

**UNIVERSITE DE YAOUNDE 1**  
**THE UNIVERSITY OF YAOUNDE 1**

\*\*\*\*\*

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



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

\*\*\*\*\*

**Année académique 2018-2019**  
**2018-2019 Academic year**

\*\*\*\*\*

**CONCEPTION ET REALISATION D'UN ENVIRONNEMENT**  
**NUMERIQUE D'APPRENTISSAGE ET DE SUIVI PEDAGOGIQUE DES**  
**COURS SUR LES TRANSFORMATIONS PHYSIQUES DE LA**  
**MATIERE EN CLASSE DE 5<sup>e</sup>**

Mémoire présenté et soutenu par :

**MEDJO ZILLI Roméo Léonce – 07Y656**

Licencié en Informatique

En vue de l'obtention du

***DIPLOME DE PROFESSEUR DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE***  
***GENERAL SECOND GRADE***

*Filière : Informatique*

Sous l'encadrement de:

**M. ZOBO Éric Patrick**

*Chargé de Cours*

***Devant le Jury constitué de :***

**Président : ATSA ETOUNDI Roger, Professeur, UY1**

**Rapporteur : ZOBO Éric Patrick, Chargé de cours, ENS**

**Examineur : MOTO MPONG Serge, Chargé de de cours, UY1**

**Juin 2019**

## Dédicace

*Je dédie ce travail au seigneur et à ma chère et tendre mère **BILO'O ZOMBO Antoinette**.*

*En l'honneur des innombrables sacrifices consentis à mon égard, que ce travail puisse être l'une des preuves de mon éternelle reconnaissance.*

## Remerciements

Au terme de ce travail, il paraît opportun d'adresser nos sincères remerciements à celui sans qui nous ne serons pas là aujourd'hui : DIEU notre père tout puissant. De même, dans cette interface, nous trouvons l'occasion d'exprimer notre gratitude à tous ceux qui de près ou de loin par leurs précieux conseils ou suggestions, ont rendu possible la réalisation de ce travail. Nous pensons particulièrement à :

- **Le Pr MBALA ZE Barnabé**, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, pour la mise en œuvre des conditions adéquates pendant la formation au sein de l'ENS
- **Le Pr FOU DA NDJODO Marcel**, chef du département d'informatique et des technologies éducatives de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé pour ses enseignements et sa disponibilité durant notre formation.
- **Le Dr ZOBO Eric Patrick** qui a bien voulu accepté d'encadrer ce travail et pour ses multiples éclairages qui nous ont permis de surmonter toutes nos incompréhensions durant cette recherche.
- **Le corps administratif et enseignant du DITE** de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, pour leurs enseignements, conseils et disponibilité.
- **Le corps enseignant du département de science de l'éducation** pour leurs enseignements, conseils et assistance durant la formation.
- **A M. ELONO Bienvenu**, enseignant de SVTEEHV au collège de la retraite pour sa coopération.
- **A M. MEBENGA Amour Vivien**, enseignant d'informatique au collège de la retraite pour son assistance.
- **Le corps enseignant de SVTEEHB du Lycée de Mballa II** pour leur coopération.
- **A Mlle WANGUE ABESSOLO Nathalie** pour ses multiples encouragements
- **A mes enfants MEDJO ABESSOLO Siméon Claude et BILO'O MEDJO Bérangère Deborah** pour leur soutien psychologique
- **Mes oncles et tantes** pour leur soutien moral et financier.
- **Mes frères, sœurs et cousins** pour leurs précieux conseils et leur soutien moral.
- **Mes camarades** de promotion pour leurs divers conseils et leur franche collaboration.
- **Mes amis** pour leur soutien moral.
- **Les familles Jean Claude Alexis ZILLI OSSONDO, Franck Donald ZANGA ZOMBO et ABESSOLO MENYENG Boniface** pour leur soutien inconditionnel

# Sommaire

DEDICACE.....	II
REMERCIEMENTS .....	III
RESUME .....	1
ABSTRACT .....	3
LISTE DES ABREVIATIONS .....	4
LISTE DES FIGURES .....	5
LISTE DES TABLEAUX .....	6
<b>CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>7</b>
1.1.    CONTEXTE DE L'ETUDE .....	7
1.1.1. <i>Contexte international</i> .....	7
1.1.2. <i>Contexte national</i> .....	7
1.2.    PROBLEMATIQUE .....	8
1.3.    QUESTIONS DE RECHERCHE .....	9
1.3.1. <i>Question générale</i> .....	9
1.3.2. <i>Questions spécifiques</i> .....	9
1.4.    OBJECTIF DE L'ETUDE .....	9
1.4.1. <i>Objectif général</i> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1.4.2. <i>Objectifs spécifiques</i> .....	10
1.5.    ETENDUE DE L'ETUDE.....	10
1.6.    INTERET DE L'ETUDE.....	10
1.7.    DEFINITION DES CONCEPTS.....	11
1.8.    PLAN .....	11
<b>CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITTERATURE .....</b>	<b>13</b>
2.1.    HISTOIRE DE L'ENSEIGNEMENT ASSISTE PAR ORDINATEUR (EAO) .....	13
2.1.1. <i>Types d'enseignement assisté par ordinateur</i> .....	13
2.1.2. <i>Typologie des logiciels E.A.O.</i> .....	14
2.1.3. <i>Etat de l'art</i> .....	15
2.1.3.1.    Dans le monde .....	15
2.1.3.2.    Au Cameroun .....	15
2.2.    THEORIES D'APPRENTISSAGE ET APPROCHES PEDAGOGIQUES.....	16
2.2.1. <i>Théories d'apprentissage</i> .....	16
2.2.1.1.    Le Béhaviorisme .....	16
2.2.1.2.    Le constructivisme .....	16
2.2.1.3.    Le socio-constructivisme .....	17
2.2.2. <i>Approches pédagogiques</i> .....	17
2.2.2.1.    Approche par objectifs.....	17
2.2.2.2.    Approche par projet.....	18
2.2.2.3.    Approche par compétence.....	18
2.3.    MODELES D'INGENIERIE PEDAGOGIQUES.....	18
2.3.1. <i>Le Modèle AADIE</i> .....	18
2.3.2. <i>Le Modèle ASSURE</i> .....	20
2.4.    CONCEPTION LOGICIELLE.....	21
2.4.1. <i>Ingénierie logicielle</i> .....	21
2.4.1.1.    Modèles classiques .....	21

2.4.1.1.1.	Modèle en cascade .....	21
2.4.1.1.2.	Modèle en V .....	21
2.4.1.1.3.	Modèle en Y .....	22
2.4.1.2.	Les modèles agiles .....	22
2.4.1.2.1.	Méthode (R)UP (Rational Unified Process) .....	23
2.4.1.2.2.	Méthode XP (eXtreme Programming) .....	24
2.4.1.2.3.	Méthode SCRUM .....	25
2.4.2.	<i>Système décisionnel</i> .....	32
2.4.2.1.	Fonctions d'un système décisionnel .....	32
2.4.2.2.	Architecture d'un système décisionnel .....	34
2.4.2.3.	Conception d'un système décisionnel .....	35
2.4.3.	<i>Ingénierie ergonomique</i> .....	35
2.4.3.1.	Normes ergonomiques .....	36
2.4.3.2.	Règles ergonomiques .....	36
2.4.3.3.	Evaluation des logiciels Multimédia Pédagogiques Interactifs (EMPI) .....	38
2.4.4.	<i>Choix de la méthode</i> .....	39
2.4.4.1.	Méthode de développement logiciel .....	39
2.4.4.2.	Modèle d'ingénierie pédagogique .....	40
2.4.4.3.	Méthode ergonomique .....	40
<b>CONCLUSION</b> .....		<b>41</b>
<b>CHAPITRE 3: MÉTHODES ET MATÉRIELS</b> .....		<b>42</b>
3.1	LES METHODES DE RECHERCHE .....	42
3.1.1.	<i>La recherche quantitative</i> .....	42
3.1.2.	<i>La recherche qualitative</i> .....	42
3.2	LA POPULATION D'ETUDE .....	42
3.3	TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE ET ÉCHANTILLON .....	43
3.4	TECHNIQUES DE COLLECTE DES DONNEES .....	44
3.4.1.	<i>Le questionnaire</i> .....	44
3.4.2.	<i>L'entretien</i> .....	45
3.4.3.	<i>Validation des instruments de collecte de données</i> .....	45
3.4.3.1.	Cas du questionnaire .....	45
3.4.3.2.	Cas de la grille d'entretien .....	45
3.4.4.	<i>Technique d'analyse des données</i> .....	46
3.4.5.	<i>Analyse fonctionnelle</i> .....	46
3.4.5.1.	Présentation des difficultés et besoin des enseignants .....	46
3.4.5.2.	Analyse des besoins .....	47
3.4.5.3.	Analyse des fonctions de l'outil d'apprentissage .....	47
3.5	METHODOLOGIE LOGICIELLE .....	48
3.5.1.	<i>Vue sommaire sur les phases de SCRUM</i> .....	49
3.5.1.1.	La phase d'initiation .....	49
3.5.1.2.	La phase de développement .....	49
3.5.1.3.	La phase de clôture .....	49
3.5.2.	<i>Plan d'application de SCRUM</i> .....	49
3.6	MATERIELS ET LOGICIELS .....	50
3.6.1.	<i>Matériels utilisés</i> .....	50
3.6.2.	<i>Logiciels utilisés</i> .....	50
3.6.3.	<i>Ressources documentaires</i> .....	51
3.7	INGENIERIE PEDAGOGIQUE .....	51
<b>CONCLUSION</b> .....		<b>53</b>
<b>CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSIONS</b> .....		<b>54</b>

4.1	RESULTATS DE L'ANALYSE DESCRIPTIVE .....	54
4.1.1.	<i>Résultats de l'enquête auprès des enseignants</i> .....	54
4.1.2.	<i>Résultats de l'enquête auprès des élèves</i> .....	55
4.1.3.	<i>Présentation du cahier de charge</i> .....	57
4.2	RESULTATS DE L'INGENIERIE PEDAGOGIQUE.....	59
4.2.1.	<i>Analyse pédagogique</i> .....	59
4.2.1.1.	Contexte de la formation .....	59
4.2.1.2.	Analyse des besoins de la formation.....	59
4.2.1.3.	Description du public cible .....	61
4.2.1.4.	Analyse de l'existant .....	61
4.2.1.5.	Analyse des moyens .....	62
4.2.1.6.	Contraintes.....	62
4.2.2.	<i>Design pédagogique</i> .....	62
4.2.2.1.	Scénario pédagogique .....	62
4.2.2.2.	Storyboard .....	64
4.2.3.	<i>Développement pédagogique</i> .....	64
4.2.4.	<i>Implantation</i> .....	65
4.2.5.	<i>Evaluation</i> .....	65
4.3	RESULTATS DE LA CONCEPTION LOGICIELLE .....	66
4.3.1.	<i>Phase d'initiation</i> .....	66
4.3.2.	<i>Phase de développement</i> .....	67
4.3.3.	<i>Phase de clôture</i> .....	82
4.4	DISCUSSIONS .....	82
<b>CHAPITRE 5 : IMPLICATION SUR LE SYSTEME EDUCATIF .....</b>		<b>84</b>
5.1	IMPLICATION DANS LE PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT .....	84
5.2	IMPLICATION DANS LE PROCESSUS D'APPRENTISSAGE .....	84
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>		<b>85</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>		<b>86</b>
<b>ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX ELEVES .....</b>		<b>VII</b>
<b>ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX ENSEIGNANTS .....</b>		<b>IX</b>
<b>ANNEXE 3 : QUELQUES DIAGRAMMES UML .....</b>		<b>X</b>

## Résumé

Pour s'arrimer à l'évolution technologique du monde en général et réduire le retard accusé dans le domaine des techniques de l'information et la communication (TIC) en particulier, le Cameroun a décidé d'arrimer son système éducatif à ce phénomène technico-informationnelle. La matérialisation de cette volonté s'est illustrée par la création de la filière informatique à l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé et l'introduction de l'informatique comme discipline dans les lycées et collèges. Cependant, cette intégration horizontale des TIC dans les lycées et collèges est totalement aux antipodes de l'intégration transversale qui elle consiste à utiliser les TIC comme outils au service des autres disciplines en l'occurrence les MATHÉMATIQUES, la PHYSIQUE et la SVTÉEB pour ne citer que celles-là.

