

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
UNIVERSITY OF YAOUNDE I

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



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

Année académique : 2018 – 2019
2018 – 2019 Academic Year

**MISE EN ŒUVRE D'UN OUTIL D'AIDE À L'APPRENTISSAGE DE L'ÉLEVAGE
ET DU COMPOSTAGE EN CLASSE DE 5ÈME ESG**

Mémoire présenté par

Mme SIMO KAMDEM SANDRINE GABRIELLE épouse OUAFO
09Y435

Licenciée en informatique

En vue de l'obtention du

**DIPLÔME DE PROFESSEUR D'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE SECOND
GRADE (DIPES II)**

Filière

INFORMATIQUE

Sous la direction de :

Dr. NGNOULAYE Janvier
Chargé de Cours, ENS-Yaoundé

DÉDICACE

DÉDICACE

À mes très chers parents

Papa Joseph KAMDEM et Maman Emilienne METCHEU dont la patience sans fin, la présence permanente à mes côtés, les conseils infailibles, la compréhension et l'encouragement ont guidé mes pas vers la réussite. Maman, tu as su transformer l'enfant que j'étais en une femme intellectuellement épanouie et c'est à juste titre que je te dédie, de là où tu te trouves, ce travail qui est le fruit des sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

À mon doux époux

Peguy OUFUO dont l'amour dévoué, la tendresse et les belles surprises étaient la bouffée d'oxygène qui me fortifiait dans les moments difficiles de ma formation. Sans ton soutien moral et matériel, ta présence à mes côtés et ton encouragement permanent, ce travail n'aurait pas vu le jour raison pour laquelle je te le dédie.

À mes enfants

Je vous dédie ce travail, à vous mes chéris, dont la douceur, l'innocence, la tendresse et la joie de vivre étaient la motivation qui me redonnait courage à certains moments difficiles de ma formation. Vous êtes la fierté de maman, ma joie d'avancer.

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre gratitude à l'Eternel Dieu tout puissant pour son amour infini, le courage, la force et la santé qu'il nous a accordé tout au long de notre formation.

Nous exprimons notre reconnaissance à tous ceux que Dieu a utilisé pour rendre possible la réalisation de ce travail. Nous pensons particulièrement au :

➤ Dr NGNOULAYE Janvier pour l'encadrement de ce travail, pour le suivi et pour les multiples conseils qui nous ont permis de surmonter toutes nos incompréhensions durant la réalisation de ce travail ;

➤ Directeur de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, le Professeur MBALLA ZE pour la mise en œuvre des conditions adéquates pendant la formation au sein de l'ENS.

➤ Chef du Département d'Informatique et des Technologies Educatives, le Professeur FOU DA NDJODO Marcel pour son accompagnement et ses conseils tout au long de notre formation.

➤ Animateur pédagogique de SVTEEHB de l'institut Blaise Pascal d'Etoudi, M. SOULEYMANOU pour sa disponibilité, ses conseils et son accompagnement dans le choix des contenus de notre didacticiel ;

➤ Tous les enseignants du DITE pour leur participation dans notre formation.

➤ Les étudiants de la promotion 2018-2019 du DITE, promotion OASIS pour le partage de connaissances ;

➤ Mon ami et grand frère de promotion, Brice FOKO pour la disponibilité, les conseils, l'assistance technique et l'expérience partagée.

➤ Toute ma famille pour le soutien moral et financier, plus particulièrement à Armance Sahakam, Rosaline Nimbue, Laure Magne, Jascard Ayemélé, papa Ouambo à qui nous exprimons un merci particulier ;

➤ A toutes les personnes ayant contribué de quelques manières que ce soit à la réalisation de ce travail, et que nous ne pouvons tous citer ici, nous vous disons merci.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

DÉDICACE -----	i
REMERCIEMENTS -----	ii
SOMMAIRE -----	iii
RÉSUMÉ :-----	vi
ABSTRACT-----	vii
LISTE DES ABREVIATIONS-----	viii
LISTE DES FIGURES -----	ix
LISTES TABLEAUX-----	x
Chapitre I : Introduction générale -----	1
I.1. Contexte -----	1
I.2. Problématique -----	2
I.3. Question de recherche-----	3
I.4. Objectifs de la recherche-----	3
I.5. Importance de l'étude -----	4
I.6. Champ de l'étude -----	4
I.7. Définitions des concepts -----	4
I.8. Structure du mémoire -----	5
Chapitre 2 : Etat de l'art et Revue de la littérature -----	6
2.1 Etat de l'art sur l'élevage et le compostage en apprentissage -----	6
2.1.1 Etude des travaux sur l'élevage en apprentissage-----	6
2.1.2 Etude des travaux existants sur le compostage en apprentissage -----	7
2.2. Logiciels d'apprentissage et Ingénierie pédagogique -----	8
2.2.1 Logiciels d'apprentissage-----	8
2.2.2. Ingénierie pédagogique-----	10
2.3. Méthodologies de développement logiciel -----	16
2.3.1. Les Modèles de développement Classique -----	16
2.3.2. Les méthodologies de développement agiles -----	18

SOMMAIRE

2.3.3. Choix méthode de développement logiciel	25
2.4 Evaluation ergonomique d'un logiciel	26
2.4.1 Utilité et utilisabilité	26
2.4.2 Critères ergonomiques de Scapin et Bastien	26
2.5 Synthèse sur la mise en œuvre d'un outil d'aide à l'apprentissage	27
Chapitre 3 : Matériels et Méthodes	29
3.1. Méthodologie de développement didacticiel : méthode ADSIE	29
3.1.1. Phase d'Analyse	30
3.1.2. Phase de Design	31
3.1.3. Phase de Développement	31
3.1.4. Phase d'Implantation	34
3.1.5. Phase d'Evaluation	34
3.2. Ressources utilisées	34
3.2.1 Ressources matérielles utilisées	35
3.2.2 Ressources logicielles utilisées	35
3.2.3 Langages informatiques utilisés	35
3.2.4 Ressources documentaires	36
Chapitre 4 : Résultats, discussions et Implication sur le système éducatif	37
4.1. Résultats d'analyse	37
4.1.1 Population cible	37
4.1.2 Technique d'échantillonnage	38
4.1.3 Instrument de collecte des données	39
4.1.4 Technique d'analyse des données	40
4.1.5 Collecte des données	40
4.1.6 Analyse des enquêtes des apprenants	41
4.1.7. Analyse des enquêtes des enseignants	44
4.1.8. Compétences à développer	45
4.1.9. Description des apprenants	46
4.2. Résultats de la phase de Design	47
4.3. Résultats de la phase de Développement	48
4.3.1. Résultats de la phase initiale	48
4.3.2. Résultats de la phase de développement de Sprint	57
4.3.3. Résultats de la phase de clôture	77
4.4. Résultats de la phase d'Implantation	77

SOMMAIRE

4.4.1 Déploiement du dispositif d'apprentissage	77
4.4.2 Formation des enseignants et apprenants	77
4.4.3 Utilisation du didacticiel	78
4.5. Résultat de la phase d'Evaluation	78
4.5.1 Critères et outils d'évaluation	78
4.5.2 Suivi des apprenants	78
4.6. Discussion des résultats	83
4.7. Implication sur le système éducatif du sujet	83
4.7.1 Implications sur le processus d'enseignement	83
4.7.2 Implications sur le processus d'apprentissage	84
Conclusion et perspectives	85
Références Bibliographiques	xi
Annexes	xiii
Annexe 1. QUESTIONNAIRE ADRESSÉ AUX ÉLÈVES DE QUATRIÈME	xiii
Annexe 2 : GUIDE D'ENTRETIEN DES ENSEIGNANTS DE SVTEEHB	xv
Annexe 3 : Questionnaires évaluation ergonomique et pédagogique	xvii

RÉSUMÉ :

Notre étude porte sur la conception d'un outil d'aide à l'apprentissage de l'élevage et du compostage en classe de cinquième. Pour ce fait, nous nous sommes penchée sur les difficultés rencontrées par les enseignants et les apprenants pendant une leçon portant sur la réalisation d'un petit élevage ou sur la fabrication du compost d'une part, sur les préférences des élèves en termes d'outil pédagogique d'autre part et enfin, sur la performance des élèves après l'utilisation du didacticiel développé pour faciliter la réalisation d'un petit élevage et la fabrication du compost. La proposition d'une solution à ces difficultés est passée par une méthode de recherche mixte, quantitative et qualitative. En effet 475 élèves ont été interrogés à travers un questionnaire et 11 enseignants de SVTEEHB ont participé à un entretien. Dans la suite, nous avons utilisé la méthode d'ingénierie pédagogique ADDIE dans laquelle nous avons inclure la méthode agile de développement logiciel SCRUM, tout en respectant les critères ergonomiques de Bastien et Scapin. Nous avons produit le didacticiel nommé *EleCompostE Challenge* qui stimule la motivation des apprenants en ce sens que ces derniers peuvent apprendre l'élevage et le compostage comme s'ils étaient dans une ferme, et surtout en s'amusant. Ce didacticiel répond à 90% des attentes des enseignants et apprenants de notre échantillonnage.

Mots clés : Compostage en apprentissage, Conception logicielle, Elevage en apprentissage, Outils d'aide à l'apprentissage, Ingénierie pédagogique

ABSTRACT

This study is about building of a tutorial that will help with the learning of animal farming and production of manure in form two. For this fact, we have examined on one hand the difficulties encountered by Teachers and learners during a lesson on how to build a small animal farm or on the making of manure, on the other hand student preferences of learning, and finally students' performance after using the tutorial developed to facilitate the production of a small animal farm and the production of manure. To achieve these objectives, the research method used is a mixed, quantitative and qualitative. 475 students were interviewed through a questionnaire and 11 biology teachers participated in an interview. We then used ADDIE pedagogical engineering method, SCRUM method to design the tutorial and the DEEP standard for ergonomics. We produced the tutorial named “*EleCompostE Challenge*” that permits students to learn animal farming and manure production while having fun. This tutorial meets 90% of the expectations of teachers' and students' from our sample.

Keywords : Learning manure production, Software development, animal farming, educational resources, instructional design.

LISTE DES ABREVIATIONS

- ADDIE : Analyse Design Développement Implantation et Evaluation ;
- ADSIE : Analyse Design Scrum Implantation et Evaluation ;
- A.P.C: Approche par les compétences ;
- AS 3 : Action Script 3 ;
- D.I.P.E.S : Diplôme des Professeurs d'Enseignement Secondaire ;
- DITE: Département de l'Informatique et de Technologies Educatives ;
- EleCompostE Challenge : Défi de l'élevage et du compostage en éducation ;
- ENS : Ecole Normale Supérieure ;
- ESG: Enseignement Secondaire Général ;
- HTML5 : HyperText Markup Language 5 ;
- IHM : Interface Homme Machine ;
- MINESEC : Ministère des enseignements secondaires ;
- QCM : Question à Choix Multiples ;
- SVT : Sciences de la Vie et de la Terre
- S.V.T.E.E.H.B: Science de la Vie et de la Terre, Education à l'Environnement, Hygiène et Biotechnologie ;
- TIC: Technologies de l'Information et de la Communication ;
- TP : Travaux Pratiques ;
- Uml : Unified Modeling Language ;
- XP: eXtreme Programming.

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1: Phases du modèle ADDIE</i> -----	10
<i>Figure 2.- Phases du modèle Dick and Carey</i> -----	13
<i>Figure 3. Modèle ASSURE</i> -----	14
Figure 4. Modèle en cascade (Lonchamp, 2015) -----	16
<i>Figure 5. Phase RUP (Lonchamp, 2015)</i> -----	19
<i>Figure 6. Phases XP (Lonchamp, 2015)</i> -----	21
<i>Figure 7. Cycle de développement d’une version de livrable Scrum (Lonchamp, 2015)</i> -----	22
<i>Figure 8. Cycle de développement d’une version de livrable Scrum</i> -----	25
<i>Figure 9. Production d'un outil d'aide à l'apprentissage</i> -----	28
<i>Figure 10. Méthode de conception de didacticiel ADSIE</i> -----	28
<i>Figure 11. Les activités des différentes phases de ADSIE</i> -----	29
<i>Figure 12. Résultat question sur la nature du cours sur l'élevage</i> -----	41
<i>Figure 13: Animal choisi pour la réalisation d'un élevage</i> -----	42
<i>Figure 14. Résultat question sur la qualité d'apprentissage du cours sur le compostage</i> -----	42
<i>Figure 15. Résultat question sur le matériel didactique utilisé pour apprendre</i> -----	42
<i>Figure 16 Résultat question sur le matériel didactique utilisé pour apprendre</i> -----	42
<i>Figure 17. Résultat question sur l'utilisation des outils TIC pendant l'enseignement</i> -----	43
<i>Figure 18. Résultat question sur le choix des couleurs</i> -----	43
<i>Figure 19.- Résultat question sur les attentes des apprenants vis à vis du didacticiel</i> -----	44
<i>Figure 20. Résultat question sur le style d'apprentissage des apprenants</i> -----	46
<i>Figure 21: Diagramme de navigation d'EleCompostE Challenge</i> -----	55
<i>Figure 22. Burndown chart du Sprint1</i> -----	59
<i>Figure 23. Burndown chart du sprint2</i> -----	63
<i>Figure 24: Burndown chart du sprint3</i> -----	67
<i>Figure 25: Burndown chart du sprint4</i> -----	73
<i>Figure 26: Q.2 Evaluation ergonomique, Compatibilité</i> -----	79
<i>Figure 27: Q.4 Evaluation ergonomique, Guidage</i> -----	79
<i>Figure 28: Q.7 Evaluation ergonomique, Guidage</i> -----	79
<i>Figure 29: Q.11 Evaluation ergonomique, Guidage</i> -----	80
<i>Figure 30: Q.13 Evaluation ergonomique, Contrôle explicite</i> -----	80
<i>Figure 31: Q.16 Evaluation ergonomique, Charge du travail</i> -----	80
<i>Figure 32: Q.16 Evaluation ergonomique, Charge du travail</i> -----	81
<i>Figure 33: Q22 Evaluation pédagogique</i> -----	81
<i>Figure 34: Q23 Evaluation pédagogique</i> -----	82
<i>Figure 35: Q24 Evaluation pédagogique</i> -----	82
<i>Figure 36: Q28 Evaluation pédagogique</i> -----	82

LISTES TABLEAUX

<i>Tableau 1. Les huit fonctions pédagogiques et leurs caractéristiques (VRIES, 2001)</i>	9
<i>Tableau 2 : synthèse des méthodes d'ingénierie pédagogique</i>	15
<i>Tableau 3. Tableau comparatif du modèle en cascade, incrémental et itératif</i>	18
<i>Tableau 4 Tableau comparatif des modèles agiles (Lonchamp, 2015)</i>	24
<i>Tableau 5. Résultats attendus à la phase d'analyse</i>	30
<i>Tableau 6. Résultats attendus à la phase de design</i>	31
<i>Tableau 7. Résultats attendus à la phase initiale de développement</i>	32
<i>Tableau 8. Résultats attendus à la phase de développement de sprint</i>	33
<i>Tableau 9. Résultats attendus à la phase de clôture</i>	33
<i>Tableau 10. Résultats attendus à la phase d'implantation</i>	34
<i>Tableau 11. Résultats attendus à la phase d'évaluation</i>	34
<i>Tableau 12. Distribution des classes de cinquième de la population cible</i>	38
<i>Tableau 13. Distribution des enseignants de SVTEEHB des classes de cinquième</i>	39
<i>Tableau 14. Identification des Membres de l'équipe Scrum</i>	49
<i>Tableau 15. Backlog de produit priorisé et critère d'acceptation d'EleCompostE Challenge</i>	54
<i>Tableau 16. Plan de livraison</i>	56
<i>Tableau 17. Plan et estimation du sprint 1</i>	58
<i>Tableau 18. Plan et estimation du sprint 2</i>	62
<i>Tableau 19. Plan et estimation du sprint 3</i>	66
<i>Tableau 20. Plan et estimation du sprint 4</i>	73

Chapitre I : Introduction générale

I .1. Contexte

L'éducation pour tous est à la fois un droit moral et aussi une exigence stratégique pour le développement socioéconomique des pays africains (Tchameni Ngamo, 2011). Aussi, l'avènement des TIC dans l'éducation est considéré comme une révolution apte à améliorer le rapport entre les apprenants et le processus de transmission des connaissances grâce à une grande flexibilité et à un accès plus ouvert aux savoirs (Mélama, 2014). Les TIC s'offrent en effet, comme une réponse pour l'amélioration de la façon d'enseigner avec l'introduction de nouvelles ressources pédagogiques (tutoriel, cours en ligne, didacticiels, plateforme d'enseignement à distance) et le passage de la méthode d'enseignement magistrale vers la méthode constructiviste voir socioconstructiviste. D'un point de vue plus général, l'intégration pédagogique des TIC est devenue progressivement indispensable pour le développement économique d'un pays et pour l'accès de son peuple au savoir (Karsenti, 2012).

À l'aube du troisième millénaire, les TIC occupent un rôle de plus en plus prépondérant dans le domaine de l'éducation en Afrique. C'est ainsi qu'au Niger, un timide engouement pour l'intégration pédagogique des TIC survient dans un système éducatif caractérisé par la persistance de forts taux de redoublement, d'abandon des études et d'échecs aux examens (Moussa Tessa O, 2018).

Au Cameroun, l'intégration pédagogique des TIC s'est fait de manière progressive. La loi n° 65C/13/MINEDUC/CAB du 16 février 2001 introduit l'informatique comme discipline à part entière dans le programme de formation des instituteurs de l'enseignement général. À la suite de cette loi, le gouvernement camerounais inaugure les premiers centres de ressources multimédia dans les établissements secondaires tels que le lycée général Leclerc et le lycée classique de Bafoussam, ceci dans l'optique de renforcer les politiques éducatives nationales, qui se dressent pour booster une intégration réussie des TIC. Quelques années plus tard, un décret du ministère de l'enseignement supérieur crée le département d'Informatique et des technologies éducatives à l'école normale supérieurs de Yaoundé en 2007.

L'approche par les compétences adoptée dans le système éducatif camerounais actuellement nécessite l'utilisation de plusieurs ressources pédagogiques, qui permettent aux apprenants de passer de leur état passif pendant des séances de cours, à un état actif où

l'enseignant n'est non plus le maître détenteur du savoir, mais plutôt un guide, un collaborateur. En SVTEEHB par exemple, l'intégration des TIC comme outils au service des autres disciplines semble être la solution la mieux partagée, dans un contexte marqué par la quasi absence des laboratoires et des entreprises spécialisées.

I.2. Problématique

L'APC adoptée dans le système éducatif camerounais vise une meilleure intégration des apprenants dans le processus d'enseignement-apprentissage pour les rendre plus compétitifs sur le marché de l'emploi. Pour le cas de la SVTEEHB par exemple, les élèves devraient visiter des entreprises pour toucher du doigt les réalités qui s'y trouvent, réaliser des projets ou des travaux en atelier. Malheureusement, le contexte socio-économique du Cameroun est marqué par la rareté des entreprises et l'indisponibilité des entreprises existantes en général, et des fermes ou des usines de compostage en particulier. Avec le risque pour les apprenants à faire des excursions et même le coût de celles-ci dans des entreprises, il devient difficile d'atteindre l'objectif fixé dans le livre programme de sixième-cinquième en SVTEEHB surtout lorsqu'on sait qu'elle est conditionnée par les visites des apprenants dans des entreprises telles que mentionné dans le programme officiel.

L'intégration pédagogique des TIC se fait à deux niveaux : l'intégration comme discipline et l'utilisation des outils informatiques au service des autres disciplines. S'il est vrai qu'au Cameroun ils ont été considérés comme une discipline indépendante, il n'en demeure pas moins vrai que de plus en plus, les TIC se mettent au service des autres disciplines en vue de faciliter l'apprentissage des apprenants. Pour ce fait, les élèves professeurs de cinquième année du DITE ont développé des outils d'aide à l'apprentissage de plusieurs disciplines dont parmi lesquelles la SVTEEHB. Par exemple, Fokou A. a réalisé un didacticiel sur l'apprentissage de l'alimentation humaine en classe de 4^{ème} ESG et Foko B. a développé "*Boost production*" pour l'amélioration de la qualité et de la quantité des productions animales et végétales en classe de 5^{ème} ESG. Plusieurs autres outils d'aide à l'apprentissage des SVTEEHB existent sur internet, mais ils répondent aux besoins d'un système éducatif qui n'est pas le nôtre. Il devient alors pertinent, de parcourir notre programme officiel, d'identifier les leçons difficiles à enseignées non encore traitées par des didacticiels et de concevoir des didacticiels pour faciliter l'enseignement-apprentissage de ces leçons. C'est ainsi que la séquence 12 du programme officiel de SVTEEHB intitulée "*Exemple de projet simple à réaliser*", et plus précisément

"*Réalisation d'un petit élevage et fabrication du compost*" a retenu notre attention. Il sera alors question pour nous de réaliser un outil d'aide pour la réalisation d'un petit élevage et du compostage en classe de 5^{ème} ESG, prenant en compte des difficultés, préférences et performances attendus de l'utilisateur finale se fait ressentir.

I.3. Question de recherche

Au regard de notre problématique, la question suivante se pose : Comment concevoir un outil pédagogique agréable à utiliser qui facilitera l'enseignement-apprentissage dans la réalisation d'un petit élevage et du compostage en classe de cinquième ?

Autrement dit :

Q1. Quelles sont les difficultés rencontrées par les enseignants et les apprenants sur la réalisation d'un petit élevage et sur la fabrication du compost pendant le processus enseignement-apprentissage ?

Q2. Quelles sont les préférences des élèves en termes d'outil pédagogique ?

Q3. Quelles sont les performances des élèves après l'utilisation du didacticiel développé pour faciliter la réalisation d'un petit élevage et la fabrication du compost ?

I.4. Objectifs de la recherche

Ce travail vise à concevoir et à réaliser un outil pédagogique attractif et interactif respectant les critères ergonomiques qui facilitera l'enseignement/apprentissage de l'élevage et du compostage pour la classe de cinquième.

Pour atteindre cet objectif, il sera question pour nous :

Obj1 : d'analyser et d'identifier les difficultés rencontrées par les enseignants et les apprenants pendant une leçon portant sur la réalisation d'un petit élevage ou sur la fabrication du compost ;

Obj2 : d'identifier les préférences des élèves de classe de cinquième dans le contexte camerounais en termes d'outil pédagogique et de développer un didacticiel pour faciliter l'apprentissage de l'élevage et du compostage ;

Obj3 : d'évaluer les performances des élèves de classe de cinquième après exploitation de l'outil développé.

I.5. Importance de l'étude

L'outil d'apprentissage développé est nommé " *EleCompostE Challenge* " pour " *le défi de l'élevage et du compostage en éducation* ". Ce didacticiel accompagne les apprenants dans l'atteinte rapide et efficace des compétences attendues à la fin des leçons portant sur la réalisation d'un petit élevage et la fabrication du compost. Il permettra également aux enseignants de dispenser la leçon sans avoir à déplacer les apprenants dans une usine de compostage ou une ferme d'élevage.

I.6. Champ de l'étude

Notre étude se déroule au Cameroun, dans la région du Centre, plus précisément dans les départements du Mfoundi et de la Mefou et Afamba. Les établissements concernés par notre étude sont notamment le Lycée Mixte d'Awae, le Lycée de Tsinga, Lycée de Nkometou I et l'institut Blaise Pascal d'Etoudi et à Akam Bilingual Academy (ABA) Nkozoa et le lycée de Mballa 2 pour l'évaluation du didacticiel. Le choix de ces établissements est guidé par notre expérience professionnelle au Lycée Mixte d'Awae et à la disponibilité des apprenants et enseignants des autres établissements.

Conformément au livre programme de sixième cinquième en SVTEEHB, notre étude porte sur le module 4, la séquence numéro12 intitulée « *Exemples de projets simples à réaliser* » et plus précisément sur deux des quatre leçons que compte cette séquence à savoir « *Réalisation d'un petit élevage* » et « *Production du compost* ».

I.7. Définitions des concepts

Apprentissage :

D'après le dictionnaire (Petit Robert, 2014), l'apprentissage se définit en psychologie comme une modification durable du comportement d'un sujet (humain ou animal) grâce à des expériences répétées. Autrement dit, l'apprentissage renvoie à l'acquisition des savoirs, des savoirs être et des savoirs faire suite à une interaction de l'individu avec son environnement.

Outil d'aide à l'apprentissage :

Un outil d'aide à l'apprentissage est tout outil technologique, ressource et service numérique mis à la disposition de l'élève pour lui offrir une assistance afin de lui permettre de réaliser une tâche qu'il pourrait difficilement accomplir sans cette aide (Mounpain N. & Priso E., 2018).

TIC :

Les TIC ensemble de techniques, d'activités et d'équipements qui facilitent, grâce à des moyens électroniques la production, le stockage, le traitement et la transmission de l'information. L'utilisation des TIC dans le système éducatif permet de booster la motivation des apprenants (Moussa Tessa & al, 2018), améliore l'apprentissage, la compréhension, l'entrepreneuriat, le partage, l'interaction, la communication, l'échange, la collaboration, l'exposition, la transmission et de distribution du savoir (Saïd, 2018).

I.8. Structure du mémoire

Ce travail est organisé en 04 chapitres : dans le chapitre I nous avons présenté une introduction générale suivra ensuite dans le chapitre 2 une revue de la littérature, qui traitera des travaux existants liés à notre thème de recherche. Le chapitre 3 portera sur les matériels et les méthodologies qui seront utilisés dans le cadre de cette étude. Dans le chapitre 4, nous présenterons les résultats obtenus, analyserons et discuterons sur ces résultats avant de faire ressortir leurs implications dans le système éducatif camerounais. Ce travail se terminera par une conclusion.

Chapitre 2 : Etat de l'art et Revue de la littérature

Dans ce chapitre, nous présenterons quelques études qui ont été menées et des travaux réalisés autour de la mise en œuvre d'un outil d'aide à l'apprentissage de l'élevage et du compostage en SVTEEHB en classe de cinquième. Ceci permettra de répondre aux questions de recherche afin d'atteindre les objectifs fixés.

2.1 Etat de l'art sur l'élevage et le compostage en apprentissage

Cette section fait le point sur les travaux réalisés sur l'élevage et le compostage dans le domaine de l'éducation aussi bien à l'étranger qu'au Cameroun.

2.1.1 Etude des travaux sur l'élevage en apprentissage

Dans le monde, l'enseignement de l'élevage est une leçon qui regorge plusieurs visées en SVT et en fonction de celle-ci, elle est enseignée dans des classes différentes, de la maternelle au secondaire. L'élevage de l'escargot est par exemple enseigné à la maternelle dans l'optique de faire évoluer les conceptions initiales du « vivant » aux élèves de maternelle (Bourdette, 2010).

Indépendamment de l'objectif du cours, l'élevage est un processus à long terme qui peut prendre jusqu'à 12 mois en fonction de l'espèce choisie (Chat, 2012). Cette spécificité rend difficile l'enseignement-apprentissage de l'élevage en milieu scolaire. Pour pallier à cette difficulté, Marie Christine Toulas (enseignante) conseille à tous les enseignants de SVT de toujours avoir un aquarium pour l'élevage des petits animaux et Michel Prost (instituteur CM2) propose une couveuse électrique pour l'élevage des poussins (Coratte, 2007). Pour Coratte, le coin d'élevage doit être non proche des fenêtres, accessible par plusieurs élèves à la fois et situé à l'intérieur de la salle de classe. Face à la difficulté à concevoir un dispositif d'élevage en classe, plusieurs plateformes ont été développées (Cirad-Fvi, 2018).

Au Cameroun, le programme officiel de SVTEEHB en classe de cinquième dans sa séquence 12 définit quatre leçons, parmi lesquelles « la réalisation d'un petit élevage » (programme officiel 2014), l'action à mener ici étant la visite d'une ferme. Même si l'observation d'animaux dans leur milieu est d'un grand intérêt, elle est très difficile à réaliser dans notre contexte (déplacement des élèves d'écoles, coûts, indisponibilité des fermiers à

recevoir régulièrement les apprenants, etc.). Il est alors difficile d'observer l'évolution d'un animal dès sa naissance et de l'expérimenter.

Une alternative serait d'utiliser les plateformes développées à cet effet, ou des vidéos disponibles sur internet. Mais ces vidéos sont non interactives et ne tiennent pas compte des objectifs fixés par le programme officiel. Depuis 2017, des didacticiels ont été développés en SVTEEB par les apprenants de cinquième année du DITE, mais rien n'a encore été fait en ce qui concerne la réalisation d'un petit élevage. Il devient alors impératif de mettre sur pied un outil qui facilitera l'enseignement et l'apprentissage d'un élevage dans le contexte camerounais.

