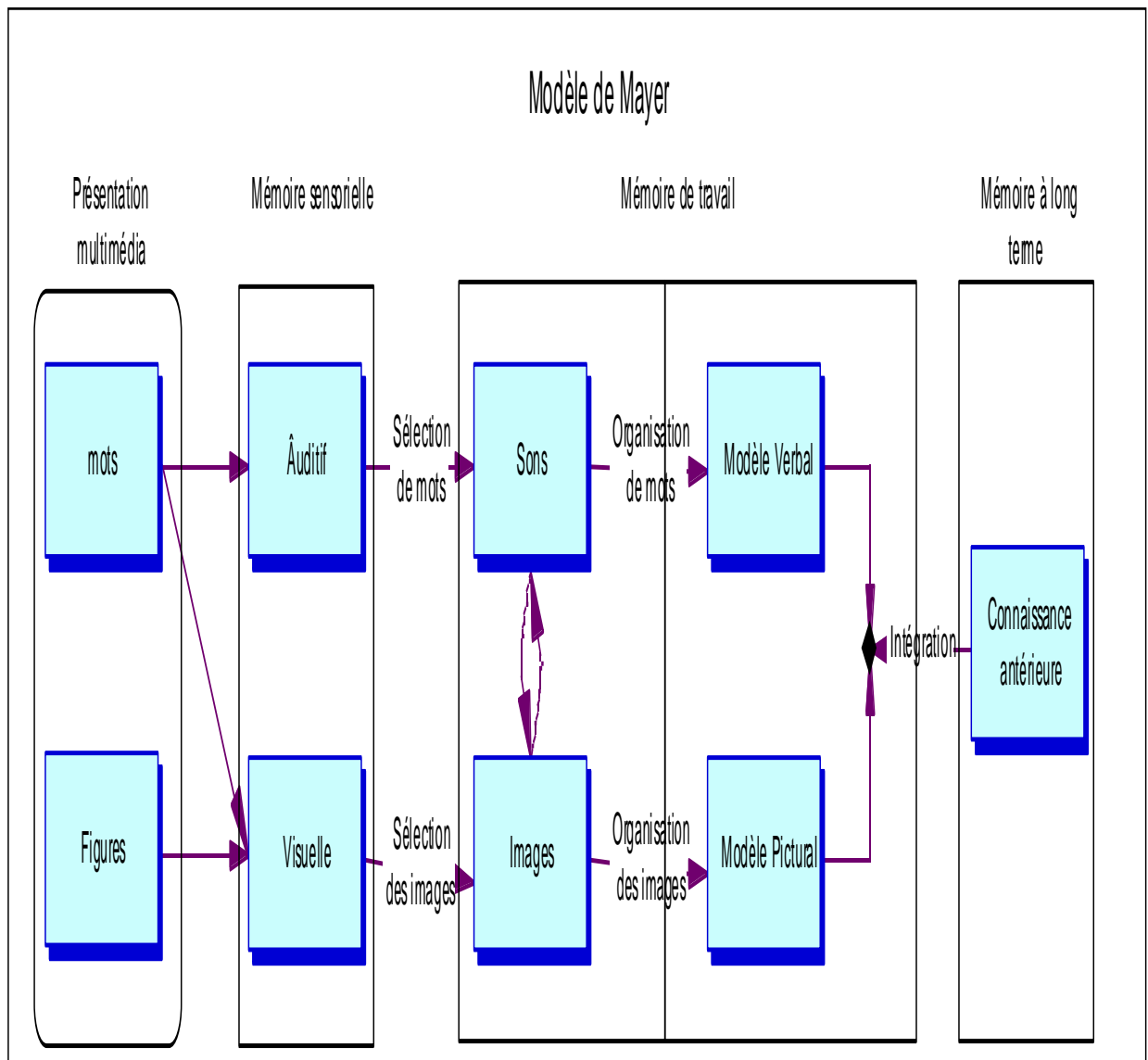


Fig.6. La théorie de l'apprentissage multimédia selon Mayer (2001)

Mayer (2001) distingue trois étapes de traitement de l'information : la sélection, l'organisation et l'intégration. Dans la première étape, les icônes sont prises en charge par la mémoire iconique (ou visuelle). Quant aux mots, ils sont traités par la mémoire échoïque (ou auditive).