Pour palier à ce manquement on a vu apparaître un nombre croissant d'outils d'aides à l'apprentissage dans des domaines variés à l'instar de la SVTÉEB. Cependant une enquête menée auprès des élèves et enseignants du lycée de MBALLA II et du collège de la RETRAITE en septembre 2018 a montré que la majorité d'outils qui existent dans ce domaine au Cameroun de nos jours sont orientés apprenants. Aussi on note un manque criard voir total d'outils didactiques numériques pouvant aider non seulement l'apprenant mais aussi l'enseignant dans la prise de décisions pédagogiques ainsi qu'à l'appréciation des performances des apprenants liées à l'usage d'un outil d'aide à l'apprentissage. C'est le cas du cours sur les transformations physiques de la matière, d'où le choix d'orienter notre recherche à la conception et réalisation d'un environnement numérique d'apprentissage et de suivi pédagogique des cours sur les transformations physiques de la matière en classe de 5<sup>ème</sup> afin d'aider les apprenants mais aussi les enseignants à l'anticipation et à la prise de bonnes décisions stratégiques sur l'entreprise qu'est la classe et par conséquent de booster les performances des élèves. Pour y parvenir, nous sommes passés par une méthode d'ingénierie pédagogique (ADDIE) pour la réalisation du contenu couplée à une méthode d'ingénierie logicielle (SCRUM) auxquelles des critères ergonomiques précis ont été ajoutés. L'application de ces méthodes nous a permis d'obtenir un logiciel que nous avons nommé ENASPA (Environnement Numérique d'Apprentissage et de Suivi Pédagogique des apprenants) qui répond à plus de 89% aux attentes des enseignants et apprenants.

En somme, nous pouvons dire qu'ENASPA peut être intégré comme ressources didactique complémentaire dans le processus enseignement/apprentissage et comme outil d'aide à l'apprentissage et la prise des décisions pédagogiques.

**Mots clés : Apprentissage, enseignement assisté par ordinateur, ingénierie pédagogique, ingénierie logicielle, système décisionnel,**



## Abstract

Cameroon has decided to tie its education system to new information and communication technologies (ICTs) in vogue with the view to accommodating with the technological evolution of the world on the one hand and reducing the digital divide in particular on the other. This has been put into practice through the creation of the computer science Department at the Higher Teacher's Training College of Yaounde and the implementation of computer science as a discipline in high schools and colleges. This horizontal integration of ICTs in high schools and colleges is definitely at odds with the transversal integration of using ICTs as a tool for other disciplines such as MATHEMATICS, PHYSICS and SVTEEHB to name but a few.

To overcome this, an increase of learning tools in various areas like the SVTEEHB has been observed. However, a survey conducted among the students and teachers of the MBALLA II high school and the COLLEGE DE LA RETRAITE in September 2018 showed that the majority of tools that exist in this field in Cameroon today are learner-centred. In addition, there is a glaring or total lack of digital didactic tools that can help not only the learner but also the teacher in making pedagogical decisions as well as the assessment of the learners' performances related to the use of a learning tool. Our research aims at designing and working out a digital learning environment towards the pedagogic follow-up through lessons on physical transformations of the matter in 5ème.

This will help learners as well as teachers to anticipate and make good and strategic decisions about classroom management and therefore boost students' performances. To achieve this, we went through an Instructional Engineering Method (IEM) for the realization of content coupled with a Software Engineering Method (SEM) to which specific ergonomic criteria were added. The purpose of these methods has allowed us to obtain software that we have named DELPFL (Digital Environment for Learning and Pedagogical Follow-up of Learners) that meets more than 89% of teachers and learners' expectations.

To sum up, we can say that DELPFL can be integrated as complementary didactic resources in the teaching and learning process and as a tool to improve learning and make pedagogical decisions.

**Keywords:** Apprenticeship, computer-assisted instruction, instructional engineering, software engineering, decision-making system

## Liste des abréviations

**APC** : Approche Par les Compétences

**CSS**: Cascading Style sheets

**DITE** : Département d'Informatique et des Technologies Educatives

**EMPI** : Evaluation des logiciels Multimédia Pédagogiques Interactifs

**ENASPA** : Environnement Numérique d'Apprentissage et de Suivi Pédagogique des apprenants

**ENS** : Ecole Normale Supérieure

**ESG** : Enseignement Secondaire Générale

**ETL** : Extract Transform Load

**HTML**: Hyper Text Markup Language

**MOODLE**: Modular Object-Oriented Dynamics Learning Environment

**RUP** : Rational Unified Process

**SVT** : Science de la Vie et de la Terre

**SVTEEHB** : Science de la Vie et de la Terre, Education à l'Environnement, Hygiène et Biotechnologie

**TIC** : Technologie de l'Information et de la Communication

**TICE** : Technologie de l'Information et de la Communication en Education

**UML**: Unified Modeling Language

**XP**: eXtreme Programming

## Liste des figures

FIGURE 1 : MODELE ADDIE PROPOSE PAR GILBERT PAQUETTE, CHERCHEUR EN SCIENCE DE L'ÉDUCATION ET PROFESSEUR A LA TELEUNIVERSITE DU QUEBEC .....	18
FIGURE 2 : MODELE EN CASCADE, (JACQUES LONCHAMP, 2005) .....	21
FIGURE 3 : MODELE EN V, (JACQUES LONCHAMP, 2005).....	22
FIGURE 4 : MODELE EN Y, (JACQUES LONCHAMP, 2005) .....	22
FIGURE 5 : PHASES, ITERATION ET DISCIPLINES DU MODELE (R)UP, (JACQUES LONCHAMP, 2005) .....	24
FIGURE 6: PROCESSUS XP AU NIVEAU MACROSCOPIQUE (LONCHAMP, 2015) .....	25
FIGURE 7 : PRODUCT BACKLOG (LONCHAMP, 2015) .....	30
FIGURE 8 : IMAGE SPRINT BACKLOG (TREMBLAY, 2007) .....	31
FIGURE 9: SPRINT BURNDOWN CHART (LONCHAMP, 2015).....	31
FIGURE 10 : PROCESSUS SCRUM (AMBLER, 2014).....	32
FIGURE 11 : LES 4 PHASES DU PROCESSUS DE BUSINESS INTELLIGENCE, DE LA DONNÉE À L'INFORMATION. ....	32
FIGURE 12 : STRUCTURE D'UN ETL .....	33
FIGURE 13 : ENSEMBLE DES COMPOSANTS INTERVENANT DANS UN SYSTÈME DÉCISIONNEL (SOURCE: 'INFORMATIQUE DÉCISIONNELLE' NFE115) .....	34
FIGURE 14 : DIMENSION DE L'EVALUATION D'UNE INTERFACE (SENACH, 1990) .....	38
FIGURE 15 : HIERARCHIE DES THEMES ET META-CRITERES .....	39
FIGURE 16 : PARAMETRAGE DU QUESTIONNAIRE .....	46
FIGURE 17 : DIAGRAMME DE BÊTE À CORNES .....	47
FIGURE 18 : DIAGRAMME DE PIEUVRES.....	48
FIGURE 19 : DIFFICULTES D'ENSEIGNEMENT ET SUIVI PEDAGOGIQUE.....	54
FIGURE 20 : REPARTITION DES AGES DE L'ÉCHANTILLON .....	55
FIGURE 21 : STATISTIQUES SUR LES DIFFICULTES D'APPRENTISSAGE .....	55
FIGURE 22 : STRUCTURE D'UNE RELEASE .....	68
FIGURE 23 : DES SPRINTS ET LEURS ACTIVITES EN PARALLELE.....	69
FIGURE 24 : RESULTAT D'UN SPRINT DE NOTRE PROJET .....	69
FIGURE 25 : ETAPES DE PLANIFICATION DES SPRINTS.....	71
FIGURE 26 : UN BURNDOWN CHART DU SPRINT 1 DE LA RELEASE 1 .....	73
FIGURE 27 : ETAPES DE LA REVUE DE SPRINT .....	74
FIGURE 28 : UN BURNDOWN CHART DU SPRINT 2 DE LA RELEASE 1 .....	76
FIGURE 29 : PAGE D'ACCUEIL DE L'OUTIL DE COLLECTE DE DONNEES .....	78
FIGURE 30 : MENU PRINCIPAL DE L'OUTIL DE COLLECTE DES DONNEES .....	78
FIGURE 31 : MENU DES LEÇONS .....	79
FIGURE 32 : PAGES DES OBJECTIFS DE LA LEÇON .....	79
FIGURE 33 : FORMULAIRE DE CONNEXION.....	80
FIGURE 34 : FORMULAIRE D'ENREGISTREMENT DES ELEVES.....	80
FIGURE 35 : FORMULAIRE D'ENREGISTREMENT DES ENSEIGNANTS.....	80
FIGURE 36 : FORMULAIRE DE CREATION DES QUESTIONS .....	81
FIGURE 37 : CONSULTATION STATISTIQUES.....	81

## Liste des tableaux

TABLEAU 1: FONCTIONS PEDAGOGIQUES DE L'ORDINATEUR ET LEURS CARACTERISTIQUES .....	14
TABLEAU 2: SYNTHESE DES THEORIES D'APPRENTISSAGE .....	17
TABLEAU 3: TABLEAU DES ROLES DE SCRUM (LONCHAMP, 2015) .....	26
TABLEAU 4: DISTRIBUTION DES CLASSES DE TROISIEME DE LA POPULATION CIBLE.....	43
TABLEAU 5: DISTRIBUTION DE L'HANTILLON PAR ETABLISSEMENT.....	44
TABLEAU 6: CONTEXTUALISATION DE LA METHODE ADDIE.....	51
TABLEAU 7 : RECAPITULATIF SUR L'IDENTITE DES ENSEIGNANTS .....	54
TABLEAU 8 : RECAPITULATIF DES ELEVES PAR SEXE ET PAR ETABLISSEMENT .....	55
TABLEAU 9 : STATISTIQUES SUR LA COMPREHENSION DES NOTIONS LIEES AUX TRANSFORMATIONS PHYSIQUES DE LA MATIERE .....	56
TABLEAU 10 : RESUME DES COMPETENCES DE LA FORMATION.....	59
TABLEAU 11 : RESUME DES CONTENUS PEDAGOGIQUES .....	60
TABLEAU 12 : SEANCES DE LA FORMATION .....	63
TABLEAU 13: BACKLOG PRODUIT .....	66
TABLEAU 14: RELEASE OUTIL DE SUIVI ET SES SPRINTS .....	68
TABLEAU 15: RELEASE TERMINAL DE COLLECTE DES DONNEES ET SES SPRINTS.....	68
TABLEAU 16 : BACKLOG DES SPRINTS ET ACTIVITES DE DEVELOPPEMENT .....	69
TABLEAU 17: BACKLOG DES SPRINTS DE NOTRE PROJET PAR TACHES.....	70
TABLEAU 18 : PLAN DE RELEASE .....	71
TABLEAU 19 : TACHES DU SPRINT 1 DE LA RELEASE 1.....	72
TABLEAU 20 : ESTIMATION DES TACHES DU SPRINT 1 DE LA RELEASE 1 .....	72
TABLEAU 21 : TABLEAU D'ATTRIBUTION DES TACHES DU SPRINT 1 DE LA RELEASE 1 .....	72
TABLEAU 22 : TABLEAU MURAL DU SPRINT 1 DE LA RELEASE 1.....	73
TABLEAU 23 : TACHES DU SPRINT 2 DE LA RELEASE 1.....	75
TABLEAU 24 : ESTIMATION DES TACHES DU SPRINT 2 DE LA RELEASE 1 .....	75
TABLEAU 25 : TABLEAU D'ATTRIBUTION DES TACHES DU SPRINT 2 DE LA RELEASE 1 .....	75
TABLEAU 26 : TABLEAU MURAL DU SPRINT 2 DE LA RELEASE 1.....	76
TABLEAU 27 : TACHES DU SPRINT 1 DE LA RELEASE 2 .....	77
TABLEAU 28 : ESTIMATION DES TACHES DU SPRINT 1 DE LA RELEASE 2.....	77
TABLEAU 29 : TABLEAU D'ATTRIBUTION DES TACHES DU SPRINT 1 DE LA RELEASE 2 .....	77
TABLEAU 30 : TABLEAU MURALE DU SPRINT 1 DE LA RELEASE 2 .....	77
TABLEAU 31 : EVALUATION DE L'OUTIL AVEC 8 ENSEIGNANTS.....	82
TABLEAU 32 :EVALUATION DE L'OUTIL AVEC 30 ELEVES.....	82

## CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE

Dans ce chapitre, nous présenterons d'abord les circonstances dans lesquelles s'insèrent notre étude, le constat fait et les objectifs de la recherche. Ensuite nous nous appesantirons sur les points sur lesquels nous avons orienté notre recherche, l'étendue de l'étude. Enfin nous scruterons l'importance de l'étude en présentant le plan de notre travail.

