

UNIVERSITE DE YAOUNDE 1
THE UNIVERSITY OF YAOUNDE 1

ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE YAOUNDE
HIGHER TEACHER'S TRAINING COLLEGE OF YAOUNDE



DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE ET DES TECHNOLOGIES EDUCATIVES
DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE AND INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY

Année académique 2018-2019

2018-2019 Academic year

CONCEPTION ET REALISATION D'UN OUTIL D'AIDE A L'APPRENTISSAGE
DU COURS SUR LA SANTE DE LA REPRODUCTION EN CLASSE DE SIXIEME
ESG

Mémoire présenté et soutenu par :

KENGNE PEBOU Patrick Borel -10Y779
Licencié en Informatique

En vue de l'obtention du
DIPLOME DE PROFESSEUR DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE GENERAL
SECOND GRADE
Filière : Informatique

Examineur :
Dr. TSOPZE Norbert

Président :
Dr. AYISSI Adolphe

Rapporteur :
Dr. NNGOULAYE Janvier

Dédicace

Je dédie ce travail à mes feu parents M. KENGNE Adolphe et Mme MEGA Hélène.

Ce travail est également dédié à M. et Mme CHEGAING pour leur soutien permanent

Remerciement

Nous exprimons notre gratitude à tous ceux qui de près ou de loin par leurs soutiens multiformes ont rendu possible, facilité ou servi à sa réalisation ; Nous pensons ainsi à :

- L'Eternel Dieu tout puissant, qui est amour et sans qui rien ne se fait, pour nous avoir donné tout au long du processus, santé, force et courage.
- Le Pr MBALA ZE BARNABE, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, pour la mise en œuvre des conditions adéquates pendant la formation au sein de l'ENS
- Le Pr FOU DA NDJODO Marcel, chef du département d'informatique et des technologies éducatives de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé de par ses enseignements et sa disponibilité pendant la durée de notre formation ;
- Le Dr NNGNOULAYE Janvier qui a accepté d'encadrer ce travail, pour ses multiples éclairages, conseils et suggestions qui nous ont permis de passer au travers de toutes nos incompréhensions ;
- Le corps administratif et enseignant du DITE de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, pour leurs enseignements, conseils et disponibilité.
- Le corps enseignant du département de science de l'éducation pour leurs enseignements, conseils et assistance durant la formation ;
- À Mme. TALLA Emilienne, enseignante de SVTEEHB au lycée bilingue de NKOL ETON pour sa coopération et collaboration dans la construction de ce dispositif ;
- Le corps enseignant de SVTEEHB du Lycée Bilingue de NKOL ETON, d'EMANA et du collège ROSA PARK pour leur coopération ;
- Mes oncles et tantes pour leur soutien moral et financier.
- Mes frères, sœurs MAGNE Rachel, NOUEMSI Anne Pascale, DEFFO Juste Aime, CHATCHUENG Catherine, NOUNEAGUE Jean Calvin, CHOUTEDEM JEM Charles, KENGNE Angèle Josiane pour leurs précieux conseils et leur soutien moral.
- Mes belles sœurs et beaux-frères pour leur soutien.
- Mes camarades de la promotion OASIS pour leurs divers conseils et leur franche collaboration.
- Mes neveux, nièces et mes sœurs par alliance pour leur constant accompagnement
- Mes amis pour leur soutien moral.

Sommaire

Dédicace	i
Remerciement.....	ii
Résumé	vi
Abstract	vii
Liste des abréviations	viii
Liste des figures	ix
Liste des tableaux	xi
Chapitre 1 : Introduction générale.....	1
1.1. Contexte.....	1
1.2. Problématique	2
1.3. Questions de recherche	3
1.3.1. Question générale	3
1.3.2. Questions spécifiques	3
1.4. Objectifs de l'étude.....	3
1.4.1. Objectif général	3
1.4.2. Objectif spécifique	3
1.5. Etendue de l'étude	3
1.6. Intérêt de l'étude	4
1.7. Plan	4
Chapitre 2 : Revue de la littérature.....	5
Introduction	5
2.1. Quelques concepts	5
2.1.1. Dispositif d'apprentissage	5
2.1.2. Didacticiel	6
2.1.3. Apprendre avec les TIC.....	7
2.1.4. Santé et TIC.....	8
2.2. Etat de l'art	10

2.2.1.	Dans le monde et en Afrique	10
2.2.2.	Au Cameroun	11
2.3.	Ingénierie pédagogique de développement d'un dispositif d'apprentissage	12
2.3.1.	Ingénierie pédagogique	12
2.3.2.	Méthodes d'ingénierie pédagogique	13
2.3.3.	Design pédagogique	17
2.4.	Ingénierie logiciel de développement d'un dispositif d'apprentissage	19
2.4.1.	Modèles classiques ou traditionnels	19
2.4.2.	Les modèles agiles	21
2.4.3.	Ingénierie ergonomique.....	28
2.5.	Choix des méthodes	32
2.5.1.	Méthode d'ingénierie pédagogique	32
2.5.2.	Méthode de développement logiciel	32
2.5.3.	Méthode d'évaluation ergonomique.....	33
	Conclusion.....	33
Chapitre 3 : Matériels et méthodes.....		34
Introduction		34
3.1.	Méthodes d'analyse de données	34
3.1.1.	Méthode de recherche	34
3.1.2.	Technique de collecte de données	35
3.1.3.	Population cible et population d'enquête	35
3.1.4.	Taille de l'échantillon.....	35
3.1.5.	Description des outils	35
3.2.	Ingénierie pédagogique.....	36
3.2.1.	Phase d'analyse	36
3.2.2.	Conception (Design)	38
3.2.3.	Développement.....	40

3.2.4.	Mise en œuvre	43
3.2.5.	Évaluation.....	43
3.3.	Matériel.....	43
3.3.1.	Choix du langage.....	43
3.3.2.	Outils matériels pour le développement.....	44
3.3.3.	Outils logiciels pour le développement.....	44
3.3.4.	Ressources documentaires pour le développement.....	44
	Conclusion.....	45
Chapitre 4 :	Résultats et discussion.....	46
	Introduction	46
4.1.	Présentation des résultats de l'enquête	46
4.1.1.	Résultat de l'enquête par questionnaire	46
4.1.2.	Résultat de l'enquête par entretien	57
4.2.	Résultat de l'application de la méthode ADDIE	57
4.2.1.	Analyse.....	57
4.2.2.	Conception	59
4.2.3.	Développement : présentation du résultat de la méthode XP.....	64
4.2.4.	Mise en œuvre	73
4.2.5.	Evaluation.....	73
4.3.	Discussions	74
4.4.	Implication de l'étude dans le système éducatif camerounais.....	75
4.4.1.	Implication sur les enseignants et le processus d'enseignement.....	76
4.4.2.	Implication sur les apprenants et le processus d'apprentissage	76
	Conclusion et perspectives	77
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	78
	ANNEXES	I
	Annexe 1 : QUESTIONNAIRE À L'INTENTION DES ÉLÈVES	I
	Annexe 2 : QUESTIONNAIRE À L'INTENTION DES ENSEIGNANTS	III
	Annexe 3 : TABLEAU D'ÉVALUATION ERGONOMIQUE DU DISPOSITIF	V

Résumé

L'intégration des TIC aux disciplines de l'enseignement secondaire est un défi à relever car ceci exige de la part des enseignants une bonne collaboration avec les spécialistes des TIC et des connaissances dans le domaine des TIC. Notre étude porte sur la conception et la réalisation d'un outil d'apprentissage en sciences (SVTEEHB) plus particulièrement le cours sur la santé de la reproduction en classe de sixième ; ce didacticiel est réalisé pour faciliter l'apprentissage et améliorer les résultats des élèves sur cette partie du programme. Sur notre population d'étude constituée des élèves et enseignants des lycées bilingue D'EMANA et de NKOL-ETON ainsi que du collège ROSA PARK nous avons respectivement appliqué une méthode qualitative et une méthode quantitative. Pour la réalisation de cet outil, nous avons appliqué la méthode ADDIE de Gherardini, B. (2012) en remplaçant la partie développement du didacticiel par la méthode de développement logiciel XP. L'aspect ergonomique qui est très important est pris en compte via les critères et sous critères ergonomiques.

Après avoir suivi les différentes méthodes et pris en compte tous les détails, le didacticiel réalisé nommé Didacticiel sur la Santé de la Reproduction (DISARE) est mis à la disposition des élèves de la classe de sixième dans le but de vérifier les objectifs. Il est testé sur **30** élèves du Collège ROSA PARK et il en ressort qu'il est ergonomiquement utilisable . Le didacticiel DISARE peut être utilisé comme ressource dans le processus enseignement/apprentissage du cours sur la santé de la reproduction.

Mot clés : Apprentissage, Didacticiel, santé et TIC.

Abstract

Integrating ICT into high scho Integrating ICT into high school subjects is a challenge because it requires teachers to work well with ICT and ICT knowledge specialists. Our study focuses on the design and implementation of a science learning tool, specifically on the course on reproductive health in sixth grade of general education; this tutorial is designed to facilitate learning and improve student achievement on this part of the curriculum. On our study population made up of students and teachers from the bilingual high schools of EMANA and NKOL-ETON as well as the ROSA PARK College, we applied a quantitative method and a qualitative method respectively. For the realization of this tool, we applied an ADDIE method of Gherardini, B. (2012) by replacing the development part of the tutorial by the XP software development method. The ergonomic aspect which is very important is taken into account via the criteria and under ergonomic criteria.

After following the different methods and taking into account all the details, the tutorial created called “Didacticiel sur la santé de la reproduction” (DISARE) is made available to students in the sixth grade in order to check the objectives. It is tested on 30 students of the college ROSA PARK and it shows that it is ergonomically usable. The DISARE tutorial can be used as a resource in the teaching / learning process of the reproductive health course.

Keys words: Learning, Tutorial, Health and ICT,

Liste des abréviations

APC : Approche Par les Compétences

CRM : Centre de ressources multimédia

CSS : *Cascading Style Sheets*

DISARE : Didacticiel sur la santé de la reproduction

DITE : Département d'Informatique et des Technologies Educatives

ENS : Ecole Normale Supérieure

ESG : Enseignement général

HTML : *HyperText Mark-up Language*

IST : Infection sexuellement transmissible

MINRESI : Ministère de la recherche scientifique

PCEG : Professeur des collèges d'enseignement général

PLEG : Professeur des lycées d'enseignement général

QCM : Question à choix multiple

SIDA : Syndrome de l'immuno- déficience acquise

SVT : Sciences de la Vie et de la Terre

SVTEEHB : Sciences de la Vie et de la Terre, Éducation à l'Environnement, Hygiène et Biotechnologie

(N)TIC : (Nouvelle)Technologies de l'Information et de la Communication

UML : *Unified Modeling Language*

VIH : Virus de l'immuno- déficience

XP : *eXtreme Programming*

Liste des figures

Figure 1: Modèle ADDIE pour l'apprentissage électronique (Gherardini, B., 2012)	14
Figure 2: Modèle MISA 4.0 de PAQUETTE (2002) (DESCHAMPS, 2005 ;)	15
Figure 3: Le modèle en cascade (Lonchamp, J. 2005).....	20
Figure 4: Modèle en V, (Lonchamp, J. 2005)	20
Figure 5: Modèle en Y, (Lonchamp, J. 2005)	21
Figure 6: Processus XP au niveau macroscopique (Lonchamp, J. 2005)	24
Figure 7: Processus XP au niveau microscopique (Lonchamp, J. 2005).....	24
Figure 8: Phases, itérations et disciplines (Lonchamp, J. 2005)	25
Figure 9: Structure d'un Sprint (Lonchamp, J. 2005)	25
Figure 10: Structure d'un Sprint (Lonchamp, J. 2005)	26
Figure 11: La rétrospective de Sprint (Lonchamp, J. 2005).....	26
Figure 12: Hiérarchie des thèmes et méta-critères	32
Figure 13: le cycle de vie du modèle agile XP. (Rota, V. M., 2008)	42
Figure 14: Méthodologie utilisé (ADD(XP)IE.....	43
Figure 16: proportion d'élèves ayant utilisé un outil TIC.....	46
Figure 17:Type d'outil TIC utilisé par les élèves	47
Figure 18: Utilisation faite des outils TIC par les élèves	47
Figure 19: Accès à Internet des élèves	48
Figure 20: Ressenti des élèves à l'utilisation d'un outils TIC.....	48
Figure 21: Proportion d'élèves ayant suivi une formation pour l'utilisation des outils TIC.....	49
Figure 22: Durée hebdomadaire d'apprentissage de la science	49
Figure 23: Technique d'étude (groupe ou individuellement).....	50
Figure 24: Difficultés à l'apprentissage du cours sur la santé de la reproduction	50
Figure 25: Représentation des schémas	51
Figure 26: Intérêt pour le cours sur la santé de la reproduction	51
Figure 27: Eléments pouvant rendre le cours sur la santé de la reproduction plus attrayant ...	52
Figure 28:opinion des élèves sur l'utilisation d'un logiciel éducatif.....	52
Figure 29:Opinion sur l'utilité du logiciel éducatif	53
Figure 30: Proportion d'élève souhaitant avoir des exercices et jeux dans l'application.....	53
Figure 31: Préférence en termes de type d'exercice que les élèves souhaitent avoir dans l'application	54
Figure 32: Prototype générique des pages du didacticiel	61
Figure 33:Plan de navigation du didacticiel	63

Figure 34: Prototype de la page d'accueil du didacticiel	66
Figure 35: page des exercices.....	72

Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau se synthèse des méthodes d'ingénierie pédagogique	18
Tableau 2: Tableau synthèse de comparaison des méthodes de développement logiciel	27
Tableau 3: Tableau d'identité des enseignants enquêtés	54
Tableau 4: Présentation des contenus de cours par thème	59
Tableau 5: récapitulatif des stratégies pédagogiques et d'évaluations par objectifs d'apprentissage	60
Tableau 6: Typographie générale du site	62
Tableau 7: Tableau de justification du choix des couleurs	64
Tableau 8: Répartition des rôles	65
Tableau 9: Présentation des user stories	67
Tableau 10: User stories principaux	71
Tableau 11: User stories secondaires	72
Tableau 13: résultat du test ergonomique chez les enseignants	73
Tableau 14: Résultat du test ergonomique chez les élèves	74

Chapitre 1 : Introduction générale

Depuis quelques années, l'informatique est enseignée dans les établissements secondaires au Cameroun. C'est une discipline qui met sur pieds de nombreux outils et techniques impactant quasiment tous les domaines d'activités. Elle a pour but principal d'automatiser les tâches afin d'alléger les exécutions de processus. Le travail que nous allons ici réaliser s'inscrit dans le cadre de l'utilisation des outils informatiques dans d'autre discipline ; particulièrement nous réaliserons un didacticiel destiné à l'apprentissage des sciences. Ce chapitre liminaire permet de présenter le contexte dans lequel se place cette recherche, ensuite il présente les problématiques liées à ce travail ainsi que les objectifs généraux et spécifiques de la recherche menée et s'achève par la présentation du plan que suivra le travail.

1.1.Contexte

De nos jours, les mutations technologiques et scientifiques opérées par l'avènement de nouveaux outils de communication plus efficaces et plus accessibles ont conduit à la naissance et à l'usage massif des technologies de l'information et de la communication (TIC) (Agbéco, T. K. D. , Simon, C. , Roch A. H. & Ogouwalé, E. , 2015). Cet usage des TIC est important dans la quasi-totalité des domaines d'activités et permet de rendre le monde comme un village planétaire dans lequel chacun peut se rendre où il veut sans se déplacer de son environnement. En effet, grâce aux outils TIC, de nombreuses personnes peuvent suivre des formations à distance ou agrémenter les formations qu'elles suivent dans des enseignements par l'utilisation d'outils TIC tel que les tutoriels, les jeux éducatifs, les fora de discussion en ligne, etc. Puisque nous évoluons dans un monde où l'utilisation des outils TIC tend à primer dans presque tous les domaines, il est important pour les employés de tous les secteurs d'activités de s'y imprégner pour être en accord avec la société ; c'est ainsi que Fourgous, J. M. (2011) affirme que « intégrer le numérique à l'école est indispensable pour faire acquérir aux jeunes les compétences fondamentales, pour s'insérer et comprendre la société du 21^e siècle » ; ainsi pour s'intégrer dans la société actuelle il ne suffira plus uniquement d'avoir la maîtrise de son domaine mais aussi et surtout d'avoir des compétences dans le domaine des TIC.

Dans le domaine de l'enseignement et particulièrement celui des SVT, de nombreuses recherches ont été faites pour l'intégration des TIC dans le processus d'enseignement apprentissage. Millet, J., Ploeg, G., Nel, A., Rehault, P. & Rosenzweig, M. (2000) font une étude qui consiste en un sondage sur l'utilisation des NTIC dans le processus d'enseignement de la discipline SVT. De même Youssef, N., Anouar, A., Moncef, Z., Bouchta, El B., Mohammed, E. H., & Hanane A. (2018) présentent le résultat d'une enquête menées sur

plusieurs enseignants appartenant à divers établissements au sujet de l'intégration des TIC dans l'enseignement des SVT et les problèmes qui entravent cette intégration ; ils obtiennent comme résultat que cette intégration des TIC est bénéfique bien que de nombreux facteurs entravent encore son fonctionnement.

Au Cameroun, depuis la signature de l'arrêté N° 18070753/MINESUP/DDES du 07 septembre 2007 portant création du Département d'Informatique et des Technologies Educatives (DITE) de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) de Yaoundé de nombreux enseignants d'informatique ont été formés pour dispenser des cours d'informatique dans les lycées afin de faciliter l'intégration des TIC au processus enseignement/apprentissage. Dans cette optique, les étudiants en fin de formation de ce département ont coutume de réaliser des didacticiels dans le but d'aider à l'enseignement dans divers domaines parmi lesquels celui des sciences (SVTEEHB). C'est dans la même lancée que nous proposons pour ce travail, de concevoir et réaliser un outil d'aide à l'apprentissage de la santé de la reproduction en classe de sixième de l'enseignement secondaire général.

1.2.Problématique

L'intégration des TIC au processus enseignement/apprentissage est un processus qui rencontre de nombreuses difficultés. Au Cameroun cette intégration a tendance à se faire en ajoutant l'informatique comme discipline à enseigner ; par conséquent l'intégration dans les autres disciplines existantes est négligée car la plupart des enseignants n'étant pas formés, des dispositions ne sont pas prises pour leur permettre d'acquérir les connaissances dans ce domaine qui est très important dans ce processus d'intégration. C'est dans cette lancée que Heer, S. & Abdeljalil, A. (2006) déclarent : « Trop souvent, on ne voit dans les TIC qu'une discipline à enseigner, à apprendre par cœur. Pourtant l'intégration pédagogique des TIC, c'est l'usage des TIC par l'enseignant ou les élèves dans le but de développer des compétences ou de favoriser des apprentissages ». L'accent devrait être mis non pas seulement sur l'enseignement de l'informatique comme discipline qui ne profite qu'aux élèves mais également sur l'intégration des TIC dans les autres disciplines comme l'anglais, l'histoire, la géographie, les sciences, les mathématiques, etc. En allant dans le sens de cette intégration, il est question ici de proposer un outil d'apprentissage sur la santé de la reproduction en classe de sixième car les programmes scolaires au Cameroun étant axés sur l'approche par compétence (APC) qui intègre les cours ayant des parties théoriques et pratiques. Le constat fait est que dans la quasi-totalité des lycées du Cameroun et en particulier au lycée de NKONG NGAM cette notion de santé de la reproduction n'est abordée que de manière théorique sans illustration (schéma) si ce n'est

quelques dessins au tableau. Il serait donc question ici de chercher à savoir comment caractériser les éléments qu'on retrouve dans les livres dans un outil pour améliorer le processus d'enseignement et celui d'apprentissage et le type de contenu susceptible de captiver les élèves de la classe de sixième à suivre le cours.

1.3. Questions de recherche

1.3.1. Question générale

Face à ce travail, la question que nous nous posons est celle de savoir : comment peut-on concevoir un outil TIC en science pour la classe de sixième de l'ESG répondant aux objectifs du cours et aux critères ergonomiques d'un logiciel et facilitant l'enseignement et l'apprentissage de la santé de la reproduction ?

1.3.2. Questions spécifiques

- Comment mettre sur pieds un environnement d'apprentissage interactif qui facilite la compréhension par les élèves des notions du cours sur la santé de la reproduction ?
- Comment faciliter l'utilisation d'un tel environnement par les élèves de la classe de sixième en prenant en compte les facteurs ergonomique ?

1.4. Objectifs de l'étude

1.4.1. Objectif général

Notre étude a pour objectif général, le développement d'un outil TIC de science pour permettre d'améliorer les compétences des élèves de la classe de sixième de l'enseignement secondaire général pour le cours sur la santé de la reproduction.

1.4.2. Objectif spécifique

- Concevoir en se basant sur un modèle d'ingénierie pédagogique et logicielle ainsi que sur les préférences et difficultés des élèves un didacticiel qui facilite l'enseignement et l'apprentissage de la santé de la reproduction tout en répondant aux normes ergonomiques.
- Créer un environnement d'apprentissage interactif et simple d'utilisation pour faciliter la compréhension du cours sur la santé de la reproduction en prenant en compte les préférences et difficultés des enseignants et des élèves.

1.5. Etendue de l'étude

Notre étude s'inscrit dans le cadre de la conception et la réalisation des didacticiels par les élèves professeurs finissant du niveau 5 du DITE de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé I. Elle porte essentiellement sur le chapitre intitulé santé de la reproduction de la classe de

sixième de l'ESG ; l'étude a été menée dans trois établissements de la ville de Yaoundé à savoir le lycée bilingue d'EMANA, le lycée bilingue de NKOL-ETON et le collège ROSA PARK et a été suivi par la conception du didacticiel.

1.6.Intérêt de l'étude

Nous allons concevoir et mettre sur pieds l'outil d'aide à l'enseignement de la santé de la reproduction en classe de sixième en utilisant un modèle de développement et en respectant les contraintes ergonomiques ; ce logiciel appelé **Didacticiel sur la Santé de la Reproduction** (DISARE) sera utilisé par les enseignants de science et les élèves respectivement pour l'enseignement et l'apprentissage de cette partie du cours. Cette étude est effectuée pour palier à certains problèmes tels que le manque de matériel pour la réalisation des séances de cours pratiques, l'absence ou l'insuffisance des illustrations, c'est dans le même ordre d'idée que Tchamabe, M. D. (2011) dit « En lien avec la discipline enseignée, l'enseignant bénéficierait d'importantes ressources complémentaires qui lui serviraient de soutien pour enrichir, illustrer ses exposés, ses cours et devenir un véritable d'expert un guide ou mentor pour ses élèves. ».

1.7.Plan

Ce chapitre qui s'achève constitue l'introduction générale, ensuite nous aurons un chapitre 2 intitulé « **revue de la littérature** » qui présentera les travaux portant sur l'utilisation des TIC ou TICE pour l'enseignement des sciences ; nous ferons une présentation des méthodologies de développement logiciel, les différents critères de conception ergonomique des logiciels et nous effectuerons un choix quant à la méthode de développement choisie. Le chapitre 3 est intitulé « **Matériels et méthodes** ». Nous y effectuerons une description détaillée des méthodes pédagogiques et de la méthode de développement choisies et une description du matériel utilisé pour la réalisation de notre didacticiel. Le chapitre 4, « **Résultats et Discussion** », va contenir les éléments de la conception, les résultats des méthodes de développement pédagogique et logiciel ainsi qu'une discussion de chacun de ces résultats ; il contiendra aussi l'implication pédagogique de l'outil conçu et réalisé sur le système éducatif camerounais. Enfin il sera question de conclure le travail et d'envisager quelques perspectives.

Chapitre 2 : Revue de la littérature

Introduction

Ce chapitre va présenter quelques termes clé du sujet que nous traitons ; il est question de donner un bref aperçu de ces notions. Elle permet également de présenter un état de l'art sur le sujet et de discuter des méthodes d'ingénieries pédagogiques, logicielles et ergonomiques et enfin de faire un choix de chacune de ces méthodes que nous mettrons en application dans ce travail.

2.1. Quelques concepts

2.1.1. Dispositif d'apprentissage

Un dispositif est défini par le dictionnaire LAROUSSE comme un ensemble de pièces constituant un mécanisme, un appareil, une machine quelconque (dispositif d'alarme) ; il peut aussi être défini comme un ensemble de mesures prises, de moyens mis en œuvre pour une intervention précise ou pour atteindre un but précis. Nous entendons par dispositif un ensemble cohérent constitué de ressources, de stratégies, de méthodes et d'acteurs interagissant dans un contexte donné pour atteindre un but. Le but du dispositif pédagogique est de faire apprendre quelque chose à quelqu'un ou mieux de permettre à quelqu'un d'apprendre quelque chose.

Un dispositif pédagogique est un ensemble de constituants menant à la situation d'apprentissage. La situation d'apprentissage c'est l'organisation de l'espace de la salle, durée de la séquence, temps de verbalisation, moyens mis à disposition des élèves, travail en groupe ou individuel, types d'interventions, qualité et matérialité de l'incitation, statut et moment d'utilisation des références artistiques, modalités d'évaluation, etc.

Un dispositif d'apprentissage est un dispositif conçu dans le but de permettre à une ou à un groupe de personnes d'acquérir des connaissances précises dans un domaine précis. C'est un dispositif qui fait intervenir les enseignants et les apprenants ; l'enseignant joue son rôle pendant la conception du dispositif et pendant la formation de l'apprenant en ayant disposé les éléments de façon que l'utilisation soit simple et en intervenant pour la remédiation. L'apprenant quant à lui est là pour se former ou apprendre de nouvelles connaissances sur le thème abordé dans le dispositif, il peut également demander l'aide d'un de ses pairs ou d'un enseignant.

On distingue plusieurs types de dispositifs d'apprentissage ; nous pouvons citer le dispositif traditionnel qui consiste à effectuer de la transposition didactique pour enseigner de manière traditionnelle ; on peut également procéder par la réalisation et la mise en place des

MOOC (Massive Online Open Course), des didacticiels, des tutoriels, des formations à distance, etc. Cette multitude se justifie par le fait que chaque outil est mis sur pied pour un objectif particulier. Néanmoins, tous les dispositifs d'apprentissage ont des buts de formation, c'est dans ce sens que Martinez-Ermin, v. (2010) affirme que « Le but du dispositif d'apprentissage est de permettre à quelqu'un d'apprendre quelque chose avec l'outil technologique, quelque part et à n'importe quel moment : anybody, anything, anywhere, anyhow ».

