

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
UNIVERSITY OF YAOUNDE I

ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE YAOUNDE
HIGHER TEACHER TRAINING COLLEGE OF YAOUNDE



DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE ET DES TECHNOLOGIES EDUCATIVES
DEPARTMENT OF COMPUTING SCIENCE AND EDUCATIONAL TECHNOLOGY

Année académique 2018 – 2019
2018 – 2019 Academic Year

**ANALYSE, CONCEPTION ET REALISATION D'UN
DIDACTICIEL EN SVTEEB PORTANT SUR L'ORIGINE ET
LA FORMATION DES ROCHES SEDIMENTAIRES EN
CLASSE DE 3IEME ESG**

MEMOIRE PRESENTE PAR
NGOM NGUE SERGE ALBERT

14Y382

LICENCIE EN INFORMATIQUE
EN VUE DE L'OBTENTION DU
**DIPLÔME DE PROFESSEUR DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE
SECOND GRADE (DIPES II)**

FILIERE : INFORMATIQUE

Rapporteur

Dr ZOBO ERICK PATRICK

Président du jury

Pr NDOUNDAM RENE

Examineur

Mr MBALLA FABIEN

DEDICACE

A mon feu père **NGUE NGUE** et à ma mère **NGO NGOM MARIE CLAIRE**

REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche est le résultat de nombreuses contributions intellectuelles, matérielles et morales venant des personnes à qui nous tenons à adresser notre profonde gratitude. Merci au **Seigneur Dieu** tout puissant, qui par son amour a rendu l'impossible possible et sans qui rien ne se fait. Eternel nous te louons sans cesse. Nos remerciements vont spécifiquement à l'endroit :

- Du **Pr. MBALA ZE Barnabé**, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé ;
- Du **Pr. Laurent Marcel FOUA NDJODO**, Chef du Département d'Informatique et des Technologies Educatives de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé pour son encadrement durant notre formation, vous resterez un modèle pour nous ;
- Du **Dr. Érick Patrick ZOBO** pour sa patience, la grande disponibilité dont il a fait preuve, et les multiples conseils donnés tout au long de la rédaction de ce mémoire, vous resterez un encadreur distingué ;
- Du **Personnel enseignant** du département d'informatique qui depuis le niveau 1, nous propose une formation de qualité ;
- De mes **frères et sœurs** pour le soutien, l'amour et la disponibilité dont ils font preuve à mon endroit ;
- De ma famille toute entière, tantes, oncles, cousins et cousines ;
- De **YEDE MAYI Cyril, SAKOUE Patrick Stéphane** pour leur soutien inestimable et leur amitié incontestable. Que ce travail soit pour vous la réponse à votre sollicitude ;
- De mes camarades de promotion et amis, sans qui ce travail n'aurait pas pris cette forme ;
- Aux élèves et enseignants des collèges **Zang Mebenga, Ebages et Saint Pierre** ;
- De tous ceux qui de près ou de loin ont œuvré pour l'accomplissement de ce travail.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIERES	iii
RESUME	vi
ABSTRACT	vii
Liste des abréviations, sigles et acronymes.....	viii
Liste des figures.....	ix
Liste des tableaux	xi
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE	1
1.1. CONTEXTE.....	1
1.2. PROBLEMATIQUE	2
1.3. QUESTIONS DE RECHERCHE	3
1.4. OBJECTIFS DE RECHERCHE.....	3
1.5. CHAMP DE L'ETUDE.....	4
1.6. IMPORTANCE DE L'ETUDE	4
1.7. DEFINITION DES MOTS CLES.....	5
1.8. STRUCTURE DE L'ETUDE	5
CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITTERATURE	7
2.1. ETAT DE L'ART	7
2.1.1. Les difficultés dans l'apprentissage des SVT	7
2.1.2. Typologie des didacticiels.....	8
2.1.3. Elèves et Préférences dans les didacticiels.....	10
2.2. CADRE THEORIQUE.....	11
2.2.1. Ingénierie pédagogique.....	11
2.2.2. Ingénierie logicielle.....	16
2.2.3. Ergonomie	27
CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES	31
3.1. METHODE DE RECHERCHE ET INSTRUMENTS DE COLLECTE DES DONNEES.....	31
3.1.1. Méthode de recherche.....	31
3.1.2. Instruments de collecte de données	31
3.2. DEFINITION DE LA POPULATION ET DE L'ECHANTILLON D'ETUDE.....	32
3.2.1. Population cible	32
3.2.2. Technique d'échantillonnage et échantillon	33

3.3.	DEROULEMENT DE LA COLLECTE DES DONNEES.....	34
3.3.1.	Collecte des données quantitatives	35
3.3.2.	Collecte des données qualitatives.....	35
3.4.	TRAITEMENT DES DONNEES.....	35
3.4.1.	Traitement des données issues du formulaire.....	35
3.4.2.	Traitement des données issues de l'entretien.....	35
3.5.	PROCEDURE EXPERIMENTALE GUIDEE PAR LA METHODE ADDIE.....	36
3.5.1.	L'analyse.....	36
3.5.2.	Le design.....	37
3.5.3.	Le développement.....	37
3.5.4.	L'implantation	38
3.5.5.	Evaluation.....	38
3.6.	MATERIELS.....	39
3.6.1.	Matériels utilisés	39
3.6.2.	Logiciels utilisés	39
3.6.3.	Les langages informatiques	39
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION		40
4.1.	RESULTATS DE L'ENQUETE	40
4.1.1.	Résultats de l'enquête par questionnaire.....	40
4.1.2.	Résultats de l'enquête par entretien	49
4.2.	RESULTATS DE LA METHODE D'INGENIERIE PEDAGOGIQUE ADDIE	51
4.2.1.	Phase d'analyse	51
4.2.2.	Résultats du design.....	55
4.2.3.	Résultats du développement guidée par la méthode SCRUM.....	59
4.2.4.	Implantation.....	79
4.2.5.	Evaluation.....	79
4.3.	DISCUSSION	82
4.3.1.	En rapport avec les difficultés des apprenants	82
4.3.2.	En rapport avec les préférences des apprenants.....	82
4.3.3.	En rapport avec l'évaluation.....	82
CHAPITRE 5 : IMPLICATIONS SUR LE SYSTEME EDUCATIF.....		83
4.1.	IMPLICATION DANS LE PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT	83
4.2.	IMPLICATION DANS LE PROCESSUS D'APPRENTISSAGE.....	83
4.3.	IMPLICATION DANS LE SYSTEME EDUCATIF.....	83
CONCLUSION ET PERSPECTIVES		84

REFERENCES	85
Annexes	I
Annexe 1 : diagramme de cas d'utilisation du sprint 1 de SEDILEARN	I
Annexe 2 : diagramme de classe du sprint 1 de SEDILEARN	II
Annexe 3 : diagramme de cas d'utilisation du sprint 2 de SEDILEARN	III
Annexe 4 : diagramme de classe du sprint 2 de SEDILEARN	IV
Annexe 5 : Plan de navigation de SEDILEARN	V
Annexe 6 : Guide d'entretien des enseignants	VI
Annexe 7 : Questionnaire adressé aux élèves	VII
Annexe 8 : Guide d'entretien des enseignants pour évaluation de l'utilité	X
Annexe 9 : Attestation de recherche	XI

RESUME

Inscrit dans la trajectoire du développement des TIC dans le monde, le Cameroun se trouve dans une perspective de l'intégration de ces dernières dans son système éducatif. Depuis plusieurs années, nous observons un besoin sans cesse grandissant de réalisation d'outils d'aide à l'apprentissage dans des disciplines variées parmi lesquelles les SVTEEHB (Sciences de la Vie et de la Terre, Education à l'environnement, Hygiène et Biotechnologies). Cette dernière est une discipline d'expérimentation présentant aux élèves des concepts nécessitant une démarche d'observation, de visualisation et même de simulation. Dans le cas précis de la géologie, des problèmes de compréhension se posent à travers les difficultés qu'ont les élèves à appréhender les temps longs et la vitesse de réalisation des phénomènes géologiques parmi lesquels la formation des roches sédimentaires. Pour pallier ce problème, nous avons mené une étude ayant pour objectif de concevoir et de réaliser un outil d'aide à l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires en classe de 3^{ème} ESG. Elle s'est déroulée de Septembre à Avril 2019 dans les établissements suivants : Collège Polyvalent Saint Pierre de Mimboman, Collège EBAGES de Nkoabang, Institut ZANG MEBENGA de Mimboman. Ainsi, pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé la méthode mixte et notre échantillon était constitué de 215 élèves ainsi que de 7 enseignants, tous provenant des établissements suscités. Après le choix de l'échantillon, un questionnaire et un guide d'entretien ont été soumis respectivement aux élèves et aux enseignants de SVTEEHB afin de relever les difficultés liées à l'apprentissage de la leçon suscitée ainsi que les préférences dans l'utilisation d'un didacticiel de SVTEEHB. Les données obtenues ont été analysées et traitées en vue de la conception et la réalisation du didacticiel qui a été baptisé SEDILEARN. Pour réaliser ledit didacticiel, nous avons utilisé la méthode de design pédagogique ADDIE à laquelle nous avons associé, à sa phase de développement, la méthode d'ingénierie logicielle SCRUM. Par la suite, le didacticiel obtenu après avoir suivi les différentes étapes de la conception d'un logiciel à savoir : la spécification, l'architecture, le code et les tests, a fait l'objet d'une évaluation de son utilisabilité auprès de 20 élèves de l'Institut ZANG MEBENGA de Mimboman d'une part, et d'une évaluation de son utilité auprès des enseignants constituant l'échantillon d'autre part. Des résultats obtenus, il ressort que la majorité des élèves a trouvé le didacticiel SEDILEARN facile d'utilisation. Les enseignants ont trouvé que le contenu du didacticiel était en adéquation avec le programme officiel de SVTEEHB de la classe de 3^{ème} ESG et pourrait contribuer à améliorer la compréhension des élèves vis-à-vis de la leçon suscitée à travers les activités qu'il propose, les exercices ainsi que les simulations. Ainsi le didacticiel SEDILEARN pourrait être considéré comme une ressource d'une importance non négligeable dans le processus enseignement-apprentissage, et pourrait participer à l'amélioration des performances des élèves dans l'apprentissage de la leçon portant sur l'origine et la formation des roches sédimentaires.

MOTS CLES : Apprentissage, Didacticiel, Ergonomie, Ingénierie pédagogique, Roche sédimentaire.

ABSTRACT

As part of the trajectory of the development of ICT in the world, Cameroon is in a perspective of the integration of these in its educational system. For several years now, we have been seeing an ever-growing need for learning tools in a variety of disciplines, including Life and Earth Sciences, Environmental Education, Hygiene and Biotechnology. The latter is a discipline of experimentation presenting to the students concepts requiring an approach of observation, of visualization and even of simulation. In the specific case of geology, problems of understanding arise through the difficulties that students have in understanding the long times and the speed of realization of the geological phenomena among which the formation of sedimentary rocks. To alleviate this problem, we conducted a study aimed at designing and implementing a tool to aid learning about the origin and formation of sedimentary rocks in the form 4 ESG class. It took place from September to March 2019 in the following institutions: Polyvalent College Saint Pierre de Mimboman, Ebages College of Nkoabang, Zang Mebenga Institute of Mimboman. Thus, to achieve this goal, we used the mixed method and our sample consisted of 215 students including 109 students from form 5 and 106 lowersixth students as well as 7 teachers, all taken from the institutions raised. After the selection of the sample, a questionnaire and an interview guide were submitted respectively to form 4 students and the teachers of SVTEEHB in order to collect the difficulties related to the learning of the lesson aroused as well as the preferences in the using a tutorial from SVTEEHB. The data obtained was analyzed and processed for the design and implementation of the tutorial that was named SEDILEARN. To carry out this tutorial, we used the ADDIE instructional design method to which we associated, during its development phase, the software engineering method SCRUM. Subsequently, the tutorial obtained was the subject of an evaluation of its usability with 20 students of the Zang Mebenga Institute of Mimboman on the one hand, and an evaluation of its usefulness with the teachers constituting the sample on the other hand. From the results obtained, it appears that the majority of students found the SEDILEARN tutorial easy to use. Teachers found that the content of the tutorial was in line with the official SVTEEHB curriculum of the form 4 ESG class and could help improve students' understanding of the lesson. Thus, the SEDILEARN tutorial could be considered as a resource of significant importance in the teaching-learning process of the Cameroonian education system, and could contribute to the improvement of student performance in learning the lesson on the origin and the formation of sedimentary rocks.

KEYWORDS: Learning, Tutorial, Ergonomics, Pedagogical Engineering, Sedimentary Rock

LISTE DES ABREVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ADDIE	Analyse Design Développement Implantation Evaluation
APTE	Application aux Techniques d'Entreprise
CRM	Centres de Ressources Multimédias.
CSS	Cascading Style Sheets.
DEEP	Design-oriented Evaluation of Perceived Usability
DITE	Département d'Informatique et des Technologies Educatives
EAO :	Enseignement Assisté par Ordinateur
ENS	Ecole Normale Supérieure
HTML	Hyper Text Markup Language.
PIC	Présentation – Interaction – Consolidation
QCM	Question à choix multiples
RUP	Rational Unified Process
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
SVT	Sciences de la Vie et de la Terre
SVTEEBB	Sciences de la Vie et de la Terre, Education à l'Environnement, hygiène et Biotechnologies.
TIC	Technologie de l'Information et de la Communication
XP	eXtreme Programming

LISTE DES FIGURES

Figure 1:MISA : représentation de haut niveau (Paquette & Crevier, 1997).....	13
Figure 2:Modèle Dick et Carey (Dick and Carey, 2001)	14
Figure 3: Le modèle ADDIE représenté par (Gustafson & Branch, 2002).....	16
Figure 4: Le modèle en cascade (Lonchamp, 2015)	18
Figure 5: Le modèle en V (Lonchamp, 2015).....	19
Figure 6: Phases, itérations et disciplines (Lonchamp, 2015).....	20
Figure 7: Les 13 pratiques de XP, (Messenger Rota, 2013)	21
Figure 8: Processus de développement XP, (Khalil, 2011).....	22
Figure 9: Le product backlog (Longchamp, 2015)	24
Figure 10: Exemple de Burndown chart, (Blankenship, Bussa, & Millett)	24
Figure 11: La rétrospective de sprint (Longchamp, 2015).....	26
Figure 12: Diagramme des âges des élèves de 3ième et 2nde en fonction des effectifs	40
Figure 13:difficulté d'assimilation	41
Figure 14: Difficulté liée au vocabulaire utilisé.....	41
Figure 15: Difficulté liée au degré d'abstraction des phénomènes expliqués	42
Figure 16: difficulté liée au manque de travaux pratiques	42
Figure 17:Distribution des élèves en fonction de la ressource la plus utilisée pour apprendre les SVT	43
Figure 18: Moyenne généralement obtenue dans les évaluations de SVT par les élèves	43
Figure 19: distribution des élèves selon qu'ils disposent d'un ordinateur	44
Figure 20: distribution des élèves selon qu'ils ont un accès régulier à un smartphone ou une tablette	44
Figure 21: distribution des élèves selon l'apport du didacticiel dans la compréhension	45
Figure 22 : distribution des élèves selon que le didacticiel doit avoir plein d'exercices	45
Figure 23: distribution des élèves selon que le didacticiel doit avoir des jeux	45
Figure 24: distribution des élèves selon que le didacticiel doit proposer des images	46
Figure 25: distribution des élèves selon que le didacticiel doit proposer des animations.....	46
Figure 26:Distribution des élèves de 3ieme selon qu'ils sont capables d'expliquer ce qu'est un tremblement de terre.....	47
Figure 27: Distribution des élèves de 3ieme selon qu'ils sont capables de citer trois types de roches	47
Figure 28:Distribution des élèves de 3ieme selon qu'ils sont capables de citer les agents de l'érosion.....	48
Figure 29: Distribution des élèves de 3ieme selon qu'ils sont capables de définir ce que c'est qu'un paysage naturel.....	48
Figure 30:distribution des élèves de 2nde selon qu'ils sont capables d'expliquer l'origine des particules composants la roche sédimentaire	49
Figure 31:Distribution des élèves de 2nde selon qu'ils sont capables de décrire le cycle des roches sédimentaires	49

Figure 32: diagramme de bête à corne d'expression du besoin	55
Figure 33: : Diagramme de pieuvre des besoins fonctionnels de SEDILEARN	59
Figure 34: Architecture client-serveur (Pasquet, 2016).....	65
Figure 35: Diagramme de classe global du système	66
Figure 36: Diagramme de cas d'utilisation global.....	67
Figure 37: Des sprints et leurs activités en parallèle.....	68
Figure 38: Les étapes de la planification de sprint.....	68
Figure 39: Burndown du sprint 1	71
Figure 40: Accueil de SEDILEARN.....	71
Figure 41: interface de présentation de la situation problème.....	72
Figure 42: interface de l'activité 1 de la première leçon.....	72
Figure 43: Interface du module glossaire.....	73
Figure 44: Burndown du sprint 2	76
Figure 45: accueil du module évaluation de SEDILEARN	77
Figure 46: Interface évaluation de type Quiz	77
Figure 47: Interface évaluation de type Texte à trous.....	78
Figure 48: Interface d'accueil du module galerie.....	78
Figure 49: Interface d'une image provenant de la galerie	78

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Fonctions pédagogiques et leurs caractéristiques (De Vries, 2001).....	10
Tableau 2: méthodologies agiles contre méthodologie traditionnelle (Bassem E Haddad, et al., 2017)	26
Tableau 3: comparatif des caractéristiques des méthodes Scrum, XP et RUP (Longchamp, 2015)...	27
Tableau 4: Les critères d'évaluation ergonomique de Bastien et Scapin (1993).....	28
Tableau 5: Correspondance des scores aux items inversés par rapport aux items normaux	30
Tableau 6: échantillon de classes de 2nde.....	33
Tableau 7: échantillon de classes de 3ième.....	33
Tableau 8: Echantillon obtenu	34
Tableau 9: échantillon des enseignants	34
Tableau 10: récapitulatif de l'entretien auprès des enseignants.....	50
Tableau 11: Découpage des contenus pédagogiques en séances.....	57
Tableau 12: Découpage des contenus en activités	57
Tableau 13: Les membre de l'équipe Scrum.....	59
Tableau 14: Enoncé du problème.....	60
Tableau 15: Position du produit	60
Tableau 16: Personnas et leurs caractéristiques	61
Tableau 17: Backlog de produit SEDILEARN	62
Tableau 18: plan de release de sédilearn.....	65
Tableau 19: Sprint backlog du sprint 1	68
Tableau 20: BackLog de produit de retrospective du sprint 1	73
Tableau 21: Sprint backlog du sprint 2	74
Tableau 22: Effectif obtenu par critère, items et niveau d'échelle	79
Tableau 23: Moyenne obtenue par item et par critère.....	80

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE

1.1. CONTEXTE

Depuis plus de deux décennies, les TIC (technologies de l'information et de la communication) se révèlent être des outils idoines dans le processus de développement des pays à travers le monde car leurs applications se retrouvent dans la plupart des secteurs d'activités (Aéronautique, médecine, astronomie, agriculture, gouvernance, etc.). Dans le domaine éducatif, Les termes TIC, désignent non seulement la mise en place de réseaux et d'équipements dans les diverses strates éducatives, mais aussi l'utilisation de ces technologies pour des fins de développement éducatif, économique, social et culturel (Karsenti L. , 2005). En effet, les TIC fournissent des moyens novateurs, non seulement pour la diffusion des connaissances mais aussi pour l'exploration des stratégies d'apprentissage qui favorisent la construction des compétences (Lebrun M. , 1999). Elles ouvrent la voie à des activités pédagogiques novatrices allant de l'illustration de concepts par l'image 3D à des activités plus complexes de collaboration et de construction des connaissances, lesquelles étaient jusque-là irréalisables en raison des contraintes de temps et d'espace (Gélinas, 2002). Une utilisation judicieuse des TIC encourage le développement d'habiletés transversales. En effet, en même temps qu'il réalise des apprentissages disciplinaires et technologiques, l'élève a l'occasion d'effectuer, dans un contexte TIC approprié, des apprentissages qui contribuent au développement d'habiletés intellectuelles telles que l'esprit critique et la résolution de problèmes d'une part ; d'une habileté sociale telle que le travail en équipe et d'habiletés méthodologiques d'autre part (Jefferson & Edwards, 2000). Ainsi des efforts sont consentis dans plusieurs pays pour rendre effectif l'intégration des TIC dans leurs systèmes éducatifs.

En Afrique, dans le contexte marocain, Le programme GENIE 2006-2013, pilote du plan « Maroc Numéris 2013 », vise l'équipement des établissements et la formation des enseignants et des cadres administratifs. Le plan d'urgence 2009 (Espace 1, Projet 10), vise l'intégration des technologies de communication et la stimulation de la créativité dans le domaine de l'apprentissage.

Au Cameroun, la loi de l'orientation scolaire vise parmi ses objectifs la formation de citoyens enracinés dans leur culture, mais ouverts au monde et respectueux de l'intérêt général et du bien commun. Cette loi stipule également dans son article 25 que l'enseignement dans les établissements scolaires prenne en compte l'évolution des sciences et des technologies et, que

dans ses contenus et ses méthodes, soit adapté aux évolutions économiques, scientifiques, technologiques, sociales et culturelles du pays et de l'environnement international (**loi n°98/004 du 4 avril 1998 d'orientation de l'éducation au Cameroun**). Dans un souci de rendre effectif cette vision de l'enseignement, le Cameroun s'est tourné vers le processus de globalisation en novembre 2001. C'est ainsi que des centres de ressources multimédia ont vu le jour dans des établissements d'enseignement secondaire général (Djeumeni, 2010). Dans la même perspective le Département d'Informatique et des Technologies Éducatives (DITE) a vu le jour en 2007 à l'École Normale Supérieure de Yaoundé et par la suite dans les autres écoles normales supérieures, Ceci dans le but de former un personnel qualifié destiné à l'implémentation effective de la politique du pays en termes de TIC dans l'éducation primaire et secondaire. Cette ressource humaine produit chaque année des outils logiciels et plus particulièrement des didacticiels destinés à faciliter le processus d'enseignement/apprentissage dans plusieurs disciplines d'enseignement parmi lesquelles les SVTEEHB. Cette initiative a permis de développer en 2018 des didacticiels tels que BOOST PRODUCTION (FOKO, 2018) destiné à l'apprentissage sur l'amélioration de la qualité et de la quantité des productions animales et végétales, VIDA (NOUYEP, 2018) sur l'apprentissage du VIH/SIDA en classe de quatrième de l'enseignement secondaire générale. Cependant, en ce qui concerne la géologie et plus particulièrement la leçon portant sur l'origine et la formation des roches sédimentaires en classe de 3^{ème}, des didacticiels pouvant faciliter l'acquisition des connaissances et des compétences dans ladite leçon sont inexistant. D'où la nécessité de nous intéresser à la réalisation d'un outil d'aide à l'apprentissage qui permettrait aux élèves de mieux appréhender les concepts et phénomènes liés à ladite leçon.

1.2. PROBLEMATIQUE

Les technologies de l'information et de la communication, leurs différents domaines d'utilisation et leur potentiel de développement sont au cœur des changements, des transformations, des enjeux et des défis qui se présentent au monde de l'éducation d'aujourd'hui (L TREMBLAY & COMITE DE PILOTAGE DES TIC, 2000). Au Cameroun, les TIC se sont progressivement installées dans les établissements scolaires d'enseignement secondaire général depuis les années 2000. D'après Karsenti (2009), ces dernières ne sont pas utilisées de façon effective dans toutes les disciplines d'enseignement à l'instar de la SVTEEHB en général et de la géologie en particulier. En effet, cette dernière est une discipline qui se veut expérimentale car s'intéresse d'une part à l'explication de la formation de la Terre et d'autre part à son histoire.

C'est le cas de la leçon portant sur l'origine et la formation des roches sédimentaire. L'expérimentation pratique y occupe donc une place cruciale. Ceci montre l'importance des locaux aménagés pour les séances d'expérimentation que sont les laboratoires. Cependant, les ressources financières requises pour la construction, l'aménagement, l'exploitation et la maintenance des laboratoires réels sont loin de la portée de la plupart des établissements d'enseignement secondaire général au Cameroun. De plus le matériel didactique limité ainsi que l'absence de sorties sur le terrain posent un problème évident de manque de ressources pédagogiques. Ce qui ne favorise pas le processus d'enseignement/apprentissage des SVT et plus particulièrement de l'origine et de la formation des roches sédimentaires. Au vu de tout ce qui précède, il serait alors judicieux de concevoir et de réaliser un outil d'aide à l'apprentissage portant sur l'origine et la formation des roches sédimentaires en classe de 3^{ème} ESG afin de faciliter les apprentissages des élèves sur l'origine et la formation des roches sédimentaires mais aussi favoriser l'intégration des TIC dans les Sciences de la Vie et de la Terre.

1.3. QUESTIONS DE RECHERCHE

La question principale que nous nous posons est celle de savoir : comment concevoir et réaliser un didacticiel de SVTEEHB portant sur l'origine et la formation des roches sédimentaires pour les élèves de la classe de troisième de l'enseignement secondaire générale au Cameroun ? Cette question centrale fait appel à trois questions spécifiques à savoir :

- Quelles sont les difficultés rencontrées par les élèves des classes de troisième ESG dans l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires en SVTEEHB ?
- Quelles sont les préférences des élèves dans un didacticiel à développer dans cette étude pour faciliter l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires en classe de troisième ?
- Comment s'assurer que le didacticiel développé répond de manière satisfaisante aux attentes des élèves et enseignants de la classe de 3^{ème} ESG ?

1.4. OBJECTIFS DE RECHERCHE

L'objectif de cette recherche est la conception et la réalisation d'un didacticiel d'aide à l'apprentissage en SVTEEHB sur l'origine et la formation des roches. Cet objectif se décline en trois objectifs spécifiques qui sont les suivants :

- Relever les difficultés rencontrées par les élèves dans l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires en classe de troisième ESG ;
- Identifier les préférences des élèves sur un didacticiel à développer pour faciliter l'apprentissage de l'origine et la formation des roches sédimentaires en classe de troisième ESG ;
- Évaluer le didacticiel qui sera développé pour s'assurer de son utilité ainsi que de son utilisabilité à l'endroit des élèves et enseignants de classe de 3^{ème} ESG.

1.5. CHAMP DE L'ETUDE

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'analyse, la conception et la réalisation d'un didacticiel d'aide à l'apprentissage de l'origine et la formation des roches sédimentaires relatif à la discipline SVTEEHB en classe de troisième par les élèves-professeurs du Département d'Informatique et des Technologies Éducatives de l'École Normale Supérieure de Yaoundé. Ladite étude a été menée dans trois établissements scolaires d'enseignement secondaire général des villes de Yaoundé et Nkoabang à savoir le collège EBAGES, l'Institut ZANG MEBENGA et le collège Polyvalent Saint Pierre de Mimboman. Le choix desdits établissements se justifie par la proximité de ceux-ci vis-à-vis des lieux de résidences des responsables de l'étude, et aussi des contraintes de temps liées à l'étude. Cette étude porte sur le module 3 du devis ministériel de SVTEEHB en classe de troisième ESG, ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT ET AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, et plus particulièrement sur l'origine et la formation des roches sédimentaires.

1.6. IMPORTANCE DE L'ETUDE

Le système éducatif camerounais au travers de sa loi d'orientation N°98/004 DU 4 AVRIL 1998 vise à prendre en compte dans le processus d'enseignement/apprentissage l'évolution technologique passant par l'intégration des TIC dans ledit processus. De ce fait, la mise sur pied d'un didacticiel d'aide à l'apprentissage de l'origine et la formation des roches sédimentaires viendrait mettre à la disposition des élèves et aussi des enseignants de SVTEEHB, un outil favorisant le développement des connaissances et des compétences vis-à-vis de cette notion. Et ainsi pallier au manque de ressources pédagogiques et d'environnements de travail nécessaires à un apprentissage efficace et efficient.

1.7. DEFINITION DES MOTS CLES

Apprentissage : Selon De Ketele (1989) « l'apprentissage se définit comme un processus systématiquement orienté vers l'acquisition de certains savoirs, savoir-faire, savoir-être et savoir-devenir ». C'est un ensemble de mécanismes menant à l'acquisition de savoir-faire, de savoir-être ou de connaissances.

Didacticiel : D'après le dictionnaire de français le Grand « Robert », un didacticiel est un logiciel spécialisé dans l'enseignement d'une discipline, d'une méthode, de certaines connaissances et utilisé en enseignement assisté par ordinateur. Dans « 36 dictionnaires », le didacticiel est défini comme étant un logiciel éducatif conçu comme moyen d'enseignement ou de formation, en vue de l'acquisition d'une discipline, de connaissances, de méthodes particulières ou de compétences.

Ergonomie : Selon le dictionnaire le Grand « Robert », l'ergonomie est l'étude scientifique des conditions (psychophysiologiques et socio-économiques) de travail et de relation entre l'homme et la machine.

Roche sédimentaire : Roche formée par le dépôt plus ou moins continu de matériaux prélevés sur les continents après altération des roches préexistantes et transport par des agents mécaniques externes (eau ou vent) (Dictionnaire français LAROUSSE).

Ingénierie pédagogique : Stolovitch et Keeps (2003) (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.

1.8. STRUCTURE DE L'ETUDE

En plus du chapitre 1 consacré à l'introduction générale, la suite de notre travail s'articulera autour de quatre (04) autres chapitres à savoir :

- Le chapitre 2 qui traitera de la « *Revue de littérature* » sera orienté sur une synthèse des travaux antérieurs liés à notre étude, une description des méthodologies d'ingénierie pédagogique et logicielle, des différents critères de conception ergonomique des logiciels et un choix des méthodes de développement logiciel et pédagogique ;

- Le chapitre 3 intitulé « *Matériels et méthode* », qui reposera sur la présentation de méthodologies choisies de façon détaillée, ainsi que du matériel utilisé ;
- Le chapitre 4 intitulé « *Résultats et Discussion* » dont la quintessence réside dans la présentation des différents résultats obtenus après application de la méthodologie et les discussions liées à ces résultats ;
- Le chapitre 5 « *implication dans le système éducatif* » quant à lui met en exergue les implications dans le processus enseignement/apprentissage.

CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITTÉRATURE

Avant de nous engager dans la recherche proprement dite de la solution aux problèmes qui ont été identifiés dans le précédent chapitre, il est intéressant de voir dans un premier temps les différents travaux qui ont été réalisés sur la même thématique que le nôtre, et dans un second temps, nous procéderons à la présentation de quelques méthodes de développement logiciel et de design pédagogique afin de choisir celle qui sied le mieux dans notre contexte ainsi que des critères de conception ergonomique.

2.1. ETAT DE L'ART

2.1.1. Les difficultés dans l'apprentissage des SVT

Selon DOrange (2003), la SVT en général et la géologie en particulier sont des sciences qui s'intéressent d'une part à l'explication de la formation de la Terre et d'autres parts à l'histoire de la Terre. L'appréhension du temps et de l'espace, la modélisation des phénomènes, sont des points retenus comme principales difficultés didactiques par les auteurs qui se sont penchés sur l'enseignement des SVT, et plus particulièrement de la géologie. Ainsi d'après Gould (1990), ces difficultés sont largement liées aux rapports que la discipline entretient avec le temps telles que : difficultés à appréhender des temps longs, à élaborer un raisonnement diachronique, à saisir le rôle de la contingence dans l'histoire géologique. Selon Gohau (1990), « une des difficultés de l'enseignement de la géologie tient à notre incapacité à prendre conscience des immenses durées du passé de la Terre. Monchamp A. & M. Sauvageot-Skibine (1995) Relèvent que le fixisme constitue un obstacle à la compréhension de phénomènes dynamiques paraissant statiques à l'échelle humaine.

Les résultats d'une étude effectuée en 2004 par l'équipe de recherche technologique en éducation à l'INRP de Lyon en France, ont montré que le manque des travaux de terrains et des pratiques expérimentales en classe ainsi que l'absence des formations initiales ou continues des professeurs des Sciences de la Vie et de la Terre en géologie sont les principales difficultés qui influencent les apprentissages géologiques. Toujours dans le même sillage, une étude a été menée au Liban sur l'enseignement des SVT et il en ressort que L'enseignement des sciences de la vie et de la Terre dans les établissements scolaires homologués et conventionnés libanais rencontre de nombreuses difficultés didactiques, curriculaires, idéologiques et professionnelles. L'étude et l'analyse qui ont été entreprises ont permis de déceler des corrélations entre les

conceptions des élèves et celles de leurs enseignants ainsi que la présence d'obstacles épistémologiques, didactiques et idéologiques pouvant être à la base des résistances face à l'apprentissage des sciences de la vie et de la Terre.

L'étude menée par Khadija Kaid Rassou (2017) montre que les élèves éprouvent des difficultés pour la compréhension des cours de la géodynamique externe et ce, plus particulièrement pour la sédimentologie (sédimentation et milieux sédimentaires), la stratigraphie (Datation et reconstitution des paléo environnements) et de la cartographie (carte géologique et coupe géologique). Ces difficultés peuvent être liées à l'insuffisance des ressources pédagogiques mobilisées, l'absence de sorties géologiques ainsi qu'au manque des prérequis nécessaires chez les élèves des classes secondaires qualifiantes.

2.1.2. Typologie des didacticiels

Intégrer les TIC dans le système éducatif camerounais passe par l'usage des ressources pédagogiques numériques tels que les didacticiels. Ces derniers sont des logiciels interactifs destinés à faciliter le processus enseignement-apprentissage. Selon De Vries (2001), un logiciel éducatif peut être caractérisé par la fonction visée lors de sa conception. Cette fonction découle d'un point de vue théorique et mène aux spécifications du logiciel. Elle traduit la volonté de l'enseignant et / ou du concepteur de créer l'environnement idéal pour les élèves. On distingue donc :

- **Exerciseurs**

Ils présentent une série de questions et de réponses dans un domaine d'apprentissage donnée afin de permettre à l'apprenant de s'autoévaluer et développer des automatismes. Selon Alessi et Trollip (1991), les exercices répétés ne sont appropriés qu'après que les élèves ont suivi un enseignement classique. L'objectif est que l'élève s'entraîne pour obtenir aisance et vitesse dans une matière.

- **Tutoriels**

Il s'agit ici des didacticiels dont la fonction première est la présentation de l'information. Les logiciels présentent des pages écran, constituées de textes, des explications, éventuellement alternés avec des questions auxquelles l'élève doit répondre. La tâche proposée aux élèves consiste à lire et étudier ce qui est présenté sur l'écran. Son activité concrète se limite à des actions ayant pour effet de répondre à des questions pour vérifier la compréhension du contenu enseigné (Vries, 2001).

- **Les tuteurs intelligents**

Dans cette catégorie, l'ordinateur de façon générale et le logiciel en particulier sont exploités pour exécuter une tâche qui est habituellement exécutée par un humain (l'enseignant). Ce type de didacticiel est issu de l'intelligence artificielle et son rôle est celui d'un entraîneur, d'un guide, d'un tuteur, d'un expert, d'un enseignant ou d'un autre élève.

- **Jeux éducatifs**

Dans cette catégorie de logiciels, l'objectif est la motivation des élèves au travers de l'exploitation des défis associés aux jeux. Ainsi, l'ordinateur joue un rôle de console de jeu et la tâche proposée à l'élève est celle de jouer. La motivation peut conduire à des réalisations concrètes très différentes. Ces didacticiels présentent les éléments d'apprentissage d'une matière donnée sous forme ludique et sont stockés aujourd'hui sur des supports multimédia (Rieber, 1996).

- **Hypermédia ou multimédia**

Ils renvoient à l'exploitation de l'ordinateur pour rendre disponible le texte, le son, les images et les vidéos. Le rôle du logiciel est de fournir un espace d'exploration correspondant aux concepts et relations d'une matière. La tâche proposée à l'élève consiste en l'exploration de cet espace. Dans ces didacticiels, l'élève construit ses propres connaissances et décide seul de la façon à procéder (Vries, 2001).

- **Simulation**

Les didacticiels de simulation sont appropriés dans un apprentissage par imitation d'une partie de la réalité. Les différentes simulations intègrent des réalités, des normes, des lois ou des règles de fonctionnement. L'élève, en apprenant sur une simulation agit d'une manière similaire à une situation réelle. Il peut effectuer des modifications et observer les effets sur d'autres variables. Il s'agit pour les élèves d'accomplir des tâches de manipulations, d'observations et d'interprétations des résultats. Les élèves structurent et organisent l'information. La connaissance n'existe qu'en étant construite par une personne et n'a une signification que par cette construction. Ainsi, les simulations prônent un apprentissage par la découverte et par l'action (Vries, 2001).

Tableau 1: Fonctions pédagogiques et leurs caractéristiques (De Vries, 2001)

Fonction pédagogique	Type de logiciel	Théorie	Tâche	Connaissances
Présentation de l'information	Tutoriel	Cognitivisme	Lire	Présentation ordonnée
Dispenser des exercices	Exercices répétés	Béhaviorisme	Faire des exercices	Association
Véritablement enseigner	Tuteur intelligent	Cognitivisme	Dialoguer	Représentation
Captiver l'attention et la motivation de l'élève	Jeux éducatifs	Principalement béhavioriste	Jouer	
Fournir un espace d'exploration	Hypermédia	Cognitivisme constructivisme	Explorer	Présentation en accès libre
Fournir un environnement pour la découverte des lois naturelles	Simulation	Constructivisme cognition située	Manipuler, observer	Modélisation
Fournir un environnement pour la découverte de domaines abstraits	monde	Micro Constructivisme	Construire	Matérialisation
Fournir un espace d'échange entre élèves	Apprentissage collaboratif	Cognition située socioconstructivisme	Discuter	Construction de l'élève

2.1.3. Elèves et Préférences dans les didacticiels

Baga (2016), dans son étude sur « Acceptabilité d'un didacticiel portant sur l'apprentissage de l'histoire-géographie chez des élèves du secondaire du Burkina Faso », dégage quelques préférences des élèves en matière de didacticiel. En effet, d'après l'auteur, les résultats des données suggèrent que les élèves utilisent plusieurs critères pour choisir un logiciel éducatif. Leur choix porterait sur les critères relatifs au contenu du didacticiel, à l'expérience des concepteurs, au niveau de la langue utilisée, à la fiabilité et à l'utilisabilité du logiciel. Premièrement, certains élèves accordent beaucoup d'importance à la qualité, à l'authenticité et à l'accessibilité du contenu. Deuxièmement, les élèves relient le contenu du didacticiel à

l'expérience des concepteurs de ce dernier. La fiabilité concernerait alors non seulement les logiciels, mais aussi les personnes qui les ont produits. C'est pourquoi l'auteur conclut qu'un logiciel éducatif serait mieux accepté si ses concepteurs sont expérimentés et qualifiés et si les informations contenues dans le logiciel ont été évaluées. De plus, l'auteur pense que le niveau de langue utilisé par les concepteurs est un critère déterminant dans l'acceptation du didacticiel. En effet, d'après lui, certains élèves souhaitent que le didacticiel soit accessible dans un langage courant parce que le français n'est pas leur langue maternelle. En clair, ils expriment leurs souhaits vis-à-vis du vocabulaire utilisé dans un didacticiel et que celui-ci soit en relation avec le leur et selon le contexte dans lequel ils l'ont appris.

Par ailleurs, en plus de ces préférences, l'auteur ajoute les paramètres sociaux, culturels et économiques. D'après lui, les élèves sont regardants sur les éléments sociaux et certaines normes de vie propre à leur milieu.

2.2. CADRE THEORIQUE

Nous allons nous intéresser dans cette partie à la présentation des différentes méthodes aussi bien de design pédagogique que de génie logiciel et procéderons à un choix dans chaque catégorie de méthodes

2.2.1. Ingénierie pédagogique

Les recherches et travaux sur la psychologie cognitive qui font suite à Piaget ont permis de mieux connaître le phénomène d'apprentissage à partir de différents mécanismes de compréhension, perception, conception, conceptualisation et mémorisation des élèves (Marchand *et al.*, 2002). Les théories du constructivisme et du socioconstructivisme conduisent à la mise en évidence du rôle actif qui doit être celui de l'apprenant dans la construction de son savoir. Ce dernier doit interagir avec non seulement les outils qui sont à sa disposition, mais également avec son environnement pour acquérir ou développer des compétences. De là découle la nécessité absolue de créer aujourd'hui des dispositifs d'apprentissage assistés des TIC qui s'appuient sur l'ingénierie pédagogique.

2.2.1.1. Le design pédagogique

L'utilisation du vocable design pédagogique (*Instructional Design*) apparaît dans les années soixante (Basque, 2010 ; Poellhuber et Fournier St-Laurent, 2014) au moment où des chercheuses et des chercheurs américains s'affairent à développer une méthode systémique de planification et de développement de l'enseignement (Basque, 2010). Le concept moderne de

cette approche systémique s'est donc peu à peu développée grâce à l'apport des différents domaines, tout particulièrement celui de la biologie (Lapointe, 1993). Dès lors, on considère comme un système complexe une partie ou l'ensemble d'un cours qui met en interaction des éléments tels les objets d'apprentissage, les stratégies pédagogiques, les caractéristiques des apprenantes et apprenants, les stratégies d'évaluation, le média, etc. (Basque, 2004, 2010). Le design pédagogique apparaît alors comme une méthode systémique qui s'intéresse et tient compte de toutes les phases du cycle de vie d'un système d'apprentissage.

2.2.1.2. Modèles d'ingénierie pédagogique

On retrouve dans la littérature d'innombrables modèles qui mettent en scène un processus d'ingénierie pédagogique.

2.2.1.2.1. Le modèle MISA

La méthode MISA 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 supports 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. La méthode de représentation par objets typés MOT permet de représenter diverses catégories de modèles, systèmes conceptuels, procéduraux ou prescriptifs, et notamment des méthodes comme MISA. 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,

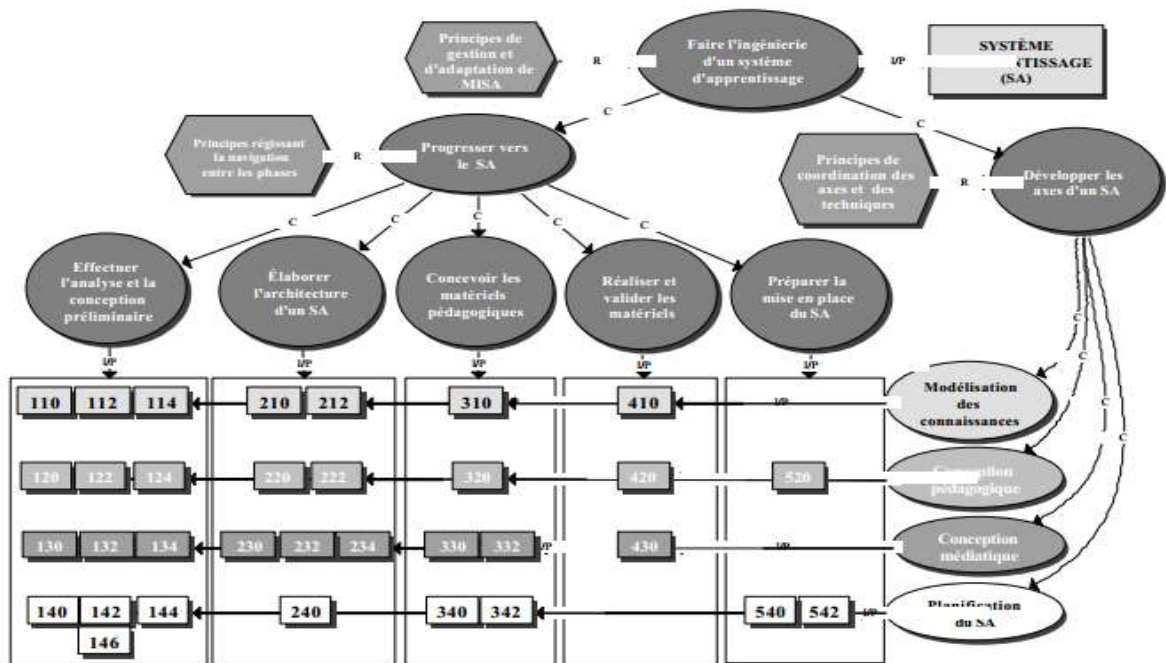


Figure 1: MISA : représentation de haut niveau (Paquette & Crevier, 1997)

2.2.1.2.2. Le modèle Dick et Carey

Le modèle de Dick et Carey. Il s'agit d'un modèle utilisant une approche systémique. De ce fait, il est plus impliqué dans le développement pédagogique que dans la conception pédagogique. Une limite de ce modèle est l'absence de considération pour les comportements. Ce modèle comporte les dix étapes suivantes :

- Identifier le but pédagogique ;
- Effectuer une analyse didactique ;
- Identifier les comportements d'entrée et les caractéristiques des apprenants ;
- Donner les objectifs de performance ;
- Élaborer les critères de tests ;
- Élaborer une stratégie d'enseignement ;
- Élaborer et sélectionner le matériel didactique ;
- Concevoir et mener une évaluation formative ;
- Réviser l'instruction ;
- Concevoir et mener une évaluation sommative.

Ces étapes sont exécutées de manière itérative et en parallèle. Le modèle de Dick et Carey présente un processus détaillé et complet.

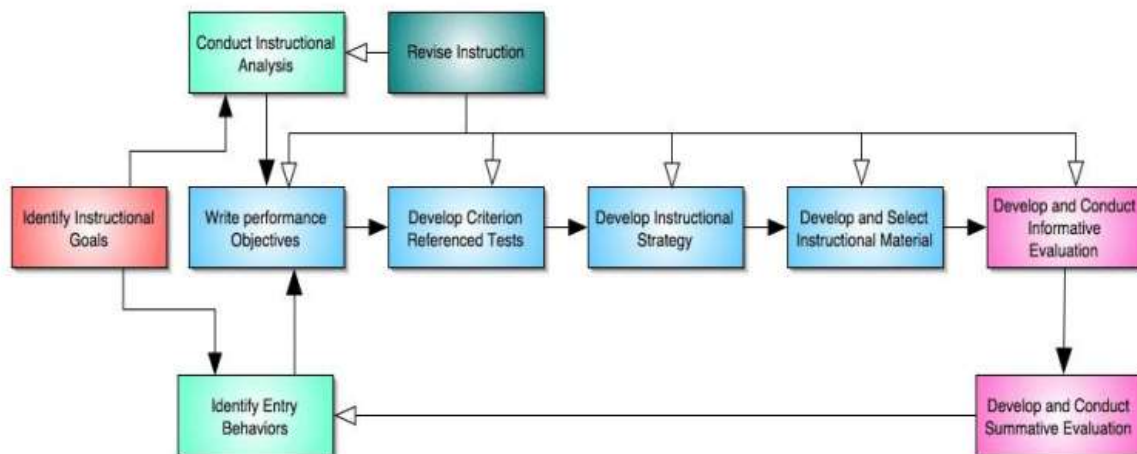


Figure 2:Modèle Dick et Carey (Dick and Carey, 2001)

2.2.1.2.3. Le modèle ADDIE

Le modèle ADDIE de Lebrun (2007) présente une démarche rationnelle, logique et séquentielle qui permet de mettre en place un processus fort pour résoudre un problème de développement de ressources d'enseignement et d'apprentissage répondant à des besoins préalablement analysés. ADDIE est un acronyme d'origine anglo-saxonne, qui signifie *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Dans la francophonie, ces étapes sont traduites par Analyse, design, développement, Implantation, Evaluation. Ce modèle qui se veut non linéaire empreinte une approche cognitiviste de l'apprentissage et se présente comme un processus souple et englobant, car « le modèle s'opérationnalise graduellement et se réajuste constamment » (Bilodeau, 2006). Les étapes du modèle sont décrites comme suit :

- **Analyse** : Cette phase consiste à analyser un certain nombre de composantes qui servent à orienter le projet de développement du système d'apprentissage : les besoins de formation, les caractéristiques de la clientèle cible, le contexte dans lequel s'insère la formation, les ressources existantes pouvant être utilisées ou adaptées pour le système d'apprentissage (Basque, 2004).
- **Le design** : Le Design repose essentiellement sur la responsabilité de l'enseignant et vise le développement d'une stratégie d'enseignement qui permettra d'atteindre les objectifs établis à la phase précédente. Pour ce faire, on déterminera l'objectif général de la formation. De là, on identifiera les objectifs spécifiques qui à leur tour seront subdivisés en sous-éléments d'apprentissage et finalement en contenus. Cette phase a pour objet de développer la stratégie pédagogique et de sélectionner les médias

d'apprentissage ainsi que les différents éléments composant le matériel pédagogique à développer pour la formation (Basque, 2010).

- **Le développement :** Cette troisième phase consiste à donner forme au projet de formation en s'appuyant sur les deux étapes précédentes. Principalement, l'objectif est de mettre en forme le dispositif d'apprentissage grâce aux divers outils tels que le papier, le crayon, les photos, le matériel audio ou vidéo, la caméra, les ordinateurs, les logiciels, les plateformes pédagogiques, etc. Selon Lebrun (2007) : Il s'agira de construire le plan des différentes leçons, et d'élaborer les ressources nécessaires (les documents nécessaires, les médias...).
- **L'implantation :** L'Implantation consiste à livrer le produit et à le rendre accessible aux participants ciblés. On donnera à l'apprenant ou au groupe témoin l'accès au matériel pédagogique (enseignement en présentiel, logiciel informatique, site Web, hyperliens, etc.) développé dans la classe, dans le laboratoire ou encore par le biais d'un système informatique ou télématique (Lebrun, 2007). Durant ce cycle, il sera important de veiller à la juste compréhension du matériel didactique par l'apprenant, à l'atteinte des objectifs, au transfert des connaissances et du lieu d'apprentissage vers le lieu de leur application.
- **L'évaluation :** Cette dernière étape consiste à effectuer l'évaluation du système d'apprentissage afin d'en valider sa qualité et son efficacité. L'évaluation « couvre le processus dans son ensemble : pendant les phases, entre les phases et à la fin du processus d'implémentation » (Lebrun, 2007). Il faut souligner qu'il existe deux types d'évaluation. Le premier, appelé évaluation formative, sert à apporter les améliorations nécessaires avant de le rendre disponible auprès de la clientèle cible. Le deuxième, appelé évaluation sommative, cherche à apprécier et ultimement à décider si le produit peut être lancé, vendu ou mis à la disposition des élèves. Il est important pour l'enseignant d'effectuer une analyse préalable adéquate au projet de formation et d'en déterminer les objectifs sous forme de comportements attendus (connaissances acquises ou compétences). Ainsi, Lebrun (2007) mentionne la pertinence de se munir de tests ou d'évaluations qui accompagneront et clôtureront le processus de conception, et ce, dès la phase Design.

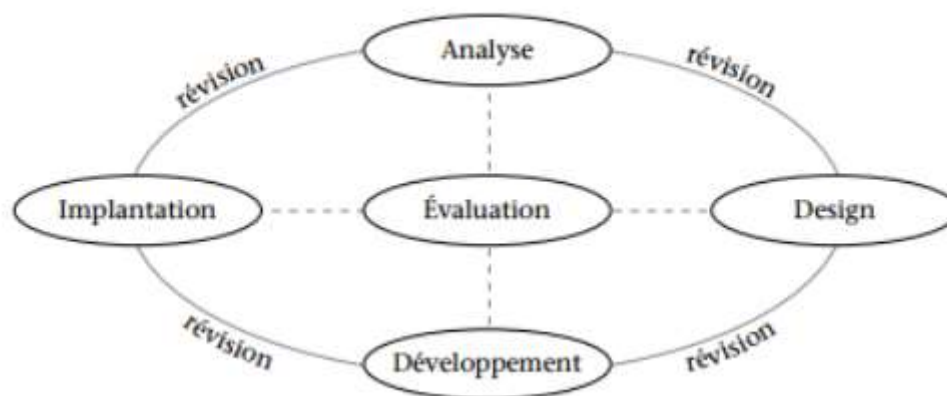


Figure 3: Le modèle ADDIE représenté par (Gustafson & Branch, 2002)

2.2.1.3. Choix d'un modèle d'ingénierie pédagogique

L'orientation, les visées de ce travail et les objectifs à atteindre nous amènent à choisir comme modèle d'ingénierie pédagogique le modèle ADDIE.

ADDIE obéit aux cinq étapes de design pédagogique dont il est l'hyponyme. Il a l'avantage par rapport aux autres méthodes l'instar du modèle de Dick & Carey d'intégrer la phase d'implantation. Par ailleurs, le choix de ce modèle s'explique de son caractère générique lui permettant de s'adapter à tout type de projet. Simplement indiqué, la méthode ADDIE fournit des moyens pour la prise de décisions saines afin de répondre aux questions qui, ce qui, quand, où, pourquoi, et comment d'un programme d'étude. Le concept d'ADDIE ou « d'**approche systématisée** » est basé sur l'obtention d'une vue globale de l'apprentissage. Il est caractérisé par un procédé ordonné pour recueillir et analyser des conditions d'exécution collective et individuelle, et la capacité de répondre à l'étude et aux besoins de formation identifiés. L'application d'une approche systématisée assure pour cela des programmes d'étude et les matériels de support exigés sont continuellement développés d'une façon efficace et pour assortir la variété des besoins dans un environnement rapidement en cours d'évolution (Branson, 1975).

2.2.2. Ingénierie logicielle

Le processus de fabrication du logiciel est toujours accompagné d'un processus de gestion de projet (estimation, planification, suivi, etc.) et d'un processus qualité (mesure, contrôle qualité, documentation, etc.). Les modèles de développement ou modèles de cycle de vie

décrivent à un niveau très abstrait et idéalisé les différentes manières d'organiser la production du logiciel. Les étapes, leur ordonnancement, et parfois les critères pour passer d'une étape à une autre sont explicités : critères de terminaison d'une étape, critères de choix de l'étape suivante, critères de démarrage d'une étape. On distingue plusieurs catégories de modèles de développement logiciel parmi lesquels :

- Les modèles linéaires ou classiques ;
- Les modèles agiles.

2.2.2.1. Les modèles classiques ou linéaires

Le modèle de développement qui prévalait au début de l'informatique était « code and fix » quand la codification commençait sans aucun travail d'analyse et de conception préalable. Cela peut encore se concevoir pour de très petits programmes mais certainement pas pour des développements sérieux. Les modèles linéaires sont apparus ensuite.

2.2.2.1.1. Le modèle en cascade

Dans cette approche proposée en 1970 par Winston Royce (Royce, 1970) et héritée des méthodes classiques d'ingénierie, chaque étape doit être terminée avant que ne commence la suivante. À chaque étape, il y a production d'un « livrable » (*deliverable*) 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. Les coûts de correction des erreurs sont donc importants. Il faut si possible « tout bien faire » dès le début. La résolution de beaucoup de facteurs de risque, comme le démarrage du codage ou l'intégration des éléments de l'application (en un unique *big bang*), sont repoussés à la fin du processus. Cette approche peut donc donner une fausse impression de progression. Les choix en amont sont cruciaux, ce qui est typique d'une production industrielle. Les utilisateurs interviennent en début de processus, pour définir les besoins, et en toute fin du processus pour valider le système au regard des besoins exprimés au début.

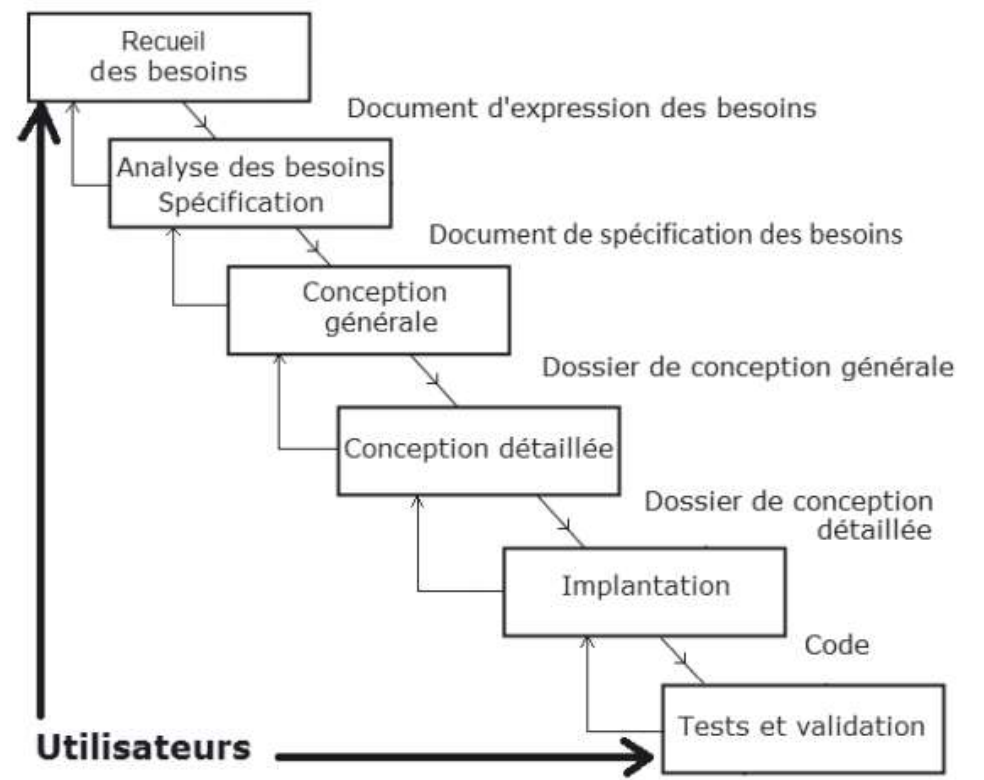


Figure 4: Le modèle en cascade (Lonchamp, 2015)

Cette approche est peu adaptée si les besoins du client sont changeants ou difficiles à déterminer au départ. Elle reste utilisée pour de gros projets, dans des domaines et avec des technologies bien connues et maîtrisées par les équipes de développement.

2.2.2.1.2. Le modèle en V

Il s'agit d'une variante du modèle en cascade qui met en évidence la complémentarité des phases menant à la réalisation et des 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 :

- *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.

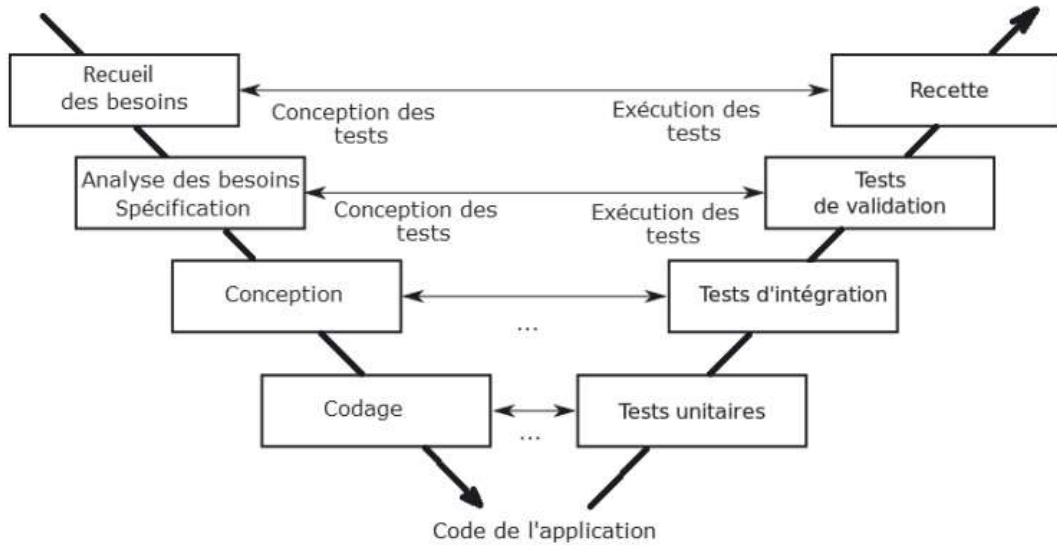


Figure 5: Le modèle en V (Lonchamp, 2015)

Les inconvénients sont similaires à ceux évoqués pour la cascade. Les avantages reconnus sont de placer la vérification et la validation au centre des préoccupations dès les premiers stades du développement et d'imposer l'idée de livrable évaluable. L'approche convient bien aux projets classiques qui mettent la fiabilité au cœur de leurs préoccupations.