### 1.1. Contexte de l'étude

L'arrivée des ordinateurs dans notre vie quotidienne, privée et professionnelle, a modifié notre façon de penser, d'agir, de travailler et de décider. Aujourd'hui, l'informatique représente le fondement de la vie moderne et devient de ce fait indispensable voir inévitable. L'intégration de l'ordinateur dans divers domaines a donné naissance à des activités telles que : la télématique (domaine de transmission), la monétique (domaine bancaire), la bureautique (les techniques de bureau), l'éducatique (domaine de l'enseignement) et bien d'autres.

#### 1.1.1. Contexte international

L'avènement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) a considérablement révolutionné le domaine de l'éducation ainsi que le processus enseignement/apprentissage et (Perreault, 2003) de dire « *les TIC fournissent des moyens novateurs, non seulement pour la diffusion des connaissances mais aussi pour l'exploration de stratégies d'apprentissage qui favorisent la construction des compétences (Lebrun, 1999; CSE, 2000): accessibilité de l'information, communication et échange en temps réel ou différé avec des groupes d'intérêt virtuels ou des communautés d'apprentissage, interactivité, multimédia* ». Dans le domaine de l'éducation plusieurs initiatives ont été prises à travers le monde. (Galarneau, 2006) nous révèle que le Ministère Canadien de l'Éducation a permis le développement à travers le Groupe Atlas, d'un Atlas scolaire du Québec pour approfondir les connaissances sur la dynamique externe de la terre.

#### 1.1.2. Contexte national

Au Cameroun, La Loi d'Orientation de l'Éducation n° 98/004 du 14 avril 1998 dans son article 25 énonce que « *l'enseignement dans les établissements scolaires devrait prendre en compte l'évolution des sciences et des technologies et aussi que le système éducatif doit former les Camerounais enracinés dans leurs cultures et ouverts au monde* ». Pour être en

phase avec l'article sus cité, le **Décret n°2002/004 du 4 janvier 2002**, crée une Inspection Générale de Pédagogie chargée de l'enseignement de l'informatique et l'**arrêté N° 18070753/MINESUP/DDES du 07 septembre 2007** crée un Département d'Informatiques de Technologies Educatives (DITE) à l'Ecole Normale Supérieure(ENS) de l'université de Yaoundé <sup>1</sup>. Dès lors, un nombre croissant de logiciels éducatifs ont été conçus par les étudiants de ce département pour faciliter l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre Education à l'Environnement Hygiène et Biotechnologie (SVTEEB) au secondaire à l'instar du didacticiel nommé VIDA<sup>2</sup> réalisé par NOUYEP NOUNDJIO Steve<sup>3</sup> pour l'enseignement du VIH/SIDA en classe de quatrième de l'enseignement général. Ce logiciel comme bien d'autres étant orienté apprenant, nous nous proposons donc de concevoir et réaliser un environnement numérique d'apprentissage et de suivi pédagogique des apprenants traitant des transformations physiques de la matière en classe de cinquième (5<sup>ème</sup>) de l'enseignement secondaire général au Cameroun.

## 1.2. Problématique

Au Cameroun le processus d'intégration des TIC dans l'enseignement se fait de façon progressive dans toutes les disciplines scolaires en l'occurrence la géographie, l'histoire, la biologie et bien d'autres. Cependant la majorité d'outils TICE développés jusqu'à ce jour sont beaucoup plus orientés apprenant. Dans notre environnement, les outils existants doivent être améliorés dans le sens de l'autonomisation de l'apprenant et de l'appui au suivi de ce dernier par l'enseignant. Dans cette logique, il n'existe presque pas d'outils TICE orientés apprenant/enseignant et pouvant aider à l'apprentissage et au suivi pédagogique. Un constat fait au lycée de Mballa II montre qu'à cause des effectifs pléthoriques dans les salles de classe, un manque de laboratoire et une insuffisance d'outils didactiques les enseignants ont des difficultés à faire un suivi pédagogique de proximité surtout dans des disciplines comme la science où ce suivi s'avère capital. Les principales méthodes de suivi des apprenants observées sont les suivantes : le regroupement des élèves par groupe de travail en fonction du matériel didactique disponible, la comparaison des performances des groupes, la restitution

---

<sup>1</sup> Indépendamment de ce contexte juridique et institutionnel, on peut relever le déplacement du chef de l'état dans deux établissements d'enseignement secondaire notamment le Lycée Général le Clerc et le Lycée Bilingue de Yaoundé à l'occasion de l'opérationnalisation effective du pilotage de cette entreprise (TIC). Ce déplacement peut être considéré dans une certaine mesure comme tenant lieu de contexte politique.

<sup>2</sup> Contraction de VIH et SIDA

<sup>3</sup> Ancien étudiant du département d'informatique et des technologies éducatives de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé. En dehors de lui il ya d'autres qui ont mener des recherches dans cette perspective.

globale (fusion des groupes). Cet état de fait joue en défaveur des apprenants par ce que rendant difficile voir impossible le suivi individuel de chaque apprenant.

De ce qui précède, nous nous demandons comment à partir de cet état de fait et des besoins exprimés par les apprenants et enseignants on peut concevoir et réaliser un environnement numérique d'apprentissage et de suivi pédagogique des cours de transformation physique de la matière simple d'utilisation qui répond mieux aux attentes des élèves et des enseignants ?

### **1.3. Questions de recherche**

#### **1.3.1. Question générale**

La question que nous nous posons pour ce travail est celle de savoir : comment Peut-on concevoir et réaliser un outil didactique numérique en science, répondant à des critères ergonomiques précis et facilitant l'apprentissage, ainsi que l'appréciation des performances des apprenants de la classe de cinquième en vu de la prise d'une meilleure décision pédagogique telle qu'un renforcement ou une remédiation sur le cours des transformations physiques de la matière ?

#### **1.3.2. Questions spécifiques**

- Quelles sont les difficultés auxquelles font face les apprenants et les enseignants des classes de cinquième lors du cours des transformations physiques de la matière ?
- Quelles sont les préférences des élèves et des enseignants dans un logiciel à développer dans cette étude pour faciliter l'apprentissage et le suivi pédagogique sur le cours des transformations physiques de la matière en classe de cinquième ?
- Quelles sont les impressions des élèves et enseignants de la classe de cinquième après l'utilisation d'un logiciel développé pour faire face à leurs difficultés ?

### **1.4. Objectif de l'étude**

#### **1.4.1. Objectif général**

L'objectif général de cette étude est la conception et réalisation d'un outil TICE de sciences devant aider les apprenants sur les cours de transformation physique de la matière et offrant aux enseignants la possibilité de mesurer (évaluer) , agir, anticiper bref de piloter au mieux l'activité de l'entreprise qu'est la classe afin d'améliorer ses performances opérationnelles mais aussi à la prise de décisions pour un meilleur suivi pédagogique des apprenants.

### 1.4.2. Objectifs spécifiques

Afin d'atteindre notre objectif général cité plus haut, il serait judicieux pour nous de :

- Identifier et analyser les difficultés auxquelles font face les apprenants des classes de cinquième lors de leur apprentissage sur le cours des transformations physiques de la matière.
- Identifier et analyser les difficultés qu'ont les enseignants de sciences de la classe de cinquième à mesurer les performances des apprenants sur le cours des transformations physiques de la matière.
- Identifier les préférences des élèves dans un logiciel à développer dans cette étude pour faciliter leur apprentissage sur le cours des transformations physiques de la matière en classe de cinquième.
- Identifier les préférences des enseignants dans un logiciel à développer dans cette étude pour faciliter le suivi pédagogique des apprenants sur les transformations physiques de la matière en classe de cinquième.
- ressortir les impressions des élèves et enseignants de la classe de cinquième après l'utilisation d'un logiciel développé pour faire face à leurs difficultés.

### 1.5. Etendue de l'étude

Du point de vue géographique et spacial, notre étude se déroule au Cameroun<sup>4</sup>, dans la région du Centre, plus précisément dans le département du Mfoundi. Les établissements concernés par notre étude sont notamment le Lycée de Mballa II et le Collège de la retraite. Le choix de ces établissements s'est fait en fonction de notre lieu de stage et de la proximité avec notre lieu de résidence. Le champ de notre étude porte essentiellement sur la séquence 4 à savoir : Les transformations physiques de la matière, programme de sciences des classes de cinquième de l'enseignement général.

### 1.6. Intérêt de l'étude

A partir d'une méthode de développement logicielle et des normes ergonomiques pour la conception d'applications, nous allons contribuer à la conception et à la réalisation d'un outil d'aide à l'apprentissage et au suivi pédagogique des apprenants pour faciliter la mesure des performances des élèves de la classe de cinquième de l'enseignement secondaire général.

---

<sup>4</sup> Pays situé en Afrique au sud du Sahara en général et dans la zone CEMAC en particulier.



Ce dernier sera utilisé comme instrument pédagogique pour aider les élèves de cinquième à mieux assimiler le cours sur les transformations physiques de la matière et aussi comme outil didactique complémentaire qui aidera l'enseignant au suivi pédagogique des apprenants.

## 1.7. Définition des concepts

- **Didacticiel** : Selon le dictionnaire le Grand Robert, le didacticiel est un logiciel à la fonction pédagogique (utilisé dans l'enseignement assisté par ordinateur). Autrement dit, il s'agit d'un logiciel interactif destiné à l'apprentissage des savoirs sur un thème ou sur un domaine donné.
- **Apprentissage** : c'est le processus d'acquisition des savoirs, savoir-faire et savoir-être autrement dit le processus d'acquisition des connaissances, des attitudes, des compétences et des valeurs culturelles par l'observation, l'essai, l'imitation et la présentation
- **SVT** : Sciences de la vie et de la terre
- **Ergonomie** : Selon le dictionnaire le Grand Robert, l'ergonomie est l'étude scientifique des conditions (psychophysiologiques et socio-économiques) de travail et de relation entre l'homme et la machine.
- **Biologie** : Selon le dictionnaire le Grand Robert, la biologie est la science générale des êtres vivants, incluant celle des plantes, des animaux et des hommes.
- **Conception** : la conception est la formation d'un concept dans l'esprit. C'est donc un ensemble d'activités permettant de faire des représentations abstraites d'un concept donné.
- **Réalisation** : Phase de maîtrise du délai et des coûts d'un projet.
- **Méthodologies de développement** : Assemblage de techniques et de méthodes permettant la gestion de toutes les phases du cycle de développement logiciel.
- **MOODLE** : Modular Object-Oriented Dynamics Learning Environment, c'est une plateforme d'apprentissage virtuelle, accessible en réseau.
- **Codage** : la traduction dans un langage de programmation des fonctionnalités définies lors de phases de conception
- **TIC** : Technologie de l'information et de la communication.
- **Data warehouse** : d'après (Inmon, 1992), c'est une <<collection de données thématiques, intégrées, non volatiles et historisées, organisées pour le support d'un processus d'aide à la décision>>

## 1.8. Plan

Outre l'introduction, dans le chapitre 2 intitulé « **Revue de la littérature** », nous présenterons le travail fait dans l'utilisation des TICE en SVT, puis nous expliquerons les modèles d'ingénierie pédagogique, les méthodologies d'analyse, de développement logiciel, de mise en place de système décisionnel et les différents critères de conception ergonomique

des logiciels. Dans le chapitre 3 intitulé « **Méthodologie** », nous détaillerons la méthode de collecte des données, la méthode d'analyse et de développement logiciel choisie et le matériel à utiliser pour la réalisation du logiciel. Dans le chapitre 4 intitulé « **Résultats et Discussion** », nous présenterons les résultats obtenus puis nous les discuterons. Dans le chapitre 5, « **Implication sur le système éducatif** », nous présenterons les implications sur le processus d'enseignement ainsi que sur l'apprentissage.

## CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITTÉRATURE

Dans ce chapitre nous allons passer en revue l'histoire de l'enseignement assisté par ordinateur (2.1), les théories d'apprentissage et approches pédagogiques (2.2), les modèles d'ingénierie pédagogique (2.3) et logicielle (2.4).

### 2.1. Histoire de l'enseignement assisté par ordinateur (EAO)

D'après (Demaizière, 1986), l'enseignement assisté par ordinateur (EAO) est une spécialité informatique qui regroupe les logiciels permettant l'aide à l'apprentissage dans des domaines divers, ainsi que les outils utilisés pour créer ces programmes.

