



Haute école pédagogique

Avenue de Cour 33 — CH 1014 Lausanne

www.hepl.ch

Mémoire de fin d'études pédagogiques au Secondaire II

De l'utilisation des animations en situations pédagogiques, au secondaire supérieur.

Mémoire professionnel

Travail de

Amaël Chevalier

Sous la direction de

Emmanuel Flaction

Membre du Jury

Josiane Chevalley-Roy

Lausanne, Juin 2010

Table des Matières

1. Introduction.....	2
1.1. Choix du sujet.....	2
1.2. Définition d'une animation.....	2
1.3. Intérêt suscité par les animations.....	2
1.4. Avantages potentiels des animations par rapport aux graphiques statiques.....	3
1.5. La réalité du terrain, contre toute attente.....	3
1.6. Les problèmes identifiés.....	4
2. Applications pratiques.....	5
2.1. Comment améliorer les animations ?.....	5
2.2. Pertinence de l'utilisation d'une animation.....	7
3. Partie expérimentale.....	8
3.1. Objectif.....	8
3.2. Contexte de l'approche expérimentale.....	8
3.3. Précautions utilisées pour la comparaison des deux approches.....	9
3.3.1. Standardisation graphique.....	9
3.3.2. Standardisation des commentaires oraux.....	9
3.3.3. Standardisation de la durée.....	10
3.3.4. Standardisation de la centration de l'apprenant.....	10
3.4. Choix des sujets mis en animation.....	11
4. Application des principes généraux relatifs à la conception de graphiques et animations.....	12
4.1. Animation I – le péristaltisme des lombrics.....	12
4.1.1. Explications :.....	13
4.1.2. Elaboration de l'animation.....	13
4.1.3. Elaboration du graphique statique.....	14
4.2. Animation II – La régulation des hormones sexuelles chez l'homme.....	14
4.2.1. Explications :.....	15
4.2.2. Elaboration de l'animation.....	16
4.2.3. Elaboration du graphique statique.....	17
4.3. Evaluation.....	17
4.3.1. Evaluation de la locomotion du lombric.....	18
4.3.2. Evaluation de la régulation hormonale masculine.....	18
5. Résultats :.....	20
5.1. Animation I – La locomotion du Lombric.....	20
5.2. Animation II – La régulation des hormones sexuelles masculines.....	21
6. Discussion.....	22
6.1. Compréhension de la locomotion du lombric :.....	23
6.2. La régulation des hormones sexuelles masculines:.....	25
7. Conclusion.....	26
8. Bibliographie.....	29
9. Annexes.....	30

1. Introduction

1.1. Choix du sujet

Ayant mis au point des animations à de nombreuses reprises, grâce à des programmes de projections de type powerpoint et songeant à m'investir dans les animations flash, il m'a paru essentiel d'avoir préalablement un point de vue critique quand au réel potentiel éducatif des animations et ce d'autant plus que leur mise au point est particulièrement chronophage.

1.2. Définition d'une animation

En préambule de toute analyse et pour la clarté de ce travail, il convient de définir précisément ce qui est considéré comme une animation. Une définition est proposée par Bétrancourt et Tversky (2000) sous cette forme : « *toute application générant une séquence de plans visuels de telle sorte que chaque plan soit une modification du plan précédent, dans un ordre déterminé soit par la personne ayant généré la séquence, soit par les choix effectués par l'utilisateur* ».

1.3. Intérêt suscité par les animations

L'utilisation des animations audiovisuelles dans des situations pédagogiques a explosé pour différentes raisons. La première est que leur mise au point au travers d'interfaces ne nécessite plus des connaissances approfondies en codage informatique et permet à tout un chacun de créer ses animations sur mesure, sur un ordinateur standard. La seconde est que nombre de pédagogues sont convaincus qu'elles sont plus efficaces pour présenter des situations complexes dynamiques. Enfin, elles offrent une façade attrayante et ludique envers les apprenants et joue ainsi un rôle « émotionnel » dans le maintien de l'intérêt et de la motivation (Lowe, 2004).

1.4. Avantages potentiels des animations par rapport aux graphiques statiques

À la différence des animations, les graphiques statiques doivent inclure des symboles pour indiquer les changements temporels indirectement, par des flèches, traitillés... Lorsque la situation est complexe et implique plusieurs étapes temporelles, la représentation statique peut alors être surchargée de symboles ce qui est un obstacle à l'apprentissage. Ce d'autant que l'apprenant doit interpréter ces symboles et se créer une représentation mentale de la dynamique, ce qui est très exigeant cognitivement. Il a donc été suggéré que l'impact positif des animations devait se situer dans ce contexte, en déchargeant l'apprenant d'une partie de l'abstraction nécessaire pour se construire une représentation du processus et lui permettre ainsi de concentrer sa réflexion sur les points clés mis en lumière par l'animation, afin de comprendre le processus (Lowe, 2004). Deux cas de figure potentiels ont été décrits. Premièrement, en libérant l'apprenant d'une partie de la charge cognitive allouée à la compréhension de la dynamique, l'animation peut alors être un moyen permettant la compréhension d'un processus très complexe, inatteignable autrement, et joue alors donc le rôle de *déclencheur*. Dans d'autres situations, lorsque la compréhension serait possible pour l'apprenant sans animation, mais impliquerait un grand effort cognitif, l'animation joue alors le rôle de *facilitateur* (Schnotz, 2005).

1.5. La réalité du terrain, contre toute attente

Malgré ces intuitions quand aux possibilités que pourraient offrir les animations à une fin d'apprentissage, leur efficacité réelle sur le terrain est moins évidente. Les études scientifiques menées sur le sujet peinent même à démontrer un réel avantage par rapport à un graphique statique (Tversky, Morrison et Bétrancourt, 2002) et font même parfois ressortir des effets négatifs sur l'apprentissage (Schnotz, 2005).

Un des traits principaux des animations qui suscite leur grande utilisation est de permettre une représentation plus fidèle à une situation dynamique réelle. Il se cache là derrière l'idée implicite que plus la situation représentée est fidèle à la réalité, plus sa transmission et sa transposition dans son contexte sera réussie chez l'apprenant. C'est là oublier le rôle que joue la symbolique comme interface dans les processus

cognitifs de compréhension. Les graphiques statiques ont évolué depuis des centaines d'années, développant au fil du temps des techniques « visu spatiales » qui leur sont propres permettant de mettre en lumière certains aspects centraux du schéma par exemple par l'exagération visuelle d'une caractéristique. L'amélioration de l'efficacité de ces graphiques a donc passé par une diminution de leur fidélité à la réalité. Or une telle approche n'a pas encore été mise en place pour la partie temporelle, qui différencie les animations de ceux-ci (Lowe, 2004).

1.6. Les problèmes identifiés

Il paraît désormais de plus en plus évident que la mise au point d'animations efficaces nécessite une approche beaucoup plus complexe que celle intuitive qui a guidé l'élaboration des animations jusqu'à aujourd'hui. Il convient désormais de tenir compte du processus cognitif par lequel l'apprenant va intégrer le contenu de l'animation et de l'adéquation entre le rythme de transmission de l'information contenue dans l'animation et le rythme de traitement des données de l'apprenant.

Deux ensembles de problèmes ont été relevés à ce niveau (Lowe, 2004). Premièrement, un effet de « sur implication » cognitive liée à un flux d'information trop élevé par rapport à la capacité de traitement de l'apprenant. La dynamique induit quantité de données supplémentaires non formulées que l'apprenant doit traiter. Par exemple, l'apprenant doit localiser et intégrer des changements à des niveaux spatiaux différents. Il doit continuellement garder en tête ce qui c'est passé préalablement, l'information disparaissant à mesure de la progression et adapter sa concentration et son rythme de lecture à la vitesse de l'animation. Face à ce flux énorme d'informations, l'apprenant met au point des stratégies personnelles de tri dont l'efficacité est très variable entre individus.

A l'inverse, apparaît un cas de « sous implication » de l'apprenant lorsqu'une sensation excessive de simplicité est ressentie et entraîne une grande déconcentration, l'apprenant tenant la dynamique de l'animation pour acquise. Celui-ci ne se concentre alors que sur les interactions entre objets, sans intégrer leurs mouvements et leurs positions respectives au cours du temps. La situation paraît claire sur le moment pour l'apprenant, alors que sortie de son contexte où l'animation établit le décor et la

dynamique, il n'y a plus de cohérence et de cohésion entre les différents objets. Cet effet peut même être péjorant pour l'apprentissage, par rapport à un schéma statique, l'excès de facilité, réel ou non, laissant l'apprenant totalement en dehors de la réflexion. Finalement, si l'apprenant avait compris le processus avant l'animation, la représentation que l'animation impose pour les transitions entre les différentes étapes du processus peut venir perturber le schéma mental pourtant correct établi par l'apprenant (Schnotz, 2005).