Les dispositifs d'apprentissage prennent de plus en plus de l'ampleur dans le monde dû au grand nombre de personnes à former d'où l'utilisation des MOOC qui permettent la formation des centaines de milliers de personnes à travers le monde. Nous avons aussi les dispositifs de E-learning qui permettent les formations à distance dans les cas d'absence de spécialistes locaux dans certains domaines d'activité ou pour certaines formations. Ces dispositifs ci-haut cités ont de la peine à prendre leur racine en Afrique et au Cameroun en particulier à cause du manque d'infrastructures et d'équipements dans les établissements scolaires ainsi que dans les entreprises.

Les dispositifs d'apprentissage sont généralement réalisés par des enseignants dans le but de dispenser un cours, une formation ou une notion particulière ; de manière traditionnelle ces dispositifs sont réalisés de façon individuelle (par un enseignant) pour répondre à un besoin particulier. Vandeput, E. & Denis, B. (2005) proposent une nouvelle approche permettant d'initier les formateurs à concevoir ensemble des dispositifs de formation à distance. Cette façon de faire pourrait être meilleure dans la mesure où elle permettrait de combiner plusieurs expériences et plusieurs façons de penser et par conséquent de mettre sur pied un dispositif plus adéquat résolvant beaucoup plus de difficultés parmi celles rencontrées dans leurs différents exercices.

2.1.2. Didacticiel

Un didacticiel est un type de dispositif d'apprentissage permettant à l'apprenant de s'auto former, et de ne faire recours à l'enseignant que pour la remédiation. C'est un logiciel qui sert à acquérir des connaissances dans une discipline, dans un champ du savoir. Pour Briand, J. (s.d.) « Un didacticiel est un logiciel dont le déroulement du (d'un) scénario qui y est proposé contribue à établir un ensemble de rapports explicites et/ou implicites entre un élève ou un groupe d'élève(s), un certain milieu (comprenant le logiciel et son scénario) et un système éducatif (le professeur) aux fins de leur faire approprier un savoir constitué ou en voie de constitution ». De nos jours, de nombreux enseignants font recours à l'utilisation des

didacticiels dans leur exercice c'est-à-dire dans la transmission des connaissances. Cette utilisation est faite car les effectifs vont croissant, l'utilisation des ordinateurs étant de plus en plus observée, certains formateurs pensent pouvoir augmenter les pourcentages de réussite en utilisant des didacticiels. C'est le cas dans Lamontagne, V. (2005) où l'hypothèse d'amélioration des résultats des élèves pour une formation de langue est validée à la fin de l'étude contrairement aux autres hypothèses de l'augmentation du sentiment d'efficacité personnelle ainsi que l'augmentation de la motivation qui n'ont pas pu être confirmées par l'étude.

La mise sur pied d'un didacticiel est un travail loin d'être simple car elle englobe les aspects pédagogiques et logiciels (techniques) ; c'est dans le même ordre d'idée que va Fiszer, J. (1985) en affirmant que « L'élaboration d'un didacticiel ne peut nullement s'identifier à l'élaboration d'un programme informatique ». Il présente une procédure d'élaboration et de mise en place de didacticiel composée de quatre étapes qui sont : La définition, la conception, la réalisation et la phase opérationnelle.

Briand, J. (s.d) après avoir placé le didacticiel dans la situation d'apprentissage, indique la difficulté d'intégrer un logiciel au dispositif d'apprentissage et souligne la nécessité de bien concevoir des didacticiels pour répondre aux attentes de la formation et à ceux des élèves.

Des étapes données par Fiszer, J. (1985) aux contraintes soulignées par Briand, J. (s.d), il est clair que tout part de l'identification des notions à transmettre, du public cible et de l'environnement de la formation ou de l'apprentissage. A notre avis une autre condition à l'utilisation de ce type de méthode c'est l'aptitude des apprenants ainsi que celle des formateurs à utiliser les outils de TIC et de pouvoir respectivement apprendre et former en utilisant ces outils.

2.1.3. Apprendre avec les TIC

D'après le dictionnaire LAROUSSE, TIC (Technologie de l'Information et de la Communication) est un ensemble de techniques et d'équipements informatiques permettant de communiquer à distance par voie électronique.

Les technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE = TIC + Enseignement) recouvrent les outils et produits numériques pouvant être utilisés dans le cadre de l'éducation et de l'enseignement. C'est un ensemble de technologie permettant de faciliter le processus d'enseignement/apprentissage. L'apprentissage avec les TIC requiert la présence des équipements, des ressources, la formation des enseignants et des apprenants à

l'utilisation des outils TIC, etc. Il est également nécessaire de commencer par sensibiliser les enseignants sur les bienfaits et les différents modes d'utilisation des outils TIC. Aujourd'hui, avec la montée technologique observée dans le monde, la grande majorité des enseignants est au courant de l'utilisation des TIC à des fins d'enseignement.

Agbéco, T. K. D. et al (2015) effectuent une enquête sur un ensemble de 60 enseignants suivant une formation pour l'obtention du diplôme professionnel d'enseignement public. Les enseignants sur lesquels a porté l'enquête sont des enseignants de SVT ; il est ressorti que la plupart des enseignants sont informés sur l'existence de l'enseignement assisté par ordinateur et sont volontaires quant à l'utilisation de ces nouvelles techniques mais la même enquête révèle que la grande majorité de ces enseignants n'a pas suivi de formation et ne bénéficie d'aucun support de la part des acteurs de l'éducation. Ceci permet à l'auteur d'introduire la formation et le soutien des enseignants quant à l'utilisation des outils TIC à titre pédagogique. A certains endroits l'utilisation des TIC est effective et permet aux enseignants de transmettre les savoirs ; Aziz, B. , Mourad, M. , Rajae, Z. , Rachid, J. , Laafou, M. & Benjaber, M. (2017) font une étude sur l'intégration des TIC dans l'enseignement marocain ; leur étude porte sur 45 enseignants de SVT de l'enseignement secondaire. Les résultats obtenus montrent que la plupart des enseignants mentionnent que l'utilisation des TIC est très importante et que l'utilisation des TIC permet d'expliquer les contenus et de motiver les apprenants. Cependant les TIC ne permettent pas la réalisation de scénario didactique. Un défi à relever dans la conception de didacticiel serait donc l'intégration du scénario didactique. Youssef, N. , Anouar, A., Moncef, Z., Bouchta, El B., Mohammed, E. H., & Hanane A. (2018) font un état des lieux et défis à relever pour l'intégration des TIC dans L'enseignement des sciences de la vie et de la terre au Maroc. L'enquête a porté sur environ 181 enseignants de SVT venant de divers lycée et collège du Maroc. Les résultats obtenus montrent que l'utilisation des TIC dans l'enseignement des SVT en classe et hors classe est limitée ; de même l'usage des TIC par les élèves à des fins d'apprentissage reste encore très faible malgré que la majorité des enseignants interrogés sont très convaincus de la richesse des opportunités pédagogiques induites par l'intégration des TIC dans les pratiques pédagogiques.

2.1.4. Santé et TIC

Les TIC sont grandement utilisées de nos jours dans le domaine de la santé ; elles sont utilisées dans l'imagerie médicale, pour les consultations à distance et plus encore dans les processus de sensibilisation et de communication lors des campagnes de prévention des épidémies ou des campagnes de vaccination. Le rapport Gros, J. (2002) présente les outils de

TIC qui aident dans le domaine de la santé en France ; de nombreux outils sont présentés parmi lesquels La télémédecine (télédiagnostic, télésurveillance, télé-encadrement, télé chirurgie...), L'e-santé (informations et prestations sur le net, gestion en ligne des dossiers médicaux...), Les cartes à puces (carte Vitale, carte du professionnel de santé)

Pour la prévention des épidémies des outils tels que des tracts, des spots télévisés, etc. sont élaborés pour indiquer à la population comment se comporter en cas de problème ; ces outils sont mis en place grâce à l'ordinateur et les équipements TIC.

Grace aux TIC, de nombreux patients arrivent dans les centres hospitaliers ayant déjà une idée de la nature de leur problème et peuvent ainsi se préparer conséquemment pendant que d'autres parviennent à suivre des traitements sans absolument rencontrer en présentiel les praticiens. Comme indiqué plus haut, l'utilisation des TIC peut intervenir dans le domaine de la santé pour la prévention mais aussi pour les traitements. Postel-Vinay, N. (2011), dans ce rapport fait sous la demande du premier ministre établit l'utilité et l'importance de l'utilisation des TIC dans la prévention dans le domaine de la santé, il établit une comparaison entre l'utilisation des TIC et les méthodes traditionnelles. Il présente aussi quelques secteurs de la santé dans lesquels on peut utiliser les TIC pour faire de la prévention. Nous avons par exemple noté les secteurs des vaccins, la place des textos et mails dans l'aide au sevrage tabagique, la nutrition, NTIC et dialogue entre médecin et patient, etc. Il termine en faisant quelques propositions ; puisque les études sont intéressantes, il répond par l'affirmative en ce qui concerne la question d'investissement du gouvernement pour l'introduction des NTIC dans le domaine de la santé au niveau de la prévention car les TIC peuvent intervenir dans plusieurs aspects tels que la communication, la publicité, l'appel à projet, les partenariats, etc. Pour sa part, Gerber, W. (2011) dans le rapport fait pour l'Agence des États-Unis pour le développement international par Management « Sciences for Health », examine l'utilisation actuelle des TIC pour l'amélioration de la planification familiale, de la santé de la reproduction et d'autres programmes et identifie les conditions nécessaires pour poursuivre leur application à grande échelle. Il définit et donne quelques tendances des TIC pour la santé de la reproduction en énumérant quelques moyens des TIC comme la radio, la tv, l'ordinateur, internet ainsi que la santé mobile, etc. Il explicite quelques éléments indispensables à la réussite de l'utilisation des TIC pour la planification familiale et pour la santé de la reproduction et enfin il donne l'utilité des TIC pour le renforcement des systèmes et énonce neuf conditions permettant l'utilisation des TIC et leur application à grande échelle parmi lesquels le coût, la langue, l'évaluation les compétences en TIC, etc.

L'utilisation de ces outils de TIC peut en résolvant un certain nombre de problème, créer plusieurs autres problèmes parmi lesquels les plus épineux sont la sécurité et la confidentialité des données des patients ; il est également important de noter qu'il faut prendre en compte la formation du personnel professionnel ainsi que des usagers à l'utilisation des outils. Dans le rapport présenté par Gros, J. (2002) elle fait allusion aux transformations de comportement des professionnels et des usagers qui doivent s'adapter au nouveau mode de fonctionnement ainsi que le travail des assureurs et des pouvoirs publics qui doivent réorganiser le secteur. D'après Gros, J. (2002) « Le secteur public doit être placé au cœur du développement des NTIC appliquées à la santé, en particulier par l'émergence de sites Internet publics de référence. Plus globalement, les pouvoirs publics doivent travailler à la définition d'une politique de santé cohérente ». Dans ce même rapport, les mesures qui sont proposées pour la bonne marche de l'intégration des NTIC au domaine de la santé sont la diffusion des NTIC, la coordination et le suivi des acteurs ainsi que le coté confidentialité et sécurité des informations.

2.2. Etat de l'art

De nombreux travaux ont déjà été menés dans le domaine des TIC appliqués à l'éducation pour l'enseignement des SVT. Certains travaux sont les outils mis en place pour l'enseignement des SVT et d'autres sont des enquêtes faites chez les élèves et chez les enseignants pour évaluer les outils et l'intégration des TIC dans l'enseignement de cette discipline qui est souvent liée à la santé humaine.

2.2.1. Dans le monde et en Afrique

Les principaux problèmes rencontrés par l'intégration des TIC à l'enseignement des SVT et des autres disciplines sont la formation des enseignants à la conception et la mise en place des outils TIC et la formation des élèves à l'utilisation des outils proposés par les formateurs. De nombreux outils sont proposés à l'échelle mondiale et africaine pour faciliter l'intégration des TIC à l'enseignement. Nous avons par exemple le logiciel « Active Presenter » qui permet de réaliser facilement des vidéos explicatives accessibles à travers le lien « <http://pedagogie.ac-limoges.fr/svt/spip.php?article369> ». Nous avons aussi Youssef, N. et al (2018) dans son mémoire qui remarque au terme de l'étude menée une utilisation limitée des TIC malgré le fait que la majorité des enseignants interrogés sont convaincus de la richesse des opportunités pédagogiques induites par l'intégration des TIC dans le travail enseignant ; il proposent ainsi que les projets de généralisation des TIC dans le système éducatif marocain devraient prendre en considération les principales contraintes soulignées dans cette recherche afin d'intégrer sur des bases plus solides l'ère numérique dans les établissements scolaires du Maroc.

Nous avons également recensé quelques outils d'aide à l'apprentissage que nous présentons comme suit :

- www.onsexprime.fr est un outil permettant d'apprendre sur les notions de puberté, de VIH SIDA, d'IST, etc. Ce site contient des vidéos mais ces vidéos contiennent trop de textes et sont lentes à la lecture. Il serait nécessaire de limiter la quantité de texte dans l'application pour la rendre plus attrayante ;
- www.superprof.fr: site permettant de donner les astuces pour éviter les grossesses précoces mais a comme principal inconvénient l'abondance du texte ; c'est un site qui propose de nombreux cours et dans lequel il est possible de choisir des enseignants pour suivre une formation particulière ;
- www.vivelessvt.com: est un didacticiel qui présente de nombreux cours de SVT du CE2 jusqu'en terminale de l'enseignement secondaire ; en plus du fait que le programme n'est pas celui que nous utilisons dans notre pays, on peut noter le fait que la structure de la leçon ne respecte pas l'approche par compétence et ne contient pas assez d'illustrations. Il est important de noter que sur le plan ergonomique ce logiciel reste très touffu et pas facile d'utilisation pour un débutant.

2.2.2. Au Cameroun

Au Cameroun, avec la venue de la filière informatique dans les écoles normales supérieures et l'enseignement de cette discipline au secondaire, l'utilisation des TIC a pris de l'ampleur. Depuis quelques années les étudiants finissant du département d'informatique et des technologies éducatives de l'école normale supérieure de Yaoundé 1 mettent sur pied chaque année des didacticiels dans l'optique de faciliter l'enseignement des notions particulières dans diverses disciplines. Pour l'année 2017/2018 par exemple les travaux ont porté sur les leçons de SVT à l'instar des travaux de Tchawo K. Cédric qui portaient sur « la mise en œuvre d'un outil TICE d'aide à l'apprentissage de la SVTEEB en classe de 4ème esg : cas du cours sur quelques maladies du péril fécal »; nous avons également les travaux de Mounpain N. Saïd portant sur « conception et réalisation d'un outil d'aide à l'apprentissage de l'importance des types de sols et du climat sur la production végétale en classe de 6ième esg ».

Nous présentons ci-dessous quelques didacticiels réalisés par les élèves professeur du DITE au cours des années précédentes :

- VIDA, didacticiel pour l'apprentissage sur le VIH/SIDA en classe de quatrième réalisé par NOUYEP N. Steve Durand;

- DoctorSam, didacticiel d'aide à l'apprentissage du cours sur le secourisme et les accidents de l'appareil moteur en classe de quatrième réalisé par MAGNE N. Bercolle;
- OutiA²QMPF, Outil d'Aide à l'Apprentissage de Quelques Maladies du Péril Fécal réalisé par TCHAWO K. Cédric ;
- BaProSL, outil d'aide à l'apprentissage des méthodes pour éviter la contamination réalisé par .

2.3. Ingénierie pédagogique de développement d'un dispositif d'apprentissage

2.3.1. Ingénierie pédagogique

La définition de l'ingénierie pédagogique de même que celle de design pédagogique n'est pas la même pour tous les auteurs; certains auteurs estiment que les deux termes (design pédagogique et ingénierie pédagogique) ont la même signification. Tchounikine, P. (2009) souligne le caractère générique de la notion d'ingénierie, qu'il définit à la page 21 comme « l'ensemble des activités nécessaires à la définition, la conception et la réalisation de projets centrés sur la conception d'artefacts »; de même Stolovitch & Keeps, (2003) font remarquer que l'ingénierie fait référence à la conception ou à la production de structures, machines ou produits en utilisant des méthodes scientifiques visant à rendre les propriétés de la matière et de l'énergie utiles aux humains. C'est exactement ce que nous faisons lorsque nous créons des systèmes d'apprentissage qui se veulent efficaces.

Certains auteurs cependant font une distinction entre « ingénierie pédagogique » et « design pédagogique ». Par exemple, pour Paquette, G. (2002), le design pédagogique n'est que l'un des fondements de l'ingénierie pédagogique, auquel s'ajoutent ceux du génie logiciel et de l'ingénierie cognitive, comme précise sa définition de l'ingénierie pédagogique à la page 106 : « Une méthodologie soutenant l'analyse, la conception, la réalisation et la planification de l'utilisation des systèmes d'apprentissage, intégrant les concepts, les processus et les principes du design pédagogique, du génie logiciel et de l'ingénierie cognitive ».

Basque, J. (2004) considère l'ingénierie pédagogique comme une extension du design pédagogique qui intègre les éléments des autres disciplines; c'est ainsi qu'il est dit: « le fait que le design pédagogique intègre de plus en plus de fondements tirés d'autres disciplines marque davantage l'évolution de ce domaine que la naissance d'une autre discipline. C'est pourquoi il nous apparaît que parler d'ingénierie pédagogique, c'est parler de design pédagogique... mais d'un design pédagogique intégrant de plus en plus des principes et pratiques issus des disciplines du génie »

En définitive, nous pouvons dire que l'utilisation du terme d'ingénierie pédagogique peut permettre d'éviter le problème de synonyme avec la deuxième étape du design pédagogique mais nous retiendrons que ces deux termes sont quasiment synonymes.

Basque, J. (2017) Pense qu'il sera important de s'engager dans le processus d'ingénierie pédagogique car « Une préparation est toujours nécessaire et permet de s'assurer que la formation répond bien aux besoins des apprenants et que les différentes composantes de l'activité de formation (objectifs, contenu, stratégie pédagogique, stratégie d'évaluation des apprentissages, etc.) sont cohérentes les unes par rapport aux autres ». Ainsi, l'ingénierie pédagogique donne d'après lui de nombreuses capacités parmi lesquelles : l'efficacité, L'efficience et la rentabilité, Une meilleure gestion de la complexité, Une meilleure communication entre les membres de l'équipe de projet, Une meilleure communication avec le demandeur du système d'apprentissage, Une plus grande réutilisation du travail réalisé.

2.3.2. Méthodes d'ingénierie pédagogique

On désigne le modèle typique du design pédagogique par l'acronyme ADDIE, formé par la première lettre de chacune des cinq phases du design pédagogique (en anglais : Analysis, Design, Development, Implentation, Evaluation). La plupart des méthodes de design pédagogique ayant été proposées à ce jour reprennent, avec quelques variantes, ce modèle de base. Parfois, d'autres phases sont ajoutées, telles que l'entretien du système d'apprentissage (Maintenance) ou encore la valorisation du système (Marketing). De plus, les tâches plus spécifiques associées à chacune de ces phases varient selon les méthodes proposées, ainsi que selon les contextes d'application de ces méthodes et le type de systèmes d'apprentissage à élaborer. Par ailleurs, certaines méthodes de design pédagogique ne couvrent pas l'ensemble du cycle du modèle ADDIE. Nous présenterons quelques-unes de ces méthodes avant d'opérer le choix de celle que nous utiliserons dans le cadre de ce travail.

L'ingénierie pédagogique se fonde essentiellement sur trois méthodes systémiques de design. Les modèles d'ingénierie pédagogique se regroupent en trois catégories.

- Les modèles centrés sur l'individu : MKR (Morrison Ross and Kemp), ASSURE ;
- Les modèles orientés sur le système (vers un programme de formation) : IPDM (Instructional Project Development and Management), MISA (Méthode d'Ingénierie d'un Système d'apprentissage) ;
- Les modèles génériques : Ce sont les modèles utilisables sur tout type d'application. Il s'agit de : SAD (System Approach Development), le modèle ADDIE (Analysis Design

Development Implement Evaluation), le modèle ISD (Instructional System Development). Cette dernière catégorie s'utilise selon les diverses orientations.

a. Méthode ADDIE de Gherardini, B. (2012)

La méthode ADDIE de Gherardini, B. (2012) est une application de la méthode de ADDIE appliqué pour la mise sur pied des cours de e-learning. Cette méthode est présentée par la figure suivante :

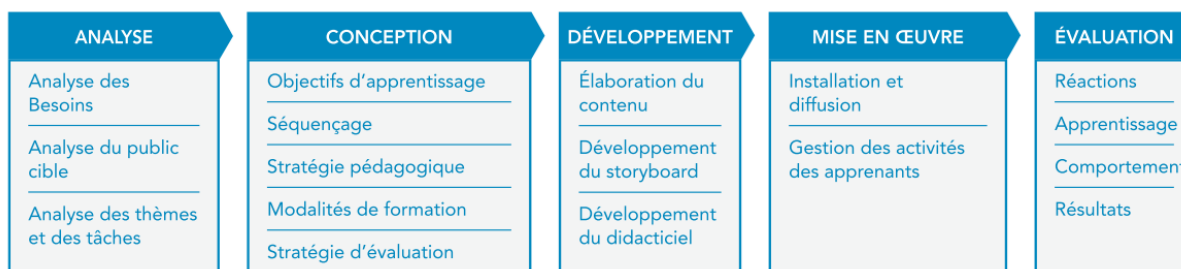


Figure 1: Modèle ADDIE pour l'apprentissage électronique (Gherardini, B., 2012)

La première phase qui est la phase d'analyse permet de faire une analyse des besoins pour déterminer les objectifs de formation suivie de l'analyse du public cible pour identifier les caractéristiques de l'apprenant à qui sera destinée la formation ; cette première phase de d'analyse s'achève par l'analyse des tâches pour identifier les tâches professionnelles que l'apprenant doit pouvoir faire et l'analyse des thèmes pour pouvoir identifier et classifier les contenus de cours. La phase de conception (Design) permet de définir les objectifs d'apprentissage, le séquençage du cours (ordre d'atteinte des objectifs), de choisir les stratégies pédagogiques et les composants multimédias, de définir le plan détaillé des contenus et définir la stratégie et le plan d'évaluation. Après les planifications et les objectifs, vient la phase de développement qui contient trois principales activités parmi lesquelles le développement des contenus qui consiste à rassembler toutes les connaissances et informations nécessaires ; la seconde activité qui consiste en l'intégration des méthodes pédagogiques et des éléments médias (images, textes, interactions, tests d'évaluation) qui consiste à réaliser un document qui décrit toutes les composantes du produit appelé interactif final "storyboard". La troisième phase du développement c'est la partie logiciel consistant à la réalisation du didacticiel.

Pour la mise en œuvre ou l'implantation, le didacticiel est installé sur un serveur accessible aux apprenants et le cours leur est dispensé. Enfin, la phase d'évaluation permet d'évaluer les réactions des apprenants, l'atteinte des objectifs d'apprentissage, le transfert des connaissances.

b. Modèle MISA (La méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage)

C'est une méthode développée par Paquette, G. (2002); elle permet de produire le devis d'un système d'apprentissage, de guider la réalisation des matériels pédagogiques et de planifier la mise en place de l'infrastructure de support technologique et organisationnel du système d'apprentissage. Le devis d'un système d'apprentissage se compose d'un modèle des connaissances, d'un modèle pédagogique et d'un modèle médiatique sur la base desquels les matériels pédagogiques seront construits et les infrastructures mises en place. MISA se compose de processus (phases et axes), d'éléments de documentation qui résultent de ces processus, et de principes qui permettent de gérer les processus.

Cette méthode comprend six étapes comme le montre la figure 1, et selon (POELLHUBER et FOURNIER St-LAURENT, 2014) dans Deschamps, P. (2015) se révèle longue à maîtriser.

- L'étape 1 consiste à définir le problème, les objectifs de formation et le contexte ;
- L'étape 2 revient à proposer une solution de formation ;
- L'étape 3 vise à explorer les contenus et différents scénarii pédagogiques possibles ;
- L'étape 4 consiste à concevoir les matériels et les diffuser ;
- L'étape 5 c'est l'étape de l'évaluation du système d'apprentissage ;
- L'étape 6 combine la gestion de la diffusion du système d'apprentissage et sa maintenance

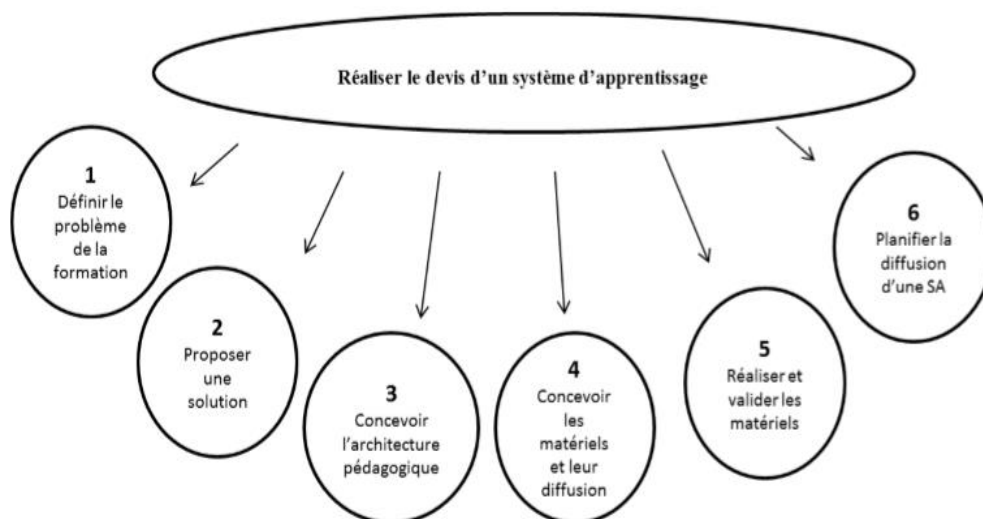


Figure 2: Modèle MISA 4.0 de PAQUETTE (2002) (DESCHAMPS, 2005 ;)

c. La méthode d'ingénierie pédagogique de DICK et CAREY

La méthode de DICK et CAREY est l'un des modèles de conception pédagogique les plus populaires, car il considère l'apprentissage comme un système complet plutôt que comme une variété de composants individuels. C'est un modèle classique chez les Anglo-saxons. Cette méthode comme toutes les autres s'inspire des cinq phases génériques d'ingénierie pédagogique qui forment l'acronyme ADDIE. À la base, le modèle Dick and Carey se concentre sur les relations entre le contenu éducatif, le contexte, le comportement d'apprentissage et la technique pédagogique. La méthode DICK et CAREY se déroule en 9 étapes qui sont :

- **Identifier les buts et les objectifs** : Cette première étape consiste à clarifier les objectifs du cours. L'apprenant doit savoir ce qu'il doit être capable de faire à la fin du cours ainsi que les compétences à développer et les connaissances à acquérir. Associer le cours aux applications du monde réel afin que le cours puisse être bénéfique aux utilisateurs en dehors des espaces d'apprentissage.
- **Une analyse pédagogique complète** : cette étape consiste à déterminer ce que les apprenants savent déjà, ceci peut être fait par une interview, un devoir, etc. sur les connaissances de base.
- **Une analyse des apprenants et du contexte** : Il faut effectuer une audience de recherche pour déterminer les comportements, les traits, les préférences personnelles et les facteurs de motivation des apprenants. La focalisation sur les caractéristiques se rapporte directement aux but et objectif du cours. Il est important d'identifier tous les concepts et idées à inclure pour produire un cours personnalisé.
- **Détermination des objectifs de performance** : En plus des objectifs d'apprentissage, il est intéressant de développer les objectifs de performance qui décrivent clairement la tâche ou le processus qui doit être exécuté comme un critère de jauge de la progression de l'apprentissage. Les objectifs de performance doivent inclure les conditions spécifiques dans lesquelles la tâche ou compétence devrait être extraite.
- **Développement des instruments d'évaluation en rapport avec les objectifs de performance** : aucune stratégie d'apprentissage n'est effective sans plan d'évaluation ; il est question ici de trouver les exercices adéquats pour les apprenants. Il peut s'agir des QCM ou des scénarios interactifs ; à travers les évaluations formatives et sommatives on peut déterminer si les stratégies d'enseignement sont effectives et permettent de révéler les forces et les faiblesses du cours.