Lors de la deuxième étape, l'information pertinente est récupérée par la mémoire de travail. C'est à ce stade que l'information est accessible à la conscience.

Lors de l'ultime étape, la mémoire à long terme intervient pour fournir les connaissances antérieures. L'intégration se fait en mémoire de travail.

7. Le modèle de la compréhension des systèmes dynamiques

7.1. Le modèle de Narayanan et Hegarty

Narayanan et Hegarty (1998, 2002) élaborent un modèle qui rend compte de la compréhension d'informations à caractère dynamique. Le traitement de l'information, selon plusieurs modalités sensorielles (texte, son, image, animation, diagramme...) est également prise en compte. L'apprentissage est vu comme l'intégration de nouveaux éléments dans un modèle mental existant. La construction d'une représentation dynamique se fait alors en cinq étapes :

- La décomposition : tous les éléments perçus sont décomposés en unités d'information. Si ces éléments sont représentés de façon pertinente, la compréhension sera plus efficace.
- La construction d'un modèle statique de connections représentationnelles : les unités identifiées durant l'étape précédente sont organisées. D'une part les éléments sont reliés entre eux. D'autre part, des liens sont créés avec les connaissances préalables de l'apprenant.
- Les liens référentiels : le modèle mental statique intègre les informations provenant des diverses modalités jusque-là traitées séparément. En présentant ces éléments de façon contiguë (simultanément dans le temps ou proches spatialement), il y a alors un bénéfice appréciable au niveau de l'apprentissage.
- Les rapports de cause à effet : Les chaînes d'évènements qui surviennent dans le système constituent la prochaine étape de compréhension. Ces chaînes peuvent être de type causal ou de type logique, selon la nature du système présenté. Tenter d'appliquer le mauvais type de chaîne à un modèle induit des erreurs de compréhension. Inférer les relations causales d'un système nécessite de bien comprendre les relations à la fois spatiales et temporelles des éléments entre eux.
- La construction d'un modèle mental dynamique : Pour refléter le fonctionnement de l'ensemble du système, un modèle mental dynamique doit être construit. Ce travail se fait habituellement par l'inférence du comportement dynamique de chaque élément. Le dispositif expérimental que nous avons

construit montre l'évolution progressive des éléments dynamiques lors des différentes opérations du processus (adhésion, ingestion, digestion, rejet) du processus de la phagocytose. Une présentation dynamique est avantageuse car elle rend explicite le comportement relatif des divers éléments.

7.2. Le modèle de Schnötz

Schnötz (Schnötz et Bannert, 2003; Schnötz, Böckheler, et Grzondziel, 1999) décrit un modèle de la construction d'une représentation issue de textes et issue d'images. Une première différence est établie entre les représentations descriptives et les représentations décriptives (ou représentatives).

Une représentation descriptive est constituée de symboles. Ces symboles sont eux-mêmes des signes associés selon une convention. Un texte ou une représentation verbale font typiquement partie de cette catégorie.

Une représentation décriptive est constituée de signes visuels concrets ou abstraits. Ces derniers font partie indissociablement de la représentation. Exemple : les images et les diagrammes.

Lorsqu'il y a une correspondance visuelle forte entre l'image et l'objet représenté, nous parlons de similarité.

La seconde catégorisation différencie la représentation interne de la représentation externe. L'information externe est perçue et traitée pour se transformer en une représentation interne.

Comme le montre la figure suivante, des processus organisationnels séparés traitent les informations internalisées. L'acquisition d'information se fait au moyen de fonctions de sélection et d'organisation de l'information.