2.1.2 Etude des travaux existants sur le compostage en apprentissage

L'enseignement-apprentissage de la SVT rencontre d'énorme difficulté, surtout quand on sait qu'il s'agit d'une discipline dont l'apprentissage nécessite une observation et une mise en pratique (Rassou, Khiri, & I, 2017). L'apprentissage de la fabrication du compost encore plus car, la production du compost se fait sur une longue durée. Les enseignants n'arrivent pas à réaliser une leçon sur la production du compost pendant les deux heures réservées à cet effet, tel que mentionné sur le site www.compost.org.

Pour pallier à cette contrainte, les collèges prestigieux d'Europe ont opté pour l'enseignement de ce cours en début d'année scolaire, permettant ainsi aux apprenants de voir le résultat de la production de leur compost pendant l'année scolaire. C'est ainsi qu'en 2010, le projet " *des collégiens composteurs* " a été initié au collège Jean Zay de Morsang-sur-Orge et financé par le Conseil Général de l'Essonne(www.savoirs.essonne.fr). En 2014, les apprenants du collège Louis Aragon compostent les restes de préparation de leur cantine et la fermentation se fait sous le regard attentif d'une association spécialisée dans le domaine. Il en est de même pour les apprenants de la classe de cinquième des collèges Jacques Callot, de l'Euron, de Liverdun, Jacques Grüber et bien d'autres tel que mentionné sur le lien "*2014 : Année européenne de lutte contre le gaspillage alimentaire*".

En 2015, une plateforme a été développée par la Communauté d'agglomération Saint Germain Boucles de Seine, en vue d'initier les enfants au compostage (www.saintgermainbouclesdeseine.fr), des didacticiels d'apprentissage orienté jeu tel que "*Compost Challenge*" ont été développés mais ces didacticiels ne sont pas adaptés pour les apprenants camerounais.

Au Cameroun, une dizaine d'installations pour la fabrication du compost a été créée (Mouafo, 2007). Face à la rareté de ces sociétés, il devient difficile, voire impossible d'atteindre les attentes tels que définies dans le programme officiel. Une solution serait de se pencher vers l'exploitation des TIC.

En 2018, plusieurs didacticiels ont déjà été développés en SVTEEB par les apprenants de cinquième année du DITE. Il s'agit par exemple des outils d'aide à l'apprentissage de l'importance des types de sols et du climat sur la production végétale en classe de 6ième (Saïd, 2018), au service de l'alimentation humaine en classe de quatrième de l'enseignement secondaire général (Fokou, 2018) et même de ESISQ (logiciel pour l'amélioration de la qualité des sols). Mais aucun didacticiel n'a encore été conçu pour ce qui est de la réalisation d'un petit élevage et de la fabrication du compost.

Notre défi est alors de mettre en œuvre un didacticiel, "*EleCompostE Challenge*", qui faciliterait l'enseignement et l'apprentissage de l'élevage et du compostage en classe de cinquième. Pour atteindre cette visée, la prise en compte des différentes phases d'un modèle l'ingénierie pédagogique nous semble pertinent et nous jugeons utile de préciser à quel type appartiendra notre didacticiel. Dans la section suivante, nous présenterons les types de logiciels d'apprentissage selon De Vries, puis quelques modèles d'ingénierie pédagogique.

2.2. Logiciels d'apprentissage et Ingénierie pédagogique

Pour mettre en œuvre notre outil d'aide, il conviendrait que nous définissions de prime abord à quel type ce logiciel correspondrait. Sachant que les besoins métiers de tout logiciel d'apprentissage sont principalement des contenus pédagogiques et qu'ils doivent être de qualité, leur production doit respecter les différentes phases d'un modèle d'ingénierie pédagogique. Dans cette section, nous ferons le point sur les types de logiciels d'apprentissage puis sur quelques modèles d'ingénierie pédagogique avant de faire le choix du modèle qui nous convienne le mieux.

2.2.1 Logiciels d'apprentissage

Un didacticiel ou logiciel d'apprentissage est un logiciel à but éducatif, permettant de faciliter le processus enseignement-apprentissage. Un logiciel éducatif peut être catégorisé en fonction du but visé pendant sa conception (Vries, 2001), des tâches que l'apprenant pourra accomplir.

C'est ainsi qu'elle examine les tâches proposées aux élèves, comme par exemple lire, faire des exercices ; chaque activité de l'apprenant est l'expression d'un point de vue théorique dans le processus enseignement - apprentissage. Il peut s'agir notamment du béhaviorisme, du cognitivisme, du constructivisme ou même de la cognition située. Elle distingue alors huit types de logiciels, classés suivant la fonction pédagogique, la théorie d'apprentissage utilisée et les tâches réalisées par les apprenants (*Tableau 1*).

Fonction pédagogique	Type de logiciel	Théorie	Tâche	Connaissances
Présenter les informations	Tutoriel	Cognitiviste	Lire	Présentation ordonnée
Dispenser les exercices	Exercices répétés	Behavioriste	Faire des exercices	Association
Véritablement enseigner	Tuteur intelligent	Cognitiviste	Dialoguer	Représentation
Captiver l'attention et la motivation de l'élève	Jeu éducatif	Principalement behavioriste	Jouer	
Fournir un espace d'exploitation	Hypermédia	Cognitiviste Constructiviste	Explorer	Présentation en accès libre
Fournir un environnement pour la découverte de lois naturelles	Simulation	Constructiviste Cognition située	Manipuler, observer	Modélisation
Fournir un environnement pour la découverte de domaines abstraits	Micro-monde	Constructiviste	Construire	Matérialisation
Fournir un espace d'échange entre élèves	Apprentissage collaboratif	Cognition située	Discuter	Construction de l'élève

Tableau 1. -Les huit fonctions pédagogiques et leurs caractéristiques (VRIES, 2001)

EleCompostE Challenge est un logiciel d'apprentissage intégrant à la fois les fonctions de tutoriel, d'exerciceur, de tuteur intelligent, de jeu éducatif et aussi de simulateur. L'élève sera alors capable de lire, faire des exercices, dialoguer, jouer, manipuler et les théories d'apprentissage par nous utilisées seront les théories behavioriste, cognitiviste et

constructiviste. Pour un meilleur développement des activités menées par les apprenants, nous allons nous servir d'un modèle d'ingénierie pédagogique.

2.2.2. Ingénierie pédagogique

Pour (Faryadi, 2017) l'ingénierie pédagogique est un processus allant de l'identification des besoins d'apprentissage à la mise en œuvre d'une ressource permettant aux apprenants de réaliser des apprentissages de qualités. La littérature présente plusieurs méthodes d'ingénierie pédagogique parmi lesquels : les modèles génériques, les modèles centrés sur l'individu, les modèles centrés sur le système.

a) Les modèles génériques : le modèle ADDIE

ADDIE est un modèle hybride qui assure l'élaboration des contenus d'apprentissage en cinq phases, avec possibilité de rétroaction entre ces différentes phases (*Figure 1*).

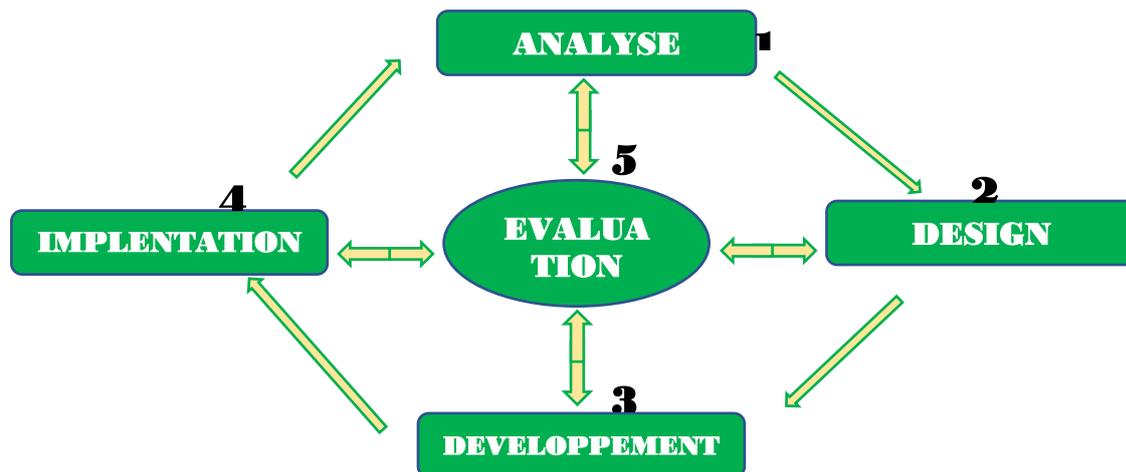


Figure 1: Phases du modèle ADDIE

→La phase d'analyse

Il est question durant cette étape de clarifier les problèmes à résoudre, les contraintes et les contextes. Autrement dit, il faudra spécifier la nature du problème à résoudre, les caractéristiques du public cible en termes d'acquis et de compétences à développer. Il est aussi utile de préciser le contexte de la formation, les attentes des apprenants, les contraintes (techniques, financières, matérielles), les moyens disponibles (ressources humaines, budget, infrastructure, logistique) et de faire un inventaire des contenus disponibles (textes, images, vidéo) (Branch, 2009).

→ La phase de Design ou de conception

Plusieurs activités sont réalisées pendant cette phase parmi lesquelles (Branch, 2009):

- ❖ La définition des objectifs d'apprentissage et des éléments de contenus qui seront abordés dans la formation ;
- ❖ L'identification des prérequis ;
- ❖ La structuration des éléments de contenus ;
- ❖ La définition de la structure générale (scénario d'apprentissage) et le découpage (modules, séquences, activités) du cours ;
- ❖ La mise au point d'une stratégie pédagogique, des outils et du mode d'évaluation
- ❖ Le choix des médias d'apprentissage

→ La phase de Développement

Durant cette phase, les contenus et les activités d'apprentissage sont développés. À la suite d'une transposition didactique, on aboutit à l'obtention d'un contenu bien structuré, à l'élaboration des exercices et à la scénarisation des activités pédagogiques. Autrement dit, il faudra préciser le responsable de chaque activité pédagogique, les horaires et les échéances.

→ La phase d'Implantation

Elle consiste à rendre le système d'apprentissage disponible aux apprenants, grâce à l'utilisation d'une infrastructure technologique ou organisationnelle. Elle peut se faire physiquement dans une salle de classe, ou de manière virtuelle ou encore à travers un outil de travail collaboratif.

→ La phase d'Evaluation

Pendant cette phase, on évalue la qualité et l'efficacité du projet de formation. On détermine les critères d'évaluation, on sélectionne l'outil à utiliser pour l'évaluation, on conduit l'évaluation et on analyse les résultats obtenus afin d'en tirer une conclusion. Autrement dit, on se rassure que les objectifs initiaux aient été atteints et dans le cas contraire, réadapter l'apprentissage aux objectifs initiaux.

b) Les modèles orientés système : le modèle Dick and Carey

Dick and Carey est un modèle pédagogique qui fonde tout apprentissage sur les principes de skinner, il s'intéresse plus au développement pédagogique et moins de conception pédagogique de l'apprentissage. Pour ce modèle, la construction d'un système d'apprentissage passe par dix activités ou étapes, qui sont réalisées sans trop d'expérience dans le domaine de la planification de l'enseignement (Dick, 1997).

❖ L'identification des buts de l'apprentissage : on précise ici les besoins des apprenants en termes d'objectifs à atteindre en fin de formation.

❖ La structuration des éléments de contenus : par suite de l'identification des buts d'apprentissage, il est question ici d'analyser les différents types d'apprentissage pour en choisir ceux qui correspondent au mieux à chacun de ses buts. Parmi ces types d'apprentissage, on distingue : l'apprentissage par stimuli-réponse, l'apprentissage de signaux, l'enchaînement, l'association verbale, la discrimination, l'apprentissage d'un concept, l'apprentissage de règles et la résolution de problèmes.

❖ L'identification des préalables : cette activité consiste à préciser les habiletés ou compétences que l'apprenant doit avoir avant de débiter la formation, autrement dit, à préciser les prérequis. Lorsque l'apprenant ne possède pas toutes ces caractéristiques en début de formation, la progression de l'apprentissage se fait avec beaucoup de difficultés.

❖ L'identification des objectifs de performance : cette activité précise les compétences que tout apprenant ayant suivi la formation possèdera à la fin de celle-ci. Ces objectifs sont étroitement liés aux prérequis énumérés à l'étape précédente.

❖ Le développement des tests critériés / tests de réussite : il consiste à définir des critères qui permettront d'évaluer l'atteinte des objectifs fixés. Cette activité oriente le pédagogue dans le choix du matériel didactique.

❖ Le développement des stratégies d'enseignement : ces stratégies sont guidées par les objectifs de performance, elles doivent inclure des activités d'apprentissage, de feed-back et d'évaluations des apprenants.

❖ Le développement et le choix du matériel didactique : cette activité consiste en un inventaire du matériel didactique existant, une modification de ceux qui sont inadéquats ou à développer de nouveaux matériels didactiques en tenant compte des caractéristiques des apprenants.

❖ Construire et appliquer l'évaluation formative : cette évaluation se fait à trois niveaux : une évaluation individuelle, une évaluation par petits groupes et une évaluation à la suite d'une

mise à l'essai sur le terrain. Cette activité procure un feed-back sur le fonctionnement du système d'apprentissage, permettant ainsi d'augmenter l'efficacité de celui-ci.

❖ Réviser le processus de formation : les résultats issus de l'évaluation formative permettent de conduire, puis de corriger les faiblesses du système d'apprentissage en vue d'améliorer son rendement.

❖ Construire et appliquer l'évaluation sommative : l'évaluation sommative permet de rendre compte de l'efficacité du système de formation, elle est réalisée par l'apprenant et non par le concepteur du système.

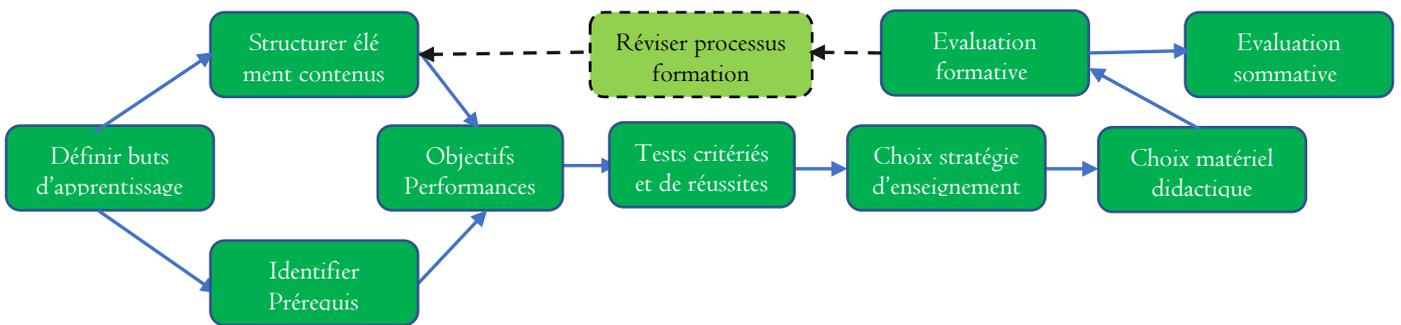


Figure 2.- Phases du modèle Dick and Carey

Dick and Carey est un modèle d'ingénierie pédagogique qui s'exécute en dix étapes sans possibilité de retour sur l'étape précédente comme dans le modèle ADDIE, il n'exige aucune expérience dans le domaine de planification de la part du concepteur.

c) Les modèles orientés individu : le modèle ASSURE

ASSURE : Analyze - State objectives - Select methods, media and materials – Utilize materials – Require learner participation - Evaluate and revise est un modèle pédagogique qui fonde tout apprentissage sur une collaboration entre enseignant et enseigné permettant ainsi la construction d'un environnement de travail approprié pour l'apprenant. Pour ce modèle, la construction d'un système d'apprentissage passe par six étapes (Faryadi, 2017) :

❖ L'analyse des apprenants : cette activité consiste à étudier les apprenants pour en extraire leurs caractéristiques (prérequis par rapport au cours, style d'apprentissage) et c'est en fonction de ces caractéristiques que l'enseignant choisit les méthodes et les médias d'enseignement ;

❖ La formulation des objectifs et des activités d'apprentissage : elle oriente l'apprenant sur la progression du cours.

- ❖ Le choix de la méthode, du média et du matériel : un choix approprié facilite le processus d'apprentissage chez l'apprenant.
- ❖ L'utilisation des médias et du matériel choisi : elle consiste en la vérification de l'adéquation du matériel choisi, en la préparation du matériel, de l'environnement de travail, de l'apprenant et en la dispensation de la leçon.
- ❖ L'Implication de l'apprenant : la participation de l'apprenant pendant un processus de formation améliore l'efficacité de celui-ci.
- ❖ Évaluation et révision : pendant cette activité, l'enseignant apprécie le niveau d'atteinte des objectifs chez les apprenants, le choix et les méthodes d'enseignement implémentés. Les révisions sont envisagées lorsque les objectifs de formation n'ont pas été atteints.

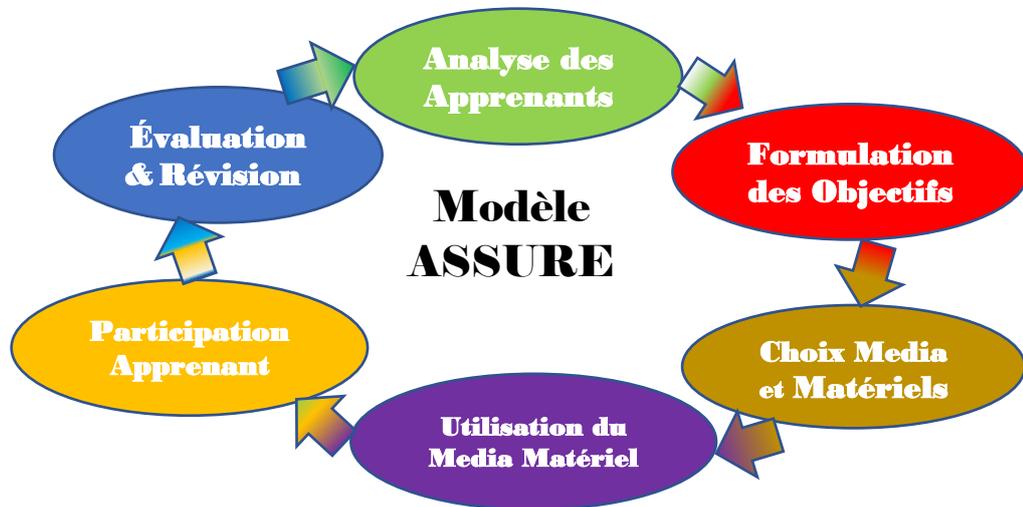


Figure 3. *Modèle ASSURE*

Ce modèle met l'apprenant au centre du processus de conception de ressources pédagogique mais, il n'y a pas de retour possible entre ses différentes activités.

d) Tableau synthèse des méthodes d'ingénierie pédagogique

Le tableau de synthèse ci-dessous présente quelques avantages et limites des méthodes d'ingénierie pédagogique.

Méthodes Ingénierie Pédagogique		
	Avantages	Limites
ADDIES	<ul style="list-style-type: none"> - modèle large et adaptable : il peut être utilisé pour une formation individuelle ou en groupe, à distance ou en présentielle ; - Modèle incrémental, le passage d'une phase à une autre passe par une évaluation ; - Très flexible, générique : offre la possibilité d'être associé avec d'autres modèles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Peut être fastidieux et très coûteux, s'il suit un ordre séquentiel.
Disk and Carey	<ul style="list-style-type: none"> - Modèle simple et bien détaillé ; - offre la possibilité d'améliorer le processus de formation après évaluation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation tardive : intervient dans les 02 dernières phases du modèle ; - peut prendre plus de temps en raison de ses nombreuses étapes.
ASSURE	<ul style="list-style-type: none"> - Modèle simple et détaillé ; - offre la possibilité d'améliorer le processus de formation après évaluation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation tardive ; - Peut être fastidieux et très coûteux, car il suit un ordre séquentiel.

Tableau 2 : synthèse des méthodes d'ingénierie pédagogique

e) Choix du modèle d'ingénierie pédagogique

Après la présentation et l'étude de quelques modèles d'ingénierie pédagogique, le choix du modèle devant guider la conception et la réalisation de notre didacticiel "*EleCompostE Challenge*" a été porté sur le modèle ADDIE. En effet, ADDIE est un modèle générique applicable dans l'élaboration de tout type de contenus pédagogiques et il s'adapte à tout type de projet. De plus, le passage d'une phase à l'autre du modèle est sanctionné par une évaluation préalable réduisant ainsi le taux d'erreur dans la production d'un contenu de formation.

Un didacticiel étant avant tout un logiciel, il devient impératif de nous appuyer sur une méthode de développement logiciel pour produire un logiciel de qualité ; pour ce fait, nous ferons le tour de quelques méthodes de développement logiciel avant d'y choisir celle qui nous convient le mieux.

2.3. Méthodologies de développement logiciel

Une méthodologie de développement logiciel est un ensemble de méthodes et techniques à appliquer pour aller de la création à l'exploitation d'un logiciel de qualité. Une méthodologie englobe un ensemble de bonnes pratiques du développement logiciel qui ont été approuvées. Son importance réside dans le fait qu'elle impose un enchaînement d'étapes permettant de rendre le développement logiciel plus prévisible et plus efficace (Yannick, 2007). Une méthode de développement logiciel prend en compte plusieurs activités (analyse, conception, implémentation, vérification, validation, ...) qui interviennent dans son cycle de vie. On distingue des modèles dits « classiques » et des modèles dits « agiles »

2.3.1. Les Modèles de développement Classique

Dans les modèles classiques, les différentes activités du processus de développement sont séquentielles comme le soutient (Yannick, 2007) lorsqu'il affirme : « Ces méthodologies se caractérisent par un attachement farouche à tout planifier, tout doit être prévisible, dès le début de projet ». La littérature fait mention d'une multitude de méthodes de développement dites traditionnelles, mais trois seulement seront présentées dans cette section.

a) Modèle en cascade

Dans cette approche, l'étape suivante ne peut être commencée qu'à la fin de l'étape précédente. La fin de chaque étape est marquée par la production d'un livrable (document) qui servira de support pour la prochaine étape. La vérification et la validation est faite sur ce livrable afin d'approuver le passage à la phase suivante ou de réaliser les corrections à l'étape précédente.

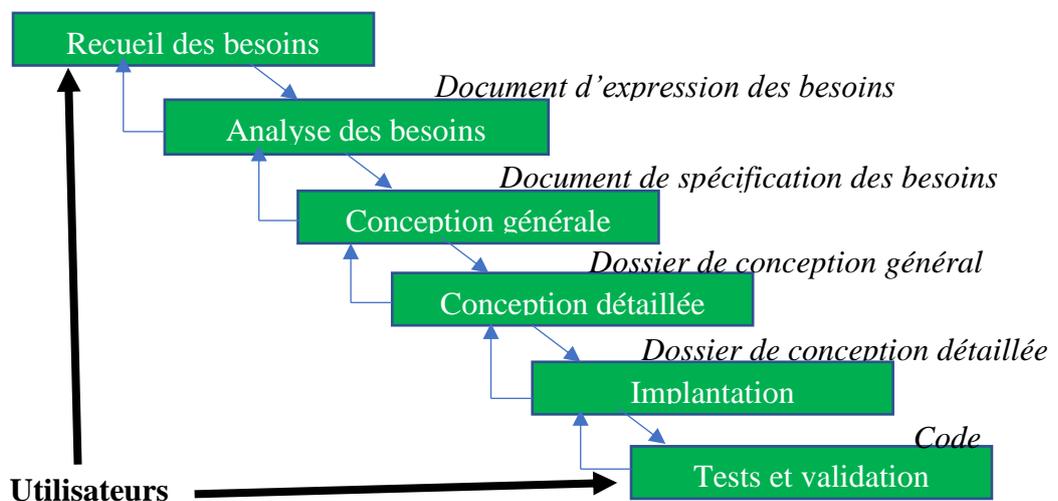


Figure 4. Modèle en cascade (Lonchamp, 2015)

Le modèle en cascade est approprié pour les projets classiques, de grande taille où les risques d'erreurs sont faibles grâce à la bonne maîtrise du domaine et à l'expérience de l'équipe de développement car l'utilisateur n'intervient qu'à la première (recueil des besoins) et à la dernière (tests et validation) phase.

b) Modèle incrémentale

Cette approche divise un projet en plusieurs lots ou incréments, puis on applique un processus de développement complet sur chaque incrément, en utilisant le modèle en cascade par exemple (Lonchamp, 2015). Autrement dit, dans ce modèle, les besoins sont exprimés à plusieurs niveau d'abstraction, on commence par des besoins globaux vers des besoins beaucoup plus détaillés ou encore des lots les plus risqués vers les lots les moins risqués. Chaque vue du système correspond à une version de l'application, et les utilisateurs interviennent alors au début et à la fin de chaque incrément.

Le modèle incrémental apporte une solution au problème d'intervention tardive des utilisateurs dans le processus de développement identifié dans le modèle précédent car désormais, les utilisateurs interviennent beaucoup plus rapidement dans le processus de développement (à la fin de chaque itération). Il est adapté pour les projets de grande taille ou les projets critiques (gestion des risques).

c) Modèle itératif

Dans ce modèle, le processus de développement passe par plusieurs itérations : après la première phase d'analyse, une première version du livrable est produit en passant par les phases de conception, de développement et de test. Lorsqu'un nouveau besoin arrive ou qu'un besoin évolue, une nouvelle itération est implémentée. L'idée principale étant la livraison au plus tôt d'une version qui puisse être testée par le client (Yannick, 2007).

Le modèle itératif permet de prendre en compte l'évolution des besoins ou le changement des besoins qui est l'une des principales causes de l'échec du logiciel (Standish, 2015). Cependant, l'intervention tardive des utilisateurs dans le cycle de développement demeure ; ainsi donc, pour un long projet, un nouveau besoin détecté à la sortie de la phase d'analyse ne peut faire partir de la phase d'analyse ou de développement. Il serait donc important de trouver une méthode qui prend en compte les changements de besoins tout en faisant intervenir le client le plus tôt possible.

d) Synthèse sur les méthodes traditionnelles

Les méthodologies de développement logiciel dites traditionnelles (cycle en cascade) accorde beaucoup d'importance à la documentation produite à la fin de chaque phase du cycle de vie afin d'assurer un meilleur suivi du projet. Cet amour pour la documentation les rend de moins en moins populaire car elles sont qualifiées d'approche bureaucratique, qui accorde de l'intérêt à la production des documents qui, dans la pratique sont très rarement lus et quasiment jamais mis à jour, réduisant ainsi le temps accordé au processus de développement. De plus, le client n'intervient qu'au début et à la fin du cycle de développement (pour la validation) : si le besoin est mal compris par l'équipe de développement, trop de travail sera fait inutilement.

Le modèle incrémental tente de résoudre le problème d'intervention tardive du client dans le processus de développement, en divisant d'entrée de jeu le projet en module. Chaque module est considéré comme un sous projet qui doit respecter toutes les phases du cycle de développement. Cependant, les nouveaux besoins et le changement de besoins ne sont pas pris en compte surtout lorsqu'on sait que plusieurs incréments peuvent se développer en parallèle.

Le modèle itératif vient résoudre ce problème, cependant pour les longs projets, ces changements ne pourront être pris en compte qu'à la fin d'une itération. Le **tableau 3** présente une comparaison des modèles de développement classique :

Problèmes\ Modèles	Cascade	Incrémental	Itératif
Intervention tardive du client	OUI	NON	OUI
Non prise en compte de nouveaux besoins	OUI	OUI	NON

Tableau 3. *Tableau comparatif du modèle en cascade, incrémental et itératif*

Les modèles traditionnels posent deux problèmes majeurs : Intervention tardive du client et la non prise en compte de nouveaux besoins. L'un est résolu par le modèle incrémental et l'autre par le modèle itératif. L'utilisation d'un modèle à la fois itératif et incrémental permettrait de pallier à ces manquements, et c'est dans cette optique que les méthodes agiles ont vu le jour.