- **Développement des stratégies d'enseignement** : il faut créer une stratégie d'enseignement pour le cours ; on doit prendre en considération la meilleure théorie d'apprentissage pour le sujet et les problèmes des apprenants.
- **Développement et sélection du matériel pédagogique** : Sélectionner chaque matériel, outil et exercice d'apprentissage qui permettent d'atteindre les buts et objectifs d'apprentissage.
- **Conception et conduite d'évaluations formatives** : Ici, il s'agit de concevoir une évaluation chez les élèves pour vérifier l'efficacité de l'outil réalisé. On peut aussi vérifier l'utilisabilité simple de l'outil.
- **Révision du dispositif d'apprentissage en rapport avec les résultats des évaluations formatives** : Cette phase de révision permet d'apporter des améliorations au dispositif suivant le résultat de l'évaluation réalisée.

2.3.3. Design pédagogique

D'après Basque, J. (2017) L'ingénierie pédagogique se situe dans le prolongement des travaux réalisés dans le domaine du design pédagogique en éducation. Le design pédagogique implique les décisions relatives à la définition des objectifs pédagogiques, à la conception des programmes, au choix des médias à mettre à la disposition des étudiants et des professeurs, à la conception et à la mise en œuvre du matériel didactique, à la méthodologie de l'enseignement, à la mise en place du système d'évaluation et à l'élaboration de la dynamique des relations avec et entre les apprenants. (Sartori et Roesler, 2010) cite par Silveira, A. & Sartori, A. S. (2011). Pour la plupart des auteurs, ces procédures de design pédagogique concernent l'ensemble des phases du cycle de vie d'un système d'apprentissage, qu'il s'agisse de cours de plusieurs heures, de programmes d'études, de formations de plus courte durée, de leçons ou d'activités d'apprentissage de quelques heures. Ce cycle de vie comporte typiquement cinq phases principales, entre lesquelles on retrouve généralement une ou plusieurs boucles de rétroaction. La première phase est la phase **d'Analyse** ; elle consiste à analyser un certain nombre de composantes qui servent à orienter le projet de développement du système d'apprentissage. Par exemple, il faut analyser le besoin de formation en spécifiant la nature exacte du problème que le système d'apprentissage doit viser à résoudre, définir les caractéristiques de la clientèle cible et du contexte dans lequel s'insérera la formation, identifier les attentes des demandeurs de la formation ainsi que les contraintes avec lesquelles il faudra composer, faire l'inventaire des ressources d'apprentissage et d'enseignement existantes sur le sujet abordé dans le système d'apprentissage à développer, etc. Le **Design (ou Conception)** est la phase qui vient après l'analyse qui vise essentiellement à spécifier les objectifs d'apprentissage et les éléments de

contenu qui seront abordés dans la formation, à mettre au point la stratégie pédagogique et à définir le format médiatique que prendra le système d'apprentissage. Elle consiste également à élaborer les devis médiatiques (pouvant prendre, dans certains cas, la forme de maquettes ou de prototypes) des différentes composantes du matériel pédagogique inclus dans le système d'apprentissage et qui seront remis aux personnes qui produiront le matériel. Le **Développement** (ou Réalisation ou Production) est la phase qui consiste à mettre en forme le système d'apprentissage, à l'aide de divers outils (appareil photographique, caméscope, caméra télé, logiciels, etc.). **La phase d'Implantation** (ou de diffusion) permet de rendre le système d'apprentissage disponible aux apprenants pour lesquels il a été conçu, ceci nécessite la mise en place d'une infrastructure organisationnelle et technologique. A la suite de l'implantation, nous avons l'**Évaluation** qui est Cette phase qui consiste à porter un jugement sur différentes dimensions (qualité, efficacité, etc.) du système d'apprentissage dans le but de l'améliorer (évaluation formative) ou de prendre une décision sur son adoption ou son retrait dans un milieu donné (évaluation sommative). Une évaluation formative peut être faite après l'implantation du système mais également avant. Dans ce dernier cas, elle prend généralement la forme d'une mise à l'essai (appelée aussi parfois « test pilote ») auprès d'un nombre restreint de représentants des apprenants ciblés, afin de vérifier si le système présente des lacunes et, le cas échéant, d'y apporter des correctifs avant son implantation à plus large échelle. Une évaluation formative avant l'implantation du système peut également être faite auprès d'experts pédagogiques ou du domaine visé.

En considérant les premiers caractères de chacune des phases de ce cycle on obtient acronyme ADDIE qui est généralement utilisé pour qualifier les méthodes de design et d'ingénierie pédagogique.

Tableau 1: Tableau de synthèse des méthodes d'ingénierie pédagogique

METHODES	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Modèle MISA	+ Développement d'un devis sur 4 axes (connaissances, compétences, médiatique et de diffusion) ; + Production d'un système d'apprentissage offrant les itinéraires d'apprentissage variés adaptable par	+ Méthode difficile à mettre en place ; + Couteuse + Requiert une bonne expérience du concepteur vu les aspects techniques à prendre en compte.

	les apprenants, les formateurs et les gestionnaires de formation	
Méthode de Dick et Carrey	+ Centrer sur la relation entre le contenu éducatif, le contexte, les comportements et les techniques pédagogiques. +Prise en compte des changements + Bonne gestion du processus de mise en place du dispositif	+ Très couteuse en temps avec ses 10 étapes ; + Développer sur la base que chaque composant est essentiel
Méthode ADDIE de Gherardini	+ Intègre dans son développement le développement du didacticiel ; + Application de la méthode ADDIE appliquée à la réalisation d'un cours de e-learning, et peut être utilisé en entreprise + L'évaluation est un composant clés + Fourni une supervision pour la conception du matériel d'enseignement et est flexible	+ Couteuse en temps + Demande la créativité du designer ; + Les étapes sont séquentielles.

2.4. Ingénierie logiciel de développement d'un dispositif d'apprentissage

L'ingénierie logiciel de développement des dispositifs d'apprentissage est similaire à celle de tout autre logiciel et suit quasiment les mêmes étapes de développement. Puisqu'on distingue plusieurs façons de concevoir et réaliser un logiciel nous commencerons par présenter quelques approches de développement de logiciel avant d'indiquer la méthode que nous choisirons pour le développement de notre application. Lonchamp, J. (2005) distingue deux types de modèle de développement logiciel : les modèles classiques et les modèles agiles.

2.4.1. Modèles classiques ou traditionnels

Les modèles traditionnels proposent des cycles de vie linéaire pas très adaptés au changement et à une réactivité pendant et après le développement car les étapes se font l'une après que l'autre soit terminée. Toutes les approches linéaires supposent qu'il est possible de spécifier correctement et exhaustivement les besoins en début de processus et que ces besoins restent stables tout au long du processus de développement. Le modèle en cascade, le modèle

en V et le modèle en Y sont des exemples de modèle classique de développement que nous présenterons.

a. *Modèle en cascade*

C'est une approche proposée en 1970 par Winston Royce. Dans cette approche chaque étape doit être terminée avant que ne commence la suivante car à chaque étape, il y a production d'un « livrable » qui sert de base pour l'étape suivante. La découverte d'une erreur entraîne le retour à la phase à l'origine de l'erreur et une nouvelle cascade avec de nouveaux livrables ce qui entraîne des coûts de correction des erreurs très importants. C'est un modèle dans lequel il faut « tout bien faire » dès le début si possible.

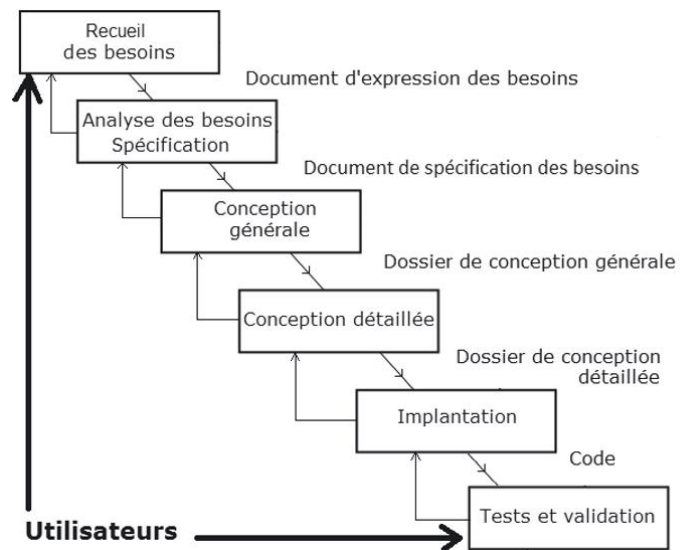


Figure 3: Le modèle en cascade (Lonchamp, J. 2005)

b. *Modèle en V*

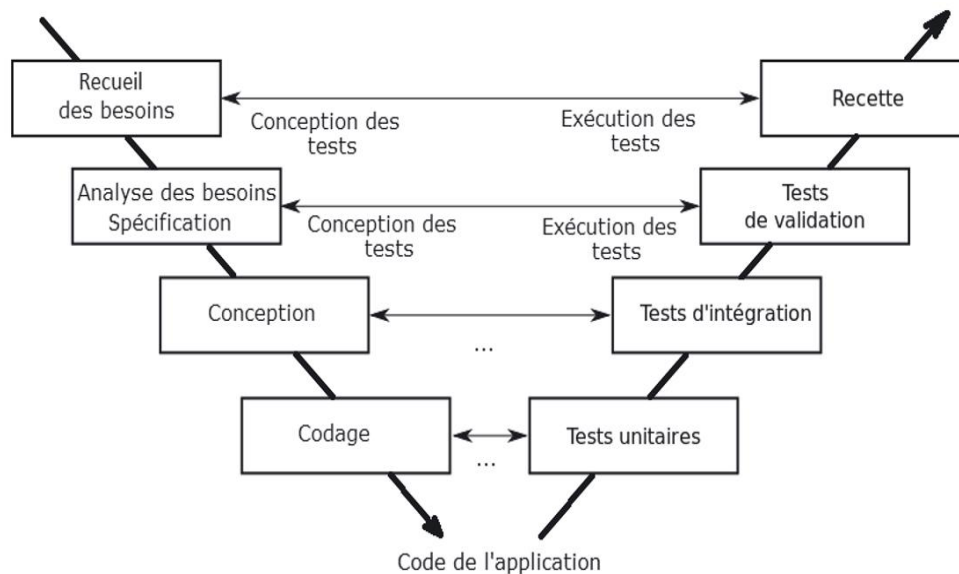


Figure 4: Modèle en V, (Lonchamp, J. 2005)

Le modèle en V est une variante du modèle de la cascade qui met en évidence la complémentarité des phases menant à la réalisation et les phases de test permettant de la valider. Les tests sont préparés tout au long des phases menant à la réalisation et exécutés en fin de processus. Le modèle en V, calqué sur la production industrielle classique, met clairement en évidence les différents niveaux de test qui sont :

- Test unitaire : test de chaque composant de l'application pris isolément,

- Test d'intégration : test des interactions entre les composants de l'application,
- Test de validation (test système) : validation par les développeurs du système complet par rapport à son cahier des charges,
- Test d'acceptation (recette) : validation par le client du système complet par rapport aux besoins des utilisateurs.

c. *Modèle en Y*

C'est une autre variante du modèle de la cascade qui distingue initialement une branche fonctionnelle et une branche technique afin de paralléliser la résolution des questions correspondantes. Le modèle en Y est adapté aux projets technologiquement innovants car il permet de lever au plus tôt les incertitudes liées aux technologies à mettre en œuvre.

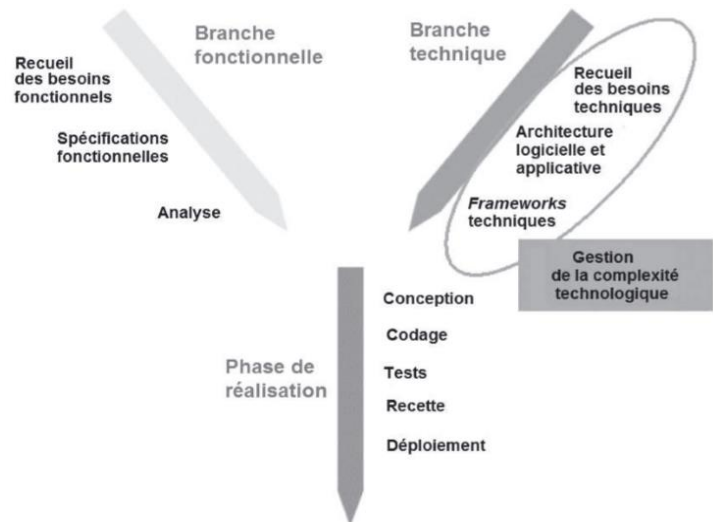


Figure 5: *Modèle en Y*, (Lonchamp, J. 2005)

2.4.2. Les modèles agiles

D'après Tabaka, J. (2008), « Une méthode agile est une approche itérative et incrémentale qui est menée dans un esprit collaboratif avec juste ce qu'il faut de formalisme. Elle génère un produit de haute qualité tout en prenant en compte l'évolution des besoins des clients. ». Les modèles traditionnels sont fréquemment qualifiés de « prescriptives » ou « normatives » car suivant un certain nombre d'étapes fixes (tout est prédéfini à la base). Les approches agiles quant à elles cherchent à alléger le cadre pour rester plus focalisées sur le code. Les approches agiles sont des approches itératives à planification souple et itérations très courtes. (Lonchamp, J. 2015). Les méthodes XP, FDD, SCRUM, RUP, ASD, etc. sont des exemples de méthodes agiles.

Le manifeste agile, texte rédigé en 2000 par 17 experts du développement d'applications informatiques (<http://agilemanifesto.org/iso/fr>), propose quatre valeurs fondamentales. Chaque méthodologie agile applique les quatre valeurs différemment. Ces quatre valeurs sont :

- Les individus et leurs interactions plus que les processus et les outils : le choix des membres de l'équipe de projet ainsi que les différents outils sont déterminant pour la bonne marche du projet. Le choix des membres est plus important que celui des outils

ou processus car ce sont les membres qui sont responsables des outils.

- Des logiciels opérationnels plus qu'une documentation exhaustive : Les méthodes agiles rationalisent la documentation sous une forme qui permet au développeur de faire le travail sans se perdre dans les détails ; les exigences de documentation sont les historiques d'utilisateur.
- La collaboration avec les clients plus que la négociation contractuelle : L'équipe de développement travaille en étroite collaboration avec le client ce qui lui permet de mieux contrôler le déroulement du projet.
- L'adaptation au changement plus que le suivi d'un plan : Puisqu'au début d'un projet on ne peut penser à tout, les méthodes agiles permettent d'ajouter les fonctionnalités car les changements améliorent toujours un projet en apportant des valeurs supplémentaires.

a. La méthode XP

L'eXtreme Programming est une initiative de Kent Beck et Ron Jeffries, l'idée directrice consiste à pousser « à l'extrême » les meilleures pratiques du développement logiciel comme la revue de code, les tests, la conception, l'intégration, etc. Les normes de conduite individuelle ou sociale mises en avant par XP se regroupent en quatre valeurs :

- ✓ **La communication** : Le développement logiciel est un effort collectif de création qui exige une vision commune et une bonne synchronisation des acteurs, ce qui requiert une communication entre ceux-ci. Au sein de l'équipe de développement, XP privilégie la communication orale directe par rapport à l'échange de document étant donné que cette forme de communication permet une meilleure réactivité. Sa faible structuration et traçabilité est compensée par l'existence de contreparties écrites, principalement au sein du code (commenté) et des jeux de tests. Par ailleurs, les développeurs communiquent en direct avec le client.
- ✓ **Le retour d'information** (feedback) : Les boucles de feedback sont essentielles pour réduire les risques car elles permettent de connaître l'état réel du projet et les nouvelles informations du client afin d'effectuer des rectifications de trajectoire si nécessaire. Les boucles de feedback facilitent aussi l'acquisition d'expérience et l'amélioration continue des pratiques.
- ✓ **Le courage** : Le courage caractérise le fait qu'il n'est pas facile d'accepter de se lancer dans un projet non entièrement spécifié et de changer fréquemment de rôle et de vision. D'un autre point de vue, il permet à travers le feedback, une communication franche et ouverte d'accepter de montrer ses propres limites et insuffisances.

- ✓ **La simplicité** : Il faut viser « la chose la plus simple qui puisse marcher », sans confondre toutefois simple et simpliste. Cela peut concerner autant le processus que le code. Par exemple, éviter toute complexité inutile ou duplication à l'intérieur des codes.

De ces quatre valeurs dérivent douze pratiques. Les quatre premières qui sont le Client sur site, le Rythme soutenable, les Livraisons fréquentes et la Planification itérative sont liées à la gestion de projet ; les quatre suivantes qui sont la Programmation en binôme, l'appropriation collective du code, l'intégration continue et le développement dirigé par les tests sont en relation avec la communication ; enfin, les quatre dernières qui sont les règles de codage et de nommage, la conception simple, l'utilisation de métaphore et le remaniement (refactoring) du code sont liés à la programmation.

Dans la méthode XP l'équipe de développement comporte le programmeur (développeur) qui est au cœur de tout, le client, qui intégré à l'équipe explique ce qu'il souhaite via les « users stories » et les tests d'acceptation qui doivent être passés avec succès par les livraisons, le testeur travaille avec le client pour définir et automatiser les tests d'acceptation, le tracker suit l'avancement des tâches en cours d'itération, le manager est le supérieur hiérarchique des programmeurs et le coach qui est le garant du processus.

Un projet XP comporte 5 phases suivantes décrites sur la figure 5

- **Phase d'exploration** : c'est la phase pendant laquelle les « users stories » initiales et les éléments architecturaux initiaux du projet (concepts et composants) sont déterminés avec les clients.
- **Phase de planification** : Ici les stories sont sélectionnées avec les clients, les « stories » à implanter dans la première livraison et les livraisons suivantes (release plan). Les « stories » choisies pour la première livraison sont décomposées en tâches à réaliser dont les durées sont estimées par les développeurs.
- **Phase de construction incrémentale de la livraison** : Les itérations d'une à quatre semaines sont planifiées de manière souple (cf. figure 6). Chaque itération permet de recalculer la vélocité. Elle peut éventuellement créer de nouvelles « stories ». Quand l'ensemble des tests fonctionnels (d'acceptation) passent, on entame la mise en production de la livraison.
- **Phase de mise en production de la livraison impliquant l'accord du client.**
- **Phase de maintenance** : elle répète les phases de planification, construction et mise en production pour les livraisons suivantes (2 à n). Ce cycle se répète tant que le client peut sélectionner des « stories » à livrer.

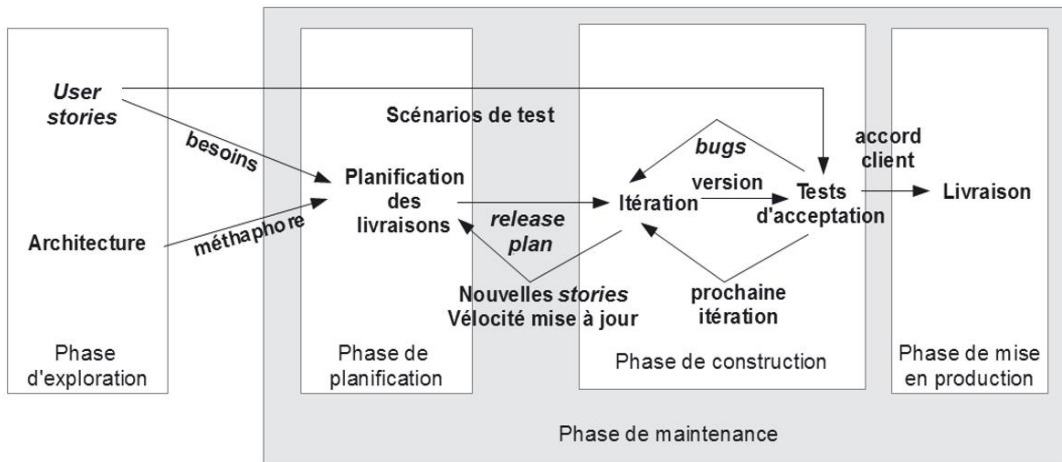


Figure 6: Processus XP au niveau macroscopique (Lonchamp, J. 2005)

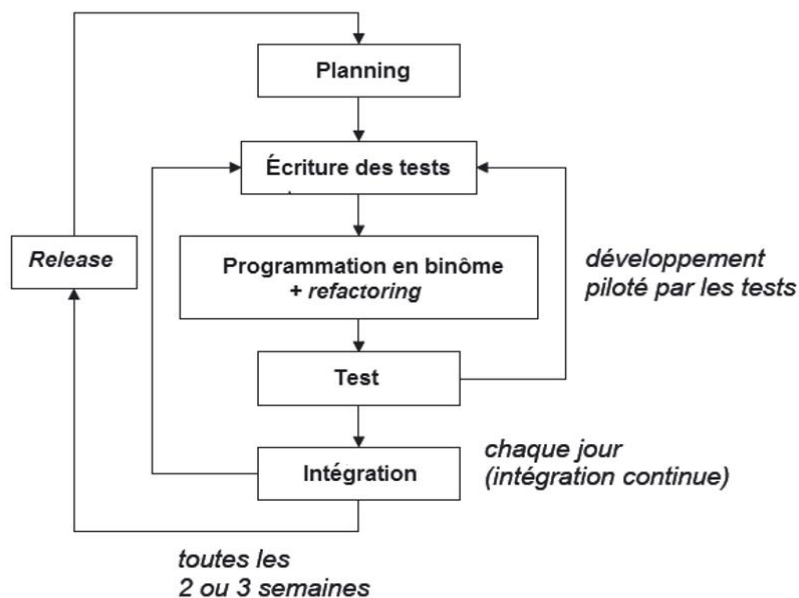


Figure 7: Processus XP au niveau microscopique (Lonchamp, J. 2005)

b. La méthode RUP

(R)UP (Rational Unified Process) met en avant sept « bonnes pratiques » qui sont : le développement itératif et incrémental, le développement guidé par les cas d'utilisation et centré sur l'architecture, le pilotage par les risques, la gestion des exigences, la maîtrise des modifications, l'évaluation continue de la qualité, la modélisation visuelle avec UML. Le processus de développement décrit par RUP est un processus de développement générique, itératif et incrémental qu'on peut adapter à des contextes particuliers et qui est souvent utilisé conjointement au langage UML. Le développement d'un logiciel dans l'approche RUP propose de se concentrer sur quatre phases d'évolution qui sont découpées en cycle.

- La création : Evaluation des risques, architecture, planification

- L'élaboration : spécification du besoin, validation, environnement projet
- La construction : production du logiciel et de la documentation support, test
- La transition : Test système et utilisateur, correction, déploiement

Dans ces phases, toutes les activités du projet sont dispatchées en détail. La figure 8 présente un schéma présentant les phases de la méthode RUP, les itérations ainsi que les disciplines.

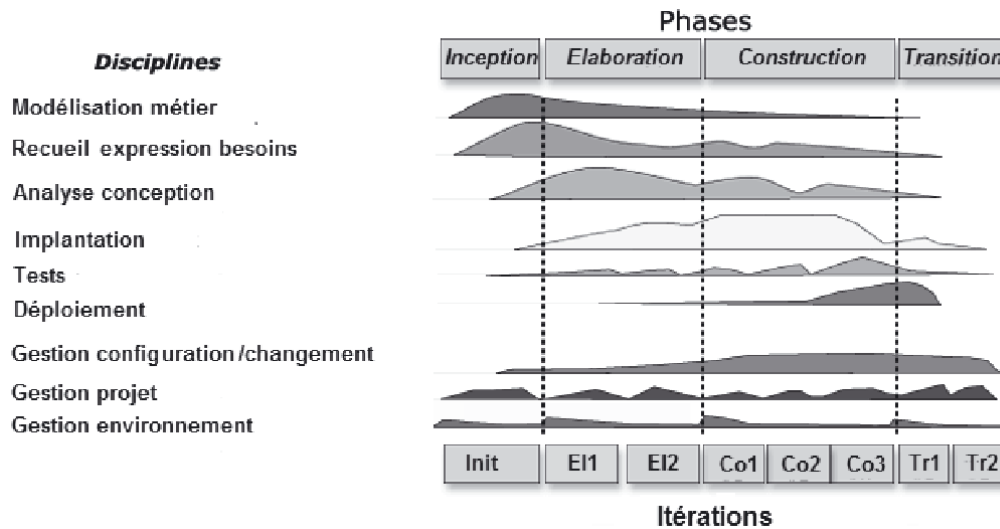


Figure 8: Phases, itérations et disciplines (Lonchamp, J. 2005)

c. Méthode SCRUM

SCRUM est une méthode de développement agile orientée vers les projets informatiques dont les ressources sont régulièrement actualisées. SCRUM est une des méthodes existantes les plus utilisées car elle est la plus éprouvée, documentée et supportée. Elle est très simple à comprendre mais sa maîtrise est difficile. SCRUM étant considéré comme un cadre ou « framework » de gestion de projet est constitué d'une définition des rôles, de réunions et d'artefacts. « Scrum » définit 3 rôles qui sont :

- Le « Product Owner » qui porte la vision du produit à réaliser, il représente généralement le client ;
- Le « Scrum Master » qui est le garant de l'application de la méthodologie Scrum ;
- L'équipe de développement qui réalise le produit.