2. Applications pratiques

2.1. Comment améliorer les animations ?

En plus de tenir compte des problèmes évoqués précédemment, plusieurs voies ont été explorées afin de comprendre et d'améliorer le résultat obtenu au travers d'animations.

En premier lieu, l'animation étant une représentation graphique, il est important d'y intégrer les recherches mettant en lumière les critères d'efficacité des graphiques statiques. Par exemple, une représentation réaliste n'a de sens que lorsqu'il s'agit de reconnaître cette représentation. Lorsqu'il s'agit d'interactions, une représentation schématique est plus appropriée et il doit donc en aller de même pour les animations.

Le design de l'animation joue un rôle aussi important que pour les graphiques statiques. Une animation encombrée de texte, de symboles ou d'objets sera un obstacle à la centration de l'apprenant sur les points essentiels. La mise en lumière de ces derniers est un enjeu crucial de la réussite de l'animation.

Lorsque la représentation graphique est inappropriée, par exemple parce que la représentation mentale est aisée, l'utilisation d'une animation est également inappropriée. Enfin, seules les situations impliquant des relations dynamiques dans le temps entre les objets présentent un intérêt à être animées.

Le rythme de l'animation influence l'apprentissage de l'apprenant. La capacité individuelle de traitement de l'information est limitée et le rythme de l'animation doit donc être adapté au public visé. Une technologie qui permet de déterminer sur quelle partie de l'écran chaque apprenant regarde a permis de démontrer que les apprenants concentraient leur regard sur des zones différentes de l'animation, suivant son rythme (Meyer, Rasch et Schnotz, 2010).

Le type de connaissances visé par l'animation joue un rôle puisque seules les connaissances procédurales semblent être avantagées par une animation (Bétrancourt et Tversky, 2000).

L'ajout de commentaires oraux, durant la présentation ou juste avant, ajoute à l'efficacité de cette dernière (Bétrancourt et Tversky, 2000).

Deux principes généraux à utiliser lors de la conception d'animations peuvent d'ores et déjà être établis :

- le *principe de concision*, selon lequel l'information doit être transmise de la manière la plus claire et la plus simple possible
- le *principe de correspondance conceptuelle*, selon lequel l'animation doit être utilisée uniquement lorsque le contenu à transmettre implique un changement dans le temps (Bétrancourt et Tversky, 2000)

Une autre des voies explorées afin d'améliorer l'efficacité des animations est l'interactivité entre l'apprenant et l'animation, ce sous diverses formes ; l'interactivité augmentant l'investissement attentionnel de l'apprenant (Rebetez et Bétrancourt, 2007). Soit le manipulateur peut changer les paramètres importants d'un processus, afin de mettre en lumière leur incidence (Schnotz, 2004), soit l'utilisateur peut marquer des pauses réflexives dont il gère la durée entre les différentes étapes de l'animation (voir Ossipow, Wiplfli et Bétrancourt, 2006). Certaines de ces études montrent un effet positif de l'interactivité (Bétrancourt et Tversky, 2000), alors que d'autres ne notent aucune amélioration associée (Rebetez et Bétrancourt, 2007 ; Bétrancourt et Realini, 2005 ; Schotz, 2004 ; Rouet, 2004). Cette voie nécessite de

plus amples recherches pour déterminer quels paramètres liés à l'interactivité jouent un rôle concret dans l'amélioration de l'apprentissage.

Finalement et c'est là un des points les plus important, il ne faut utiliser une animation que dans des situations où son recours est indispensable (Bétrancourt et Tversky, 2000).

2.2.Pertinence de l'utilisation d'une animation

Un des enjeux afin d'optimiser l'utilisation d'animations est donc de les utiliser dans les contextes où elles apportent des résultats supérieurs d'apprentissage.

De manière concise, l'emploi d'une animation est pertinent lorsque : (Bétrancourt, 2004)

- La représentation est très difficile à imaginer à l'aide d'un autre support
- L'organisation des objets est complexe et dynamique de manière spatiotemporelle et les transitions difficiles à imaginer.
- L'objectif visé est non la compréhension de la dynamique en place mais d'autres paramètres satellites qui en sont dépendants à interpréter

Afin de tester l'efficacité d'une animation, par comparaison avec un autre mode d'apprentissage, il est essentiel de standardiser l'information donnée à l'apprenant pour les deux modes. Il est néanmoins souvent impossible de le faire, à cause des contraintes générées par les modes eux-mêmes. C'est pourquoi il est toujours délicat de déterminer si l'expérience est réellement représentative de l'efficacité du média utilisé ce d'autant plus que les conditions et critères d'évaluation contribuent à influencer le résultat (Bétrancourt et Tversky, 2000). Comme le relève Lowe (1996, p.41 dans Bétrancourt et Tversky, 2000) « *Etant donné la diversité des facteurs spécifiques au contexte lors d'apprentissages basés sur des représentations graphiques, il paraît tout à fait improbable qu'une étude fondée sur une telle dichotomie simpliste puisse réellement avoir du sens.* »

3. Partie expérimentale

3.1. Objectif

N'ayant à disposition qu'un temps limité pour l'expérimentation en classe couplé à un nombre d'élèves peu élevé, il est évident que la démarche expérimentale n'a aucune prétention de généralisation et se limite strictement au contexte d'étude. L'approche expérimentale n'est néanmoins pas dénuée de sens dans un tel contexte puisqu'elle implique une mise en pratique des connaissances acquises sur le sujet au travers d'une approche singulière, impliquant une comparaison avec un graphique statique. Or c'est en essayant de standardiser les paramètres autres que la « dynamique » liée à l'animation, afin de pouvoir comparer les deux méthodes, que l'on peut réaliser l'étendue des facteurs pouvant influencer ou non la réussite d'une animation et par là même le diagnostic d'efficacité d'une méthode sur l'autre. Cette réflexion n'aurait certainement pas été menée en dehors du contexte de cette étude.

3.2. Contexte de l'approche expérimentale

Les deux expériences décrites ci-dessous ont été menées avec une classe de première année de maturité, en Option Spécifique Biologie-Chimie. Il s'agit d'une classe de 23 élèves issus de deux classes regroupées dans le cadre de l'option spécifique. Ces élèves ont une période de travaux pratiques de Biologie par semaine, qui est dispensée sous la forme de deux périodes chaque deux semaines, en demi-classes prises alternativement. Ce contexte est intéressant dans le cadre de l'expérimentation de ce mémoire puisqu'il permet de travailler différemment avec chaque demi-classe et ainsi observer les différences associées. Deux expériences de comparaison impliquant l'utilisation d'une animation et d'une représentation statique ont été menées dans ce contexte.

3.3. Précautions utilisées pour la comparaison des deux approches

Un des grands problèmes dans les études comparatives entre approche statique et dynamique est le nombre de paramètres changeant entre les deux supports graphiques, en dehors ce que l'on désire comparer. Afin d'optimiser les conditions de comparaison des deux méthodes pédagogiques statique et dynamique, une réflexion à quatre niveaux de standardisation a été menée, en plus de l'application des principes énoncés précédemment.

3.3.1. Standardisation graphique.

En dehors de symboles éventuels qui pourraient être nécessaires à visualiser la dynamique, aucune différenciation graphique ne doit distinguer le graphique statique du dynamique. Que ce soit au niveau de la représentation, des couleurs, des éventuelles légendes associées mais également de la dimension de chaque objet représenté. Les animations élaborées ont donc été choisies de manière à ce que leur forme statique ou dynamique puisse être graphiquement similaire, sans que cela ne pèjore leur efficacité. La dimension à l'écran des deux représentations a été uniformisée.

L'influence du support est fondamentale et celui-ci est nécessairement un écran dans le cas de l'animation. Comme l'objectif de la comparaison n'est pas de distinguer l'effet du papier de celui de l'écran lumineux, la seule utilisation de l'écran dans les deux cas a été choisie.

3.3.2. Standardisation des commentaires oraux

Les commentaires donnés par l'enseignant ont un rôle majeur dans la compréhension (Bétrancourt et Tversky, 2000), c'est pourquoi ils se doivent d'être standardisés pour les deux animations. Le texte énoncé a été déterminé à l'avance, appris et suivi dans le même ordre chronologique. Les élèves ne pouvaient pas poser de questions. Aucune intervention liée au comportement n'a dû être entreprise et dans tous les cas, les élèves, mis au courant de l'expérience en cours, ont respecté un silence et une concentration excellente.