2.3.2. Les méthodologies de développement agiles

Les approches agiles visent à réduire la documentation et à se focaliser beaucoup plus sur le code, en vue de répondre promptement avec souplesse aux éventuels changements. Les

approches agiles sont un mixage d'approches itératives et incrémentales, développés en même temps que les applications web, pour lesquelles elles sont beaucoup adaptées (Lonchamp, 2015). La littérature présente une multitude de méthodes agiles parmi lesquelles RUP, XP, SCRUM.

a) RUP

Inspiré du langage UML, RUP est une méthode générique dans laquelle le développement d'un logiciel passe par quatre phases : lancement (inception), élaboration, construction et transition (Lonchamp, 2015). Cette méthode distingue plusieurs « disciplines » ou activités qui interviennent dans toutes les phases du modèle, mais avec des proportions différentes. La figure ci-contre montre le ratio entre les phases, les itérations et les activités (disciplines) de la méthode RUP.

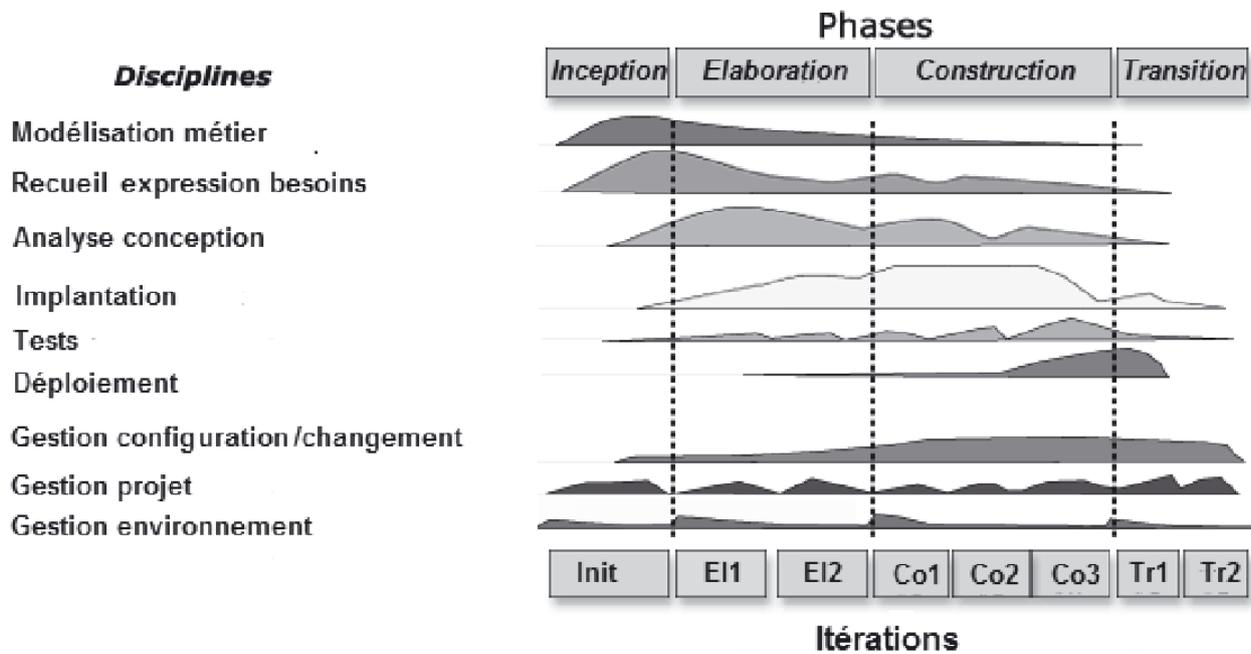


Figure 5. Phase RUP (Lonchamp, 2015)

Une phase peut donner lieu à un ensemble d'itérations. Une itération est un mini projet qui répond à un plan, possède des critères d'évaluation, qui se termine par une prise de décision ou un feedback et des livrables qui peuvent être des maquettes, des prototypes dans les premières itérations ou des versions exécutables du logiciel final. Chaque phase à des objectifs prédéfinis (Yannick, 2007) :

❖ **La phase de lancement ou Inception** : elle permet d'étudier la faisabilité, les risques et de définir le périmètre du projet. C'est une très courte phase ayant généralement une seule

itération qui se termine avec la production de plusieurs livrables : Une description courte des principaux cas d'utilisation, un glossaire de projet, un document de justification économique incluant le contexte général de réalisation, une évaluation des risques, une première planification du projet, une maquette ;

❖ **La phase d'élaboration** : Cette phase est orientée par les risques, centrée sur l'architecture ; elle permet d'identifier la majorité des besoins, d'élaborer les 80% des cas d'utilisation, d'identifier les exigences et contraintes non fonctionnelles, de définir l'architecture de valider une version du produit à travers les fonctionnalités les plus importantes et de définir un planning de réalisation objective ;

❖ **La phase de construction** : C'est une phase très longue qui permet de produire tout ce qui avait été planifié par incrément, avec la possibilité d'avoir quelques erreurs non encore traitées. La fin de cette phase est marquée par la production des versions exécutables du logiciel dont les fonctionnalités sont enrichies d'itération en itération (livraison incrémentale), par la production d'une description des versions produites ;

❖ **La transition** : pendant cette phase, il y a la livraison du produit en version bêta, correction des erreurs résiduelles, formation des utilisateurs et élaboration d'une assistance en ligne. La fin de cette phase est marquée par la production de la version finale du logiciel.

RUP est une approche très flexible dans laquelle la gestion du risque, la construction et la stabilisation du noyau architectural sont d'or pendant les premières itérations. Grâce à son feedback régulier, elle permet la réadaptation du système aux besoins des utilisateurs. Le feedback des développeurs et des testeurs permet d'affiner la conception et de mieux gérer la complexité du système. Cependant, RUP est une approche qui entraîne une lourdeur : en effet, il est difficile de mettre à jour ses schémas, elle est rigoureuse et coûteuse ; cette méthode est orienté processus, au détriment du développement (peu de place pour le code et la technologie) (Yannick, 2007). De plus, une équipe RUP doit être composée de plus d'une dizaine de personnes.

b) XP

Loin d'être une méthode extrémiste de la programmation qui rejette la conception et les tests, « Extreme Programming » est une méthode qui met l'accent sur les meilleures pratiques tels que la revue de code qui est réalisé par un binôme de développeurs, les tests qui sont créés avant chaque écriture de code, la conception qui est pratiquée tout au long du projet, l'intégration des modifications qui est effectuée plusieurs fois par jour, et des cycles de développement extrêmement courts car les besoins évoluent. XP prône quatre valeurs

fondamentales (Lonchamp, 2015) : la communication, le feedback, le courage d'accepter de se lancer dans un projet non entièrement spécifié tout en changeant régulièrement de rôle et la simplicité qui consiste à opter pour la solution la plus simple qui puisse marcher, tout en évitant toute complexité inutile.

Une équipe de développement XP est composée des rôles suivants :

- ❖ Le programmeur (développeur) est au cœur de tout, il est à la fois codeur, concepteur et analyste ;
- ❖ Le client est intégré à l'équipe et il explique ce qu'il souhaite via les user stories et les tests d'acceptation ;
- ❖ Le testeur travaille avec le client pour définir et automatiser les tests d'acceptation, il cherche à détecter les problèmes au plus tôt en discutant avec les programmeurs ;
- ❖ Le manager est le supérieur hiérarchique des programmeurs, demande des comptes sur les engagements pris, et réalise l'interface avec l'extérieur
- ❖ Le coach est le garant du processus. C'est un expert de la méthode XP, un expert technique, programmeur chevronné, architecte, pédagogue et doté de sang-froid pour faire face aux difficultés. La figure ci-dessous présente la structure d'un projet XP :

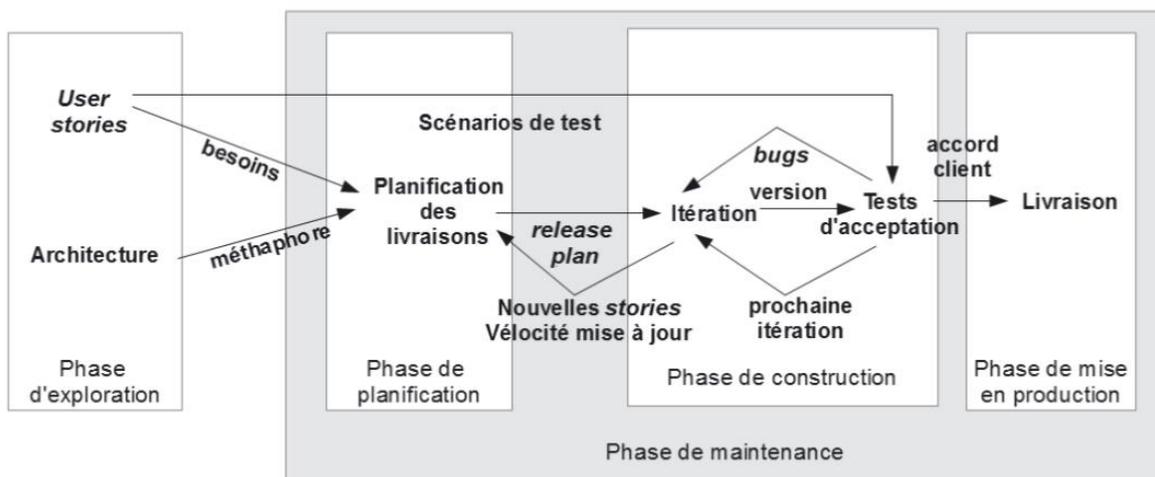


Figure 6. Phases XP (Lonchamp, 2015)

De cette structure, en découle cinq phases (Lonchamp, 2015) :

- ❖ La phase d'exploration, pendant laquelle les éléments d'architecture et les *users stories* sont déterminés ;
- ❖ La phase de planification, pendant laquelle l'implémentation des stories sont planifiées ; ainsi, les stories élues pour la première livraison sont décomposées en tâches.

❖ La phase de construction incrémentale, pendant laquelle le développement et les tests fonctionnels d'une itération est réalisé. Cette phase dure entre une et quatre semaines, et elle peut générer de nouvelles stories.

❖ La phase de mise en production est envisagée lorsque les différents tests fonctionnels ont réussi.

❖ La phase de maintenance pendant laquelle la planification, la construction et mise en production pour les prochaines livraisons sont réalisées.

La méthode XP permet la production de logiciels de bonne qualité, adaptés aux besoins des clients, il est adapté aux petits projets, avec un nombre maximal de 20 personnes dans l'équipe de développement (Lonchamp, 2015). Cependant, elle demande un très grand investissement du client, et la programmation en binôme n'est pas toujours évident.

c) SCRUM

SCRUM est une méthode itérative de gestion de projet qui améliore la productivité des équipes grâce à ses réunions (sprint planning, daily scrum, revue de sprint, rétrospective de sprint) et à sa technique de reprise de jeu après faute qui remet l'équipe sur de bons rails par un effort collectif. Il fonctionne sur les principes d'itérations courtes (sprints) d'une durée de 2 à 4 semaines, la fin d'un sprint étant marquée par la production d'une version testable du logiciel (Lonchamp, 2015). La figure ci-dessous présente le cycle de développement d'une version de livrable avec Scrum.

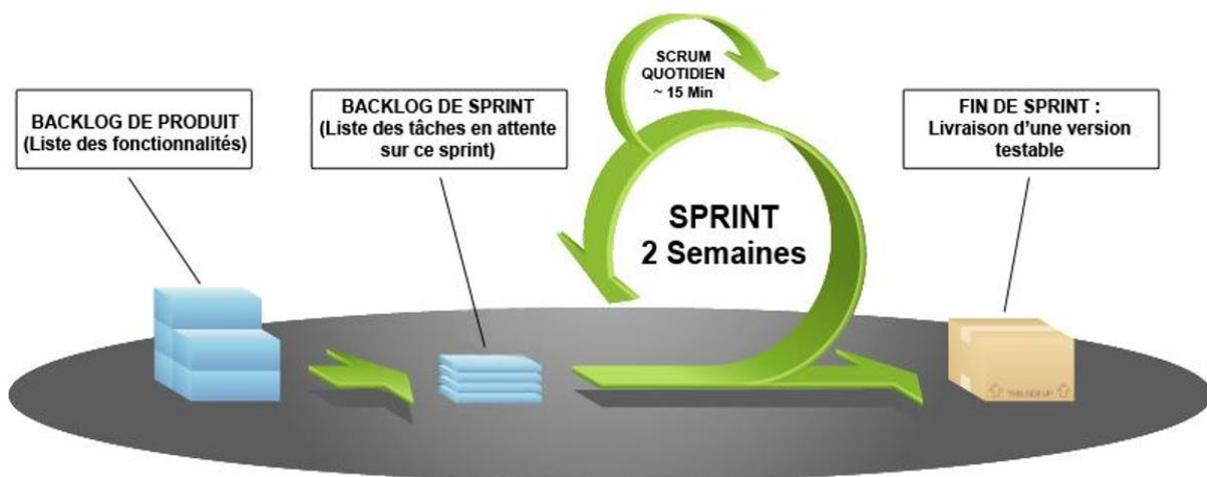


Figure 7. Cycle de développement d'une version de livrable Scrum (Lonchamp, 2015)

L'équipe Scrum (Scrum team) est composée de trois rôles :

- ❖ D'un **Product Owner** (responsable produit) qui est le représentant du client dans l'équipe Scrum. Il définit les spécifications fonctionnelles, communique une vision claire du produit à l'équipe. Il associe des niveaux de priorités à chaque fonctionnalité des différentes versions, corrige et valide celles-ci. Il pilote également le projet d'un point de vue métier, en choisissant les dates et contenus des différentes versions et se rassure que l'équipe de développement se concentre sur les aspects à plus forte valeur ajoutée.

- ❖ D'un **Scrum Master** qui est un expert Scrum, il s'assure de la bonne application des pratiques et des valeurs du Scrum en s'assurant de la bonne collaboration au sein de l'équipe de développement et avec le Product Owner. Il se doit d'éliminer tous les obstacles qui peuvent empêcher l'équipe d'atteindre les objectifs fixés pour chaque sprint de travail. Il est le responsable de l'application Scrum et doit donc aider l'équipe à travailler, à s'améliorer constamment et à maximiser le retour sur investissement général.

- ❖ D'une **équipe de développement** qui collabore avec les utilisateurs finaux et les clients pour comprendre leurs besoins, puis elle spécifie, code, documente le produit, bref elle est responsable de la réalisation opérationnelle des tâches tout en respectant les objectifs du Sprint. Elle est généralement composée de 6 à 10 personnes mais pouvant aller jusqu'à 200 personnes.

Tout projet Scrum peut être décomposé en trois phases (Pichler, 2010): la phase Initiale, phase de développement de Sprint et la phase de clôture.

➔ **La phase Initiale**

Pendant cette phase, le Product Owner définit la vision du projet, décrit de façon globale les utilisateurs du produit, identifie l'équipe Scrum, puis il crée le Backlog de produit priorisé, planifie les dates des différentes livraisons. Ainsi, le directeur de produit génère la liste initiale des histoires de hauts niveaux et par la suite, un effort estimé en points est associé à chaque histoire par l'équipe de développement. Lorsque le nombre de points d'une histoire est trop grand (infini), cela signifie que cette histoire est encore très complexe et dans ce cas, l'équipe de développement la divise en plusieurs sous histoires. Le Backlog du produit recense une liste priorisée de fonctionnalités ou de changements que les différents utilisateurs désirent voir sur le produit.

➔ **La phase de développement**

Pendant cette phase, les différentes versions du produit sont développées dans des cycles itératifs appelés sprints. La planification de chaque sprint passe par toutes les phases de

développement classiques du logiciel : analyse, conception, développement, test et livraison ; autrement dit, le sprint backlog ayant la plus grande priorité est extrait du produit complet (Backlog). Une fois un sprint backlog initialisé, il prend la forme d'un tableau à trois colonnes (tâches à faire, tâches déjà faites, tâches en cours de réalisation), planifié au cours d'une réunion quotidienne appelée la mêlée quotidienne qui dure un quart d'heure et qui précise ce qui a été fait la veille et ce qui sera fait pendant la journée puis, le tableau est mis à jour en fin de journée.

➔ **La phase de clôture**

Pendant cette phase, l'équipe de développement documente une version du livrable, finalise les tests et rend la version fonctionnelle et présentable. Elle intervient lorsque toutes les exigences du sprint ont été satisfaites.

Scrum est une approche itérative très utilisée de nos jours grâce au strict respect des rôles de chacun, des cycles de travail courts et flexibles. Ce respect de règles apporte une grande autonomie et liberté à l'ensemble de l'équipe. De plus, un autre avantage de Scrum réside dans sa complémentarité avec XP : Scrum se positionne au niveau de la gestion et de l'organisation de projet alors que XP se positionne au niveau des activités de développement

d) Tableau récapitulatif des méthodes agiles de conception logicielles

Le tableau suivant présente les points forts et les points faibles des méthodes agiles RUP, XP et Scrum :

Caractéristiques	RUP	XP	SCRUM
Itérative et incrémentale	+	+	++
Centrée sur l'architecture	++		
Centrée sur les tests		++	+
Centré 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 projets	++		+
Considère la gestion du risque	+	+	++

Légende :

+ : satisfait

++ : satisfait prioritairement

Tableau 4 Tableau comparatif des modèles agiles (Lonchamp, 2015)

2.3.3. Choix méthode de développement logiciel

En dehors de la méthode itérative, toutes les autres approches classiques considèrent qu'il est possible de découvrir l'entièreté des besoins au début du processus de développement, et que ces besoins restent stables tout au long du processus. Or dans la réalité, il est difficile et pourtant crucial de produire un document de spécification de besoins de qualité. C'est d'ailleurs ce que soutient (Standish, 2015) lorsqu'il démontre que les trois principales causes de l'échec du logiciel sont les suivantes : pas assez d'informations de l'utilisateur (13%), besoins incomplets ou mal exprimés (12%) et changement de besoins (11%). Ces principales causes s'intensifient dans les méthodes classiques de développement où les activités sont organisées de manière rigide et l'utilisateur n'intervient qu'en début et fin du processus. Or avec la méthode itérative, bien que les changements de besoins soient pris en compte, ils le sont tardivement : elle est adaptée pour les petits projets.

Les approches agiles quant à elles visent la simplicité, la légèreté, l'autoadaptation et l'auto-organisation, l'objectif central étant de répondre rapidement et de manière souple à tous les changements qui peuvent apparaître à tout instant. Elles prônent la collaboration avec les clients et visent la production des logiciels opérationnels. Comme ces approches sont caractérisées par leurs courtes et souples itérations, cela leur permet de réagir rapidement aux changements de besoins, de travailler ensemble avec les utilisateurs. Ainsi, grâce à la collaboration avec les clients, nous pensons que les méthodes agiles réduisent considérablement les causes de l'échec du logiciel.

Les méthodes agiles sont mieux adaptées au développement logiciel, il nous reste alors à choisir parmi les méthodes étudiées, celle qui sera utilisée dans la suite de ce travail. Scrum est une méthode très itérative et incrémentale gérant avec beaucoup d'aisance les risques. Elle est centrée sur les tests, la communication, la qualité du code, convient aussi bien aux grosses qu'aux petites équipes et convient aux gros projets. Et au regard de la complexité croissante dont les projets innovants font preuve, la méthode Scrum semble être la meilleure solution pour répondre aux besoins d'exécution de ces derniers. Dans la suite de ce travail, nous utiliserons la méthode de développement logiciel Scrum.

Une fois *EleCompostE Challenge* mise sur pied, il est indispensable de l'évaluer, pour se rassurer de son utilité et de son utilisabilité. Dans la section suivante, nous présenterons ces concepts avant de faire le point sur quelques critères d'évaluation ergonomique de logiciel.

2.4 Evaluation ergonomique d'un logiciel

L'ergonomie est la science qui vise l'adaptation d'un système à son utilisateur, afin que ce dernier puisse mener ses activités avec un maximum d'efficacité, de satisfaction et de bien-être, avec un temps d'adaptation réduit (AFNOR, 2003). L'évaluation ergonomique d'un logiciel fait ressortir deux expressions : l'utilité et l'utilisabilité du logiciel développé, et pour être réussit, elle doit passer par un ensemble de critères à respecter. Pour ce fait, nous présenterons dans cette section les notions d'utilité et d'utilisabilité, puis nous insisterons sur les critères ergonomiques de Scapin et Bastien.

2.4.1 Utilité et utilisabilité

L'utilité d'un logiciel d'apprentissage renvoie à l'adéquation entre l'objectif initiale défini et l'apprentissage effectif réalisé dans le dispositif d'apprentissage. Il sera donc question de vérifier la précision et la présentation des objectifs, de vérifier l'adéquation entre contenus et objectifs, de vérifier l'adéquation entre scénario, objectif et contenus (Lydie, 2011). L'évaluation de l'utilité relève du domaine de la pédagogie, des didactiques.

Pour être utilisable, un logiciel doit donner la possibilité à l'utilisateur de réaliser facilement la tâche qu'il doit effectuer. L'utilisabilité est le degré selon lequel un produit peut être utilisé par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié ; autrement dit, un logiciel utilisable est agréable à utiliser (Lydie, 2011). Pour évaluer l'utilité d'un logiciel d'apprentissage, on peut se servir d'un modèle de design pédagogique, notamment le modèle ADDIE en sa cinquième phase. Pour ce qui est de l'utilisabilité en revanche, nous allons nous servir des critères ergonomiques de Scapin et Bastien.

2.4.2 Critères ergonomiques de Scapin et Bastien

Pour évaluer la facilité à utiliser un logiciel, on se réfère à des critères ergonomiques. Ces critères ne sont pas uniquement propres aux logiciels d'apprentissage, mais à tout type de logiciel. En 2003, Scapin et Bastien recensent 18 sous critères regroupés en huit critères à savoir (Bastien, et al., 1998).

- ❖ La compatibilité : elle renvoie à l'adéquation entre les caractéristiques des utilisateurs (mémoire, perceptions, habitudes, compétences, âge), leurs attentes et les tâches.
- ❖ Le guidage : il renvoie à l'ensemble des moyens nécessaires pour orienter, conseiller, informer, et conduire l'utilisateur lors de ses interactions avec le logiciel ;
- ❖ La charge de travail : il renvoie l'ensemble des éléments de l'interface jouant un rôle dans la réduction de la charge perceptive ou mnésique des utilisateurs, et dans l'augmentation de l'efficacité du dialogue ;
- ❖ Le contrôle explicite : il renvoie aux actions explicites des utilisateurs et au contrôle qu'ils ont sur le traitement de leurs actions ;
- ❖ L'adaptabilité : il renvoie à la capacité du système à réagir selon le contexte et selon les besoins et les préférences des utilisateurs ;
- ❖ La gestion des erreurs : elle renvoie à l'ensemble des moyens permettant d'éviter ou de réduire les erreurs et de les corriger lorsqu'elles surviennent ;
- ❖ L'homogénéité et la cohérence : ils renvoient à la conservation pour des contextes identiques de la même conception d'interface (codes, dénominations, procédures) ;
- ❖ La signifiante des codes et la dénomination : elles renvoient au langage sous forme de texte et donc le vocabulaire, mais aussi aux sens des représentations graphique comme les logos, les icônes.

2.5 Synthèse sur la mise en œuvre d'un outil d'aide à l'apprentissage

Au regard des questions de recherches, notre mission est la mise en œuvre d'un outil pédagogique agréable à utiliser qui facilitera l'apprentissage et l'enseignement de l'élevage et du compostage. Pour atteindre cette visée, plusieurs compétences doivent être mobilisées aussi bien dans le domaine de la pédagogie que du développement logiciel. Pour ce fait, nous aurons besoin des compétences suivantes :

- ❖ Un ingénieur pédagogique, expert dans la conception pédagogique qui est chargé d'analyser les besoins des apprenants, le programme officiel. En partant des savoirs savants du domaine, l'ingénieur pédagogique doit produire un contenu enseignable en utilisant une méthode d'ingénierie pédagogique : c'est la transposition didactique ;
- ❖ Un ingénieur analyste-concepteur, expert en développement logiciel, chargé de transformer le contenu enseignable en un outil d'aide à l'apprentissage en utilisant une méthode de développement logiciel : c'est la médiatisation.

Le schéma ci-dessous montre qu'au départ de tout projet de développement d'un didacticiel, on a des savoirs savants. Par application d'une méthode d'ingénierie pédagogique (ADDIE), ces savoirs sont transformés en savoirs enseignables : c'est la transposition didactique. Ces savoirs enseignables définissent les besoins métiers, et c'est ainsi qu'en appliquant la méthode de développement logiciel (Scrum), on assiste à la production d'un outil d'aide à l'apprentissage.

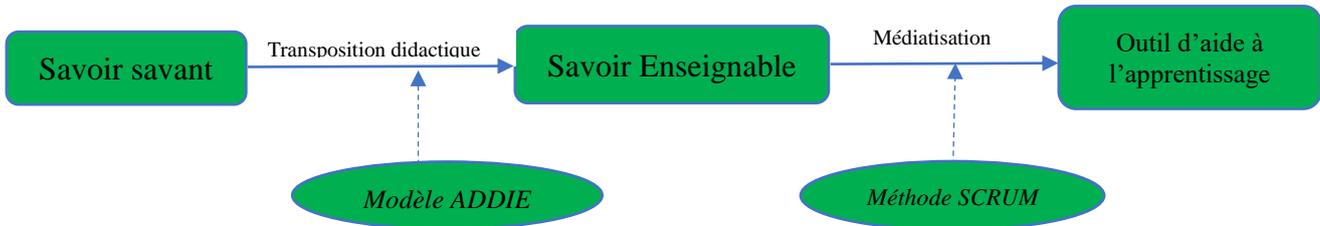


Figure 8. Production d'un outil d'aide à l'apprentissage

La mise en œuvre d'ElecompostE Challenge passera donc par deux processus : la transposition didactique et la médiatisation. Ayant choisi la méthode ADDIE qui donne la possibilité, dans sa phase de développement de choisir le média à utiliser ou de le développer, nous avons jugé important vu que les compétences en évidences sont dans la même équipe, de faire un couplage ADDIE-Scrum, pour en sortir avec un outil d'aide de qualité en moins de temps. Cette nouvelle méthode ADSIE est le fruit de l'intégration de Scrum dans la phase de développement d'ADDIE, comme le montre le schéma suivant :

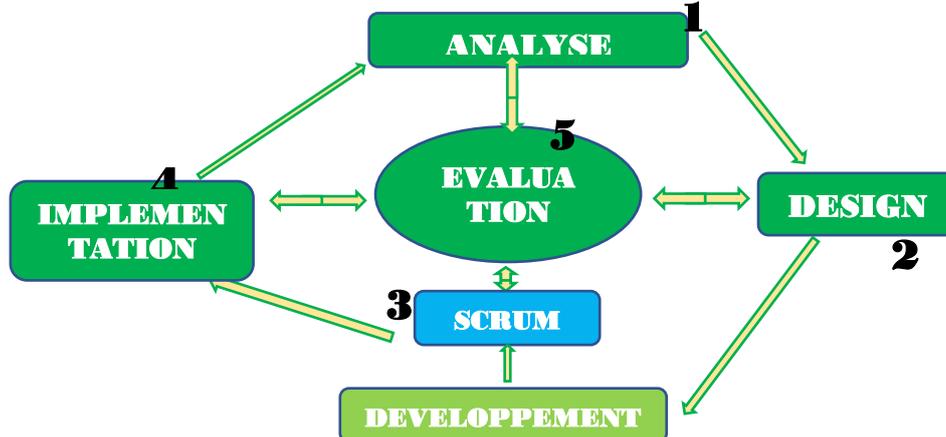


Figure 9. Méthode de conception de didacticiel ADSIE

Tout au long de ce chapitre, nous avons fait une revue sur les notions d'élevage et de compostage en apprentissage, sur les théories d'apprentissage et ingénierie pédagogique, et enfin sur les méthodologies de développement logiciel. Il sera désormais question pour nous de présenter les matériels et méthodes à utiliser dans le cadre de notre travail.

Chapitre 3 : Matériels et Méthodes

Dans ce chapitre, nous présenterons dans sa première partie, le modèle ADSIE (Analyse, Design, Scrum, Implémentation, Evaluation) en insistant sur les éléments en entrées, les activités et les livrables attendus à la fin de chaque activité. La deuxième partie sera réservée à la présentation des différents outils, logiciels et langages de programmation utilisés pour le développement de notre application.