2.2.2.2. Les modèles agiles

Les approches qui précèdent sont fréquemment qualifiées de « prescriptives » (Pressman, 2009) ou « normatives » car elles imposent, avec des injonctions très précises, une manière de développer le logiciel : quelles activités, dans quel ordre, avec quels moyens, avec quelle organisation, selon quelle planification, avec quels contrôles, etc. Dans un tel cadre, où tout est rationalisé, contractualisé et en conséquence rigidifié, une part importante de l'effort n'est pas directement dirigée vers le produit logiciel lui-même. Au contraire, les approches agiles cherchent à alléger le cadre (« trop de méthode tue la méthode ») et à rester le plus possible focalisées sur le code. Un objectif central est de répondre rapidement et de manière souple à tous les changements qui peuvent apparaître à tout instant. Les approches agiles visent la simplicité, la légèreté, l'auto-adaptation et l'auto organisation. Contrairement aux approches prescriptives qui définissent des ensembles de règles, les approches agiles sont plutôt à base de principes. Plus concrètement, les approches agiles sont des approches itératives à planification souple et itérations très courtes. On distingue une panoplie de méthodes agiles, mais dans le cadre de ce travail, nous en présenterons trois (03).

2.2.2.2.1. Le méthode RUP

Le Rational Unified Process (RUP) est un processus de développement de logiciel. Il permet selon une approche disciplinée l'affectation des tâches et des responsabilités au sein d'une organisation de développement.

(R)UP définit un processus de développement relativement « générique », qui peut être adapté à des contextes particuliers. Dans l'approche (R)UP, le développement d'un logiciel passe par quatre phases comme présenté à la figure 6, chacune pouvant donner lieu à une série d'itérations :

- **Inception** : À la fin de cette phase, une analyse de rentabilité est faite ; la faisabilité du projet évalué ; et la portée de la conception est définie ;
- **Elaboration** : Dans cette phase, une architecture de base est produite et un plan de construction est convenu. En outre, une analyse des risques a lieu et les risques considérés comme importants sont abordés ;
- **Construction** : Cette phase produit une version d'essai, qui permettra d'effectuer des essais préliminaires dans des conditions réalistes ;
- **Transition** : Le produit est présenté aux acteurs et utilisateurs visés. Il est adopté lorsque l'équipe du projet et les parties prenantes conviennent que les objectifs convenus lors de la phase initiale ont été atteints et que l'utilisateur est satisfait ;

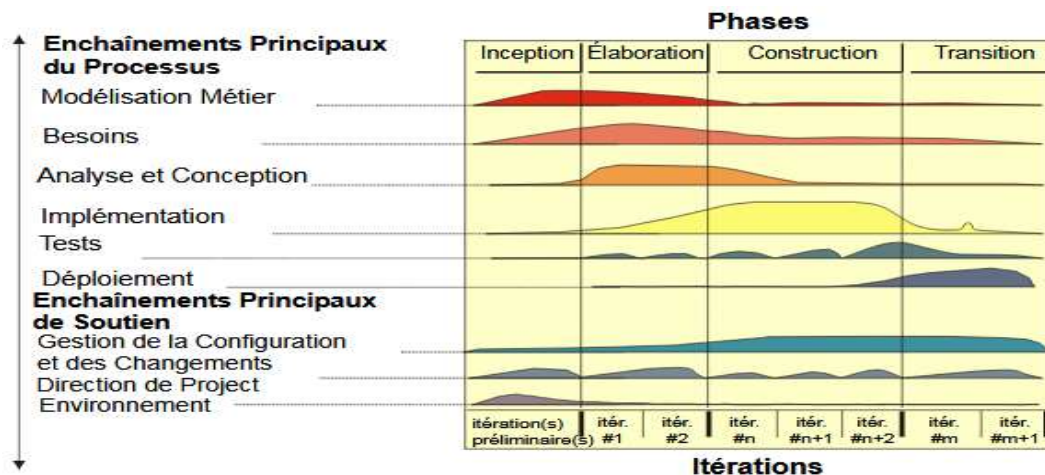


Figure 6: Phases, itérations et disciplines (Lonchamp, 2015)

2.2.2.2.2. La méthode Extreme Programming (XP)

Extreme Programming, ou XP, est une méthode agile de gestion de projet conçue par Kent Beck en 1999. Elle est particulièrement bien adaptée aux projets de développement informatique. Son principe fondamental est de faire collaborer étroitement tous les acteurs du

projet et d'opter pour des itérations de développement très courtes. La planification des tâches reste très souple et l'estimation des charges simplifiée par des projections à très court terme. Les fonctionnalités sont livrées régulièrement, afin d'être testées et validées au travers de prototypes opérationnels. La méthode XP repose sur quatre (05) valeurs. Il s'agit de :

- **La communication** : entre développeurs, entre développeurs et managers, entre développeurs et clients ;
- **La simplicité** : s'orienter vers la solution la plus simple qui répond aux besoins du client ;
- **Le retour de l'information** : effectué par le client pour détecter tout écart par rapport au planning et à ses attentes de manière à les corriger rapidement ;
- **Le courage** : Il consiste d'une part à accepter de se lancer dans un projet non entièrement et spécifié et de changer fréquemment de rôle et de vision, et d'autre part, à travers le *feedback* et une communication franche et ouverte, à accepter de montrer ses propres limites et insuffisances.;
- **Le Respect** : Elle inclut le respect pour les autres, ainsi que le respect de soi. Cette valeur a été rajoutée bien après dans la 2ème édition de Extreme programming Explained de K. Beck (Becc).

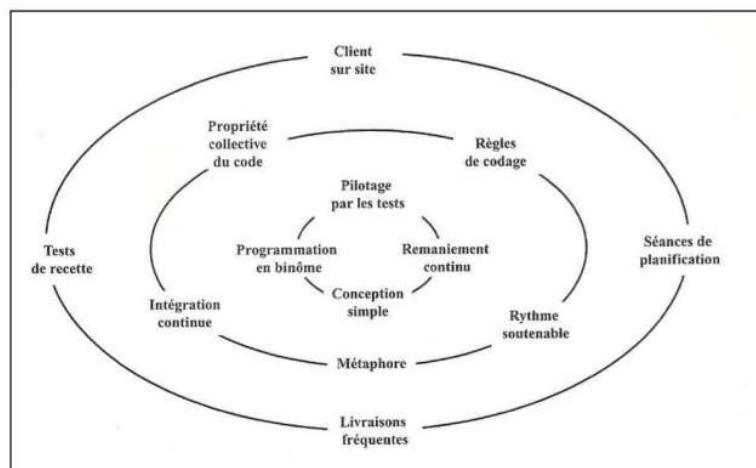


Figure 7: Les 13 pratiques de XP, (Messenger Rota, 2013)

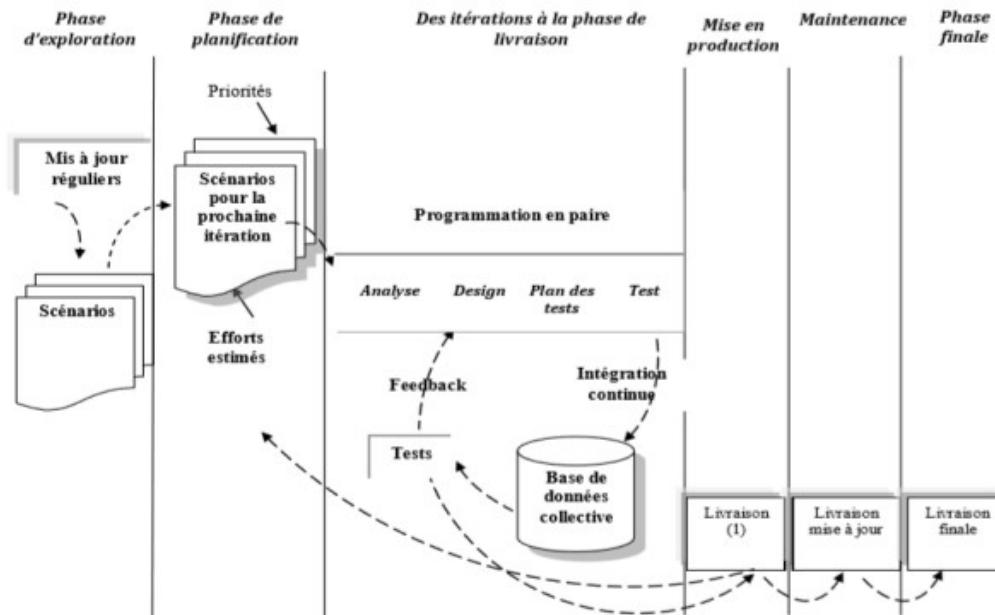


Figure 8: Processus de développement XP, (Khalil, 2011)

2.2.2.2.3. La méthode SCRUM

Scrum est un cadre de gestion d'un projet agile (SCHWABER, 2001). Scrum signifie « mêlée de rugby ». L'idée est qu'on fait progresser le ballon en travaillant ensemble, comme on fait progresser un projet en travaillant ensemble. Scrum reprend les principes de base des méthodes agiles.

❖ Les rôles

Scrum sépare les « cochons » (*pigs*), c'est-à-dire les membres de l'équipe de développement, et les « poulets » (*chickens*), c'est-à-dire les personnes extérieures à l'équipe, intéressées par le développement (*stakeholders*).

Parmi les poulets n distingue :

- Le Client, extérieur ou interne, qui commande et paye le développement et peut donner du *feedback* ;
- L'Utilisateur final, qui connaît les besoins, contribue à définir le produit et donne du *feedback* ;
- Le Manager, qui met en place un environnement optimal pour le déroulement du projet.

Parmi les « cochons » on distingue :

- Le Product Owner, qui représente les « poulets » au sein de l'équipe, est chargé de :
 - ✓ Communiquer une vision claire du produit et définir ses caractéristiques ;
 - ✓ Piloter le projet d'un point de vue métier ;
 - ✓ S'assurer que l'équipe de développement se concentre sur les aspects à plus forte valeur ajoutée.
- Le Scrum Master est chargé principalement de :
 - ✓ Vérifier la mise en œuvre de Scrum ;
 - ✓ Assurer la bonne collaboration au sein de l'équipe de développement et avec le Product Owner ;
 - ✓ Protéger l'équipe de développement des turbulences et lever les obstacles qui pourraient apparaître ;
- L'équipe de développement (Team), pluridisciplinaire et autogérée, comporte entre cinq à neuf personnes qui sont chargées de :
 - ✓ Travailler avec les utilisateurs finaux, les clients, le Product Owner pour comprendre les exigences métier ;
 - ✓ Collaborer pour spécifier, coder, valider et documenter le produit ;
 - ✓ Délivrer un produit de qualité.

❖ Les artefacts de Scrum

- Le product backlog

Le travail de l'équipe de développement s'organise autour d'un artefact particulier, le *product backlog* (« carnet de produit »). Il s'agit d'une liste d'items (*user stories* ou *epics*) qui restent à développer par priorités décroissantes.

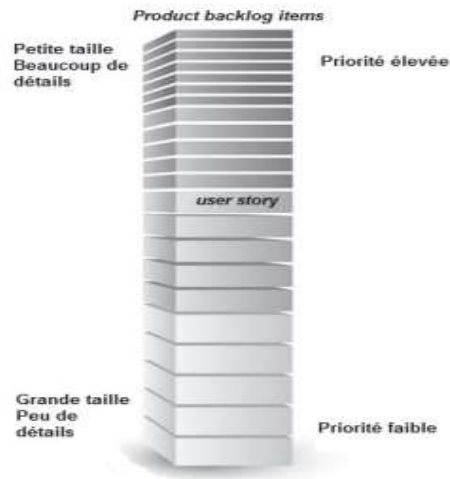


Figure 9: Le product backlog (Longchamp, 2015)

- **Le sprint backlog** qui est l'extrait du product backlog concerné par le sprint. Une fois qu'un sprint est initialisé, il doit se dérouler comme prévu jusqu'au bout.
- **Le sprint burndown chart** il prend la forme d'un graphique représentant en abscisses, l'écoulement du temps en jours ouvrables du début à la fin du sprint, et en ordonnées, le montant de travail restant à faire estimé en points. L'avancement idéal est représenté par une droite. L'avancement réel est souvent moins linéaire en fonction des avances ou des retards pris par l'équipe.

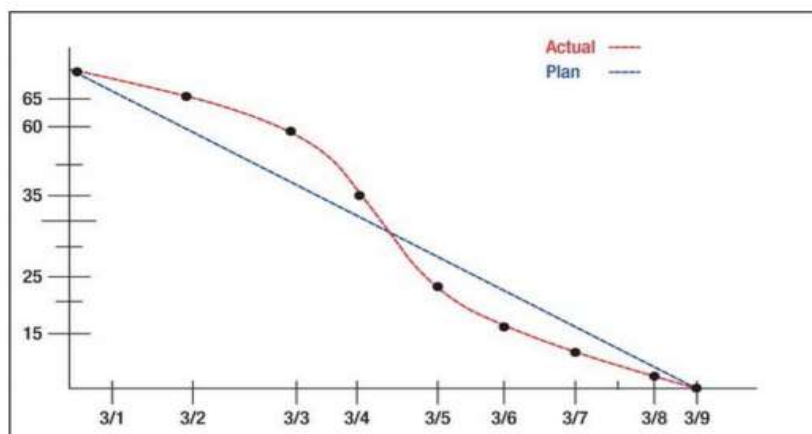


Figure 10: Exemple de Burndown chart, (Blankenship, Bussa, & Millett)

❖ Les réunions

- Le sprint planning meeting

La planification d'un sprint se réalise au cours d'une réunion de planification (*sprint planning meeting*), d'une journée au maximum. Dans un premier temps, le *Product Owner* choisit les items qu'il aimerait voir implantés dans le sprint (le QUOI). Dans un deuxième temps, l'équipe et le *Product Owner* discutent pour mieux appréhender ce qui est attendu pour chaque item (le COMMENT), c'est-à-dire la conception en termes d'architecture, de composants, d'interfaces, de données, etc. Les items sont découpés en tâches, qui sont ajoutées au *sprint backlog*. Un effort estimé (en heures) est associé à chaque tâche. Il n'y a pas d'attribution des tâches à un participant, sauf si une compétence unique est requise.

- Le daily scrum

Chaque jour, le *daily scrum* ou « mêlée quotidienne » est une réunion de type *stand-up* (debout) et de durée très réduite (environ un quart d'heure) où chacun expose :

- ✓ Ce qu'il a fait la veille ;
- ✓ Ce qu'il compte faire ce jour ;
- ✓ Les embûches éventuelles.

Il n'y a pas de discussion pendant le *daily scrum*. Si cela semble nécessaire, les discussions se tiennent après, lors d'un *follow-up meeting*. Après ces réunions, le travail de développement est effectué. En fin de journée, le *sprint backlog* est mis à jour de même que le *sprint burndown chart*.

- La revue de sprint

La *revue de sprint* (quatre heures maximum) consiste à inspecter le produit. Il est présenté par l'équipe au *Product Owner*. Les « poulets » participent en général à cette réunion. « Poulets » et « cochons » sont libres de poser des questions et d'y répondre. Il s'agit de vérifier si les items sont « bien faits ». Cela passe par une démonstration du produit, mais ne doit pas se limiter à cela. Le *backlog* et les *plannings* sont revus en fonction des tâches ou items non réalisés.

- La rétrospective de sprint

La *rétrospective de sprint* (trois heures maximum) consiste à inspecter le processus. L'équipe et le *Scrum Master* y participent. Le *Scrum Master* doit limiter ses interventions pour

garder au maximum une position neutre. La présence du *Product Owner* n'est pas indispensable. Un tableau à trois colonnes sur ce qui « marche bien », ce qui « marche mal » et ce qui pourrait être fait pour améliorer la situation est élaboré. Chaque intervenant dispose d'un ou de plusieurs items dans chaque colonne. Les items répétés sont marqués par des barres pour chaque occurrence supplémentaire. L'équipe discute des modifications à essayer dans le prochain sprint pour corriger les défauts.



Figure 11: La rétrospective de sprint (Longchamp, 2015)

2.2.2.3. Choix de la méthode de génie logiciel

Dans le cadre de notre travail, il est question de faire le choix de la méthode de génie logiciel qui guidera l'ensemble des travaux que nous sommes amenés à réaliser. Pour se faire, nous allons procéder à une comparaison des méthodes citées plus haut afin d'en effectuer un choix.

2.2.2.3.1. Comparaison entre méthodes agiles et méthodes classiques

Tableau 2: méthodologies agiles contre méthodologie traditionnelle (Bassem E Haddad, et al., 2017)

Thème	Approche traditionnelle	Approche agile
Cycle de vie	En cascade ou en V sans rétroaction possible, phases séquentielle	Itératif et incrémental
Planification	Prédictive, caractérisé par des plans plus ou moins détaillés sur la base d'un périmètre et d'exigences définies et stables au début du projet.	Adaptative avec plusieurs niveaux de planification (macro et micro planification) avec ajustements si nécessaire au fil de l'eau en fonction des changements survenus.
Documentation	Produite en qualité importante comme support de communication, de validation et de contractualisation	Réduite au strict nécessaire au profit d'incrément fonctionnels opérationnels pour obtenir le feedback du client
Equipe	Une équipe avec des ressources spécialisées, dirigée par un chef de projet	Une équipe responsabilisée ou l'initiative et la communication

		sont privilégiées soutenue par un chef de projet
Qualité	Contrôle qualité à la fin du cycle de développement. Le client découvre le produit fini	Un contrôle qualité précoce et permanent, au niveau du produit et du processus. Le client visualise les résultats tôt et fréquemment.
Changement	Résistance voire opposition au changement. Processus lourd de gestion des changements acceptés.	Accueil favorable au changement inéluctable. Intégré dans le processus.
Suivi de l'avancement	Mesure de la conformité aux plans initiaux. Analyse des écarts.	Un seul indicateur d'avancement, le nombre de fonctionnalités et le travail restant à faire.
Gestion du risque	Processus distinct et rigoureux de gestion des risques	Gestion des risques intégrée dans le processus global avec responsabilisation de chacun dans l'identification et la résolution des risques. Pilotage par les risques.
Mesure du succès	Respect des engagements initiaux en termes de coût, de budget et de niveau de qualité.	Satisfaction client par la livraison de valeur ajoutée

2.2.2.3.2. Forces et faiblesses des méthodes agiles : XP, Scrum, RUP

Tableau 3: comparatif des caractéristiques des méthodes Scrum, XP et RUP (Longchamp, 2015)

Caractéristiques	RUP	XP	Scrum
Itérative et incrémentale	+	+	++
Centrée sur l'architecture	++		
Centrée sur les tests		++	+
Centrée sur l'interaction client-développeur		++	+
Centrée sur la qualité du code		++	+
Convient aux grosses équipes	++		+
Convient aux petites équipes		++	+
Centrée sur les cas d'utilisation	++		
Convient aux gros projet	++		+
Considère la gestion des risques	+	+	++

+ : La méthode satisfait ; ++ : La méthode satisfait préférentiellement

2.2.2.3.3. Choix de la méthode

En se basant sur les tableaux ci-dessus, ainsi que : la durée de ce projet, la taille de l'équipe, la localisation du client, l'exigence en documentation, les compétences des membres de l'équipe et enfin l'implication du client, nous avons opté pour le choix de la méthode SCRUM dans le cadre de la réalisation de notre didacticiel.

2.2.3. Ergonomie

L'accent sera mis dans la présentation de l'ergonomie informatique, les critères ergonomiques de Bastien et Scapin ainsi que sur l'échelle d'utilisabilité.

2.2.3.1. L'ergonomie informatique

Le rapprochement des sciences de l'homme et plus particulièrement de l'ergonomie avec l'informatique a fait l'objet, de nombreux travaux ces dernières années. L'ergonomie informatique est devenue un élément incontournable de la conception logicielle et web. Elle peut se définir à travers quatre fonctions principales : la répartition des tâches entre l'homme et la machine, l'extraction et la formalisation de l'expertise, la prédiction des usages et les difficultés concernant la future utilisation du système informatisé et enfin l'évaluation, la vérification et la validation des hypothèses sur l'utilisation et le comportement des utilisateurs (Burkhardt & Sperandio, 2004). Evaluer l'ergonomie d'un système consiste en l'évaluation de son utilisabilité ainsi que de son utilité.

2.2.3.2. Utilisabilité d'un système

Pour déterminer l'utilisabilité d'un logiciel, une analyse des caractéristiques de celui-ci doit être effectuée, et ceci sous le guide d'un certain nombre de critères ergonomiques. Ils permettent d'identifier les problèmes d'ergonomie d'une interface. Ils sont utilisés en phase d'évaluation dite « experte » c'est à dire sans engager l'utilisateur. Ils sont généralement utilisés avant d'engager les tests d'utilisabilité. Critères de Bastien & Scapin (1993).

Bastien et Scapin (1993) ont fait la synthèse de quelques 900 recommandations ergonomiques dans le domaine de l'ergonomie informatique. Ils ont abouti à l'élaboration de huit critères principaux composés de 18 sous-critères. Ces critères sont très largement utilisés en ergonomie des interfaces. De plus, des études comme celles de Bastien, Scapin, & Leulier, (1999) ont montré que ces critères permettent de révéler davantage de défauts de l'interface en comparaison avec les principes de la norme ISO 9241-110, ou en comparaison avec une évaluation sans critères. Ils sont plus détaillés et plus spécifiques que les heuristiques précédentes, ce qui permet de mieux guider l'expert et de limiter la variabilité entre les experts. Le tableau 3 présente la liste des différents critères et sous-critères de Bastien et Scapin.

Tableau 4: Les critères d'évaluation ergonomique de Bastien et Scapin (1993)

Critères	Sous critères
Guidage	1.1. Incitation 1.2. Groupement/Distinction par le format ou le groupement 1.3. Feedback immédiat 1.4. Lisibilité

Charge de travail	2.1. Brièveté 2.2. Densité informationnelle
Contrôle explicite	3.1. Actions explicites 3.2. Contrôle utilisateur
Adaptabilité	4.1. Flexibilité 4.2. Prise en compte de l'expérience
Gestion des erreurs	5.1. Protection contre les erreurs 5.2. Qualité des messages d'erreurs 5.3. Correction des erreurs
Homogénéité/Cohérence	
Significances code et dénominations	
Compatibilité	

Certains critères sont généraux et assez peu spécifiques, tels que le critère de « Compatibilité » ; d'autres sont très détaillés, c'est le cas du sous-critère « Brièveté » comportant lui-même deux sous-critères, « Concision » et « Actions minimales ».

2.2.3.2.1. Echelle d'utilisabilité

Mesurer la facilité d'utilisation d'un système constitue l'un des plus importants enjeux depuis les premiers travaux en ergonomie des IHM. Très vite, et en complément de mesures objectives, des échelles de mesure de l'utilisabilité perçues ont été créées afin de systématiser et cadrer les évaluations. SUS, WAMMI, QUIS ou autre DEEP sont autant d'échelles d'utilisabilité disponibles pour les professionnels et les chercheurs, qui permettent de recueillir le point de vue des utilisateurs. Leur passation se fait par questionnaire papier ou en ligne, et leur analyse nécessite généralement quelques bases en statistiques. Néanmoins, le plus grand défi est bien souvent de choisir l'échelle adaptée au système à évaluer

2.2.3.2.2. Le format DEEP

Le DEEP a été développé afin de pallier un défaut des principales autres échelles qui, selon les auteurs, ne permettent pas de proposer des recommandations de conception en se limitant uniquement à l'évaluation du système. Aussi, l'ambition du DEEP est-elle de mesurer :

- La manifestation de l'expérience de l'utilisateur, que les auteurs nomment le « phénotype de l'utilisabilité » ;
- Ce qui est à l'origine du problème dans l'interface, appelé le « génotype de l'utilisabilité ».

2.2.3.2.3. Analyse et interprétation de DEEP

Pour chaque item, il faut commencer par faire la moyenne des scores donnés par les utilisateurs. Des moyennes peuvent également être calculées pour chacune des catégories du DEEP, afin d'établir un profil général des problèmes d'utilisabilité du système. Dans le cas des items inversés : pour que leurs scores soient cohérents avec ceux des autres items, il faut les recoder pour qu'ils correspondent aux scores des items non inversés.

Tableau 5: Correspondance des scores aux items inversés par rapport aux items normaux

	Scores par niveau de l'échelles				
	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Neutre	D'accord	Tout à fait d'accord
Items normaux	1	2	3	4	5
Items inversés	5	4	3	2	1

2.2.3.3. Utilité d'un système

Il est également nécessaire d'évaluer l'utilité d'un système étant donné que cela renvoie à l'évaluation de l'adéquation entre les fonctions fournies par le système et celles nécessaires à l'utilisateur pour atteindre les objectifs de haut niveau du client. Il s'agit d'observer si l'utilisateur est capable d'accomplir sa tâche à partir des fonctionnalités du système. Dans le cas des logiciels éducatifs, l'objectif à atteindre comporte deux niveaux : l'apprentissage et la réalisation des tâches proposées par le logiciel (résolution de problème, recherche d'information, simulation...). Ainsi, évaluer l'utilité ne consiste pas uniquement seulement à vérifier si l'utilisateur peut réaliser la tâche qu'il souhaite faire, mais aussi à évaluer l'objectif de plus haut niveau qu'est l'apprentissage.

CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES

Ce chapitre se veut être celui qui s'engage dans la présentation de la stratégie, méthodologie qui sera déployée pour nous amener vers la solution au questionnement ci-dessus relevé dans les chapitres introductifs de ce document. Il ambitionne de mettre en évidence les différentes méthodes de recherches qui seront utilisées dans le cadre de ce travail, la collecte, l'analyse et le traitement des données qui seront collectées sur le terrain, la stratégie de déploiement de la méthode d'ingénierie pédagogique couplée à l'ingénierie logicielle qui sera mise en œuvre dans le cadre de ce travail, et enfin le matériel qui sera utilisé.

3.1. METHODE DE RECHERCHE ET INSTRUMENTS DE COLLECTE DES DONNEES

3.1.1. Méthode de recherche

Les modes de recherche sont déterminés par les paradigmes de recherche et les objectifs du chercheur. Ce dernier a le choix entre trois modes d'investigation : l'approche quantitative, l'approche qualitative et l'approche mixte.

Dans le cadre de ce projet, nous avons utilisé l'approche mixte étant donné le caractère hétérogène de notre population d'étude car cette approche est une combinaison des approches quantitatives et qualitatives. Elle permet au chercheur de mobiliser aussi bien les avantages du mode quantitatif que ceux du mode qualitatif. Cette conduite aide à maîtriser le phénomène dans toutes ses dimensions.

3.1.2. Instruments de collecte de données

3.1.2.1. L'entretien

L'entretien est un instrument de collecte de données qualitatives qui nous permet de recueillir les données brutes sur le terrain. L'entretien est un procédé scientifique utilisant un processus de communication verbale pour recueillir les données (Grawitz, 1990). Il se caractérise par des éléments verbaux et des éléments non verbaux. Il doit se dérouler dans un endroit calme et neutre c'est à dire susceptible de ne pas provoquer des réactions diverses chez l'interviewé, par conséquent, le cadre de l'entretien doit être préalablement choisi. Dans le cadre de notre travail, nous avons opté pour un entretien semi directif, qui était constitué d'un ensemble de thèmes sur lesquels le répondant, plus précisément les enseignants de SVT des classes de troisièmes ESG étaient appelés à donner leur point de vue. Il était constitué de thèmes traitant de l'utilisation des TIC dans l'enseignement, des difficultés rencontrées dans

l'enseignement des SVT et surtout des roches sédimentaires en classe de 3^{ième} ESG ainsi que des préférences fonctionnelles que les enseignants aimeraient retrouver dans un didacticiel d'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires.

3.1.2.2. Le questionnaire

C'est un instrument d'observation qui permet de recueillir des informations auprès d'individus cibles et de les analyser dans le cadre d'une enquête quantitative. Il est constitué d'un ensemble de questions spécifiques qui sont posées directement ou indirectement aux individus. Il vise à répondre à une interrogation que se pose le commanditaire de l'enquête. Les résultats doivent servir à prendre une décision. Nos questionnaires ont été construits selon le modèle en français simple, claire et sans ambiguïté et la plupart des questions ont été formulées sur la base de l'échelle de Lickert à cinq niveaux. Le questionnaire adressé aux élèves est constitué de six parties essentielles à savoir :

- Une introduction visant à informer le répondant sur l'objet de l'enquête qui est menée ;
- L'identité du répondant ;
- Les difficultés que rencontrent les élèves dans l'apprentissage des SVT et plus particulièrement les notions liées à l'origine et la formation des roches sédimentaires ;
- L'utilisation des TIC dans l'apprentissage ;
- Prérequis inhérents à l'apprentissage des notions liées à l'origine et la formation des roches sédimentaires ;
- Les questions sur les notions liées à l'origine et la formation des roches.