Un ensemble de réunions clairement définies et strictement limitées dans le temps rythme la vie d'un projet Scrum ; La figure 9 présente cet ensemble de réunion.

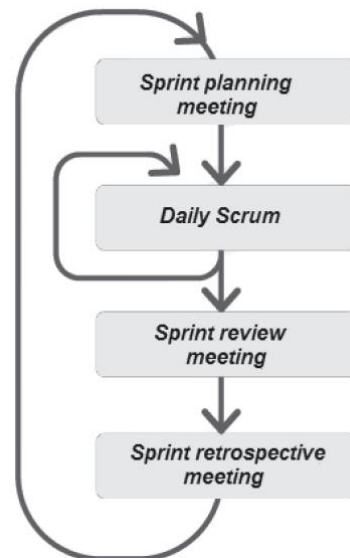


Figure 9: Structure d'un Sprint (Lonchamp, J. 2005)

En détail, on peut présenter ces réunions comme suit :

- Planification du Sprint (itération) : c'est la réunion pendant laquelle l'équipe de développement sélectionne les éléments prioritaires du « Product Backlog » qu'elle pense pouvoir réaliser au cours du sprint. Le « Product Backlog » c'est la liste ordonnancée des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles du projet. La figure 10 présente la structure d'un Sprint.

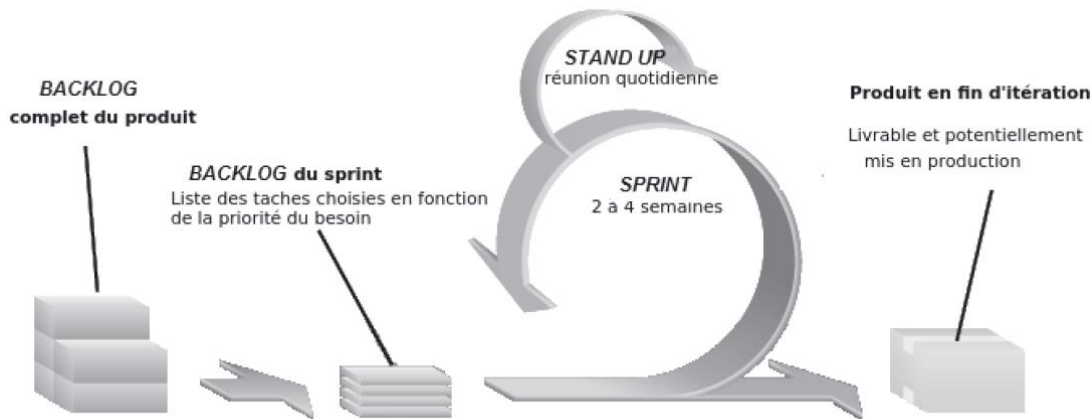


Figure 10: Structure d'un Sprint (Lonchamp, J. 2005)

- Revue de Sprint : Pendant cette réunion à la fin du Sprint, l'équipe de développement présente les fonctionnalités terminées au cours du sprint et recueille les feedbacks du Product Owner et des utilisateurs finaux. C'est dans cette réunion qu'on anticipe les limites du sprint suivant et les réajustements éventuels de la planification.
- Rétrospective de Sprint : Elle a lieu après la revue de sprint et permet de l'améliorer le « sprint » à partir de l'expérience accumulé sur celui écoulé (principe d'amélioration continue).

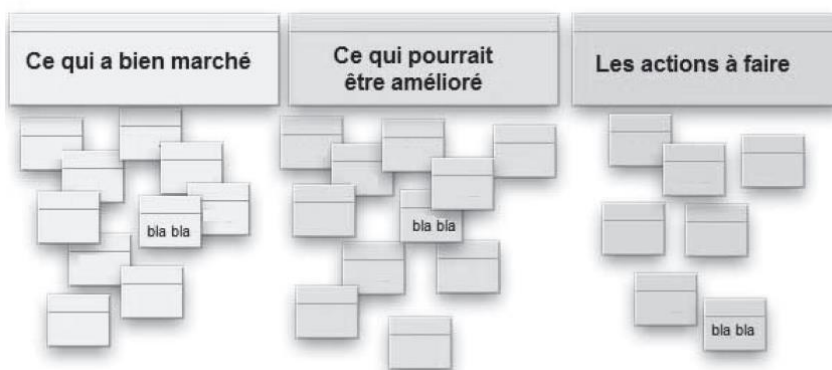


Figure 11: La rétrospective de Sprint (Lonchamp, J. 2005)

- Mêlée quotidienne (stand up meeting) : C'est une réunion de synchronisation de

l'équipe de développement qui se fait debout en 15 minutes maximum pendant laquelle on répond principalement à trois questions qui sont : qu'est ce qui a été terminé depuis la dernière mêlée ? Qu'est ce qui doit être terminée à la prochaine mêlée ? Quels ont les obstacles qui retardent ?

Tableau 2: Tableau synthèse de comparaison des méthodes de développement logiciel

MODELES	AVANTAGES	INCONVENIENTS
MODELES TRADITIONNELS		
Modèle en cascade	+ Simple d'utilisation et étapes séquentielles ; + Utiliser pour la réalisation de très gros projet ; + Chaque étape est sanctionnée par la production d'un livrable ;	+ Une erreur à une étape engendre des erreurs dans les étapes suivantes ; + Impossibilité que les besoins du client augmentent ; + détection tardive des erreurs.
Modèle en V	+ Chaque phase est testée avant la phase suivante ; + Adapté pour les productions industrielles classiques ;	+ Non adapté lorsque les besoins du client sont changeants. + Très couteux ;
Modèle en Y	+ Adapté aux projets technologiques innovants car tout au début les branches fonctionnelles et technologiques sont prises en compte ;	+ Une erreur détecter tardivement est très couteuse pour le projet ; + Non adapté lorsque les besoins du client sont changeants.
MODELES AGILES		
Méthode (R)UP	+ Utiliser pour des projets complexe où l'exigence du client est forte ; + Les livrables sont bien gérés et contrôlés ainsi que les risques + S'adapte aux besoins réels grâce au feedback	+ Longue durée de développement ; + Grande équipe et activités séparées ; + Pas adapté pour les petits projets à cause de sa rigueur dans la documentation ;
Méthode XP	+ méthode légère qui s'adapte aux changements avec des tests réguliers + Cycle de développement court ; + Feedback rapide et concret ; + Taille d'équipe réductible.	+ N'est adapté qu'aux projets de petites et moyennes tailles ; + Impose la présence du client ; + Requier une bonne collaboration
Méthode SCRUM	+ Entraide et feedback facile grâce aux réunions journalière et celle de fin de sprint ; + Durée de réalisation raisonnable ;	+ Difficile à maîtriser ; + Tâches centralisées sur les individus donc difficile de continuer les tâches d'autrui.

2.4.3. Ingénierie ergonomique

L'ergonomie est l'étude scientifique de la relation entre l'homme et ses moyens, méthodes et milieux de travail. Son objectif est d'élaborer, avec le concours des diverses disciplines scientifiques qui la composent, un corps de connaissances qui dans une perspective d'application, doit aboutir à une meilleure adaptation à l'homme des moyens technologiques de production, et des milieux de travail et de vie.

On distingue plusieurs types d'ergonomie parmi lesquels : l'ergonomie de conception, l'ergonomie de correction ou d'adaptation, l'ergonomie physique/physiologique, l'ergonomie cognitive, l'ergonomie organisationnelle, ergonomie et utilisabilité et l'ergonomie des sites web. L'ergonomie peut s'appliquer à de nombreux domaines à l'instar d'Ergonomie du travail, Ergonomie physique, Ergonomie organisationnelle, Ergonomie cognitive, Ergonomie de produit, Ergonomie du jeu vidéo, etc.

Dans tous ces domaines et pour toutes ces méthodes d'ergonomie, le but est de familiariser l'homme à son outil de travail ; il s'agit de créer une certaine convivialité et une aisance dans le travail. « Les critères ergonomiques contribuent à éviter les pièges de la subjectivité en offrant un cadre de travail neutre et efficace ». (Bernasconi, P. B., 2007)

« L'ergonomie web est un travail de création ou d'adaptation des contenus et des fonctionnalités d'un site web en vue d'en optimiser l'usage par ses visiteurs. Elle est un élément essentiel de la qualité d'un site, mais ne saurait y suffire. Sans contenus de qualité, le plus ergonomique des sites ne présente en effet que peu d'intérêt ». (Bernasconi, P. B., 2007)

a) Critères ergonomiques

Le travail de Christian Bastien et Dominique Scapin en 1997 qui consistait à la synthèse d'environ 900 recommandations dans le domaine de l'ergonomie informatique a abouti à une liste de 18 critères répartis en 8 dimensions. Nous détaillerons dans ce paragraphe les 8 dimensions.

Guidage

Il s'agit d'évaluer la façon dont le système prend en charge l'utilisateur car celui-ci doit comprendre clairement ce qu'il peut faire et comment il peut le faire. Le système doit donc le prendre en main pour le conduire efficacement.

- **Incitation** : Critère qui permet de juger des moyens mis en œuvre pour faire connaître à l'utilisateur le contexte dans lequel il se trouve et les actions qu'il peut effectuer.
- **Groupement / Distinction entre Items** : Il est fondamental de regrouper les éléments qui vont ensemble et de séparer ceux qui ne vont pas ensemble. Ce critère fait apparaître deux sous critères qui sont Groupement / Distinction par localisation et Groupement / Distinction par format.
- **Feedback Immédiat** : ce critère qui est inclus dans le guidage matérialise la réaction du système à chaque intervention de l'utilisateur pour juger de la pertinence de ses actions.
- **Lisibilité** : les informations présentées à l'utilisateur doivent être compréhensibles, adaptées à l'utilisateur et aux medias.

Charge de Travail

L'intervention d'un ergonome dans un projet informatique doit faciliter l'activité de l'utilisateur et lui fournir des moyens d'atteindre ses objectifs, de les atteindre rapidement et le plus facilement possible.

- **Brièveté** : La notion de brièveté réfère aux faits que le système et son interface doivent être conçus pour limiter le travail de l'utilisateur en termes de perception, mémorisation comme en action. Deux critères participent à la brièveté : la concision et Actions Minimales
- **Densité Informationnelle** : ce critère permet de limiter le nombre d'informations présentées en même temps. Si certaines sont inutiles, il est nécessaire de les supprimer ou de les transférer à un autre endroit.

Contrôle Explicite

Cette dimension concerne la prise en compte des actions explicites et le contrôle d'utilisateur par le système

- **Actions Explicites** : c'est le critère qui indique que l'utilisateur doit avoir le dessus sur le système pour que toute action du système corresponde à une demande explicite de l'utilisateur.
- **Contrôle Utilisateur** : l'utilisateur doit être persuadé qu'il a le contrôle sur le système et détenir le contrôle du fonctionnement du système.

Adaptabilité

Le critère d'adaptabilité concerne la capacité à réagir en fonction du contexte, des besoins et des préférences des utilisateurs ; il comprend deux sous-critères : flexibilité et prise en compte de l'expérience utilisateur.

- **Flexibilité** : c'est la capacité d'un système à être adapté en fonction des besoins de l'utilisateur.
- **Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur** : ce sont les moyens mis en œuvre pour prendre en compte le niveau d'expérience de l'utilisateur.

Gestion des Erreurs

Ce critère regroupe l'ensemble des éléments qui permettront de protéger l'utilisateur contre d'éventuelles erreurs, de l'avertir lorsqu'il a commis une erreur que l'on peut détecter et de corriger ou l'aider à corriger ses erreurs.

- **Protection contre les Erreurs** : La protection contre les erreurs passe par une détection de la part du système pour prévenir des erreurs.
- **Qualité des Messages d'Erreurs** : il s'agit ici de produire des messages d'erreurs qui puissent être compréhensible par tous les utilisateurs et pas seulement par les spécialistes.
- **Correction des Erreurs** : Un système optimisé en termes de correction des erreurs est capable de fournir à l'utilisateur des moyens de faciliter la tâche de correction. Il doit donc guider l'utilisateur concernant les étapes à suivre afin de rectifier l'erreur

Homogénéité / Cohérence

Juger de l'homogénéité d'une interface signifie s'intéresser à tous les aspects de cette interface, du global au particulier. Il faut veiller à ce que les choix que l'on fera pour les éléments de l'interface soient respectés dans la totalité de l'application

Signifiante des Codes et Dénominations

Les codes et dénominations devront prendre en compte les standards existants dans des interfaces comparables, afin de capitaliser sur les connaissances préalables des utilisateurs ; en d'autres termes les codes et dénominations doivent être adaptés à ce que l'utilisateur connaît.

Compatibilité

Le critère de compatibilité comprend toutes les interactions « utilisateur / système ». Ces interactions doivent être conçues pour que le système s'adapte au mieux aux caractéristiques de l'utilisateur.

Evaluation des didacticiels multimédias

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation des logiciels multimédias parmi lesquelles : la méthode EMPI, la méthode MEDA, etc.

b) Evaluation des logiciels Multimédia Pédagogiques Interactifs (EMPI)

La méthode EMPI (Evaluation des logiciels Multimédia Pédagogiques Interactifs) est une méthode permettant de réaliser une évaluation d'un didacticiel ou d'un logiciel multimédia interactif. Cette méthode propose des critères permettant l'évaluation et la validation d'une application (didacticiel) multimédia interactive. La méthode EMPI permet d'aider les utilisateurs à appréhender les points forts et les points faibles des logiciels à vocation éducative. Cette évaluation trouve tout son sens face au foisonnement des applications multimédia interactives. Crozat, S., Trigano, P. & Hû, O. (1999) proposent une méthode d'aide à l'évaluation des didacticiels multimédia, dont la vocation est d'assister les utilisateurs (principalement des apprenants et des tuteurs) à choisir entre la large palette de logiciels disponibles. Cette approche consiste à diviser l'analyse du logiciel en six thèmes principaux (eux-mêmes divisés en méta-critères) qui sont :

- **Les impressions générales** : Qui rendent compte de l'image que le didacticiel offre à l'utilisateur.
- **La qualité technique** : Ce thème permet d'évaluer la mise au point technique du logiciel.
- **L'ergonomie de l'IHM** : Ce thème correspond à l'évaluation ergonomique de l'interface.
- **Les documents multimédias** : Qui envisagent la présentation et la forme des contenus.
- **La scénarisation** : Ce thème s'intéresse à l'ensemble des techniques d'écriture utilisées pour agencer les informations.
- **La didactique** : Ce thème s'intéresse enfin aux ressources pédagogiques mobilisées en fonction du contexte d'apprentissage.

La figure **12** ci-dessous présente la hiérarchie des thèmes et méta-critères.

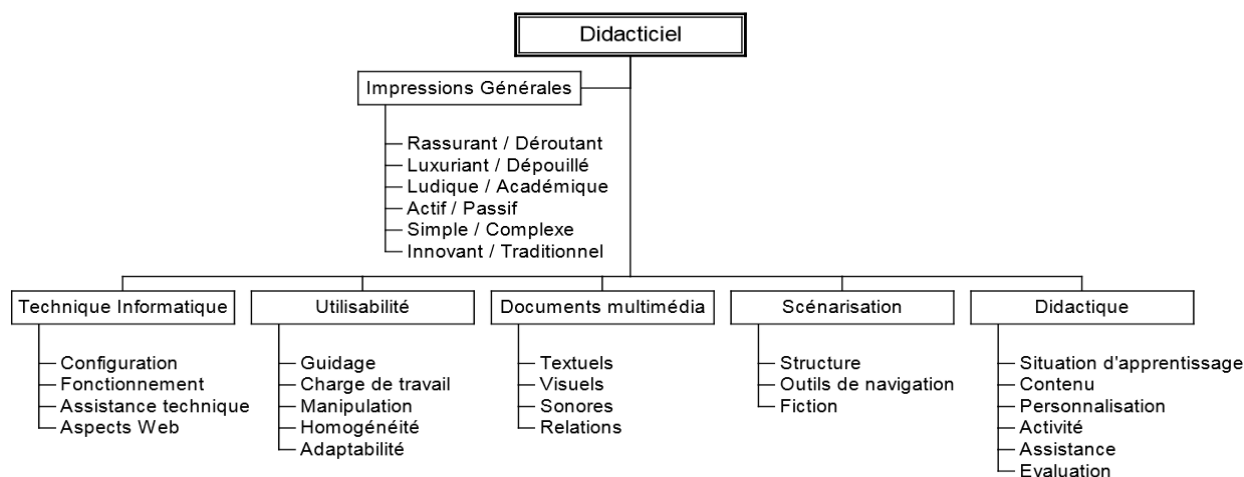


Figure 12: Hiérarchie des thèmes et méta-critères

c) Méthode MEDA

MEDA est une méthode proposée en 1990, elle permet d'évaluer des logiciels de formation en entreprise, à partir d'un questionnaire basé sur des critères pédagogiques, ergonomiques, commerciaux, techniques, etc. MEDA propose comme méthode de réponse aux questions une notation en amplitude en qualifiant directement le critère par une appréciation « mauvais », « bon », « très bon ».

2.5.Choix des méthodes

2.5.1. Méthode d'ingénierie pédagogique

Nous avons utilisé pour notre travail, la méthode d'ingénierie de base ADDIE qui est la méthode d'ingénierie pédagogique sur laquelle presque toutes les autres prennent leur origine. Nous utilisons plus précisément la méthode ADDIE proposée par Ghirardini, B. (2012) qui s'applique à la mise sur pied d'une plateforme de e-learning étant donné que notre travail doit aboutir à la mise sur pied d'un outil logiciel d'apprentissages.

2.5.2. Méthode de développement logiciel

La méthode de développement que nous avons choisie est la méthode XP. Le choix de cette méthode est justifié par les bonnes pratiques suivantes :

- **XP est itératif et incrémental** : Dans l'approche XP, lorsque la date de livraison des différents « releases » est définie lors du planning, chaque release étant le résultat de la réalisation d'une fonctionnalité ou d'une partie d'une fonctionnalité ; chaque release intégrer à l'application à la date prévu après des tests, augmente progressivement les fonctionnalités de l'application et éventuellement permet de résoudre les problèmes qui pourraient être causés par l'ajout de nouveau composant. A chaque ajout d'une nouvelle

release, le client a la possibilité de valider ou invalider le travail et permettre la correction. On dit que le client suit ou participe au processus de développement par les feedbacks.

- **Client sur site** : Le client est intégré physiquement à l'équipe de développement pour répondre aux questions des développeurs à chaque étape et définir les tests des fonctionnalités de l'application à chaque nouvelle intégration de « release ». La communication est dite directe et frontale puisque le client ou son représentant dans l'équipe peut discuter directement avec les développeurs.
- **XP** utilise les « users stories » qui sont en plus d'être aussi bien détaillé et intelligible que les diagrammes UML, permettent de faciliter la communication entre toutes les parties y compris avec le client qui pourrait ne pas être un spécialiste ce qui résouds le problème travaille en équipe.
- **XP offre** la possibilité de réduire la taille de l'équipe de développement ;
- **XP** est une méthode légère s'adaptant facilement au changement et à un cycle de développement court.

2.5.3. Méthode d'évaluation ergonomique

La méthode d'évaluation ergonomique que nous avons utilisée c'est la méthode de Bastien et Scapin avec les critères et sous critères parce qu'elle prend en compte l'utilité, l'utilisabilité et de faire un audit complet de l'application. Cette approche permet de diviser l'analyse du logiciel selon les thèmes qui sont le guidage, la charge de travail, le contrôle explicite, l'adaptabilité, la gestion des erreurs, l'homogénéité, la signifiante des codes et couleurs des codes et dénominations et la compatibilité ; ces thèmes sont divisés en sous critères pour optimiser l'évaluation. Cette division permet de prendre en compte et d'évaluer la quasi-totalité des éléments tant techniques qu'esthétiques qu'un logiciel ou didacticiel devrait rassembler pour être à la fois utile et utilisable.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté quelques notions clés liées à notre travail, ensuite une revue de la littérature a été faite en ce qui concerne l'utilisation des TIC dans l'enseignement de la Science ; nous avons également tour à tour présenté quelques exemples de méthodes d'ingénierie pédagogique, d'ingénierie de développement de logiciel et quelques méthodes d'évaluation ergonomique. La dernière partie a consisté à choisir les différentes méthodes que nous utiliserons pour définir notre méthodologie qui fera l'objet du prochain chapitre.

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

Introduction

Ce chapitre comportera la présentation des démarches pédagogiques et logicielles à utiliser pour réaliser le didacticiel, nous présenterons également les outils matériels et logiciel ainsi que les ressources que nous allons utiliser pour la suite du travail.

3.1.Méthodes d'analyse de données

3.1.1. Méthode de recherche

Il existe deux principales méthodes de recherche, la méthode de recherche quantitative et la méthode de recherche qualitative.

La recherche qualitative c'est la recherche qui produit et analyse les données descriptives telles que les paroles écrites ou dites et le comportement observatoire des personnes. (Taylor, S. & Bodgan, R. 1984). Elle permet de traiter les données difficilement quantifiables ; la recherche qualitative est utilisée pour :

- Détecter des besoins ;
- Poser un choix ou prendre une décision ;
- Améliorer un fonctionnement, des performances ;
- Cerner un phénomène ;
- Tester aussi des hypothèses scientifiques

Les méthodes de recherche qualitatives les plus utilisées sont : l'interview, l'observation et l'histoire de vie.

La recherche quantitative quant à elle est appliquée lorsque la population d'étude est considérable. Elle permet de gérer une grande population cible ; généralement les interrogations proposent un ensemble de réponse. La recherche quantitative regroupe le recueil de données, l'inférence statistique, les principales méthodes descriptives et les principales méthodes explicatives.

Pour notre étude nous avons opté pour les méthodes quantitatives et qualitatives, la méthode qualitative a été utilisé pour recueillir les informations au niveau des enseignants qui étaient environ une dizaine ; en ce qui concerne les apprenants, nous avons utilisé une méthode de recherche quantitative vu que ceux-ci étaient plus d'une centaine.

3.1.2. Technique de collecte de données

Nous avons utilisé pour ce travail, plusieurs techniques de collecte de données ; nous avons utilisé l'enquête par questionnaire chez les élèves. Pour les enseignants, en plus de l'enquête par questionnaire, nous avons eu des entretiens avec ceux-ci.

3.1.3. Population cible et population d'enquête

La population cible de cette étude est constituée des élèves de la classe de sixième de l'enseignement secondaire francophone est des enseignants de SVTEEHB.

Les études sont menées sur les élèves et enseignants du collège ROSA PARK et des lycées bilingues de Nkol-Eton et d'Emana. Ces établissements ont été choisis car pour la conception d'un outil il est nécessaire de prendre les réalités dans plusieurs contextes et condition de fonctionnement. C'est ce qui justifie le choix du lycée bilingue de NKOL-ETON qui semble plus moderne à côté du lycée bilingue d'Emana qui lui semble moins équipé. Ainsi les élèves de ces dits établissements ont été soumis à un questionnaire pour explorer les conditions d'apprentissage et leur adhésion pour la mise en place d'un outil d'aide numérique.

Les enseignants de la discipline SVTEEHB en tant qu'acteurs du système éducatif et du processus enseignement apprentissage constituent eux aussi une cible sur laquelle nous devons poser notre attention car ils vivent au quotidien les problèmes et difficultés rencontrées par les apprenants. Quelques enseignants avec qui nous nous sommes entretenus ont répondu à notre questionnaire. Grâce à toutes les informations collectées, Nous avons identifié les différentes fonctionnalités de notre didacticiel sur la santé de la reproduction en classe de sixième.

3.1.4. Taille de l'échantillon

Notre population d'enquête est constituée de 136 élèves répartis comme suit :

- 37 Au collège ROSA PARK
- 59 Au lycée bilingue de NKOL-ETON
- 40 Au lycée bilingue d'EMANA

En ce qui concerne les enseignants nous avons eu au total des entretiens avec 07 enseignants ; 03 enseignants au lycée bilingue de Nkol-Eton, 02 au collège ROSA PARK et 02 Au lycée bilingue d'Emana

3.1.5. Description des outils

Nous avons collecté les données auprès des enseignants et auprès des élèves. Chez les élèves nous avons utilisé la méthode par questionnaire ; nous avons élaboré un questionnaire en tenant

en compte les prérequis nécessaires aux élèves pour suivre un cours en ligne ; ce questionnaire comporte plusieurs parties :

- La première partie intitulée identité permet d'identifier l'apprenant en prenant les informations comme son sexe, son âge et son établissement
- La deuxième partie concerne l'utilisation des technologies de l'information et de la communication qui permet de vérifier l'aptitude des élèves à l'utilisation des outils TIC, des utilisations qu'ils en font ainsi que leur cadre de prise en main de ces outils ;
- La troisième partie de ce questionnaire prend en compte le ressenti des élèves concernant le cours sur la santé de la reproduction, elle permet aussi d'entrer en connaissance des préférences des élèves en termes de contenu numérique à intégrer dans l'application ainsi que du type d'exercice ;

Chez les enseignants, nous avons procédé de deux façons, par le questionnaire et par l'entretien ; 07 enseignants ont rempli un questionnaire que nous avons exploité et certains d'entre eux nous ont accordé des interviews qui avaient pour but d'avoir l'avis des enseignants sur le déroulement de la leçon ainsi que les besoins en cas d'utilisation des outils TIC. Le questionnaire des enseignants (voir annexe 1) est structuré en trois parties :

- La première partie qui établit l'identité de l'enseignant en prenant certaines informations sur celui-ci comme son grade, son ancienneté, le nombre d'établissement où l'enseignant a exercé ;
- La deuxième partie permet d'avoir leurs points de vue sur le chapitre sur la santé de la reproduction et les difficultés rencontrées ;
- La dernière partie permet de prendre l'avis des enseignants sur l'utilisation des outils TIC.

3.2. Ingénierie pédagogique

Cette partie comportera la présentation des différentes phases de l'analyse pédagogique en décrivant la démarche pédagogique à utiliser pour concevoir le contenu de notre leçon. Nous présenterons également les besoins fonctionnels de notre future application. La procédure que nous utilisons repose sur une application de la méthode d'ingénierie pédagogique ADDIE de Ghirardini, B. (2012).