3.1. Méthodologie de développement didacticiel : méthode ADSIE

La conception d'un outil d'aide à l'apprentissage doit respecter deux objectifs : la prise en compte des exigences pédagogiques et le respect des activités de développement logiciel. L'exécution d'une méthode d'ingénierie pédagogique permet d'identifier les exigences pédagogiques, puis, à travers le respect des phases d'une méthode de développement logiciel, ces exigences pédagogiques seront transformées en outils d'aide à l'apprentissage.

La méthode *ADSIE* comporte 05 phases : la phase d'Analyse, de Design, Scrum, Implémentation et Evaluation ; Pour chaque phase, nous allons, sous forme de tableau, présenter les éléments en entrées, la liste des activités et les livrables produits en nous inspirant des travaux de (Basque, 2010) .



Figure 10. Les activités des différentes phases de ADSIE

3.1.1. Phase d'Analyse

Cette phase prend en entrée le livre au programme de SVTEEHB de la classe de 5^{ème}, et produit en sortie une description du problème à résoudre et les caractéristiques de la population cible.

Entrées	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un analyste ; 2. Le programme officiel de 5^{ème} en SVTEEHB.
Activités	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identification de la population cible ; 2. Identification des objectifs de formation et compétences à développer ; 3. Sélectionner l'échantillon cible ; 4. Déterminer la méthodologie de traitement des données ; 5. Choisir un instrument de collecte de données ; 6. Recueillir ou collecter les données ; 7. Décrire l'échantillon cible ; 8. Analyser l'existant ; 9. Analyser les moyens & les contraintes ;
Livrables	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apprenants classe de 5^{ème} ; 2. Objectifs de la formation ; 3. 475 apprenants de la classe de 4^{ème} et 11 enseignants de SVTEEHB pris dans 05 établissements de la région du centre ; 4. Méthode qualitative pour les enseignants et quantitative pour les apprenants ; 5. Questionnaire pour les apprenants et interview pour les enseignants ; 6. Questionnaires remplis par les 475 apprenants et des résultats des interviews des 11 enseignants ; 7.1 Caractéristiques (homogène, hétérogène) ; 7.2 Taille de l'échantillon :475 apprenants et 11 enseignants ; 7.3 Prérequis des apprenants ; 7.4 Style d'apprentissage ; 7.5 Besoins de formation ; 8. Matériels (ordinateur, ...) et didacticiels existants ; 9. Délai.

Tableau 5. Résultats attendus à la phase d'analyse

3.1.2. Phase de Design

Cette phase prend en entrée les objectifs de formation, identifie les objectifs spécifiques, la structures des leçons et définit les différentes approches pédagogiques et les types d'activités à réaliser.

Entrées	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un analyste ; 2. Objectifs de formation ; 3. Caractéristiques du public cible.
Activités	<ol style="list-style-type: none"> 1. Objectifs spécifiques ; 2. Définition de la structure des cours ; 3. Définition de la démarche pédagogique ; 4. Choix les méthodes d'enseignement ; 5. Choix des types de contenu ; 6. Découpage des activités ; 7. Mode d'évaluation ; 8. Définition du type d'activité ; 9. Définition du type d'exercice ; 10. Description des médias.
Livrables	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plan du cours ; 2. Démarche pédagogique (scénario, ...) ; 3. Liste des méthodes pédagogiques à utiliser (interrogative, ...) ; 4. Liste des types de contenu (texte, vidéo, image, ...) ; 5. Liste des activités ; 6. Liste des types d'évaluations (diagnostique, formative, sommative) ; 7. Liste des types d'activités ; 8. Liste des types d'exercices ; 9. Médias utilisés.

Tableau 6. Résultats attendus à la phase de design

3.1.3. Phase de Développement

Durant cette phase, les contenus des différentes activités pédagogiques sont développés, et ensuite le didacticiel est produit par application de la méthode de développement logiciel Scrum. Nous insisterons ici, uniquement sur les livrables de Scrum. D'après (Satpathy., 2013) la méthode Scrum comporte trois phases : 1) la phase initiale, 2) la phase de développement de

sprint, et 3) la phase de clôture. Pour chaque phase nous allons, sous forme de tableau, présenter les éléments en entrée, la liste des activités et les livrables produits.

a) Phase initiale

Cette phase vise à définir l'équipe Scrum, le Product Backlog, les différents sprints et les dates de livraison.

Entrées	<ol style="list-style-type: none"> 1. Objectifs spécifiques du cours ; 2. Contenu du cours ; 3. Caractéristiques des apprenants.
Activités	<ol style="list-style-type: none"> 1. Création de la vision du projet ; 2. Description des utilisateurs ; 3. Formation de l'équipe Scrum ; 4. Définition des épics ; 5. Création des Backlog de produit priorisé ; 6. Planification des releases ; 7. Création des users stories ; 8. Création des tâches et Estimation de la durée de celles-ci ; 9. Création du sprint Backlog.
Livrables	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vision du projet ; 2. Caractéristiques des utilisateurs finaux ; 3. Liste des membres de l'équipe Scrum ; 4. Liste des epics et personnas ; 5. Liste avec priorité du product backlog ; 6. Plan de release ; 7. Liste des users stories avec leurs délais et leurs priorités ; 8. Liste des tâches et délais associés ; 9. Liste des items du sprint backlog.

Tableau 7. Résultats attendus à la phase initiale de développement

b) Phase de développement de sprint

Durant cette phase, les différents sprints sont mis sur pied et livrés en respectant les délais définis à la phase précédente.

Entrées	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'équipe de développement ; 2. Le sprint Burndown chart ; 3. Le sprint Backlog ; 4. Les critères de finition ; 5. Le livrable du sprint.
Activités	<ol style="list-style-type: none"> 1. Création des livrables en accord avec le Product Backlog ; 2. Conduite des Daily scrum meeting ; 3. Réalisation des items du Product Backlog suivant leur priorité et la mise à jour des délais ; 4. Démonstration et validation du sprint ; 5. <i>Retrospection de Sprint.</i>
Livrables	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interfaces, pages, ... ; 2. Liste des tâches achevées ; 3. Livrable du Sprint accepté ; 4. Liste des tâches non achevées et replanification pour le prochain sprint ; 5. Liste des actions visant à améliorer le processus Scrum.

Tableau 8. Résultats attendus à la phase de développement de sprint

c) La phase de clôture

Pendant cette phase, le didacticiel précédemment développé est livré au Product Owner, et les remarques d'amélioration sont notées pour les prochains sprints.

Entrées	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'équipe de développement ; 2. Stakeholder(s) ; 3. Le plan de livraison ; 4. Livrable accepté ; 5. Les critères d'acceptation des histoires.
Activités	<ol style="list-style-type: none"> 1. Déploiement du livrable accepté ; 2. Test du livrable accepté.
Livrables	<ol style="list-style-type: none"> 1. Livrable déployé accepté ; 2. Liste des remarques et des améliorations possibles pour les prochains sprints ou projets.

Tableau 9. Résultats attendus à la phase de clôture

3.1.4. Phase d'Implantation

Pendant cette quatrième phase de ADSIE, *EleCompostE Challenge* est déployé à l'institut Blaise Pascal d'Etoudi et au lycée de Mballa II. Ensuite, enseignants et apprenants sont formés à l'usage du didacticiel et les feedbacks sont recueillis.

Entrées	Dispositif d'apprentissage non encore validé.
Activités	1. Déploiement du dispositif d'apprentissage ; 2. Formation des enseignants et apprenants ; 3. Utilisation du didacticiel.
Livrables	Feedback sur l'utilisation du dispositif d'apprentissage.

Tableau 10. Résultats attendus à la phase d'implantation

3.1.5. Phase d'Evaluation

Pendant cette phase, on détermine les critères d'évaluation, on sélectionne l'outil à utiliser, on conduit l'évaluation proprement dite et on analyse les résultats obtenus afin d'en tirer une conclusion.

Entrées	Feedback sur l'utilisation du dispositif d'apprentissage
Activités	1. Suivi des apprenants : Nombre d'apprenants formés, taux de réussite ; 2. Améliorer s'il ne permet pas d'atteindre les objectifs du cours.
Livrables	Dispositif d'apprentissage accepté.

Tableau 11. Résultats attendus à la phase d'évaluation

À l'issue de cette section, le travail attendu est clairement spécifié. Reste à savoir quels outils, logiciels, langage de programmation doivent être utilisés pour pouvoir atteindre l'objectif escompté.

3.2. Ressources utilisées

Dans cette section, nous allons présenter les ressources matérielles, les langages de programmation, les logiciels et les ressources documentaires nécessaires à la mise en œuvre d'*EleCompostE Challenge*.

3.2.1 Ressources matérielles utilisées

Pour la réalisation d'*EleCompostE Challenge*, nous avons eu besoin du matériel suivant :

- ❖ un ordinateur : pour le développement de l'application ;
- ❖ un modem wifi : pour la connexion sur internet ;
- ❖ une tablette androïde : pour le test de la version androïde de l'application .

3.2.2 Ressources logicielles utilisées

Plusieurs logiciels ont été utilisés lors du développement d'*EleCompost Challenge*. Il s'agit notamment de :

- ❖ Les navigateurs Mozilla Firefox et Google Chrome pour la visualisation des résultats ;
- ❖ Adobe Photoshop CC 2017 pour le traitement et la réalisation des différentes images ;
- ❖ Adobe Animate CC 2017 pour la programmation des simulateurs dédiés aux enseignements, les jeux, les exercices, les galeries, le vocabulaire ainsi que la réalisation de différentes interfaces, animations et pour la confection de nombreuses images ;
- ❖ Adobe Color CC pour le choix des couleurs ;
- ❖ Microsoft office Word 2016 pour la saisie du rapport ;
- ❖ Audacity pour la manipulation des audio ;
- ❖ Vidéo Editor pour le montage et la manipulation des vidéos ;
- ❖ Microsoft PowerPoint pour le montage des diaporamas ;
- ❖ Microsoft office Excel 2016 pour la réalisation des Backlog, des Burndown charts et le traitement des données collectées pendant l'enquête.

3.2.3 Langages informatiques utilisés

Les langages informatiques utilisés dans le cadre de ce travail sont :

- ❖ AS3 (Action Script 3) pour la programmation du cœur de l'outil ;
- ❖ Javascript pour la réalisation de certains contrôles ;
- ❖ HTML5 pour la réalisation de l'interface web principale qui va aussi accueillir le programme principal ;
- ❖ CSS3 pour le design, les couleurs et l'ergonomie de l'interface web principale.

3.2.4 Ressources documentaires

Comme ressource documentaire, l'étude c'est principalement servi de :

- ❖ Programme officiel de SVTEEHB en classe de 5^{ème} ;
- ❖ Questionnaire adressé aux apprenants des classes de 4^{ème} (enquêtes) et 5^{ème} (Evaluation) ;
- ❖ Interview avec les enseignants de SVTEEHB ayant déjà enseignés en 5^{ème} ;
- ❖ Le guide de l'élèveur.

Dans ce chapitre, nous avons présenté d'une part la méthodologie utilisée pour la mise en œuvre d'*EleCompostE Challenge*. Pour cela, nous somme partis d'un couplage de la méthode générique d'ingénierie pédagogique ADDIE et de la méthode de développement logicielle agile Scrum, pour en faire la méthode ADSIE qui a cinq phases (Analyse, Design, Scrum, Implantation et Evaluation). Par la suite, nous avons sous forme de tableau présenté les données attendues en entrée de chaque phase, les activités à mener, les livraisons pour chacune des phases. Dans la deuxième partie, nous avons énuméré les ressources matérielles, logicielles, langage de programmation et les ressources documentaires que nous avons utilisé pour arriver aux résultats attendus. Dans le chapitre qui suit, nous présenterons les résultats effectivement obtenus pour chaque phase de ADSIE, de l'analyse à l'évaluation.

Chapitre 4 : Résultats, discussions et Implication sur le système éducatif

La mise en œuvre d' *EleCompostE Challenge* est passée par une conception pédagogique et une conception logicielle. Pour ce fait nous avons énoncé les différents livrables attendus à la fin de chaque activité, tout en respectant scrupuleusement les phases de la méthode ADSIE. La présentation des résultats obtenus dans les différentes phases de ADSIE et l'implication d' *EleCompostE Challenge* dans le système éducatif camerounais fera la quintessence de ce chapitre.

4.1. Résultats d'analyse

Dans cette section, nous présentons notre population cible, les techniques d'échantillonnage utilisées, les instruments de collecte de données, la technique de traitement des données, la collecte de données proprement dite, et du traitement des résultats obtenus avant d'en extraire les caractéristiques de la population cible et les besoins de la formation.

4.1.1 Population cible

L'outil d'aide *EleCompostE Challenge* est conçu pour les apprenants de la classe de 5ème ESG. Dans le cadre de notre travail, un échantillon de 475 élèves et 11 enseignants a été prélevé dans les 05 établissements suivant : *Lycée Mixte d'Awae, Lycée de Tsinga, Lycée de Nkometou I, le collège Akam Bilingual Academy de Nkooza et Institut Blaise Pascal d'Etoudi*. Le choix des établissements ne s'est pas fait par une technique aléatoire, mais par un échantillonnage par choix raisonné, guidé par notre facilité à accéder aux apprenants et enseignants des dits établissements. En revanche, une fois dans un établissement, le choix des apprenants s'est fait par une technique aléatoire.

Comme *EleCompostE Challenge* porte sur la dernière séquence (Séquence 12) du programme officiel de SVTEEHB en classe de cinquième, ce cours est enseigné en fin d'année et que notre questionnaire devait être renseigné en début d'année scolaire, nous l'avons donc adressé aux apprenants de classe de quatrième. Dans cet échantillon, les apprenants parlent couramment français et ont un âge compris entre 12 et 16 ans. Sachant que les apprenants sont de différents sexes (masculin et féminin), de quotient intellectuel différent et viennent d'horizons divers : ils constituent un groupe hétérogène.

Les enseignants par nous choisis sont d'une part les enseignants formés au département de Physique de l'école Normale Supérieure, et du département de Biologie d'autre part.

4.1.2 Technique d'échantillonnage

La sélection des élèves s'est faite par un procédé d'échantillonnage aléatoire. Pour cela, après avoir choisi les établissements scolaires en fonction de notre proximité, nous avons ciblé toutes les classes de quatrièmes disposées à nous recevoir et ensuite tous les apprenants présents et désireux de répondre au questionnaire ont été choisis. C'est ainsi que le tableau de la distribution des classes de cinquième de la population cible a été construit :

Etablissement Scolaire	Nombre de classe de quatrièmes	Effectif total des apprenants	Effectif de l'échantillon d'apprenant
Lycée Mixte d'Awae	02	102	90
Lycée de Nkometou I	02	153	140
Akam Bilingual Akademy College Nkooza	01	25	25
Institut Blaise Pascal d'Etoudi	02	125	121
Lycée de Tsinga	01	115	99
Total	08	520	475

Tableau 12. Distribution des classes de cinquième de la population cible

Le taux de représentativité (TR) est : $TR = \frac{\text{taille échantillon}}{\text{taille population}} \times 100$.

$$TR = \frac{475}{520} \times 100 ; \quad TR = 91,3\%$$

Notre échantillon est très représentatif pour sa population cible.

Le choix des enseignants de notre échantillon a été réalisé suivant une technique par choix raisonné ou par convenance ; en effet nous avons pris en compte le profil des enseignants. Ainsi, notre échantillon est constitué essentiellement des enseignants de Biologie et physique, qui enseignent ou ont déjà enseigné le cours de SVTEEHB dans la classe de cinquième tel que représenté dans le tableau suivant :

Etablissement Scolaire	Nombre	Nombre	Effectif de l'échantillon d'enseignant
	enseignants Physique	enseignants Biologie	
Lycée Mixte d'Awae	01	01	02
Lycée de Nkometou	01	01	02
Lycée de Tsinga	02	01	03
Akam Bilingual Akademy College Nkooza	00	01	01
Institut Blaise Pascal d'Etoudi	01	02	03
Total	05	06	11

Tableau 13. - Distribution des enseignants de SVTEEHB des classes de cinquième

Nous avons obtenu un échantillon d'une taille de 11 enseignants et 475 élèves ;

4.1.3 Instrument de collecte des données

Relativement à la taille plutôt importante de notre échantillon en terme du nombre d'apprenants, la recherche sera quantitative et nous utiliserons pour ce fait un questionnaire. Cependant, la recherche sera qualitative pour les enseignants dont le nombre est moins important et nous opterons pour une interview guidée.

Une première ébauche de nos questionnaires a été soumise à l'appréciation de nos camarades de promotion, de notre directeur de mémoire et de quelques enseignants de SVTEEHB. Leurs remarques, critiques et suggestions nous ont permis de restructurer et de reformuler nos questions, en vue de le rendre plus pertinent (voir *Annexe 1 & Annexe 2*).

a) Le questionnaire

Nous avons structuré le questionnaire en quatre parties :

- ❖ Une partie introductive permettant aux apprenants (enquêtés) de comprendre les objectifs du projet ;
- ❖ Une seconde partie devant nous permettre d'appréhender l'environnement d'apprentissage de la SVTEEHB ainsi que l'état d'intégration des TIC dans ladite discipline ;
- ❖ Une autre partie pour cerner le niveau d'appropriation des activités d'élevage et de compostage par les élèves ;
- ❖ Une dernière partie pour identifier les répondants de notre échantillon.

b) L'entretien

L'entretien est une discussion, un échange verbal entre deux personnes. Il peut être libre, directif ou semi-directif. Dans le cadre de ce projet, nous allons utiliser les entretiens semi-directifs, en vue de recueillir les points de vue des enseignants sur l'enseignement de l'élevage et du compostage sans qu'ils ne s'éloignent du sujet. Pour cela, nous avons précisé d'entrer de jeu l'objectif du projet aux enseignants (enquêtés), ensuite nous sommes passés à l'identification des enquêtés et enfin, nous les avons amenés à parler des questions relatives à notre centre d'intérêt (utilisation des TIC en SVTEEHB, élevage et compostage en 5^{ème}).

4.1.4 Technique d'analyse des données

a) Cas du questionnaire

À l'issue de la collecte de données, nous avons implémenté une feuille de calcul Excel, qui nous a permis de dépouiller nos questionnaires. Cette feuille de calcul contenait la liste des variables relatives aux différentes questions du questionnaire avec tous les codages possibles des différentes réponses ; puis nous avons dépouillé chaque questionnaire en introduisant ses données dans le fichier Excel. L'analyse de ces données est faite par des diagrammes en secteurs.

b) Cas de l'entretien

En ce qui concerne le guide d'entretien, nous avons opté pour l'analyse de contenus. Elle consiste à passer au peigne fin les termes utilisés, leurs fréquences et leurs modes d'agencement, la construction et le développement du discours. Pendant cette analyse, les éléments de la communication verbale et même non verbale étaient pris en compte pour comprendre le sens que les enseignants de SVTEEHB donnent à leur vécu professionnel quotidien mais surtout en ce qui concerne l'enseignement-apprentissage de l'élevage et du compostage.

4.1.5 Collecte des données

Avant de débiter le remplissage du questionnaire, nous avons de prime abord expliqué l'objectif de notre enquête aussi bien aux apprenants, qu'aux enseignants puis nous avons présenté la méthode de remplissage aux élèves. Cette enquête nous a permis de répondre à deux questions :

- ❖ La première portant sur les difficultés des apprenants et des enseignants à apprendre ou à enseigner un projet sur l'élevage ou le compostage ;
- ❖ La seconde portant sur les préférences des enseignants et des apprenants pour ce qui est de la mise en œuvre d'un outil d'aide à la réalisation de l'élevage et du compostage.

4.1.6 Analyse des enquêtes des apprenants

En vue d'avoir un échantillon assez représentatif et hétérogène, nous avons fait le tour de cinq établissements d'enseignement secondaire général dont trois lycées (Lycée d'Awae, Lycée de Nkometou I, Lycée de Tsinga) et deux collèges (Akam Bilingual Academy à Nkooza et Institut Blaise Pascal d'Etoudi). N'ayant travaillé qu'avec les salles de classe de quatrième mise à notre disposition par l'administration de ces établissements, nous avons constitué un échantillon composé de 302 filles et 173 garçons.

A propos de la nature du cours sur l'élevage, nous avons obtenu les statistiques suivantes :

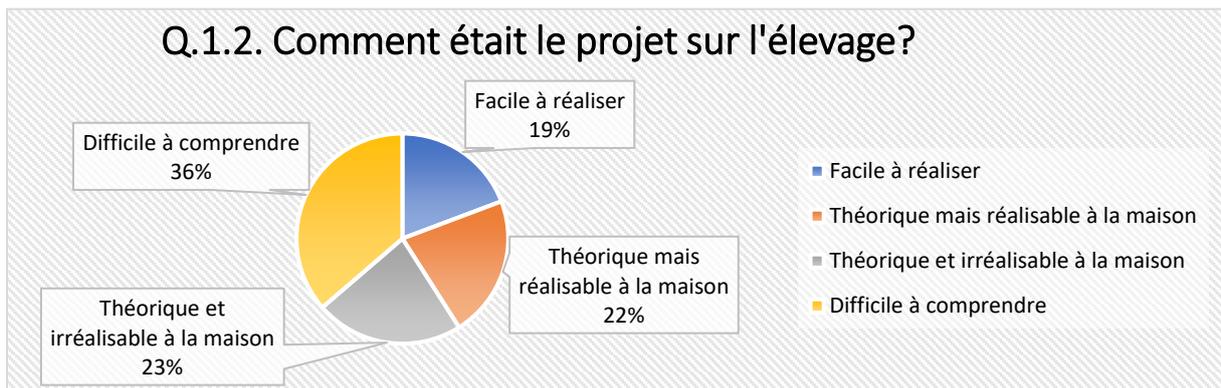


Figure 11.- Résultat question sur le nature du cours sur l'élevage

Sur un échantillon de 475 élèves de la classe de quatrième 59% (soit 36% pour difficile à comprendre et 23% pour théorique et non réalisable à la maison) affirme qu'à l'issu du projet portant sur la réalisation du petit élevage, l'objectif n'a pas été atteint.

En ce qui concerne le choix de l'animal, les statistiques sont les suivantes (figure 13), la majeure partie des apprenants (71%) affirment avoir utilisé "la poule" dans le cadre du projet portant sur la réalisation d'un petit élevage.

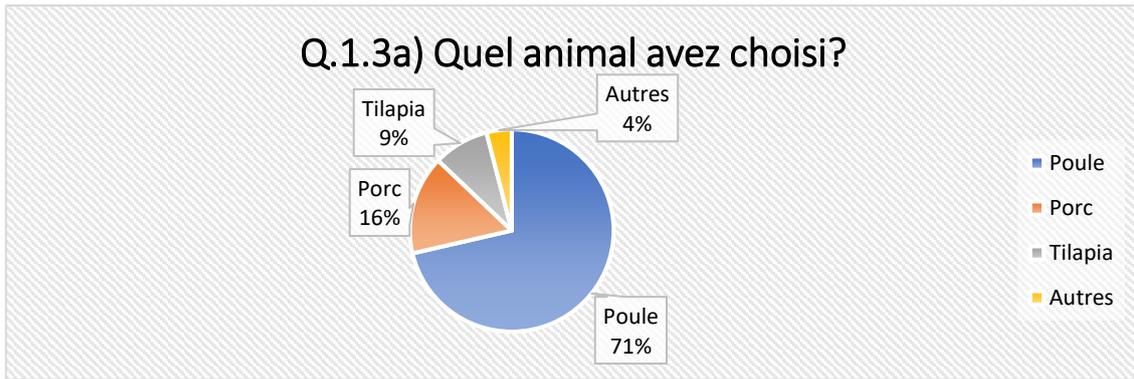


Figure 12: - Animal choisi pour la réalisation d'un élevage

Pour ce qui est de la nature du cours sur la fabrication du compost, les statistiques obtenus sont les suivantes :

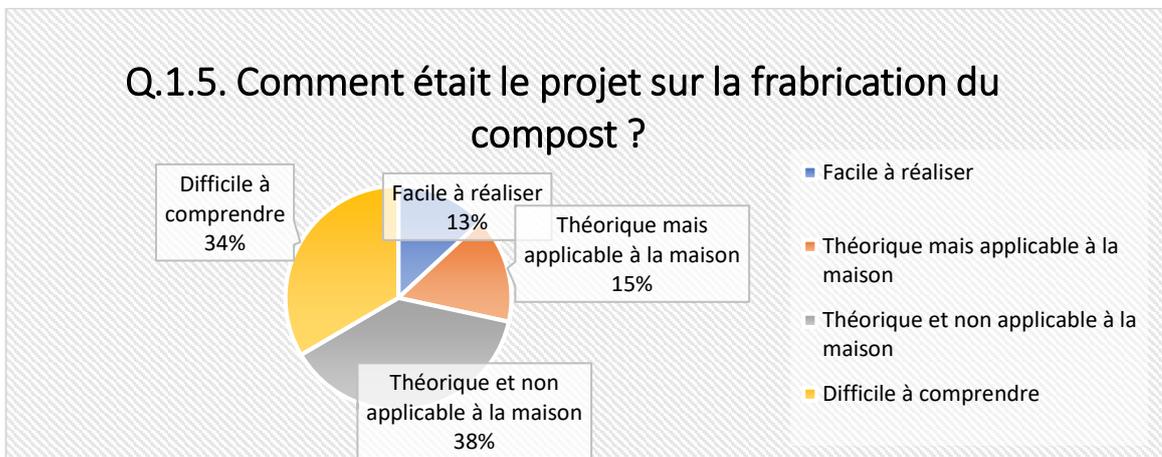


Figure 13.- Résultat question sur la qualité d'apprentissage du cours sur le compostage

Comme réponse à une question portant sur la qualité de l'apprentissage de la fabrication du compost, 72% d'apprenants trouvent le projet trop théorique, dont impossible d'atteindre l'objectif de la leçon qui est de fabriquer le compost.

Concernant les outils d'apprentissage des apprenants, les résultats ont été les suivants :

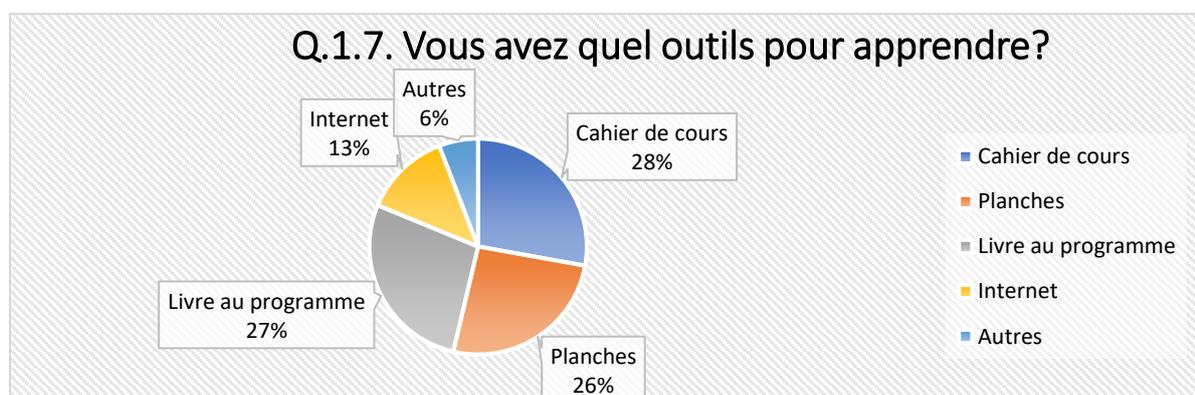


Figure 14. Résultat question sur le matériel didactique utilisé pour apprendre

La plupart des élèves (81%) utilisent les matériels didactiques traditionnels (cahier de cours, planches, livre au programme) pour étudier leurs leçons.