3.2. DEFINITION DE LA POPULATION ET DE L'ECHANTILLON D'ETUDE

3.2.1. Population cible

« *La population est une collection entière d'éléments d'intérêts dans une investigation particulière* » (Amin, 2005). Selon lui, la population d'une étude est la totalité ou l'ensemble des objets ou des individus présentant des caractéristiques communes intéressant le chercheur dans une étude donnée. Pour Angers (1992) cité par Amin (IBID), la population d'étude représente « *l'ensemble des éléments ayant une ou plusieurs caractéristiques en commun qui les distinguent d'autres éléments sur lesquels porte l'investigation* ». Les enquêtes que nous avons menés sur le terrain étaient adressées aux enseignants de SVT et aux élèves des classes de 3^{ième} et 2^{nde} des lycées et collèges d'enseignement général. Cela se justifie par le fait que la séquence sur laquelle porte notre travail, selon La chronologie du référentiel ministériel se déroule vers le troisième trimestre de l'année scolaire. Par conséquent, les élèves de classe de

3^{ème} ne seraient pas en mesure de renseigner le questionnaire, plus particulièrement sur les notions liées à l'origine et la formation des roches. Par contre, les élèves des classes de seconde sont à même d'apporter des éléments de réponses sollicités via le questionnaire.

Pour les enseignants, nous nous sommes intéressés à ceux exerçant également dans les établissements suscités et plus particulièrement à ceux qui ont déjà eu à tenir la classe de 3^{ème}..

3.2.2. Technique d'échantillonnage et échantillon

Echantillonner, c'est choisir une partie d'une population pour représenter l'ensemble de la population. Selon Angers (1992), on comprend par échantillonnage « *l'ensemble des opérations permettant de sélectionner un sous-ensemble d'une population donnée en vue de constituer un échantillon* » On a donc recours à des techniques bien précises pour construire un échantillon et s'assurer qu'il est représentatif de sa population mère. Il existe deux grandes catégories de méthodes.

- Les méthodes d'échantillonnage non probabilistes (ou empiriques),
- Les méthodes d'échantillonnage probabilistes (ou aléatoires).

3.2.2.1. Choix de l'échantillon

Dans le cadre de notre échantillonnage, nous avons utilisé la méthode d'échantillonnage probabiliste et plus précisément les échantillons aléatoires simples. Le choix de la population d'élèves qui participent à l'enquête s'est fait par tirage au sort dans les trois établissements choisis et dans les classes ciblées par l'enquête. Nous avons ainsi obtenu l'échantillon suivant :

Tableau 6: échantillon de classes de 2nde

Etablissements				Effectif total	Taille de l'échantillon
Institut EBAGES de Nkoabang				123	38
Collège	Polyvalent	Saint	Pierre de	170	68
MIMBOMAN					
Total				293	106

Tableau 7: échantillon de classes de 3ième

Etablissements			Effectif total	Taille de l'échantillon
Institut	EBAGES	de	115	61
Nkoabang				
Institut ZANG MEBENGA			156	48

Total	271	109
--------------	-----	-----

On obtient donc pour tous les établissements confondus l'échantillon suivant :

Tableau 8: Echantillon obtenu

Etablissements	Effectif 3^{ième}	Effectif 2^{nde}	Total
Institut EBAGES de Nkoabang	61	38	99
Institut ZANG MEBENGA	48	0	48
Collège Polyvalent Saint Pierre	0	68	68
Total échantillon	109	106	215

En ce qui concerne la population des enseignants, nous avons obtenu l'échantillon suivant :

Tableau 9: échantillon des enseignants

Etablissements	Nombre d'enseignants
Collège EBAGES de Nkoabang	2
Institut Zang Mebenga	2
Collège Polyvalent Saint Pierre	3
Total	7

3.2.2.2. Le calcul du taux de représentativité.

$$TR = \frac{\text{Taille de l'échantillon} \times 100}{\text{Taille de la population}} = \frac{215}{564} \times 100 = 38.12 \%$$

Ce taux de représentativité étant supérieur à 30%, il s'en suit que notre échantillon est représentatif de la population.

3.3. DEROULEMENT DE LA COLLECTE DES DONNEES

Il est important d'avoir conscience du fait que les enquêtes conduisent souvent les participants à livrer un peu de soi ; ce qui peut largement influencer leur disponibilité à s'y prêter. De plus, le cadre dans lequel sont approchés les participants de cette étude est généralement soumis à une réglementation qu'il convient de respecter.

3.3.1. Collecte des données quantitatives

La collecte des données quantitatives a été effectuée dans les établissements des villes de Yaoundé et Nkoabang. Rendus dans ces établissements, nous nous sommes dans un premier temps adressé aux responsables de ceux-ci et des autorisations verbales nous ont été données légitimant notre présence auprès des élèves. Nous avons été accompagnés à chaque fois par un surveillant de secteur qui nous introduisait dans les salles de classe dans lesquelles nous désirions passer notre instrument de collecte. Après avoir identifié les classes de 3^{ième} et 2^{nde}, nous en avons sélectionné quelques-unes de façon aléatoire et distribué le questionnaire après avoir présenté aux élèves de quoi il était question. Une fois les questionnaires remplis, nous avons procédé à la collecte de ceux-ci et c'est ainsi que la première phase du processus de collecte de données s'est achevée au niveau des élèves. La deuxième phase a consisté en la collecte des données liées à l'évaluation du didacticiel qui a été obtenu auprès des élèves. Un des établissements suscités a été choisi pour cette collecte.

3.3.2. Collecte des données qualitatives

En ce qui concerne les enseignants, nous en avons rencontrés quelques-uns et principalement ce qui étaient responsables des classes de 3^{ième} afin de les soumettre à un entretien semi directif en procédant par verbalisation de ceux-ci, et la collecte des données qualitatives y afférent s'est effectuée au moyen d'enregistrements sonores.

3.4. TRAITEMENT DES DONNEES

3.4.1. Traitement des données issues du formulaire

Les données collectées lors de notre enquête par questionnaire ont été dépouillées à l'aide du logiciel SPSS (IBM SPSS Statistic Version 20.0) et du logiciel Microsoft office Excel. Dans un premier temps, nous avons constitué une bibliothèque des variables relatives aux différentes questions du questionnaire avec tous les codages possibles des différentes réponses, ensuite, nous avons paramétré cette bibliothèque dans le tableur SPSS et enfin, nous avons dépouillé le questionnaire en introduisant ses données dans la bibliothèque des variables dans SPSS. Pour analyser et traiter ces données, nous avons utilisé l'analyse de la fréquence, de la moyenne, et des tableaux croisés dynamiques.

3.4.2. Traitement des données issues de l'entretien

En ce qui concerne le guide d'entretien, nous avons opté pour l'analyse de contenus. D'après Quivy et Campenhoudt (2006), l'analyse de contenus est « *un ensemble de*

techniques d'analyse des communications visant, par des procédures systématiques et objectives des descriptions de contenu des messages, à obtenir des indicateurs (quantitatif ou non) permettant l'inférence des connaissances relatives aux conditions de produit, réception (variables inférées) des messages ». Il s'agit alors de passer au crible de l'analyse en profondeur des termes utilisés, leur fréquence et leur mode d'agencement, la construction du discours et son développement. L'analyse de contenus nous permettra de ressortir les contenus de discours des sujets. Nous tiendrons compte non seulement des éléments de la communication non verbale pour comprendre le sens que les participants donnent à leur vécu quotidien, mais aussi du contenu latent et manifeste des discours des enseignants.

3.5. PROCEDURE EXPERIMENTALE GUIDEE PAR LA METHODE ADDIE

En ce qui concerne le modèle d'ingénierie pédagogique, nous avons opté pour le modèle ADDIE. A travers ce modèle, nous axerons nos résultats autour des cinq phases de développement du modèle. La première phase, celle de l'Analyse, vise globalement à définir le problème et à caractériser le public cible. Celle du Design, qui est la deuxième phase, vise l'identification des compétences et la conception du scénario pédagogique. La troisième, appelée Développement, permet la mise en œuvre de l'ensemble des outils pédagogiques et éléments du dispositif. Quant à l'Implantation, la quatrième phase, elle vise la mise en œuvre du dispositif et finalement, la cinquième étape, appelée Évaluation, met l'accent sur l'expérimentation auprès de la clientèle ciblée et l'ajout des améliorations de la formation (Patrice, 2015).

3.5.1. L'analyse

Dans cette première phase, nous avons réaliser les tâches suivantes :

- Analyse des besoins de formation ;
- Analyse des contenus et modalités pédagogiques ;
- Description du public cible et de ses caractéristiques (niveau, compétences...) ;
- Analyse de l'existant ;
- Analyse des moyens ;
- Analyse des contraintes ;
- Verbalisation des besoins.

A l'issu de cette première phase, nous avons ressorti le diagramme de bête à corne qui nous a permis de verbaliser de façon graphique le besoin à satisfaire. Outil graphique appartenant à la méthode d'analyse fonctionnelle nommée APTE.

3.5.2. Le design

Dans cette phase du modèle ADDIE, nous avons procédé à l'élaboration de la conception pédagogique détaillée de notre dispositif d'apprentissage en suivant la démarche suivante :

- Définition des objectifs d'apprentissage liés à la formation ;
- Définition de la séquence pédagogique ;
- Définition de la démarche ou stratégie pédagogique ;
- Découpage de la formation en séquences, leçons et activités ;
- Définition les modes d'évaluation ;
- Définition des types d'exercices ;
- Ressortir les principales fonctions du dispositif de formation et détailler le scenario pédagogique de chaque fonction ;
- Illustrer ces fonctions à l'aide du diagramme de pieuvre appartenant à la méthode d'analyse fonctionnelle nommée APTE.

3.5.3. Le développement

C'est l'étape de réalisation proprement dite du dispositif d'apprentissage, qui dans notre cas revenait au développement de notre didacticiel nommé **SEDILEARN**. Son développement dans cette phase a été guidé par la méthode de développement logiciel agile nommée SCRUM. Son développement a visé à satisfaire les besoins et à réaliser les fonctions énumérées dans les phases précédentes de la méthode ADDIE, à savoir l'analyse et le design.

3.5.3.1. La méthode agile SCRUM

Afin de procéder à la réalisation de l'outil SEDILEARN, il a été question de suivre les phases d'initiation, de développement et de clôture inhérentes à la méthode de développement agile SCRUM, ainsi que produire un ou plusieurs résultats pour chacune de ces phases.

3.5.3.1.1. Phase d'initiation

Cette phase a consisté à :

- Constituer l'équipe Scrum ;
- Donner la vision du projet par le Product owner ;

- Construire le backlog de produit à partir de Users story des clients ;
- Prioriser le backlog de produit ;
- Documenter le backlog de produit avec tous les éléments jugés nécessaires à sa meilleure compréhension ;
- Estimer les Users story du backlog de produit ;
- Proposer une architecture globale du système.

3.5.3.1.2. Phase de développement

Durant cette phase, il a été question de :

- Définir les objectifs de sprint ;
- Sélectionner les items du backlog produit et construire un backlog sprint ;
- Découper en tâches les stories qui composent le sprint en cours ;
- Estimer les tâches du sprint en cours ;
- Développer l'incrément de l'outil ;
- Réaliser et mettre à jour le sprint Burndown chart.

3.5.3.1.3. Phase de clôture

Dans cette phase, il sera question de :

- Réaliser les tests d'intégration ;
- Intégrer l'incrément de l'outil dans le dernier livrable ;
- Produire ou mettre à jour la documentation de l'outil.

3.5.4. L'implantation

La mise à la disposition du didacticiel aux élèves et enseignants sera le cheval de bataille de cette quatrième phase. Elle consistera à déployer le didacticiel dans des ordinateurs ou des tablettes et de permettre aux élèves de manipuler.

3.5.5. Evaluation

Compte tenu du temps imparti pour la réalisation du didacticiel et la position de notre séquence pédagogique dans la progression des enseignements de SVT en troisième, nous avons simplement procédé à l'évaluation de l'utilisabilité et de l'utilité de notre didacticiel respectivement auprès de 20 élèves de classe de 3^{ième} à travers des questionnaires en nous servant du format de mesure d'utilisabilité DEEP et auprès des enseignants constituant notre échantillon de départ. Les élèves ont été invités à manipuler le didacticiel en salle des ordinateurs afin d'en prendre connaissance et de donner leurs impressions sur l'utilisabilité de

ce dernier au travers d'un questionnaire qui leurs a été remis après son utilisation. Les enseignants quant à eux sont entrés en possession du didacticiel afin d'en explorer les fonctionnalités de fond en comble et par la suite se prêter à un entretien qui a visé à relever les impressions des enseignants quant à l'utilité du didacticiel.

3.6. MATÉRIELS

Nous présentons ici les différents matériels, les logiciels, les langages de programmation et les ressources documentaires utilisés pour arriver à la réalisation de l'outil.

3.6.1. Matériels utilisés

Comme matériel, nous avons disposé d'un ordinateur pour toutes les tâches de conception et réalisation du programme, d'une box wifi orange pour la connexion à internet et d'une tablette Androïde pour des tests et présentation sur l'environnement mobile Android.

3.6.2. Logiciels utilisés

Pour Concevoir et réaliser l'outil **SEDILEARN**, nous avons utilisé :

- L'éditeur de code FlashDevelop et l'éditeur de texte Notepad++ pour la saisie des codes sources.
- Les navigateurs Microsoft Edge, Firefox et Google Chrome pour visualiser les résultats.
- Adobe Photoshop CC 2015 pour traiter et réaliser les différentes images.
- Adobe Animate CC 2017 pour la programmation des simulateurs dédiés aux enseignements, les jeux, les exercices, les galeries, le glossaire ainsi que la réalisation de différentes interfaces et animations.
- ArgoUML 2.6.0 pour la conception des diagrammes.
- Microsoft office Word 2016 pour la saisie du rapport.
- Microsoft office Excel 2016 et SPSS pour la réalisation des backlog, des Burndown charts et le traitement des données collectées pendant l'enquête.

3.6.3. Les langages informatiques

Les langages informatiques dans le cadre de ce travail sont :

- AS3 (Action Script 3) : programmation du cœur de l'outil, le système d'interaction avec les fonctions principales de l'outil, les jeux, les exercices, les activités, le simulateur.

- HTML5 : pour la réalisation de l'interface web principale qui va aussi accueillir le programme main.
- CSS3 : pour le design, les couleurs et l'ergonomie de l'interface web principale.

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

Ce chapitre a pour objectif de présenter les différents résultats obtenus après le déploiement de la méthodologie présentée plus haut. Il ambitionne de donner les résultats des enquêtes menées auprès du public cible ainsi que les résultats de la mise en œuvre des méthodes d'ingénierie pédagogique et logicielle mentionnées dans le chapitre précédant et enfin procéder à une discussion à propos des résultats obtenus.

4.1. RESULTATS DE L'ENQUETE

4.1.1. Résultats de l'enquête par questionnaire

En ce qui concerne les résultats liés à l'enquête menée via le questionnaire adressé aux élèves, nous allons procéder à la présentation des résultats en fonction des grandes articulations dudit questionnaire.

4.1.1.1. Caractéristiques de la population d'élèves

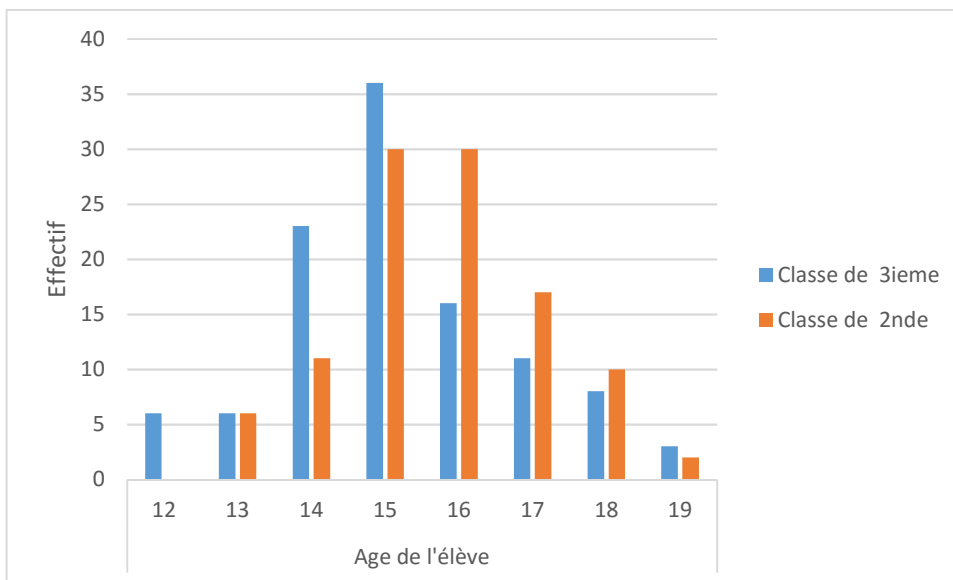


Figure 12: Diagramme des âges des élèves de 3ième et 2nde en fonction des effectifs

Au regard du diagramme qui précède, il en retourne qu'en classe de troisième, l'âge le plus représentatif est 15 ans et en classe de 2^{nde}, il est de 15 et 16 ans.

4.1.1.2. Difficultés rencontrées dans l'apprentissage des SVT de l'origine et la formation des roches sédimentaires

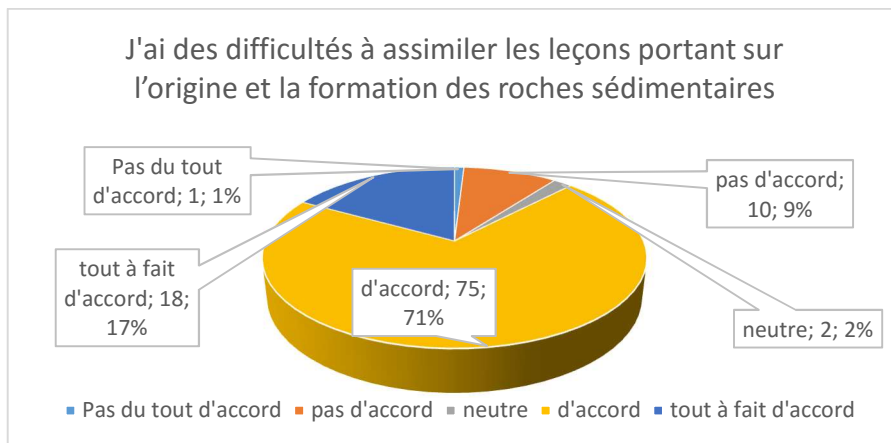


Figure 13: difficulté d'assimilation

D'après le diagramme ci-dessus, 71% des élèves estiment que les cours sur l'origine et la formation des roches sédimentaires est difficile à assimiler. Tandis que 9% estiment ne pas avoir de difficultés d'assimilation.

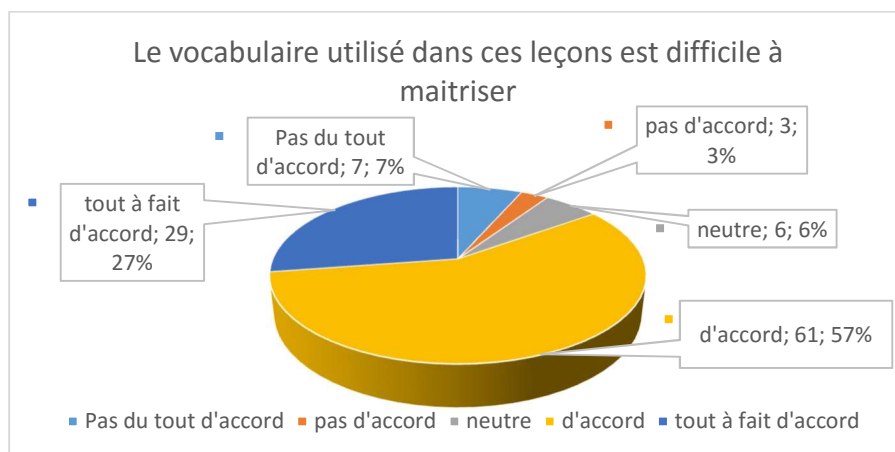


Figure 14: Difficulté liée au vocabulaire utilisé

Une grande majorité des élèves de seconde estiment que le vocabulaire utilisé dans le cadre du cours sur l'origine et la formation des roches sédimentaire est complexe et ne facilite pas leur apprentissage.

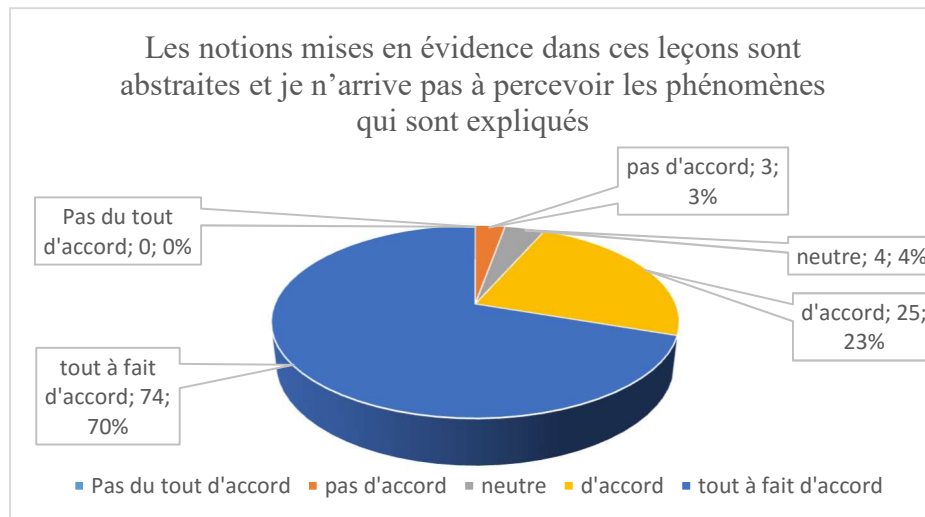


Figure 15: Difficulté liée au degré d'abstraction des phénomènes expliqués

D'après la figure 15, une large majorité des élèves de seconde (70%) trouve le cours sur l'origine et la formation des roches sédimentaires trop abstrait et aimerait que lui soit donné des moyens de pouvoir se représenter les phénomènes qui sont mis en évidences.

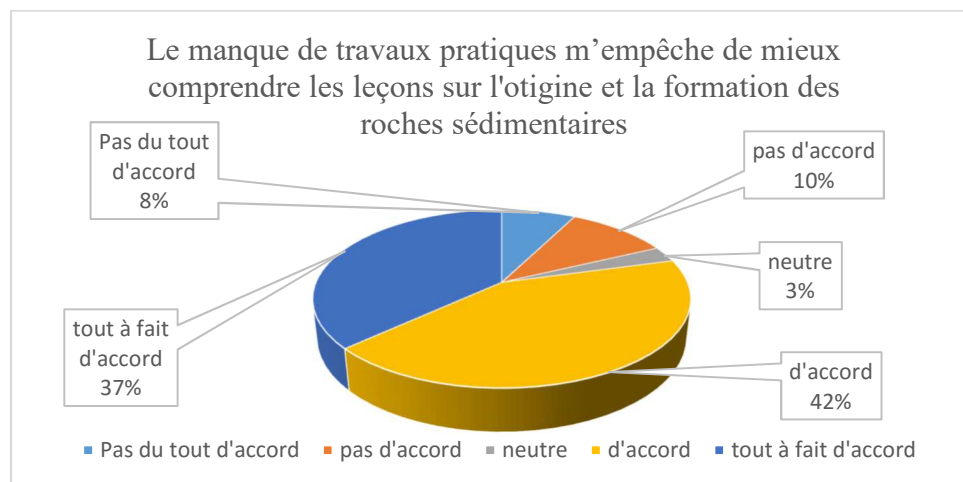


Figure 16: difficulté liée au manque de travaux pratiques

D'après le diagramme qui précède, 79% des élèves de secondes aimeraient participer à plus de travaux pratiques afin de faciliter leurs apprentissages sur l'origine et la formation des roches sédimentaires. Parmi ces 79%, 37% estiment que le besoin est crucial et 42% le besoin est important

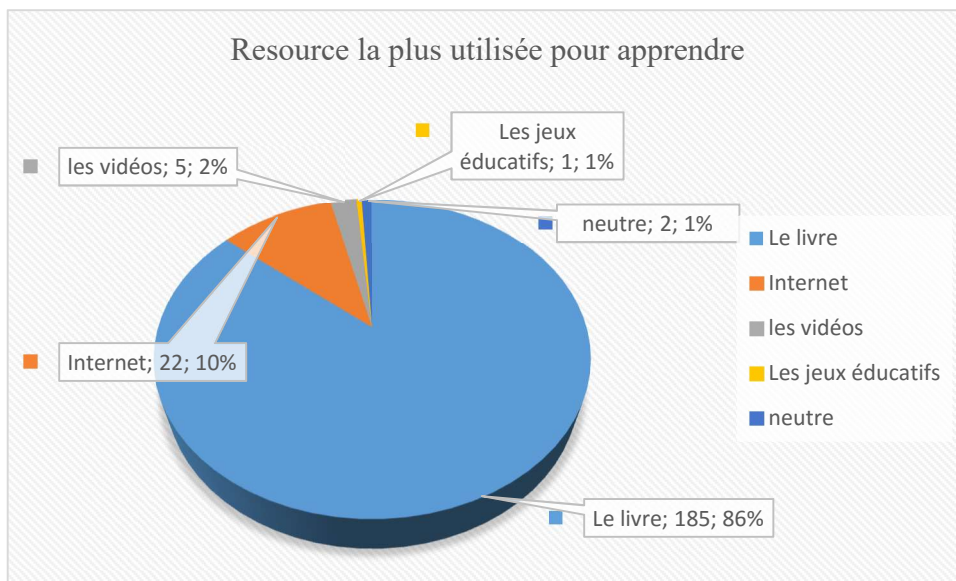


Figure 17: Distribution des élèves en fonction de la ressource la plus utilisée pour apprendre les SVT

D'après ce diagramme, 86% des élèves affirment avoir recours au livre au programme en grande majorité lors de l'apprentissage des SVT.

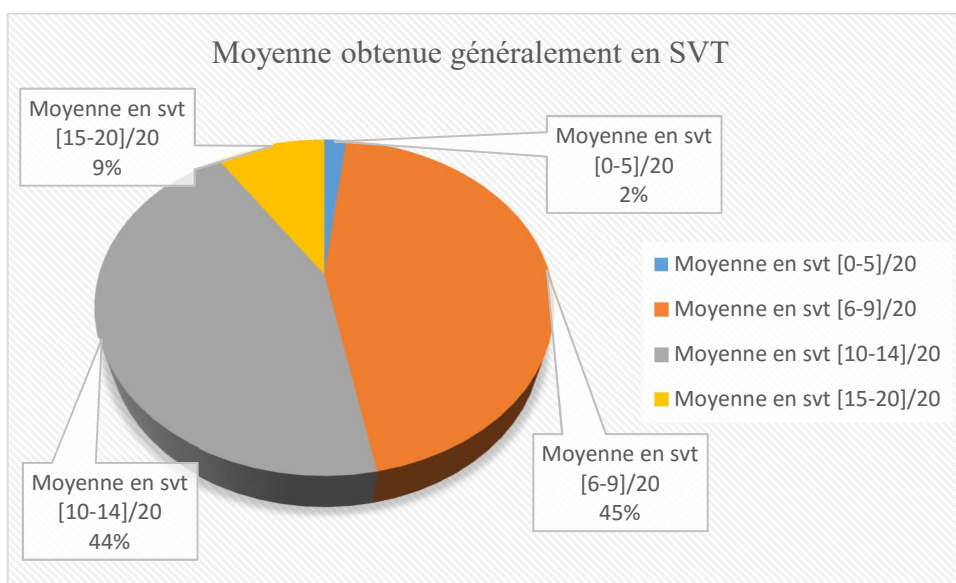


Figure 18: Moyenne généralement obtenue dans les évaluations de SVT par les élèves

D'après ce diagramme, 45% des apprenants obtiennent en général une note comprise entre 6 et 9 sur 20 dans les évaluations de SVT et 45% une note comprise entre 10 et 14 sur 20 ainsi que 9% une note comprise entre 15 et 20 sur 20. Ce qui met en évidence une performance relativement moyenne des élèves dans les évaluations de SVT.