3.3.3. Standardisation de la durée

Un des problèmes relevé dans les animations est leur rythme, qui est souvent inadapté à la capacité d'intégration de l'apprenant (Lowe, 2004). Afin de limiter les différences à ce niveau entre le graphique statique et l'animation, le temps à disposition pour la lecture et la compréhension à l'écran a été chronométré et standardisé pour les deux cas. Le rythme ne peut néanmoins pas toujours être contrôlé pour chaque animation, certaines ont des séquences d'images défilant à un rythme fixé, nécessaire au mouvement. Deux approches ont été menées à ce niveau : une première animation où le rythme était déjà établi dans l'animation, celle-ci se déroulant en une seule séquence continue et étant répétée plusieurs fois dans les limites du temps à disposition et une seconde approche où l'animation était découpée en différentes séquences, adaptables au rythme de l'orateur.

3.3.4. Standardisation de la centration de l'apprenant

La qualité de la mise en lumière des points charnières de la dynamique a un fort impact sur la compréhension (Bétrancourt et Tversky, 2000) et se doit d'être normalisé dans une étude comparative. A cette fin, tout indice visuel ou oral visant à centrer l'apprenant sur une partie du graphique, doit être normalisé. L'animation présente l'avantage de pouvoir mettre successivement en évidence les parties du graphique où l'attention doit être portée alors que le graphique statique ne le permet pas sous certaines formes. Si le graphique statique est constitué d'une séquence d'images, alors il est possible de mettre en lumière les différentes parties qui interviennent chronologiquement. Mais lorsque le support graphique consiste en un seul schéma, la mise en lumière simultanée de toutes les parties intervenant n'a pas de sens et constituera probablement une source de surcharge cognitive. Il a donc été décidé, afin de pouvoir convenablement comparer les deux méthodes, de mettre en évidence les différentes parties non graphiquement, mais par le biais d'une baguette que l'enseignant pointera au même moment et en suivant les mêmes commentaires, sur les différentes parties entrant en jeu, similairement pour chaque méthode.

3.4. Choix des sujets mis en animation

Le seul paramètre évident et indispensable à l'utilisation d'une animation est la présence d'une dynamique d'interactions dans le modèle présenté. Cela ne signifie évidemment pas que ce critère suffise et davantage de critères doivent être spécifiés afin de ne pas mettre dans le même panier des situations fort différentes entraînant des résultats variables à l'origine du flou observé dans la compilation des travaux de recherche.

Parmi les autres critères en jeu, la complexité du modèle à comprendre, quoique difficile à quantifier, est un facteur important (Lowe, 2004). Un modèle dynamique simple à comprendre rendra l'utilisation d'une animation inefficace, voire contre productive alors que dans une situation complexe, l'animation pourra décharger l'apprenant d'une partie des paramètres à associer et permettre ainsi une meilleure compréhension (Schnotz, 2004). Il n'existe cependant pas d'outil à l'heure actuelle permettant de quantifier le risque de saturation cognitive, en dehors d'approches empiriques, c'est pourquoi deux animations de durée et de complexité différentes ont été menées dans le cadre de ce travail. Une animation courte sur un mécanisme dynamique relativement simple, la locomotion du lombric, et une animation plus complexe mettant en lumière la régulation hormonale sexuelle masculine chez l'humain. Ces deux situations impliquent des changements dynamiques au court du temps et des interactions entre objets.

La locomotion du lombric est un mécanisme relativement simple, c'est-à-dire qu'il implique un nombre très limité (deux) d'objets agissant simultanément. Toute la séquence se passe au même niveau d'organisation (l'organisme). L'animation est construite comme une séquence d'images se déroulant automatiquement, à la manière d'une vidéo et son équivalent statique est une présentation simultanée des étapes cruciales de la dynamique.

La régulation hormonale masculine est un mécanisme beaucoup plus complexe, impliquant plus d'objets (trois) et de types d'interactions, avec comme difficulté supplémentaire un décalage temporel des effets des interactions, puisque les hormones doivent circuler dans le système sanguin avant qu'il n'y ait de réponse.

L'animation est construite sur un seul schéma par une décomposition du mécanisme, qui se construit progressivement, et où le lancement des différentes séquences est gérable par l'enseignant. L'équivalent statique consiste en un unique schéma où la dynamique est symbolisée par des flèches.

Les deux animations diffèrent donc au niveau de la complexité du mécanisme, de la mise en forme de l'animation, de la possible gestion du temps par l'enseignant, mais également au niveau de l'évaluation, comme décrit plus loin. Ces différences permettent de se rendre compte du nombre de paramètres pouvant différer entre deux animations et éventuellement de remarquer des différences d'efficacité pédagogique associées à ces dernières. L'interactivité de l'apprenant avec l'animation n'a pas été explorée, dans la mesure où cela entraînait des contraintes techniques pour l'expérimentation et induit une grande complexité lors de la mise au point de l'animation.

4. Application des principes généraux relatifs à la conception de graphiques et animations

Il a été tenu compte du principe de concision et, dans la mesure du possible, de toutes les précautions décrites. L'application de ces dernières sera décrite pour chaque animation séparément et les limites discutées dans la partie finale du rapport.

4.1. Animation I – le péristaltisme des lombrics

L'objectif de cette animation est de faire comprendre aux élèves comment un lombric parvient à se mouvoir sans avoir de pattes mais en conservant un axe du corps rectiligne (à la différence des serpents).

La représentation statique se présente comme une séquence de cinq images où chacune illustre un point clé du mécanisme.

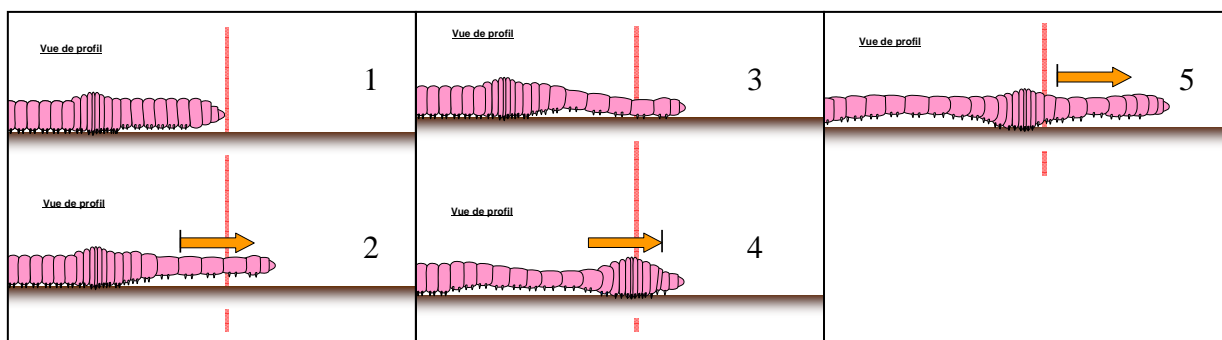


Figure 1 : les cinq illustrations statiques présentées aux élèves. Les nombres de 1 à 5 n'apparaissent pas sur l'écran, ils ont été ajoutés ici pour la compréhension de la chronologie sans avoir les commentaires oraux.

4.1.1. Explications :

Le lombric dispose de soies sous son ventre, qui sont de courts poils drus. La locomotion du lombric se fait en contractant les anneaux de sa partie antérieure (2), ce qui a pour effet de l'allonger. Puis d'ancrer les soies de sa partie antérieure dans le sol (3) et de ramener les anneaux postérieurs par contraction de ceux-ci (4). Le cycle recommence (5). La ligne rouge est un repère spatial permettant de visualiser la progression du ver.

4.1.2. Elaboration de l'animation

L'animation consiste en un enchaînement de 30 images différentes défilant à un rythme prédéfini, conçue sur le programme Powerpoint®. L'enseignant lance l'animation en cliquant sur un bouton de lancement et la séquence, durant 3 secondes, se déroule jusqu'à son terme, où l'enseignant peut alors la relancer.

En vertu du principe de concision (Bétrancourt et Tversky, 2000), seule la partie avant du lombric a été mise en évidence dans les schémas statiques et dynamiques. En effet, ce mouvement se répète similairement à l'arrière du corps du lombric, mais leur simultanéité ne constitue pas l'enjeu de la compréhension du mouvement péristaltique et d'ailleurs une seule contraction à l'avant suffirait à un petit ver. C'est donc sur l'essentiel que s'est concentré l'animation, en centrant l'attention sur le mécanisme. Le graphisme a été épuré au stricte nécessaire ainsi que le nombre de

couleurs utilisées. L'exagération symbolique de la déformation des anneaux du ver est légère mais paraît suffisante à la compréhension. Aucune flèche ou symbole n'apparaît dans la version animée.