Dans la littérature, il est assez difficile d'établir ce qu'est réellement l'Enseignement Assisté par Ordinateur. On peut toutefois se référer à des chercheurs tels que Skinner, Crowder, et Jean Piaget. Parmi les théoriciens contemporains il faut aussi noter l'apport de Seymour Papert qui, à travers la création du langage Logo, a permis de donner une dimension plus concrète à l'EAO. On s'est alors éloigné d'une approche directive, où en quelque sorte le logiciel programmat l'enfant, pour adopter une approche constructive et plus motivante pour celui-ci, qui devenait dès lors plus concentré parce qu'adoptant un rôle plus actif. En 2011, c'est cette approche qui fait l'objet des principaux développements, comme Sankoré 3.1 ou Moodle 2.0, qui sont par ailleurs des logiciels libres utilisant des contenus libres de droits.

Les fondements de l'EAO remontent au milieu des années 1980, avec l'avènement et le développement des premiers ordinateurs personnels, des premiers logiciels éducatifs et de périphériques d'interaction homme-machine spécialisés comme la souris ou le crayon optique. Les sciences cognitives réunissent des domaines qui permettent de faire évoluer un tel enseignement.

#### 2.1.1. Types d'enseignement assisté par ordinateur

D'après DeVries(2001), l'ordinateur possède huit fonctions pédagogiques dans l'enseignement. Ces fonctions et leurs caractéristiques sont présentées au tableau I.

Berger et al (1994) séparent les utilisations de l'ordinateur pour enseigner ou pour apprendre en quatre catégories : les didacticiels, les évaluateurs de performances, les simulations assistées par ordinateur et les expérimentations assistées par ordinateur. Les didacticiels correspondent généralement à des exercices, à des documents multimédias pouvant contenir des hyperliens et à des présentations sur support informatique destinés à être consultés par l'élève.

Les évaluateurs de performance, quant à eux, correspondent à des évaluations de l'élève administrées et compilées localement par un ordinateur ou à distance par le biais d'Internet, et qui sont susceptibles de mettre en évidence certains besoins de l'élève dans le but de le diriger vers les ressources correspondant à ces besoins. Les simulations assistées par ordinateur, elles, utilisent les possibilités de calcul et

d'affichage de l'ordinateur pour simuler un phénomène et le représenter à l'écran avec différents niveaux de complexité, d'interactivité et de réalisme.

*Tableau 1: Fonctions pédagogiques de l'ordinateur et leurs caractéristiques*

Fonctions pédagogiques	Type de logiciel	Théorie	Tâches	Connaissances
Présenter de l'information	Tutoriel	Cognitivisme	Lire	Présentation ordonnée
Dispenser des exercices	Exercices répétés	Béhaviorisme	Faire des exercices	Association
Véritablement enseigner	Tuteur intelligent	Cognitivisme	Dialogue	Représentation
Captiver l'attention et la motivation de l'élève	Jeu éducatif	Principalement béhaviorisme	Jouer	
Fournir un espace d'exploration	Hypermédia	Cognitivisme Constructivisme	Explorer	Présentation en accès libre
Fournir un environnement pour la découverte de lois naturelles	Simulation	Constructivisme Cognition située	Manipuler, observer	Modélisation
Fournir un environnement pour la découverte de domaines abstraits	Micro-monde	Constructivisme	Construire	Matérialisation
Fournir un espace d'échange entre élèves	Apprentissage collaboratif	Cognition située	discuter	Construction de l'élève

Tableau tiré de DeVries (2001)

### 2.1.2. Typologie des logiciels E.A.O.

D'après le portail TICE 1er Degré (TICE), On peut distinguer plusieurs types de logiciels d'EAO : les ludo-éducatifs, les éducatifs purs (exerciceurs) et les encyclopédiques, qu'ils soient " ouverts " (possibilité pour l'enseignant d'introduire lui-même ses exercices) ou " fermés ". Dans tous les cas, il est impératif qu'ils soient intégrés dans les enseignements et non pas simplement "plaqués" ou juxtaposés :

**Les logiciels ludo-éducatifs** existent pour tous les niveaux. Ils demandent des ordinateurs récents pour fonctionner correctement. Créés pour une utilisation dans un cadre familial, ils sont souvent présents dans les CDthèques des écoles. Leur gros inconvénient est que les notions étudiées sont difficiles à sérier et souvent engluées dans une myriade d'effets prenant beaucoup de temps. La médiation de l'enseignant est indispensable pour les utiliser dans le cadre scolaire. De plus, il est difficile d'évaluer les compétences abordées et acquises lorsque cela est possible. Certains de ces logiciels sont "ouverts" mais cette opération relativement longue pour être efficace est rarement utilisée par les enseignants. Leur coût, loin d'être négligeable, n'est pas toujours en rapport avec ce qu'ils apportent.

**Les éducatifs purs** abordent des domaines précis (français : lecture, conjugaison, grammaire. math : tables, numération, géométrie. histoire, géo, sciences.). Il en existe de toutes sortes : du très ancien fonctionnant sur des ordinateurs obsolètes au plus récent nécessitant des ordinateurs plus performants. Ils sont plus adaptés à un usage scolaire que les précédents, les exercices sont ciblés, la possibilité d'évaluation et de regroupements de résultats est souvent présente. La notion d'"ouverture", bien que nécessitant du temps, existe et est relativement facile à mettre en ouvre. Le coût de ces logiciels est très variable, mais il est possible d'équiper une école avec de tels logiciels avec des financements modiques. En moyenne, quelques dizaines d'euros suffisent mais il en existe beaucoup de gratuits.

**Les logiciels encyclopédiques** ont permis une évolution de l'enseignement assistée par ordinateur par la possibilité d'effectuer des recherches documentaires sur un support différent du livre qu'il soit sur CD-ROM ou en ligne c'est-à-dire sur internet.

Comme pour les logiciels ludo-éducatifs, l'enseignant devra investir un temps non négligeable à l'appropriation des possibilités de navigation à l'intérieur du logiciel et vérifier le contenu avant de laisser les élèves chercher, sous peine d'une grosse perte de temps pour ces derniers.

Les assistants d'éducation apportent souvent une aide importante dans la mise en place d'activités utilisant ces différents logiciels mais il faut rappeler que leur rôle n'est pas d'élaborer et mettre en place ces activités. Cette responsabilité incombe à l'enseignant.

### 2.1.3. Etat de l'art

De nombreux travaux ont déjà été menés dans l'enseignement assisté par ordinateur dans le monde en général et au Cameroun en particulier pour ce qui est des SVT.

#### 2.1.3.1. Dans le monde

- L'intégration des TIC dans la biologie est une préoccupation qui ne date pas d'aujourd'hui. Certains auteurs ont montré que l'informatique influence les contenus enseignés en biologie à l'instar de (Vialle, 1999) qui affirme : « *L'ordinateur rend d'important services à l'expérimentation, l'ordinateur rend possible la simulation, la modélisation* ». C'est dans ce sens que des plateformes comme : <http://www.education.francetv.fr> qui recueille un ensemble de jeux éducatif ont été créés. Parmi ces jeux nous pouvons citer :

- Humano Bio qui est un jeu pour apprendre l'anatomie (site web1)
- Animation flash sur la biologie de la cellule (site web2)

- En mars 2002, Gilles FURELAUD, Professeur Agrégé de SVTEEB met sur pied une animation Flash intitulée « structure du VIH-1 » (FURELAUD, 2002) qui présente le virus du SIDA, ses différentes parties et le rôle de chacune en phase de contamination d'un patient.

- Le département des SVT de l'académie de Strasbourg a développé et publié sur son site officiel <http://www.svt.site.ac-strasbourg.fr/> un ensemble de ressources numériques destinées à l'amélioration des pratiques pédagogiques dans l'enseignement des SVT. Ces outils traitent de plusieurs sujets notamment la perturbation du cerveau, le cycle féminin, les types d'éruption dans les classes du secondaire.

#### 2.1.3.2. Au Cameroun

Au Cameroun, les étudiants du département d'informatique et des technologies éducatives de L'Ecole Normale Supérieure produisent des didacticiels dans divers domaines de l'éducation. Dans le domaine de la SVTEEB nous pouvons par exemple citer : **BOOST PRODUCTION** développé en 2018 par FOKO Brice, il est destiné à l'apprentissage de l'amélioration de la quantité et de la qualité des productions animales et végétales en classe de 5<sup>ème</sup> ESG ; **DISAPHEVO (Didacticiel Sur l'Apprentissage des Phénomènes Volcaniques)** développé en 2018 par ONANA BELINGA Rodrigue, il est destiné à l'apprentissage sur les phénomènes volcaniques en classe de 4<sup>ème</sup> ESG. Ce ne sont pas les seuls mais nous avons constaté dans nos recherches qu'aucun ne traite des transformations physiques de la matière.

## 2.2. Théories d'apprentissage et approches pédagogiques

### 2.2.1. Théories d'apprentissage

Une théorie d'apprentissage peut être définie comme étant le processus d'acquisition des savoirs. Cette définition est soutenue par Mohammed Chekour, Mohammed Laafou et Rachid Janati-Idrissi (Chekour, 2015) qui disent que « *les théories d'apprentissage visent à expliquer le phénomène d'acquisition de connaissances* ». Il existe plusieurs théories d'apprentissage parmi lesquelles :

#### 2.2.1.1. Le Béhaviorisme

Le behaviorisme est la première grande théorie de l'apprentissage à avoir fortement marqué les domaines de l'éducation, de l'enseignement et de la formation (Ngwa, 2016). Dans cette théorie on regarde l'enfant comme une machine qui réagit en fonction des stimuli. Ses précurseurs sont Pavlov (1890) avec le « *conditionnement classique* » et Skinner (1950) avec le « *conditionnement instrumental* ». Ce courant théorique qui a largement dominé les recherches en psychologie durant la première moitié du 20e siècle, exerce encore aujourd'hui une influence très forte. Instigué par l'américain Watson à partir du mot behavior signifiant comportement, le béhaviorisme ici est pris comme étant la manifestation observable de la maîtrise d'une connaissance, celle qui permettra de s'assurer que l'objectif visé est atteint. Le béhaviorisme n'a pas très bonne presse chez nous car il est souvent réduit au conditionnement.

L'enseignant prépare son enseignement en formulant les objectifs pédagogiques opérationnels à atteindre afin de permettre à l'apprenant d'assimiler progressivement les notions élémentaires de la leçon enseignée. En matière de méthode pédagogique, les plus courantes sont l'exposé magistral et la pratique répétée. L'enseignant augmente ainsi les capacités de l'apprenant, facilite l'apprentissage en vue d'atteindre l'objectif fixé au début.

#### 2.2.1.2. Le constructivisme

Elle se centre sur la manière dont le sujet organise le monde et élabore des connaissances à partir de ses opérations mentales. Selon cette théorie l'enfant doit interagir avec l'environnement pour construire son propre savoir.

Cette théorie dont le père fondateur est Jean Piaget est fondée sur l'idée que la connaissance est construite par l'apprenant sur la base d'une activité mentale. Les apprenants sont considérés ici comme des organismes actifs qui doivent travailler seuls pour construire leur savoir. Elle prône le principe selon lequel on apprend par accommodation et par assimilation d'où son postulat de base : le développement précède l'apprentissage.

L'assimilation permet au sujet de faire sien son objet d'étude, de l'intérioriser ainsi de se le représenter pour mieux agir. Il peut nécessiter une accommodation quand l'objet ne lui est pas familier et ainsi l'adaptation à sa pratique et sa représentation est nécessaire pour une assimilation.

### 2.2.1.3. Le socio-constructivisme

L'approche sociocognitive ou socio constructive introduit une dimension supplémentaire : celle des interactions, des échanges, du travail de verbalisation, de co-construction, de co-élaboration (Doise, 1981). L'apprentissage est alors davantage considéré comme le produit d'activités sociocognitives liées aux échanges didactiques enseignant/élèves et élèves/élèves. Dans cette perspective, l'idée d'une construction sociale de l'intelligence est prolongée par l'idée d'une auto-socio-construction des connaissances par ceux qui apprennent. Dans le cadre socioconstructiviste, les conditions de mise en activité des apprenants sont essentielles, car ce qui se joue dans les apprentissages ce n'est pas seulement l'acquisition de connaissances nouvelles ou la restructuration de connaissances existantes ; c'est également le développement de la capacité à apprendre, à comprendre, à analyser ; c'est également la maîtrise d'outils. L'apprentissage selon cette approche n'est pas à sens unique. Il doit avoir interaction entre l'enseignant et les apprenants afin que ces derniers construisent leur propre savoir à partir d'une situation ou d'un problème de départ aux quel ils doivent apporter des solutions. Ceci est soutenu par la théorie interactionniste de Vygotski (1978).