4.1.1.3. Utilisation des TIC dans l'apprentissage

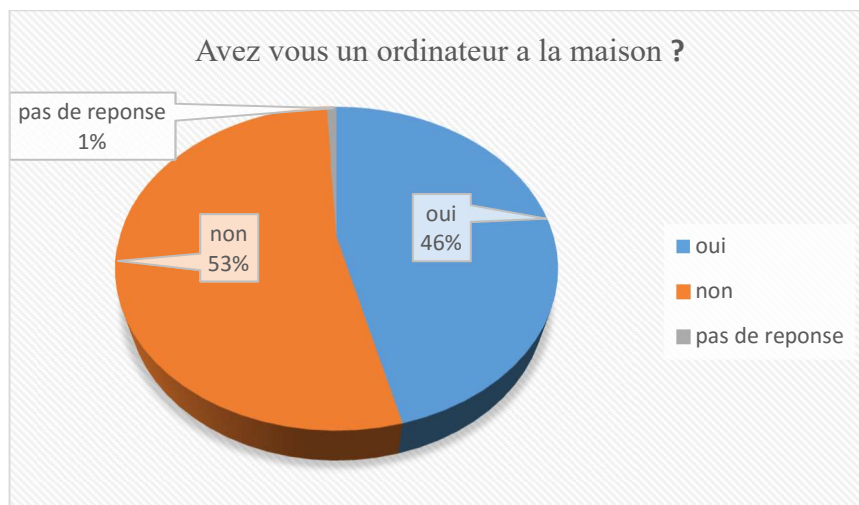


Figure 19: distribution des élèves selon qu'ils disposent d'un ordinateur

En ce qui concerne la question de savoir si les apprenants ont un ordinateur à la maison, 53% des élèves répondent ne pas avoir à leur disposition un ordinateur, contre 46% pour ceux qui disposent d'un ordinateur à la maison

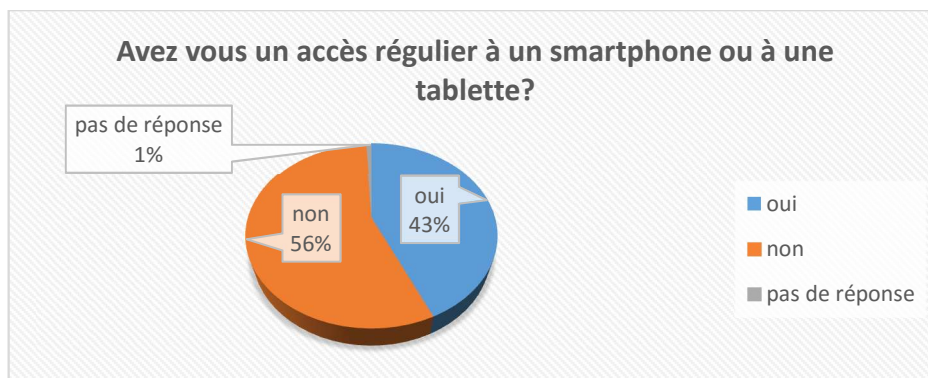


Figure 20: distribution des élèves selon qu'ils ont un accès régulier à un smartphone ou une tablette

En ce qui concerne l'accès régulier à un smartphone ou à une tablette, 43% des élèves répondent qu'ils disposent d'un smartphone de façon régulière contre 56% qui n'en dispose pas régulièrement.

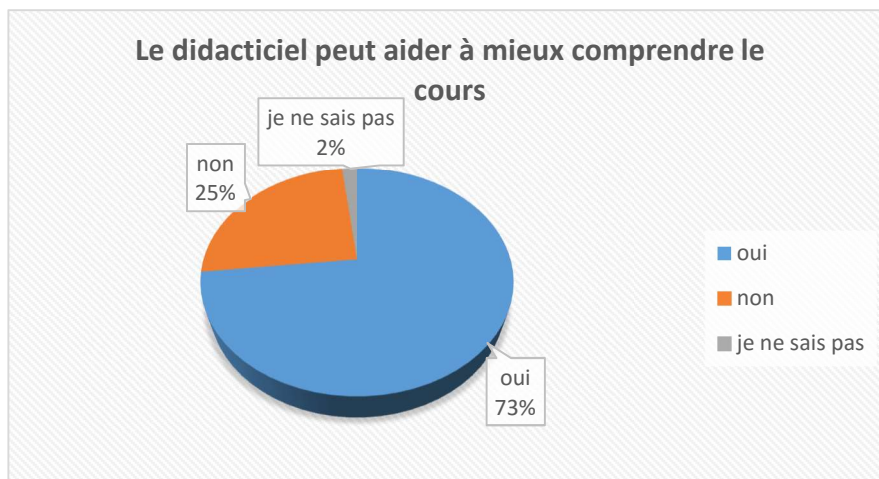


Figure 21: distribution des élèves selon l'apport du didacticiel dans la compréhension

D'après la figure 21, 73% des élèves estiment que le didacticiel peut leur être d'un grand intérêt dans la compréhension de leurs leçons.

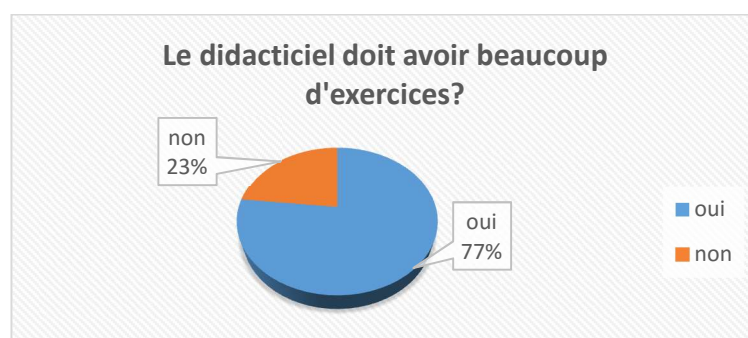


Figure 22 : distribution des élèves selon que le didacticiel doit avoir plein d'exercices

La figure 22 met en évidence le souhait des élèves à 77% de retrouver un nombre important d'exercices dans le didacticiel

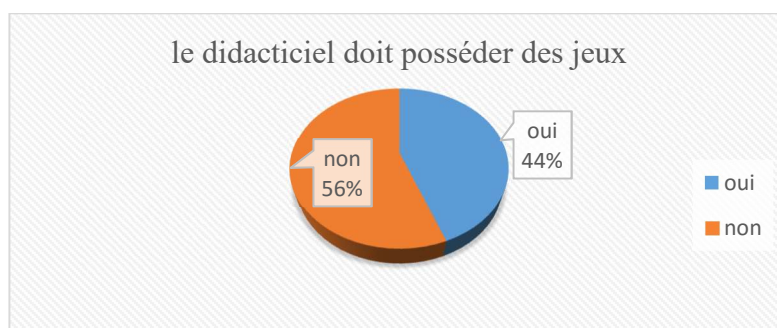


Figure 23: distribution des élèves selon que le didacticiel doit avoir des jeux

56% des élèves selon le diagramme précédent émettent le souhait de trouver des jeux éducatifs dans le didacticiel.

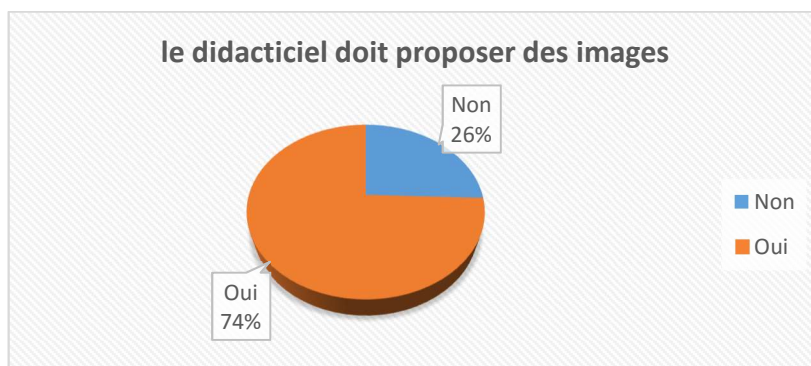


Figure 24: distribution des élèves selon que le didacticiel doit proposer des images

Via ce diagramme, 74% des élèves aimeraient retrouver des images dans le didacticiel.

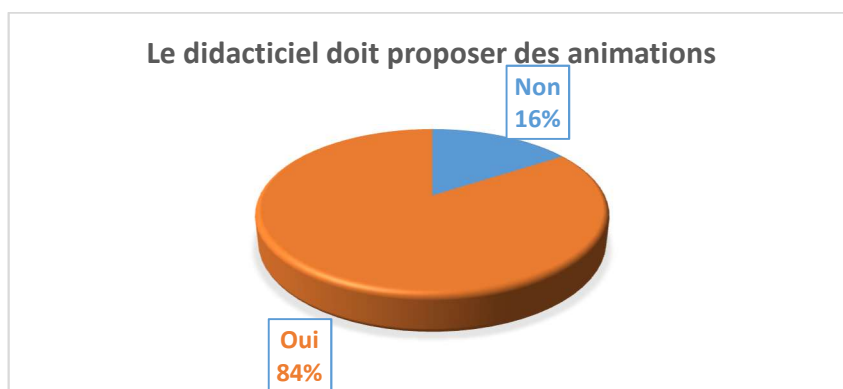


Figure 25: distribution des élèves selon que le didacticiel doit proposer des animations

Les élèves, 84% par le biais de ce diagramme expriment leurs souhaits de voir figurer dans le didacticiel, des animations qui leur permettront de mieux comprendre les phénomènes liés aux roches sédimentaires.

4.1.1.4. Prérequis sur l'apprentissage des roches sédimentaires

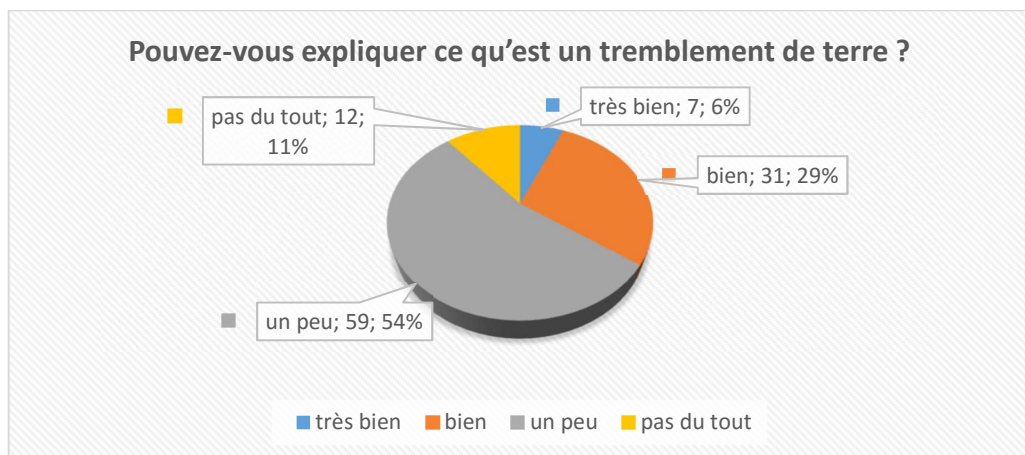


Figure 26: Distribution des élèves de 3ieme selon qu'ils sont capables d'expliquer ce qu'est un tremblement de terre

D'après ce diagramme, 6% des élèves interrogés disent pouvoir très bien et 29% bien expliquer le concept de tremblement de terre, contre 54% qui disent pouvoir un peu expliquer et 11% qui répondent pas du tout. C'est ainsi dire qu'une grande majorité des élèves possède les notions de base sur le tremblement de terre.

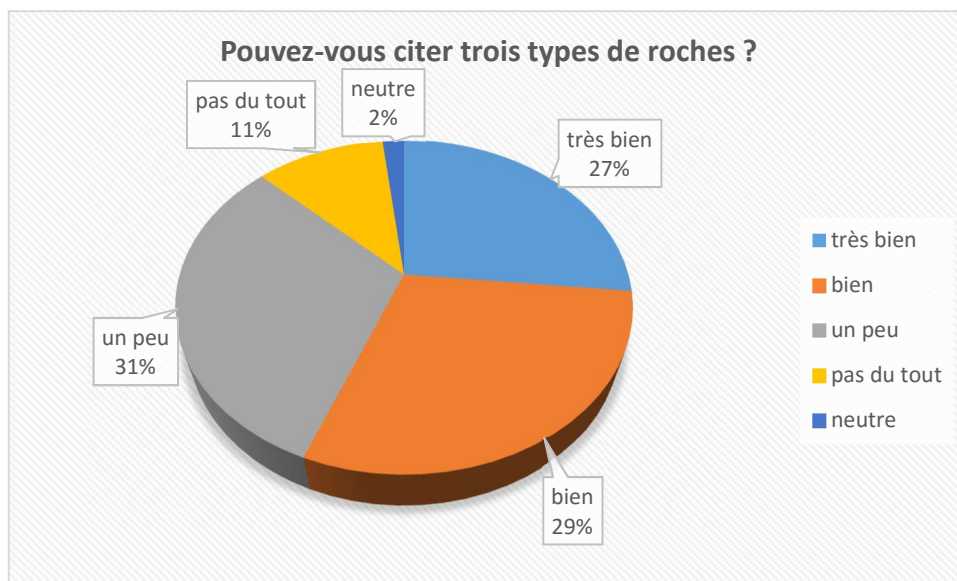


Figure 27: Distribution des élèves de 3ieme selon qu'ils sont capables de citer trois types de roches

D'après ce diagramme, plus de 80% des élèves sont à même de citer 3 types de roches contre 11% qui ne peuvent pas le faire.

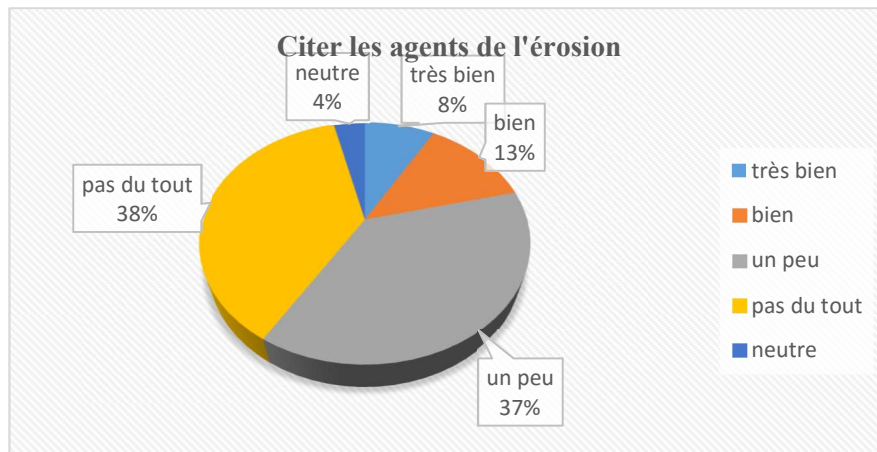


Figure 28: Distribution des élèves de 3^{ème} selon qu'ils sont capables de citer les agents de l'érosion

D'après ce diagramme, 38% des élèves interrogés disent ne pas du tout pouvoir citer les agents de l'érosion et 37% disent pouvoir un peu, contre 8% qui disent pouvoir très bien le faire.

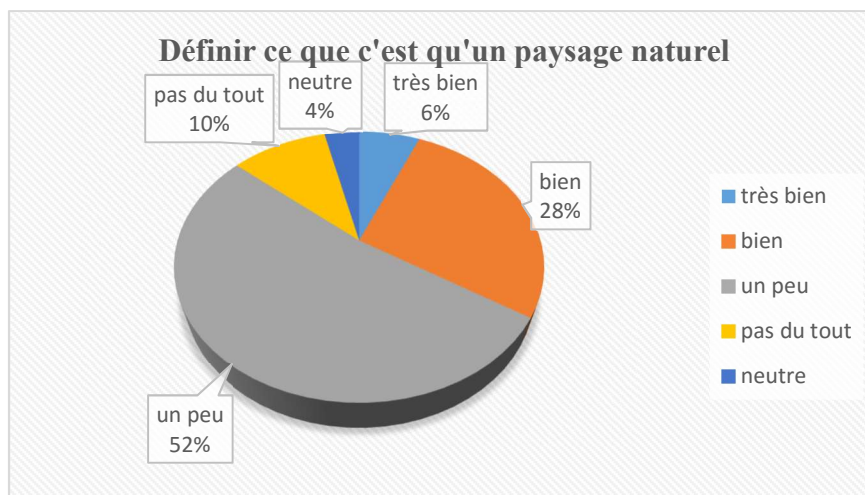


Figure 29: Distribution des élèves de 3^{ème} selon qu'ils sont capables de définir ce que c'est qu'un paysage naturel

On peut observer sur cette figure que 52% des élèves de 3^{ème} ont une idée pas très construite du prérequis qui consiste en la définition du paysage naturel. A cela s'ajoute 28% qui en ont une bonne conception et 6% une conception parfaite. Seul 10% ne possèdent pas ce prérequis. Et 4% ne se sont pas prononcés.

4.1.1.5. Questions notionnelles sur l'apprentissage de l'origine et la formation des roches sédimentaires

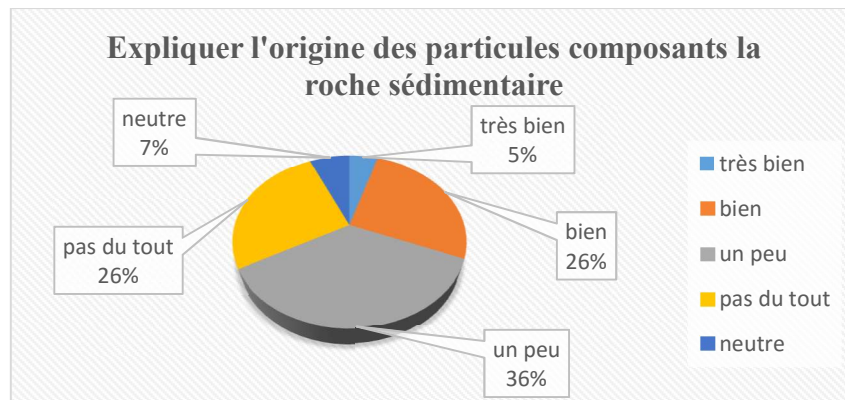


Figure 30: distribution des élèves de 2nde selon qu'ils sont capables d'expliquer l'origine des particules composant la roche sédimentaire

D'après ce diagramme, 36% des élèves de classe de 2nde disent ne pas pouvoir expliquer de façon convaincante l'origine des particules composant la roche sédimentaire, et seulement 5% disent pouvoir parfaitement le faire.

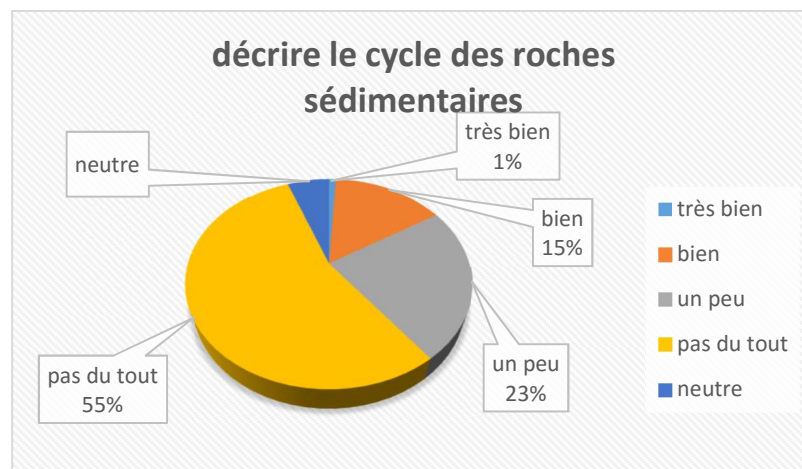


Figure 31: Distribution des élèves de 2nde selon qu'ils sont capables de décrire le cycle des roches sédimentaires

D'après ce diagramme, 55% des élèves de seconde interrogés répondent ne pas pouvoir décrire le cycle des roches sédimentaires, contre 15% qui disent pouvoir parfaitement le faire.

4.1.2. Résultats de l'enquête par entretien

L'analyse du contenu des réponses données par les enseignants au cours de l'entretien se résume dans le tableau ci-après :

Tableau 10: récapitulatif de l'entretien auprès des enseignants

Thèmes d'entretien	Réponses récurrentes
Q1 : Depuis combien de temps enseignez-vous ?	15 ans (1) 11 ans (1) 5 ans (2) 8 ans (2) 2 ans (1)
Q2 : Dans combien d'établissements enseignez-vous ?	Dans un seul (2) Dans deux (3) Dans trois (2)
Q3 : Avez-vous déjà enseigné en classe de 3^{ème} ?	Oui (7)
Q4 : Rencontrez-vous des difficultés en général dans l'enseignement des SVT ?	Matière abstraite (2) Pas suffisamment de ressources accessibles et utilisables (4) Pas de sorties sur le terrain possibles (5) Pas de réponse (1)
Q5 : Dans le cas particulier du chapitre sur l'origine et la formation des roches sédimentaires, quelles difficultés rencontrez-vous dans l'enseignement de ce chapitre ?	Notions abstraites pour les élèves (2) Manques de ressources pédagogiques spécifiques (4) Les termes échappent aux enfants (3) Trouver une situation de vie contextualisée (1)
Q6 : Comment se comportent les élèves quand vous dispensez ce chapitre ?	Besoin de répétitions multiples (3) Besoin de motivation (2) Ils sont intéressés (3)
Q7 : Quelles méthodes d'enseignement utilisez-vous pour ce chapitre ?	L'observation (1) Situation problème (4) Toutes les méthodes (2)
Q8 : Etes-vous à l'aise dans l'utilisation des outils TIC ?	Très à l'aise (4) Pas vraiment à l'aise (3)
Q9 : Pensez-vous qu'il soit possible d'associer un outil TIC à vos situations pédagogiques	Oui (7)
Q10 : Selon vous, un didacticiel serait-il d'un grand apport dans l'amélioration des performances des élèves dans ce chapitre ?	Oui l'élève sort de l'abstrait (5)
Q11 : Qu'aimerez-vous trouver comme fonctionnalités dans un didacticiel d'aide à l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires ?	Etapes de formation des roches (5) Insister sur la diagénèse (1) Beaucoup d'activités (5) Beaucoup de schémas détaillés (2) Proposer des vidéos ou d'animations (6) Respecter l'approche par compétences (6) Respecter le livre programme (6) Des exercices (7)

Lorsqu'on parcourt le tableau ci-dessus constitué des réponses des enseignants suite à l'entretien, nous pouvons relever que 100% des enseignants interrogés affirment avoir déjà enseigné en classe de 3^{ème} et avoir déjà dispensé le cours sur l'origine et la formation des roches sédimentaires. 4 enseignants sur les 7 que constituent notre échantillon affirment que l'une des

difficultés majeures qu'ils rencontrent dans l'enseignement de ce chapitre réside dans le fait qu'aussi bien les élèves que les enseignants ne disposent pas de suffisamment de ressources pédagogiques permettant de faciliter l'enseignement/apprentissage des notions liées à l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires, ce qui ne permet pas aux élèves de se faire une idée plus concrète des concepts qui sont manipulés. 3 enseignants sur 7 estiment qu'il y a également un problème au niveau des termes utilisés dans ce cours qui dans la plupart du temps échappent aux élèves. En ce qui concerne l'utilisation des TIC, 57% des enseignants affirment être à l'aise dans l'utilisation des outils TIC, et 100% d'entre eux estiment que l'intégration des outils TIC dans l'enseignement de ce chapitre serait d'un grand apport dans l'amélioration des performances des apprenants. Et comme fonctionnalités à retrouver dans le didacticiel, 71,42% d'entre eux estiment que le didacticiel doit proposer une fonctionnalité permettant de présenter les étapes de la formation des roches sédimentaires en proposant une diversité d'activités possibles, 85% estiment que le didacticiel, dans son scénario pédagogique doit respecter l'approche par les compétences ainsi que le livre programme et également proposer une multitude de schémas détaillés. 85,71% voudraient que le didacticiel puisse proposer des animations et des vidéos qui permettront à l'apprenant de visualiser le déroulement des phénomènes conduisant à la formation des roches sédimentaires. Et pour conclure, 100% d'entre eux estiment que le didacticiel devrait proposer des exercices à l'apprenant pour favoriser son auto-évaluation.

4.2. RESULTATS DE LA METHODE D'INGENIERIE PEDAGOGIQUE ADDIE

4.2.1. Phase d'analyse

4.2.1.1. Analyse des besoins de formation

La formation suscitée par ce dispositif d'apprentissage s'inscrit dans l'acquisition par l'apprenant des compétences s'intégrant dans la gestion rationnelle de son environnement pour un développement durable et à la prévention des catastrophes naturelles, à travers une bonne maîtrise des connaissances relatives à l'origine et la formation des roches sédimentaires (PROGRAMMES D'ETUDES DE 4ème et 3ème : SVTEEHB, 2014). Ainsi l'objectif général est de réaliser un didacticiel sur l'apprentissage de l'origine et de la formation des roches sédimentaires qui proposera des contenus et activités pédagogiques dans le but de faciliter le processus d'enseignement/apprentissage et améliorer les performances des élèves vis-à-vis de cet objet d'apprentissage.

4.2.1.2. Analyse des contenus et modalités pédagogiques

En ce qui concerne les contenus pédagogiques, les savoirs essentiels qui doivent être mis à la disposition des élèves de 3^{ième} sont les suivants :

- Étapes ou conditions de formation (altération, transport, sédimentation, diagénèse) des roches sédimentaires ;
- Quelques roches sédimentaires ;

Ces contenus seront présentés sous forme d'animations, d'images, de textes, de son et éventuellement de vidéos.

Toute formation met en jeu des modalités pédagogiques qui déterminent la nature des mises en situation d'apprentissage proposées par le formateur pour permettre l'acquisition des savoirs, des savoir-faire ou des savoir-être liés aux objectifs d'une séquence de formation. Ainsi, les modalités pédagogiques, étant fonction de la nature des objectifs de la formation, nous allons appliquer dans le cadre du didacticiel SEDILEARN,

- Le questionnement : l'apprenant, tout au long de son apprentissage à travers le didacticiel, sera mis en situation de questionnement relativement à un support qui lui sera présenté afin de stimuler sa réflexion par rapport à un problème posé ;

4.2.1.2. Description du public cible et de ses caractéristiques

Le public cible est constitué 109 élèves des classes de 3^{ième} car c'est à eux qu'est destiné l'outil qui va être construit pour les aider dans leur apprentissage. Ils sont pour la majorité âgés d'au plus 15 ans (77 sur 109) ce qui équivaut à 70,64% de l'échantillon analysé, pour une proportion de 52% de filles contre 48% de garçons. D'après les résultats de l'enquête menée pour mettre en évidence leur niveau en ce qui concerne les prérequis liés à l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires, 89% des élèves interrogés disposent des prérequis sur la notion de tremblement de terre, 58% sur les agents de l'érosion, inhérents à l'apprentissage des roches sédimentaires, et 86% sont à même de citer trois types de roche, et 53% d'entre eux ont une idée vague de ce qu'est un paysage naturel. Ce qui nous permet de conclure que dans la grande majorité, les élèves étudiés possèdent les prérequis moyens pour la formation en ce qui concerne l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires. Et de façon générale, ceux-ci obtiennent souvent lors des évaluations en SVTEEHB des notes comprises entre 10 et 14 sur 20. Les élèves sont ceux des établissements des villes de Yaoundé et Nkoabang plus précisément du :

- Collège EBAGES de Nkoabang ;
- Institut Zang Mebenga de Mimboman ;
- Collège Polyvalent Saint Pierre de Mimboman ;

4.1.2.3. Analyse de l'existant

Comme ressources, nous avons :

- Le livre programme pour identifier les orientations ministérielles de l'éducation dans le domaine des SVTEEHB et des différentes compétences ciblées ;
- Le livre au programme ainsi que d'autres livres traitant du sujet ;
- Les contenus de cours liés à l'origine et la formation des roches sédimentaires ;
- Quelques images décrivant les étapes de la formation des roches sédimentaires ;

Comme matériels, les établissements dans lesquels nous avons mené notre enquête possèdent pour la grande majorité une salle d'ordinateurs dans laquelle nous pourrions déployer le dispositif d'apprentissage pour son évaluation. De plus dans le cadre de la réalisation du dispositif d'apprentissage, nous avons eu à notre disposition :

- Trois ordinateurs portables ;
- Un modem Wifi;
- Deux clés USB ;

4.2.1.4. Analyse des moyens

Les élèves recensés disposent à 48% d'un ordinateur à la maison, et à 43% d'un accès à une tablette ou à un smartphone. Comme ressource humaine mise à disposition pour la réalisation de notre dispositif d'apprentissage, nous avons :

- 215 élèves en raison de 109 en classe de 3^{ième} et 106 en classe de 2^{nde} de trois collèges de Yaoundé et de Nkoabang ;
- De 7 enseignants de lycée dont 4 PLEG et 3 PCEG de SVTEEHB ;
- Du directeur de mémoire qui se charge de la coordination générale ;
- D'un concepteur pédagogique et logiciel ;

Nous disposons dans le cadre de ce travail, d'un budget de 50.000 FCFA pour la réalisation de l'outil **SEDILEARN**. Le budget n'est pas consistant compte tenu qu'il s'agit d'un travail académique.

4.2.1.5. Analyse des contraintes

Trois contraintes majeures ont émaillé le présent travail :

- Les contraintes institutionnelles : Le projet répond à l'offre technique formulée par le DITE afin de sanctionner notre formation par un DIPES II à l'ENS de Yaoundé ;
- Les contraintes temporelles : Le développement de l'outil **SEDILEARN** s'étend jusqu'à la date du 31 Mai 2019, date de dépôt du mémoire au département ;
- Les Contraintes techniques : celles-ci sont étroitement liées à l'analyse pédagogique et logicielle ;
- Contraintes liées au contenu : Dans le cas de l'outil **SEDILEARN**, il ne sera pas évident de disposer de vidéos réelles permettant aux élèves de mieux apprécier les phénomènes qui se réalisent dans un processus de formation des roches sédimentaires, sans oublier le respect du programme officiel ;

4.2.1.5. Verbalisation du besoin

Pour la verbalisation du besoin, nous nous sommes servis du diagramme de bête à cornes de la méthode d'analyse fonctionnelle APTE qui repose sur trois questions principales :

- A qui l'outil d'apprentissage rend-il service ?
- Sur qui ou quoi agit-il ?
- Dans quel but ?

Nous avons donc obtenu le résultat présenté à la figure ci-dessous.