4.1.3. Elaboration du graphique statique

Le graphique statique correspond à une présentation des étapes principales. Cinq étapes ont été retenues comme telles. Ces dernières étaient présentées par deux sur l'écran, à une dimension équivalente de la version animée. Il eut été plus judicieux de les avoir toutes simultanément à l'écran afin que l'apprenant puisse gérer lui-même les changements entre chaque étape, à son propre rythme, néanmoins, la bonne compréhension du mécanisme (impliquant les petites soies sous le corps du vers) nécessitait que l'image soit assez grosse et excluait donc une telle possibilité. La présentation par deux images simultanées empêche l'effet d'animation lors du changement de diapositive, l'enchaînement temporel étant décalé spatialement entre chaque transition et ne peut donc être perçu comme l'équivalent d'une animation. La standardisation graphique est intégrale, en dehors de flèches indiquant le mouvement comme sur la figure 1.

La durée de l'explication était de cinq minutes, le texte et les mises en évidences sont donnés en annexes.

4.2. Animation II – La régulation des hormones sexuelles chez l'homme

L'objectif de cette animation est de faire comprendre aux élèves les différentes interactions entre quatre hormones circulant dans le sang et émises par trois glandes endocrines, où trois hormones sont impliquées dans une autorégulation. La présentation dure 30 minutes et a été élaborée à l'aide du programme Powerpoint®.

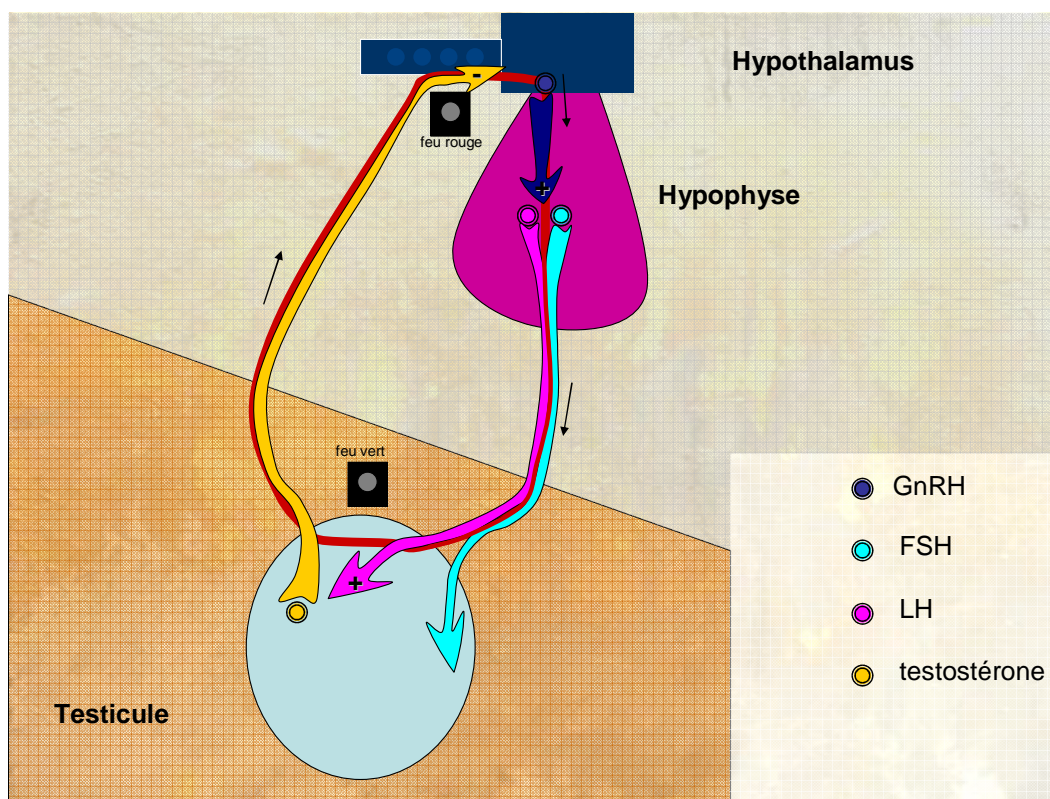


Figure 2 : Graphique statique présentant les interactions entre GnRH, LH et testostérone dans la régulation des taux d'hormones sexuelles.

4.2.1. Explications :

Pour résumer, la GnRH est une hormone synthétisée dans l'hypothalamus, qui commande dans l'hypophyse la synthèse couplée de deux hormones, la FSH et la LH. La FSH sort du circuit de régulation et commandera la fabrication de spermatozoïdes. La LH quant à elle induit une production de testostérone par salves dans les testicules. Le taux de testostérone induit lui une baisse proportionnelle de synthèse de GnRH dans l'hypothalamus.

On a donc une régulation $GnRH \rightarrow (+) LH \rightarrow (+) Testostérone \rightarrow (-) GnRH$ qui maintient le taux de testostérone dans des limites satisfaisante pour les fonctions associées. Le mécanisme est expliqué en partant de la GnRH jusqu'à la testostérone, en rappelant le passage de chaque hormone par le système sanguin (en rouge) ainsi que le léger décalage temporel apparaissant entre l'émission d'une hormone et son effet. Puis l'effet d'un excès de testostérone et sa régulation est expliqué.

4.2.2. Elaboration de l'animation

L'animation consiste en un fond statique similaire à la Figure 2, sans les flèches. Les hormones, symbolisées par des ronds, apparaissent dans leur zone de fabrication puis se déplacent via le système sanguin vers l'organe cible. L'animation est divisée en quatre étapes gérées par l'enseignant, correspondant à la synthèse successive de chaque hormone. Dans un second temps, un excès de testostérone est simulé, avec les effets engendrés, jusqu'à la régulation du taux. L'animation met également en lumière le fait que la testostérone est synthétisée par pulses (salves).

En vertu du principe de concision, tous les organes intermédiaires entre le cerveau et les testicules ont été supprimés, tout en conservant un continuum au niveau du système sanguin (concept central pour la circulation des hormones). Cette simplification a été matérialisée sur le schéma par une discrète scission du plan diagonalement. Les organes présents sont réduits à leur symbolique la plus simple, mais identifiable. Les dimensions de chacun ne sont pas respectées mais sont globalement égales, car ils jouent tous un rôle important. Les hormones ne circulent que de l'organe source à l'organe cible dans l'animation, alors qu'en réalité elles circulent uniformément dans tout le système sanguin et seuls les organes cibles sont sensible à leur taux. Mais cette précision n'est pas nécessaire à la compréhension de la régulation et a donc été écartée.

Le rétrocontrôle positif de la LH sur la production de testostérone est symbolisé par un feu de signalisation qui passe au vert. Le rétrocontrôle négatif de la testostérone sur l'hypothalamus, qui est la difficulté principale et le point essentiel de la régulation, a été schématisé par un récepteur dont la saturation actionne un feu de signalisation rouge, pour la synthèse de GnRH.

4.2.3. Elaboration du graphique statique

Le graphique statique est celui présenté en Figure 2. Il a les dimensions et les couleurs absolument similaires à l'animation. La seule différence consiste en l'ajout des flèches symbolisant le déplacement de chaque hormone de l'organe source à l'organe cible, suivant la même simplification que dans l'animation. Un signe positif ou négatif a été ajouté à l'extrémité de la flèche, suivant le type de rétrocontrôle.

Les commentaires, le timing et les mises en lumière ont été rigoureusement les mêmes que pour l'animation, sauf que le déplacement de chaque hormone a été indiqué une fois par la baguette fléchée de l'organe source à l'organe cible, puis une seconde fois lors de l'excès de testostérone.

4.3. Evaluation

L'objectif de chaque apprentissage a été donné oralement aux élèves en début de séquence.

Le type d'évaluation en tant qu'indice d'efficacité d'une méthode joue un rôle crucial sur les résultats obtenus et est indiscutablement une source supplémentaire de variance lors de la comparaison de différentes recherches. Afin d'être efficace, l'évaluation doit :

- Tenir compte de l'ensemble du mécanisme présenté
- Inclure des critères et indicateurs d'évaluation bien définis et indépendants
- Proposer une expression qui ne favorise aucune des deux méthodes d'apprentissage utilisées.
- Tester uniquement ce qui a été appris et non des connaissances ou concepts tiers
- Permettre de distinguer clairement la compréhension ou non du mécanisme

4.3.1. Evaluation de la locomotion du lombric

Il a été impossible de trouver une méthode d'évaluation satisfaisant pleinement à tous les critères ci-dessus. Une série de questions fermées a toujours peu de sens, dans la mesure où les étudiants vont toujours répondre, même s'ils n'ont aucune idée. Une série de questions ouvertes impliquerait la formulation du mécanisme, ce qui paraît fort difficile, démontrant bien l'intérêt de l'utilisation d'une animation ou d'un schéma pour y parvenir.