3.2.1. Phase d'analyse

L'analyse comprend l'analyse des besoins, l'analyse du public cible, l'analyse des tâches à réaliser et l'analyse des thèmes à aborder. L'entretien libre et les questionnaires ont été utilisés

pour réaliser les analyses des besoins et du public cible ; les entretiens avec les enseignants et les questionnaires avec les enseignants et les élèves. Il était question de déterminer l'existant en matière de méthode d'enseignement et d'apprentissage, de prendre connaissance des besoins. Vérifier les capacités des apprenants à l'utilisation de l'outil informatique (ordinateur, smartphone, etc.).

a. Analyse du public cible

L'analyse du public cible permet d'identifier des facteurs qui auront une incidence sur la conception du cours. Parmi ces facteurs, on peut citer : la région ou la zone géographique où réside les apprenants, Le type d'établissement que fréquente les apprenants ou le lieu où ils travaillent, la capacité et les compétences techniques des apprenants en matière d'informatique, le temps disponible pour l'apprentissage et le contexte d'apprentissage, le lieu où les apprenants vont suivre le cours. L'analyse du public cible permet d'identifier les difficultés des enseignants et des élèves de la classe de sixième ainsi que leurs points de vue concernant la réalisation d'un outil numérique et précisément un didacticiel sur la santé de la reproduction. Nous nous sommes également intéressés à l'accès à Internet et les lieux d'accès pour les enseignants et les élèves ainsi qu'aux durées hebdomadaires allouées à l'apprentissage de la science.

b. Identification du contenu du cours

L'analyse du contenu est une condition préalable pour développer des objectifs d'apprentissage spécifiques et la structure du curriculum ; elle doit examiner les facteurs en relation avec les apprenants (comme les connaissances et les compétences préalables) qui se dégagent de l'analyse du public cible. L'analyse du contenu est l'une des phases les plus sensibles du processus de conception pédagogique car le contenu défini par le concepteur doit être pertinent et précis. Pour réaliser cette phase, nous avons collaboré avec les enseignants de science en respectant le programme officiel de science pour la classe de sixième.

Selon Ghirardini, B. (2012), l'analyse des tâches de l'apprenant et du formateur aide au moment de déterminer les contenus d'apprentissage des cours sur le thème abordé pour faire augmenter les compétences professionnelles.

L'analyse et l'identification du contenu peut être réalisées en appliquant une des méthodes suivantes :

- L'analyse des tâches : elle permet d'identifier les tâches professionnelles que les apprenants doivent apprendre ou améliorer ainsi que les connaissances et compétences qui doivent être développées ou renforcées.

- L'analyse des thèmes qui permet d'identifier et de classer le contenu du cours.

Puisqu'ici nous voulons structurer le contenu du cours sur la santé de la reproduction pour transmettre les connaissances aux apprenants et atteindre des objectifs pédagogiques plus larges, nous allons utiliser l'analyse des thèmes pour structurer les contenus de cours en déterminant les sous thèmes à aborder pendant le cours. Les notions enseignées étant relativement nouvelles pour les élèves de sixième, nous allons dans notre travail faire :

- L'identification des contenus du cours : pour choisir les éléments à inclure dans le cours ;
- La classification des éléments constitutifs du cours : pour renforcer l'identification des liens qui existent entre les éléments du cours afin de contribuer à améliorer l'ébauche du plan de cours ; ces contenus peuvent être classés en six principaux types : les faits, les procédures, les concepts, les principes, les compétences interpersonnelles et les comportements.

3.2.2. Conception (Design)

La phase de conception comprend plusieurs étapes parmi lesquelles : les objectifs d'apprentissage, le séquençage, la stratégie pédagogique, les modalités de formation et la stratégie d'évaluation.

a. Définition des objectifs d'apprentissage

A partir des thèmes identifiés, on peut traduire les objectifs généraux du cours en objectifs d'apprentissage plus spécifiques qui définissent les résultats obtenus par unité d'apprentissage. Un objectif est une déclaration décrivant une compétence ou une aptitude que l'apprenant doit acquérir. Les objectifs doivent être spécifiés pour le cours ainsi que pour chacune des activités du cours. Les objectifs d'apprentissage combinent deux éléments principaux qui sont le niveau de performance attendu indiqué par un verbe d'action et le contenu d'apprentissage qui représente le type de connaissances ou de compétences qui doivent être acquises. Les six différents types d'habiletés cognitives résultant de la taxonomie révisée de Bloom du plus bas niveau au plus haut sont : Mémoriser, comprendre, appliquer, analyser, évaluer, créer. Dans le cadre de ce travail, nous avons utilisé les objectifs d'apprentissage proposés par le programme officiel de science et détaillés par des enseignants de science à travers les projets pédagogiques et les cours.

b. Identification des séquences du cours

Le séquençage du cours est un processus permettant de définir dans quel ordre les objectifs d'apprentissage doivent être présentés ; il existe plusieurs méthodes de séquençage parmi lesquelles la méthode des prérequis basée sur la hiérarchie entre les objectifs d'apprentissage, le principe du contexte de travail, le principe du zoom, le principe du curriculum en spirale, etc. Dans le cadre de ce travail, nous avons utilisé la méthode de hiérarchisation des objectifs d'apprentissage du cours en utilisant la méthode des prérequis qui permet de classer les objectifs de façon que l'atteinte du précédent soit nécessaire à l'atteinte du suivant. (Ghirardini, B. 2012). Tout ceci est fait en se référant au projet pédagogique de science en classe de sixième et des résultats des enquêtes et entretiens faits avec les enseignants.

c. Définition des stratégies pédagogiques

Les méthodes et techniques adaptées pour le cours sont identifiées après que la structure du cours ait été définis. La conception d'un cours en ligne utilise une combinaison des méthodes pédagogiques expositives, applicatives et collaboratives ; la méthode expositive met l'accent sur l'acquisition de nouvelles informations par l'étude de cas, les exemples détaillés, des démonstrations, etc. ; la méthode applicative met l'accent sur les processus utilisés par les apprenants pour acquérir de nouvelles connaissances par les jeux de rôle, les recherches guidées, les projets, les simulations, etc. ; la méthode collaborative s'active plus sur l'aspect social de l'apprentissage en impliquant le partage de connaissances et la réalisation des tâches grâce aux discussions en ligne, le travail collaboratif, le tutorat, etc. Nous utiliserons une combinaison des méthodes expositives où l'apprenant lit, écoute ou observe, applicatives où l'apprenant pratique via des exercices ou jeu et collaboratives où l'apprenant échange et partage avec ses pairs.

d. Définition des modalités de formation

Ghirardini, B. (2012) suggère de tenir compte des facteurs liés à l'apprenant, des aspects technologiques et des exigences organisationnelles. Les facteurs liés à l'apprenant sont importants et à prendre en compte, ils regroupent l'aisance des apprenants face aux canaux de diffusion, leur niveau d'expertise technique et le temps qu'ils ont à leur disposition. Les aspects technologiques indiquent qu'il est nécessaire de prendre en compte la configuration des ordinateurs, les capacités des infrastructures et la qualité de la connexion Internet utilisée par les apprenants avant de prendre des décisions concernant les outils technologiques à utiliser. On pourrait donc par exemple en cas de mauvaise connexion internet des apprenants, utilisé des CD ROM pour leur transmettre les contenus de cours ou alors remplacer les animations par des

suites de photos. Les exigences et contraintes organisationnelles quant à elle, indiquent que le choix des supports de réalisation est influencé par des contraintes et exigences organisationnelles telles que le temps disponible et le budget.

e. Définition de la stratégie d'évaluation

Il est important de faire le choix de la stratégie d'évaluation, on doit y penser dès la conception du cours ; on commence par vérifier le but de la formation qui peut être de vérifier la qualité de la formation avant de la mettre en œuvre (évaluation formative), d'évaluer l'efficacité de la formation et des acquis immédiatement après la mise en œuvre du cours (évaluation confirmative) ou d'évaluer un ancien cours pour savoir s'il est toujours valide ou s'il doit être modifié (évaluation sommative). En d'autres termes, les connaissances et compétences des apprenants peuvent être fait au début, pendant ou à la fin du cours. Comme chaque programme de formation, celui sur le cours de la santé de la reproduction en sixième dispose des objectifs tels que présentés plus haut, l'évaluation doit être aligné aux objectifs d'apprentissages présenté dans le programme officiels des sciences ; il serait idéal de réaliser les évaluations après la phase de définition des objectifs en prenant en compte les différents niveaux de la taxonomie des objectifs cognitifs de Bloom.

3.2.3. Développement

Cette phase contient les activités d'élaboration du contenu, le développement du storyboard et le développement du didacticiel.

a. Elaborer le contenu

Le contenu a été réalisé par des enseignants de sciences, généralement sous la supervision d'un responsable de l'établissement et parfois d'un inspecteur national de pédagogie. A notre niveau, la tâche a consisté à vérifier que le contenu ainsi que les tests d'évaluation des connaissances et les exercices correspondent aux objectifs de la leçon à chaque étape du processus d'élaboration. Il est également important de prendre les exemples et les éléments que tous les apprenants puissent comprendre malgré les contextes différents. Il est aussi recommandé d'utiliser des expressions directes, claires et simples en évitant le jargon populaire ou l'argot et de séparer dans les leçons les notions essentiels à apprendre et les suppléments en termes de bon à savoir. Chaque leçon du cours sur la santé de la reproduction doit contenir le contenu du cours, des exercices et un glossaire.

b. Développer le storyboard

« Le storyboard décrit écran par écran ce qui se passera dans la e-leçon final » (Ghirardini, B. 2012), il est utilisé pour la réalisation ou structuration de l’outil d’apprentissage. Pour chaque leçon, on passe en revue le cours, on détermine l’ordre de présentation des contenus et on crée le storyboard. Chaque leçon comportera les éléments suivants : les objectifs d’apprentissage sur un écran, l’introduction sur 1 à 3 écrans, le contenu qui pourra aller de 4 à 25 écrans et le résumé sur un écran. Les différentes techniques de présentation du contenu avec les storyboards sont : la narration, l’approche basée sur un scénario, l’approche boîte à outils et la méthode démonstration-pratique. Pour plus d’illustration, il est important d’utiliser les exemples pour illustrer les concepts ainsi que les éléments multimédias comme le texte, les images, les audios et les vidéos pour agrémenter le contenu afin de le rendre plus attrayant et plus facile à comprendre. Les exercices dans la partie du contenu de cours permettent de vérifier que les notions à transmettre ont été acquises, on peut utiliser le Vrai ou faux, les questions à Choix multiples, les questions à réponses ouvertes, les questions de type mettre en ordre, les exercices à trou, etc.

c. Développement du didacticiel

C’est une étape de la phase de développement de la méthode ADDIE de Ghirardini, B. (2012) et correspond au développement du didacticiel. Il existe plusieurs méthodes et outils de création pour la réalisation de didacticiels. Les principaux types d’outils de création peuvent être basés sur un modèle, sur une chronologie ou sur les objets ; pour le choix d’un de ces outils on doit prendre en considération les compétences de l’équipe, les coûts de développement, les formats de réalisation souhaités, la liberté de création et le support technique. Nous présenterons donc dans le paragraphe suivant la méthode de développement XP que nous avons choisi pour le développement de notre didacticiel.

La méthode XP (eXtrem Programming) est basée sur les cycles rapides de développement ; elle est classée parmi les méthodes de développement dites agiles ; les étapes de ces cycles sont les suivantes : l’Exploration, le Planning ou planification, l’Itération jusqu’à la première release (livraison), la mise en production, la Maintenance et la Mort. La figure 13 présente les différentes phases de la méthode XP selon Rota, V. M., (2008).

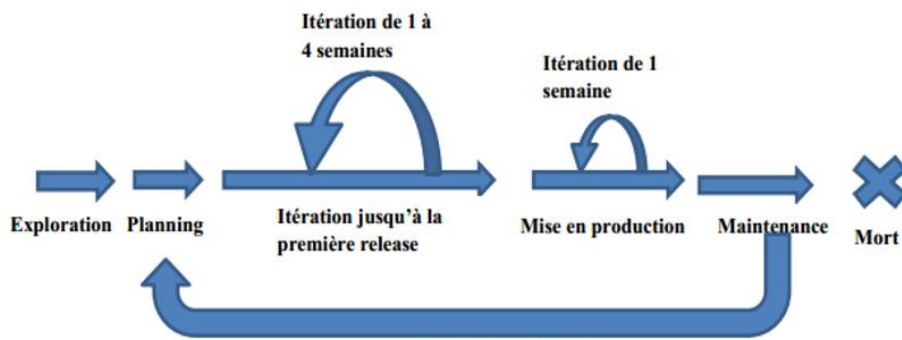


Figure 13: le cycle de vie du modèle agile XP. (Rota, V. M., 2008)

- ❖ **Exploration** : pendant l'exploration, il a été question de recueillir les points de vue des apprenants sur les fonctionnalités que devront avoir l'application. Chaque cas d'utilisation s'est vu attribué une priorité en fonction que le besoin soit principal ou complémentaire. Ensuite le cap est mis sur le côté technique et particulièrement sur l'exploration des architectures possible en soulevant à chaque fois les avantages et les limites de chacune ;
- ❖ **Planning ou planification** : Cette phase est dédiée à la planification des versions intermédiaires ; les volumes de cas d'utilisation traités et les dates de livraison. A chaque release, les tâches à réaliser avant le suivant ainsi que la date de celui-ci sont définies.
- ❖ **Itération jusqu'à la première release** : Il s'agit de développer la première version du didacticiel qui prend en compte certaines fonctionnalités de base. La validation de ces fonctionnalités passe par un test fonctionnel à l'issue duquel on peut aboutir au recadrage des spécifications ou de la méthode de travail.
- ❖ **Mise en production** : Ici, le produit (didacticiel) est mis en service et permet grâce au feedback d'améliorer les performances pour offrir aux futurs utilisateurs un système parfaitement fonctionnel.
- ❖ **Maintenance** : Cette phase permet d'ajouter de nouvelles fonctionnalités au système déjà fonctionnel en fonction des aspirations des utilisateurs.
- ❖ **Mort** : C'est l'étape qui met fin au projet. Elle arrive lorsque tous les besoins du client sont satisfait ou que de nouveaux besoins ne peuvent être intégrés au système.

Le modèle de développement XP emprunte aux méthodes itératives (spiral et incrémental) les livraisons fréquentes et met aussi un très grand accent sur la rapidité et la sécurité au cours du développement sans pour autant négliger les tests qui se font à chaque livraison. Le déroulement de cette méthode ne nécessite pas l'élaboration de diagramme ; les « users stories »

utilisées à la place de ceux-ci permettent de faire des descriptions textuelles compréhensibles par les enseignants.

3.2.4. Mise en œuvre

La mise en œuvre de l'application est l'étape qui consiste à placer le didacticiel réalisé en situation réelle de fonctionnement et d'utilisation en l'installant et en le mettant à la disposition des apprenants et des enseignants. Dans cette phase, on effectue l'installation et la diffusion de l'outil développé.

3.2.5. Évaluation

C'est cette phase qui permet de valider le cahier de charge pédagogique ainsi que le cahier de charge logiciel de l'outil d'apprentissage sur la santé de la reproduction par les enseignants et les élèves. L'évaluation permet de mesurer les progrès des apprenants, la qualité et l'efficacité du cours et d'améliorer le contenu et les activités d'apprentissage futures. Certains didacticiels incluent une évaluation finale des apprenants alors que d'autres proposent des évaluations régulières pendant toute la durée du cours. En somme, la phase d'évaluation permet de recueillir les réactions des enseignants et des apprenants, les comportements des apprenants et en fin d'évaluer les résultats des apprenants après l'utilisation du dispositif d'apprentissage.

La figure 14 suivante qui est une schématisation de la méthodologie mise en œuvre au cours de ce travail présente explicitement l'intégration de la méthode XP à la méthode d'ingénierie pédagogique ADDIE tel que décrit par les différentes étapes ci haut décrites.

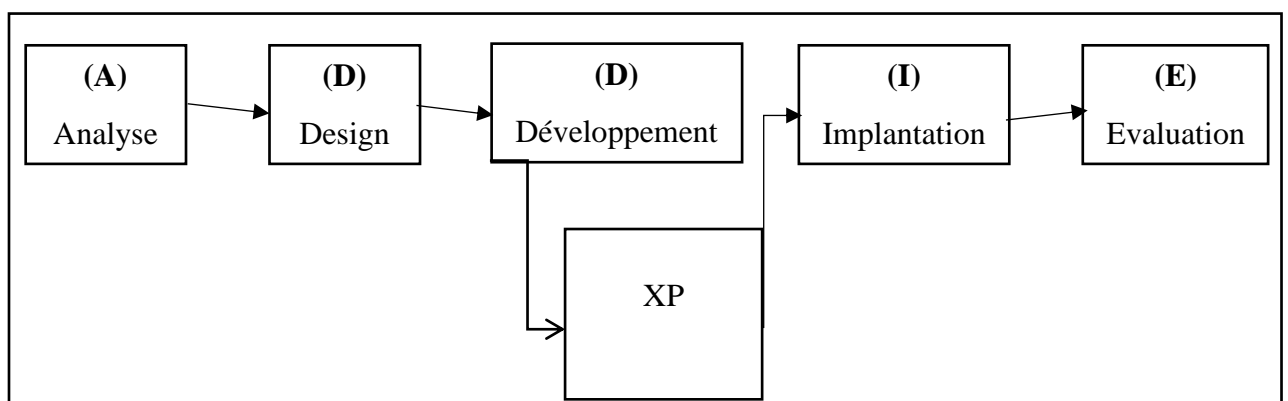


Figure 14: Méthodologie utilisé (ADD(XP)IE

3.3. Matériel

3.3.1. Choix du langage

L'application que nous allons développer est une application web. Nous allons donc utiliser des langages permettant de développer les applications web comme :

- Le langage HTML (Hyper Text Markup Language) : Pour la description et la structure des différentes pages de l'application ;
- Le langage CSS (Cascading Style sheets) : Pour la mise en forme des différentes pages, elle permet de rendre les pages web attrayantes ;
- Le langage JavaScript : Permet de gérer les évènements.

Afin de faciliter la programmation, nous allons utiliser le Framework jQuery qui est une librairie de fonction développée en JavaScript et le framework bootstrap qui fournit un ensemble de classe CSS et intègre JavaScript.

3.3.2. Outils matériels pour le développement

Nous utilisons comme ressource matérielle pour la réalisation du didacticiel sur la santé de la reproduction en classe de 6^{ème} des ordinateurs, des clés USB, un modem Internet, un espace de travail qui peut être le domicile familial, le campus de l'ENS de Yaoundé 1 ou la salle multimédia du MINRESI.

3.3.3. Outils logiciels pour le développement

Nous faisons recours à de nombreux logiciels parmi lesquels :

- Adobe Photoshop CS6 utilisé pour le traitement d'image ;
- Adobe Flash CS3 pour la réalisation de quelques animations intégrées aux didacticiels ;
- Basalmiq pour la réalisation des maquettes des pages du didacticiel ;
- R-Quiz pour la réalisation des exercices ;
- La suite office 365 avec les outils :
 - Microsoft Office Word 2010 : pour la rédaction des contenus ;
 - Microsoft Office Excel 2010 : pour le traitement et l'analyse des données ; statistiques ;
 - Microsoft Powerpoint 2010 pour monter notre présentation ;
- Outil capture d'écran de Windows pour effectuer les captures d'écran ;
- Système d'exploitation Windows 10 ;
- Sublime Text pour écrire les différents codes sources du logiciel.
- Mozilla Firefox, internet Explorer et Google chrome qui sont des navigateurs utilisés pour visualiser les résultats du code.

3.3.4. Ressources documentaires pour le développement

De nombreuses ressources documentaires ont été utilisés pour mettre en place le didacticiel sur la santé de la reproduction. Parmi ces documents, on peut citer :

- Le programme de science pour la classe de 6^{ème} au Cameroun ;
- Les livres de science de la classe de 6^{ème} ;
- Les anciens mémoires des promotions 2015, 2016 et 2017 de l'école normale supérieure de Yaoundé ;
- Les livres, articles, mémoires et rapport d'enquête pris sur internet.

Conclusion

Il a été question dans ce chapitre de présenter la méthodologie de travail basée sur la méthode ADDIE tel que présenté par Ghirardini, B. (2012) ; nous avons aussi identifiés le public cible, la méthode de collecte des données et la présentation de l'effectif de la population enquêtée. Nous avons enfin choisi la méthode de développement logiciel et les outils logiciels, matériels et documentaire devant permettre de mettre sur pied le contenu du cours et l'application d'aide à l'apprentissage DISARE.

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Introduction

Ce chapitre a pour objectif principal de présenter l'ensemble des résultats obtenus au cours de notre travail ; Nous présenterons ici les résultats d'enquête ainsi que les résultats de l'application de la méthodologie décrite. En second lieu nous discuterons ces résultats.

4.1. Présentation des résultats de l'enquête

Nous avons mené pour ce travail deux types d'enquête à savoir, l'enquête par questionnaire chez les élèves et chez les enseignants qui a consisté en deux questionnaires auxquelles répondaient respectivement les élèves et les enseignants ; nous avons également effectué une enquête par interview qui a consisté à une discussion avec quelques enseignants.

4.1.1. Résultat de l'enquête par questionnaire

a) Questionnaire des élèves

L'enquête faite par questionnaire chez les élèves a produit des résultats dont certains seront mentionnés dans ce paragraphe. Il s'agit de 136 élèves parmi lesquels 53 garçons et 80 filles (03 élèves n'ont pas renseigné leur sexe) venant de 3 établissements : les âges des élèves sont compris entre 10 ans et 14 ans pour une moyenne de 12 ans.

Pour l'utilisation des TIC nous allons recenser les résultats suivants :

- Avez-vous déjà utilisé un outil TIC (smartphone, ordinateur, tablette, etc.)

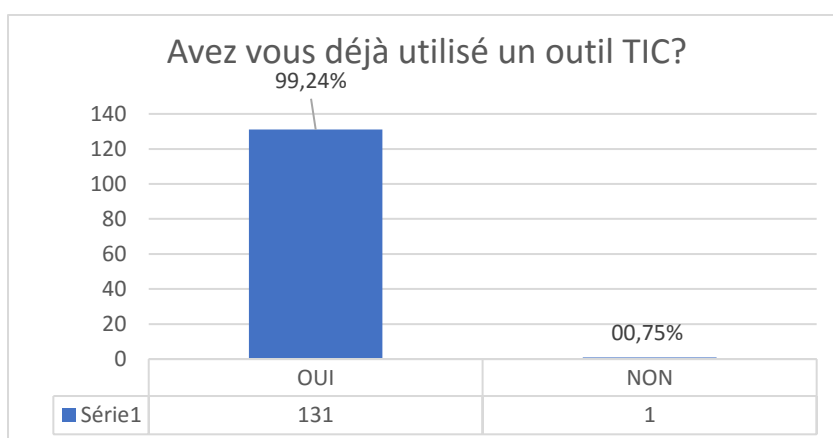


Figure 15: proportion d'élèves ayant utilisé un outil TIC

Plus de 96% des élèves admettent avoir déjà utilisé un outils TIC.

- Les outils TIC utilisé par les élèves

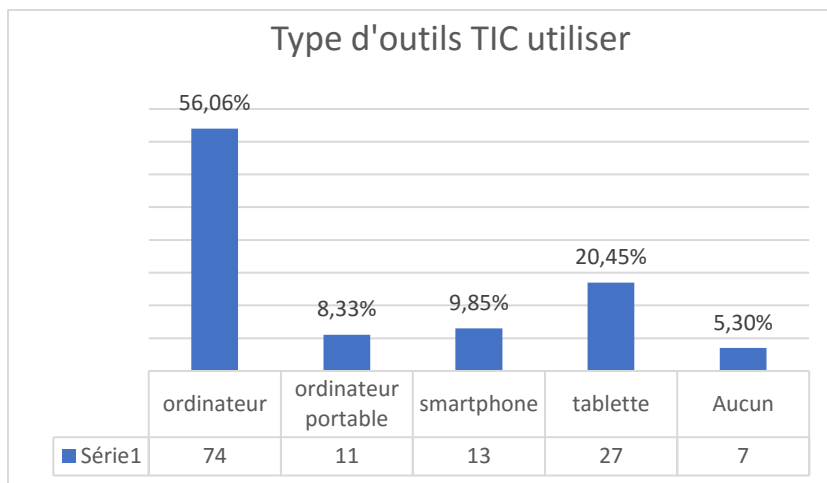


Figure 16: Type d'outil TIC utilisé par les élèves

La grande majorité des élèves ayant déjà utilisée un outil TIC a utilisé un ordinateur de bureau (desktop), il est à noter que la proportion utilisant les smartphones et tablettes est non négligeable.

➤ Les usages faites des outils TIC

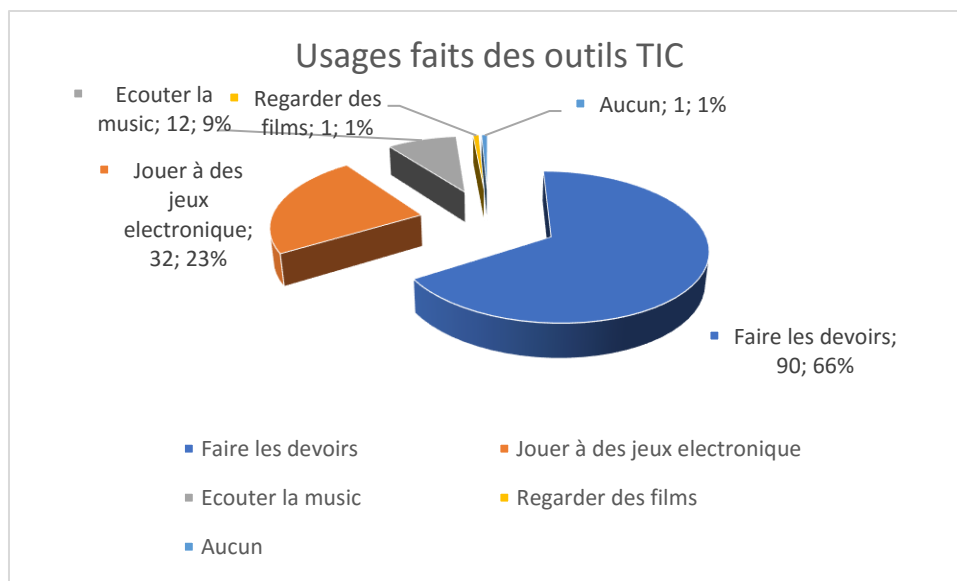


Figure 17: Utilisation faite des outils TIC par les élèves

Les outils TIC d'après les résultats obtenus, sont beaucoup plus utilisés pour faire les devoirs et jouer ; certains l'utilisent aussi pour écouter la musique.