Au sujet de l'intégration pédagogique des TIC dans l'apprentissage de la SVTEEHB, les statistiques sont les suivantes :

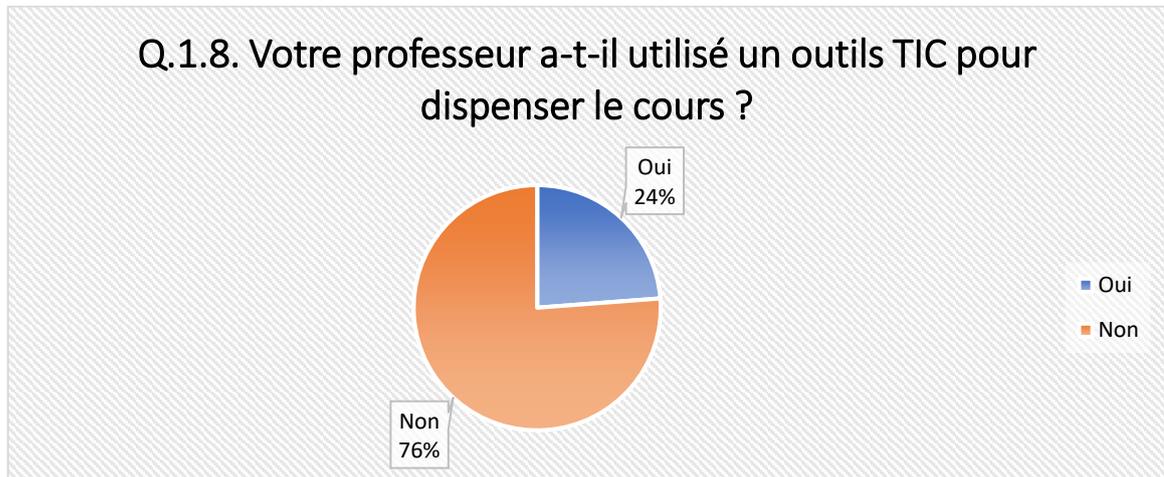


Figure 16. - Résultat question sur l'utilisation des outils TIC pendant l'enseignement

Sur un échantillon de 475 apprenants de classe de quatrième, 362 (soit 76%) affirment que leurs enseignants de cinquième n'ont pas utilisé un outil TIC pour dispenser le cours.

Dans l'optique recueillir les besoins ergonomiques des apprenants, une question concernant leurs couleurs préférées leur a été posée et il en ressort que les couleurs préférées des apprenants sont très diversifiées : pour 06 couleurs au choix, 25% préfèrent la « Rouge », suivie de « Bleu » (22%) et du vert (21%).

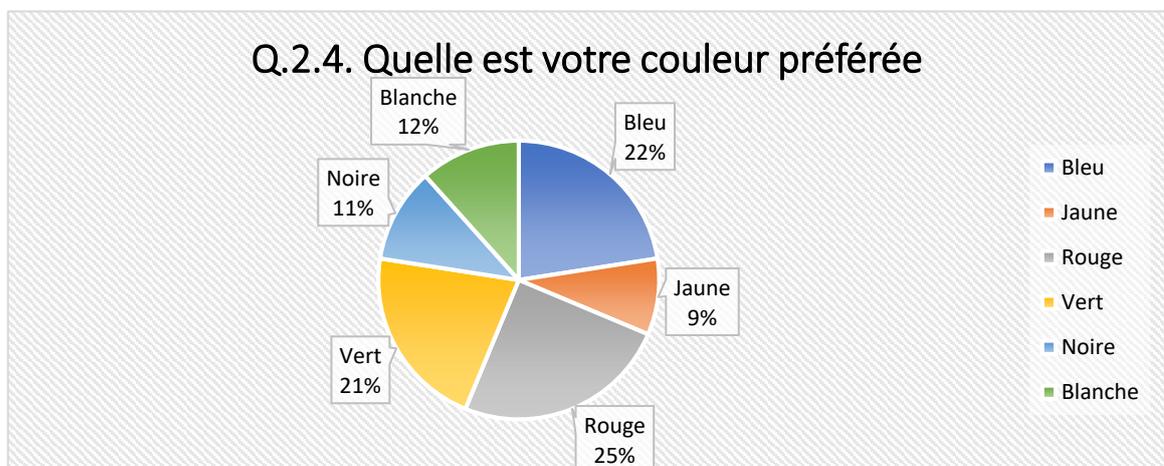


Figure 17.- Résultat question sur le choix des couleurs

Pour recueillir les attentes des apprenants vis-à-vis du didacticiel, le graphe suivant montre que :

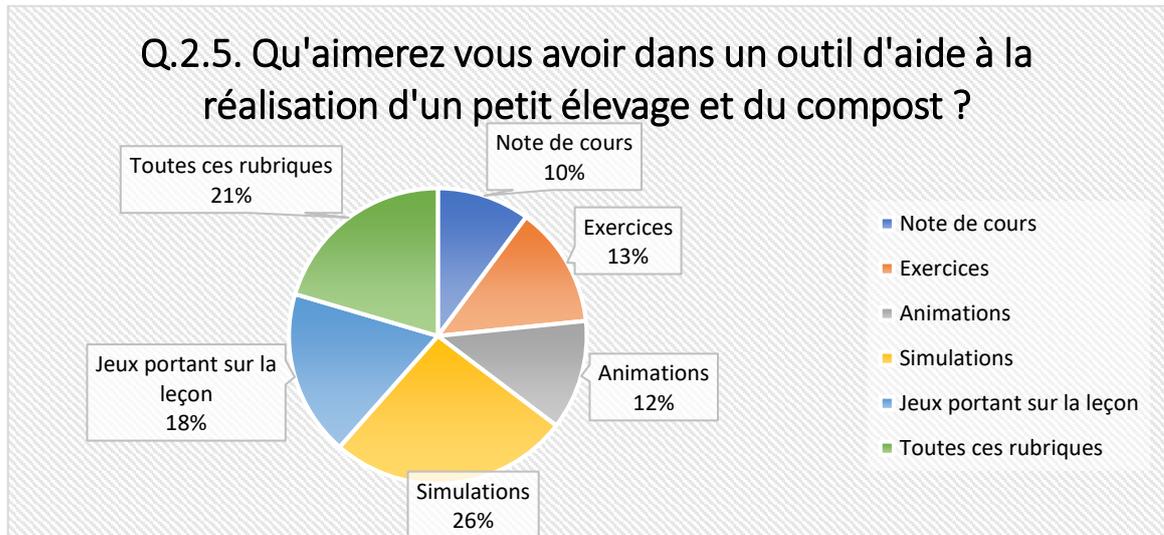


Figure 18.- Résultat question sur les attentes des apprenants vis à vis du didacticiel

Les apprenants de notre échantillon priorisent d'abord la présence des « simulations » (26%), ensuite des « Jeux » (18%), des « Exercices » (13%) et enfin des « Note de cours », ou mieux, d'avoir toutes ces rubriques (21%).

4.1.7. Analyse des enquêtes des enseignants

En vue de comprendre les conditions de travail des enseignants et difficultés rencontrées par ceux-ci et leurs apprenants pendant un projet visant la réalisation d'un petit élevage ou la production du compost, nous avons travaillé avec 11 enseignants, pris dans 03 lycées et 02 collèges de la région du Centre.

Pour ces enseignants, pour comprendre le problème qu'ils rencontrent, il faut partir de l'objectif de ces leçons qui est « d'élever un animal » en le protégeant des parasites internes et externes, en l'alimentant correctement d'une part, et d'autre part « fabriquer le compost ». Pour atteindre cette visée, l'action préconisée par le programme officiel est la visite d'une ferme et d'une usine avec les apprenants.

Le premier obstacle rencontre ici est l'insuffisance d'entreprise (ferme pour élevage, usine de fabrication du compost) appropriée pour recevoir les apprenants, les coûts de déplacement et les risques de la route, l'indisponibilité des techniciens à recevoir les enseignants et apprenants pour une visite guidée. De plus, une leçon est prévue pour 02 heures,

or une visite nous prendra une journée entière, et en une journée l'apprenant ne pourra pas voir une poule grandir par exemple, ni un déchet se transformer en compost : ce sont des projets à long terme.

Pour pallier à ces difficultés, Monsieur SOULEYMANOU, PLEG SVTEEHB et AP à l'institut Blaise Pascal déclare : " l'année dernière, j'ai demandé à mes apprenants en début d'année de venir avec des poussins, nous avons construit un poulailler dans l'enceinte de l'établissement. J'ai été confronté à plusieurs difficultés, la première était le vol des poussins par les enfants issus des familles démunies qui ne pouvaient s'acheter un poussin. Il était difficile pour les apprenants de nourrir leur poussin tous les jours surtout que nous n'avions cours que 02heures la semaine et que le poulailler devait être fermé : l'expérience n'a pas marché". Pour cette année il dit avoir pensé utiliser une ressource multimédia (vidéo, didacticiel) mais n'en a pas encore trouvé. Pour ce qui est de la production du compost, il déclare n'avoir jamais réalisé un tel projet.

Monsieur NGWET Animateur Pédagogique (17années d'expérience) et Madame ELE (18 ans d'expérience) du lycée de Tsinga déclarent que pour enseigner et pratiquer ces projets, il faut avoir des connaissances dans le domaine de l'élevage et du compostage que les enseignants n'ont pas toujours, et pensent qu'un didacticiel qui simule la croissance d'une poule et la fabrication du compost serait la solution tant attendue.

Dix enseignants sur les onze de notre échantillon (91%) n'ont aucun mal à manipuler un ordinateur et pense que des projections sur l'élevage et le compostage pourront attirer l'attention des apprenants. Ils suggèrent qu'un didacticiel portant sur ces notions comporte une simulation, des exercices, des notes de cours et surtout qu'il soit mis à la disposition des apprenants.

4.1.8. Compétences à développer

À la suite de l'entretien avec les enseignants de SVTEEHB de notre échantillon, il en ressort que plusieurs compétences sont à développer en ce qui concerne le cours sur la réalisation de l'élevage et du compostage ; à la fin de cet apprentissage, l'apprenant doit être capable de :

- ❖ Nettoyer un poulailler pour protéger les poussins des parasites externes ;

- ❖ Vacciner les poussins pour les protéger des parasites internes ;
- ❖ Fabriquer un aliment complet pour les poussins pour bien nourrir les poussins sans trop dépenser financièrement ;
- ❖ Alimenter correctement les poussins pour assurer leur croissance ;
- ❖ Reconnaître une poule malade pour pouvoir l'isoler ;
- ❖ Trier les ordures biodégradables afin de les composter ;
- ❖ Fabriquer le compost pour réduire la quantité d'ordure ménager et nourrir les sols.

4.1.9. Description des apprenants

a) Style d'apprentissage

La réponse à la question Q2.2 du questionnaire montre que les apprenants de notre échantillon utilisent 03 styles d'apprentissage : apprentissage visuel, auditif et kinesthésique, avec des pourcentages variés comme le montre le graphe ci-contre :

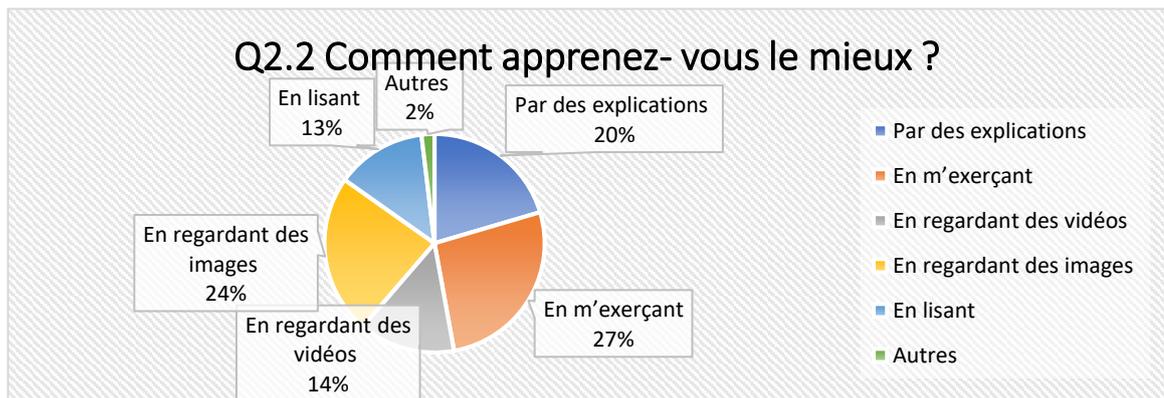


Figure 19.- Résultat question sur le style d'apprentissage des apprenants

b) Besoins de formation

L'analyse du questionnaire nous a permis d'extraire les besoins de formation. La question Q.2.5 nous a permis d'avoir les besoins suivants :

Les apprenants de mon échantillon priorisent d'abord la présence des « simulations » (26%), ensuite des « Jeux » (18%), des « Exercices » (13%) et enfin des « Note de cours », ou mieux, d'avoir toutes ces rubriques (21%).



Figure 21: Attentes des apprenants vis-à-vis d'EleCompostE Challenge

4.2. Résultats de la phase de Design

Le cours est divisé en trois (03) leçons :

- ❖ **Leçon1** : Préparation de l'environnement pour l'accueil des poussins ;
- ❖ **Leçon2** : Elevage de la poule du 1^{er} au 45^{ème} jour ;
- ❖ **Leçon3** : Fabrication du compost.

La démarche pédagogique ici utilisée sera l'approche pédagogique en vigueur au lycée qui est l'approche par compétence avec l'entrée par des situations problèmes. Les méthodes d'enseignement choisis sont :

- ❖ Méthode de résolution de problème qui stipule que le point de départ de tout apprentissage doit être un problème que l'apprenant doit résoudre ;
- ❖ Méthode par projet dans laquelle l'enseignant mobilise les apprenants sur un projet qui débouche sur une production ayant une valeur en dehors de l'école ;
- ❖ Méthode de découverte : ici, l'apprenant apprend par essai, erreur ou par tâtonnement ;
- ❖ Méthode expositive qui interviendra généralement au niveau des résumés.

En prenant en compte les styles d'apprentissage des apprenants, nous avons choisi 03 types d'apprentissage :

- ❖ Les simulations ;
- ❖ Les animations ;

- ❖ Des Vidéos incluant du texte et du son ;
- ❖ Du texte ;

Les leçons sont divisées en activités :

- ❖ La leçon 1 compte 02 activités, une portant sur la fabrication d'un aliment pour poussin et une autre sur le nettoyage du poulailler ;
- ❖ La leçon 2 est divisée en 02 activités, une pour protection et alimentation des poussins et une autre pour la reconnaissance d'une poule malade ;
- ❖ La leçon 3 comporte 02 activités, une pour le tri des ordures et une autre pour la fabrication du compost.

Nous distinguerons 03 types d'évaluations, une évaluation diagnostique, une évaluation formative et une évaluation sommative. Les exercices seront de divers ordres : les questions à choix multiples, les questions à trou, les vrai ou faux, les correspondances et les travaux pratiques.

4.3. Résultats de la phase de Développement

Pendant cette phase, deux activités ont été menées : la production des contenus de cours et la médiatisation de ces contenus par application de la méthode SCRUM. La méthode Scrum s'est développée en 03 phases :

4.3.1. Résultats de la phase initiale

a) Vision du projet

Notre projet vise à concevoir et à développer un outil qui met à la disposition des apprenants de la classe de cinquième de l'enseignement secondaire générale, un environnement virtuel convivial leur permettant de pratiquer un petit élevage et de produire le compost

b) Description des utilisateurs finaux

EleCompostE Challenge est destiné aux apprenants et aux enseignants de classe de cinquième en SVTEEHB. Cette population ne dispose pas forcément d'une maîtrise de l'outil informatique. Il sera alors question après la phase de déploiement, de former pendant une séance

de 02heures notre cible afin qu'il acquiert les compétences techniques nécessaires à l'utilisation de notre didacticiel.

c) Identification des Membres de l'équipe Scrum

Noms	Rôles
SIMO KAMDEM Sandrine Gabrielle	Scrum Master
SIMO KAMDEM Sandrine Gabrielle M. SOULEYMANOU, AP en SVTEEHB	Product owner
SIMO KAMDEM Sandrine Gabrielle	Equipe de développement
Élèves de la classe de cinquième Enseignants SVTEEHB	Stakeholders
Dr Ngnoulaye Janvier	Encadreur

Tableau 14. Identification des Membres de l'équipe Scrum

Ce dernier rôle par nous ajouté, permet d'exprimer le fait que ce travail ait connu les orientations et les conseils d'un expert, enseignant d'Informatique à l'ENS de Yaoundé.

d) Epics et Personas

Il sera question dans cette partie d'identifier les grosses histoires (epics), de les décrire puis de décrire tous les utilisateurs du système (personas).

i) Identification des Epics

La deuxième phase de ADSIE nous a permis d'extraire les épics suivants :

- ❖ Suivre le cours ;
- ❖ Jouer aux jeux ;
- ❖ Faire les exercices
- ❖ Faire des simulations

ii) Description des Epics

➔ Description de l'épic « suivre cours »

Nom : suivre cours

Personas : Apprenants classe 5ème

Précondition : se trouver sur le menu des leçons

Déroulement normal :

- (1) Tester pré-requis
- (2) Consulter compétences
- (3) Suivre activités
- (4) Consulté résumé
- (5) Faire exercices d'application

Déroulement alternative

- (1.1) Retourner au résumé sur les prérequis de la leçon
- (1.2) Suivre résumé
- (1.3) Tester pré-requis
- (5.1) si note obtenu à un exercice <10/20,
aller au résumé concerné par cette exercice
- (5.2) si note >10, afficher la correction

Fin

➔ ***Description de l'épic « jouer aux jeux »***

Nom : jouer aux jeux

Personas : Apprenants classe 5^{ème}

Précondition : se trouver sur le menu des jeux

Déroulement normal :

- (1) Jouer à élever des poussins ;
- (2) Jouer à fabriquer le compost ;
- (3) Jouer au quiz

Fin

❖ ***Description de l'épic « Jouer à élever des poussins »***

Nom : Jouer à élever des poussins

Personas : Apprenants classe 5^{ème}

Précondition : se trouver sur le menu du jeu "élever des poussins"

Déroulement normal :

- (1) Niveau1 : jouer en fabriquant l'aliment des poussins ;
- (2) Niveau2 : jouer en nettoyant le poulailler ;
- (3) Niveau3 : jouer en élevant les poussins ;
- (4) Niveau4 : jouer à reconnaître des poussins malades ;

Fin

❖ **Description de l'épique « Jouer à fabriquer le compost »**

Nom : Jouer à fabriquer le compost

Personas : Apprenants classe 5^{ème}

Précondition : se trouver sur le menu du jeu "fabriquer le compost"

Déroulement normal :

- (1) Niveau1 : jouer en triant les ordures compostables ;
- (2) Niveau2 : jouer en fabriquant le compost ;

Fin

➔ **Description de l'épique « faire exercices »**

Nom : faire exercices

Personas : Apprenants classe 5^{ème}

Précondition : se trouver sur le menu des exercices

Déroulement normal :

- (1) Faire une évaluation complète (QCM, Vrai ou Faux, exercice à trou, TP ...)
- (2) Voir sa note
- (3) Consulter correction

Fin

➔ **Description de l'épique « faire simulation »**

Nom : faire simulation

Personas : Apprenants classe 5^{ème}

Précondition : se trouver sur le menu des simulations

Déroulement normal :

- (1) Simuler la fabrication de l'aliment ;
- (2) Simuler le nettoyage du poulailler ;
- (3) Simuler l'élevage de poussins ;
- (4) Simuler la reconnaissance d'une poule malade ;
- (5) Simuler le tri de déchets ;
- (6) Simuler la fabrication du compost ;

Fin

iii) Description des personas

Le tableau suivant permet de décrire les Personas concernés par ces épiques

Personas		Caractéristiques
Elève	classe cinquième	Age moyen : 13 ans ; Langue : Français ; Dispose d'outils informatiques (ordinateurs de bureau, smartphones) ; Dispose des connaissances générales sur l'élevage ; Dispose des connaissances sur l'utilisation de l'outil informatique.
Enseignant	SVTEEBH classe cinquième	Langue : Français ; Dispose d'outils informatiques (ordinateurs de bureau, smartphones) ; Dispose des connaissances sur l'utilisation de l'outil informatique.

e) Backlog de produit priorisé et critère d'acceptation

En se servant des Epics issus du cahier des charges, un Backlog de produit regroupant les histoires du directeur de produit a été établie et ordonné selon des priorités. À la suite de ces histoires, une estimation de l'effort à fournir par l'équipe de développement pour réaliser ces histoires a été faite, ce qui nous a permis d'aboutir à une version du Backlog de produit estimé

ID	Users Stories	Critères d'acceptation	Priorité	Effort estimé
1	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la page d'accueil afin de parcourir toutes les fonctionnalités qu'offre le didacticiel ;	- Vérifier qu'un utilisateur peut consulter une description du didacticiel ; - Vérifier qu'un utilisateur peut consulter un menu contenant des liens vers la liste des leçons, des exercices, des jeux, des simulations, du dictionnaire et la galerie.	5	8
2	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la liste des simulations offertes afin d'en avoir un aperçu ;	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter un menu contenant des liens vers les différentes simulations	5	8
3	En tant qu'élève, je veux pouvoir pratiquer virtuellement une activité	Vérifier qu'un utilisateur peut pratiquer une activité comme s'il	5	Infini

4.3. Résultats de la phase de Développement

	(élever un poussin, ou produire un compost) afin d'atteindre l'objectif visé par le projet réalisé ;	était dans la vie réelle (avec la possibilité de réussir ou d'échouer)		
4	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter à la liste des jeux afin d'avoir un aperçu de l'ensemble des jeux offerts par le didacticiel ;	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter un menu contenant des liens vers les différents jeux	5	4
5	En tant qu'élève, je veux pouvoir jouer à un jeu afin de consolider des acquis en m'amusant ;	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter les détails sur un jeu, voir son score et être motivé (gagné des vies, ajout du temps de jeu ...)	5	Infini
6	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la liste des leçons disponibles afin de suivre ces leçons ;	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter un menu contenant des liens vers les différentes leçons.	4	4
7	En tant qu'élève, je veux pouvoir suivre une leçon afin d'atteindre les objectifs fixés par cette leçon ;	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter toutes les étapes de la leçon : objectifs, prérequis, situation de vie, activité, synthèse, application	4	Infini
8	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la liste des exercices afin d'avoir un aperçu sur l'ensemble des exercices offerts par le didacticiel ;	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter un menu contenant des liens vers les différents exercices.	3	4
9	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'exercer sur un exercice afin de consolider mes acquis ;	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter les détails sur un exercice, voir ce qu'il a trouvé et ce qu'il a raté, avoir une correction et en fonction de sa note, faire une remédiation	3	Infini
10	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la liste des mots, expressions et images à définir afin d'avoir un	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter un menu contenant des	2	4

	aperçu de l'ensemble de mon dictionnaire ;	liens vers les différents mots, expressions, et image à expliquer		
11	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la définition d'une expression ou d'une image afin de mieux comprendre cette expression ;	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter la définition associée à un mot ou à une image	2	4
12	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la galerie afin d'avoir un aperçu de la liste des images vidéo et animations utiles à la compréhension du cours ;	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter un menu contenant des liens vers les différentes images, animations et vidéos utiles à la compréhension du cours	1	4
13	En tant qu'élève, je veux pouvoir voir, écouter un contenu de la galerie afin de mieux comprendre une notion.	Vérifier qu'un utilisateur peut voir ou écouter le contenu d'un élément de la galerie	1	4
14	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter l'aide afin d'utiliser facilement le logiciel	Vérifier qu'un utilisateur peut consulter l'aide sur l'utilisation de "EleCompostE Challenge "	1	7

Tableau 15. Backlog de produit priorisé et critère d'acceptation d'EleCompostE Challenge

f) Architecture globale : Diagramme de navigation

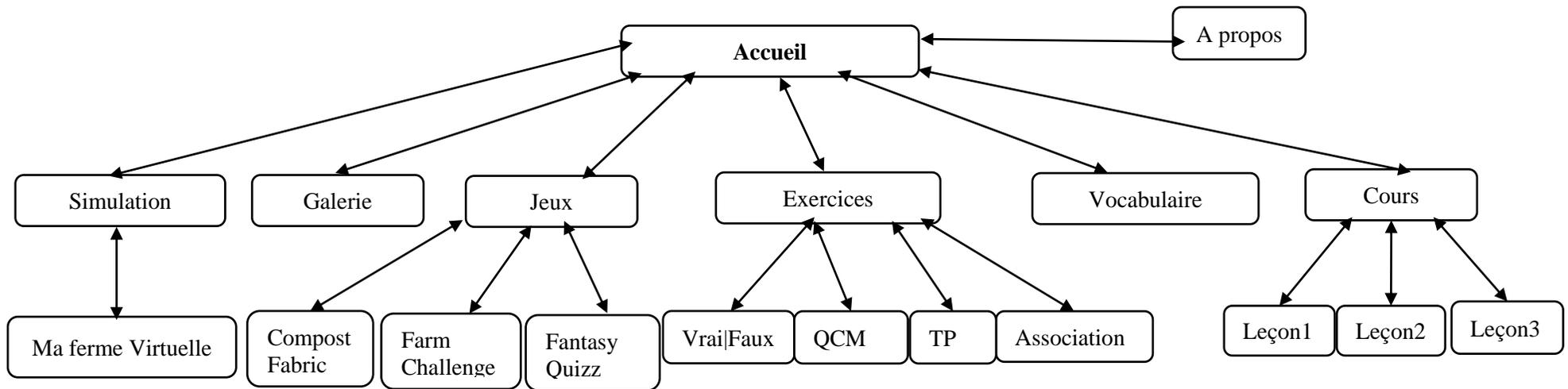


Figure 20: Diagramme de navigation d'EleCompostE Challenge

g) Analyse des risques

La réalisation de ce projet est soumise à 03 risques majeures :

- ❖ Le non-respect des délais : une mauvaise gestion du temps pourrait causer une livraison tardive du projet ;
- ❖ Mauvais choix de l'équipe Scrum : le choix du représentant des utilisateurs dans l'équipe de développement (Product Owner) est très déterminant pour la réussite du projet ;
- ❖ Le didacticiel n'est pas utile pour les élèves : il est crucial de bien capturer les besoins pour éviter la production d'un logiciel qui ne sera pas utilisé.

h) Plan de livraison

La conception d'*EleCompost Challenge* débutera le 20 Octobre 2018 et s'achèvera le 21 Mai 2019, avec 03 mois d'inactivité (du 21 Décembre 2018 au 20 Mars 2019) soit une période de 04 Mois. La durée d'un sprint pouvant allée jusqu'à 1mois, nous avons opté que chacun de nos sprints durera 04 semaines ; c'est ainsi que le nombre de nos sprints sera fixé à 04. La livraison du premier sprint est fixée au 20 Novembre, la deuxième au 21 Décembre, le troisième sprint au 21 Avril et la dernière livraison pour le 21 Mai comme le montre le tableau ci-dessous :

	Plan release	Date
Release 1 :	Sprint1 : Développer les interfaces ; Développer le menu « Aide » ;	20/10/2018 - 20/11/2018
	Sprint2 : Développer le menu « Jeux » ; Développer le menu « Simulation » ;	21/11/2018 - 21/12/2018
Release 2 :	Sprint 3 Développer le menu « Leçons » ;	20/03/2019 - 20/04/2019
	Sprint 4 Développer le menu « Exercices » ; Développer le menu « Bibliothèque » ; Développer le menu « Galerie » ;	21/04/2019 - 21/05/2019

Tableau 16. Plan de livraison

4.3.2. Résultats de la phase de développement de Sprint

Pendant le Sprint Planning meeting, le Product Owner devait regrouper les users stories pour former les sprints. En tenant compte de la vélocité de l'équipe, quatre (04) Sprints ont été développés. Le développement d'un Sprint passe par sa planification, son estimation et son implémentation.

a) Développement du Sprint 1

→ Plan et estimation du sprint 1

Comme nous sommes au premier sprint, la vélocité ne peut être prise en compte. Pour former ce sprint, 08 histoires sur 14 ont été choisies. D'après (Kniberg, 2015), la vélocité du premier sprint est fixée à 43 ; Le tableau ci-dessous présente les users stories associées au sprint1, en ressortant pour chacun d'eux les tâches à réaliser et l'effort estimé de chaque tâche.