L'évaluation retenue a donc été une série de dessins commentés, expliquant la progression du ver. Ce mode d'évaluation a le gros désavantage de ressembler fortement à la présentation des images statiques, ce qui paraît favoriser les élèves ayant eu cette méthode d'apprentissage. Afin de limiter cet effet, il a été demandé aux élèves de dessiner un cycle de locomotion du ver en six ou sept étapes, de manière à ce que ceux-ci doivent décomposer le cycle de locomotion qu'ils ont en tête en un nombre d'étapes différent de la présentation. L'ajout d'étapes intermédiaires semble être un indice valable du fait que l'élève a relié entre elles les images et reconstitué le mécanisme dans son ensemble.

La prise en compte des commentaires permet de plus de déterminer dans quel mesure le dessin est une répétition visuelle des phases vues à l'écran où si le commentaire met en lumière le point clé à chaque étape du mécanisme. Les critères et indicateurs pondérés sont donnés en annexe.

4.3.2. Evaluation de la régulation hormonale masculine

Cette évaluation se situe à la limite maximale de complexité traitable avec des élèves en un temps si court. Un compromis a de nouveau dû être entrepris, ne satisfaisant pas pleinement aux conditions optimales d'évaluation énoncée. L'évaluation s'est en effet faite au travers d'une mise en graphique des taux d'hormones dans le sang. Or il est évident que la mise en graphique nécessite des connaissances non travaillées au cours de cet apprentissage. Afin de contrecarrer en partie cet effet, l'ajout de commentaires était autorisé et bienvenu et une question supplémentaire sur le mécanisme formulée à répondre par écrit était ajoutée.

Le graphique vierge présenté aux élèves est présenté ci-dessous

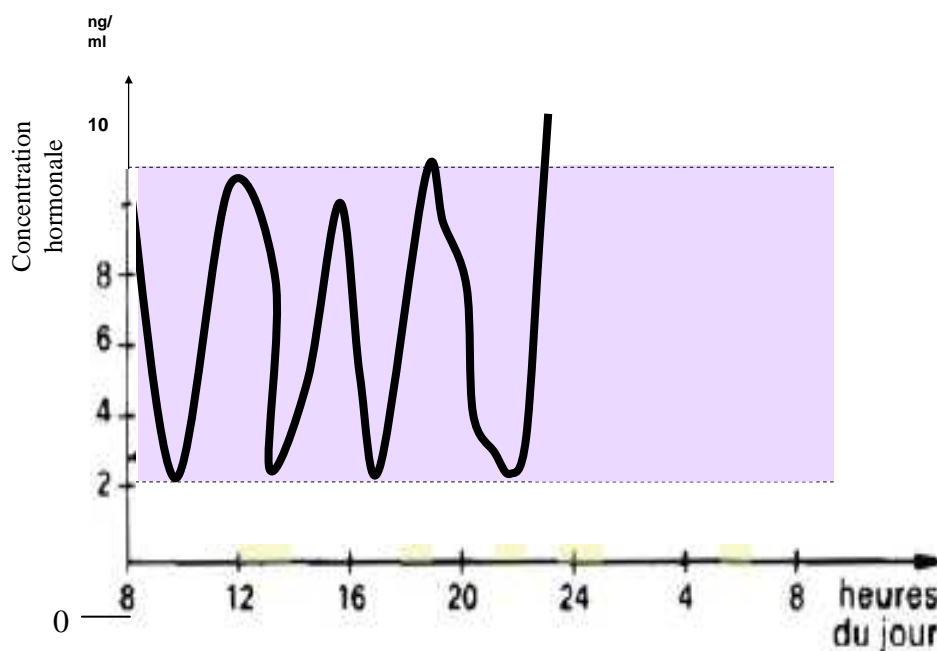


Figure 3 : graphique montrant la variation du taux de testostérone chez l'homme au cours du temps

En plus de l'apprentissage vu lors de l'animation ou du graphique statique, un nouveau paramètre entre en jeu : la durée du cycle de variation de testostérone de 4 heures en moyenne, qui se répète. Cette notion a été expliquée communément à chaque groupe et les étudiants ont été incités à tenir compte du décalage temporel intervenant entre l'émission d'une hormone et sa réponse.

Les élèves devaient faire figurer correctement sur le graphique et par différentes couleurs, les variations des taux d'hormones de GnRH, LH et FSH suivant le taux de testostérone.

Dans un second temps, ils devaient dessiner les taux hormonaux des quatre hormones (incluant donc la testostérone) au-delà de la limite donnée de cette dernière (à 24h) afin de montrer comment le taux de testostérone se régule suite à l'excès de cette dernière apparaissant sur le graphique.

Cette seconde étape est extrêmement complexe et son poids dans la compréhension du mécanisme a été pondéré en conséquence.

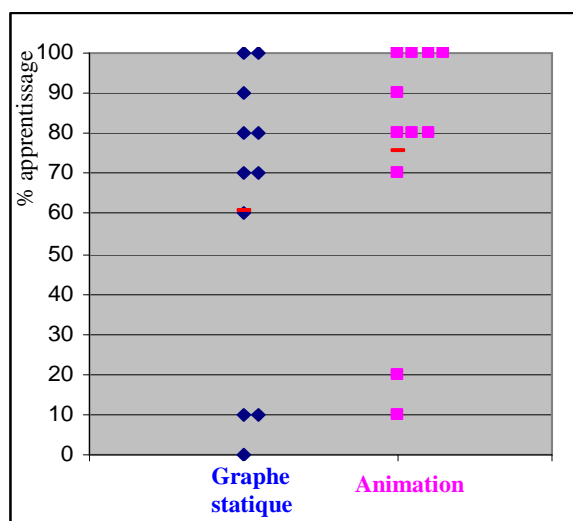
Le corrigé de l'exercice est donné en annexe avec les critères et indicateurs pondérés.

5. Résultats :

Au vu du nombre excessivement limité d'élèves impliqués dans l'expérience, aucune analyse statistique poussée n'a été entreprise, celles-ci n'ayant pas de réel sens avec une puissance statistique si faible.

5.1. Animation I – La locomotion du Lombric

Les résultats sont donnés suivant un indice de réussite exprimé en pourcents, d'après l'objectif donné aux élèves, « comprendre le mécanisme de locomotion du lombric ». Les critères d'évaluation (voir annexes) sont centrés sur la compréhension des parties du corps en jeu dans la locomotion du lombric (40%) et sur la chronologie des événements menant à la locomotion (60%).

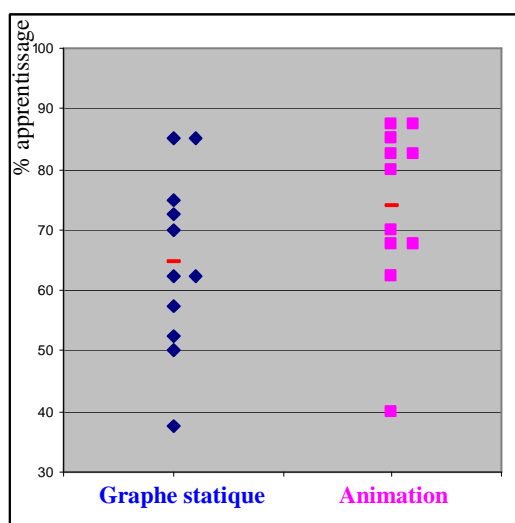


Grappe 4 : résultats des élèves en pourcentage de compréhension du mécanisme du lombric, pour les deux représentations, statique et animée. Chaque symbole représente le résultat d'un élève, la ligne rouge correspond à la moyenne du groupe.

Les deux groupes sont constitués du même nombre d'élèves, soit 11 par groupe. La moyenne de réussite est de 61% pour le groupe ayant appris sur le graphique statique et de 75% pour le groupe avec animation. Peu d'élèves obtiennent des scores intermédiaires (30-50%), à cause des indicateurs qui visent à distinguer les élèves ayant compris le mécanisme de ceux qui ne l'ont pas compris. Le graphique fait ressortir que trois élèves n'ont pas compris le mécanisme à l'aide du graphique statique, contre deux pour l'animation. Le nombre d'élèves ayant franchi la barre du 2/3 des points totaux atteints est de 7/11 pour le graphique statique contre 9/11 pour l'animation.

5.2.Animation II – La régulation des hormones sexuelles masculines

Les résultats sont donnés suivant un indice de réussite exprimé en pourcents, d'après les objectifs donnés aux élèves, « comprendre les interactions entre les trois hormones sexuelles masculines » et « prévoir la réponse hormonale régulant une perturbation donnée ». Les critères d'évaluation (voir annexes) tiennent compte de la compréhension générale du cycle hormonal et des interactions entre hormones (60%) et de la compréhension de la réponse hormonale en cas de perturbation (40%).



Graph 5 : résultats des élèves en pourcentage de compréhension de la régulation des hormones sexuelles masculines en % de réussite. Chaque point coloré correspond au résultat d'un élève. La moyenne de chaque groupe est indiquée en rouge.