➤ Accès à une connexion Internet

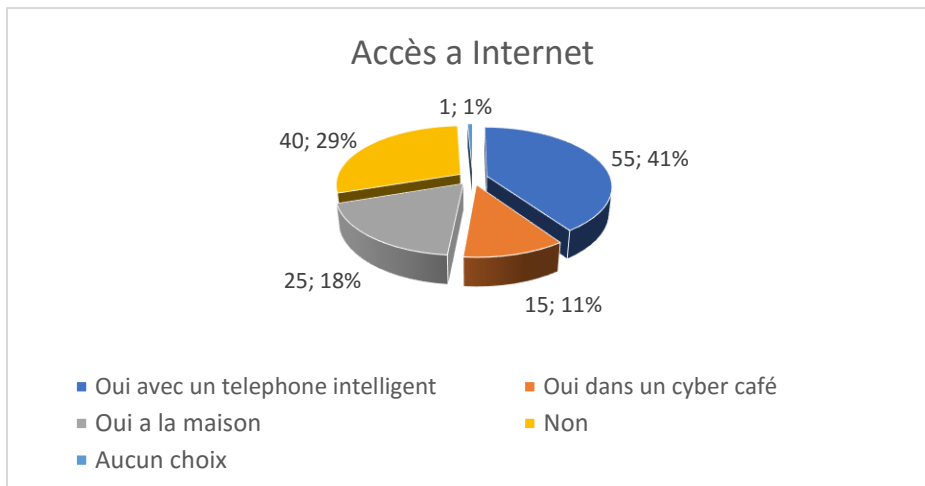


Figure 18: Accès à Internet des élèves

La plus grande proportion d'élève accède à Internet via les téléphones intelligents, certains à la maison ou dans les cyber café ; la proportion d'élèves n'ayant pas accès internet est non négligeable (29%).

➤ Ressenti en utilisant un ordinateur ou un smartphone

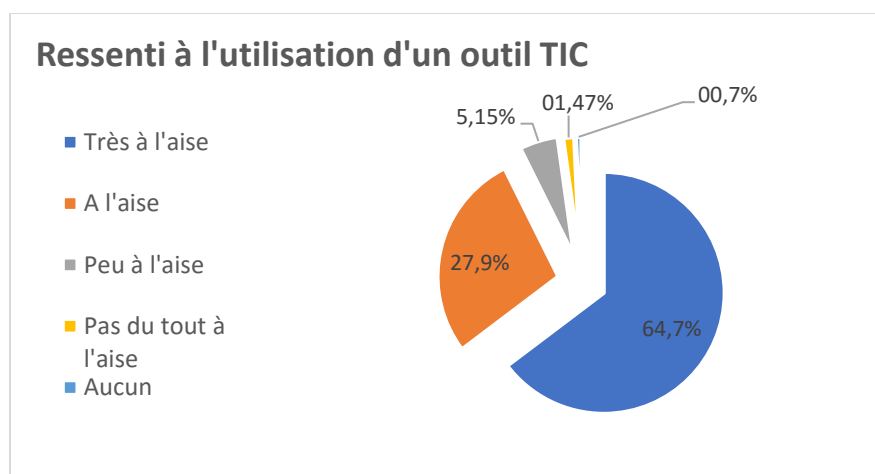


Figure 19: Ressenti des élèves à l'utilisation d'un outils TIC

La majorité des élèves est très à l'aise (64,7%) ou à l'aise (27,9%) contre le reste qui est soit peu ou pas du tout à l'aise. Cette utilisation pourrait faciliter leur formation car d'après Aziz, B. & Al (2017), l'utilisation des outils TIC est important a 67% pour motiver les apprenants et faciliter le déroulement des contenus pédagogiques.

➤ Avez-vous suivi une formation pour utiliser un ordinateur et Internet ?

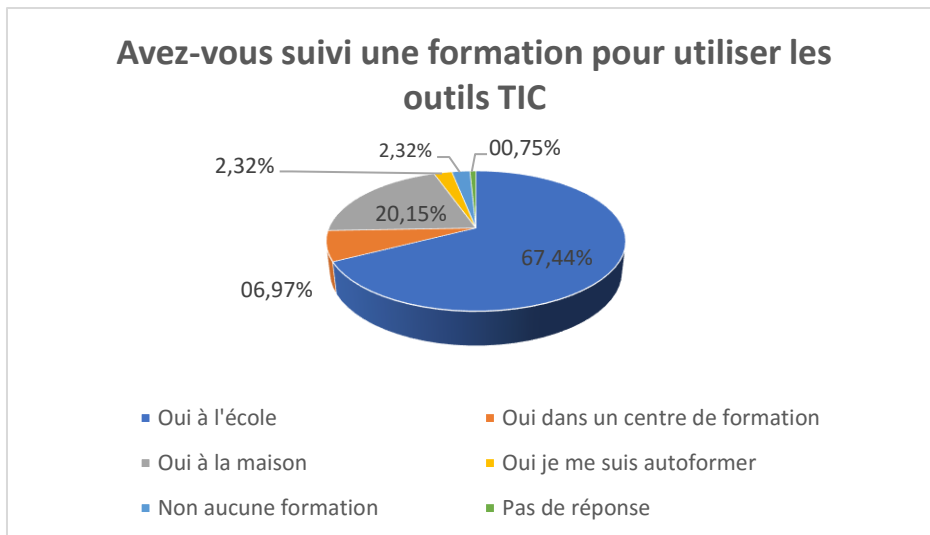


Figure 20: Proportion d'élèves ayant suivi une formation pour l'utilisation des outils TIC

67,44% des élèves admettent s'être formé à l'école pendant que d'autres se sont fait former à la maison (20,15%) ou dans les centres de formation (6,97%).

Pour le ressenti et les préférences des élèves concernant le cours de science en général et le cours sur la santé de la reproduction nous avons :

- Durée hebdomadaire consacré à l'apprentissage de la science :

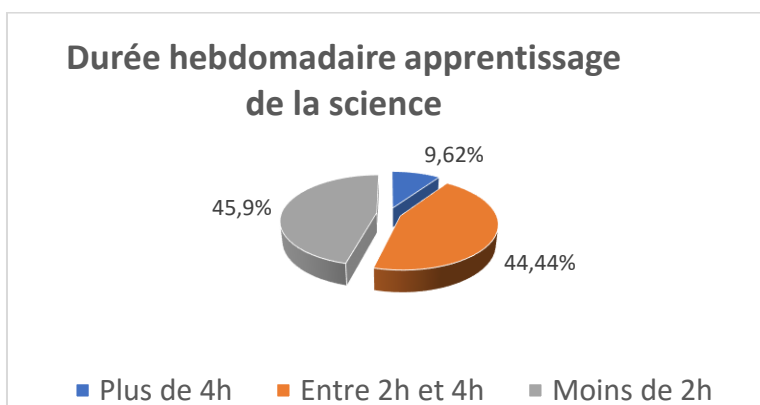


Figure 21: Durée hebdomadaire d'apprentissage de la science

- Technique d'étude utilisée

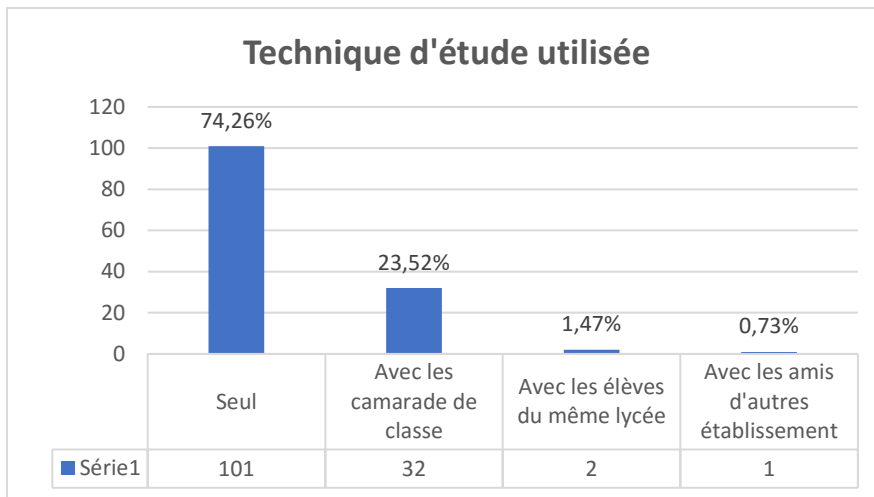


Figure 22: Technique d'étude (groupe ou individuellement)

- Difficultés d'apprentissage rencontrées pour le cours sur la santé de la reproduction :

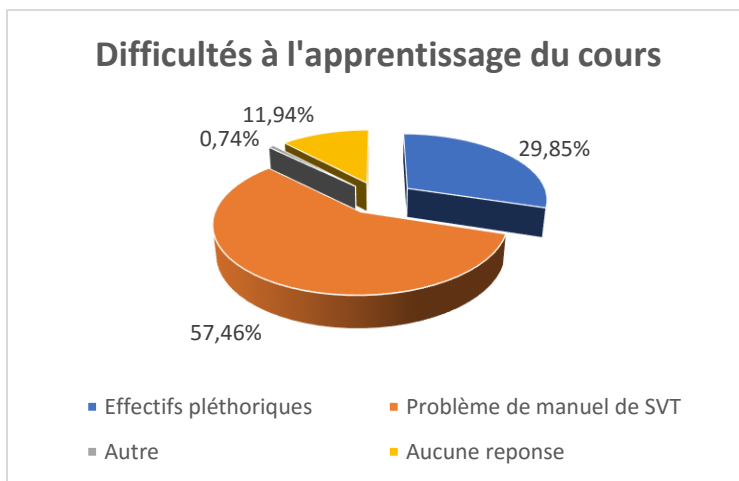


Figure 23: Difficultés à l'apprentissage du cours sur la santé de la reproduction

57% des élèves posent le problème de manuel (Livre au programme) pendant que 30% accusent les effectifs pléthoriques. Les enseignants quant à eux posent le problème d'illustration des activités pendant le cours.

- Représentation des schémas

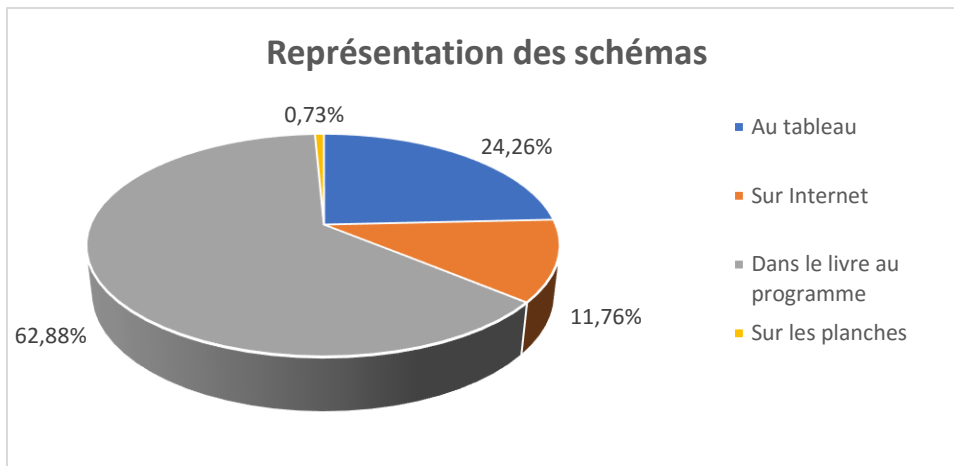


Figure 24: Représentation des schémas

Les schémas du cours d'après les élèves sont pris soit dans le livre (62,88%), au tableau (24,26%) ou sur Internet (11,76%).

➤ Intérêt pour le cours sur la santé de la reproduction :

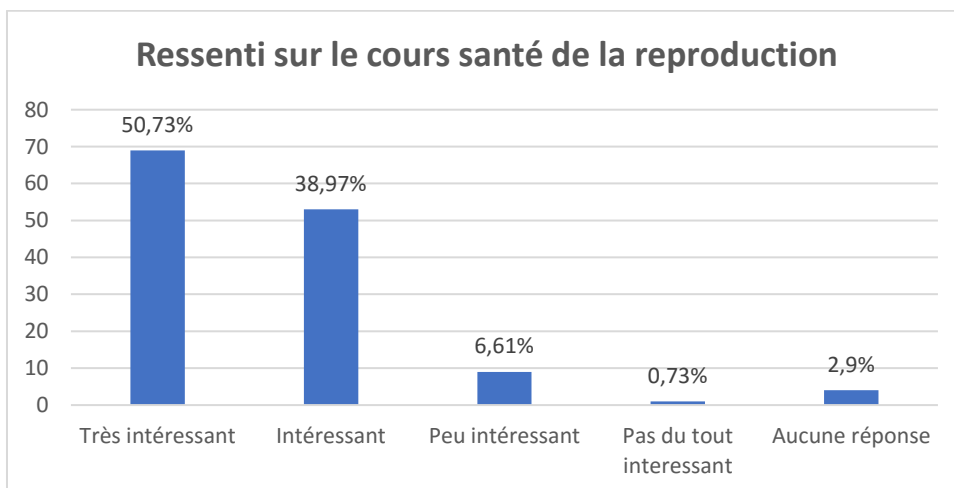


Figure 25: Intérêt pour le cours sur la santé de la reproduction

En grande majorité, les élèves trouvent le cours sur la santé de la reproduction très intéressant (50,73%) ou intéressant (38,97%).

➤ Eléments qui pourraient rendre ce cours plus attrayant :

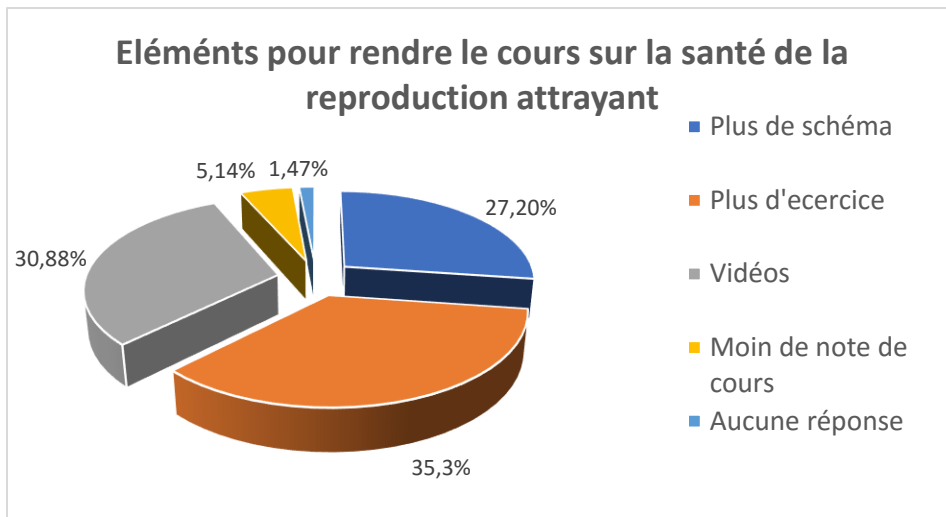


Figure 26: Eléments pouvant rendre le cours sur la santé de la reproduction plus attrayant

35,3% des élèves demande plus d'exercice, 30,88% demande plus de vidéos et 27,20% plus de schéma ; tout ceux-ci veulent moins de note de cours textuelle.

➤ Opinion sur l'utilisation d'un logiciel éducatif pour apprendre ce cours :

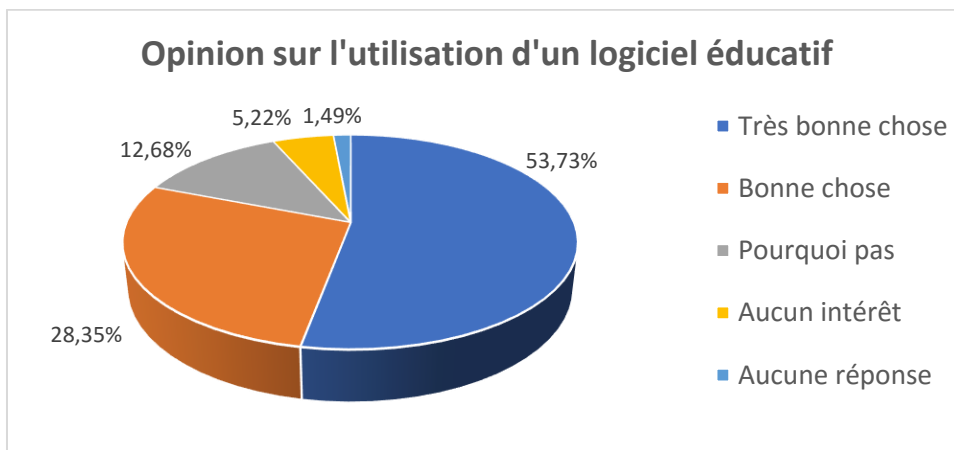


Figure 27: opinion des élèves sur l'utilisation d'un logiciel éducatif

Plus de 53,73% de l'effectif des élèves trouvent que l'utilisation d'un logiciel éducatif est une très bonne chose et 28,35% trouvent aussi que c'est une bonne chose pour l'apprentissage du cours sur la santé de la reproduction.

➤ Avis sur la facilité potentielle d'apprentissage de la leçon grâce l'utilisation du logiciel

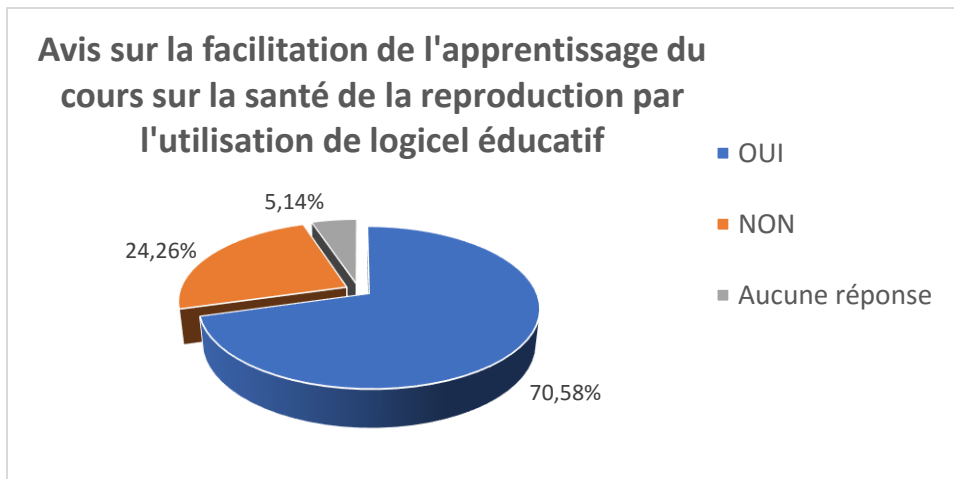


Figure 28: Opinion sur l'utilité du logiciel éducatif

70,58% des élèves pensent que le logiciel éducatif pourrait faciliter l'apprentissage du cours sur la santé de la reproduction.

- Point de vue sur des exercices sous forme de jeu, QCM, mot mêlé, etc.

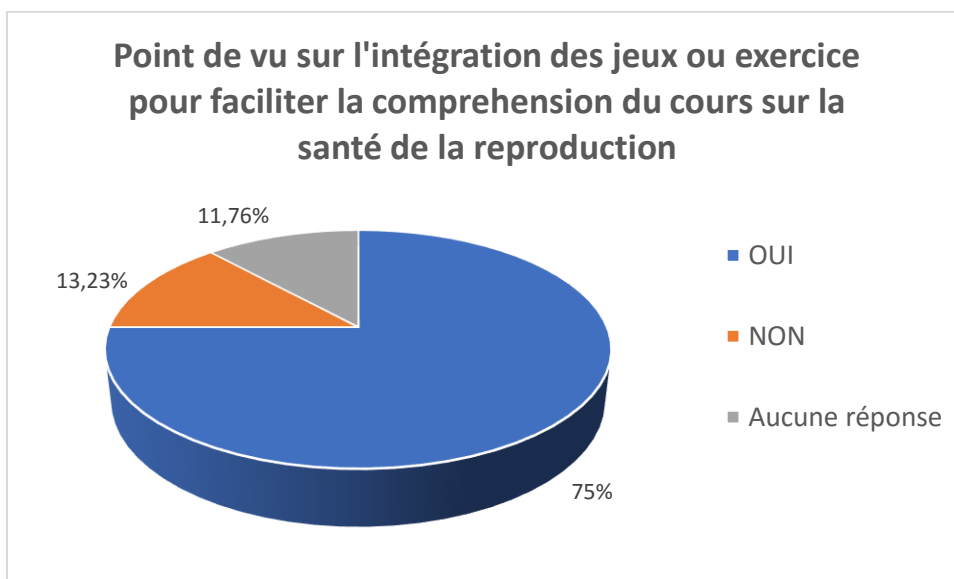


Figure 29: Proportion d'élève souhaitant avoir des exercices et jeux dans l'application

Parmi ceux qui ont répondu oui (75%) les proportions de choix du type d'exercice sont données par le graphique ci-après :

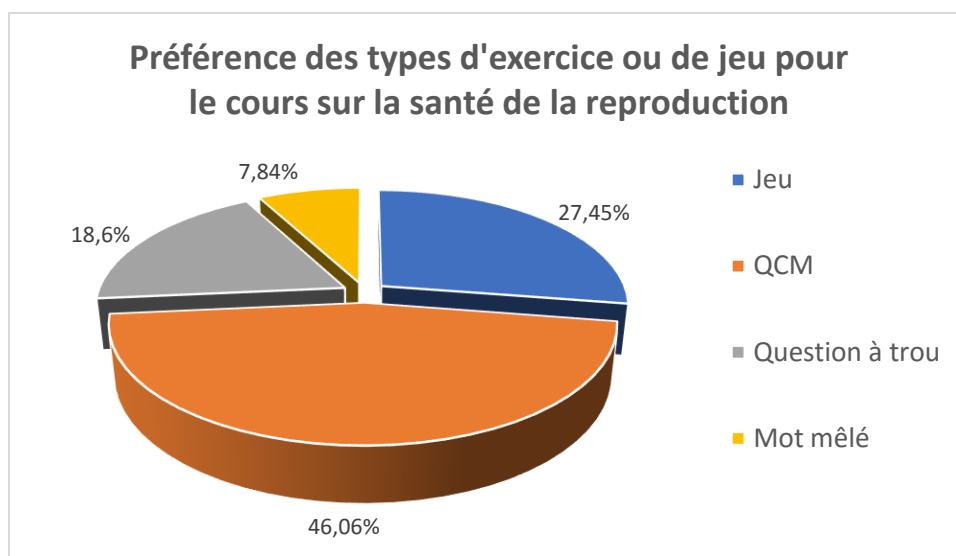


Figure 30: Préférence en termes de type d'exercice que les élèves souhaitent avoir dans l'application

Les préférences en termes d'exercice sont réparties comme suit : 46,06% pour les QCM, 27,45% pour les jeux, 18,6% pour les questions à trous et 7,84% pour les mots mêlés.

b) Questionnaire des enseignants

Les enquêtes des enseignants, comme celle des élèves ont consisté en un questionnaire auquel ont été soumis tous ces enseignants, ce questionnaire réparti en trois parties répondait respectivement aux questions sur l'identité de l'enseignant, sur les méthodes d'enseignement et les difficultés des enseignants et en fin sur leur ressenti face à l'utilisation des outils TIC dans le processus enseignement/apprentissage en général et dans le cours sur la santé de la reproduction en particulier.

- En ce qui concerne les identités des enseignants nous avons le tableau suivant :

Tableau 3: Tableau d'identité des enseignants enquêtés

Questions	Grade	Nombre d'année d'enseignement	Nombre d'établissement d'exercice	Enseigner vous en classe de sixième cette année ?
Enseignant 1	PCEG	6 ans	2	Oui
Enseignant 2	PLEG	7 ans	5	Oui
Enseignant 3	PLEG	23 ans	2	Oui
Enseignant 4	PLEG	4 ans	2	Oui
Enseignant 5	PCEG	6 ans	4	Oui
Enseignant 6	PLEG	2 ans	2	Oui
Enseignant 7	PCEG	8 ans	3	Oui

- Pour la deuxième partie nous obtenons des résultats représentant la synthèse des avis des différents enseignants que nous pouvons présenter comme suit :
 - Les méthodes d'enseignement les plus en vue sont la méthode expositive, la méthode par résolution de problème et la méthode par découverte ;
 - Les ressources utilisées sont pour la plupart le vécu quotidien, le programme officiel, les livres au programme et les planches ;
 - Les compétences visées par ces leçons sont les suivantes :
 - Communiquer et sensibiliser les adolescents sur les conséquences des grossesses précoces ;
 - Communiquer et sensibiliser l'entourage sur les risques liés aux pratiques néfastes à la santé de la reproduction ;
 - Communiquer et sensibiliser l'entourage sur la nécessité de se prévenir les IST, VIH et SIDA ;
 - En ce qui concerne les activités expérimentales de ces leçons, nous avons noté l'utilisation des activités du cours du livre l'excellence en sixième, l'observation des changements corporels à la puberté et le choix et l'utilisation d'un préservatif ;
 - Pour la structure des leçons, elles sont structurées comme toutes les autres leçons en respectant les étapes de l'A.P.C. qui sont : énoncé des compétences, situation problème, introduction, activités, résumé et conclusion par le bilan et l'évaluation formative sans oublier la remédiation et l'annonce du chapitre suivant ;
 - La plupart (cinq sur sept) des enseignants ne trouve pas de difficulté à enseigner cette notion, contrairement les autres trouvent quelques difficultés qui tourne généralement autour du matériel didactique et des plages horaires ;
 - Cinq des sept enseignants trouvent que les élèves n'ont pas de difficultés à appréhender les notions de ces leçons, cependant deux de ces enseignants pensent que les élèves pourraient avoir quelques difficultés liées au volet sensibilisation qui apparait à chaque fois dans les compétences vu le jeune âge de ceux-ci.
 - Tous les enseignants questionnés pensent que les élèves de tous les établissements n'éprouvent pas les mêmes difficultés car les enfants étant jeunes ont pour certains du mal à parler de la reproduction ; les effectifs empêchent de savoir exactement les difficultés de chaque élève ;
- Dans la troisième rubrique qui donne les avis des enseignants sur l'utilisation des outils TIC nous avons recueilli les éléments suivants :

- Trois enseignants sur les sept admettent qu'ils utilisent déjà les outils TIC pour dispenser les cours car ceci facilite la concrétisation des notions théoriques ; les autres enseignants quant à eux, disent ne pas utiliser les outils TIC certains car encore en train d'apprendre à les utiliser et d'autres car ces outils ne sont pas connus de tous ; d'autres vont jusqu'à dire que cela ajouterait un apprentissage supplémentaire dans le processus d'apprentissage de la discipline en question ;
- La totalité des enseignants pensent que l'utilisation d'un didacticiel pourrait faciliter l'enseignement et l'apprentissage de la part des élèves pour les raisons suivantes :
 - Vivre une autre expérience d'apprentissage ;
 - Importance de la mémoire visuelle dans l'apprentissage ;
 - Facilitation de la visualisation de certains phénomènes ;
 - Facilitation de la compréhension de certains phénomènes par l'apprenant ;
 - Présentation d'un contenu détaillé ;
- Cinq des sept enseignants pensent qu'il est possible de réussir à enseigner dans leur contexte en utilisant un didacticiel car leurs établissements respectifs disposent de C.R.M. ; contrairement des deux qui pensent que ce n'est pas possible, un ne dispose pas de C.R.M. dans son établissement et le dernier pense que ce ne serait pas possible malgré la présence du C.R.M de son établissement à cause des effectifs pléthoriques.
- Tous les enseignants aimeraient utiliser un didacticiel pour enseigner les leçons sur la santé de la reproduction pour les raisons suivantes :
 - Enrichir leur expérience ;
 - Enrichir l'expérience des élèves ;
 - Stimuler l'esprit scientifique des élèves ;
 - Stimuler la mémoire visuelle des élèves ;
 - Permettre aux élèves d'apprendre seul ;

La quasi-totalité des enseignants pensent que le didacticiel devrait contenir toutes les notions prévues par le programme officiel en respectant la structure d'un cours par l'A.P.C et d'autre ajoute qu'il est bien d'agrémenter le cours avec des vidéos, images, animations, etc. ;

- Comme obstacle à l'apprentissage des élèves, les principaux obstacles obtenus des questionnaires sont les effectifs et l'implication insuffisante des élèves ; nous notons aussi le quota horaire hebdomadaire et l'étendu du programme ;

- Presque tous les enseignants utilisent très souvent les ordinateurs ou d'autres ressources sur Internet pour préparer les cours ;
- La plupart des enseignants donnent souvent les exercices à faire à la maison dans lesquels ils doivent utiliser les TIC.