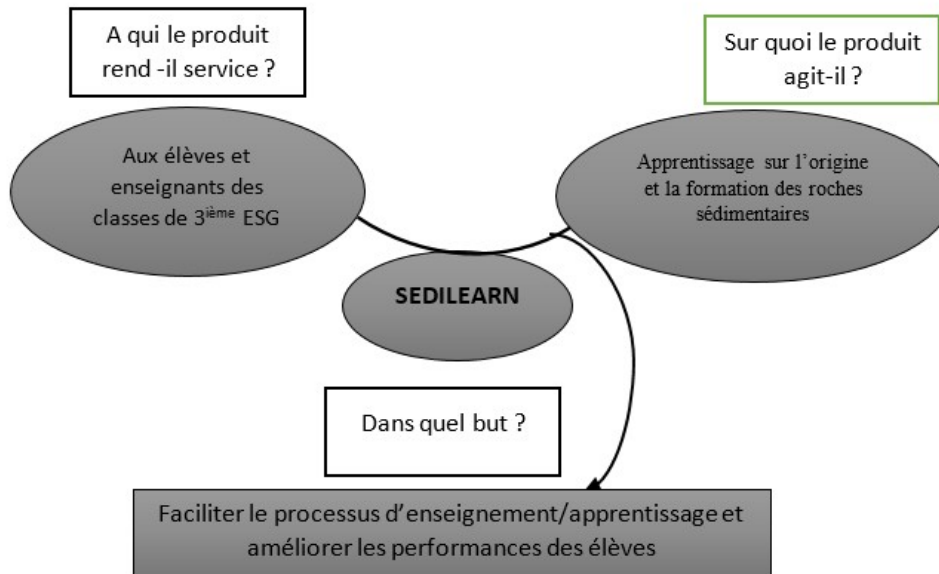


Figure 32: diagramme de bête à corne d'expression du besoin

4.2.2. Résultats du design

4.2.2.1. Définition des objectifs pédagogiques

D'après le référentiel ministériel de SVTEEHB des classes de 3^{ème}, l'objectif pédagogique général à atteindre dans le cadre de l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires est le suivant :

- Lire et traduire les informations contenues dans les roches sédimentaires

De cet objectif découle les objectifs spécifiques suivants :

- Déterminer l'origine des roches sédimentaires ;
- Classifier les roches sédimentaires ;
- Examiner les mécanismes responsables de la dégradation des roches ;
- Décrire les étapes de la formation des roches sédimentaires

4.2.2.2. Conception du scénario pédagogique

4.2.2.2.1. Séquences pédagogiques

Notre dispositif de formation s'articule autour d'une seule séquence pédagogique à savoir :

- L'origine et la formation des roches sédimentaires

4.2.2.2. Démarche pédagogique

La démarche pédagogique qui sera mise en avant dans le cadre de la conception du didacticiel **Sédilearn** est la démarche inductive. Elle prend appui sur des faits de société, des situations de vie professionnelles ou quotidiennes. L'enfant dans son apprentissage sera mis face à des situations de vie contextualisées à partir desquelles il mobilisera ses connaissances et compétences anciennes afin de trouver la solution au problème que soulèvera la situation de vie. Ainsi, l'apprenant construira ses savoirs en quittant du concret vers l'abstrait.

Les séances d'apprentissages suivront le modèle PIC. Ainsi chaque séance débutera par une mise en situation afin de préparer l'apprenant affectivement et cognitivement à la séquence pédagogique, en suite viendra la présentation des objectifs, puis le test des prérequis par une révision systématique, suivi de la présentation de la situation problème. Par la suite on passera à la phase d'interaction qui se déroulera autour des activités. Toute la phase d'interaction est implémentée sous la forme de questions qui guideront l'apprenant dans la proposition de solutions intermédiaires pour la résolution du problème et l'élaboration du résumé. Après on passera à la phase de consolidation qui s'articulera autour des exercices d'applications. Une fois les savoirs acquis, il sera proposé à l'apprenant un ensemble d'exercices de différentes natures qui lui permettront de tester ses connaissances en rapport avec l'objet d'apprentissage qui a été développé dans le volet des leçons. Parallèlement, il pourra consolider ses apprentissages à travers des jeux éducatifs qui lui seront également proposés ainsi qu'un glossaire pour les mots difficiles et une galerie d'images et de plus il pourra effectuer des simulations pour expérimenter les phénomènes sur le processus de formation des roches sédimentaires.

4.2.2.3. Durée de la formation

La formation s'étalera sur une durée de 4 heures conformément aux dispositions présentes sur le référentiel ministériel.

4.2.2.4. Découpage des contenus en séances

La séquence pédagogique sera constituée de deux (02) séances qui sont réparties comme suit :

Tableau 11: Découpage des contenus pédagogiques en séances

Séances	Objectifs pédagogiques spécifiques	Contenu
Séance 1 : Etapes ou conditions de formation des roches sédimentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Examiner les mécanismes responsables de la dégradation des roches ; - Décrire les étapes de la formation des roches sédimentaires 	Il sera question dans cette séance de présenter les cinq (05) phénomènes responsables de la formation des roches sédimentaires (altération, érosion, transport, sédimentation et diagénèse)
Séance 2 : Etude de quelques roches sédimentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Déterminer l'origine des roches sédimentaires - Classifier les roches sédimentaires 	Il sera question dans cette séance de présenter les différentes origines des roches sédimentaires et de proposer une classification de celles-ci en fonction de leur composition chimique et en fonction de leur origine

4.2.2.2.5. Découpage en activités

La compréhension des concepts essentiels de cette formation se basera sur la mise en activité des élèves. Ainsi, le tableau de bord des activités de cette formation est le suivant :

Tableau 12: Découpage des contenus en activités

Séances	Activités	Contenu de l'activité
Séance 1 : Etapes ou conditions de formation des roches sédimentaires	Activité 1 : Etapes de formation des roches sédimentaires	Il sera proposé à l'apprenant ne animation présentant les différentes étapes de la formation d'une roche sédimentaire, et il lui sera posé plusieurs questions dans le but d'exploiter ladite animation afin de décrire les phénomènes qui entre en jeu dans la formation des roches sédimentaires.
	Activité 2 : Diagénèse	Il sera présenté à l'apprenant une animation décrivant les différentes étapes de la diagénèse.
Séance 2 : Etude de quelques roches sédimentaires	Activité 3 : les origines des roches	Il sera proposé à l'apprenant une animation présentant plusieurs roches d'origines différentes

4.2.2.2.6. Modes d'évaluation

Les modes d'évaluations dans le cadre de notre dispositif d'apprentissage **SEDILEARN** sont de trois (03) types :

- L'évaluation diagnostique qui passe par le test des prérequis au début de toutes les séances ;
- L'évaluation formative qui se déroulera tout au long du scénario pédagogique à savoir :
 - ✓ Pendant la présentation de la situation de vie contextualisée ;
 - ✓ Pendant le déroulement des activités ;
 - ✓ Pendant les phases de test des acquis via le module des exercices.
- L'évaluation sommative qui peut avoir lieu à la fin de la séquence.

4.2.2.3. Les types d'exercices.

Les exercices mis à la disposition de l'apprenant pour lui permettre de vérifier ses acquis et de déployer ses compétences sont de plusieurs types à savoir :

- Les questions à choix multiples ;
- Les questions à trous ;
- L'analyse des documents ;
- Les quiz.
- Les appariements.

4.2.2.4. Fonctions de SEDILEARN

Les fonctions principales de l'outil SEDILEARN seront présentées grâce au diagramme de pieuvre de la méthode APTE. Cet outil présente les fonctions de services. On entend par fonction de service une action attendue du produit en réponse à un élément du besoin d'un utilisateur. On distingue deux types de fonctions de services : Les fonctions principales (FP) et les fonctions de contraintes (FC). Les fonctions principales (FP) sont celles qui répondent aux exigences des utilisateurs ; elles traduisent en effet la raison d'être du produit et peuvent être réparties en plusieurs fonctions élémentaires. Les fonctions contraintes (FC) désignent toutes les exigences générées par l'environnement extérieur au produit. Ces contraintes peuvent

provenir du milieu : humain, technique, économique, culturel. Ainsi, la figure suivante illustre le résultat de l'analyse fonctionnelle du produit :

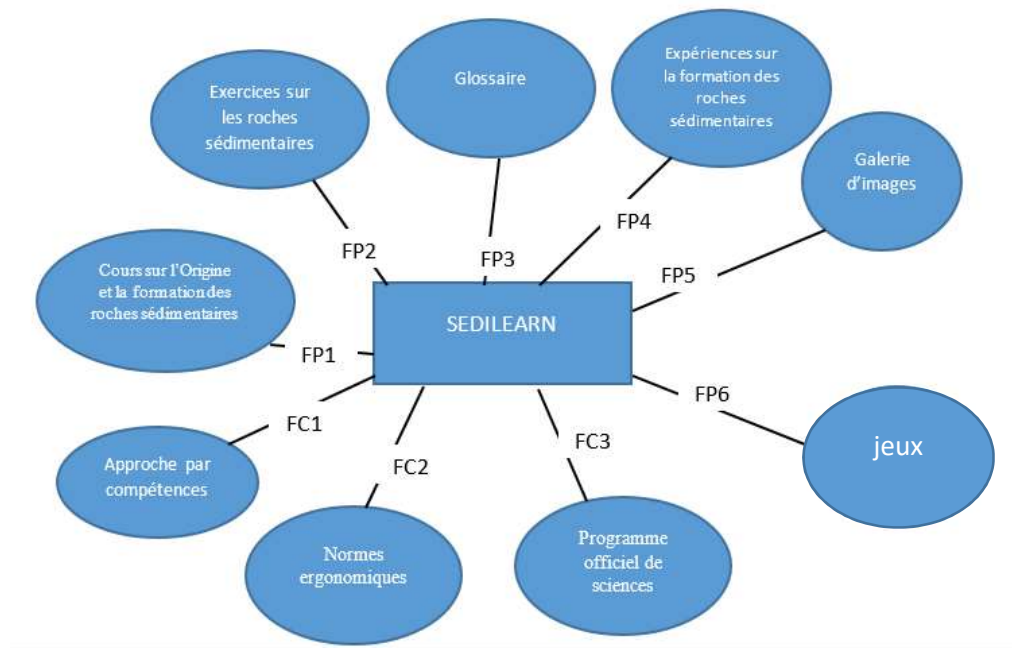


Figure 33: : Diagramme de pieuvre des besoins fonctionnels de SEDILEARN

4.2.3. Résultats du développement guidée par la méthode SCRUM

4.2.3.1. Résultats phase d'initiation

4.2.3.1.1. Constitution de l'équipe

Tableau 13: Les membre de l'équipe Scrum

Membres	Rôles
Product owner	NGOM NGUE Serge Albert
Scrum master	Dr ZOBO Éric Patrick (Encadreur)
Equipe de développement	NGOM NGUE Serge Albert
Stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> - Elèves des classes de 3^{ième} des établissements sélectionnés pour l'étude ; - Les Enseignants de SVTEEB des classes de 3^{ième}

4.2.3.1.2. Vision du produit

La meilleure façon d'obtenir une bonne vision est de procéder par des séances de travail en groupe. Un *brainstorming* collectif permet à l'équipe d'obtenir rapidement des parties de la vision, comme la formulation du problème et la position du produit

Tableau 14: *Enoncé du problème*

Le problème :	Difficultés d'apprentissage des notions liées à l'origine et la formation des roches sédimentaires faute de matériels et ressources didactiques adéquats, et d'un apprentissage essentiellement théorique.
Affecte :	Les élèves des classes de 3 ^{ième} de l'enseignement général
Il en résulte que :	Que les notions étudiées restent abstraites pour les élèves et par conséquent le transfert de connaissances s'avère difficile.
Une solution réussie permettrait de :	Faciliter l'apprentissage sur les roches sédimentaires en fournissant des fonctionnalités d'observation de phénomènes, d'exercices, de simulation, de parcours de leçons, de consultation de mots difficiles, etc.

La position choisie pour le produit est décrite au plus haut niveau possible. Une technique possible, venant du marketing, est le test de l'ascenseur ou *l'Elevator Statement* (Moore,1991). La position du produit est présentée en six points et constitue un résumé permettant de comprendre rapidement quelle est la solution proposée. Le nom vient de l'idée qu'une position, destinée à convaincre son chef, doit être exprimée pendant le temps que prend un voyage en ascenseur avec lui.

Tableau 15: *Position du produit*

Pour	Les élèves de classes de 3 ^{ième} de l'enseignement secondaire général
Qui	Sont appelés à mobiliser des compétences s'intégrant dans la gestion rationnelle de leur environnement pour un développement durable et à la prévention des catastrophes

	naturelles, à travers une bonne maîtrise des connaissances relatives à l'origine et la formation des roches sédimentaires
SEDILEARN	Didacticiel
Qui permet de	Faciliter l'apprentissage et améliorer les performances des élèves sur les notions liées à l'origine et la formation des roches sédimentaires
A la différence	Des livres qui présentent des contenus statiques
Notre produit	Permettra à l'apprenant de consulter des leçons, de jouer, de s'exercer, de simuler des phénomènes, de consulter un glossaire, de visualiser des images.

4.2.3.1.3. Epics et personas

L'analyse précédemment effectuée a permis de relever les épics suivants :

- Consulter les séances ;
- Faire des exercices ;
- Consulter le glossaire
- Faire une simulation ;
- Passer une évaluation ;
- Consulter la galerie d'images ;
- Jouer.

Tableau 16: *Personas et leurs caractéristiques*

Personas	Caractéristiques
Elève	Âge : 10-15 ans en moyenne Attitude : en pleine phase de puberté Outil(s) accessible(s) : ordinateur et tablette Fréquence d'apprentissage de la SVTEEB : 2h/Semaine Moyenne générale en SVT : [10-14] /20 Possède les prérequis nécessaires.

4.2.3.1.4. Backlog de produit avec priorités

Le backlog de produit est la liste des futures réalisations de l'équipe. C'est l'élément pivot d'un développement avec Scrum en ce qui concerne le contenu du produit et la gestion de projet (AUBRY, 2010).

NB : En ce qui concerne l'estimation de l'effort, la réalisation d'une user story est estimée selon la méthode du *planning poker* qui consiste à attribuer des nombres de la suite de Fibonacci à une user story pour l'estimer. Cette dernière est une suite d'entiers dont chaque terme est la somme des deux termes précédents, en considérant les deux termes initiaux 0 et 1. Le début de cette suite est : 0,1,2,3,5,8,13 jusqu'à l'infini. La technique d'interprétation des valeurs retenues après le *planning poker* est celle des journées idéales.

Tableau 17: Backlog de produit SEDILEARN

Id	Les Stories	Critères d'acceptation	Priorités	Estimation d'effort
1	En tant qu'élève, je veux pouvoir atteindre la page d'accueil du didacticiel afin de pouvoir consulter l'ensemble des modules qui y sont proposés	- Vérifier que l'élève est sur la page d'accueil ;	1	3
2	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la présentation du module de formation afin d'être informé sur la famille de situation de vie, les compétences à développer.	Vérifier que l'élève est positionné sur l'écran présentant la famille de situations de vie et les compétences	1	5
3	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la situation problème afin de résoudre le problème mis en exergue par celle-ci.	Vérifier que l'élève répond aux questions posées dans la situation problème	1	3
4	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter l'ensemble des séances d'apprentissage afin de sélectionner celle pour laquelle je veux découvrir le contenu d'apprentissage	Vérifier que l'élève se trouve sur l'écran présentant les différentes séances disponibles	1	5
5	En tant qu'élève, je veux pouvoir effectuer des activités liées à une séance afin d'acquérir les compétences ciblées par celle-ci	- Vérifier que l'élève répond aux questions proposées dans l'activité ;	1	34

6	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter le résumé d'une séance une fois l'avoir terminé afin de structurer les connaissances acquises tout au long de la séance.	Vérifier qu'une fois les activités terminées, l'élève visualise le résumé de la séance.	1	5
7	En tant qu'élève, je veux pouvoir effectuer un exercice d'application après consultation du résumé afin de mobiliser les connaissances acquises précédemment.	Vérifier que l'élève répond aux questions proposées dans l'exercice d'application et qu'un feedback de sa performance lui est présenté.	1	8
8	En tant qu'élève, je veux pouvoir effectuer des exercices à trou, d'appariements, d'analyses de documents, des QCM, des QUIZ afin d'évaluer mes connaissances et m'assurer de l'acquisition des compétences énumérées dans la présentation de la formation.	Vérifier que l'élève répond aux questions posées dans les différents types d'exercices proposés.	2	34
9	En tant qu'élève, je veux pouvoir passer une évaluation sommative afin d'évaluer ma performance.	Vérifier que l'élève répond aux questions et obtient une note.	2	13
10	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la liste des mots et expressions relatifs à l'origine et la formation des roches sédimentaires afin d'en avoir une définition ou explication	Vérifier que l'élève se trouve sur l'écran de présentation des mots et expressions.	3	21
11	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter un catalogue d'images de roches et de paysages sédimentaires afin de sélectionner ceux qui m'intéressent.	Vérifier que l'élève se trouve sur l'écran de présentation des images et photos de la galerie.	4	13
12	En tant qu'élève, je veux pouvoir sélectionner une image dans le catalogue d'images afin d'en obtenir une description ou explication approfondies.	Vérifier que la description de l'image sélectionnée dans la galerie est affichée à l'écran.	4	13
13	En tant qu'élève, je veux pouvoir simuler l'altération des roches exogènes afin de mobiliser mes	- Vérifier que la simulation, le résultat de la simulation sur	5	21

	compétences dans le processus d'altération des roches.	l'altération des roches exogènes est affiché ;		
14	En tant qu'élève, je veux pouvoir accéder à l'ensemble des simulations afin de choisir celle que je voudrais effectuer.	Vérifier que l'élève se trouve sur l'écran présentant les simulations proposées par le didacticiel.	5	5
15	En tant qu'élève, je veux pouvoir accéder à la simulation sur le processus de sédimentation afin de mobiliser mes compétences acquises dans le processus de sédimentation.	Vérifier que le résultat de la simulation sur la sédimentation est affiché ;	5	13
16	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter l'aide afin de m'informer sur l'utilisation efficace du didacticiel.	Vérifier que l'élève se trouve sur la page d'aide.	6	13
17	En tant qu'élève, je veux pouvoir jouer au jeu Memory rock afin de mémoriser de façon ludique des quelques roches sédimentaires.	- Vérifier que le score obtenu par l'élève est affiché ; - Vérifier que le jeu s'arrête lorsque l'élève perd tous ses points de vie	7	34
18	En tant qu'élève, je veux pouvoir jouer à TVrock afin d'évaluer mes connaissances de façon ludiques via des questions à choix multiples.	- Vérifier que le score obtenu par l'élève est affiché ; - Vérifier que le jeu s'arrête lorsque l'élève perd tous ses points de vie	7	34

4.2.3.1.5. Critères de terminaison (Done criteria)

Le but ici est de définir les critères qui font qu'une User Story soit considéré comme totalement traitée. Afin de s'assurer de la qualité de l'implémentation. Dans notre travail une User Story est totalement fini lorsque :

- Elle est revue par l'équipe Scrum ;
- Les tests définis dans une user story ont été réalisés et passés avec succès. ;
- Le Product owner a vu la démo et a validé le fonctionnement ;
- La documentation minimale d'une user story est fournie ;

4.2.3.1.6. Conduite du plan de release

Compte tenu du temps imparti pour la phase de réalisation du didacticiel SEDILEARN qui est de deux mois, nous avons prévu 2 releases à raison d'une par mois. Le tableau ci-dessous présente les releases retenues.

Tableau 18: plan de release de sédilearn

Releases	Sprints	Echéances
Release 1 : Leçons, évaluations, glossaire, galerie	Sprint 1	01-03-2019 au 14-03-2019
	Sprint 2	15-03-2019 au 31-03-2019
Release 2 : Simulation, jeux, Aide	Sprint 3	01-04-2019 au 14-04-2019
	Sprint 4	15-04-2019 au 30-11-2019

4.2.3.1.7. Architecture globale

L'application à développer fonctionne suivant le modèle « client – serveur ».

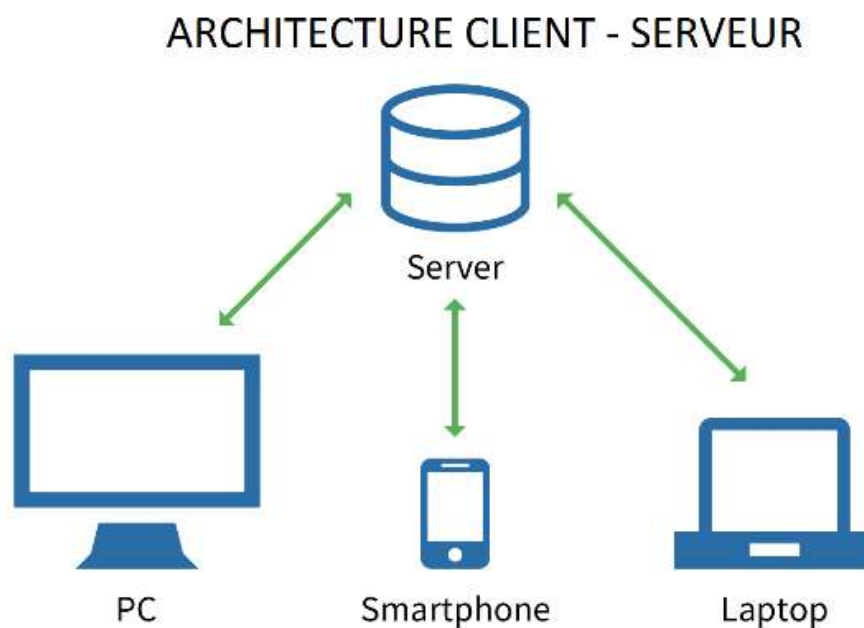


Figure 34: Architecture client-serveur (Pasquet, 2016)

❖ Aspects statiques du système

✓ Le diagramme de classe global du système

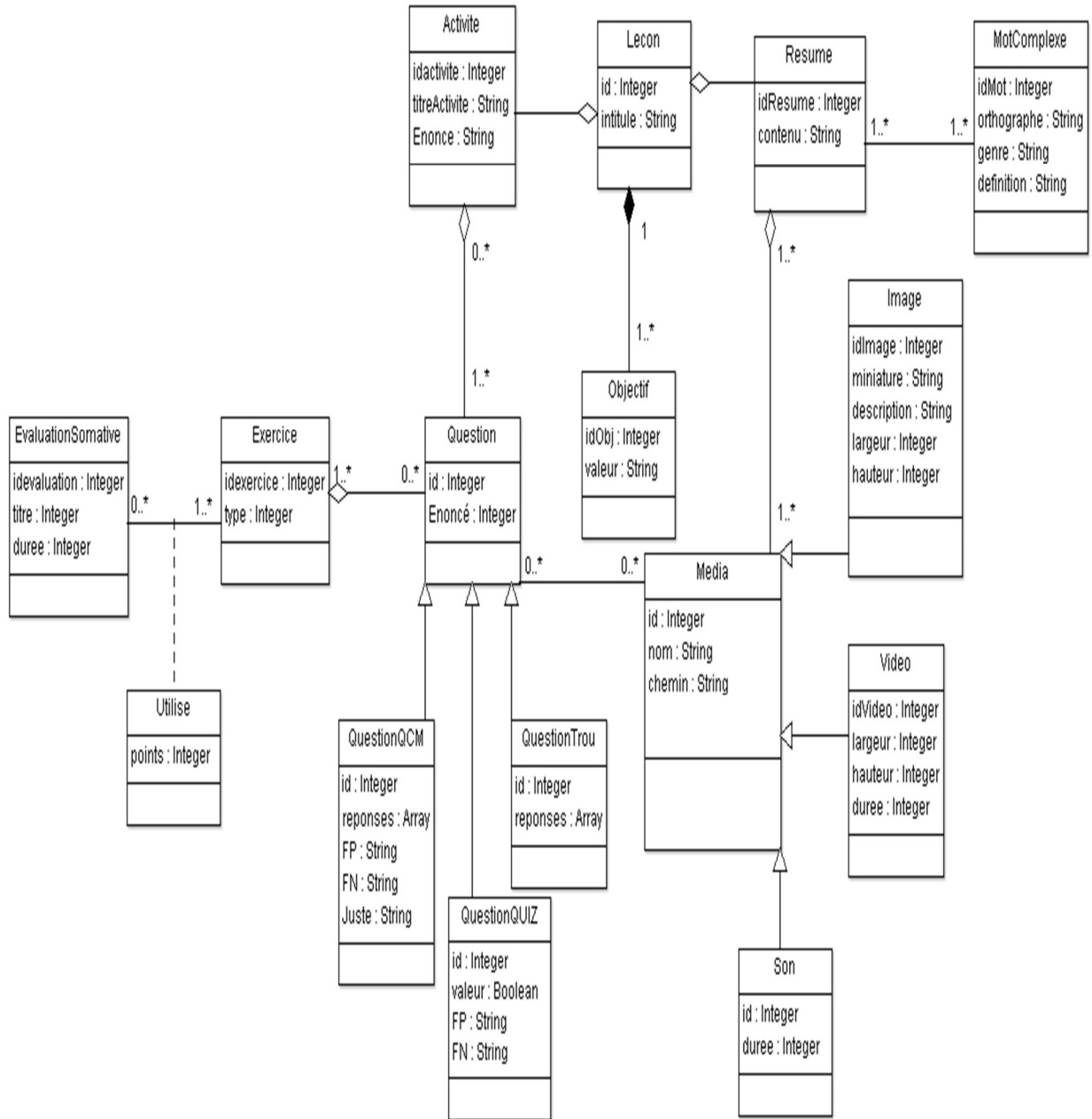


Figure 35: Diagramme de classe global du système

✓ Le diagramme de cas d'utilisation

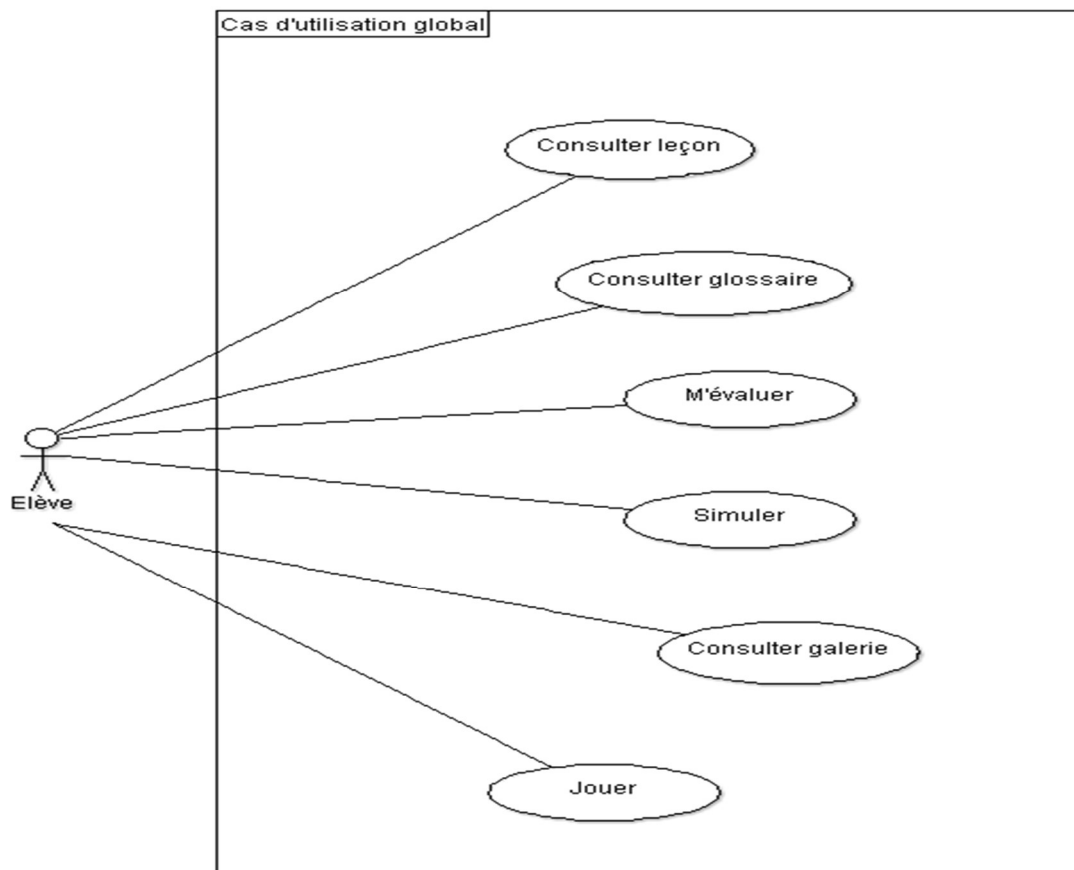


Figure 36: Diagramme de cas d'utilisation global

Un diagramme de navigation est également proposé en annexe.

❖ Aspects dynamiques du système.

Dans le souci du respect d'un nombre de pages acceptables pour la rédaction de ce document, nous ne nous sommes pas attardés sur la représentation des aspects dynamiques du système. Mais celles-ci ont également fait l'objet d'une conception afin de ressortir les interactions existantes entre les différentes entités du système. Ils seront illustrés à l'aide des diagrammes de séquences et ceci dans chaque sprint.

4.2.3.2. Résultats phase de développement

Chaque sprint possède un certain nombre d'activités et suit le cycle de développement d'un produit logiciel à savoir **Spécification – Architecture – Codage – Test** abrégé par le sigle **SACT**

Ainsi pour une release donnée, on a le schéma suivant :

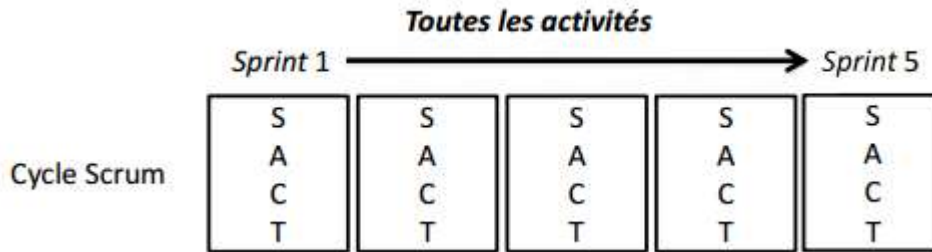


Figure 37: Des sprints et leurs activités en parallèle

En ce qui concerne la planification du sprint, on dispose des étapes présentées dans le schéma ci-dessous :

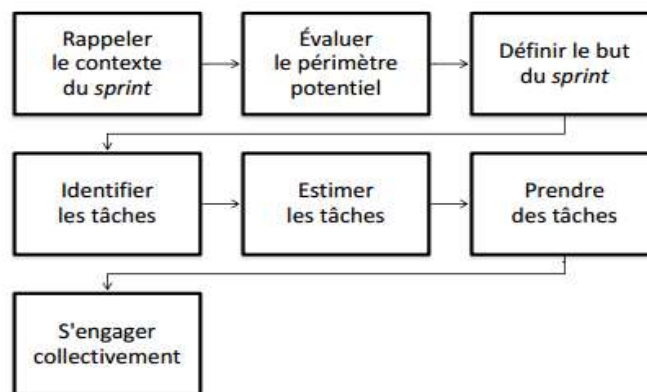


Figure 38: Les étapes de la planification de sprint

Nous allons, dans un souci de volume, nous attarder sur la présentation des deux sprints de la première release, à savoir le **sprint 1** et le **sprint 2**

4.2.3.2.1. Planification du sprint 1

- **Contexte**

Le sprint débute le 01-03-2019 et s’achève le 14-03-2019. Tous les membres de l’équipe sont disponibles pendant cette période.