ID	Users Stories	Tâches à faire	Effort estimé
1	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la page d'accueil afin de parcourir toutes les fonctionnalités qu'offre le didacticiel ;	Définir la maquette du menu principal ;	2
		Rédiger le plan de test ;	2
		Implémenter l'interface ;	2
		Tests automatisés ;	2
2	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la liste des simulations offertes afin d'avoir un aperçu sur l'ensemble des simulations offertes ;	Définir la maquette du menu simulation ;	2
		Rédiger le plan de test ;	2
		Implémenter l'interface ;	2
		Tests automatisés ;	2
4	En tant qu'élève, je veux pouvoir avoir consulter la liste des jeux afin d'avoir un aperçu de l'ensemble des jeux offerts par le didacticiel ;	Définir la maquette du menu jeux ;	1
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter l'interface ;	1
		Tests automatisés ;	1
6	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la liste des leçons	Définir la maquette du menu leçons ;	1

	disponibles afin de suivre ces leçons ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter l'interface ;	1
		Tests automatisés ;	1
8	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la liste des exercices afin d'avoir un aperçu sur l'ensemble des exercices offerts par le didacticiel ;	Définir la maquette du menu exercices ;	1
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter l'interface ;	1
		Tests automatisés ;	1
10	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la liste des mots, expressions et images à définir afin d'avoir un aperçu de l'ensemble de mon dictionnaire ;	Définir la maquette du menu bibliothèque ;	1
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter l'interface ;	1
		Tests automatisés ;	1
12	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la galerie afin d'avoir un aperçu de la liste des images vidéo et animations utiles à la compréhension du cours ;	Définir la maquette du menu galerie ;	1
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter l'interface ;	1
		Tests automatisés ;	1
14	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter l'aide afin d'utiliser facilement le logiciel	Définir la maquette du menu d'aide ;	1
		Rédiger le plan de test ;	2
		Implémenter les services métiers ;	2
		Tests automatisés ;	2

Tableau 17. Plan et estimation du sprint 1

En tenant compte des 04 jours non ouvrables pendant lesquels nous ne travaillerons pas, nous aurons en réalité 24 jours d'activité pour 43 points soit environs 02 points par jours pour le sprint1.

➔ *Implémentation du sprint 1*

Le sprint1 s'est achevé 04 jours avant la date de fin estimée. Le sprint Burndown chart suivant présente l'état d'avancement idéal d'une part et l'avancement réel d'autre part en vue de clarifier sur les avances ou les retards pris par l'équipe de développement.

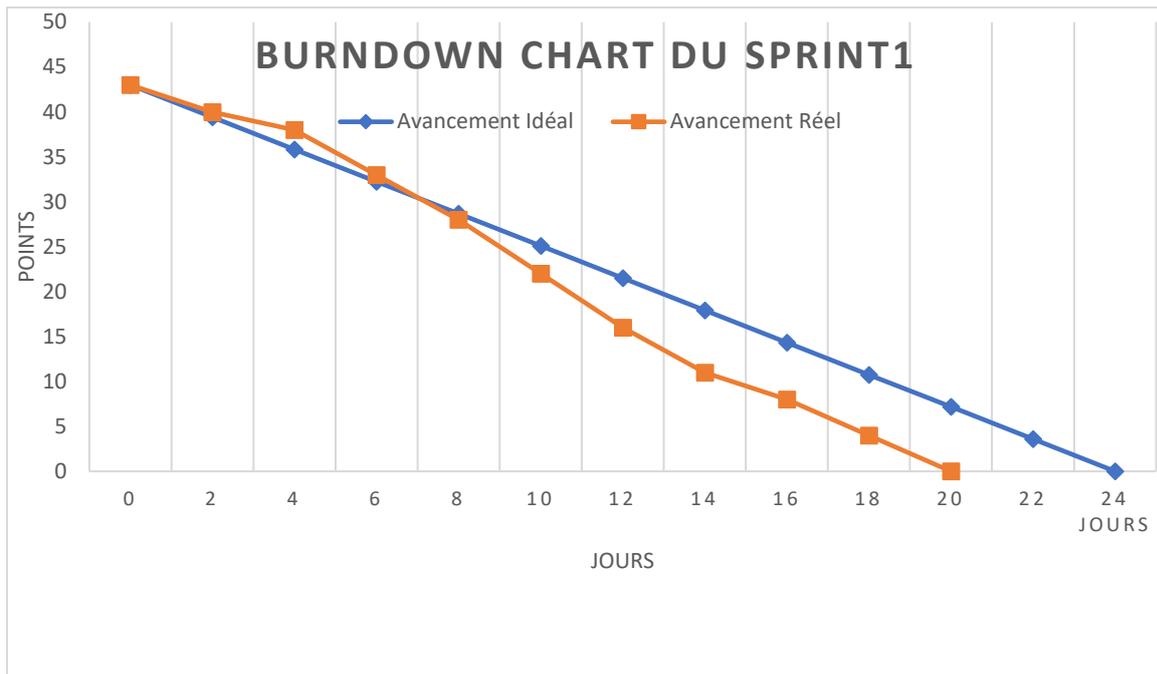


Figure 21. Burndown chart du Sprint1

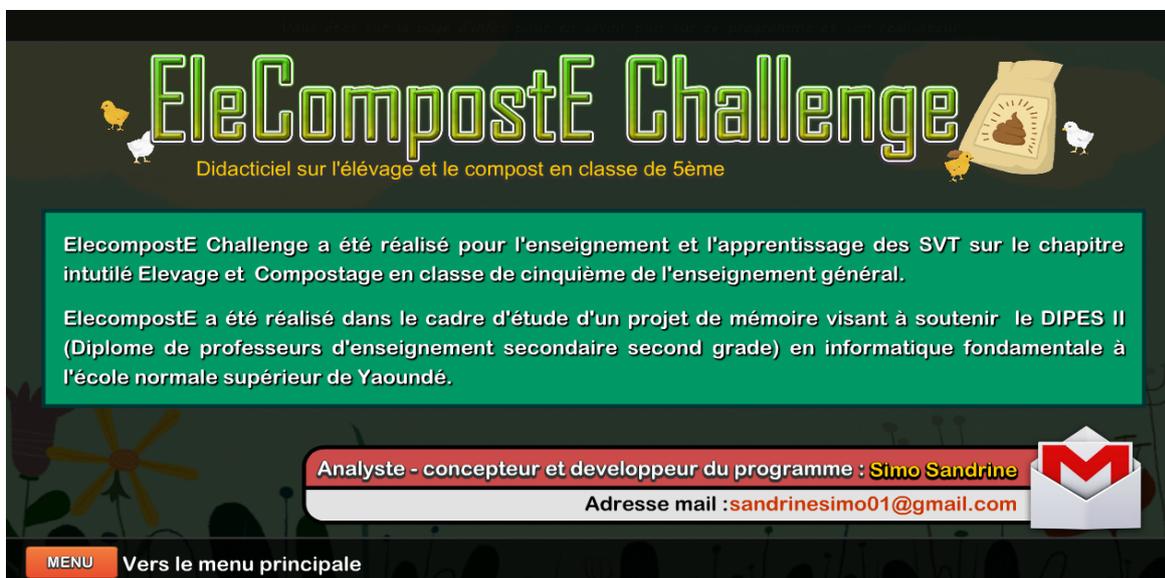
La Burndown Chart du sprint 1 nous a permis de constater que les six premiers jours, l'équipe a eu du mal à démarrer effectivement mais à partir du quatrième jour, le rythme de travail a été augmenté afin de livrer l'incrément dans les délais. Grâce à ce travail intensifié, la livraison s'est faite au vingtième jour.

Pendant une réunion de revue de sprint d'une durée de 02heures dont le but était d'inspecter le produit, plusieurs items ont été jugées pas « bien fait ». Il s'agit par exemple pour la page d'accueil (le personnage représentant le fermier qui devrait être remplacé par des élèves). Voici une vue de la page d'accueil à l'issue du premier sprint :



→ La phase de revue et rétrospection sprint 1

Après la présentation du livrable au Product Owner, ce dernier a apporté des suggestions sur les différentes interfaces, et les 04 jours supplémentaires ont été utilisés pour faire des modifications immédiates. Voici un aperçu des interfaces à l'issue des suggestions apportées par le directeur de produit et corrigé pendant une réunion de "rétrospective de sprint " qui a duré 02 heures :



b) Développement du Sprint 2

→ Plan et estimation du sprint 2

Après le développement du sprint1, les modifications du directeur de produit ont directement été prise en compte car les délais n'étaient pas entièrement consommés. Le tableau

ci-dessous présente les users stories associées au sprint2, en ressortant pour chacun d'eux les tâches à réalisées et l'effort estimé de chaque tâche.

ID	Users Stories décomposées	Tâches à faire	Effort estimé
3.1.	En tant qu'élève, je veux pouvoir fabriquer un aliment complet pour les poules afin qu'ils aient une alimentation équilibrée ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1
3.2.	En tant qu'élève, je veux pouvoir nettoyer un poulailler afin de protéger les poules des parasites externes ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1
3.3.	En tant qu'élève, je veux pouvoir vacciner les poussins afin de les protéger des parasites internes	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1
3.4.	En tant qu'élève, je veux pouvoir alimenter une poule afin qu'il grandisse correctement	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1
3.5.	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'amuser à reconnaître une poule malade afin de consolider mes performances ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1
3.6.	En tant qu'élève, je veux pouvoir trier les ordures afin de les composter ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1
3.7.	En tant qu'élève, je veux pouvoir fabriquer le compost afin nourrir les plantes	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1

5.1.	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'amuser en fabriquant un aliment complet pour les poules afin de consolider mes performances ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	2
		Tests automatisés ;	1
5.2.	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'amuser en nettoyant un poulailler afin de consolider mes performances ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1
5.3	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'amuser en protégeant les poussins des parasites internes afin de consolider mes performances ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1
5.4	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'amuser en nourrissant les poussins afin de consolider mes performances ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1
5.5	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'amuser en reconnaissant les poussins malades afin de consolider mes performances ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	2
		Implémenter les services métiers ;	2
		Tests automatisés ;	2
5.6	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'amuser en triant les déchets afin de consolider mes performances ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	2
		Implémenter les services métiers ;	2
		Tests automatisés ;	3
5.7	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'amuser en fabriquant le compost afin de consolider mes performances ;	Rédiger le plan de test ;	1
		Etablir IHM	3
		Implémenter les services métiers ;	3
		Tests automatisés ;	1

Tableau 18. Plan et estimation du sprint 2

Après la réunion de planification de sprint, l'équipe de développement a décomposé chaque users stories du sprint2 en items, et ils ont attribué un effort à chaque item. C'est ainsi

que le sprint 2, qui débute le 21 Novembre pour prendre fin le 21 Décembre, est composé de 14 users stories pour 110 points. Au regard de l'intensité du travail, le travail s'effectuera même les jours non ouvrables, et pour les 24 jours, on effectuera 04points par jour pour atteindre les 110 points en 28 jours.

➔ **Implémentation du sprint 2**

L'implémentation du sprint2 a pris du retard dans son développement, et bien que dans les derniers jours l'équipe se soit surpassée pour respecter les délais, cela n'a pas pu être possible. Le sprint Burndown chart suivant présente l'état d'avancement idéal d'une part et l'avancement réel d'autre part en vue de clarifier sur les avances ou les retards pris par l'équipe de développement.

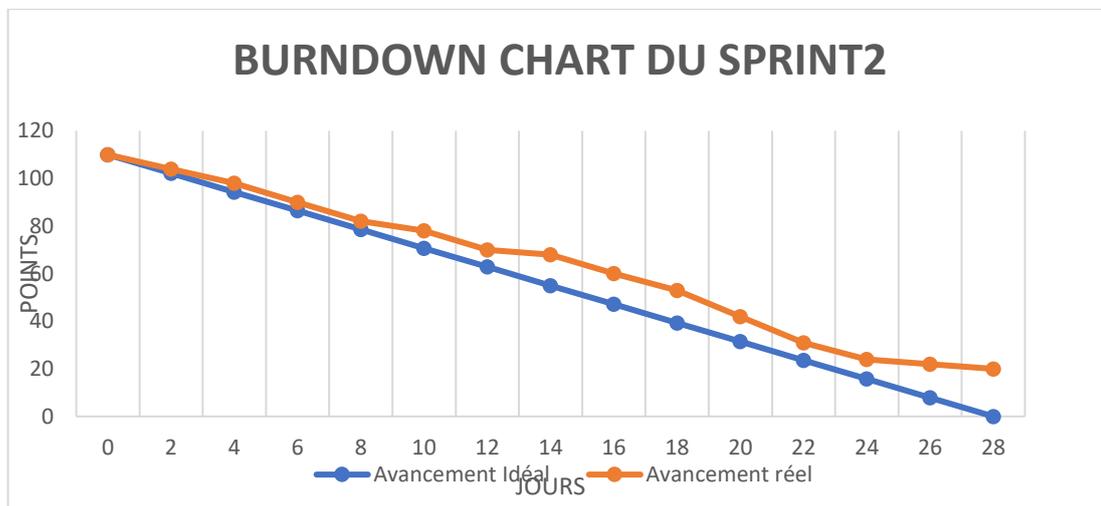


Figure 22. Burndown chart du sprint2

La burndown chart du sprint 2 montre que l'équipe n'a pas pu respecter les délais. C'est ainsi que pendant une réunion de revue de sprint d'une durée de 02heures dont le but était d'inspecter le produit, plusieurs items ont été jugées pas « bien fait ». Voici le rendu de quelques interfaces issues de ce sprint :

La première interface vise guider l'apprenant à nettoyer un poulailler, pour cela il doit se servir des outils à sa droite pour nettoyer les différents objets présents au poulailler avant d'insérer les poussins.



- Cette interface accompagne l'apprenant dans la nutrition et le vaccin des poussins :



- Voici un aperçu du menu principal des jeux à ce niveau, il ne comporte que 02 jeux.



→ La phase de revue et rétrospection sprint 2

Après la présentation du livrable au Product Owner, ce dernier a apporté quelques modifications, il faut par exemple simuler la croissance d'une poule ce qui a été fait pendant notre journée de repos, comme le montre l'interface ci-dessous et les users stories encore développés ont été renvoyés au sprint 3.



c) Résultats développement du Sprint 3

→ Plan et estimation du sprint 3

Après le développement du sprint 2, les modifications du directeur de produit n'ont pas directement été prise en compte car les délais avaient été entièrement consommés, et l'équipe de développement avait accusé un retard. Ainsi, pour former le sprint 3 comme initialement prévu, à l'histoire initialement prévue, 02 users stories supplémentaires y ont été ajoutés. Ces histoires ont été détaillées par le Product owner au cours d'une réunion de planification de sprint. Pendant cette réunion, le directeur de produit a expliqué ce qu'il attendait (le quoi) et suite à une discussion entre l'équipe de développement et le Product Owner, ce qui est attendu de chaque item (le comment) a été mieux appréhendé. Enfin les tâches ont été estimées par les membres de l'équipe de développement. Le tableau ci-dessous présente les users stories associées au sprint 3, en ressortant pour chacun d'eux les tâches à réaliser et l'effort estimé de chaque tâche.

ID	Users Stories décomposées	Tâches à faire	Effort estimé
Sprint 2.1	En tant qu'élève, je veux pouvoir simuler le tri de déchet en m'amusant afin de consolider mes acquis	Etablir IHM	2
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	6
		Tests automatisés ;	1
Sprint 2.2	En tant qu'élève, je veux pouvoir simuler la fabrication du compost en m'amusant afin de consolider mes acquis	Etablir IHM	2
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	6
		Tests automatisés ;	1
7.1.	En tant qu'élève, je veux pouvoir suivre une évaluation diagnostique afin de disposer des ressources nécessaires pour débiter chaque leçon ;	Etablir IHM	4
		Rédiger le plan de test ;	2
		Implémenter les services métiers ;	7
		Tests automatisés ;	1
7.2.	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter les compétences d'une leçon afin de comprendre l'importance des leçons ;	Etablir IHM	4
		Rédiger le plan de test ;	2
		Implémenter les services métiers ;	7
		Tests automatisés ;	2
7.3.	En tant qu'élève, je veux pouvoir suivre une activité afin de résoudre le problème posé ;	Etablir IHM	4
		Rédiger le plan de test ;	2
		Implémenter les services métiers ;	7
		Tests automatisés ;	2
7.4.	En tant qu'élève, je veux pouvoir suivre le résumé d'une leçon afin de consolider les acquis ;	Etablir IHM	4
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	7
		Tests automatisés ;	2
7.5.	En tant qu'élève, je veux pouvoir effectuer un exercice d'application afin de vérifier les acquis	Etablir IHM	4
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	7
		Tests automatisés ;	2

Tableau 19. Plan et estimation du sprint 3

Après la réunion de planification de sprint, les users stories du sprint3 ont été décomposé en items ou tâches, et l'équipe de développement a associé un effort à chaque item. C'est ainsi que le sprint 3 qui débute le 21 Mars pour prendre fin le 21 Avril, est composé de 07 users stories pour 94 points. Au regard de l'intensité du travail, le travail s'effectuera même les jours non ouvrables, et pour les 28 jours, on effectuera 03,5points par jour pour atteindre les 94 points en 28 jours.

→ *Implémentation du sprint 3*

L'implémentation du sprint3 a pris du retard dans son développement, mais dans les derniers jours, l'équipe s'est surpassée pour respecter les délais. Le sprint Burndown chart suivant présente l'état d'avancement idéal d'une part et l'avancement réel d'autre part en vue de clarifier sur les avances ou les retards pris par l'équipe de développement.

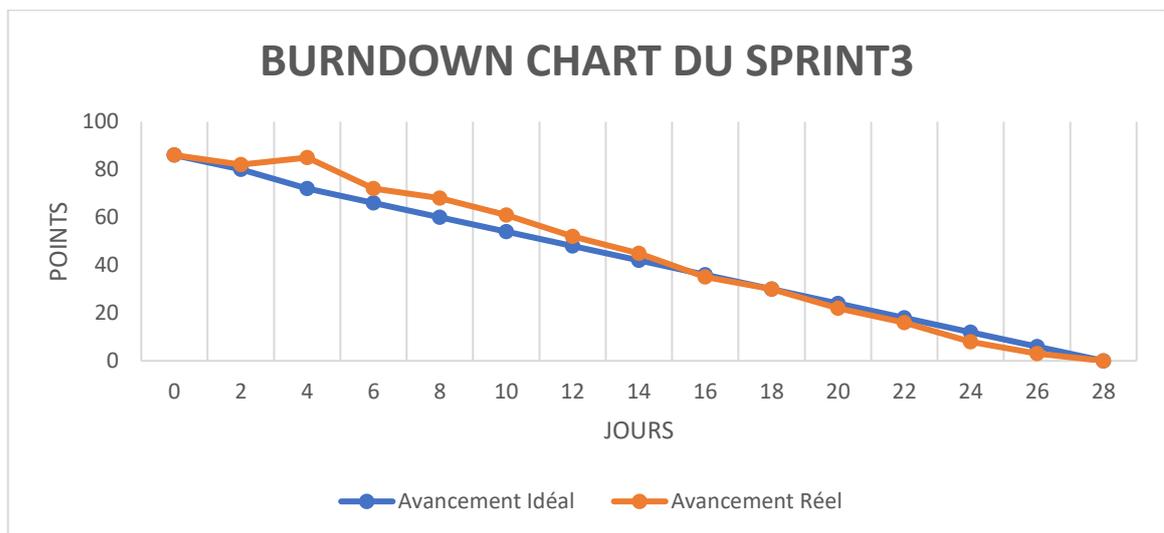


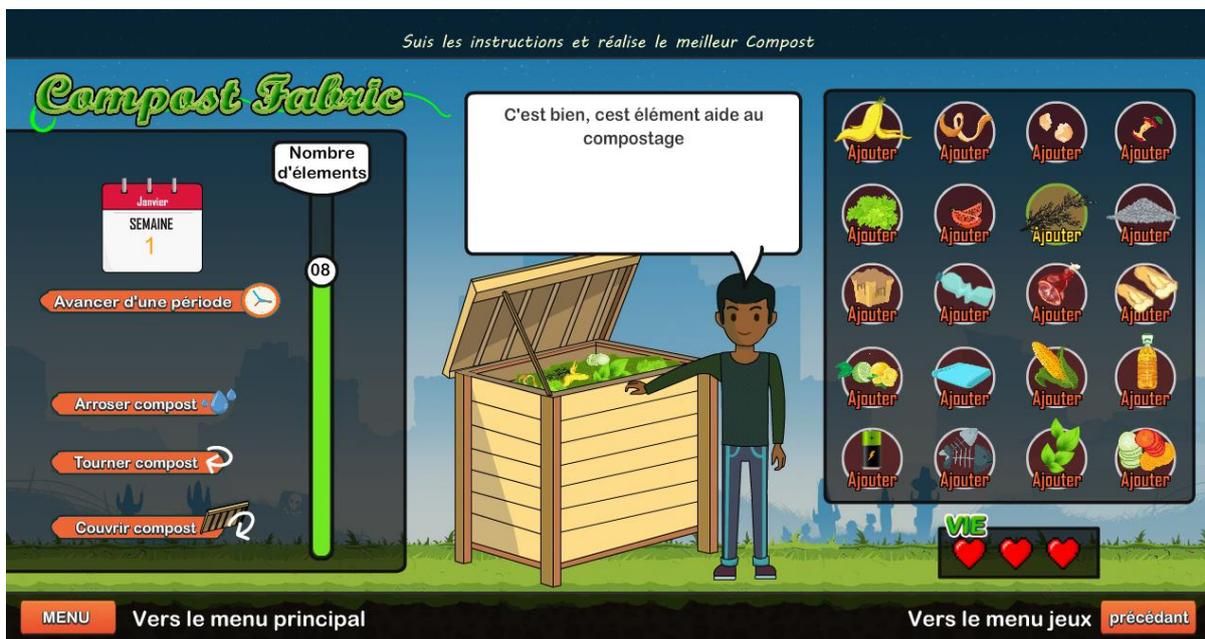
Figure 23: - *Burndown chart du sprint3*

La Burndown chart du sprint 3 montre que l'équipe a eu beaucoup de mal à respecter les délais, cependant il a réussi à le faire. Il reste à voir ce que pense le directeur du produit sur le livrable produit. Pendant une réunion de revue de sprint d'une durée de 02heures dont le but était d'inspecter le produit, tous les items ont été jugées satisfaisant. Voici le rendu de quelques interfaces issues de ce sprint :

- L'interface du menu principal des jeux qui comporte 03 jeux dont 01 sur le compostage, 01 autre sur l'élevage et un dernier qui combine les 02 notion dans un Quizz.



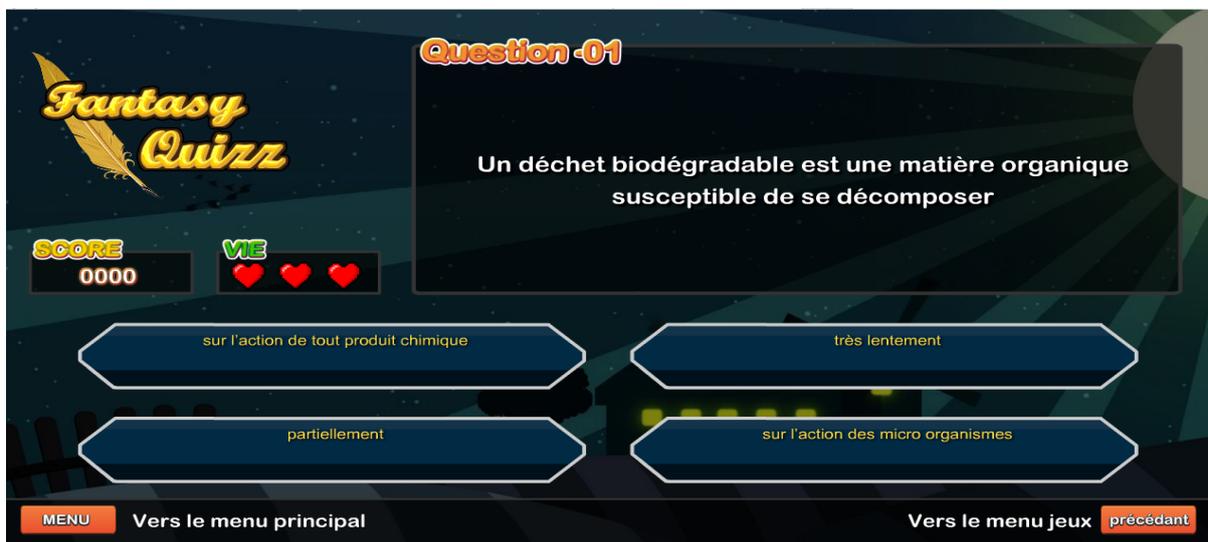
- Cette interface du premier jeu aide l'apprenant à trier les déchets compostables, pour cela, il doit cliquer un déchet compostable à sa gauche, et le fermier l'ajoutera dans le composteur si ce déchet est effectivement compostable, sinon un bruit l'informe qu'il a fait le mauvais choix et il perd une vie :



- Cette autre interface du premier jeu aide l'apprenant à fabriquer le compost : en fonction de l'état et de la température du compost, l'apprenant doit soit couvrir son compost, soit le tourner pour l'aérer ou l'arroser en cliquant sur l'action correspondante à sa gauche. Et le fermier le réalise pour lui.



- L'interface suivante est un aperçu du troisième jeu, qui est un Quizz :



- - Voici un aperçu du menu principal des cours, qui comporte 03 leçons :



Pour chaque leçon, nous avons une interface pour les prérequis, les compétences et situation problème, l'activité 1 et 2, le résumé et l'application. Voici quelques interfaces de la leçon 1 :

LECON 1 : PREPARATION DE L'ARRIVEE DES POUSSINS

MENU COURS

- Prérequis
- Compétences
- Activité 1
- Activité 2
- Resumé
- Application

Activité 1 : Fabrication de l'aliment

(3) Montre à ta maman comment procéder pour fabriquer 100Kg d'aliment
Commence par glisse et dépose les ingrédients nécessaire autant de fois que possible pour respectant le dosage dans la colonne ingrédients

Ingrédients

 0L	 0Kg	 0Kg	 Eau 5L	 Vitamine 1L	 Soja 7Kg
 0L	 0Kg		 Concentré 2Kg	 Mais Jaune 5Kg	 Mais Jaune 25Kg

valider

MENU Vers le menu principal Vers le menu cours précédent

LECON 1 : PREPARATION DE L'ARRIVEE DES POUSSINS

MENU COURS

- Prérequis
- Compétences
- Activité 1
- Activité 2
- Resumé
- Application

Activité 1 : Fabrication de l'aliment

(4) Montre à ta maman comment procéder pour fabriquer 100Kg d'aliment
Commence par glisse et dépose les ingrédients nécessaire autant de fois que possible pour respectant le dosage dans la colonne ingrédients

1. ... Broyer le mélange Griller légèrement le soja
2. ... Remuer jusqu'à avoir un mélange
3. ... Ajouter le concentré
4. ... Ajouter le mais jaune
5. ...

MENU Vers le menu principal Vers le menu cours précédent

LECON 1 : PREPARATION DE L'ARRIVEE DES POUSSINS

MENU COURS

- Prérequis
- Compétences
- Activité 1
- Activité 2
- Resumé
- Application

Activité 1 : Fabrication de l'aliment

RESUMONS

Pour 100Kg de provende, on aura besoin de :

Ingrédients
55Kg de mais jaune, 35 Kg de soja et 10 Kg de Concentré.

Préparation
Griller légèrement le soja, y ajouté le mais jaune puis, broyé le mélange. Ajouté ensuite le concentré et remuer correctement pour avoir un mélange homogène. Notre aliment est prêt à être consommé par nos poussins. Cet aliment doit être conservé dans un environnement sec et froid, un aliment moisissure est avarié.

Activité 2

MENU Vers le menu principal Vers le menu cours précédent

LECON 1 : PREPARATION DE L'ARRIVEE DES POUSSINS

MENU COURS

Prérequis

Compétences

Activité 1

Activité 2

Resumé

Application

Application > Remplir les tros avec le mot correspondant

Pour fabriquer 100Kg de provende, on aura besoin de Kg de maïs jaune, 35Kg de et Kg de Les étapes de la fabrication : (1) Griller légèrement le y ajouté le jaune puis le mélange. (2) Ajouter ensuite le et remuer correctement pour avoir un mélange (3) Cet aliment doit être conservé dans un environnement et sec .

[valider](#)

[MENU](#) Vers le menu principal
Vers le menu cours [précédant](#)

Voici également quelques interfaces des activités de la troisième leçon :

LECON 3 : PREPARATION DU COMPOST

MENU COURS

Prérequis

Compétences

Activité 1

Activité 2

Resumé

Application

Activité 1 : Tri d'ordure biodégradable

(4) Sachant que seules les ordures biodégradables sont compostables, trier et mettant dans le bac à ordure suivant, toutes les ordures compostables :





[MENU](#) Vers le menu principal
Vers le menu cours [précédant](#)

LECON 2 : ELEVAGE DE POULES ENTRE 1 ET 50 JOURS

MENU COURS

Prérequis

Compétences

Activité 1

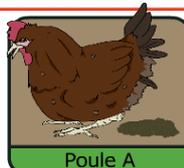
Activité 2

Resumé

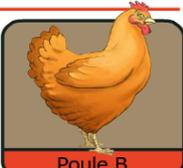
Application

Activité 2 : Identification d'une poule malade

Plusieurs semaines plutard, votre mere remarque des différence entre certaines de ces poules. Elle vous dits que certaines poules sont malages et vous présente quelques poules.