Les deux groupes étaient constitués du même nombre d'élèves, soit 11 par groupe. La moyenne de réussite est de 65% pour le groupe ayant appris sur le graphique statique et de 74% pour le groupe avec animation. L'évaluation inclut plus de critères et d'indicateurs ce qui donne une dispersion plus grande des résultats et un continuum plus homogène des valeurs. Le nombre d'élèves ayant franchi la barre du 2/3 des points totaux atteints est de 5/11 pour le graphique statique contre 9/11 pour l'animation.

6. Discussion

Dans les deux cas présentés dans cette étude, l'animation a donné des résultats meilleurs, que ce soit en termes de résultat moyen du groupe, du nombre de personne n'ayant clairement pas compris le mécanisme ou suivant le nombre d'élèves ayant atteint les 2/3 du total de points. Cela même dans le cas du lombric, où l'animation semblait de prime abord moins avantageuse.

Il serait néanmoins grossier d'en conclure que l'animation en tant qu'outil pédagogique est le seul paramètre à l'origine de cette différence. La simple puissance statistique permet d'invalider toute valeur accordée à ces résultats, mais comme énoncé, l'intérêt de cette étude se situe ailleurs, en mettant en lumière les limites techniques d'une telle procédure comparative, en dehors du nombre d'élèves échantillonnés. Les sources de variance liées au faible nombre d'élèves (hétérogénéité des groupes) ne seront donc pas discutées.

Chaque fois qu'une décision relative à l'efficacité doit être prise, même suivant des principes établis, une subjectivité apparaît qui se retrouve dans les résultats de la comparaison. Le mieux qu'on puisse faire est « au mieux », en suivant des critères formulés, et aucune garantie à part le temps ne fournira de réponse sur la validité des choix opérés. Quelques considérations d'ordre général, valables pour les deux expériences sont intéressantes à relever à ce niveau.

Tout d'abord, en utilisant volontairement le même support, afin de standardiser les conditions des deux méthodes d'enseignement, on a opéré un choix dont les effets sur chacune ne sont probablement pas neutres. On peut imaginer, par exemple, que le fait de regarder un écran cause une certaine fatigue visuelle et que dès lors une certaine dynamique est nécessaire afin d'y pallier et de conserver l'intérêt de l'apprenant dans ces conditions. L'écran, en tant que support visuel, et bien qu'il soit commun au deux approches dans l'étude, pourrait donc agir à ce niveau comme un biais en ne permettant pas au graphique statique d'exprimer tout son potentiel pédagogique. L'impression du graphique sur une feuille induirait d'autres biais en changeant les conditions d'apprentissage (feuille individuelle, format, couleurs, luminosité du graphique, luminosité de la pièce, attention de la classe...). Voilà le début d'une

longue liste de choix opérés posant un certain nombre de problèmes dont la résolution paraît difficile, voire impossible.

Dans les paragraphes suivant, ces choix qui sont des causes potentielles de variances seront brièvement décrits pour chaque sujet abordé, puis une conclusion décentrée des résultats présentera les limites de comparaison entre les deux approches et l'intérêt d'une telle approche comparative.

6.1. Compréhension de la locomotion du lombric :

En premier lieu, il convient de noter une grosse erreur qui fut celle de concevoir cette animation avant d'avoir imaginé son mode d'évaluation, qui dans ce cas est techniquement problématique. Si le sujet est pertinent du point de vue de l'utilisation d'une animation, les nombreux problèmes liés à son évaluation sont source de variance possible pour les résultats qui en découlent.

L'évaluation pose problème à deux niveaux. Le premier est lié à la difficulté de pouvoir déterminer la compréhension ou non du mécanisme au travers des dessins d'élèves. Ceux-ci sont parfois peu clairs, quant à la contraction et l'extension des anneaux, par exemple (Figure 6A). On pourrait partir du principe que si l'élongation n'est pas figurée, elle n'est pas comprise. Néanmoins l'ajout de commentaires démontre dans certains cas que quoique que n'étant pas figuré sur le dessin, le mécanisme est compris. De même, le contact des soies avec le sol n'est pas toujours dessiné avec précision, il s'agirait d'insister davantage sur ce point dans les consignes.

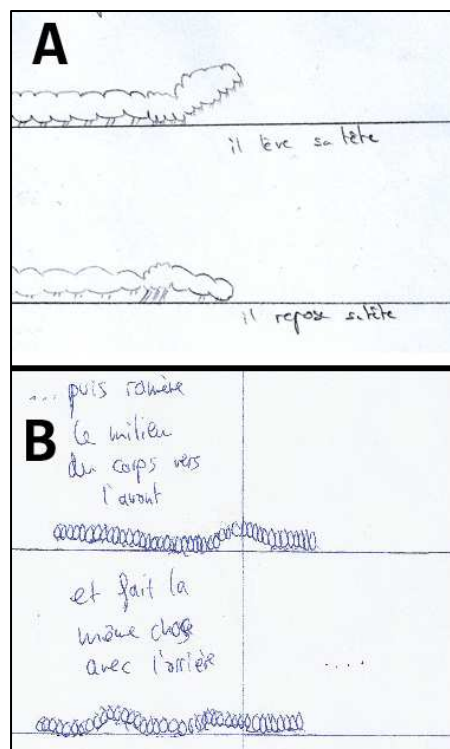


Figure 6 : exemple de problèmes rencontrés pour l'évaluation. Se référer au texte.

Deuxièmement, au travers d'une recombinaison d'une séquence d'images statiques distinctes, représentatives du mouvement global, l'évaluation paraît avantager les

élèves ayant eut une explication au travers d'une séquence statique analogue, bien que cela ne ressorte pas dans les résultats. La précaution prise de les évaluer sur un nombre différent d'images, par rapport à la séquence présentée était une bonne initiative impliquant que les élèves reconstituent l'entier de la dynamique pour la recomposer différemment. Cette contrainte a néanmoins été contournée par de nombreux élèves en recommençant un second cycle de locomotion, ce qui permet de conserver les mêmes étapes, ou alors en n'utilisant pas l'ensemble des lignes.

Enfin, la plupart des élèves ont dessiné un ver entier, alors que l'animation ne montrait que l'avant du ver, sans traiter de ce qui se passait en arrière. Les élèves ont donc généralisé ou imaginé les mouvements postérieurs, ce qui a pu entraîner une certaine confusion (Figure 6B). Ce point serait à prendre compte antérieurement, en construisant l'animation ou au travers des consigne pour l'évaluation.

Au niveau de l'élaboration du graphique statique, le nombre d'images présenté (cinq) est l'objet d'un choix, suivant le principe de concision. Il faudrait répéter l'expérience avec des variations sur le nombre d'images, pour être certain que les résultats obtenus sont révélateurs de l'efficacité d'une séquence d'images pour ce mécanisme. Il se peut que les transitions demandent trop ou pas assez d'abstraction et que des résultats meilleurs puissent être obtenus avec un autre nombre d'images. Il en va de même pour les « séquences clé » choisies, qui sont « clé » du point de vue du découpage de l'enseignant mais pas forcément du point vue de l'apprenant.

Au niveau de l'animation, afin de garder une certaine dynamique et différer ainsi d'une séquence d'images distinctes, celle-ci a dû être passée à un rythme qui la conclut en quelques secondes. Afin que l'animation dure aussi longtemps que les commentaires, comme c'est le cas pour les images présentées par paires, il a fallu la répéter plusieurs fois. Cette répétition induit une différence supplémentaire entre les deux méthodes, pouvant constituer un biais dans la comparaison, puisqu'elle n'a pas eu lieu pour le graphique statique.

6.2. La régulation des hormones sexuelles masculines:

Cette animation et sa mise en pratique a été soigneusement construite et son évaluation anticipée. Il faut relever néanmoins que l'expression de la compréhension de chaque élève du phénomène, au travers d'un graphique introduit une source de variance supplémentaire, les élèves étant plus ou moins à l'aise individuellement par rapport à la lecture de ce dernier. Quoique celui-ci ait été détaillé et revu avec l'enseignant, il a posé problème pour un certain nombre d'élèves. Il s'agit donc là d'un compromis méthodologique, afin de pouvoir tester la compréhension de l'ensemble du mécanisme.

Au niveau de la conception du graphique statique et de l'animation, la standardisation graphique a causé quelques nuisances. Le récepteur de l'hypothalamus est un objet graphique qui n'a des sens que pour une version dynamique des hormones. Sa présence dans un graphique statique est obsolète et constitue même un obstacle à la compréhension en ajoutant une complexité inutile. Mais son utilisation paraît judicieuse pour l'animation. La standardisation graphique implique de garder cet objet dans la version statique. On peut se demander si ce choix fut le bon, mais dans tous les cas, qu'on le supprime ou non, sa présence ou son absence sera à l'origine d'un biais pour la comparaison des deux méthodes.