Le tableau ci-dessous fait une synthèse de ces théories d'apprentissage.

*Tableau 2: Synthèse des théories d'apprentissage*

Modèle pédagogique	Postulat de base	Principes	Pédagogie	Méthode	Rôle de l'enseignant	Rôle de l'apprenant
<b>Béhavioriste</b>	S – R	Conditionnement , Renforcement	Enseignement programmé, par objectif	L'observation	Guide	Actif
<b>Constructiviste</b>	Le développement précède l'apprentissage	Assimilation, accommodation	Questionnement	Manipulation, expérimentation	Facilitateur	Actif, auteur
<b>Socioconstructiviste</b>	Interaction sociale, L'apprentissage précède le développement	ZPD, MKO	Apprentissage coopératif, Tutorat	Réciprocité	Tuteur, médiateur, collaborateur, pair	Collaborateur, paire

Il ressort du tableau ci-dessus que le constructivisme et le socioconstructivisme mettent l'accent sur la place de l'apprenant dans le processus d'apprentissage. Notre plateforme de collecte de données sera donc sera donc selon les modèles constructiviste et socioconstructiviste.

## 2.2.2. Approches pédagogiques

### 2.2.2.1. Approche par objectifs

Ici l'on se fixe un objectif de fin. L'élève n'est pas tabula rasa et donc à des connaissances et des aptitudes dont il pourra se servir. La logique de cette approche est que l'on décompose le grand savoir en sous-savoir (Martinand, 1986). Le risque dans cette approche est qu'une fois le savoir décomposé, l'élève à la fin de son apprentissage n'arrive pas réassembler tous ces sous-savoirs pour retrouver le savoir de départ. Donc, chaque apprenant aura quelque chose d'appris qui ne sera pas forcément la même chose que chez son camarade ou ce que l'enseignant voudrait qu'il retienne.



### 2.2.2.2. Approche par projet

Cette pratique consiste pour l'enseignant à donner un projet dès le départ. Au fil des apprentissages, l'enseignant et ses apprenants joignent toutes les nouvelles compétences acquises au projet pour finalement avoir non seulement un projet palpable fini mais surtout développer une compétence et le sens de l'entrepreneuriat auprès des apprenants.

### 2.2.2.3. Approche par compétence

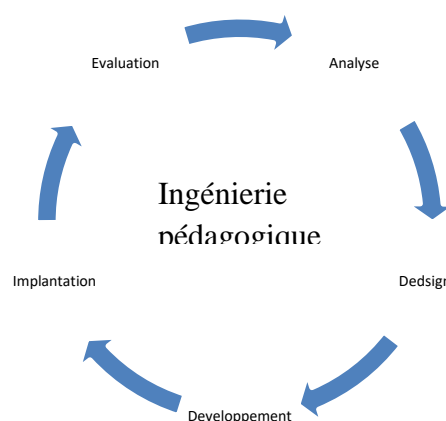
Avec cette approche, l'élève est dès le départ confronté à une situation problème. Gérard et Roegiers (1993) cité par D. Kettle (1996 : 53) définissent la compétence comme étant « *un ensemble de capacités qui permettent de manière spontanée d'appréhender une situation et d'y répondre plus ou moins pertinemment* ». Par la définition, avec cette approche, on ne saurait parler de compétence sans parler de problème.

## 2.3. Modèles d'ingénierie pédagogiques

Selon Paquette (Paquette, 2002), l'ingénierie pédagogique « *désigne toute méthode de conception et de construction des systèmes permettant d'échanger, de partager et d'acquérir des informations dans le but de les transformer en connaissances, donc d'apprendre* ». L'ingénierie pédagogique se réfère donc à la gestion globale d'un dispositif relatif aux pratiques d'éducation au sens large, avec comme finalité la conception d'un dispositif pédagogique adapté et optimisé. Les modèles d'ingénierie pédagogique permettent ainsi de décrire comment organiser les scénarios pédagogiques dans le but d'atteindre des objectifs d'ingénierie pédagogique. (Nkwenti Ndonfack, 2018). Il existe une multitude de modèles d'ingénierie pédagogique. Nous allons présenter quelques-uns de ces modèles.

### 2.3.1. Le Modèle ADDIE

Le schéma suivant proposé par Legrand (2015) présente l'ingénierie pédagogique avec ADDIE.



**Figure 1** : Modèle ADDIE Proposé par Gilbert PAQUETTE, chercheur en science de l'éducation et professeur à la téléuniversité du Québec

**ANALYSE** : elle consiste à clarifier les problématiques de la formation, les contraintes et le contexte. Ici on analyse un certain nombre de composantes qui servent à orienter le projet de développement du système d'apprentissage. Il s'agit concrètement de :



- Analyser le besoin de formation en spécifiant la nature exacte du problème que le système d'apprentissage doit viser à résoudre,
- Définir les caractéristiques du public cible (acquis et compétences) et du contexte dans lequel s'insérera la formation,
- Identifier les attentes des demandeurs de la formation et les contraintes institutionnelles, techniques et financières avec lesquelles il faudra composer,
- Faire l'inventaire des contenus disponibles (texte, image...), des moyens disponibles (ressources humaines, budget, infrastructure...).

Cette phase analyse peut se découper en 3 parties :

- a. Analyser les besoins
  - Quels sont les objectifs généraux ?
  - Quels sont les contenus pédagogiques ?
  - Quelles sont les modalités pédagogiques ?
  - Quel est le public cible et quelles sont ses caractéristiques (niveau, compétences...)?
- b. Analyser l'existant et les moyens
  - Quels sont les moyens disponibles pour le projet ?
  - Quel est le budget disponible ?
  - Recenser le matériel et les ressources existantes
  - De quel délai dispose-t-on ?
  - Existe-t-il des normes à respecter ?
- c. Questionner la pertinence d'un produit multimédia
  - Quelle sera sa valeur ajoutée ?
  - Est-il adapté au mode de diffusion de la formation ? Aux compétences et aux besoins des apprenants ?

Comme livrables de l'étape analyse nous avons : cahier des charges, planning de réalisation de modules, plan général des contenus, recensement des ressources pédagogiques numériques existantes sur une thématique

**DESIGN** : choisir des objectifs, contenus, modalités, outils, scénariser la formation. Cette phase vise essentiellement à :

- Spécifier les objectifs d'apprentissage et les éléments de contenu qui seront abordés dans la formation,
- Définir la structure générale (scénario ou parcours d'apprentissage) et le découpage (modules, séquences, activités)
- Mettre au point la stratégie pédagogique,
- Sélectionner les médias d'apprentissage,
- Faire des choix pédagogiques et techniques adéquats en fonction de l'analyse. Cette phase de scénarisation et de scénario pédagogique comprend 3 parties successives :
  - ✓ la conception pédagogique : détailler les objectifs et sous-objectifs pédagogiques, structurer les contenus, les découper en modules ou grains, définir les stratégies pédagogiques
  - ✓ La conception graphique et ergonomique : définir les modes de navigation dans le cours, concevoir les modèles de pages, définir une charte graphique
  - ✓ la conception détaillée : définir les activités des apprenants pour chaque objectif pédagogique, définir les outils et supports de ces activités (ressources pédagogiques, storyboards)

**DEVELOPPEMENT** : développer les contenus et les activités de la formation, mettre en forme la formation. C'est la phase de médiatisation pour aboutir à un contenu structuré à partir des contenus et de la forme choisie. Une fois le parcours d'apprentissage défini et les différents ingrédients ou objets d'apprentissage identifiés et disponibles (textes, images, vidéos, ou modules, séquences, activités...), il s'agit de mettre en place la formation et de mettre le tout en musique. Cette phase consiste à créer les contenus et les activités, à mettre en forme le système d'apprentissage, à l'aide de divers outils (papier, crayon, appareil photographique, traitement de texte, éditeur graphique, logiciel de programmation, etc.).

**IMPLANTATION** : rendre disponible la formation et mettre en œuvre la formation. Cette phase est la phase d'intégration du dispositif dans une plate-forme de formation à distance avec des activités collaboratives (wikis, partage de documents...), des activités interactives et des évaluations, des modalités de communication (synchrone et asynchrone), des ressources pédagogiques). Elle consiste à rendre le système d'apprentissage disponible aux apprenants cibles, ce qui nécessite la mise en place d'une infrastructure organisationnelle et technologique. Cette phase peut comprendre une formation aux outils pour les stagiaires, la rédaction de procédures pour les apprenants. Il s'agit de prévoir le plan de communication et d'accompagnement des stagiaires.

**EVALUATION** : diagnostic sur la qualité et l'efficacité de la formation. Cette phase consiste à évaluer la qualité et l'efficacité du projet de formation et de vérifier si les objectifs initiaux ont été atteints et de procéder, le cas échéant, à des ajustements. Une évaluation formative avant le démarrage de l'action peut être faite auprès d'experts pédagogiques et/ou d'experts du domaine visé ou d'apprenants ciblés afin d'apporter des correctifs avant l'implantation à plus large échelle.

Evaluation quantitative : utiliser des indicateurs comme le taux de participation, la satisfaction des apprenants, les niveaux de réussite

Evaluation qualitative : mettre en place un questionnaire d'évaluation de la formation pour les apprenants

### 2.3.2. Le Modèle ASSURE

Le modèle ASSURE fut développé afin d'être utilisé dans une salle de classe. Il s'agit d'un modèle dans lequel les enseignants et les apprenants travaillent ensemble afin de concevoir et construire un environnement d'apprentissage approprié. Ce modèle peut être utilisé dans la construction du plan de la leçon et l'amélioration de l'activité d'enseignement/apprentissage. Une utilisation systématique des médias et de la technologie est nécessaire pour être efficace. Ce dernier incorpore les événements d'enseignement/apprentissage afin de s'assurer de l'effectivité de l'utilisation des médias. Les étapes d'utilisation du modèle sont les suivantes :

- Analyser les caractéristiques de l'apprenant (A =Analyze learners characteristics)
- Formuler les objectifs de l'activité (S=State objectives)
- Choisir les méthodes d'enseignement, les médias et les matériels (S= Select, Modify,or Design Materials).
- Utiliser les médias et les matériaux (U =Utilize materials)
- Require learner response
- Evaluer (Evaluate)

## 2.4. Conception logicielle

### 2.4.1. Ingénierie logicielle

D'après (Hgues, 2002), l'ingénierie logicielle désigne l'ensemble des fonctions allant de la conception, la construction, le contrôle et les évaluations des solutions logicielles qui sont mises à la disposition d'un public cible. Elle propose aux équipes de développement deux types de modèle : classique et agile. Chaque modèle étant caractérisé par des cycles de vie permettant de décomposer le processus de développement selon une série d'activités couplées entres elles, partant du besoin initial pour arriver au produit final.

#### 2.4.1.1. Modèles classiques

Ce sont des modèles traditionnels qui proposent des cycles de vie non adaptés au changement et à une réactivité au cours du développement. Ils peuvent être linéaires ou itératifs selon leur cycle de vie.

##### 2.4.1.1.1. Modèle en cascade

Le modèle en cascade a été proposé en 1970 par Winston Royce et héritée des méthodes classiques d'ingénierie. Dans ce modèle chaque étape doit être terminée avant que ne commence la suivante. À chaque étape, il y a production d'un livrable qui sert de base pour l'étape suivante. La découverte d'une erreur entraîne le retour à la phase à l'origine de l'erreur et une nouvelle cascade avec de nouveaux livrables.