4.1.2. Résultat de l'enquête par entretien

L'entretien n'a concerné que les enseignants ; nous en avons eu avec trois enseignants parmi ceux ayant répondu au questionnaire ; la plupart des questions abordées pendant cet entretien étaient orienté vers le programme, les objectifs du cours sur la santé de la reproduction, les contenus ainsi que sur les types d'outils utilisé pour réaliser des représentations d'activités et de situation problème. De ces interviews, nous avons obtenu que :

- Au début de chaque leçon enseigner on doit retrouver les informations tel que le titre du module, la famille de situation, l'exemple de situation, le palier de compétence, la catégorie d'action et le titre de la séquence ;
- La structure d'une leçon qui doit contenir les éléments suivants : L'objectif, les prérequis, l'introduction, les exemples de problème qu'on peut résoudre, les activités pour construire le contenu du cours et enfin une évaluation formative pour faciliter la remédiation et l'annonce de la leçon suivante ;
- Nous avons également recueilli les objectifs pour chaque leçon de ce chapitre que nous intégrerons dans le didacticiel ;

Nous avons pu établir la différence entre situation de vie (situation problème) et activités, les situations permettent d'identifier le chapitre ou la leçon alors que l'activité est à l'intérieur de la leçon et permet de construire le résumé.

4.2.Résultat de l'application de la méthode ADDIE

Comme nous l'avons mentionné plus haut, la méthode ADDIE que nous avons appliquée est celle de (Ghirardini, B. 2012). Les résultats obtenus seront présentés à travers les cinq différentes phases de ce modèle qui sont : l'analyse, la conception, le développement, la mise en œuvre et l'évaluation.

4.2.1. Analyse

Selon le modèle ADDIE de Ghirardini, B. (2012), la phase d'analyse doit contenir l'analyse des besoins, l'analyse du public cible et l'analyse des thèmes et des tâches.

a. Analyse des besoins

Cette partie contient tous les résultats de l'analyse des conditions d'apprentissage et de certaines préférences des apprenants en termes de contenu et d'évaluation. Nous retenons donc que :

- ✓ Le cours sur la santé de la reproduction est basé sur l'approche par les compétences avec entrée par les situations de vie ;
- ✓ Structure d'une leçon en APC : Titre de la leçon, prérequis, objectif(s) d'apprentissage, intérêt de la leçon et situation problème, plan de la leçon, activité, note de cours, exercices, remédiation, situation d'intégration ;
- ✓ Les élèves à travers les questionnaires indiquent une préférence pour des vidéos, images, des notes cours peu abondantes, plus d'exercices sous diverse formes ;
- ✓ Les activités proposées aux élèves pour construire le cours doivent être contextualisées pour une plus grande implication de ceux-ci.

b. Analyse du public cible

L'analyse du public est orientée vers les élèves, nous avons recensé un certain nombre de point parmi lesquels :

- Le Statut : Elèves ;
- Le niveau d'étude : sixième du premier cycle de l'enseignement secondaire général ;
- La langue : français ;
- Les connaissances préalables sur le sujet : initiation
- Capacité en informatique : à l'aise face aux ordinateurs et téléphones intelligents ;
- Temps disponible pour l'apprentissage numérique : 1 à 4 heure ;
- Le lieu d'accès aux ordinateurs : à la maison, à l'école ;
- Le moyen d'accès à Internet : cybercafé et téléphone intelligent ;
- Les capacités minimales des ordinateurs : Tout ordinateur capable de supporter un navigateur internet et suffisamment d'espace pour contenir les pages et fichiers du didacticiel.

c. Analyse des thèmes et des tâches

Nous présentons ces thèmes et tâches dans le tableau ci-après

Tableau 4: Présentation des contenus de cours par thème

Contenu du cours	Type de contenu
La puberté	<p>Concept (puberté, fécondation)</p> <p>Principe (identifier les signes de la puberté, les étapes de la fécondation)</p>
Grossesse précoce	<p>Concept (grossesse précoce)</p> <p>Principe (conséquence des grossesses précoces, moyens de lutte contre les grossesses précoces)</p> <p>Comportement (adopter les comportements pour éviter les grossesses précoces)</p>
Pratique néfaste a la santé de la reproduction des adolescents	<p>Concept (excision, veuvage, etc.)</p> <p>Principe (relever les pratiques culturelles à la santé de la reproduction)</p> <p>Comportement (Dénoncer les pratiques néfastes à la santé de la reproduction, sensibiliser les jeunes à dénoncer les comportements néfastes à la santé de la reproduction)</p>
IST, VIH SIDA	<p>Concept (IST, VIH, SIDA)</p> <p>Principe (identifier les principales IST, Dégager les mesures d'hygiène des organes reproducteurs)</p> <p>Comportement (garder une bonne hygiène des organes reproducteurs, sensibiliser pour la lutte contre les IST et le SIDA)</p>

4.2.2. Conception

a. Conception pédagogique

Il s'agit ici de préciser les objectifs d'apprentissage, le séquençage du cours, la stratégie pédagogique, les modalités de formation et la stratégie d'évaluation.

En ce qui concerne le séquençage, le cours contient quatre séquences qui sont présentées dans le tableau ci-après qui regroupe les objectifs en séquence d'objectifs correspondant aux différentes séquences du cours. Les objectifs d'apprentissage sont indiqués dans le même tableau et les objectifs de chaque séquence sont respectivement placés à l'espace correspondant à la séquence considérée. Les modalités de formation employées peuvent être présentielle ou à distance car le didacticiel est conçu de telle sorte qu'un apprenant puisse travailler tout seul ou alors avec l'aide ou sous la supervision d'un enseignant ou d'un tuteur.

Tableau 5: récapitulatif des stratégies pédagogiques et d'évaluations par objectifs d'apprentissage

Séquence des objectifs d'apprentissage	Stratégie pédagogique	Stratégie d'évaluation
Séquence d'objectif 1 : Identifier les signes de la puberté, relever les signes de la puberté, décrire les étapes de la fécondation	Du général au particulier	QCM, Vrai ou faux, Matching (association/appariement), Réponse brève, réponse à développement et travail long
Séquence d'objectif 2 : relever les conséquences (03) d'une grossesse précoce ; déterminer les moyens (03) de lutte contre les grossesses précoces	Du connu à l'inconnu	QCM, Vrai ou faux, Matching (association/appariement), Réponse brève, réponse à développement et travail long
Séquence d'objectif 3 : Identifier les pratiques (03) culturelles néfastes à la santé de la reproduction, dénoncer ces pratiques	Du connu à l'inconnu	QCM, Vrai ou faux, Matching (association/appariement), Réponse brève, réponse à développement et travail long
Séquence d'objectif 4 : Identifier les principales IST, dégager les mesures d'hygiène des organes reproducteurs, Identifier les différentes voies de contamination des IST et du VIH, Citer les moyens de prévention contre les IST et le VIH SIDA	Du connu à l'inconnu	QCM, Vrai ou faux, Matching (association/appariement), Réponse brève, réponse à développement et travail long

b. Conception ergonomique

L'ergonomie nous a permis d'allier utilité et utilisabilité ; de nous assurer que le logiciel qu'on met sur pied comportera toutes les fonctionnalités nécessaires, que l'utilisateur (élève) manipulera le logiciel sans difficulté ou sans besoin de tutoriel et enfin que celui-ci (le didacticiel) sera beau. Le logiciel DISARE doit garantir le confort, l'efficacité et la sécurité de l'élève pendant son utilisation ; pour cela, nous avons défini un modèle de page web, le système de navigation, l'agencement des pages et des couleurs et de la typographie

i. Modèle de page web



Figure 31: Prototype générique des pages du didacticiel

Nous avons choisi un modèle de page composé de trois parties parmi lesquelles une entête, un corps et un pied de page pour la construction des pages de contenu du didacticiel DISARE. L'entête comportera le logo, le nom du didacticiel et une barre de menu contenant les fonctionnalités de l'application. Le corps de la page de qui sera différente en fonction qu'on soit sur la page d'accueil ou sur les autres pages de l'application :

- Sur la page d'accueil, le corps de la page comporte un « slider » présentant quelques images relatives aux notions à transmettre par l'application et trois zones contenant du texte qui indique les compétences à acquérir par un élève qui utilise ce didacticiel.
- Sur les autres pages, le corps de la page est composé de deux parties, une zone à gauche qui contient les boutons correspondant aux fonctionnalités de cette page et une zone

plus grande à droite qui permet d'afficher les contenus. Ici, les boutons et le contenu varie en fonctions de l'élément actif du menu.

Le pied de page quant à lui contient quelques informations générales sur le dispositif d'apprentissage DISARE, ainsi que quelques informations sur les constructeurs de l'application. Une maquette de la page d'accueil est présentée sur la figure 33 et une des pages de contenu sur la page 63.

ii. Le système de navigation

La navigation générale dans l'application se présentera comme sur la figure 33

iii. L'agencement des pages

Les pages sont agencées de telles sorte que chaque menu (Accueil, Cours, Exercices, Animation, Jeux, Lexique, Aide) forme une page web. Les différentes pages sont reliées par des liens tel qu'en cliquant sur le lien correspondant au menu on arrive à la page. Pour les pages autre que la page d'accueil, le contenu est orienté par les boutons de la zone de bouton de gauche, un bouton peut avoir son contenu qui tient sur plus d'une page, dans ce cas les ancrs sont utilisées pour relier les différents éléments du contenu. Le contenu du dossier du site est visible à la figure 36.

iv. La typographie

La typographie indique la manière d'agencer le texte et les images dans nos fenêtres, nous avons ici utilisé les éléments indiqués dans le tableau :

Tableau 6: Typographie générale du site

Cas du texte	Raison du choix
Police des caractères Paragraphe : Arial Titre : Arial	L'utilisation d'un seul type de police se justifie par le fait que plusieurs polices peuvent occasionner la distraction des apprenants qui auraient plutôt leur attention à vérifier les changements et pas les contenus, il faut noter aussi le fait que ce type de police est très facilement lisible.
Taille de police Paragraphe : 25pt Titre : 40pt	Une taille de police moyenne permet à l'utilisateur de lire sans peine et de limiter le nombre d'interface car chaque page contiendrait suffisamment de contenu.

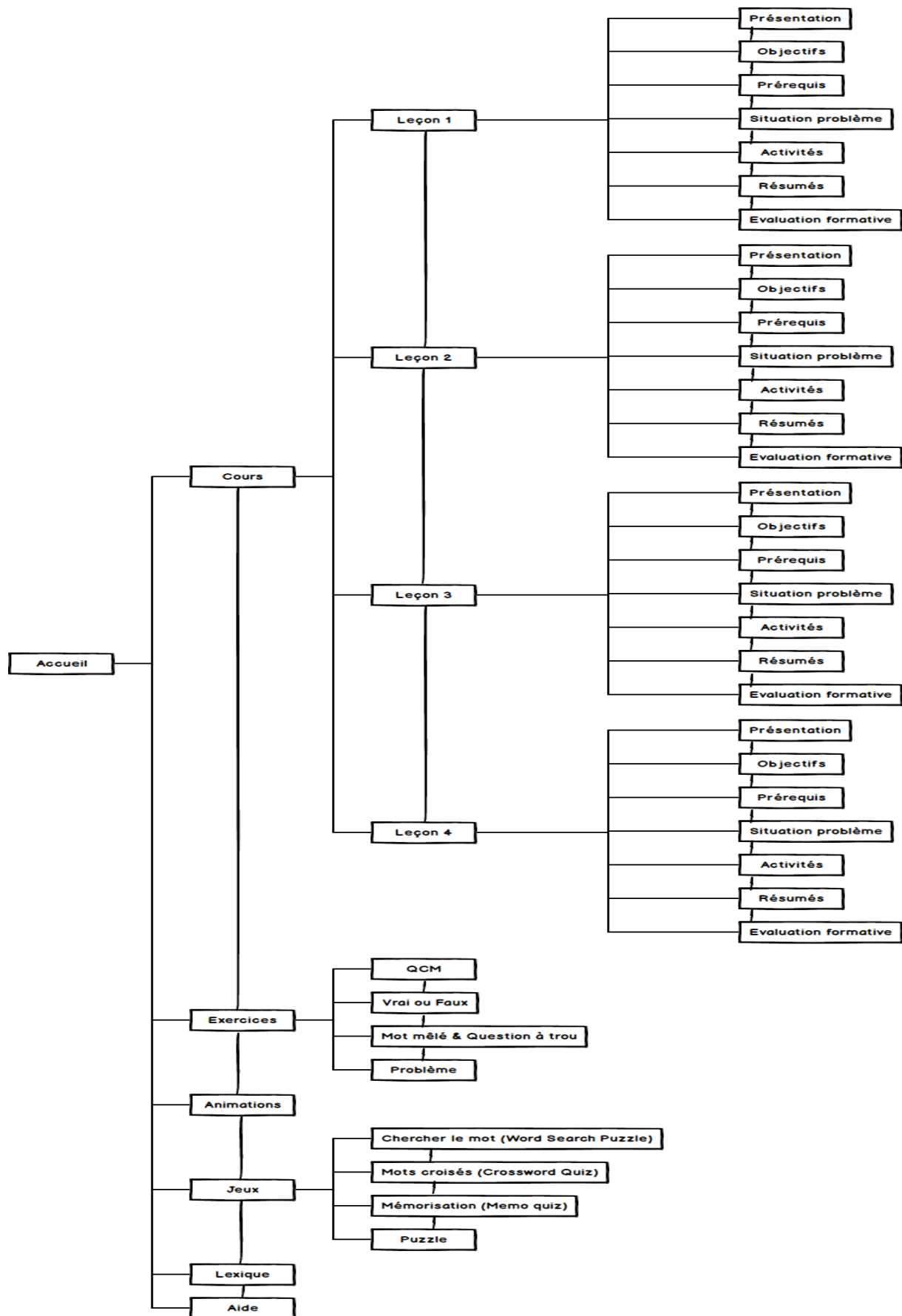


Figure 32: Plan de navigation du didacticiel

v. *Les couleurs*

La couleur étant un élément très important pour une application, ainsi il est important de choisir des couleurs qui correspondent au thème développé, à la tranche du public cible et aux standards. Nous allons donc présenter dans le tableau suivant les couleurs utilisées avec les raisons de l'utilisation de chacune d'elle ;

Tableau 7:Tableau de justification du choix des couleurs

Couleurs	Raison du choix
Blanc	Cette couleur représente la propreté, la fraîcheur, la pureté ou la liberté, elle est utilisée beaucoup plus en situation hivernal et pour les produits désinfectants.
Jaune	Attribuer à la chaleur, la joie, le dynamisme, cette couleur est utilisée pour des produits qui donne de l'énergie.
Bleu	Le bleu symbolise toute une palette de sensation, fait transparaitre la sérénité, la pureté, le sérieux, la fraîcheur ; c'est une couleur qui peut être utilisée sans crainte dans la santé.

4.2.3. Développement : présentation du résultat de la méthode XP

Cette phase contient l'élaboration du contenu, le développement du storyboard et le développement du didacticiel.

En ce qui concerne le développement du contenu, nous avons utilisé les résultats de l'entretien, le programme officiel ainsi que les livres de science pour la classe de sixième et en particulier le livre intitulé l'excellence (EBANG E. C. R. (2018)).Chaque cours est constitué de trois parties principales à savoir, une introduction qui contient les objectifs, les prérequis, l'intérêt et le problème à résoudre ; le développement qui comportera les activités et les résumés construit à partir de ces activités, la conclusion enfin qui permettra de faire un récapitulatif des connaissances par une évaluation formative, l'annonce de la leçon suivante et éventuellement de la remédiation.

Pour le développement de notre didacticiel nous avons employé la méthode de développement agile de l'eXtrem Programing (XP). Nous présenterons donc dans ce paragraphe les résultats de l'application de cette méthode en déroulant étape par étapes les phases de la méthode XP qui sont l'exploration, le planning ou la planification, l'itération jusqu'à la première release, la mise en production, la maintenance et enfin la mort. Nous notons

que comme la méthode XP n'exige pas de diagramme, nous avons procédé par une description des users stories.

Nous commencerons cette partie par la définition de l'équipe de projet XP dans le tableau 6.

Tableau 8: Répartition des rôles

Rôles	Personne désignée
Développeur	KENGNE PEBOU Patrick Borel
Client	Elèves de la classe de sixième et enseignants de science de la classe de sixième
Testeur	Dr NGNOULAYE
Tracker	Dr NGNOULAYE
Manager	Dr NGNOULAYE
Coach	Dr NGNOULAYE, KENGNE PEBOU

a. Phase d'exploration

L'exploration permet de prendre les avis ou de recueil des besoins pour le didacticiel chez les élèves de la classe de sixième.

i. Point de vue des élèves

D'après les questionnaires recueillis chez les apprenants, il en ressort que nous pouvons utiliser un didacticiel pour l'apprentissage du cours sur la santé de la reproduction en présentant un contenu de cours numérique car la plupart des élèves d'après le questionnaire sont capables d'utiliser les ordinateurs. Une autre utilité de ce didacticiel serait de présenter des schémas et des illustrations aux élèves car nombreux sont ceux qui posent le problème de livre comme un facteur de freins à l'apprentissage du cours sur la santé de la reproduction car il n'en dispose pas ces livres qui sont les endroits où ils prennent connaissance de ces figures. Les élèves attendent de ce didacticiel qui est une très bonne initiative pour eux sur ce cours qui les intéressent beaucoup plus d'exercices d'application, des vidéos et les schémas d'illustrations des phénomènes liés à la santé de la reproduction. Enfin ces élèves préfèrent avoir des exercices sous forme de QCM, de jeu et de question à trou que nous réaliserons et intégrerons dans le didacticiel.

a) Questions techniques

Sur le plan technique, nous avons choisi parmi les multiples organisations possibles de structurer le didacticiel en trois parties : un entête, un corps et un pied. L'entête portera le nom de l'application ainsi que les différents menu (fonctionnalités) de l'application ; la zone de

contenu quand a elle constitue une zone de bouton à gauche et une zone de contenu à droite qui présentera les activités et les contenus de cours ; enfin la partie pied de page qui présentera quelques informations complémentaires.



Figure 33: Prototypage de la page d'accueil du didacticiel

b) Présentation des besoins sous forme d'user stories

Pour chacun des user stories présenté dans le tableau 9 ci-dessous, les user stories sont affectés au développeur qui est seul (KENGNE PEBOU PATRICK BOREL) et ont tous le même propriétaire qui sont les élèves de la classe de sixième. La colonne valeur métier représente les priorités des users stories dans l'application, ici elles vont de 1 à 3 et moins le numéro est grand plus le « user story » est prioritaire. La colonne effort représente l'effort à déployer pour exécuter le « user story », nous quantifierons l'effort sur une échelle de 1 à 10 et plus le numéro correspondant à une user story sera grand plus cet user story demandera de l'effort du développeur.

Tableau 9: Présentation des user stories

#	Titre	Objectif	Critère d'acceptation	Effort	Valeur métier (priorité)	Temps de développement
1	Consulter une leçon	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter une leçon pour avoir à ses différentes parties et apprendre son contenu.	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter les étapes objectif, prérequis, situation problème, activité, résumé et exercice d'application.	9	1	1 semaine
2	Consulter les prérequis	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter les prérequis afin d'aborder aisément le cours.	Vérifier qu'un utilisateur peut suivre les prérequis, répondre aux questions et obtenir un corrigé en cas d'erreur.	7	2	2 jours
3	Consulter la situation problème	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la situation problème afin de facilement intégrer le contenu appris au vécu quotidien.	Vérifier qu'un utilisateur puisse suivre une situation problème du début à la fin.	8	2	2 jours
4	Faire des exercices	En tant qu'élève, je veux pouvoir faire des exercices afin de vérifier que les notions sont bien assimilées et consolider les	Vérifier qu'un utilisateur puisse choisir et résoudre des exercices pour consolider le cours.	7	2	1 semaine

		acquis à travers des situations d'intégration.				
5	Suivre la leçon sur la puberté	En tant qu'élève je veux pouvoir suivre une leçon sur la puberté afin de pouvoir identifier les signes de la puberté et décrire les étapes de la puberté.	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter les étapes objectif, prérequis, situation problème, activité, résumé et exercice d'application.	8	1	1 semaine
6	Suivre la leçon sur les conséquences et les moyens de lutte contre les grossesses précoces	En tant qu'élève je veux pouvoir suivre une leçon sur les conséquences des grossesses précoces et les moyens de lutte contre les grossesses précoces afin de pouvoir relever les conséquences et déterminer les moyens de lutte contre les grossesses précoces.	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter les étapes objectif, prérequis, situation problème, activité, résumé et exercice d'application.	8	1	1 semaine
7	Suivre la leçon sur les pratiques culturelles néfastes à la santé de la reproduction	En tant qu'élève je veux pouvoir suivre une leçon sur les pratiques culturelles néfastes à la santé de la reproduction chez les adolescents afin de pouvoir identifier, relever et dénoncer ces pratiques néfastes à la santé de la reproduction.	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter les étapes objectif, prérequis, situation problème, activité, résumé et exercice d'application.	8	1	1 semaine

	chez les adolescents					
8	Suivre la leçon sur les IST, le VIH et le SIDA	En tant qu'élève je veux pouvoir suivre une leçon sur les IST, le VIH et le SIDA afin de pouvoir identifier les principales IST et dégager les mesures d'hygiène des organes reproducteurs.	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter les étapes objectif, prérequis, situation problème, activité, résumé et exercice d'application.	8	1	1 semaine
9	Suivre les activités	En tant qu'élève, je veux pouvoir suivre les activités pour participer à la construction du résumé.	Vérifier qu'un utilisateur peut suivre une activité jusqu'aux questions.	6	2	2 semaines
10	Consulter le lexique	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter le lexique Afin d'avoir une signification de certains mots difficiles.	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter les mots regroupés par unité d'apprentissage.	3	4	5 jours
11	Consulter l'aide	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter afin de manipuler avec aisance le didacticiel.	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter l'aide sur les différentes rubriques proposées par le didacticiel : leçons, exercices, etc.	5	4	5 jours
12	Consulter les animations	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter les animations Afin de répondre aux questions de certaines activités.	Vérifier que les animations sont toutes accessibles aux utilisateurs et qu'ils peuvent accéder à n'importe laquelle.	8	3	2 semaines

14	Consulter une vidéo	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter une vidéo afin d'observer un phénomène particulier.	Vérifier que chaque utilisateur peut choisir et lire une vidéo.	5	3	1 semaine
15	Jouer	En tant qu'élève, je veux pouvoir jouer afin de consolider les savoirs acquis.	Vérifier que chaque utilisateur peut choisir et jouer à un jeu.	9	3	3 semaines
16	Consulter l'accueil	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter l'accueil du didacticiel afin de prendre connaissance du contenu de celui-ci.	Vérifier que l'accueil du didacticiel est accessible à partir de n'importe quelle autre page du didacticiel.	7	1	5 jours

b. Planning de la première release

Pour la première release qui est censée contenir les fonctionnalités essentielles, nous avons sélectionné certaines users stories les plus importantes que nous avons développées. Ces users stories sont : consulter les différentes leçons, les exercices, les animations devant servir dans les activités et les situations de vie. La première release est planifiée pour une durée de 3 semaines à 1 mois avec les activités (user stories) du tableau 10 ci-dessous. Les activités sont faites en parallèle mais au niveau des leçons, elles sont faites les unes à la suite des autres.

Tableau 10: User stories principaux

User story	Durée d'exécution
Consulter une leçon	1 semaine
Consulter les prérequis	2 jours
Consulter la situation problème	2 jours
Faire les exercices	1 semaine
Suivre la leçon sur la puberté	1 semaine
Suivre la leçon sur les conséquences et les moyens de lutte contre les grossesses précoces	1 semaine
Suivre la leçon sur les pratiques culturelles néfastes à la santé de la reproduction chez les adolescents	1 semaine
Suivre la leçon sur les IST, le VIH et le SIDA	1 semaine
Suivre les activités	2 semaines

c. Itération jusqu'à la première release

La première release ici fait référence à la première version utilisable de l'application, cette version contient une bonne partie des fonctionnalités ci-haut citées. C'est la raison pour laquelle cette partie présente quelques captures d'écran de la première release de l'application. Cette phase permet également de faire un test des fonctionnalités que nous faisons en suivant les critères d'acceptation présentés dans le tableau présentant les user stories.