- **But du sprint 1**

Le but du sprint 1 est de réaliser la page d’accueil de l’outil SEDILEARN ainsi que les modules mes leçons et glossaire.

- **Périmètre, tâches et estimation des tâches**

Tableau 19: Sprint backlog du sprint 1

Id des stories	Tâches	Estimation
1	- Concevoir le story	1h

	- Construire les composants graphiques de la page d'accueil	3h
	- Intégrer les composants de la page d'accueil	3h
	- Ajouter des actions sur les boutons de la page d'accueil.	3h
	- Faire les tests unitaires	2h
2	- Concevoir le story	1h
	- Créer les composants graphiques de la présentation du module d'apprentissage et des compétences à atteindre	3h
	- Intégrer les composants dans l'interface graphique	2h
	- Insérer les actions sur les boutons de navigation	2h
	- Faire les tests unitaires	1h
3	- Concevoir le story	1h
	- Créer les composants graphiques de la présentation de la situation problème	3h
	- Intégrer les composants dans l'interface de la situation problème	3h
	- Réaliser des contrôles sur l'émission des hypothèses.	2h
	- Ajouter les feedback négatifs et positifs	2h
	- Faire les tests unitaires	2h
4	- Concevoir le story	1h
	- Créer les composants graphiques de la page d'accueil des séances	3h
	- Intégrer les composants dans l'interface graphique de la page des séances	3h
	- Ajouter des contrôles sur les composants.	2h
	- Faire les tests unitaires	1h
5	- Concevoir le story	5h
	- Créer les composants graphiques de chacune des activités	24h
	-	
	- Préparer les éléments textuels de chacune des activités	5h
	- Préparer les éléments sonores	2h
	- Préparer les questions relatives à chacune des activités.	8h
	- Intégrer les éléments graphiques, sonores et textuels et les questions dans l'interface de chacune des activités	10h

	- Ajouter les contrôles et actions sur les éléments d'interactions de chacune des activités.	11h
	- Faire les tests unitaires	4h
6	- Concevoir le story	2h
	- Préparer les composants graphiques du résumé	2h
	- Préparer le texte et les illustrations du résumé	5h
	- Intégrer les composants graphiques du résumé dans l'interface	3h
	- Ajouter les contrôles sur les composants interactifs	2h
	- Faire les tests unitaires	1h
7	- Concevoir le story	2h
	- Préparer les exercices d'application	3h
	- Créer les composants graphiques des exercices d'application	3h
	- Intégrer les composants graphiques dans l'interface de chaque séance	5h
	- Ajouter les contrôles sur les éléments d'interactivité	2h
	- Faire les tests unitaires	1h
10	- Concevoir le story	2h
	- Construire l'interface d'accueil du glossaire.	2h
	- Ajouter les contrôles sur chacun des mots sélectionnables	3h
	- Ajouter des actions sur les boutons de navigation.	2h
	- Afficher la définition des mots sélectionnés dans l'espace dédié.	
	- Faire les tests unitaires	1h
Total		156h

- Conception

Même si Scrum n'évoque pas explicitement de pratiques d'ingénierie, nous avons proposé quelques éléments de conception du sprint 1 en annexe.

- Burndown du sprint 1

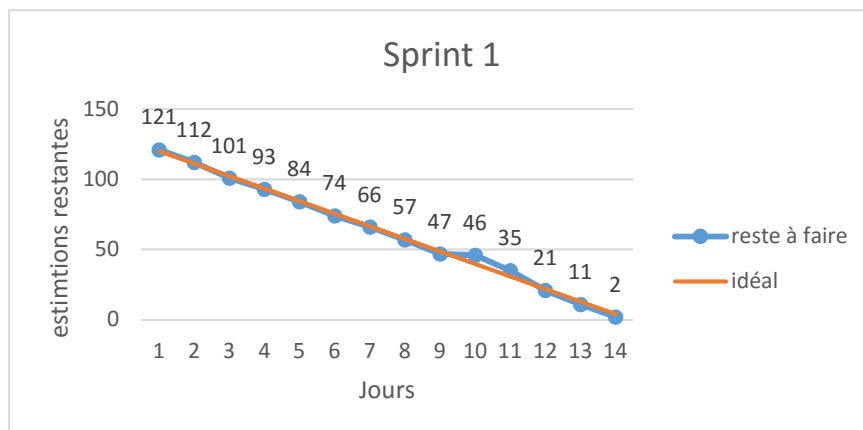


Figure 39: Burndown du sprint 1

- **Revue du sprint 1**

A la fin du déroulement du sprint 1, nous avons obtenu entre autres les écrans suivants



Figure 40: Accueil de SEDILEARN

ORIGINE ET FORMATION DES ROCHES SEDIMENTAIRES
SEDILEARN

Séance 1 Etapes ou conditions de formation des roches sédimentaires Mes séances Menu

Prérequis
Situation problème
 Activité 1
 Activité 2
 Résumé
 Consolidation

Situation problème

Vous regardez le journal télévisé le soir après être rentré de l'école. Il y est dit que les populations de la localité d'Ebedda dans la Lékié exercent une activité de vente du sable recueilli au fond du fleuve Sanaga. Au fur et à mesure que les années passent, celui-ci tend à diminuer de façon considérable au point ou pour en récolter davantage, il faut s'éloigner des anciens lieux de récolte de plusieurs kilomètres.

Piste d'exploitation



Figure 41: interface de présentation de la situation problème

ORIGINE ET FORMATION DES ROCHES SEDIMENTAIRES
SEDILEARN

Séance 1 Etapes ou conditions de formation des roches sédimentaires Mes séances Menu

Prérequis
 Situation problème
Activité 1
 Activité 2
 Résumé
 Consolidation

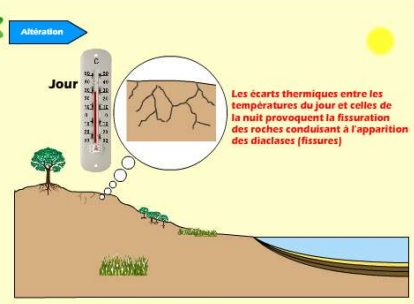
Activité 1: Etapes de formation des roches sédimentaires

Il n'y avait point de roche sédimentaire lorsque la terre se serait formée, mais uniquement des roches ignées formées par refroidissement et cristallisation du magma. Mais comment se forment les roches sédimentaires? Parcourir le document ci-contre et débiter l'activité.

Commencer activité

Altération

Jour



Les écarts thermiques entre les températures du jour et celles de la nuit provoquent la fissuration des roches conduisant à l'apparition des diaclases (fissures)

Figure 42: interface de l'activité 1 de la première leçon



Figure 43: Interface du module glossaire

- Rétrospective de sprint 1

A l'issue de la réunion de rétrospective de sprint 1, il a été perçu comme étant convenable par l'ensemble de l'équipe, de procéder à la découpe des stories qui présentent une grande estimation des coûts afin de les rendre plus accessibles pour l'équipe de développement. C'est ainsi que le story numéro 8 sera décomposé en 4 stories. Comme le présente le tableau suivant extrait du backlog de produit de SEDILEARN mis à jour.

Tableau 20: BackLog de produit de retrospective du sprint 1

Id	Les Stories	Critères d'acceptation	Priorité	Estimation de l'effort
8	En tant qu'élève, je veux pouvoir effectuer des exercices à trou afin de d'évaluer mes connaissances	- Vérifier que l'élève répond aux questions posées dans les différents types d'exercices proposés.	2	8
19	En tant qu'élève, je veux pouvoir effectuer des exercices d'appariements afin de d'évaluer mes connaissances	- Vérifier que l'élève répond aux questions posées dans les différents types d'exercices proposés.	2	8
20	En tant qu'élève, je veux pouvoir effectuer des exercices d'analyses de documents afin d'évaluer mes connaissances et compétences.	- Vérifier que l'élève répond aux questions posées dans les différents	2	8

		types d'exercices proposés.		
21	En tant qu'élève, je veux pouvoir effectuer des exercices de QCM et QUIZ afin de d'évaluer mes connaissances	- Vérifier que l'élève répond aux questions posées dans les différents types d'exercices proposés.	2	13

4.2.3.2.1. Planification du sprint 2

- Contexte

Le sprint 2 débute le 15-03-2019 et s'achève le 31-03-2019. Tous les membres de l'équipe sont disponibles pendant cette période.

- But du sprint 2

Le but du sprint 2 est de réaliser les modules évaluation et galerie.

- Périmètre, tâches et estimation des tâches

Tableau 21: Sprint backlog du sprint 2

Id des stories	Tâches	Estimation
8	- Concevoir le story	1h
	- Construire les composants graphiques	3h
	- Intégrer les composants graphiques	2h
	- Ajouter des actions sur les boutons.	2h
	- Créer les exercices à trous	3h
	Effectuer les traitements métiers	4h
	- Faire les tests unitaires	1h
19	- Concevoir le story	1h
	- Construire les composants graphiques	3h
	- Intégrer les composants graphiques	3h
	- Ajouter des actions sur les boutons.	2h
	- Créer les exercices d'appariement.	2h
	Effectuer les traitements métiers	4h

	- Faire les tests unitaires	1h
20	- Concevoir le story	2h
	- Construire les composants graphiques	3h
	- Intégrer les composants graphiques	2h
	- Ajouter des actions sur les boutons.	2h
	- Créer les exercices d'appariement.	2h
	Effectuer les traitements métiers	4h
	- Faire les tests unitaires	1h
21	- Concevoir le story	1h
	- Construire les composants graphiques	4h
	- Intégrer les composants graphiques	3h
	- Ajouter des actions sur les boutons.	2h
	- Créer les QCM et QUIZ	5h
	- Effectuer les traitements métiers	3h
	- Faire les tests unitaires	2h
9	- Concevoir le story	2h
	- Construire les composants graphiques	3h
	- Intégrer les composants graphiques	3h
	- Ajouter des actions sur les boutons.	2h
	- Créer les évaluations	4h
	Effectuer les traitements métiers	3h
	- Faire les tests unitaires	2h
11	- Concevoir le story	1h
	- Créer les vignettes d'images à insérer dans la galerie	3h
	- Construire les composants graphiques	4h
	- Construire le fichier XML d'images	2h
	- Intégrer les composants graphiques	2h
	- Ajouter des actions sur les boutons.	1h
	Effectuer les traitements métiers	3h
	- Faire les tests unitaires	1h

12	- Concevoir le story	2h
	- Rassembler les images et explications à insérer dans la galerie	3h
	- Construire les composants graphiques	2h
	- Intégrer les composants graphiques	2h
	- Ajouter des actions sur les boutons.	2h
	Effectuer les traitements métiers	4h
	- Faire les tests unitaires	2h
Total		121h

- **Conception**

De même que le sprint numéro 1, nous avons proposé quelques éléments de conception du sprint 2 en annexe.

- **Burndown du sprint 2**

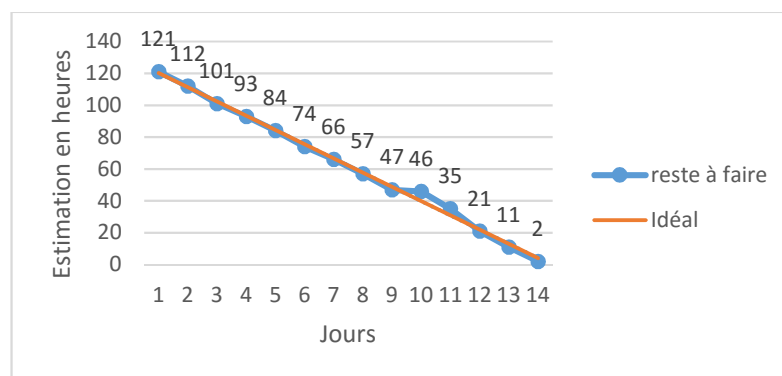


Figure 44: Burndown du sprint 2

- Revue du sprint 2

A la fin du déroulement du sprint 2, nous avons obtenu entre autres les écrans suivants :



Figure 45: accueil du module évaluation de SEDILEARN

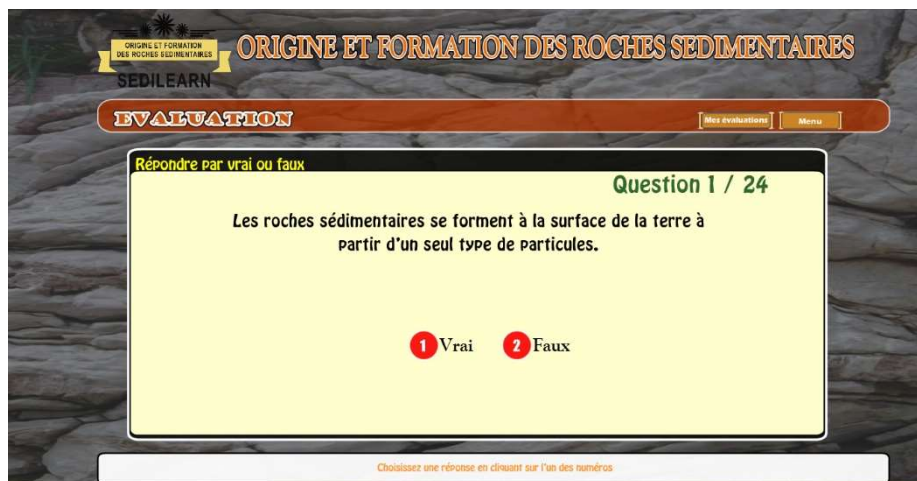


Figure 46: Interface évaluation de type Quiz

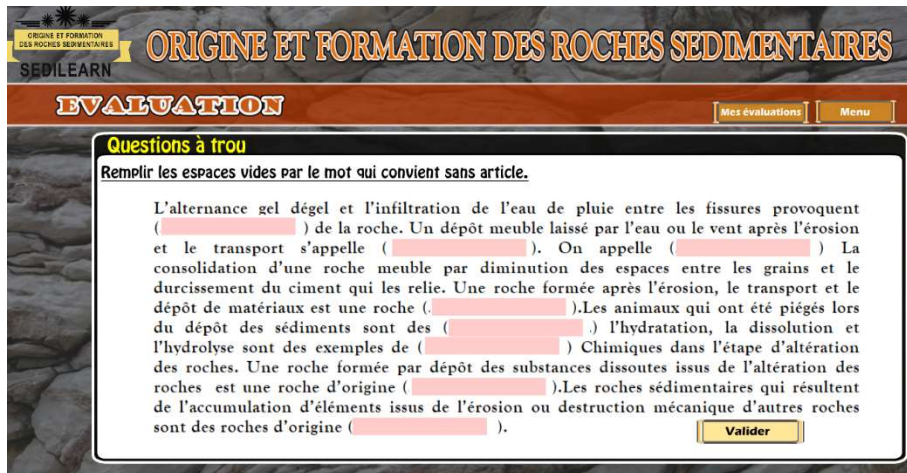


Figure 47: Interface évaluation de type Texte à trous



Figure 48: Interface d'accueil du module galerie



Figure 49: Interface d'une image provenant de la galerie

4.2.3.2. Résultats phase de clôture

A ce niveau les tests d'intégration ont été réalisés. Et le livrable est prêt à l'emploi

4.2.4. Implantation

Notre didacticiel étant une application web son déploiement a nécessité un serveur web et un client (ordinateur, laptop, téléphone portable, tablette). Il peut être installé sur un réseau local ou internet. Dans notre cas particulier. Il a été déployé dans 10 ordinateurs ayant chacun l'environnement de déploiement adéquat pour l'installation de **SEDILEARN** et ceci à l'Institut Zang Mebenga de Mimboman. De ce fait, 20 élèves de notre échantillon de départ ont pu découvrir l'outil SEDILEARN afin de prendre connaissance des fonctionnalités qu'il offre. De plus l'outil SEDILEARN a été installé dans les ordinateurs des enseignants constituant notre échantillon de départ afin que ceux puissent également en explorer aussi bien les fonctionnalités que l'utilisabilité.

4.2.5. Evaluation

4.2.5.1. Evaluation de l'utilisabilité

Suite à l'évaluation de l'utilisabilité du didacticiel SEDILEARN auprès des élèves, nous avons obtenu les résultats suivants :

Tableau 22: Effectif obtenu par critère, items et niveau d'échelle

Critères	Items		Echelle				
			Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Neutre	D'accord	Tout à fait d'accord
Guidage	1. La navigation dans le didacticiel me paraît simple	Effectifs	2	2	1	12	3
	2. Le texte est facile à lire	Effectifs	0	0	0	11	9
	3. Les images se voient bien dans le didacticiel (claires)	Effectifs	0	8	1	11	0
	4. Les éléments renvoyant au même contenu sont groupés ensemble	Effectifs	0	0	0	3	17
	5. On distingue facilement les zones cliquables dans le didacticiel	Effectifs	0	1	5	3	11
Charge de travail	6. Les pages ne sont pas surchargées avec les textes	Effectifs	0	0	0	14	6
	7. Les choix de couleurs sur le didacticiel sont bons	Effectifs	0	0	10	10	0
	8. Je peux revenir en arrière lorsque je suis sur une page du didacticiel	Effectifs	0	0	0	2	18

Contrôle explicite	9. On passe d'une page à une autre facilement	Effectifs	0	0	5	12	3
	10. Je peux annuler une opération en cours sur le didacticiel	Effectifs	10	7	1	2	0
Adaptabilité	11. Je peux personnaliser l'interface du didacticiel	Effectifs	15	5	0	0	0
	12. Je peux agrandir ou réduire la taille d'un texte	Effectifs	17	3	0	0	0
Homogénéité/cohérence	13. Les systèmes de navigation sont identiques sur chaque page du didacticiel	Effectifs	0	0	0	11	9
Signifiante des codes dénomination	14. La compréhension des icônes sur le didacticiel est simple	Effectifs	0	8	9	3	0
	15. Le vocabulaire utilisé sur le didacticiel est simple	Effectifs	0	2	0	16	2
Gestion des erreurs	16. Les champs obligatoires des formulaires du didacticiel se distinguent des champs facultatifs	Effectifs	0	0	0	0	20
	17. Le bouton de validation des formulaires dans le didacticiel est inactif quand il n'est pas entièrement rempli	Effectifs	0	0	0	17	3
Compatibilité	18. Le didacticiel s'ouvre sur n'importe quel navigateur	Effectifs	2	0	0	15	3

Pas du tout d'accord = 1point, Pas d'accord = 2points, Neutre = 3 points, D'accord = 4 points, Tout à fait d'accord = 5 points

Pour chaque item, le score dans le meilleur des cas est de 5 points. 5 représentant le score de la modalité *Tout à fait d'accord*

Au regard des effectifs obtenus dans chaque item du tableau nous obtenons les scores suivants :

Tableau 23: Moyenne obtenue par item et par critère

Critères	Numéro d'item	Moyenne des scores
Guidage	1	3,6
	2	4,45
	3	3,15
	4	4,85
	5	4,3
	Moyenne du critère	4,07
Charge de travail	6	4,3
	7	3,5
	Moyenne du critère	3,9
Contrôle explicite	8	4,9
	9	3,9
	10	1,75
	Moyenne du critère	3,51
Adaptabilité	11	1,25
	12	0,92
	Moyenne du critère	1,09
Homogénéité/cohérence	13	4,45
	Moyenne du critère	4,45

Signifiante des codes	14	2,75
dénomination	15	3,9
	Moyenne du critère	3,33
Gestion des erreurs	16	5
	17	4,15
	Moyenne du critère	4,58
Compatibilité	18	3,85
	Moyenne du critère	3,85
Total		3.6

Au regard des tableaux qui précèdent, tous les critères d'évaluation de l'utilisabilité ont obtenu un score supérieur à la valeur seuil qui est de 3 sur 5 selon l'analyse et l'interprétation du format DEEP à l'exception du critère adaptabilité qui a obtenu un score moyen de 1,09 sur 5 permettant de ressortir un problème d'utilisabilité uniquement au niveau de la personnalisation des interfaces.

4.5.2.2. Evaluation de l'utilité

Après évaluation du didacticiel par les enseignants, il en ressort que 6 enseignants sur 7, soit 85,71% estiment que la scénarisation du didacticiel SEDILEARN est favorable au suivi de l'apprentissage au travers de l'agencement des informations qui y est mis en évidence. De plus, 5 enseignants sur 7 (71,43%) sont en accord avec le contenu déroulé tout au long du module mes leçons et estiment que cela est de nature à fournir à l'apprenant, des connaissances qui sont en adéquation avec les exemples d'actions fournis dans le référentiel ministériel. Aussi, 6 enseignants sur 7, soit un pourcentage de 85,71% sont d'avis que les activités décrites dans le didacticiel permettent à l'apprenant de manipuler le contenu exposé de façon à tirer la quintessence de l'information qui y est véhiculée. 5 enseignants sur 7 se sont exprimés sur la qualité des évaluations proposées par le didacticiel et estiment que la diversité des types d'items qui y sont intégrés permettent véritablement à l'élève de s'autoévaluer, malgré le fait que le didacticiel ne laisse pas la possibilité à l'élève d'apporter ses propres conceptions vis-à-vis des questions posées et estiment que cela est lié à la technologie qui doit être plus poussée pour arriver à ce genre de résultat. 4 enseignants se sont attardés sur le jeu Memory Rock et trouvent que malgré sa simplicité, il est de nature à favoriser la rétention d'un grand nombre de roches sédimentaires chez l'apprenant.

4.3. DISCUSSION

4.3.1. En rapport avec les difficultés des apprenants

Identifier les difficultés que rencontrent les apprenants dans leur processus d'acquisition des savoirs, savoir-faire et savoir-être constitue une activité non négligeable dans le processus enseignement apprentissage. Des recherches scientifiques ont mis en évidence la responsabilité de ces difficultés dans l'échec scolaire. Ainsi, la recherche de solutions permettant de prendre en compte ces difficultés se révèle cruciale pour l'amélioration des performances des élèves en situation d'enseignement-apprentissage. C'est dans cette perspective que nous avons mené une enquête sur les difficultés rencontrées par les élèves sur l'apprentissage de la leçon portant sur l'origine et la formation des roches sédimentaires. Il ressort de cette enquête que les élèves trouvent la matière un peu trop théorique, difficulté qui s'accroît avec l'utilisation presque exclusive du livre pour apprendre, l'absence de séances de travaux pratiques ainsi qu'un vocabulaire assez complexe en relation avec les concepts développés dans la leçon suscitée. Ce qui ne leur permet pas d'avoir un apprentissage véritable favorisant la sortie de l'abstrait pour le concret. Ceci implique que la matière dans sa dispensation par les enseignants doit se faire de façon plus pratique en ayant recourt à des ressources favorisant un meilleur transfert chez les élèves. Ces résultats sont corroborés d'une part par l'étude effectuée en 2004 par l'équipe de recherche technologique en éducation à l'INRP de Lyon en France et d'autre part par Khadija Kaid Rassou (2017).

4.3.2. En rapport avec les préférences des apprenants

En ce qui concerne les préférences des apprenants dans les didacticiels, il en ressort que celles-ci sont orientées en majorité sur les exercices, les images et les animations. Ce qui nous permet de mettre en évidence la volonté des élèves de pouvoir observer les phénomènes, et de s'autoévaluer afin de mieux apprendre.

4.3.3. En rapport avec l'évaluation

L'évaluation de l'utilisabilité de l'outil SEDILEARN quant à elle a révélé que celui-ci répond de façon positive aux critères ergonomiques d'utilisabilité selon Bastien et Scapin (1993) avec une moyenne obtenue de 3.60/5 et par conséquent peut être utiliser facilement par les élèves dans un processus d'enseignement apprentissage. En ce qui concerne son utilité, il en ressort au vu des résultats obtenus lors de son évaluation auprès des enseignants qu'il répond de façon satisfaisante aux besoins exprimés par les enseignants dans ce sens qu'il fournit à son

utilisateur, des contenus en adéquation avec le référentiel ministériel sur les SVTEEHB, et qu'au travers des différentes ressources pédagogiques qu'il propose, il est de nature à favoriser l'amélioration des performances des élèves en ce qui concerne l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires.

CHAPITRE 5 : IMPLICATIONS SUR LE SYSTEME EDUCATIF

Les chapitres précédents ont étalé la conception et le développement de l'application **SEDILEARN** destinée aux élèves des classes de 3^{ième}. Cette application a pour but de renforcer le processus d'enseignement/apprentissage en SVT sur l'origine et la formation des roches sédimentaires, en proposant des illustrations, des activités, des jeux, des exercices, des simulateurs aux élèves.

4.1. IMPLICATION DANS LE PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT

Pour les enseignants, **SEDILEARN** constitue une nouvelle ressource pédagogique qu'ils pourront utiliser comme laboratoire des SVT pour l'apprentissage concernant l'origine et la formation des roches sédimentaires. Le programme est aussi pour eux un recueil de connaissances dont ils pourront se servir pour la préparation des cours, en particulier la galerie qui leur offre assez d'images pour faire des planches. Il pourra participer dans le processus d'enseignement dans l'implémentation de la classe inversée.

4.2. IMPLICATION DANS LE PROCESSUS D'APPRENTISSAGE

Pour l'apprenant, **SEDILEARN** lui permet de mieux saisir sa leçon de SVT en la rendant beaucoup plus enrichi grâce à des illustrations claires et simples. Il dispose aussi d'exercices d'entraînement et des simulations d'évaluation. L'outil est adapté aux élèves constituant le public cible et leur offrant un moyen de se distraire tout en apprenant. Le didacticiel est centré sur une approche par les compétences afin d'épouser la nouvelle vision pédagogique du système éducatif Camerounais pour le secondaire.

4.3 IMPLICATION DANS LE SYSTEME EDUCATIF

L'outil **SEDILEARN** trouve son importance dans le processus d'apprentissage et d'enseignement. Toutefois son intégration complète dans le système éducatif pourrait apporter

des changements. En effet, il faudrait s'assurer que les enseignants soient formés à l'utilisation de tels outils pédagogiques afin de garantir une bonne exploitation en situation réelle d'enseignement. De même il faudrait prévoir des heures de SVT dans les salles d'informatiques pour les lycées qui en possèdent mais qui ne disposent pas de laboratoire de SVT comme nous en avons fait le constat.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Il était question pour nous dans nos travaux de procéder à l'analyse, la conception et la réalisation d'un didacticiel pour l'apprentissage des sciences de la vie et de la terre en classe de 3^{ème} sur l'origine et la formation des roches sédimentaires. Ainsi, en ce qui concerne les difficultés rencontrées par les élèves dans l'apprentissages de la leçon portant sur l'origine et la formation des roches sédimentaires, il ressort que celles-ci sont principalement liées au degré d'abstraction des concepts et phénomènes mis en œuvre ainsi que du manque de travaux pratiques et la complexité du vocabulaire utilisé. En ce qui concerne les préférences des élèves dans utilisation d'un didacticiel en SVTEEHB, il ressort que ceux-ci aimeraient utiliser un didacticiel leur proposant un nombre important d'exercices, d'images et d'animation pouvant leurs permettre de faciliter leur apprentissage. En ce qui concerne l'utilisabilité du didacticiel développé, il ressort que celui-ci répond de façon assez satisfaisante aux critères ergonomiques selon Bastien et Scapin, et, du point de vue de son utilité, il ressort que les contenus proposés par celui-ci sont en adéquation avec le programme officiel de SVTEEHB ; les activités décrites dans le didacticiel permettent à l'apprenant de manipuler le contenu exposé de façon à tirer la quintessence de l'information qui y est véhiculée ; les évaluations proposées par le didacticiel sont diversifiées et de nature à favoriser l'autoévaluation.

Nous envisageons pour un très proche avenir de procéder à une évaluation de l'impact de l'outil SEDILEARN sur la performance des élèves afin de s'assurer véritablement que celui-ci améliore de façon significative les apprentissages des élèves et participe à l'atteinte des objectifs du système éducatif camerounais. De plus, Nous y intégrerons des outils de communications qui permettront un travail collaboratif entre les apprenants. Nous permettrons aussi aux enseignants d'y intégrer des contenus afin de diversifier les points de vue et multiplier les activités autour de l'origine et la formation des roches sédimentaires.