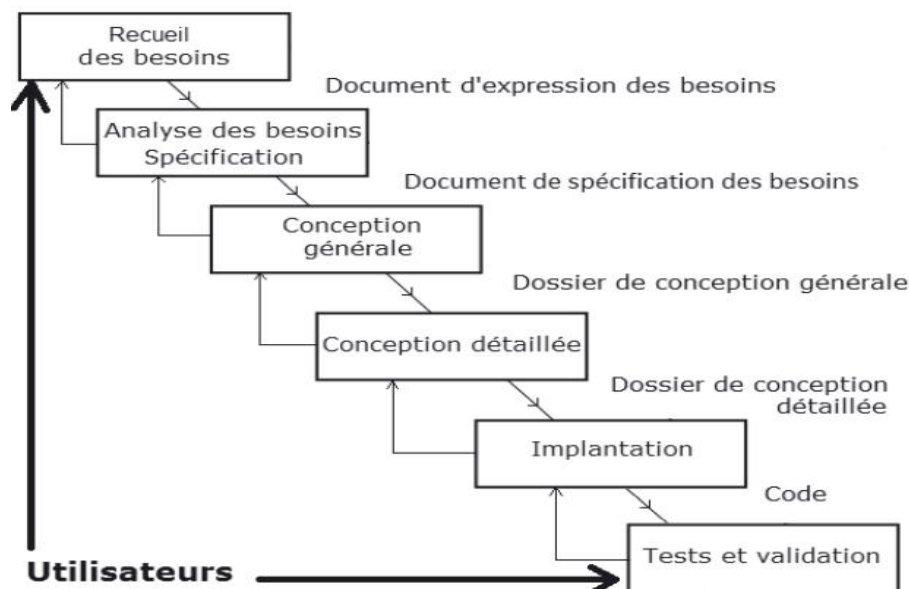


Figure 2 : Modèle en cascade, (Jacques Lonchamp, 2005)

##### 2.4.1.1.2. Modèle en V

Il s'agit d'une variante du modèle de la cascade qui met en évidence la complémentarité des phases menant à la réalisation et des phases de test permettant de la valider. Les tests sont préparés tout au long des phases menant à la réalisation et exécutés en

fin de processus. Le modèle en V, calqué sur la production industrielle classique, met clairement en évidence les différents niveaux de test :

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

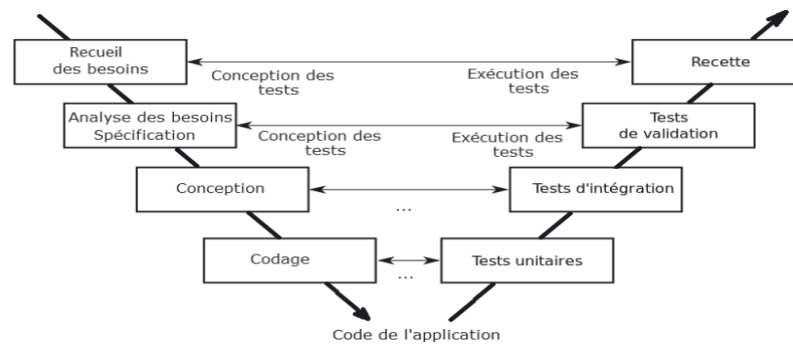


Figure 3 : Modèle en V, (Jacques Lonchamp, 2005)

#### 2.4.1.1.3. Modèle en Y

Il s'agit d'une autre variante du modèle de la cascade qui distingue initialement une branche fonctionnelle et une branche technique. Le modèle en Y est adapté aux projets technologiquement innovants car il permet de lever au plus tôt les incertitudes liées aux technologies à mettre en œuvre.

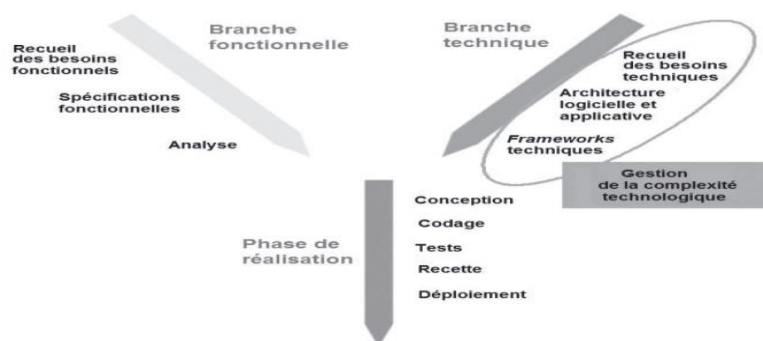


Figure 4 : Modèle en Y, (Jacques Lonchamp, 2005)

#### 2.4.1.2. Les modèles agiles

Dans son ouvrage « *Gestion des projets* », **Véronique Messager Rota** définit une méthode agile comme une approche itérative et incrémentale, qui est menée dans un esprit

collaboratif, avec juste ce qu'il faut de formalisme afin de générer un produit de haute qualité tout en prenant en compte l'évolution des besoins des clients. Ces approches se sont développées en même temps que les applications web pour lesquelles elles sont très bien adaptées. Elles sont moins adaptées pour les systèmes qui nécessitent des analyses de pré-développement poussées. Ces approches telles que : (R)UP, XP, ASD, ... apportent alors un nouveau point de vue sur la gestion du processus de développement et sa planification.

Le manifeste agile, texte rédigé en 2000 par 17 experts du développement d'applications informatiques (<http://agilemanifesto.org/iso/fr>), propose de valoriser quatre pratiques:

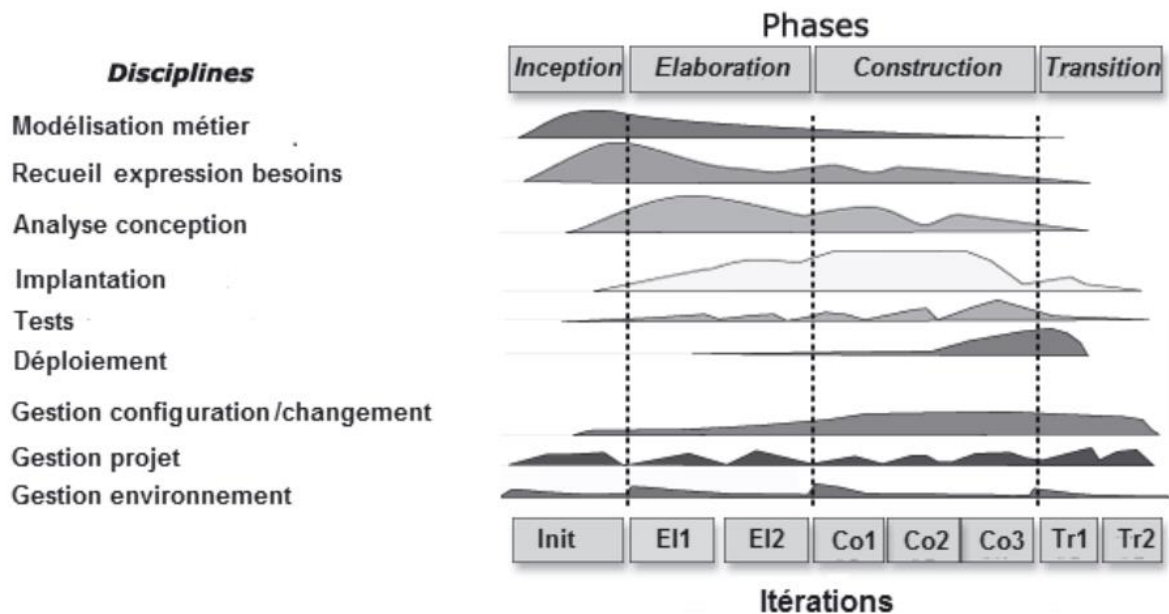
- **Les individus et leurs interactions plus que les processus et les outils** : le choix des membres de l'équipe de projet ainsi que les différents outils est déterminant pour la bonne marche du projet.
- **Des logiciels opérationnels plus qu'une documentation exhaustive** : faire une documentation succincte décrivant les grandes lignes de l'architecture du système régulièrement mise à jour, ainsi que le code lui-même.
- **La collaboration avec les clients plus que la négociation contractuelle** : un travail en étroite collaboration entre l'équipe de développement et le client permet à ce dernier d'avoir un meilleur contrôle du projet.
- **L'adaptation au changement plus que le suivi d'un plan** : il est difficile de penser dès le début à toutes les fonctionnalités dont on aimerait disposer et il est très probable que le client modifie ses exigences une fois qu'il aura vu fonctionner une première version.

#### 2.4.1.2.1. Méthode (R)UP (Rational Unified Process)

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

- **Le lancement (inception)**: cette phase comporte en général une seule itération courte. Les études de faisabilité sont réalisées. Les principaux cas d'utilisation sont dessinés.
- **L'élaboration** : Cette phase comporte quelques itérations. Elle permet d'avoir une bonne connaissance des besoins et d'établir une base de l'architecture.
- **La construction** : On développe le produit en plusieurs itérations pour une version bêta.
- **La transition** : on prépare le produit pour l'utilisateur final et la formation, l'installation, le support.

Toute phase est concernée en proportions diverses par différentes activités du développement.



**Figure 5 :** Phases, itération et disciplines du modèle (R)UP, (Jacques Lonchamp, 2005)

#### 2.4.1.2.2. Méthode XP (eXtreme Programming)

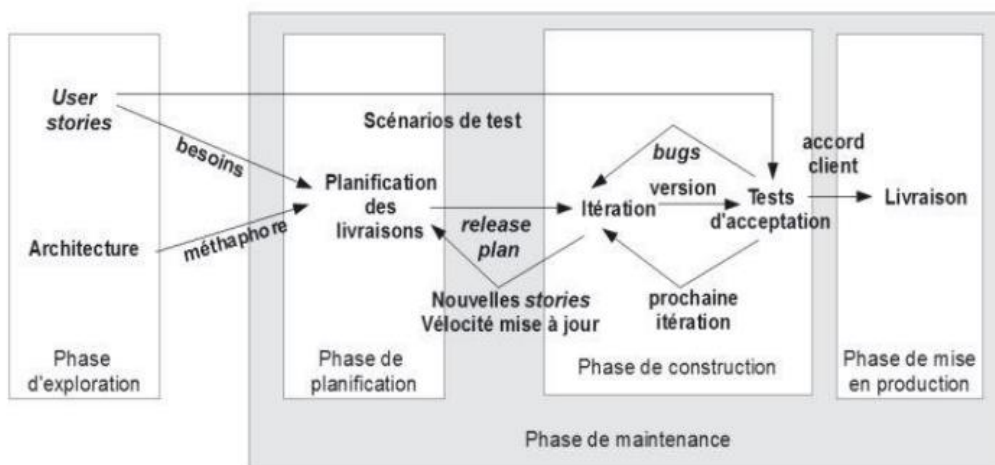
Cette méthode a été créée pour répondre aux changements émergents de l'apprentissage des clients en cours de projet. XP met en avant plusieurs valeurs, qui sont les normes de conduites individuelles et sociales : *la communication, le retour d'information (feedback), le courage et la simplicité.* (Lonchamp, 2015).

De ces quatre valeurs, découlent douze pratiques réparties en trois catégories : les quatre premières sont liées à la gestion de projet (*Client sur site, Rythme soutenable, Livraisons fréquentes, Planification itérative*), les quatre suivantes à la communication (*Programmation en binôme, appropriation collective du code, Intégration continue, Règles de codage et de nommage,*) et les quatre dernières à la programmation (*Conception simple, Développement dirigé par les tests, Utilisation de métaphores et Remaniement (refactoring) du code*). (Lonchamp, 2015). Chaque pratique en renforce une autre, ce qui forme un tout cohérent. Si vous n'appliquez pas toutes les pratiques, vous ne suivez pas (BECK, 1999).

Un projet suivant la méthode XP s'articule en cinq phases:

- **Une phase d'exploration** pendant laquelle les *user stories* initiales et les éléments architecturaux initiaux du projet (concepts et composants) sont déterminés avec les clients.

- **Une phase de planification** pendant laquelle sont sélectionnées avec les clients les *stories* à implanter dans la première livraison et les livraisons suivantes (*release plan*). Les *stories* choisies pour la première livraison sont décomposées en tâches à réaliser dont les durées sont estimées par les développeurs.
- **Une phase de construction incrémentale de la livraison.** Les itérations d'une durée d'une à quatre semaines sont planifiées de manière souple. Chaque itération permet de recalculer la vélocité. Elle peut éventuellement créer de nouvelles *stories*. Quand l'ensemble des tests fonctionnels (d'acceptation) passent, on entame la mise en production de la livraison.
- **Une phase de mise en production** de la livraison impliquant l'accord du client.
- **Une phase de maintenance** qui répète les phases de planification, construction et mise en production pour les livraisons suivantes (2 à  $n$ ). Ce cycle se répète tant que le



client peut sélectionner des *stories* à livrer.

**Figure 6:** Processus XP au niveau macroscopique (Lonchamp, 2015)

#### 2.4.1.2.3. Méthode SCRUM

Scrum est un cadre de gestion d'un projet agile. Selon (Aubry, 2004) Scrum signifie « *mêlée de rugby* ». L'image est qu'on fait progresser le ballon en travaillant ensemble, comme on fait progresser un projet en travaillant ensemble. Scrum reprend les principes de base des méthodes agiles :

- itérations courtes (appelées sprints), produisant une version potentiellement livrable,
- travail en collaboration étroite entre tous les intervenants, sans « *spécialistes* » et sans primes individuelles selon les performances,
- avec un rythme de développement soutenable,
- avec une équipe qui s'auto-organise.