La standardisation de la durée s'avère plus difficile pour une présentation plus longue et plus complexe, comprenant beaucoup de commentaires. Le rythme de parole, et la mise en évidence associée doivent être fluides sans paraître téléphonés et robotisés, sous peine de perdre l'attention des élèves. Il n'est donc pas possible de suivre des repères temporels garantissant des commentaires, une emphase et un rythme parfaitement analogue entre les deux méthodes. Une possibilité eut été d'enregistrer les commentaires. Mais cela nuirait certainement à l'intérêt et l'attention que suscite l'enseignant et lui confèrerait un rôle de pantin montrant sur l'écran avec sa baguette les différents objets énoncés par les commentaires. Finalement, si le but est de connaître l'efficacité pédagogique des animations en classe, le rôle de l'enseignant en tant que personne interagissant spatialement et oralement, ne peut être écarté.

Pour terminer, la mise en lumière des points ne peut pas être standardisée, sous peine de nuire au potentiel de la présentation statique. On imagine en effet difficilement un enseignant présenter au tableau ou à l'écran un schéma statique avec des flèches symbolisant la dynamique, sans mettre en évidence de manière active la dynamique, que ce soit par des gestes ou à l'aide de la baguette. Choix a donc été fait de différencier la mise en lumière à ce niveau, en suivant les flèches à l'aide de la baguette pour « matérialiser » la dynamique en place lors de l'explication là où ce n'est pas nécessaire durant l'animation où les mouvements sont explicites. Il s'agit néanmoins d'un obstacle à la standardisation à ce niveau.

7. Conclusion

Le cadre optimal d'utilisation des animations étant des situations complexes, difficiles à se représenter sur un autre support, il est implicite que l'évaluation des connaissances acquises grâce à elles pose un certain nombre de problèmes, cette dernière se déroulant sur un autre support. Il serait possible de décomposer le mécanisme enseigné en petites séquences auxquelles pourraient correspondre des questions ponctuelles formulées, néanmoins, dans la mesure où l'on veut tester la compréhension de l'ensemble du mécanisme, l'utilisation de représentation graphique devient presque incontournable et introduit donc une source de variance indépendante de l'efficacité de l'enseignement donné.

Comme il a été décrit précédemment pour plusieurs situations, une parfaite standardisation des paramètres pour la comparaison est impossible. Afin d'être efficaces, les schémas élaborés seront différents suivant la méthode que l'enseignant désire utiliser : l'explication, l'encadrement, les commentaires et les mises en lumières varieront avec la méthode pour qu'elle atteigne sa pleine efficacité. La comparaison d'efficacité entre un support dynamique et statique au travers d'une normalisation des paramètres paraît donc vaine. Plusieurs limites associées à ces normalisations ont été relevées dans ce travail.

Au niveau du support commun, l'écran, rendu obligatoire pour l'utilisation de l'animation, peut constituer un obstacle à la compréhension du graphique statique. La fatigue visuelle induite par l'écran n'étant pas contrecarrée par l'aspect stimulant de l'animation.

Au niveau graphique, une animation ne se construira pas comme une représentation statique, comme on l'a vu pour le récepteur à testostérone de l'hypothalamus, dont la présence n'a de sens que dans une version animée. La suppression de ce récepteur péjorerait probablement le potentiel pédagogique de l'animation et son maintien induit un encombrement inutile dans le cadre d'un graphique statique.

Au niveau oral, les flèches indiquant la dynamique, présentes sur le graphique, nécessitent plus de commentaires pour leur compréhension que l'animation, où les déplacements et interactions sont implicites. La standardisation des commentaires oraux entre les deux méthodes induit donc soit une lacune au niveau du graphique statique si les commentaires sont limités, soit une redondance nuisible (Lowe, 2004) au niveau de l'animation.

Au niveau de la centration de l'apprenant, l'avantage lié à l'animation ne peut être exploité pleinement dans le contexte d'une comparaison. La mise en lumière successive des différents objets intervenants est une potentialité intéressante de l'animation qui ne peut être utilisée avec un graphique statique dans chaque cas. Lorsque ce dernier consiste en un seul schéma graphique, comme dans le cas de la régulation hormonale, la mise en lumière de tous les objets induirait une surcharge. La normalisation consistant à supprimer ces mises en lumière peut constituer une limitation du potentiel pédagogique de l'animation.

Il ressort donc de ce mémoire que la normalisation des paramètres autres que la dynamique des objets paraît très difficile, voire impossible. Cela confirme le point de vue de Lowe, énoncé en première partie « *Etant donné la diversité des facteurs spécifiques au contexte lors d'apprentissages basés sur des représentations graphiques, il paraît tout à fait improbable qu'une étude fondée sur une telle dichotomie simpliste puisse réellement avoir du sens.* »

De telles comparaisons ont donc un intérêt limité et leur multiplication sous cette forme n'apportera certainement pas davantage de clarté. L'autre approche possible, soit la comparaison d'efficacité entre une animation et un graphique statique sans normalisation du contenu, présente un intérêt limité puisqu'elle ne permet pas d'établir les paramètres responsables de la réussite de l'apprentissage, qui peuvent être totalement indépendants de la dynamique.

Dans ce contexte, il paraît difficile aujourd'hui de déterminer l'intérêt réel des animations en terme pédagogique, sans conclure non plus à leur inefficacité. Les animations ne sont probablement pas la panacée attendue, qui devait révolutionner l'enseignement du XXI^e siècle. Mais au-delà de leur efficacité en termes d'apprentissage, leur rôle motivant envers les élèves et la possibilité qu'elles offrent de varier la dynamique du cours leur assure un bel avenir. Et puisque la recherche n'est pas capable de démontrer leur efficacité aujourd'hui, il est du ressort de l'enseignant de déterminer lui-même l'intérêt de leur utilisation d'après les principes énoncés et suivant sa propre évaluation empirique quant au résultat pédagogique.

8. Bibliographie

- Bétrancourt, M., & Rebetez, C. (2007). « Building dynamic mental models from animation: effect of user control on exploration behaviours. » *Proceedings of the 12th EARLI biennial conference on Research on Learning and Instruction*, Aug. 28 - Sept. 1, Budapest (Hungary). ([pdf](#))
- Bétrancourt, M. (2004) « Comment améliorer l'efficacité pédagogique des animations ? ». Actes du colloque Landes Interactives pp. 27-28
- Bétrancourt, M. et Tversky, B. (2000) « Effect of computer animation on users' performance: a review. » *Travail Humain* 63 (4) : 311-329
- Lowe, RK. (2004) "Animation and learning : value for money ?" <http://www.ascilite.org.au/conferences/perth04/procs/pdf/lowe-r.pdf>
- Meyer, K. Rash, T. Schnotz, W. (2010) « Effects of animation's speed of presentation on perceptual processing and learning » *Learning and Instruction* 20 (2) 136-145
- Ossipow, B., Wipfli, R., Rebetez, C., & Bétrancourt, M. (2006). « Interactivité et apprentissage dans les documents multimédia : recherche effet désespérément. » Actes de la douzième journée d'étude sur le traitement cognitif de systèmes d'informations complexes, 30 juin, Nanterres <http://netx.u-paris10.fr/psycognitive/jetsic2006/ossipow.pdf>.
- Rouet, JF. (2004) « Du rôle des animations graphiques pour l'apprentissage d'un contenu dynamique en classe de primaire », Université de Poitiers, publication interne. <http://cyberdocs.univ-poitiers.fr/production/masterime/2003/clement-anne/pdf/clement-anne.pdf>
- Schnotz, W. (2005) « Enabling, Facilitating and Inhibiting Effects of Animations in Multimedia Learning : Why Reduction of Cognitive Load Can Have Negative Results on Learning » *ETR&D* 53(3) 47-58