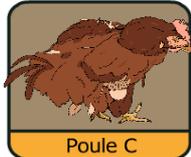
Poule A



Poule B

(5) Quels autres signes attirés ton attention ?

- La toux et les eternuements
- Le bec et les yeux coulent
- Toutes ces propositions



Poule C

[MENU](#) Vers le menu principal
Vers le menu cours [précédant](#)

→ *La phase de revue et rétrospection sprint 3*

Après la présentation du livrable au Product Owner, ce dernier était plutôt satisfait, et très peu de remarques ont été faites, elles ont été prises en compte en quelques heures seulement.

d) Résultats développement du Sprint 4

→ *Plan et estimation du sprint 4*

Après le développement du sprint3, les modifications du directeur de produit ont directement été prise en compte en quelques heures. Le tableau ci-dessous présente les users stories associées au sprint4, en ressortant pour chacun d'eux les tâches à réalisées et l'effort estimé de chaque tâche.

ID	Users Stories décomposées	Tâches à faire	Effort estimé
9.1	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'exercer sur exercice type TP afin de consolider mes acquis ;	Etablir IHM	5
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	7
		Tests automatisés ;	2
9.2	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'exercer sur exercice type Vrai ou Faux afin de consolider mes acquis ;	Etablir IHM	3
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	5
		Tests automatisés ;	2
9.3	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'exercer sur exercice type QCM afin de consolider mes acquis ;	Etablir IHM	3
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	5
		Tests automatisés ;	2
9.4	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'exercer sur exercice type Question à trou afin de consolider mes acquis ;	Etablir IHM	3
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	5
		Tests automatisés ;	2
9.5	En tant qu'élève, je veux pouvoir m'exercer sur exercice type Association afin de consolider mes acquis ;	Etablir IHM	5
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	7

		Tests automatisés ;	2
11	En tant qu'élève, je veux pouvoir consulter la définition d'une expression ou d'une image afin de mieux comprendre cette expression ;	Etablir IHM	3
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	4
		Tests automatisés ;	1
13	En tant qu'élève, je veux pouvoir suivre une animation ou une vidéo afin de mieux consolider les acquis ;	Etablir IHM	3
		Rédiger le plan de test ;	1
		Implémenter les services métiers ;	4
		Tests automatisés ;	2

Tableau 20. Plan et estimation du sprint 4

Après la réunion de planification de sprint, les users stories du sprint4 ont été décomposé en items ou tâches, et l'équipe de développement a associé un effort à chaque item. C'est ainsi que le sprint 4 qui débute le 22 Avril pour prendre fin le 21 Mai, est composé de 07 users stories pour 88 points. Le travail s'effectuera effectivement 22 jours et les jours restant seront réservés pour des éventuels modifications. Ainsi, on effectuera en moyenne 04 points par jour pour atteindre les 88 points en 22 jours.

➔ **Implémentation du sprint 4**

L'implémentation du sprint4 a pris du retard dans son développement, mais dans les derniers jours, l'équipe s'est surpassée pour respecter les délais. Le sprint Burndown chart suivant présente l'état d'avancement idéal d'une part et l'avancement réel d'autre part ;

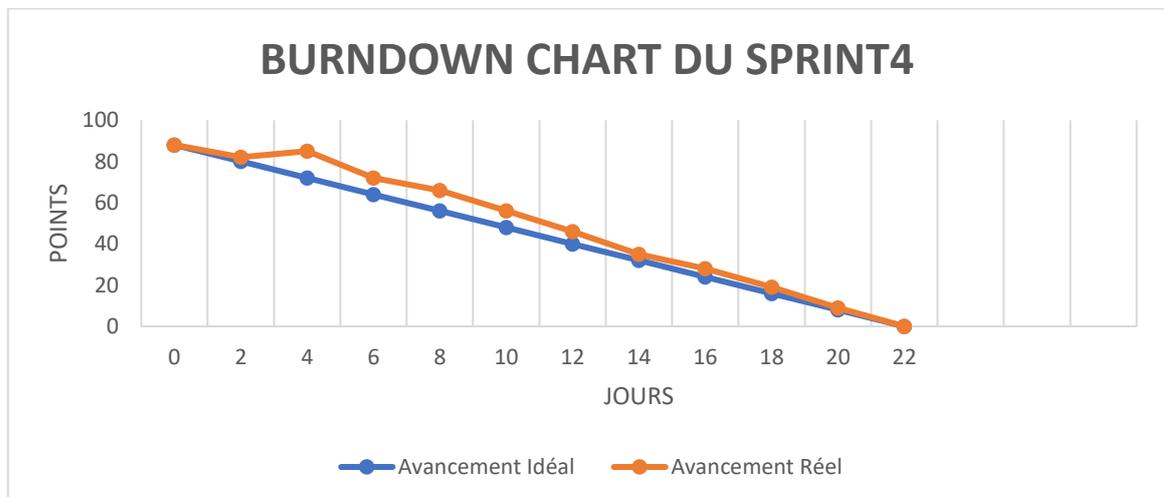


Figure 24: - Burndown chart du sprint4

La Burndown chart du sprint 4 montre que l'équipe a eu beaucoup de mal à respecter les délais. Il reste à voir ce que pense le directeur du produit sur le livrable produit. Pendant une réunion de revue de sprint d'une durée de 02heures dont le but était d'inspecter le produit, le directeur du produit était très satisfait. Voici le rendu de quelques interfaces issues de ce sprint :

Le TP élevage débute par un projet, celui d'élever 1000 poulets.

The screenshot shows a digital interface titled 'EXERCICES'. On the left, there is a sidebar with 'TYPE D'EXERCICES' and several buttons: 'Vrai | Faux', 'QCM', 'Textes à trous', 'Association', 'TP Elevage', and 'TP Compost'. The main content area is titled 'TP - REALISATION D'ALIMENTS ET TABLEAU DES CONSOMMATIONS'. It contains the following text: 'Vous voulez aidez votre parent à realiser son projet d'élevage de 1000 poules de chair. Pour cela, vous décidez de fabriquer les aliments à fournir aux poussins et dresser un calendrier pour réguler la consommation en aliments et eau des poulet afin d'assurer une bonne croissance de 1 à 45 jours'. To the right of the text is an illustration of a farm scene with chickens, a water dispenser, and feed bags. At the bottom of the main area is a 'Commencer' button. At the very bottom of the interface is a 'MENU' button and the text 'Vers le menu principal'.

Pour réaliser ce projet, l'apprenants doit réaliser plusieurs consignes : la première consiste à renseigne sur les aliments de base d'une bonne provende et sur le matériel à utiliser pour en fabriquer. Voici un aperçu de cette interface :

The screenshot shows the same 'EXERCICES' interface as above, but the main content area is titled 'TP - REALISATION D'ALIMENTS ET TABLEAU DES CONSOMMATIONS' and 'PARTIE 1 - FABRICATION DE LA PROVENDE'. It contains the following text: '- Donner les aliments nécessaires pour fabriquer la provende de poule' followed by three numbered blanks (1. _____ 2. _____ 3. _____). Below this is the text: '- Nommez les ustensilles que vous allez utiliser pour faire cette provende'. To the right of this text are four illustrations of kitchen tools: a grain mill, a wooden spoon, a large pot, and a gas stove. Below each illustration is a numbered blank (4. _____, 5. _____, 6. _____, 7. _____). At the bottom right of the main area is a 'valider' button. At the very bottom of the interface is a 'MENU' button and the text 'Vers le menu principal'.

Puis, il devra renseigner sur la quantité de chaque aliment avant d'être invité à fabriquer la provende pour ses poussins.

Voici un aperçu de la fabrication de la provende.

EXERCICES

TYPE D'EXERCICES

- Vrai | Faux
- QCM
- Textes à trous
- Association
- TP Elevage
- TP Compost

TP - REALISATION D'ALIMENTS ET TABLEAU DES CONSOMATIONS

PARTIE 1 - FABRICATION DE LA PROVENDE

Fabrique les 100Kg de provende en 6 actions

Actions restantes : **05**



- mettre le maïs dans la casserole et griller légèrement
- mettre le soja dans la casserole et griller légèrement
- Ajouter du maïs
- Ajouter le concentré
- Ajouter le soja
- Brouiller le mélange à la machine
- Remuer correctement
- Mettre au feu et remuer correctement
- Conserver dans un sac dans un lieu sec et chaud
- Conserver dans un sac dans un lieu sec et froid

MENU Vers le menu principal

EXERCICES

TYPE D'EXERCICES

- Vrai | Faux
- QCM
- Textes à trous
- Association
- TP Elevage
- TP Compost

TP - REALISATION D'ALIMENTS ET TABLEAU DES CONSOMATIONS

PARTIE 1 - FABRICATION DE LA PROVENDE

Fabrique les 100Kg de provende en 6 actions

Actions restantes : **00**



Suivant

MENU Vers le menu principal

A la fin de la première partie, le TP est noté et vous pouvez passer à la deuxième partie ou recommencer. Voici un aperçu de l'interface de la correction :

EXERCICES

TYPE D'EXERCICES

- Vrai | Faux
- QCM
- Textes à trous
- Association
- TP Elevage
- TP Compost

TP - REALISATION D'ALIMENTS ET TABLEAU DES CONSOMATIONS

PARTIE 1 - FABRICATION DE LA PROVENDE

Domage, tu n'as pas pu faire 100Kg de provende. Refais les activités de la leçon 1 pour t'améliorer.

Tu peux retourner au menu des leçons, reprendre la fabrication de la provende ou continuer le TP mais il est préférable de revoir la leçon 1 puis reprendre l'exercice.

06 / 14

reprendre Suivant

MENU Vers le menu principale

4.3. Résultats de la phase de Développement

La deuxième partie du TP vise à évaluer la consommation journalière d'un poussin en eau et en provende en fonction de son âge, puis d'en déduire la consommation totale pour 1000 poulets. Voici un aperçu de cette interface :

EXERCICES

TYPE D'EXERCICES

- Vrai | Faux
- QCM
- Textes à trous
- Association
- TP Elevage
- TP Compost

TP - REALISATION D'ALIMENTS ET TABLEAU DES CONSOMMATIONS

PARTIE 2 - CONSOMMATIONS DE 1 à 45 JOURS // POULES DE CHAIR

remplis la consommation en aliment en **gramme(g)** et en eau en **centi-litre(cl)** de 1 à 45 jours **pour une poule** pour donner les **quantités nécessaires pour les 1000 poules**

Jour	1 à 3	4	5	6	7	8	9 à 10	11	12	13 à 16	17 à 21	22 à 24	25 à 33
Consommation en aliments													
Consommation en eau													

Jour	34 à 35	36 à 39	40 à 42	42 à 45
Consommation en aliments				
Consommation en eau				

Total en Eau pour 1000 poulets : _____ Gramme

Total en aliment pour 1000 poulets : _____ Centi-litre

VALIDER

MENU Vers le menu principal

En dehors du TP, tous les autres types d'exercices apparaissent de manière aléatoire et à la suite de chaque test, l'apprenant est noté et un feedback est affiché.

Voici un aperçu du vocabulaire :

Vocabulaire

Sélectionner un mot à gauche

Abreuvoir Broyat Composteur Déchets azotés

Aliment Compost Concentré Déchets organiques ou

Bio sceau Compostage Déchets Élevage

PAGE 1/2 Suivant

MENU Vers le menu principal

4.3.3. Résultats de la phase de clôture

Pendant cette phase, le livrable accepté est déployé dans l'ordinateur du Product owner. Le déploiement d'*EleCompostE Challenge* nécessite les ressources suivantes :

- ❖ Un ordinateur disposant d'un système d'exploitation en bon état de fonctionnement ;
- ❖ Un navigateur web (mozilla firefox ou google chrome) pour visualiser les contenus des pages web.
- ❖ Un plugin flash (flash media player) pour la visualisation des animations flash contenu dans notre site web.

4.4. Résultats de la phase d'Implantation

4.4.1 Déploiement du dispositif d'apprentissage

EleCompostE Challenge a été déployé uniquement dans deux établissements de notamment au lycée de *Mballa II* où nous avons effectué notre stage pratique et à *l'institut Blaise Pascal d'Etoudi*. Pour installer et faire fonctionner *EleCompostE Challenge*, nous avons besoin d'un environnement informatique comprenant :

- ❖ Un ordinateur (ou d'un téléphone Android) en bon état de fonctionnement sur lequel est installé un système d'exploitation quelconque ;
- ❖ Un navigateur web pour visualiser les contenus ;
- ❖ Le plugins Flash Player pour la visualisation des animations flash.

4.4.2 Formation des enseignants et apprenants

Après avoir installé *EleCompostE Challenge* au lycée de *Mballa II*, l'Animateur Pédagogique de SVTEEHB a été formé par nous. Cette formation a duré moins de deux heures d'horloge. Pour ce qui est de *l'Institut Blaise Pascal d'Etoudi*, Monsieur Souleymanou n'a pas eu besoin de formation car ayant participé à la mise en œuvre du didacticiel. Ces enseignants de SVTEEHB ont pris la responsabilité de former tous les autres enseignants de SVTEEHB qui étaient absents à notre arrivée, puis nous avons pris rendez-vous pour le vendredi 17 Mai 2019 à 8H00 et 12H00 respectivement au lycée de *Mballa II* et *Institut Blaise Pascal d'Etoudi*, pour la formation des apprenants et l'utilisation d'*ElecompostE Challenge* par ceux-ci.

4.4.3 Utilisation du didacticiel

Après la formation des enseignants et l'installation du didacticiel sur les 30 ordinateurs fonctionnels de la salle informatique du lycée de *Mballa II*, nous avons travaillé avec 60 apprenants, soit 02 élèves par ordinateur. Après quoi, le questionnaire (*Annexe 3*) leur a été distribué et le remplissage s'est fait suivant nos orientations. A l'Institut Blaise Pascal d'Etoudi, l'installation du didacticiel s'est faite sur les 15 ordinateurs fonctionnels de la salle informatique et nous avons travaillé avec 30 apprenants, soit 02 élèves par ordinateur. Après quoi, le questionnaire (*Annexe 3*) leur a été distribué et le remplissage s'est fait suivant nos orientations. Notre échantillon pour l'évaluation était composé de 90 élèves de la classe de 5^{ème} et après utilisation *EleCompostE Challenge* dans ces établissements, les feedbacks ont été très satisfaisants

4.5. Résultat de la phase d'Evaluation

Après avoir déployé le didacticiel et formé les enseignants à l'utilisation d'*EleCompostE Challenge*, nous sommes passés à la phase d'évaluation. Pour cela, nous avons défini des critères d'évaluation, choisi des outils d'évaluations, puis conduit l'évaluation et enfin extraire les résultats.

4.5.1 Critères et outils d'évaluation

L'évaluation d'*EleCompostE Challenge* s'est faite en deux phases : une évaluation ergonomique avec les critères de Scapin et Bastien, et une évaluation pédagogique en respectant le canevas de la méthode ADSIE en sa cinquième phase.

Pour cela, un questionnaire comportant 21 questions pour l'évaluation ergonomique et 08 questions pour l'évaluation pédagogique (voir *Annexe 3*) a été distribué à 90 apprenants ayant utilisés le didacticiel. Après avoir assisté ceux-ci dans le remplissage, les résultats de l'enquête a été enregistré dans un fichier Excel pour l'analyse des résultats.

4.5.2 Suivi des apprenants

Après analyse du questionnaire sur l'évaluation d'*EleCompostE Challenge*, les résultats suivants, représentés sous forme de diagramme de secteurs en ressortent :

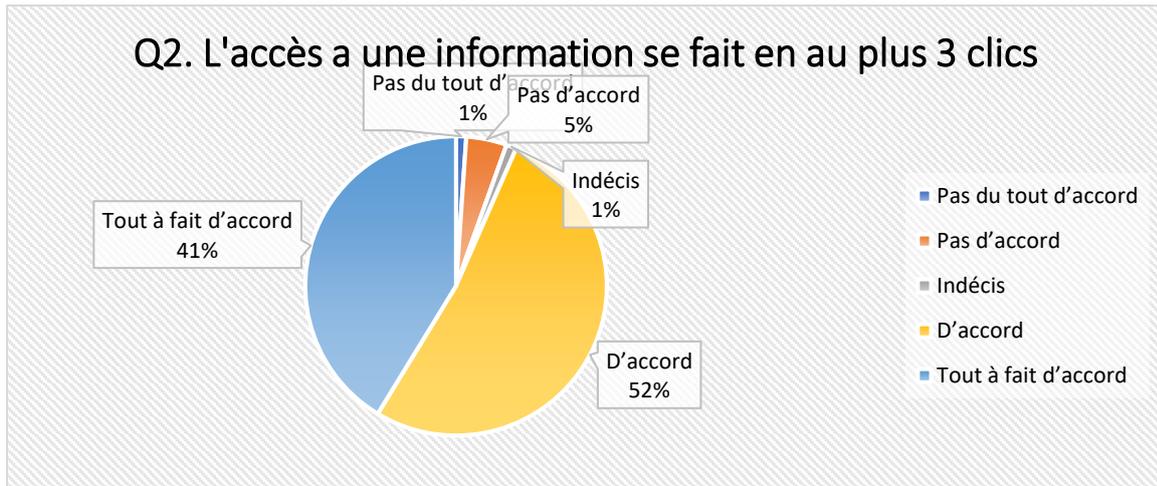


Figure 25: Q.2 Evaluation ergonomique, Compatibilité

Le diagramme ci-dessus montre que 93% d'élèves la navigation est facile (au plus 03 clics), et elle est simple pour 91% comme le montre le diagramme ci-dessous :

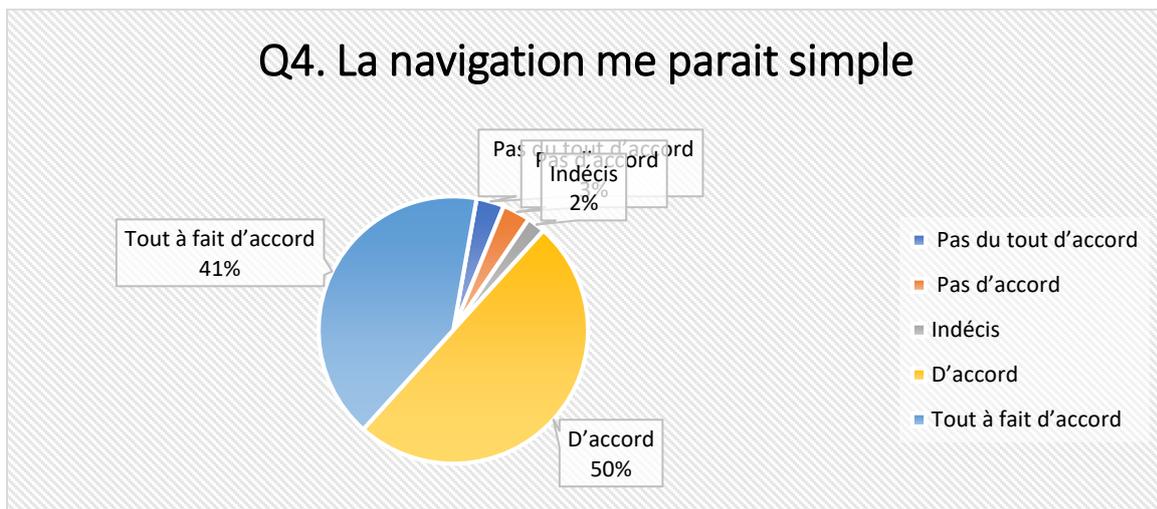


Figure 26: Q.4 Evaluation ergonomique, Guidage

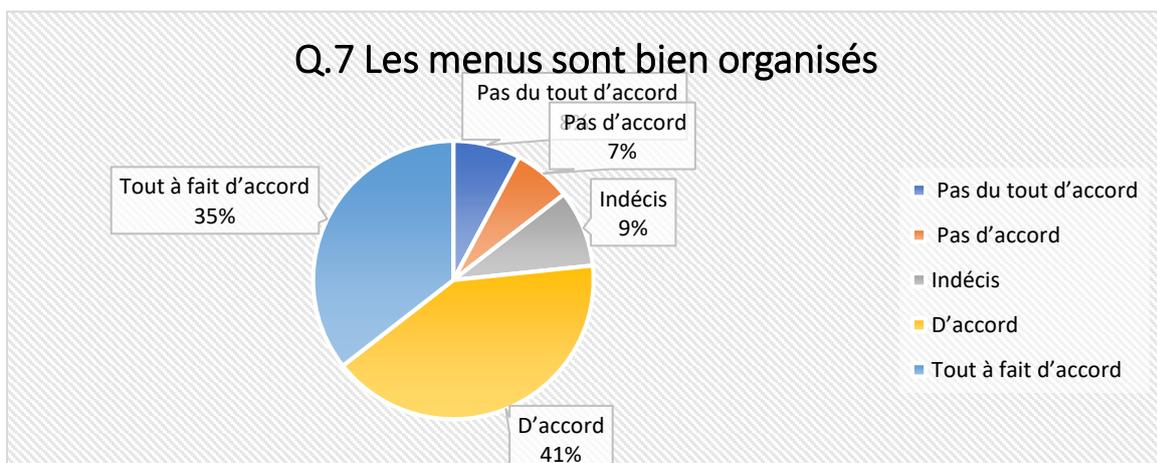


Figure 27: Q.7 Evaluation ergonomique, Guidage

Le diagramme ci-dessus montre que 76% d'élèves que les menus sont biens organisés et pour 87% d'élèves, les texte sont faciles à lire somme le montre le diagramme ci-dessous :

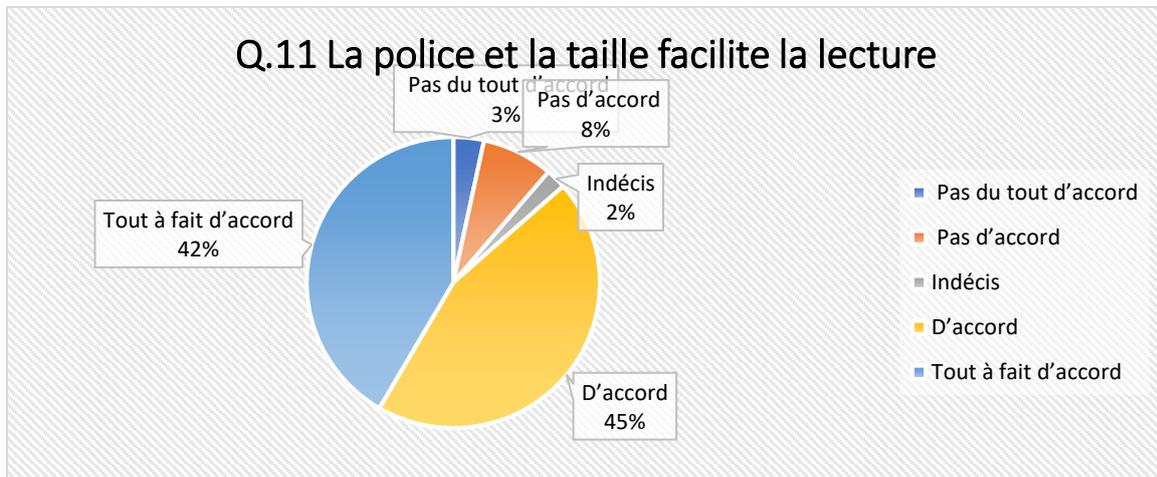


Figure 28: Q.11 Evaluation ergonomique, Guidage

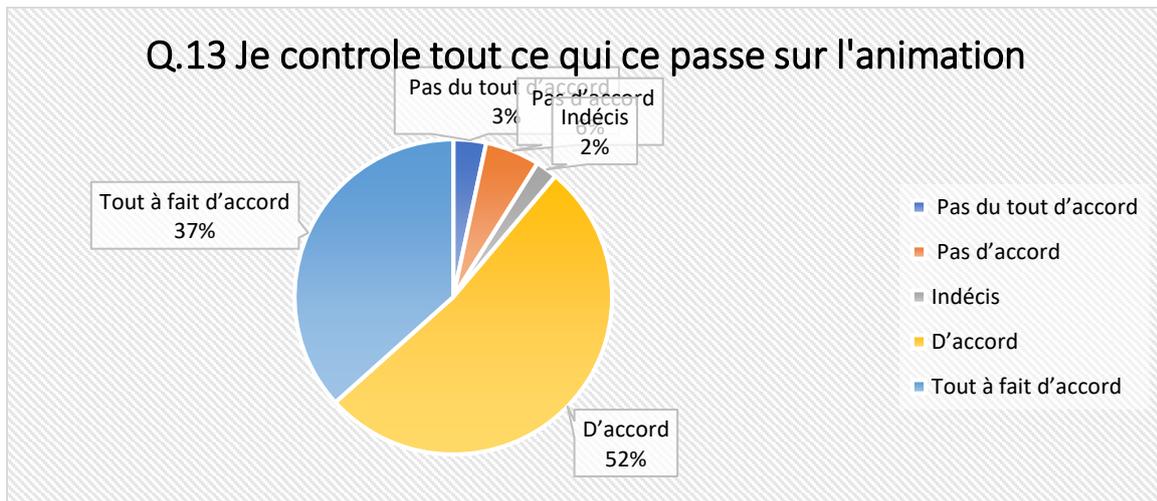


Figure 29: Q.13 Evaluation ergonomique, Contrôle explicite

Le diagramme ci-dessous montre que pour 86% d'apprenant, le menu d'accueil est convivial.