Scrum se décline en trois principales phases : la phase initiale, les phases de sprint, la Phase de clôture (TREMBLAY, 2007).

- La Phase initiale : cette phase pour but de préparer le travail à faire. Cette phase doit construire la liste des éléments que comportera cette version du produit. Elle comporte les objectifs suivants : Planning-architecture, mise en place d'un backlog produit (liste des éléments à effectuer), Définition de l'équipe, Analyse des risques et budget.
- Les phases de sprints : Un sprint backlog (liste des tâches à réaliser) est sélectionnée, cette liste sera suivie et réalisée. Période d'environ 7 à 30 jours, au cours de laquelle l'équipe est isolée des influences extérieures. À la fin de cette phase, une itération exploitable du produit est fournie.
- La Phase de clôture, elle aussi est linéaire et connue. Elle prépare la documentation, finalise les tests et rend la version fonctionnelle et présentable. (TREMBLAY, 2007)  
Les rôles dans Scrum : Scrum sépare les « *cochons* » (pigs), c'est-à-dire les membres de l'équipe de développement, et les « *poulets* » (chickens), c'est-à-dire les personnes extérieures à l'équipe, intéressées par le développement (stakeholders) (Lonchamp, 2015).

Le tableau ci-dessous présente de façon détaillé les différents rôles dans Scrum :

Tableau 3: Tableau des rôles de Scrum (Lonchamp, 2015)

Rôles	Responsabilités
Le Product Owner	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Communiquer une vision partagée du produit</li> <li>▪ Définir le contenu du produit</li> <li>▪ Planifier la vie du produit</li> <li>▪ Piloter le projet d'un point de vue métier,</li> <li>▪ S'assurer que l'équipe de développement se concentre sur les aspects à plus forte valeur ajoutée</li> </ul>
ScrumMaster	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Veiller à la mise en application de Scrum,</li> <li>▪ encourager l'équipe à apprendre, et à progresser, en fonction du contexte du projet, dans les pratiques d'ingénierie</li> <li>▪ faire en sorte d'éliminer les obstacles qui pourraient freiner l'avancement, par exemple en protégeant l'équipe des interférences extérieures pendant le déroulement d'un <i>sprint</i></li> <li>▪ inciter l'équipe à devenir autonome.</li> <li>▪ Assurer la bonne collaboration au sein de l'équipe de développement et avec le Product Owner,</li> <li>▪ Protéger l'équipe de développement des turbulences et lever les obstacles qui pourraient apparaître.</li> </ul>
L'équipe de développement (Scrum Team)	<p>Pluridisciplinaire et autogérée, comporte moins d'une dizaine de personnes qui sont chargées de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Travailler avec les utilisateurs finaux, les clients, le Product Owner pour comprendre les exigences métier,</li> <li>▪ Collaborer pour spécifier, coder, valider et documenter le produit,</li> <li>▪ Délivrer un produit de qualité</li> </ul>
Stakeholders	<p>Il s'agit de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Client</b>, extérieur ou interne, qui commande et paye le développement et peut donner du <i>feedback</i>,</li> <li>▪ L'Utilisateur final, qui connaît les besoins, contribue à définir le produit et donne du <i>feedback</i>,</li> <li>▪ Le Manager, qui met en place un environnement optimal pour le déroulement du projet.</li> </ul>



D'après (Aubry, 2004) la personne idéale pour jouer le rôle de Product Owner devrait posséder les compétences suivantes :

- ✓ Bonne connaissance du domaine métier
- ✓ Maîtrise des techniques de définition du produit
- ✓ Capacité à prendre des décisions rapidement
- ✓ Capacité à détailler au bon moment
- ✓ Esprit ouvert au changement
- ✓ Aptitude à la négociation

De même Claude Aubry affirme que les compétences souhaitées d'un ScrumMaster sont les suivantes :

- ✓ Bonne connaissance de Scrum
- ✓ Aptitude à comprendre les aspects techniques
- ✓ Facilité à communiquer
- ✓ Capacité à guider
- ✓ Talent de médiateur
- ✓ Ténacité
- ✓ Inclination à la transparence
- ✓ Goût à être au service de l'équipe

Aubry indique que les traits ci-après permettent de déceler un ScrumMaster en puissance :

- ✓ la capacité à percevoir les émotions dans l'équipe,
  - ✓ la curiosité et l'envie d'apprendre,
  - ✓ l'inclination à penser que les gens font de leur mieux dans leur travail,
  - ✓ l'envie de changer les choses qui ne vont pas bien,
  - ✓ l'orientation vers le collectif,
  - ✓ la prise de risques
- **Les événements de Scrum :**

Plusieurs événements rythment le développement d'application dans Scrum. (Lonchamp, 2015) les a décrites comme suite :

- **Le sprint planning meeting** : Le travail à effectuer durant un Sprint est défini durant la réunion de Planification du Sprint (Sprint Planning). Ce plan est créé de manière collaborative par tous les membres de l'équipe Scrum. La réunion de planification du Sprint dure au maximum huit heures pour un Sprint d'un mois. Pour les sprints plus courts, l'événement est généralement plus court. Le Scrum Master veille à ce que l'événement ait lieu et que les participants en comprennent le but. Le Scrum Master apprend à l'équipe Scrum à le garder dans la boîte de temps (time-box). La Planification du Sprint répond aux questions suivantes :

- Que Peut-on livrer comme incrément résultant du Sprint à venir ?
- Comment sera effectué le travail à livrer et nécessaire pour achever l'Incrément?

- **Le daily scrum** : La mêlée quotidienne (Daily Scrum) est un événement de 15 minutes (time-boxé) destiné à l'équipe de développement. La mêlée quotidienne est tenue tous les jours du Sprint. L'équipe de développement planifie le travail pour les prochaines 24 heures. Cela optimise la collaboration et la performance de l'équipe tout en inspectant le travail depuis la dernière mêlée quotidienne et envisageant le travail restant durant le Sprint. La mêlée quotidienne est tenue à la même heure et au même lieu chaque jour pour réduire la complexité.

L'équipe de développement utilise la mêlée quotidienne pour inspecter son avancement vers l'objectif du Sprint et comment cet avancement tend à l'achèvement des travaux prévus dans le Backlog Sprint. La mêlée quotidienne optimise la probabilité que l'équipe de développement va atteindre l'objectif du Sprint. Chaque jour, l'équipe de développement doit comprendre comment elle entend travailler ensemble en tant qu'équipe auto-organisée pour atteindre l'objectif du Sprint et créer l'Incrément prévu à la fin du Sprint. La structure de la réunion est définie par l'équipe de développement et peut être conduite de différentes manières si elle se concentre sur la progression vers l'objectif du Sprint. Certaines équipes de développement utiliseront les questions, d'autres seront plus basées sur la discussion. Voici un exemple de ce qui pourrait être utilisé :

- Qu'est-ce que j'ai fait hier qui a aidé l'équipe de développement à atteindre l'objectif du Sprint ?
- Que ferai-je aujourd'hui pour aider l'équipe de développement à atteindre l'objectif du Sprint ?
- Est-ce que je vois des obstacles qui m'empêchent ou empêchent l'équipe de développement de respecter l'objectif du Sprint ?

L'équipe de développement ou les membres de l'équipe se rencontrent souvent immédiatement après la mêlée quotidienne pour des discussions détaillées ou pour adapter ou planifier à nouveau le reste du travail du Sprint qui est responsable de son déroulement. Le Scrum Master apprend à l'équipe de développement à limiter la mêlée quotidienne à 15 minutes. La mêlée quotidienne est une réunion interne pour l'équipe de développement. Si d'autres personnes sont présentes, le Scrum Master s'assure qu'elles ne perturbent pas la réunion. Les mêlées quotidiennes améliorent la communication, éliminent les autres réunions, identifient les obstacles à éliminer qui perturbent le développement, mettent en avant et encouragent la prise de décision rapide tout en améliorant le niveau de savoir au sein l'équipe de développement. Il s'agit d'un point clé d'inspection et d'adaptation.

- **La revue de sprint** : Une revue de Sprint (Sprint Review) est tenue à la fin du Sprint pour inspecter l'incrément réalisé et adapter le Backlog Produit si nécessaire. Pendant la revue de Sprint, l'équipe Scrum et les parties prenantes échangent sur ce qui a été fait durant le Sprint.

Sur la base de cela et de tout changement du Backlog Produit survenus pendant le sprint, les participants collaborent sur les prochains travaux qui pourraient être faits pour optimiser la valeur. Cette réunion se veut informelle, pas une réunion de pilotage, et la présentation de l'incrément est destinée à susciter les réactions et à favoriser la collaboration. Il s'agit au maximum d'une réunion de quatre heures pour les sprints d'un mois. Pour les sprints plus courts, l'événement est généralement plus court. Le Scrum Master s'assure que

l'événement ait lieu et que les participants en comprennent son but. Le Scrum Master apprend à tous ceux qui y sont impliqués à le garder dans la boîte de temps (time-boxé). La Revue de sprint comprend les éléments suivants :

- Les participants incluent l'équipe Scrum et les principales parties prenantes invitées par le Product Owner ;
- Le Product Owner indique quels éléments du Backlog Produit ont été « *Finis* » et ceux qui n'ont pas été « *Finis* » ;
- L'équipe de développement discute de ce qui s'est bien passé pendant le Sprint, quels problèmes ont été rencontrés, et comment ces problèmes ont été résolus ;
- L'équipe de développement démontre le travail « *Fini* » et répond aux questions sur l'incrément ;
- Le Product Owner discute de l'état actuel du Backlog Produit tel qu'il est. Il ou elle projette les dates prévisionnelles et celles de livraison en fonction des progressions réalisées à ce jour (si nécessaire) ;

Le résultat de la revue de sprint est un Backlog Produit révisé qui définit les éléments probables pour le prochain Sprint. Le Backlog Produit peut également être globalement ajusté pour répondre aux nouvelles opportunités d'affaires.

- **La rétrospective de sprint** : La rétrospective de Sprint (Sprint Retrospective) est une opportunité pour l'équipe Scrum de s'auto-inspecter et de créer un plan d'améliorations à adopter au cours du prochain Sprint.

La rétrospective de Sprint se produit après la revue de sprint et avant la prochaine réunion de planification du Sprint. Il s'agit au maximum d'une réunion de trois heures pour les Sprints d'un mois. Pour les sprints plus courts, l'événement est généralement plus court. Le Scrum Master s'assure que l'événement ait lieu et que les participants en comprennent son but. Le Scrum Master s'assure que la réunion est positive et productive. Le Scrum Master apprend à tous ceux qui y sont impliqués à la garder dans la boîte de temps (time-box). Le Scrum Master participe en tant que membre de l'équipe Scrum et y amène le point de vue du responsable du processus Scrum.

Le but de la rétrospective de Sprint est de :

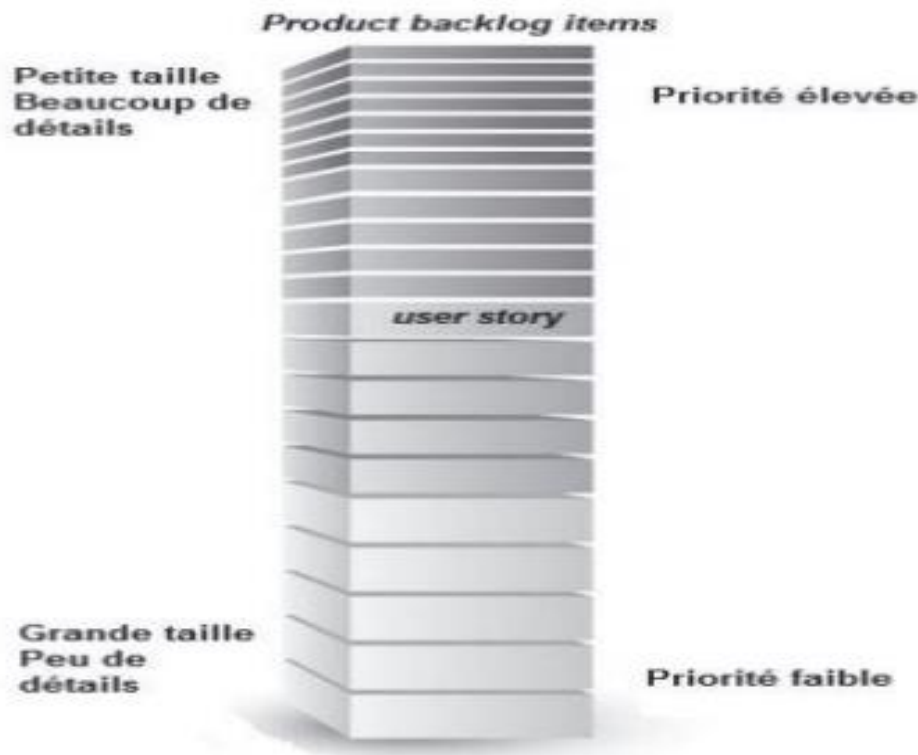
- Inspecter la manière dont le dernier Sprint s'est déroulé en ce qui concerne les personnes, les relations, les processus et les outils ;
- Identifier et ordonner les principaux éléments qui ont bien fonctionné et des améliorations potentielles ;
- Créer un plan pour mettre en œuvre des améliorations sur la façon dont l'équipe Scrum fait son travail.