Notons que pour chaque activité à réaliser, on suit un certain nombre d'étapes pour la réalisation de la release ; ainsi chaque activité comprend : l'établissement de l'interface homme machine, l'implémentation des services métiers et un test de la fonctionnalité. Ceci est donc fait pour les activités du tableau de la phase de planning.

d. Mise en production

La mise en production a consisté à présenter le didacticiel au fur et à mesure du développement, nous avons procédé à un test des différentes fonctionnalités avec d'une part des informaticiens pour vérifier la cohérence technique et le respect des standards ; nous avons également travaillé avec Madame TALLA, animateur pédagogique de SVTEEB du lycée de NKOL ETON pour le respect des étapes de l'APC et les contenus à présenter dans le didacticiel. Des modifications ont été faites après les différentes rencontres avec cette enseignante toutes les deux semaines pendant le développement et quasiment quotidiennement en ce qui concerne les autres camarades du DITE. Nous présenterons ici par exemple la capture d'écran présentant la page des exercices sachant que les pages d'accueil et de cours sont présentées plus haut.



Figure 34: page des exercices

e. Maintenance

La maintenance consiste à l'ajout de nouvelles fonctionnalités secondaires et par une brève exploration qui précise les fonctionnalités à ajouter au dispositif d'apprentissage et produit de nouveau release. Dans le cas de DISARE par exemple les fonctionnalités secondaires sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11: User stories secondaires

User story	Durée d'exécution
Consulter le lexique	5 jours
Consulter l'aide	5 jours
Consulter les animations	2 semaines
Consulter une vidéo	1 semaine
Jouer	3 semaines
Consulter l'accueil	5 jours

Pour cette étape comme pour la réalisation de la première release, chaque activité ou fonctionnalité à réaliser doit suivre les étapes de réalisation de l'interface homme machine, implémentation des services métiers et se termine par un test. Nous présentons également ci-dessous quelques captures de ces fonctionnalités secondaires.

f. Mort

Notre projet ne saurait être à l'étape de « mort » car le système a besoin et peut encore supporter de nombreuses améliorations (modifications) et reste stable. Ici par exemple, nous notons que nous pouvons par exemple trouver le moyen d'intégrer un forum de discussion pour permettre aux élèves de discuter ainsi qu'une rubrique qui permettra aux enseignants d'ajouter des exercices dans le didacticiel.

4.2.4. Mise en œuvre

La mise en œuvre de ce didacticiel est censée se faire dans les établissements ou simplement dans les ordinateurs des élèves pour leur permettre de suivre de manière indépendante le cours. Dans le cadre de ce travail, nous avons réalisé une présentation de cet outil à un groupe d'enseignants de SVTEEB et leur avons permis de manipuler l'application avant de les soumettre à un questionnaire pour avoir leur jugement en ce qui concerne l'ergonomie générale du site. Le questionnaire est présenté sous forme d'un tableau. En raison de la fin des cours dans les lycées, nous avons effectué la mise en œuvre de notre application sur un échantillon de 30 élèves du collège ROSA PARK. Cette mise en œuvre est beaucoup plus orientée dans le sens de l'utilisabilité de l'application.

4.2.5. Evaluation

L'évaluation ici, nous a permis de vérifier l'atteinte des critères ergonomiques. Nous avons récapitulé les résultats dans deux tableaux calqués sous le format de celui en annexe 3 de ce document ; le premier représentant le résultat du test sur les 8 enseignants de SVT ; le second tableau présente le résultat du test pour le jeu de 30 élèves.

Tableau 12: résultat du test ergonomique chez les enseignants

	1	2	3	4	5
(1) La navigation sur le site me paraît simple.			5	3	
(2) On distingue facilement les zones cliquables sur les pages du site		3	4	1	
(3) Je peux facilement accéder à une information rechercher	1	1	5	1	

(4) Le nombre de couleurs utilisées sur le site semble correct	2	2	4		
(5) J'ai obtenu ce à quoi je m'attendais quand je cliquais sur les éléments du site web			3	3	2
(6) J'ai rapidement appris à utiliser cet outil			2	3	3
(7) Les pages du site ont pratiquement la même structure			1	4	3
(8) Le vocabulaire utilisé sur le site est simple	1	2	4	1	
(9) Les images et vidéos sont de qualités et de tailles convenables	1		5	2	

Tableau 13: Résultat du test ergonomique chez les élèves

	1	2	3	4	5
(1) La navigation sur le site me paraît simple.	2	4	15	9	
(2) On distingue facilement les zones cliquables sur les pages du site		12	14	4	
(3) Je peux facilement accéder à une information rechercher	3	3	16	8	
(4) Le nombre de couleurs utilisées sur le site semble correct	6	6	12	6	
(5) J'ai obtenu ce à quoi je m'attendais quand je cliquais sur les éléments du site web		6	9	9	6
(6) J'ai rapidement appris à utiliser cet outil	2	4	6	9	9
(7) Les pages du site ont pratiquement la même structure		2	5	13	10
(8) Le vocabulaire utilisé sur le site est simple		9	15	6	
(9) Les images et vidéos sont de qualités et de tailles convenables	2	3	15	10	

4.3. Discussions

Vu les résultats obtenus, il en ressort de la collecte des données que les besoins des élèves sont orientés vers le problème de représentation des schémas, des effectifs pléthoriques, de manuel scolaire (livre) et d'illustration ; Des propositions faites aux élèves pour palier à ces problèmes étant donné que d'après l'enquête plus de 74% des élèves travaillent tout seul chez

eux et qu'environ 64% des élèves peuvent utiliser un ordinateur, plus de 80% des élèves font le choix de l'utilisation d'un didacticiel et leurs préférences en terme de type de contenu sont orientés vers les vidéos, les exercices et les jeux ce qui est en accord avec les résultats de Millet, J. et Al (2000) qui conclut sur l'importance de l'intégration des TIC dans le processus d'apprentissage. Les enseignants à leur niveau ont comme difficultés les effectifs pléthoriques, la non implication des élèves, les problèmes d'illustration et d'utilisation de l'outil informatique. Le dispositif d'apprentissage DISARE en présentant les différentes leçons suivant le programme officiel comme prescrit par les enseignants dans l'entretien, a un contenu interactif respectant l'A.P.C. permettant aux élèves d'interagir et de participer au déroulement du cours ceci pour essayer de palier au problème d'absence de réalisation de scénario didactique souligné par Aziz, B. et al (2017). La présence des jeux, exercices et vidéos jouent un rôle motivateur chez les élèves qui s'intéressent plus au didacticiel et le manipulent plus simplement d'où l'importance des TIC pour l'enseignant comme indiqué par Aziz, B. et al (2017) et par Youssef, N. et al (2018) ; cette orientation des contenus du didacticiel vers les vidéos, exercices, jeux, etc. est faite pour palier au problème de faible utilisation des TIC à des fins académiques soulevé par Youssef, N. et al (2018).

En ce qui concerne l'évaluation du didacticiel, suivant les grilles ergonomiques remplies par les élèves dans le tableau 14, il est visible que la grande majorité des élèves le trouve simple d'utilisation. Suite à la présentation de DIASRE aux enseignants de Science enquêtés au départ de notre recherche ceux-ci disent leur satisfaction à vu du contenu et du séquençement des leçons ; d'après le tableau 13 nous notons que ceux-ci trouvent également simple l'utilisation du didacticiel. Ces résultats peuvent se justifier par le fait que depuis plusieurs années la discipline informatique est installée dans nos établissements et que les élèves ont l'habitude de se frotter à ces outils. La faible majorité est en accord avec Youssef, N. et al (2018) décrivant le besoin de former les enseignants à l'utilisation de l'outil informatique.

4.4.Implication de l'étude dans le système éducatif camerounais

Le travail que nous avons effectué est très important pour le système éducatif en général et pour le système éducatif camerounais en particulier. Etant donné que le système éducatif est composé des enseignants, des élèves et de l'environnement de travail, nous présenterons les implications de notre étude sur l'enseignant et le processus d'enseignement ainsi que sur les apprenants et le système d'apprentissage.

4.4.1. Implication sur les enseignants et le processus d'enseignement

Le didacticiel DISARE est mis sur pied avec l'aide des enseignants à travers les enquêtes par questionnaire et par entretien qui font ressortir les besoins et les manquements de ceux-ci. Les implications de DISARE sur le processus d'enseignement sont remarquables tant de manière implicite qu'explicite ; nous pouvons citer comme premier élément la tâche de l'enseignant qui se voit considérablement réduite laissant le temps à ce dernier de trouver de nouveau contenu pour agrémenter le cours et le rendre plus attrayant ; en suite nous avons l'élaboration minutieuse des stratégies pédagogiques ; La réduction du temps de travail des enseignants facilitant l'atteinte des objectifs et la couverture du programme dans le temps imparti pour la séquence considérée ; nous pouvons aussi citer l'utilisation d'illustration pour articuler et permettre la visualisation pratique de certains aspects du cours et en fin l'interaction offerte pour les prérequis, la situation problème, les activités et les évaluations formatives.

4.4.2. Implication sur les apprenants et le processus d'apprentissage

Les avis des apprenants ont aussi été pris en compte lors de la conception de ce didacticiel, il a été question de prendre leur difficulté concernant le cours sur la santé de la reproduction et leur préférence en termes d'utilisation de didacticiel. Le résultat produit étant le didacticiel DISARE, les implications qu'il peut avoir sur les apprenants ou sur le système d'apprentissage peuvent être les suivantes :

- La facilitation et l'amélioration de l'apprentissage grâce aux contenus interactifs et aux illustrations ;
- La lisibilité et la clarté offerte ici par une organisation pédagogique et séquencée des contenus ainsi que de la prise en compte des critères ergonomiques ;
- Réduction de l'effort cognitif chez l'apprenant ;
- La cohérence et l'enchaînement des idées faite à partir du séquencement des contenus qui facilite l'assimilation des notions par les apprenants.

Conclusion et perspectives

Parvenu au terme de ce travail, il était question pour nous de développer un outil d'aide à l'apprentissage du cours sur la santé de la reproduction en classe de sixième ESG au Cameroun, besoins issus du fait que les cours de science et particulièrement celui traité ici sont faits de manière théorique alors qu'il est censé être pratique et descriptif pour atteindre tous les objectifs. Nous avons étudié les méthodes d'ingénierie pédagogique, logicielle ainsi que les critères ergonomiques d'une application. Nous avons aussi réalisé une enquête pour récolter les besoins, les difficultés et les préférences des élèves et des enseignants.

Tout ceci nous a conduit à opter pour la réalisation d'un didacticiel en suivant la méthode d'ingénierie ADDIE de **Ghirardini, B. (2012)** et la méthode logicielle XP. L'application que nous avons appelée DISARE (Didacticiel sur la Santé de la Reproduction) allie utilité et utilisabilité qui sont deux éléments mis en exergue par l'application des techniques ergonomique tant pour les interfaces que pour la disposition des contenus.

Le dispositif d'apprentissage DISARE a été évalué par quelques enseignants et les élèves de sixième du secondaire sur le point de vue de l'utilisabilité chez les élèves et l'utilité et l'utilisabilité chez les enseignants et nous avons enregistré un pourcentage d'appréciation égale à 81,9% qui témoigne de l'utilité du didacticiel DISARE dans le système d'enseignement apprentissage pendant que les élèves à leur tour apprécient ergonomiquement l'application à 76,8% pour son utilisabilité.

Chaque création humaine ayant toujours des limites malgré les avantages qui sont considérables, nous prévoyons ajouter quelques fonctionnalités à l'instar d'un forum de discussion pour permettre les échanges entre les apprenants ; nous pensons aussi à ajouter une rubrique de suivi permettant aux enseignants d'effectuer le suivi des élèves.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agbéco, T. K. D. , Simon, C. , Roch A. H. & Ogouwalé, E. . (2015). Intégration des TIC dans les activités pédagogiques des enseignants de SVT dans l'enseignement secondaire général public au Bénin : bilan et défis à relever . *frantice.net*, numéro 10, avril 2015. p.77-86.

Aziz, B. , Mourad, M. , Rajae, Z. , Rachid, J. , Laafou, M. & Benjaber, M. (2017). Pour une intégration réussie des TIC dans l'enseignement marocain. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 4 Jul. 2017, pp. 1132-1136. © 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals. En ligne : <http://www.ijias.issr-journals.org/>

Basque, J. (2004). En quoi les TIC changent-elles les pratiques d'ingénierie pédagogique du professeur d'université. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 1(3), 7-13. En ligne : <http://www.ritpu.org/IMG/pdf/basque.pdf>

Basque, J. (2017). Introduction à l'ingénierie pédagogique (4e éd.). Texte rédigé pour le cours en ligne TED 6312 Ingénierie pédagogique et technologies éducatives (ted6312.teluq.ca). Montréal, Canada : Université TÉLUQ. 25 pages.

Bastien, J. C., Leulier, C., & Scapin, D. L. (1998). L'ergonomie des sites web. Créer et maintenir un service Web, 111-173.

Bernasconi, P. B. (2007). Analyse de l'ergonomie des sites web de trois bibliothèques de Suisse romande 74.

Briand, J. (1999). Conception, expérimentation de logiciels d'enseignement et théorie didactique. Laboratoire DAEST université Bordeaux 2.

Orange, C.(1987) Quels didacticiels pour l'enseignement des sciences naturelles ? *Bulletin de l'EPI (Enseignement Public et Informatique)*, Association EPI 1987, pp.84-89. En ligne : <http://www.epi.asso.fr/revue/48som.htm> b48p084>.

Crozat, S., Trigano, P. & Hû, O. (1999). EMPI: Une méthode informatisée pour l'évaluation des didacticiels multimédias. *Revue des Interactions Humaines Médiatisées (RIHM)*. *Journal of Human Mediated Interactions*, Europa, 1999, 1 (2), pp.61-87.

Daele, A. & Berthiaume, D. (2011), Choisir ses stratégies d'évaluation ; Université de Lausanne ; Centre de soutien à l'enseignement (CSE).

Deschamps, P. (2015). Conception d'un dispositif d'apprentissage en ligne, selon le modèle ADDIE, portant sur la compétence en asepsie du programme collégial Techniques de denturologie. Sherbrooke: Université de Sherbrooke

Ebang E. C. R., Hessel J., Ango Y. P., Aboubakar Oumarou B. F. (2017) L'excellence en Science 6^{ème} (première édition 2017,160p), Yaoundé-Cameroun :NMI Education.

Fiszer, J. (1985). Élaboration de didacticiels étapes, problèmes, difficultés. Université paris 7 - ope-biologie 2, place Jussieu, 75251 paris cedex 05, le bulletin de l'epi n° 39 pp90-108.

Fourgous, J. M. (2011). Réussir à l'école avec le numérique : le guide pratique. Odile Jacob

Gerber, W. (2011). L'utilisation des technologies de l'information et de la communication pour les programmes de planification familiale, santé de la reproduction et autres programmes de santé : une étude des tendances et données factuelles. Rapport réalisé pour l'Agence des États-Unis pour le développement international par Management Sciences for Health.

Ghirardini, B. (2012). Méthodologies pour le développement de cours e-learning un guide pour concevoir et élaborer des cours d'apprentissage numérique. Projet pour le compte l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). © FAO 2012.

Gros, J. (2002). SANTÉ ET NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION. Note d'Iéna No 98.

Heer, S. & Abdeljalil, A. (2006). Intégration des TIC par les enseignants : premiers résultats d'une enquête suisse. Berne-jura-Neuchâtel,SUISSE : s.n., 2006.

Lamontagne, V. (2005). Les effets de l'utilisation d'un didacticiel sur les apprentissages de l'anglais langue seconde chez des élèves à risque : une expérience à l'école secondaire la calypso d'Amos. Rapport de recherche présenté à l'université du Québec en Abitibi Témiscamingue.

Lonchamp, J. (2005). Analyse de besoins pour le développement logiciel : Recueil et Spécification, démarches itératives et agiles. Paris : Dunod.

Martinez-Ermin, v.(2010). Modélisation dirigée par les intentions pour la conception, le partage et la réutilisation des scénarios pédagogique, Thèse de doctorat, Université de Grenoble ; Grenoble, 2010, 237p.

Millet, J., Ploeg, G., Nel, A., Rehault, P. & Rosenzweig, M.(2000). Cadre pédagogique et expérience de communication en SVT avec les chercheurs du muséum. Revu de l'EPI (Enseignement Public et Informatique),EPI, pp.137-158. En ligne : <http://www.epi.asso.fr/revue/99som.html b99p137>.

Paquette, G. (2002). L'ingénierie pédagogique : Pour construire l'apprentissage en réseaux. Sainte-Foy, Canada : Presses de l'Université du Québec.

Postel-Vinay, N. (2011). NTIC et prévention médicale : un premier regard. Rapport pour l'Inpes.

Silveira, A. & Sartori, A. S. (2011) . Le design pédagogique et les modes d'interaction dans l'éducation à distance. Lavoisier : Distances et savoirs 2011/2 (Vol. 9), p. 219-233. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-distances-et-savoirs-2011-2-page-219.htm>.

Tabaka, J. (2008). Gestion de projet vers les méthodes Agiles. s.l. : EYROLLES, 2008.

Taylor, S. & Bodgan, R. (1984). Introduction to quantitative research method : the search for meanings. New york : willey.

Tchamabe, M. D. (2011). Les pratiques pédagogiques des enseignants avec les TIC au Cameroun entre politiques publiques et dispositifs techno-pédagogiques ; compétences des enseignants et compétences des apprenants ; pratiques publiques et pratiques privées. Université René Descartes - Paris V

Tchounikine, P. (2009). Précis de recherche en ingénierie des EIAH. Grenoble, France : Université Joseph Fourier de Grenoble. Récupéré le 20 octobre 2009 du site de l'auteur. En ligne <http://membresliglab.imag.fr/tchounikine/Precis.html>.

Vandeput, E. & Denis, B. (2005). Du cours au dispositif d'apprentissage ...ou du rôle d'enseignant à celui de concepteur-tuteur d'activités d'apprentissage à distance. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Montpellier 2005.

Youssef, N. , Anouar, A., Moncef, Z., Bouchta, El B., Mohammed, E. H., & Hanane A. (2018). L'intégration Des TIC Dans L'enseignement Des Sciences De La Vie Et De La Terre Au Maroc: Etat Des Lieux Et Défis À Relever. European Scientific Journal January 2018 Edition Vol.14, No.1 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. Doi:10.19044/esj.2018.v14n1p97.

ANNEXES

Annexe 1 : QUESTIONNAIRE À L'INTENTION DES ÉLÈVES

Cher(es) élèves, l'enquête pour laquelle votre aide est sollicitée, est conduite dans le cadre du projet de fin de formation au département d'informatique et de technologies éducatives de l'École Normale Supérieure de Yaoundé. Ce projet vise à la réalisation d'un logiciel éducatif dont l'objectif sera de vous aider à apprendre comment protéger un écosystème, particulièrement celui de la forêt. Veuillez garder à l'esprit que ceci n'est pas un examen, il n'y a donc pas de bonne ni de mauvaise réponse. De même, nous nous engageons à préserver la confidentialité de vos réponses, sentez-vous donc libres de répondre le plus sincèrement possible à toutes les questions. En cas de doutes sur le sens d'une question, interpellez-nous pour des clarifications. Merci d'avance.

I. IDENTITE

1. Établissement scolaire : _____

2. Âge : _____ ans

3. Sexe : a. Masculin b. Féminin

II. UTILISATION DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION (TIC)

1. Avez-vous accès à un ordinateur ? a. Oui à la maison ; b. Oui à l'école ;
c. Non.

2. Avez-vous accès à un téléphone intelligent (smartphone) ? a. Oui c'est le vôtre ;
b. Oui c'est celui d'un membre de votre famille ; c. Non.

3. Quel usage faites-vous de ces outils (ordinateur, téléphone intelligent) ?:

a. Faire les devoirs ;	b. Jouer à des jeux électroniques ;
c. Écouter la musique ;	d. Regarder des films.

4. Avez-vous accès à une connexion Internet ?

a. Oui à la maison avec une clé Internet ou un modem ;	b. Oui dans un cybercafé ;
c. Oui avec un téléphone intelligent ;	d. Non

5. Combien de fois par semaine accédez-vous à Internet ?

- a. Plus de dix fois,
- b. Au moins une fois par jour,
- c. Au moins une fois par semaine,
- d. Jamais

6. Combien d'heures par semaine passez vous sur Internet ?

- a. Plus de 4 heures ;
- b. Entre 2 et 4 heures ;
- c. Moins de 2 heures ;
- d. Moins d'une heure.

7. Comment vous sentez-vous lorsque vous travaillez avec un ordinateur ?:

- a. Très à l'aise ;
- b. À l'aise ;
- c. Peu à l'aise ;
- d. Pas du tout à l'aise.

III. RESENTI PAR RAPPORT A LA DISCIPLINE SVT ET AU COURS SUR LA SANTE DE LA REPRODUCTION

1. Combien de temps consacrez-vous chaque semaine à apprendre la SVT ?

- a. Plus de 4 heures ;
- b. entre 2 et 4 heures ;
- c. moins de deux heures ;

2. Généralement, vous apprenez :

- a. Seul(e),
- b. en groupe avec des camarades de classe,
- c. en groupe avec des élèves d'autres classes de votre lycée,
- d. en groupe avec des élèves d'un autre lycée

3. Vous trouvez la SVT :

- a. Très intéressante ;
- b. Intéressante ;
- c. Peu intéressante ;
- d. Pas du tout intéressante.

4. La SVT serait plus attrayante pour vous s'il y avait :

- a. plus de schémas ;
- b. plus d'exercices ;
- c. des vidéos ;
- d. des notes de cours moins abondantes.

5. Utiliser un logiciel éducatif pour apprendre la SVT, pour vous cela :

- a. C'est une très bonne chose ;
- b. C'est une bonne chose ;
- c. Pourquoi pas ;
- d. Ça n'a aucun intérêt.

Annexe 2 : QUESTIONNAIRE À L'INTENTION DES ENSEIGNANTS

Cher(e)s enseignantes et enseignants, l'enquête pour laquelle votre aide est sollicitée, est conduite dans le cadre du projet de fin de formation au département d'informatique et de technologies éducatives de l'École Normale Supérieure de Yaoundé. Ce projet vise à la réalisation d'un logiciel éducatif dont l'objectif sera d'aider vos élèves à apprendre La santé de la reproduction ; Ce cours fait partie du nouveau programme de SVTEEHB qui est en vigueur depuis quelques années (environ 04 ans) en classe de sixième.

Veillez garder à l'esprit que ceci n'est pas une évaluation de vos compétences d'enseignant mais nous en appelons à celles-ci pour avoir une vision juste des difficultés que vous et vos élèves rencontrez. De même, nous nous engageons à préserver la confidentialité des réponses que vous nous donnerez, sentez-vous donc libres de répondre le plus sincèrement possible à toutes les questions.

En cas de doutes sur le sens d'une question, interpellez-nous pour des clarifications. Merci de votre disponibilité.

I. IDENTITÉ

1. Votre nom et votre grade (facultatif) :
2. Depuis combien d'année enseignez-vous ?
3. Dans combien d'établissement avez-vous déjà enseigné ?
4. Enseignez-vous ou avez-vous déjà enseigné une classe de sixième ? OUI..... ; NON.....

II. POINT DE VUE SUR LE CHAPITRE DE LA SANTE DE LA REPRODUCTION ET DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

5. Quelles méthodes d'enseignement utilisez-vous pour enseigner les séquences portant sur la santé de la reproduction ?
6. Quelles ressources utiliserez-vous pour enseigner ces deux leçons ?
7. Quelles sont les compétences visées par ces leçons ?
8. Quelles sont les activités expérimentales concernant ces deux leçons ?
9. Comment structurez-vous ces leçons ?
10. Avez-vous des difficultés à dispenser ces leçons ? OUI NON :
Si oui, lesquelles.....
11. Les élèves ont-ils des difficultés à appréhender des notions particulières de ces deux leçons ? OUI ; NON
Si oui, lesquelles ?

12. Les élèves éprouvent-ils ces mêmes difficultés dans tous les établissements où vous avez déjà enseigné ? OUI ; NON
Pourquoi ?

III. UTILISATIONS DES OUTILS TIC ET PRÉFÉRENCES

13. Avez-vous déjà utilisé un outil TIC tel qu'un didacticiel pour enseigner ?
OUI ; NON ...
Pourquoi ?
14. Pensez-vous que l'utilisation d'un didacticiel pourrait faciliter pour vous l'enseignement et l'apprentissage pour vos élèves ? OUI ; NON
Pourquoi ?
15. Pensez-vous qu'il est possible de réussir à enseigner dans votre contexte en utilisant un didacticiel ? OUI ; NON
Pourquoi ?
16. Aimerez-vous utiliser un didacticiel pour enseigner les leçons sur la santé de la reproduction ? OUI ; NON
Pourquoi ? Si oui, comment souhaiteriez-vous que ce didacticiel soit (quel type de contenu devait-il avoir ?
17. Quelles sont selon vous les obstacles à l'apprentissage de vos élèves :
a. L'effectif de la classe ; b. le quota horaire hebdomadaire ;
c. une implication insuffisante des élèves; d. l'étendue du programme;
e. Autres :
18. Vous arrive-t-il d'utiliser un ordinateur et/ou des ressources sur Internet pour préparer une leçon ? a. Très souvent ; b. Souvent
c. Pas souvent; d. Jamais
19. Vous arrive-t-il de donner des devoirs à vos élèves pour lesquels ils doivent utiliser les TIC ? a. Très souvent ; b. Souvent ;
c. Pas souvent..... ; d. Jamais

Merci pour votre disponibilité !

Annexe 3 : TABLEAU D'ÉVALUATION ERGONOMIQUE DU DISPOSITIF

Grille de mesure de la perception de l'ergonomie					
1 = Médiocre					
2 = Passable					
3 = bon					
4 = Très bon					
5 = Excellent					
Guidage	1	2	3	4	5
(1) La navigation sur le site me parait simple.					
(2) On distingue facilement les zones cliquables sur les pages du site					
Charge de travail	1	2	3	4	5
(3) Je peux facilement accéder à une information rechercher.					
(4) Le nombre de couleurs utilisées sur le site semble correct					
Contrôle explicite	1	2	3	4	5
(5) J'ai obtenu ce à quoi je m'attendais quand je cliquais sur les éléments du site web					
Adaptabilité	1	2	3	4	5
(6) J'ai rapidement appris à utiliser cet outil					
Homogénéité et cohérence	1	2	3	4	5
(7) Les pages du site ont pratiquement la même structure					
Signification des codes et dénominations	1	2	3	4	5
(8) Le vocabulaire utilisé sur le site est simple					
Compatibilité	1	2	3	4	5
(9) Les images et vidéos sont de qualités et de tailles convenables					