9. Annexes

9.1. Annexe I Critères et Indicateurs d'Évaluation

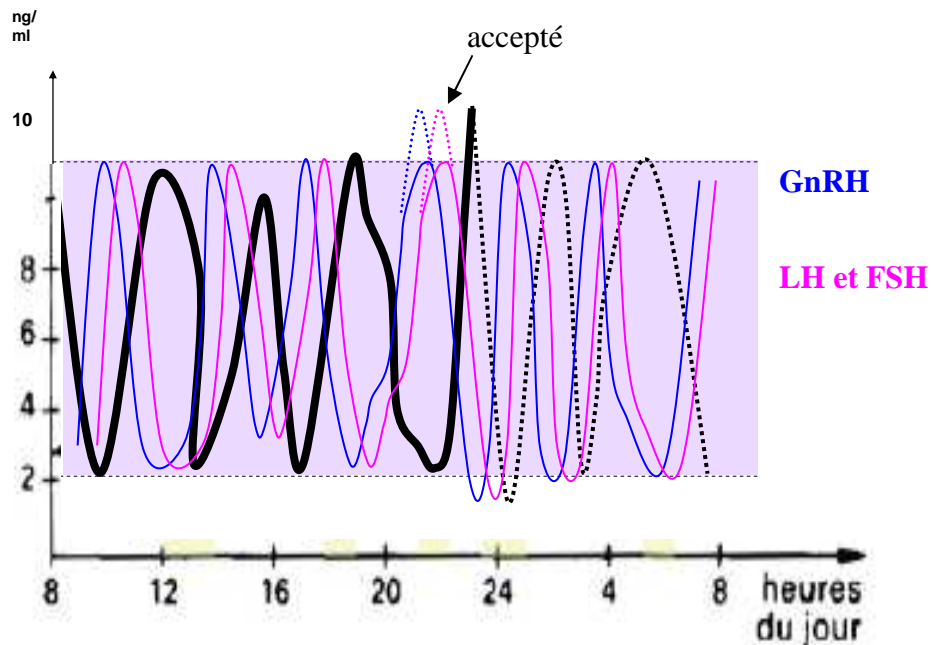
Évaluation de la compréhension de la locomotion du lombric

<u>Critères</u>	<u>Indicateurs</u>	<u>Pondération (%)</u>
Les parties du corps du lombric entrant en jeu dans la locomotion sont comprises	La contraction et la 10%) et l'allongement (10%) des anneaux est mise en évidence	20
	Les anneaux s'allongeant ne sont pas au Contact du sol	10
La chronologie des événements et la synchronisation des mouvements permettant la locomotion du lombric sont comprises.	La séquence commence par l'élongation de la partie antérieure puis l'ancrage des soies	30
	Puis l'arrière est ramené en ne contractant que les anneaux allongés à la première étape pas précisé, + peu visible →	30 (20)

Évaluation de la compréhension de la régulation des hormones sexuelles masculines

<u>Critères</u>	<u>Indicateurs</u>	<u>Pondération (%)</u>
Rétrocontrôle négatif testostérone sur GnRH compris	La courbe de GnRH est inversée par rapport à la testostérone (léger décalage)	25
Commande Hypothalamus sur Hypophyse compris	LH et FSH couplées (7.5%) Se situant entre GnRH et testo (12.5%) Parallèlement à GnRH (5%)	25
Les trois hormones sont connues	LH, FSH et GnRH sont correctement orthographiées et situées	12.5
La réaction à l'excès de testostérone est comprise	Chute du GnRH (5%) Simultanément au creux de testo (5%) Chute en dessous du seuil normal (5%) Puis chute de LH/FSH (5%) Puis chute de la testostérone (5%)	25
Le reprise normale du cycle est comprise	Le cycle reprend normalement entre les limites Standards (10%), tous les 4h environs (2.5%)	12.5

9.2. Annexe II – Corrigé du graphique sur la régulation des hormones sexuelles masculines



9.3. Annexe III – Texte de l'enseignant et mise en lumière pour la locomotion du lombric

- Le ver de terre a des soies pour s'accrocher au sol, les soies sont de petits poils courts et drus.
- Voici le ver de terre sur lequel nous allons étudier la locomotion (pointage)
- La ligne rouge est un repère pour voir la progression du ver au cours du temps (pointage)
- Pour sa locomotion, le ver va ancrer ses soies dans le sol (pointage) à l'arrière de la tête.
- Puis allonger sa partie antérieure (pointage) en contractant ses anneaux.
- La partie avant allongée reprend contact avec le sol et ancre ses soies dans le sol.
- Et ramène la partie arrière du corps par la contraction des anneaux intermédiaires (pointage).
- Le ver a avancé et recommence ce même mouvement pour continuer.

9.4. Annexe IV – Texte de l'enseignant et mise en lumière pour la régulation des hormones sexuelles masculines

Les noms détaillés de chaque hormone ont été expliqués après la séquence et son évaluation. Les différentes parties anatomiques et en particulier les testicules avaient déjà été vues en détail en classe. La notion de récepteur hormonal également.

- Comme on l'a vu ensemble, le système hormonal sexuel masculin est lié à 3 organes.
- Deux organes situés à la base du cerveau
- L'hypothalamus ici en bleu foncé (pointage)
- Et l'hypophyse juste en dessous, en magenta (pointage)
- Ainsi que les testicules représentées ici par un ovale bleu clair (pointage)
- Ces trois organes sont reliés par le système sanguin, représenté par ce circuit rouge (pointage en faisant un tour)
- Cette présentation va mettre en lumière les interactions entre les hormones synthétisées par ces trois organes, circulant dans le sang.
- La première hormone est la GnRH, elle est synthétisée au niveau de l'hypothalamus (click + pointage)
- Elle descend via le système sanguin dans l'hypophyse où elle y commande la fabrication de deux hormones (pointage en suivant le système sanguin)
- La première est la LH (click + pointage) et l'autre la FSH que nous verrons plus tard.
- La LH atteint les testicules par le système sanguin où elle donne le feu vert pour la fabrication de testostérone dans les cellules interstitielles (pointage sur le feu vert)
- Tant que la LH est présente, la production de testostérone a lieu et se fait par pulses (click + pointage)
- C'est-à-dire des sécrétions par salves.
- Cette testostérone aboutit par le système sanguin l'hypothalamus, qui possède un récepteur hormonal spécifique à la testostérone. (click + pointage).
- La testostérone y est dégradée et disparaît rapidement (pointage)
- Ce récepteur hormonal contrôle la production de GnRH.
- Tant que les sites du récepteur ne sont pas tous occupés par de la testostérone, le feu rouge arrêtant la production de GnRH n'est pas allumé et la GnRH continue d'être synthétisée.

- Comme je l'ai dit avant, une deuxième hormone est synthétisée au niveau de l'hypophyse, conjointement à la LH : la FSH.
- La FSH a une seule fonction : elle atteint les tubes séminifères du testicule et commande la fabrication de spermatozoïdes (click + pointage)
- Lorsque la situation est normale, dans votre corps, la situation est donc la suivante (pointage)
- On a à chaque fois un léger décalage temporel entre l'émission d'une hormone et la réponse qu'elle entraîne sur un autre organe, puisqu'elle doit circuler dans le sang.
- L'hypothalamus sécrète la GnRH, qui commande dans l'hypophyse la fabrication de LH et de FSH. La LH commande la fabrication de testostérone dans le testicule. La testostérone elle bloque la fabrication de GnRH quand elle devient excessive. A côté de cela, la FSH sécrétée dans l'hypophyse conjointement à la LH commande la fabrication de spermatozoïdes dans le testicule.
- Voyons maintenant ensemble ce qui se passe lorsqu'apparaît un excès de testostérone.
- (click + pointage)
- La grande quantité de testostérone dans le sang va faire que tous les sites du récepteur de l'hypothalamus vont être occupés (pointage).
- Ce qui va déclencher le feu rouge, arrêtant la synthèse de GnRH (pointage+click)
- Ce qui va arrêter la commande de fabrication de LH et FSH (pointage+click)
- Le manque de LH va couper le feu vert à la fabrication de testostérone(pointage+click)
- Dont le taux va chuter (click + pointage).
- La chute du taux de testostérone va libérer les sites occupés dans le récepteur de l'hypothalamus (pointage).
- Et donc l'hypothalamus va resynthétiser de la GnRH et le cycle recommence normalement.
- L'hypophyse synthétise de la LH, la LH déclenche la fabrication de testostérone, etc... (pointage)

Résumé:

Ce mémoire, rédigé dans le cadre du secondaire supérieur, traite de l'intérêt de l'utilisation des animations numériques dans un but pédagogique. Il s'articule en deux parties. La première présente les résultats de la recherche sur le sujet, donne le cadre établi à ce jour dans lequel l'utilisation d'animations paraît pertinente et quelques conseils afin d'optimiser leur élaboration. L'intérêt des animations par rapport à un graphique bien conçu est rarement établi et une discussion fondée sur les arguments de la recherche est proposée, afin de comprendre dans quelle mesure ces résultats correspondent réellement à un manque d'efficacité des animations ou à des travers méthodologiques.

La deuxième partie du mémoire met en applications ces principes en confrontant une classe du secondaire supérieur à un enseignement par graphique statique commenté ou par animation commentée, dans deux situations de complexité différentes. La partie méthodologique met en lumière l'étendue des paramètres à standardiser. La discussion traite des difficultés, voire de l'impossibilité à normaliser les paramètres autres que la dynamique, sans porter préjudice à une des deux méthodes et donc à la grande limitation d'une telle approche comparative afin de mesurer l'intérêt du rôle pédagogique des animations.

Animations - Efficacité - Intérêt - Dynamique - TIC - EAO