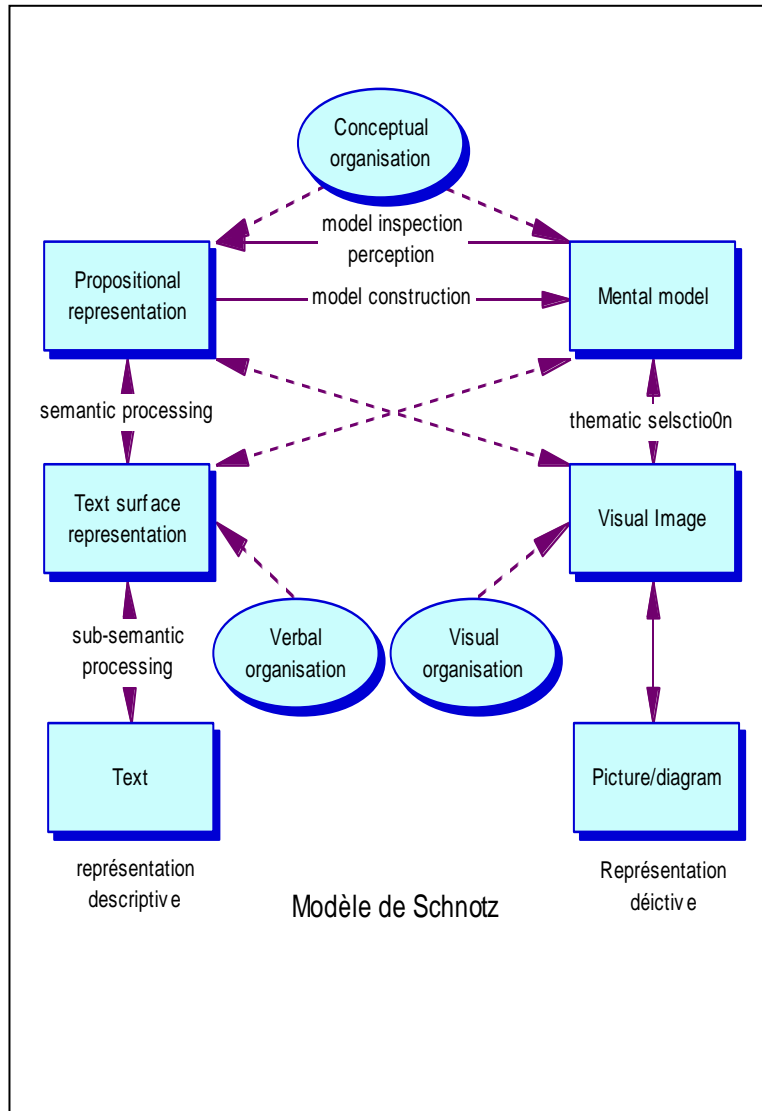


Fig7. Modèle intégré de la compréhension des textes et des images, selon Schnötz et Bannert (2003)

Pour Schnötz, les représentations propositionnelles et les modèles mentaux restent séparées et différentes tout en étant liées et complémentaires. L'organisation conceptuelle de ces deux éléments se fait de manière à ce que les structures sémantiques du premier correspondent aux structures visuo-spatiales du second.

Cette construction est faite de va –et- vient incessants entre les structures de sélection et d'organisation de l'information en provenance des représentations externes ou internes,

7.3. Théorie de la charge cognitive

Cette théorie élaborée par Sweller (Sweller, 2003; Swelleretal, 1990; Swelleretal, 1998), se base principalement sur les capacités limitées de la mémoire de travail. Elle permet de donner une explication lors de l'absence d'impact lors du défilement de l'animation. Une véritable ingénierie pédagogique de présentation, et du traitement de l'animation dans sa conception est alors incontournable.

Sweller et Chandler(1994) distinguent deux sources de charge cognitive : La charge intrinsèque et la charge extrinsèque.

La première correspond à la difficulté du concept à apprendre. Elle augmente avec le nombre d'éléments ainsi qu'avec la complexité des relations entre ces éléments. C'est la partie de la charge cognitive irréductible pour apprendre un concept donné.

La seconde, quant à elle, dépend de l'activité d'apprentissage elle-même.

8. Première synthèse

Nous avons consacré un moment partiel de notre recherche à la compréhension de l'écrit, ses soubassements théoriques et les différentes corrélations qu'il génère. Un deuxième temps partiel a été mis à profit pour examiner le rapport « texte / image. » Les enseignements tirés de ces deux approches devront nous permettre d'appréhender sereinement les ancrages théoriques auxquels s'adosse notre partie expérimentale.

En outre, et dans le souci de circonscrire les derniers soubassements auxquels s'adosse cette partie expérimentale, nous avons développé la notion d'animation et ses effets didactiques.

Il s'agit d'établir une corrélation entre ces trois moments théoriques afin de permettre des expérimentations sereines, objectives et fiables, à même de valider/ invalider l'hypothèse de travail et les questions de recherches conçues en amont de ce développement (voir l'introduction.)

Il s'agit aussi, dans la partie qui va suivre, de mettre en exergue une ingénierie éducative aux représentations visuelles, qui nous semble une procédure particulièrement indispensable pour notre recherche.