REFERENCES

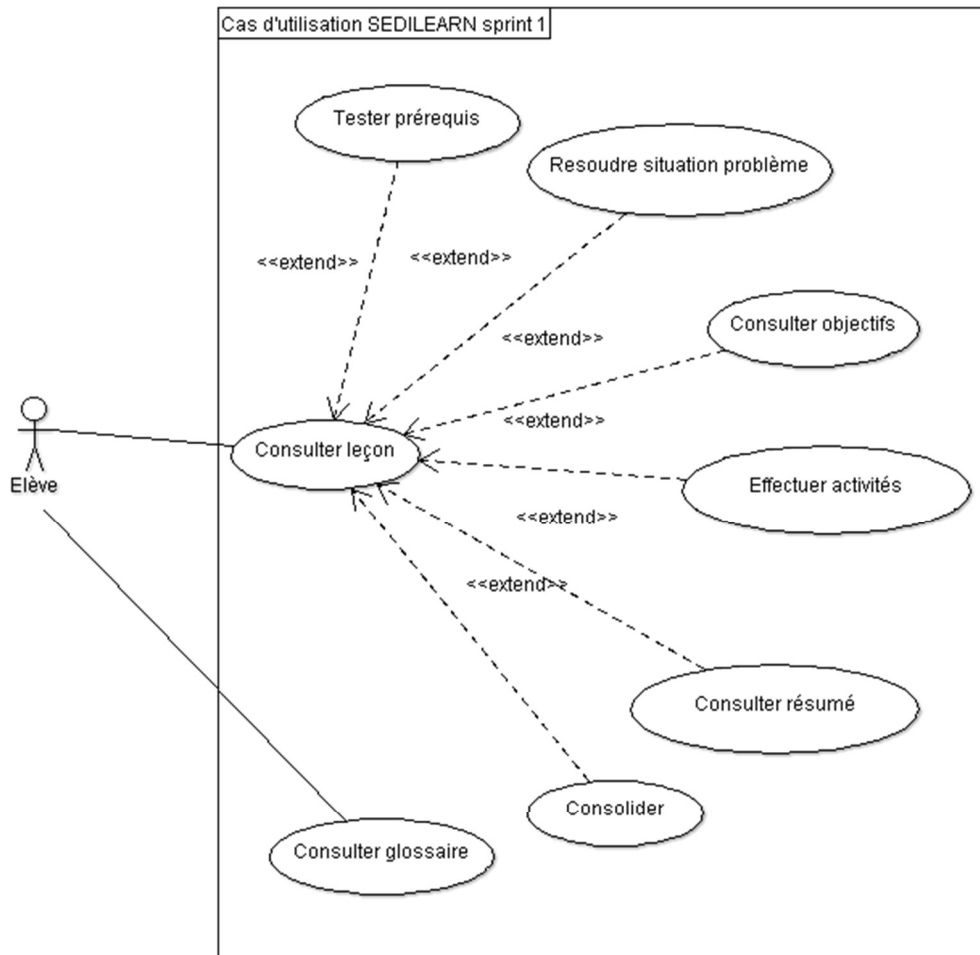
- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (1991). *Computer-based instruction: Methods and development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- AUBRY, C. (2010). *Le guide pratique de la méthode agile la plus populaire*. Paris: DUNOD.
- AUDRY, F. (2010). *La démarche d'analyse fonctionnelle*. Versailles.
- Baga, p. (2016). *Acceptabilité d'un didacticiel portant sur l'apprentissage de l'histoire chez des élèves du secondaire du Burkina Faso*. Sherbrooke: Université de Sherbrooke.
- 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*, 7-13.
- Basque, j. (2010). *Approche de design des environnements d'apprentissage*. Paris: PUF.
- Bastien, J. M., & Scapin, D. L. (1993). *Ergonomic criteria for the evaluation of Human-Computer Interfaces*. INRIA.
- Brahimi Cora, F. C. (2011). *L'approche par compétences un levier de changement des pratiques en santé publique au Québec*. Montréal, Québec: Institut national de santé publique du Québec.
- Branson, R. K. (1975). *Interservice procedures for instructional systems development*.
- Chalak, F. E. (2011). L'enseignement des sciences de la Terre au Liban : enjeux, obstacles et orientations professionnelles. RDST.
- DE Ketele, J. M. (1989). *Observer les situations éducatives*. Bruxelles: Revue française de pédagogie.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2001). *The systematic Design of instruction*. Addison-Wesley Educational Publisher.
- Djeumeni, M. (2010). *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*. Paris: Université Paris Descartes.
- FOKO, B. A. (2018). *Développement d'un outil d'aide d'enseignement et d'apprentissage du cours sur l'amélioration de la quantité et de la qualité des productions animales et végétales en classe de 5ième ESG*. Yaoundé: ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE YAOUNDE.
- Gélinas, F. (2002). *Rapport sur l'intégration des TIC au Collège Montmorency*.

- Gohau, G. (1990). *Une histoire de la géologie*. Paris: Seuil.
- Gould, S.-J. (1990). *Aux racines du temps*. Grasset et Fasquelle.
- Grawitz. (1990). *Méthodes des sciences sociales*. Dalloz: Paris.
- Gustafson, K. L., & Branch, M. (2002). *What is Instructional design*. Columbus: Merrill/Prentice Hall.
- Jefferson, A. L., & Edwards, S. D. (2000). *technology implies LTD and FTE*. Toronto: Canada Association of Education.
- Karsenti, L. (2005). *L'intégration pédagogique des TIC dans le travail enseignant: recherches et pratiques*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Karsenti, T. (2009). *Intégration pédagogique des TIC en Afrique: Stratégies d'action et pistes de réflexion*. Montréal: Université de Montréal.
- Khadija Kaid Rassou, F. K. (2017). Difficultés Relatives A L'enseignement-Apprentissage De La Géologie En Classes Secondaires Qualifiantes Cas De La Délégation d'Inzegane Ait Melloul. *European Scientific Journal*.
- Khalil, C. (2011). *Les méthodologies agiles de management de projets informatiques : une analyse par la pratique*. Paris: ParisTech.
- L TREMBLAY, & COMITE DE PILOTAGE DES TIC. (2000). *Plan triennal de développement (Rapport final)*. Jonquière: Cégep de Jonquière.
- La grand Robert. (2000). *Dictionnaire français le grand robert*.
- Lapointe, J. (1993, Octobre 4). *L'approche systémique et la technologie de l'éducation*. Récupéré sur <http://www.sites.fse.ulaval.ca>:
<<http://www.sites.fse.ulaval.ca/reveduc/html/vol1/no1/apsyst.html>>
- Lebrun, M. (1999). *De technologies pour enseigner et apprendre*. Paris/Bruxelle: De Boeck Université.
- Lebrun, M. (2007). *Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre*. (D. B. supérieur, Éd.) Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck supérieur.
- Lonchamp, J. (2015). *Analyse des besoins pour le développement logiciel*. Paris: Dunod.
- Marchand, D. A., Kettinger, W., & Rollins, J. (2002). *Orientation de l'information: lien avec la performance de l'entreprise*. Oxford: Oxford University Press.
- Monchamp A. & M. Sauvageot-Skibine. (1995). *Du fixisme à la tectonique des plaques. Et pourtant, elles bougent*. Paris: Aster.
- NOUYEP, S. (2018). *Conception et réalisation d'un outil d'aide à l'apprentissage sur le VIH/SIDA en classe de 4ieme ESG*. Yaoundé: Université de Yaoundé 1.

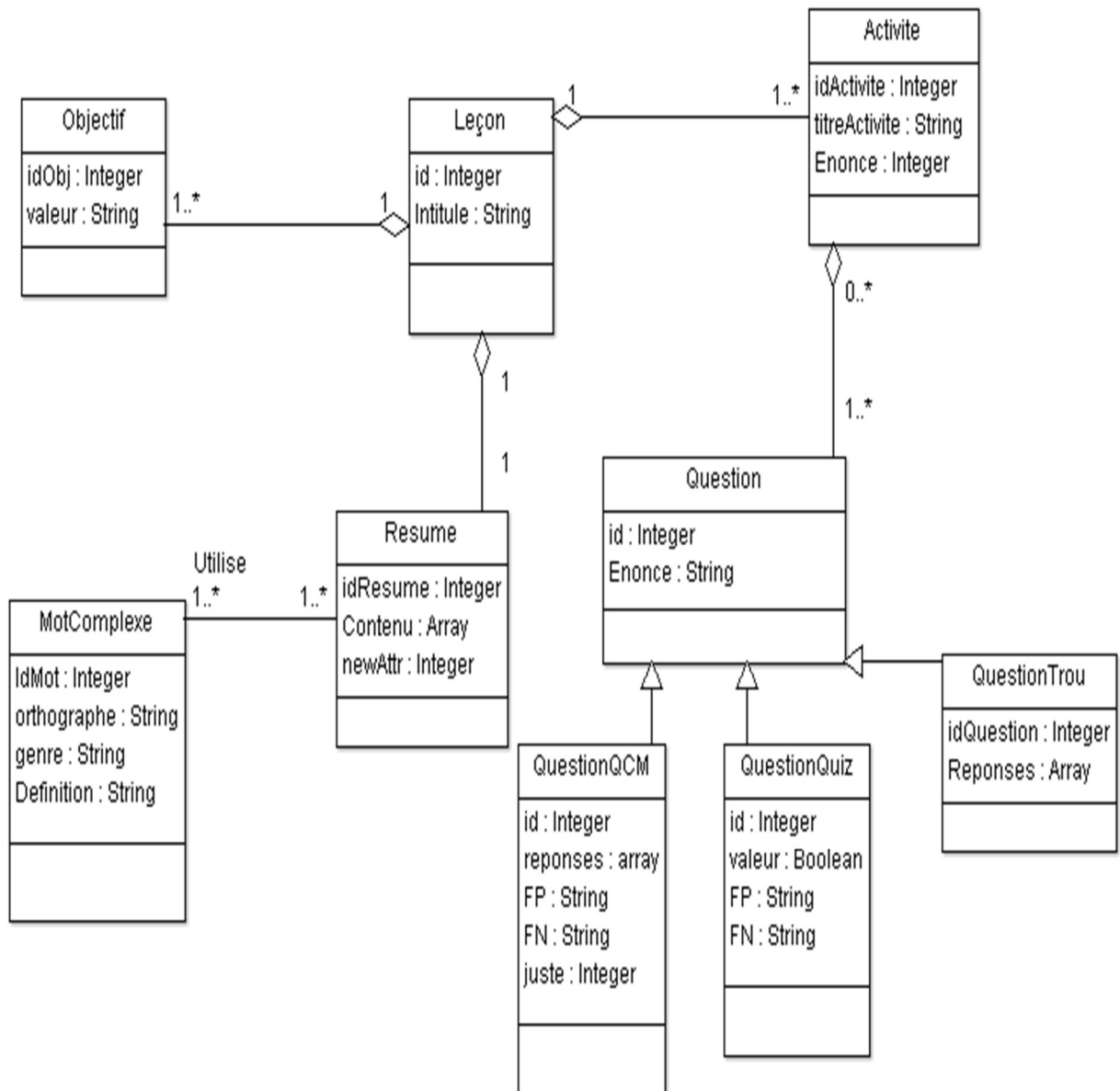
- Orange, D. (2003). *Utilisation du temps et explications en sciences de la Terre par les élèves de lycée : étude dans quelques problèmes géologiques*. Nantes: Thèse de doctorat de l'Université de Nantes.
- Paquette, G., & Crevier, F. (1997). *Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA)*. Centre de recherche LICEF.
- Patrice, D. (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.
- Poellhuber, B. e.-L. (2014). Se former à la pédagogie de l'enseignement supérieur. Dans L. M. St-Pierre, *Les TIC pour favoriser et soutenir l'apprentissage* (pp. 157-208). Montréal: Association québécoise de pédagogie collégiale.
- R. Quivy, L. V. (2006). *Manuel de recherche en science sociales*. Dunod.
- Rieber, L. P. (1996). Seriously considering play : designing inractive learning environments based on the blending of microworlds, simulations and games. *Education Technology Research & Development*, 43-58.
- Schwaber, K., & Beedle, M. (2001). *Agile software development with Scrum*.
- SCIENCES, I. D. (2014). *PROGRAMMES D'ETUDES DE 4ème et 3ème : SVTEEHB*. Yaoundé.
- Stolovitch, H. D., & Keeps, E. J. (2003). *Engineering effective learning toolkit*. San Francisco: Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Vries, E. D. (2001). Les logiciels d'apprentissage : panoplie ou éventail ? *Revue française de pédagogie*, 105-116.

Annexes

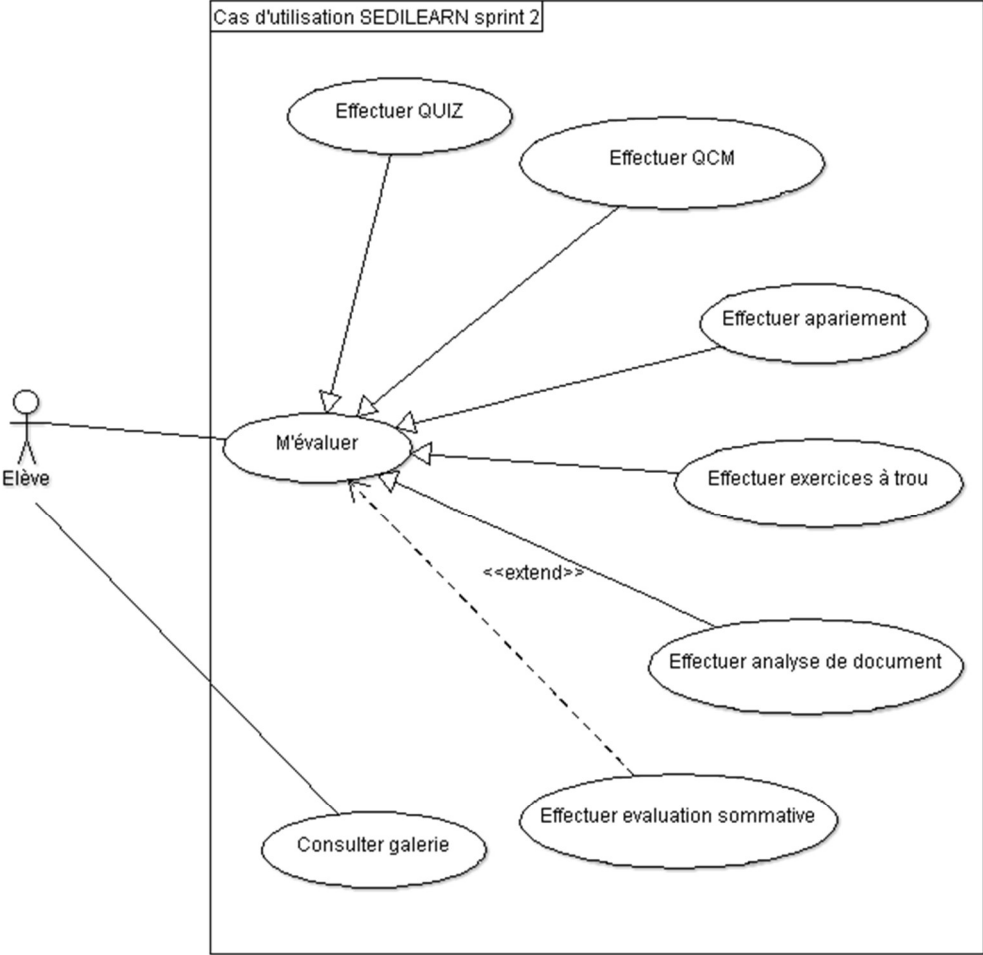
Annexe 1 : diagramme de cas d'utilisation du sprint 1 de SEDILEARN



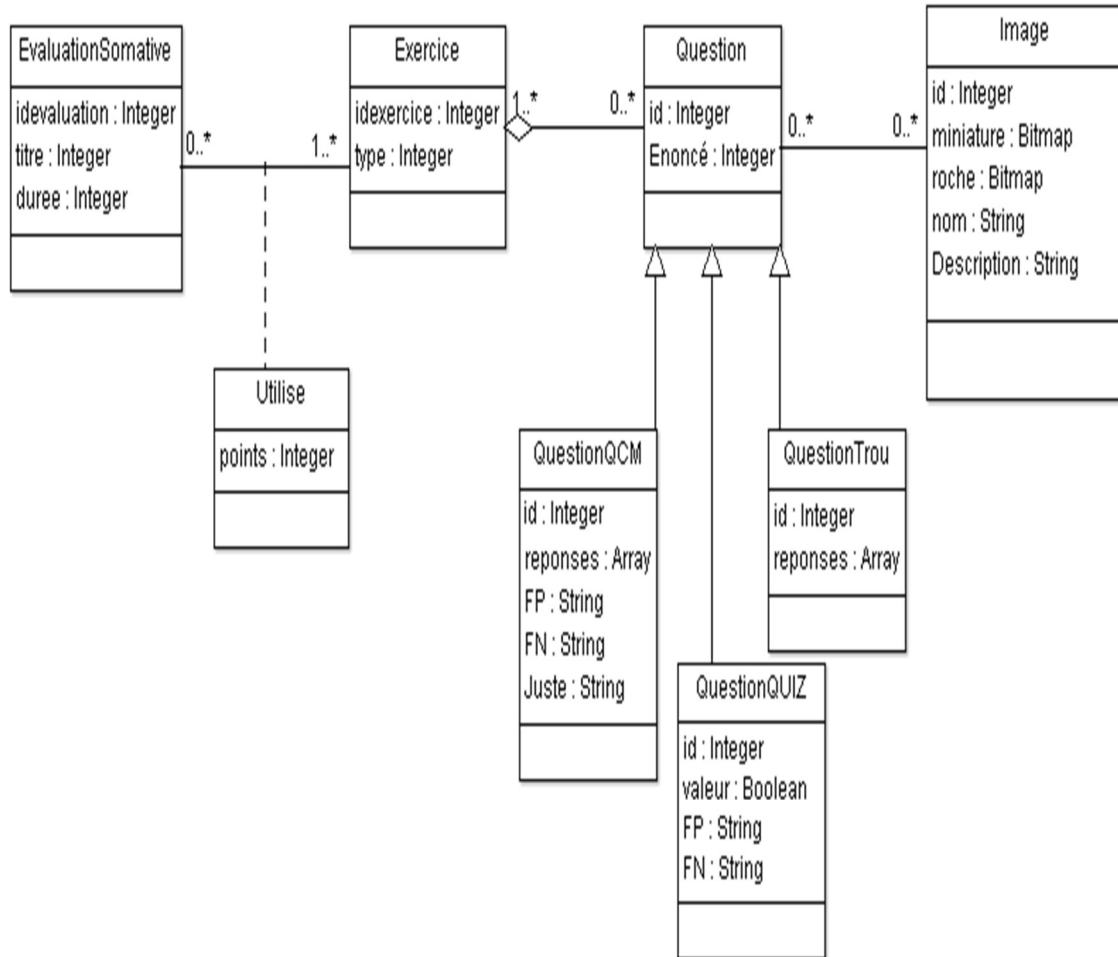
Annexe 2 : diagramme de classe du sprint 1 de SEDILEARN



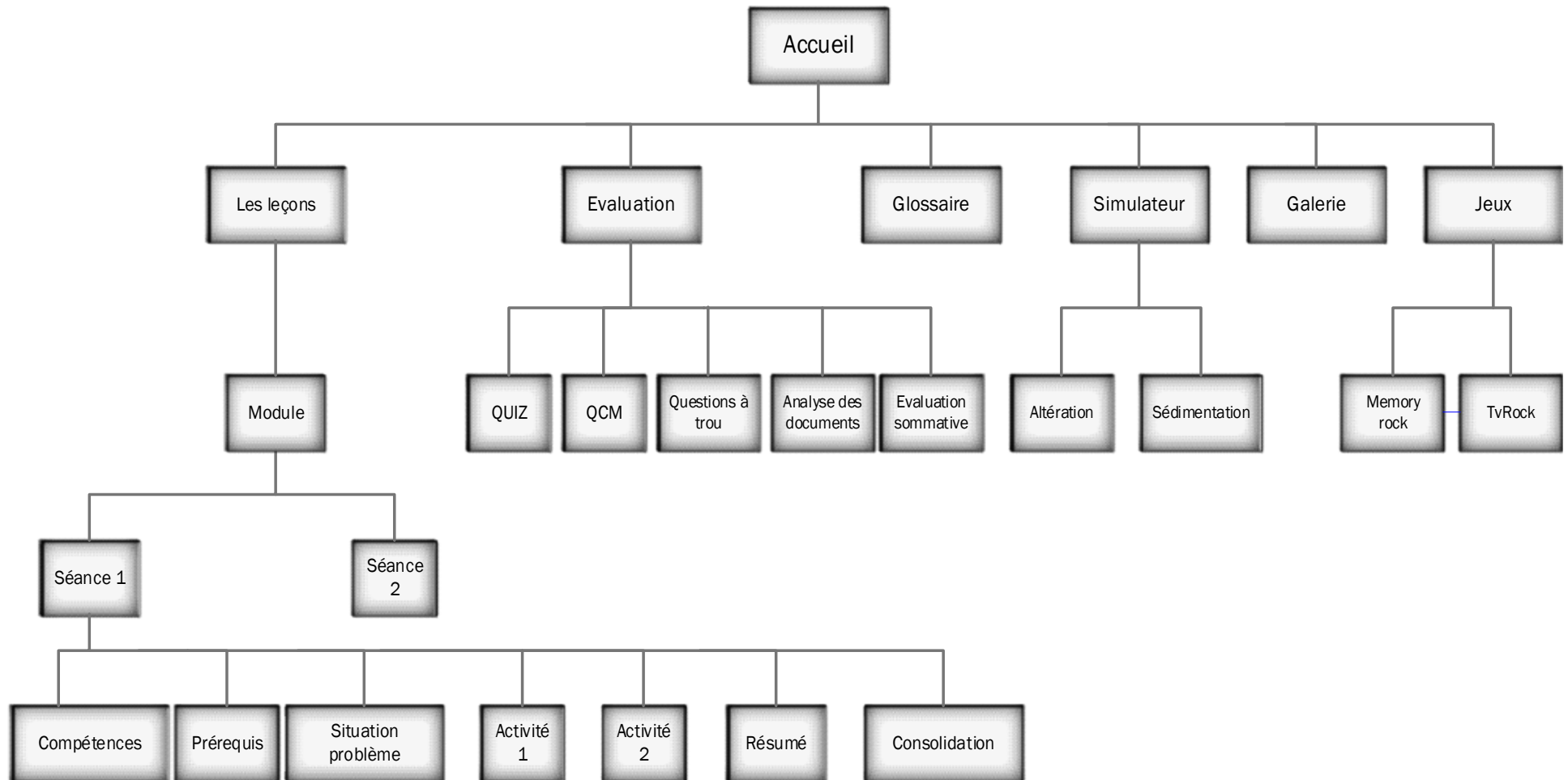
Annexe 3 : diagramme de cas d'utilisation du sprint 2 de SEDILEARN



Annexe 4 : diagramme de classe du sprint 2 de SEDILEARN



Annexe 5 : Plan de navigation de SEDILEARN



Annexe 6 : Guide d'entretien des enseignants

GUIDE D'ENTRETIEN AVEC LES ENSEIGNANTS DES SVT EN

CLASSE DE 3^{ième} ESG

Ce guide d'entretien vise à recueillir les impressions des enseignants de SVT vis-à-vis de l'enseignement de cette matière, plus particulièrement sur l'origine et la formation des roches sédimentaires, des difficultés qu'on y rencontre, les améliorations qui peuvent être faites en vue de mettre sur pied un outil didactique numérique qui viendra faciliter le processus enseignement apprentissage.

Données du répondant

Sexe : Masculin Féminin

Grade : PLEG PCEG vacataire

Etablissement :

.....
.....

1. Depuis combien de temps enseignez-vous ?
2. Dans combien d'établissement enseignez-vous ?
3. Avez-vous déjà enseigné en classe de 3^{ième} ?
4. Rencontrez-vous des difficultés en générale dans l'enseignement des SVT ?
5. Dans le cas particulier du chapitre sur l'origine et la formation des roches sédimentaires, quelles difficultés rencontrez-vous dans l'enseignement de ce chapitre ?
6. Comment se comportent les élèves quand vous dispensez ce chapitre ?
7. Quelles méthodes d'enseignement utilisez-vous pour ce chapitre ?
8. Etes-vous à l'aise dans l'utilisation des outils TIC ?
9. Pensez-vous qu'il soit possible d'associer un à vos situations pédagogiques
10. Selon vous, un didacticiel serait-il d'un grand apport dans l'amélioration des performances des élèves dans ce chapitre ?

11. Qu'aimerez-vous trouver comme fonctionnalités dans un didacticiel d'aide à l'apprentissage sur l'origine et la formation des roches sédimentaires ?

Annexe 7 : Questionnaire adressé aux élèves

ENQUETE MENEES EN VUE DE LA MISE SUR PIED D'UN OUTIL D'AIDE A L'APPRENTISSAGE DES SVT SUR L'ORIGINE ET LA FORMATION DES ROCHES SEDIMENTAIRES

Questionnaire adressé aux élèves de troisième (3^{ième}) et seconde (2^{nde}) de l'enseignement secondaire générale

Contexte et directives :

I. Identification du répondant

Sexe Masculin Féminin

Age ans

Etablissement :

Redoublant Oui Non

Classe 3^{ième} 2^{nde}

II. Difficultés rencontrées dans l'apprentissage des SVT et de l'origine et la formation des roches sédimentaires (2^{nde} uniquement)

Remplir selon votre degré d'accord avec l'un des cinq (05) numéros suivants

1 = Pas du tout d'accord, 2 = pas d'accord, 3 = ni d'accord, ni pas d'accord, 4 = d'accord,

5 = Tout à fait d'accord

1. J'ai des difficultés à assimiler les leçons portant sur l'origine et la formation des roches sédimentaires
2. La façon avec laquelle l'enseignant enseigne ces leçons ne me permet pas de mieux comprendre
3. Le vocabulaire utilisé dans ces leçons est difficile à maîtriser
4. Les notions mises en évidence dans ces leçons sont abstraites et je n'arrive pas à percevoir les phénomènes qui sont expliqués

5. Le manque de travaux pratiques m'empêche de mieux comprendre ces leçons

Cocher l'une des réponses proposées (3^{ème} et 2^{nde})

6. En dehors du cahier, quels est l'outil le plus utilisé par vous pour apprendre la SVT ?
 Le livre Internet les vidéos les jeux éducatifs
7. Combien de temps consacrez-vous à étudier la SVT par semaine ? 1h 2h 3h et plus
8. Votre moyenne en SVT se situe généralement dans quel intervalle
 0-5 /20 6-9 /20 10-14/20 15-20 /20

III. Utilisation des TIC dans l'apprentissage (3^{ème} et 2^{nde})

1. Avez-vous un ordinateur à la maison ? Oui Non
2. Avez-vous accès régulièrement à un smartphone ou une tablette ? Oui Non
3. Savez-vous ce que sait qu'un didacticiel ? Oui Non
4. Si oui avez-vous déjà utilisé un didacticiel ? Oui Non
5. Pensez-vous qu'un didacticiel vous aiderait à mieux comprendre les cours de SVT ?
 Oui Non
6. Qu'aimerez-vous trouver dans un didacticiel d'apprentissage de la SVT ? (Vous pouvez faire plusieurs choix)
 Des vidéos des images du son beaucoup des exercices
 Du texte des animations des jeux éducatifs la liste des mots difficiles

IV. Prérequis inhérent à l'apprentissage des notions liées à l'origine et la formation des roches sédimentaires (3^{ème} Uniquement)

Consigne : cochez dans le tableau selon votre niveau de compréhension

	Très bien	Bien	Neutre	Un peu	Pas du tout
Pouvez-vous expliquer ce qu'est un tremblement de terre ?					

Pouvez-vous citer trois types de roches ?					
Pouvez-vous citer les agents de l'érosion ?					
Pouvez-vous définir ce que c'est qu'un paysage naturel ?					

V. Questions sur les notions liées à l'origine et la formation des roches sédimentaires (2nde et redoublants Uniquement)

Consigne : Donnez votre niveau d'appropriation des éléments de connaissance présent dans le tableau ci-dessous.

	Très bien	Bien	Neutre	Un peu	Pas du tout
Pouvez-vous définir roche sédimentaire					
Pouvez-vous expliquer d'où proviennent les particules composant les roches sédimentaires					
Pouvez-vous citer 6 roches sédimentaires					
Pouvez-vous décrire comment passer du sédiment à la roche					
Pouvez-vous définir fossiles					
Pouvez-vous expliquer les raisons de la diversité des roches sédimentaires					
Pouvez-vous décrire le processus de sédimentation					
Pouvez-vous décrire le cycle des roches sédimentaires					
Pouvez-vous citer au moins 2 roches d'origine chimique, détritique, organique					

Merci pour votre collaboration !!!

Annexe 8 : Guide d'entretien des enseignants pour évaluation de l'utilité

GUIDE D'ENTRETIEN AVEC LES ENSEIGNANTS DES SVT EN CLASSE DE 3 ^{ième} ESG
--

Ce guide d'entretien vise à recueillir les impressions des enseignants de SVT vis-à-vis de l'utilité possible du didacticiel SEDILEARN en vue de son intégration possible dans les activités d'enseignement / apprentissage.

Données du répondant

Sexe : Masculin Féminin

Grade : PLEG PCEG vacataire

Etablissement :

.....
.....

Thèmes d'entretien

1. Scénarisation de l'information
2. Qualité des contenus d'apprentissage
3. Qualité des activités d'apprentissage
4. Qualité des évaluations
5. Qualité de l'assistance de l'utilisateur
6. Qualité des documents multimédias ?

Annexe 9 : Attestation de recherche

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

École Normale Supérieure

Département d'informatique et des
Technologies Educatives



REPUPLIC OF CAMEROON

Peace – Work – Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

Higher Teacher's Training College

Department of Computer Science
and Educational Technologies

ATTESTATION DE RECHERCHE

Dans le cadre de leur travail de mémoire de fin de formation au Département d'Informatique et de Technologies Educatives (DITE) de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, l'étudiant **Ngom Ngué Serge Albert** inscrit en 5^{ème} année au sein de notre département, travaille sur des thèmes relatifs à la discipline de SVTEEB au premier cycle de l'Enseignement Secondaire Général.

A cet effet, nous vous invitons à bien vouloir le recevoir dans la mesure de votre disponibilité.

En foi de quoi la présente lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Yaoundé, le 07/09/18

Le chef de Département