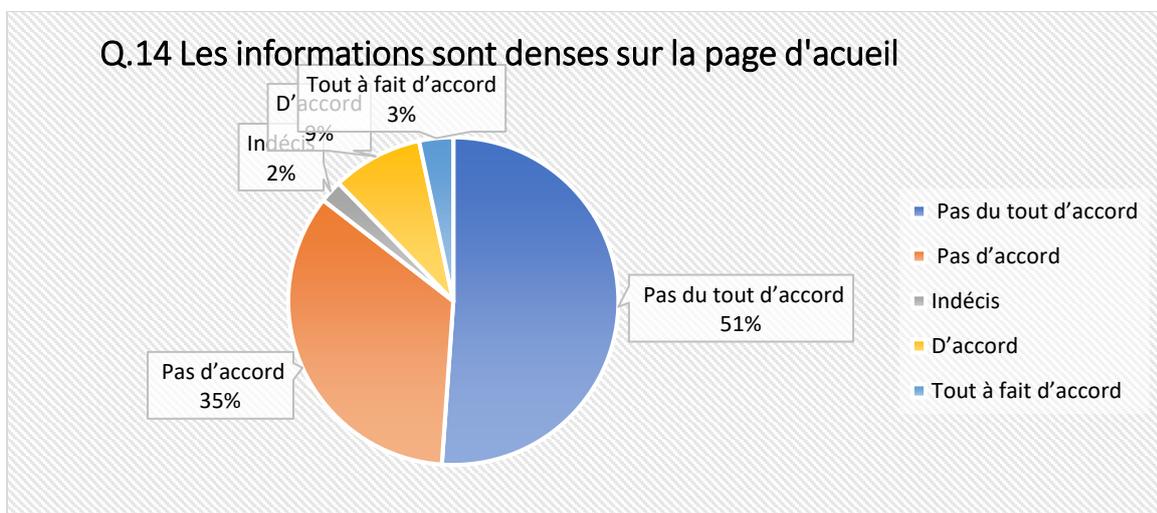


Figure 30: Q.16 Evaluation ergonomique, Charge du travail

83% de notre échantillon trouve que le choix des couleurs était approprié comme le montre la figure ci-dessous :

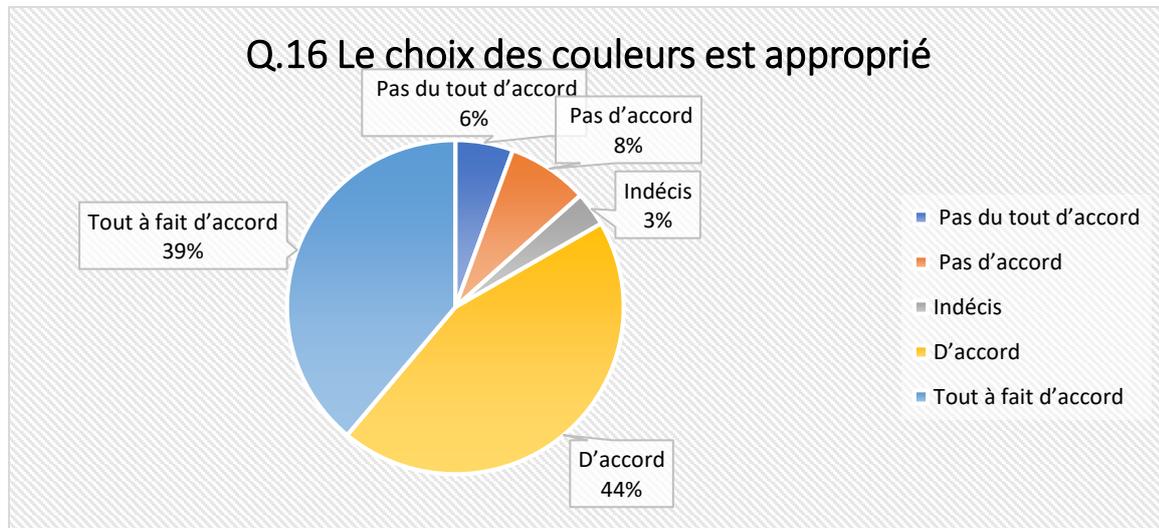


Figure 31: Q.16 Evaluation ergonomique, Charge du travail

Pour ce qui est de l'évaluation pédagogique, les enseignants de notre échantillon sont unanimes, les objectifs sont atteints. Pour ce qui est des élèves, les statistiques sont les suivantes :

- 96% se sentent capables de nettoyer un poulailler (*Figure 32*) ;
- 98% se sentent capables de fabriquer une provende (*Figure 33*) ;
- 85% se sentent capables à nourrir des poules (*Figure 34*) ;
- 89% se sentent capables à fabriquer le compost (*Figure 35*) ;

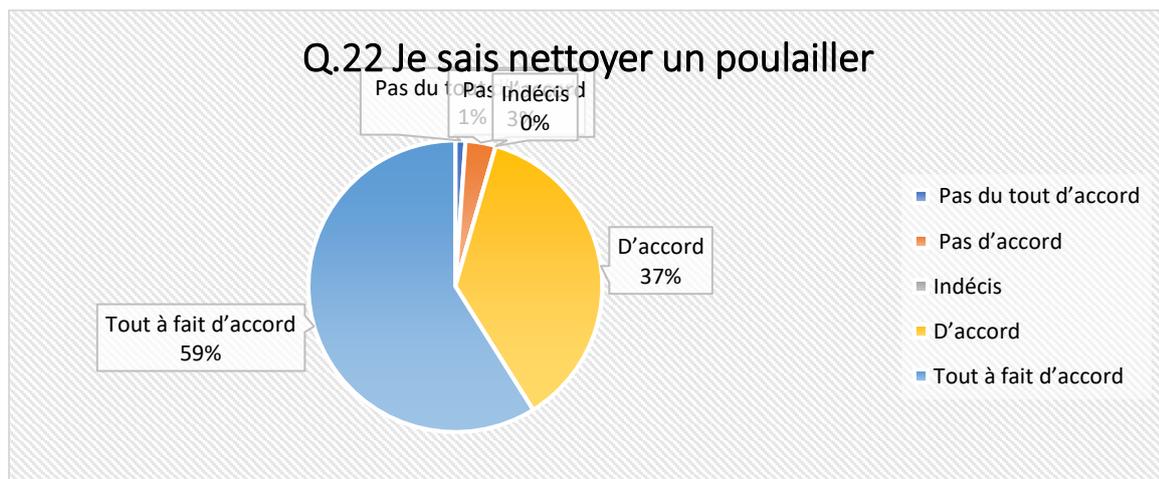


Figure 33: Q22 Evaluation pédagogique

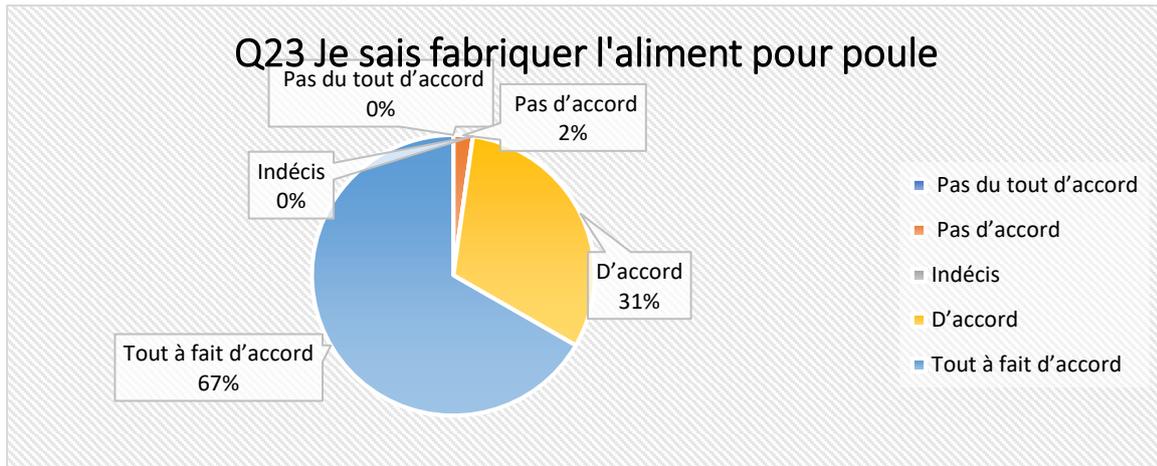


Figure 34: Q23 Evaluation pédagogique

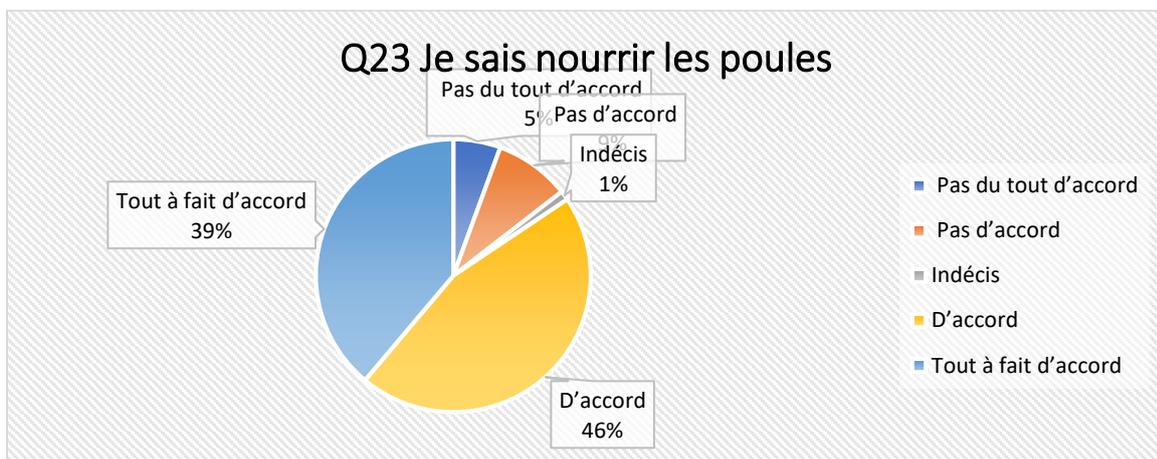


Figure 35: Q24 Evaluation pédagogique

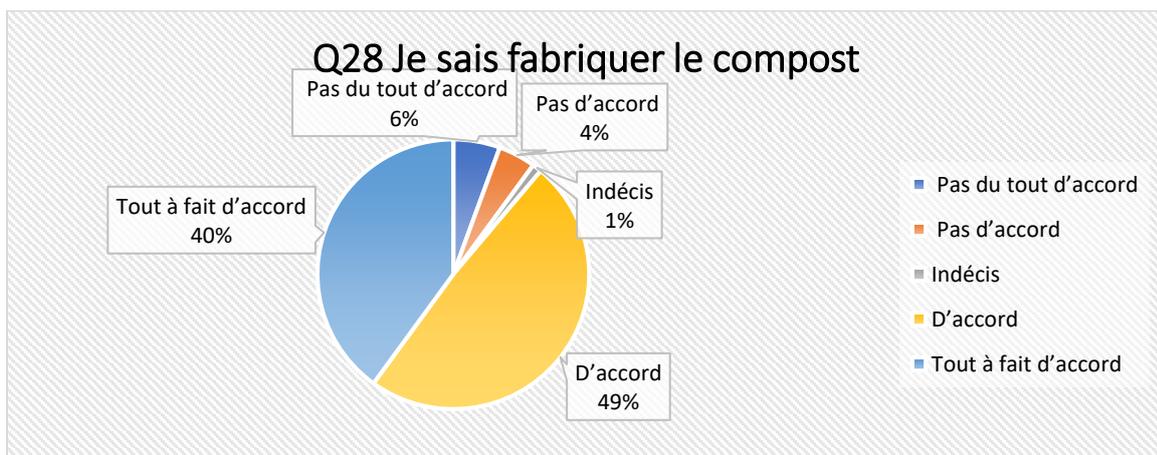


Figure 36: Q28 Evaluation pédagogique

Au regard des différents diagrammes en secteurs, *EleCompostE Challenge* a connu un véritable succès aussi bien pour ce qui des enseignants que de ce qui est des apprenants.

4.6. Discussion des résultats

La séquence traitée par *EleCompostE Challenge* est un projet, qui était très difficile à enseigner et à apprendre aussi bien pour les enseignants que pour les apprenants. Les apprenants étaient impressionnés par le didacticiel. La motivation était à son sommet et les enseignants ont vraiment apprécié cet outil d'aide à l'apprentissage. En effet les difficultés à visiter une ferme (excursion, classe promenade), une usine spécialisée, d'enseigner un processus qui tient sur plusieurs mois (durée d'un élevage de poule ou de la production du compost) ont pu être résolus grâce à l'utilisation des travaux pratiques et simulations que comporte notre didacticiel.

La prise en main de l'outil a été jugée facile par les apprenants, ils ont apprécié les couleurs choisies et les types d'exercices. Pour évaluer le niveau des apprenants après utilisation d'*EleCompostE Challenge*, il nous faudra attendre 02 mois, pour être sûr que notre échantillon d'apprenants aura réussi à élever un poussin jusqu'au quarante cinquièmes jours ou qu'il a réussi à fabriquer du compost.

4.7. Implication sur le système éducatif du sujet

Après avoir réalisé, déployé et évalué le didacticiel *EleCompostE Challenge*, il en ressort qu'il a un apport plutôt positif aussi bien dans le processus d'enseignement que dans le processus d'apprentissage.

4.7.1 Implications sur le processus d'enseignement

Dans le système éducatif camerounais, l'informatique s'insère comme discipline à part entière et comme outil au service des autres disciplines. En intégrant les TIC dans l'enseignement de l'élevage et du compostage, *EleCompostE Challenge* a vu le jour. Ce didacticiel vient ajouter la diversité aux matériels didactiques disponibles, très important lors de la planification et de l'implantation des séquences didactiques pour les enseignants.

Grâce aux différentes simulations, le didacticiel permettra aux enseignants d'appliquer efficacement la pédagogie de projet qui jusqu'ici a été plutôt utopique à implémenter dans le contexte camerounais.

Le module d'exercices pourra être une aide pour la conception des sujets d'évaluation et des exercices d'applications pour l'enseignant.

Par ailleurs, animations, vidéos et simulations proposées permettront aux enseignants de mieux enseigner la pratique de l'élevage des poules et de production du compost chez les apprenants ;

4.7.2 Implications sur le processus d'apprentissage

Pour ce qui est de l'apprentissage de l'élevage des poules et la production du compost en classe de 5^{ème}, le programme officiel de SVTEEHB de ladite classe relève comme compétence à développer la réalisation d'un élevage et la production du compost par les apprenants. Pour atteindre cette compétence, le programme souligne comme action à mener la visite d'une usine avec les apprenants. L'apprentissage d'un projet sur l'élevage et le compostage nécessite une démarche d'observation, de visualisation et même de manipulation (simulation).

Les contenus présentés dans l'application, intégrant divers médias tels que les images, les vidéos, les animations et simulations, permettront aux apprenants d'appliquer effectivement toutes les phases d'un élevage de poule et aussi de la fabrication du compost.

Les exercices, les jeux et simulations qu'offrent l'application permettront à l'apprenant d'être dans un environnement interactif dans lequel il pourra pratiquer l'élevage de poules et la fabrication du compost tout en s'amusant. Ses activités aideront aussi l'apprenant à s'autoévaluer.

EleCompostE Challenge met l'apprenant au centre de son apprentissage, il construit son savoir grâce à un environnement favorable implémenté dans le didacticiel.

Conclusion et perspectives.

Dans un contexte éducatif où l'intégration des TIC est considérée comme une révolution apte à améliorer le rapport entre les apprenants et le processus de transmission des connaissances ou mieux comme une réponse pour l'amélioration de la façon d'enseigner avec l'introduction de nouvelles ressources pédagogiques et le passage de la méthode d'enseignement magistrale vers la méthode constructiviste, les étudiants de cinquième année du DITE s'attèlent à mettre sur pied des outils d'aide à l'apprentissage des SVTEEHB. C'est dans la continuité de cette perspective que ce travail dont l'objectif est la mise en œuvre d'un outil d'aide à l'apprentissage de l'élevage et du compostage en classe de 5^{ème} a vu le jour.

Pour atteindre cette mission, nous avons formulé la question recherche suivante : Comment concevoir un outil pédagogique agréable à utiliser qui facilitera l'enseignement-apprentissage dans la réalisation d'un petit élevage et du compost en classe de cinquième. Autrement dit, quelles sont les difficultés rencontrées par les enseignants et les apprenants pendant une leçon portant sur la réalisation d'un petit élevage ou sur la fabrication du compost ? Quelles sont les préférences des élèves en termes d'outil pédagogique ? Quelle sera la performance des élèves après l'utilisation du didacticiel développé pour faciliter la réalisation d'un petit élevage et la fabrication du compost ? Pour répondre à ces questions, nous avons structuré ce travail en quatre chapitres.

Après le chapitre introductif s'en est suivi un autre chapitre qui nous a permis de passer en revue quelques outils d'aide à l'apprentissage, quelques méthodes d'ingénierie pédagogique, les méthodes de développement logiciel et les critères ergonomiques. Ce qui nous a permis de choisir la méthode ADDIE à laquelle nous avons la méthode Scrum pour en faire une nouvelle méthode, ADSIE.

Dans le chapitre suivant intitulé matériels et méthodes utilisés, nous avons présenté les outils, langage de programmation et logiciel que nous avons utilisé pour la mise sur en œuvre de *EleCompostE Challenge*. Il nous a également permis d'identifier toutes les activités qui seront réalisées en vue de l'atteinte des objectifs fixés, pour cela, nous avons développé les différentes phases de ADSIE.

Dans le chapitre 4, ont été présentés les résultats obtenus aux différentes phases d'ADSIE, puis avons présenté l'implication d'*EleCompostE Challenge* dans le système éducatif aussi bien du côté de l'enseignant que de l'apprenant.

Les résultats obtenus ici ont été jugés satisfaisants aussi bien par les apprenants que par les enseignants. Cependant, quelques coquilles et manquement ont été relevés : Certains apprenants se sont plaints de ce que leur style d'apprentissage n'était pas mis en avant, le style auditif. Nous allons, dans l'optique de pallier à cette critique, inclure la parole dans toutes nos interfaces dans la version 2.0 d'*EleCompostE Challenge*.

Références Bibliographiques

- AFNOR. (2003). Ergonomie de l'informatique. Aspects logiciels, matériels et environnementaux. *Recueil Normes Informatique*.
- Basque, J. (2010). Introduction à l'ingénierie pédagogique et technologie et technologies éducatives. p 8.
- Bastien, J. M., Christian, Leulier, Corinne, Scapin, & Dominique, & L. (1998). L'ergonomie des sites web. Dans Créer et maintenir un service Web, *Le Moal ; B Hidoine* (pp. 111-173).
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. University of Georgia: Library of Congress Control Number: 2009932903.
- Chat, C. (2012). observer les différentes manifestations de la vie en faisant des élevages, formateur départemental sciences et technologie.
- Cirad-Fvi. (2018). Présentation des activités et des compétences de la plateforme de formation santé élevage suds.
- Coratte, A. (2007). Enseignement apprentissage autour d'un élevage en CP . *Le nouvel éducateur* , n° 123.
- Deschamps, P. (2015). Conception d'un dispositif d'apprentissage en ligne, selon le modèle ADDIE, portant sur la compétence en asepsie du programme collégial Techniques de denturologie. *Essai présenté à la Faculté d'éducation en vue de l'obtention*.
- Dick, W. (1997). A model for the systematic design of instruction. *Instructional design: International perspective*. 361-369.
- Faryadi, Q. (2017). Instructional Design Model: What a Revolution! *UiTM Malaysia : s.n*.
- Fokou, A. (2018). Conception d'un outil d'aide à l'apprentissage en SVTEEHB sur les pratiques au service de l'alimentation humaine en classe de quatrième de l'enseignement secondaire général.
- Karsenti, T. (2003a). Plus captivantes qu'un tableau noir : l'impact des nouvelles technologies sur la motivation à l'écol. *Revue de la fédération suisse des psychologues*, 24-29.
- LEBRUN, M. (2007). Théorie et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre. *Éditions De Boeck Université Bruxelles* .

-
-
- Lonchamp, J. (2015). Analyse des besoins pour le développement logiciel: Recueil et spécification, démarches itératives et agiles.
- Mouafo, V. (2007). Séminaire de validation du guide de bonnes pratiques pour le compostage dans les pays en développement : Bilan des installations artisanales de compostage au Cameroun.
- Moussa Tessa O, T. K. (2018). impacts de l'intégration pédagogique des TIC sur le sentiment de compétence des étudiants à l'apprentissage des mathématiques au Niger,.
- Pichler, R. (2010). Agile Product Management with Scrum. . Addison-Wesley.
- Rassou, K. K., Khiri, F., & l, M. B. (2017). Difficultés relatives à l'enseignement apprentissage de la géologie en classe secondaires qualifiante : cas de la délégation d'inzegane Ait Mellou.
- Saïd, M. N. (2018). Conception et réalisation d'un outil d'aide à l'apprentissage de l'importance des types de sols et du climat sur la production végétale en classe de 6ième ESG.
- Satpathy., T. (2013). SCRUM BODY OF KNOWLEDGE . *SBOKTM Guide 2013 , Edition (2013th ed.), SCRUMstudyTM (a brand of VMEdU, Inc.)*.
- Standish. (2015). Project managment failures, the chaos reports.
- Vries, E. D. (2001). Les logiciels d'apprentissage : panoplie ou éventail ? *Revue Française de Pédagogie*, 105-116.
- Yannick, T. (2007). *Méthodologie d ' ingénierie logicielle adaptée à une PME*.

Annexes

Annexe 1. QUESTIONNAIRE ADRESSÉ AUX ÉLÈVES DE QUATRIÈME

I- Note aux répondants

Dans le cadre de notre projet de fin de formation à l'Ecole Normale Supérieure en vue de l'obtention du Diplôme des Professeurs d'Enseignement Secondaire Deuxième grade (DIPES II), nous menons des recherches sur le thème : « mise en œuvre d'un outil d'apprentissage de l'élevage et du compostage en classe de cinquième ». L'anonymat et la confidentialité de vos réponses sont garantis.

II- Identification de l'enquêté :

1. Etablissement fréquenté :

2. Âge :3. Sexe :

III- Questions aux apprenants

Q.1- Difficultés sur l'apprentissage et la réalisation de l'élevage et du compost

1) Votre professeur de SVTEEB a-t-il fait un projet sur la réalisation d'un petit élevage ? Oui Non

2) Si oui, comment avez-vous trouvé la leçon portant sur la réalisation d'un élevage ?

a- Facile à réaliser

b- Théorique mais applicable à la maison

c- Théorique et non applicable à la maison

d-Difficile à comprendre

Pourquoi :

.....

3) Lors du cours sur la réalisation d'un projet sur l'élevage :

a) Quel animal avez-vous choisi ? Poule : Porc : Mouton : Autre :

b) Le professeur montrait des exemples visuels sur la réalisation d'un élevage : Oui : Non :

c) Il était difficile de comprendre comment protéger un animal contre les parasites : Oui : Non :

d) Il était difficile de comprendre comment alimenter correctement un animal : Oui : Non :

e) La réalisation du projet était difficile à appliquer à la maison : Oui : Non :

f) Le cours était uniquement théorique ? le professeur a uniquement listé les étapes à suivre pour la réalisation du projet ? Oui Non :

g) Durant la leçon portant sur l'élevage, qu'avez-vous fait de pratique avec votre enseignant ?

Rien : Visiter une ferme : Utiliser un didacticiel : Autres.....

4) Votre professeur de SVTEEB de 5^{ème} a-t-il fait un projet sur la réalisation du compost ? Oui Non

5) Au terme de la leçon portant sur le compostage, que savez-vous de la fabrication du compost ?

a- Facile à comprendre et à réaliser

b- Théorique mais applicable à la maison

c- Théorique et non applicable à la maison

d-Difficile à comprendre

Pourquoi :

.....

6) Lors du cours sur la fabrication du compost,

a) Le professeur montrait des exemples visuels sur la fabrication du compost ? Oui : Non :

b) Qu'avez-vous fait de pratique avec votre enseignant ?

Rien Visiter une usine Utiliser un didacticiel Autres

c) Après le cours sur le compostage, étiez-vous capable de trier les déchets ? Oui : Non :

d) Après le cours sur le compostage, étiez-vous capable de fabriquer le compost ? Oui : Non :

7) Vous-vous servez de quel outil pour apprendre les Sciences de la Vie et de la Terre en plus de vos

cours ? a. Planches de SVT : Cahier : Livres de SVT : Autres :

8) Votre professeur a-t-il utilisé un outil TIC pour dispenser le cours de SVT ? Oui : Non :

9) En combien de temps apprenez-vous une leçon de SVT ? a. Moins de 30 min :

b. Entre 30 min et 1 heure : c. Entre 1 heure et 2 heures : d. Plus de 2 heures :

Q-2 les préférences des apprenants et l'utilisation des T.I.C

1) Quelles activités préférez-vous pendant vos temps libres ? a. Jouer aux jeux b. Lire :

c. Manipuler le téléphone ou l'ordinateur : d. Visionner : e. Autre :

2) Comment apprenez-vous le mieux ? Par des explications : En m'exerçant :

En regardant des vidéos : En regardant des images : En lisant : Autres :

3) Avez-vous un ordinateur ou un téléphone Android à votre disposition ? Oui : Non :

Si Non , avez-vous la possibilité d'utiliser celui d'un tiers ? Oui : Non :

4) Quelles sont vos couleurs préférées ? Bleu : Jaune : Rouge : Vert :

Orange : Noire : Blanche :

5) Notre intention est de développer un logiciel pour vous aider à mieux apprendre et à réaliser facilement un petit élevage et du compostage. Qu'aimerez-vous le plus avoir dans ce logiciel ?

a. Notes de cours : b . Exercices : c. Animations :

d. Jeux portant sur la leçon : e. Tous ces rubriques : f. Autres :

Nous vous remercions pour votre disponibilité

Annexe 2 : GUIDE D'ENTRETIEN DES ENSEIGNANTS DE SVTEEHB

I- Note aux répondants

Cher(e) enseignant (e),

Dans le cadre de notre projet de fin de formation à l'Ecole Normale Supérieure en vue de l'obtention du Diplôme des Professeurs d'Enseignement Secondaire Deuxième grade (DIPES II), nous menons des recherches sur le thème : « *mise en œuvre d'un outil d'apprentissage de l'élevage et du compostage en classe de cinquième* ».

L'anonymat et la confidentialité de vos réponses sont garantis.

II- Identification de l'enquêté :

Grade : Spécialité :

Ancienneté dans l'enseignement de la SVTEEHB en classe de cinquième :

Etablissement :

III- Questions

III.1. Questions sur la réalisation d'un petit élevage

1) Quelles sont les objectifs d'une leçon portant sur la réalisation d'un petit élevage ?

2) Quel animal choisissez-vous souvent pour enseigner ce cours ?

3) Quels sont les pré requis de cette leçon ?

4) Quelles parties du cours vous ont-t-ils semblé difficile à faire comprendre ?

Justifiez votre réponse :

5) Comment procédez- vous lors de l'enseignement de l'élevage ? (méthodes, techniques) ?

6) Quels matériels didactiques utilisez-vous lors du déroulement de cette leçon ?

7) Pensez-vous que ce matériel soit suffisant pour la compréhension de la leçon ? justifiez votre réponse.

8) Avez-vous fait des visites dans une ferme avec vos apprenants ? si Non, pourquoi ?

9) Pendant le passage de la leçon, les apprenants sont-ils intéressés ? oui Non

10) Qu'est ce qui à votre avis pourrait captiver l'attention des élèves pour la compréhension facile de cette leçon ?

III.2. Questions sur la réalisation du compost

1) Quelles sont les objectifs d'une leçon portant sur la réalisation du compost ?

2) Quels sont les pré requis de cette leçon ?

3) Quelles parties du cours vous ont-t-ils semblé difficile à faire comprendre ?

Justifiez votre réponse :

4) Comment procédez- vous lors de l'enseignement du compostage ? (Méthodes, techniques) ?

5) Quels matériels didactiques utilisez-vous lors du déroulement de cette leçon ?

6) Pensez-vous que ce matériel soit suffisant pour la compréhension de la leçon ? justifiez votre réponse.

7) Avez-vous fait des visites dans une usine de fabrication avec vos apprenants ? si non, pourquoi ?

8) Pendant le passage de la leçon, les apprenants sont-ils intéressés ? oui Non

9) Qu'est ce qui à votre avis pourrait captiver l'attention des élèves pour la compréhension facile de cette leçon ?

III.3 Questions sur les TIC

1) Avez-vous des difficultés à manipuler un ordinateur ? a. Oui : b. Non :

2) Avez-vous déjà utilisé un outil TIC dans le cadre d'une leçon l'élevage ou le compostage ?

Oui : Non : Si oui, spécifiez

3) Pensez-vous qu'un outil TIC pourrait vous permettre de mieux dispenser le cours sur les pratiques au service de l'alimentation humaine ? Oui : Non :

Justifiez :

4) Quelles sont vos attentes vis-à-vis d'un tel outil ?

Nous vous remercions pour votre disponibilité !

Annexe 3 : Questionnaires évaluation ergonomique et pédagogique

Grille d'évaluation ergonomique d' <i>EleCompostE Challenge</i>	1= Pas du tout d'accord 2= Pas d'accord 3= Indécis 4= D'accord 5= Tout à fait d'accord				
	1	2	3	4	5
Compatibilité					
(1) mon site web s'ouvre sur n'importe quel navigateur					
(2) On accède à une information en au plus 03 clics					
(3) Le temps d'accès à une page est acceptable					
Guidage					
(4) Les informations (textes, vidéos) présentées sont lisibles					
(5) La navigation sur le site me paraît simple					
(6) Je me repère bien sur le site					
(7) Les menus sont bien organisés et structurés sur le site					
(8) On distingue facilement les zones cliquables dans l'animation					
(9) le retour à un contenu demandé est immédiat					
(10) Le design du site est surchargé					
(11) La police et la taille facilite la lecture					
Contrôle explicite					
(12) Je contrôle tout ce qui se passe sur l'animation					
(13) On passe d'une page à une autre facilement					
Charge de travail					
(14) Les informations sont denses au niveau de l'accueil du site					
(15) Les informations sur le site sont précises					
(16) Les choix de couleurs sur le site sont bons					
Adaptabilité					
(17) Je peux agrandir ou réduire la taille d'un texte					
Homogénéité/Cohérence					
(18) Les navigations sont identiques sur chaque page de l'animation					
Signifiante des codes					
(19) Le vocabulaire utilisé sur le site est simple					
(20) La compréhension des icônes sur le site est simple					
(21) Les titres, liens du site sont facilement compréhensibles					
Grille d'évaluation pédagogique : en utilisant <i>ElecompostE Challenge</i>, je suis capable de					
(22) Nettoyer un poulailler en utilisant balai, désinfectant, brosse, ...					
(23) Fabriquer l'aliment des poussins en utilisant maïs, soja, concentré					
(24) Administrer les vaccins appropriés aux poussins de 1 à 21 jours					
(25) Nourrir les poussins de 1 à 45 jours en tenant compte de leur âge					
(26) Reconnaître une poule malade					
(27) Mon style d'apprentissage est mise en avant					
(28) Fabriquer le compost en utilisant les ordures ménagères					
(29) Les activités menés ont améliorées ma compréhension du cours					