Le Scrum Master encourage l'équipe Scrum à améliorer, dans le cadre de travail Scrum, son processus de développement et ses pratiques afin de les rendre plus efficaces et agréables pour le prochain Sprint. Lors de chaque rétrospective de Sprint, l'équipe Scrum propose des moyens adéquats pour accroître la qualité du produit tout en améliorant les processus de travail ou adaptant la définition de « *Fini* », le cas échéant, ces moyens n'entrent pas en contradiction avec les normes du produit ou celles de l'organisation.

À la fin de la rétrospective de Sprint, l'équipe Scrum devrait avoir identifié les améliorations qu'elle mettra en œuvre dans le prochain Sprint. La mise en œuvre de ces améliorations dans le prochain Sprint est l'adaptation à l'inspection de l'équipe Scrum elle-même. Bien que des améliorations puissent être mises en œuvre à tout moment, la rétrospective de Sprint offre une opportunité formelle d'inspection et d'adaptation.

▪ **Les artefacts de Scrum :**

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



**Figure 7 :** Product Backlog (Lonchamp, 2015)

- **Le sprint backlog :** Un *sprint* est une itération courte de deux à quatre semaines, débouchant sur une version potentiellement livrable, c'est-à-dire testée et documentée. Elle s'appuie sur un *sprint backlog* (ou « carnet de sprint ») qui est l'extrait du *product backlog* concerné par le sprint. Une fois qu'un sprint est initialisé, il doit se dérouler comme prévu jusqu'au bout.



Figure 8 : Image Sprint Backlog (TREMBLAY, 2007)

- **Le sprint burndown chart** : Ce graphique représente en abscisses, l'écoulement du temps en jours ouvrables du début à la fin du sprint, et en ordonnées, le montant de travail restant à faire estimé en points. L'avancement idéal est représenté par une droite. L'avancement réel est souvent moins linéaire en fonction des avances ou des retards pris par l'équipe.

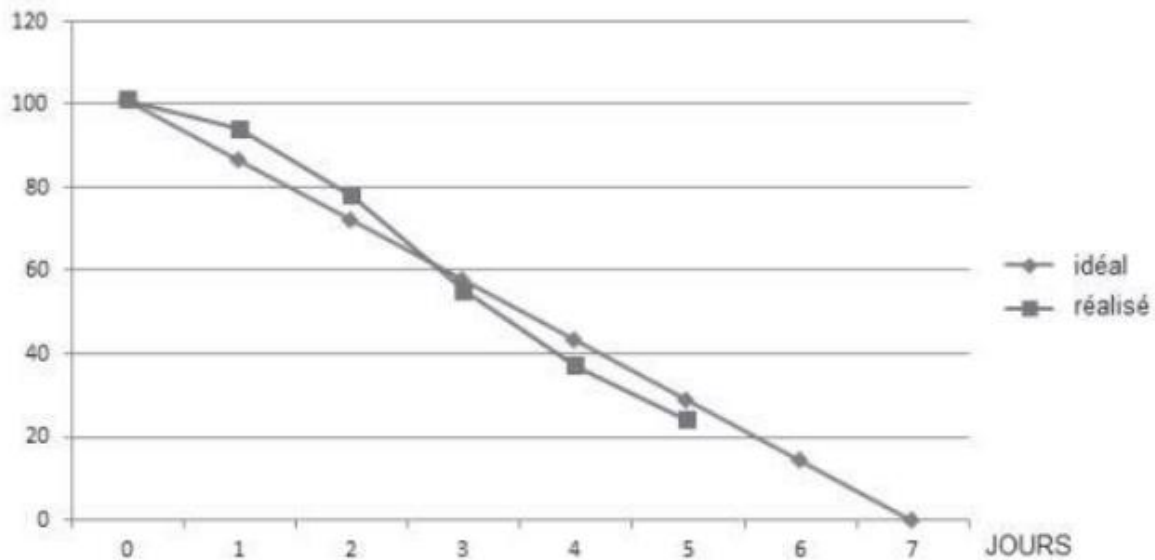


Figure 9: Sprint BurnDown Chart (Lonchamp, 2015)

- **Le product burndown chart** : Ce graphique représente en abscisses, les sprints successifs, et en ordonnées, le montant de travail restant à faire estimé en points.

Le processus Scrum est le suivant :

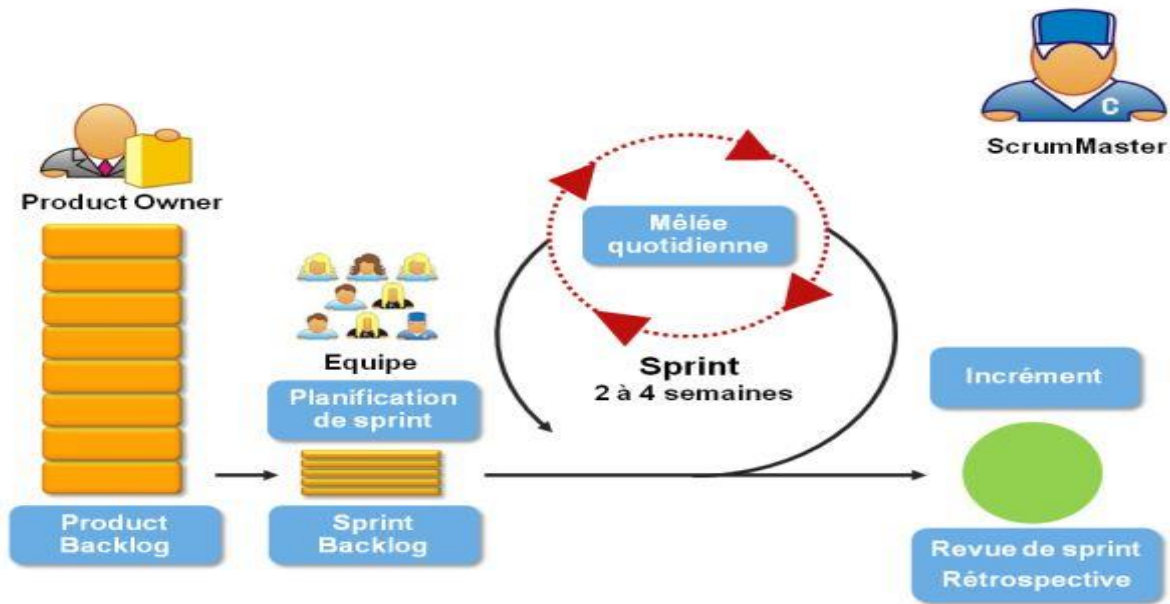


Figure 10 : Processus Scrum (Ambler, 2014)

## 2.4.2. Système décisionnel

Le système d'information décisionnel est un ensemble de données organisées de façon spécifiques, facilement accessibles et appropriées à la prise de décisions (Crosat, 2016). Parfois appelé Business Intelligence (BI), le système décisionnel est un terme générique qui fait aussi référence à un ensemble qui se compose d'applications, d'infrastructures et d'outils, et de bonnes pratiques qui permettent l'accès et l'analyse de données dans le but d'améliorer les décisions et les performances au sein d'une organisation.

D'après cette définition, le but principal de la BI est d'aider les décideurs à prendre les meilleures décisions sur la base des données qui ont été analysées et fournies par le système BI.

### 2.4.2.1. Fonctions d'un système décisionnel

Un système d'information décisionnel (SID) doit être capable d'assurer quatre fonctions fondamentales : la collecte, l'intégration, la diffusion et la présentation des données. À ces quatre fonctions s'ajoute une fonction d'administration, soit le contrôle du SID lui-même.



Figure 11 : Les 4 phases du processus de Business Intelligence, de la donnée à l'information.

### Collecter : les outils d'ETL

La collecte des données est une fonction remplie par une famille d'outils dénommée ETL pour Extract Transform load.

Le système d'information de l'entreprise ne s'est pas bâti en un temps unique. La majorité des systèmes d'information d'entreprise sont de nature hétérogène pour la plupart. Bien que la standardisation des échanges entre les divers outils informatiques avance à grands pas, la disparité des formats des données en circulation est toujours une réalité. C'est le principal obstacle technologique aux échanges étendus d'informations.

Avant d'être utilisables, les données seront formatées, nettoyées et consolidées. Les outils d'ETL (Extract Transform load) permettent d'automatiser ces traitements et de gérer les flux de données alimentant les bases de stockage : Data warehouse ou Datamart.

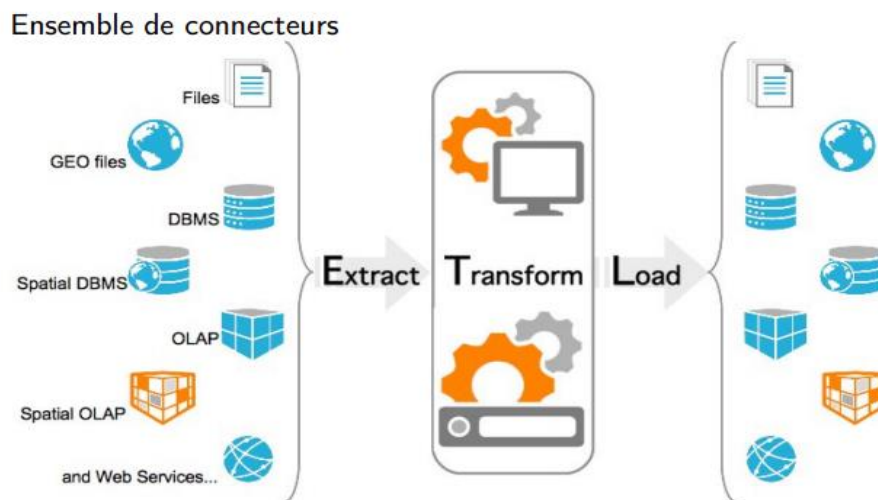


Figure 12 : Structure d'un ETL

### Stocker: le Data warehouse et le data smart

Les bases de données de production ne sont pas utilisables pour une exploitation décisionnelle. Les données brutes ne sont pas prêtes à cet usage et par ailleurs les requêtes décisionnelles sont particulièrement gourmandes en ressources machines.

Les données, au préalable nettoyées et consolidées, seront stockées dans une base spécialisée : le data warehouse ou le datamart.

Le datamart est une version plus réduite du data warehouse. Le datamart est orienté sujet ou thème et peut être par exemple utilisé pour des applications de CRM (Custom Relationship Management) ou de datamining. Le data warehouse ou le datamart sont alimentés par l'outil d'ETL (Extract Transform load). À noter que le projet Data Warehouse est assez particulier. Il est préférable de le considérer comme un processus. Le Data Warehouse est en effet en perpétuelle évolution.

**Distribuer les informations** : Portail décisionnel EIP (Entreprise Information Portal)

La fonction de diffusion met les données à la disposition des utilisateurs, selon des schémas correspondant aux profils ou aux métiers de chacun, sachant que l'accès direct à l'entrepôt de données ne correspond généralement pas aux besoins spécifiques d'un décideur ou d'un analyste. En effet l'écrasement de la pyramide et la multiplication des points de prise de décision modifient fondamentalement la gestion de l'information.

L'information sera perçue en termes de flux et non d'unité de stockage. Afin de dynamiser la réactivité globale, l'information sera largement distribuée auprès de l'ensemble des partenaires. Le portail décisionnel, EIP Enterprise Information Portal, remplit cette fonction essentielle.

**Exploiter** : Tableau de bord, analyse OLAP, datamining, ...

Une fois les données stockées, nettoyées, consolidées et accessibles, elles sont utilisables. Selon les besoins, différents types d'outils d'extraction et d'exploitation seront envisagés.

- Analyser les données, notamment avec les outils de type OLAP pour les analyses multidimensionnelles.
- Rechercher des corrélations peu visibles avec le Data mining
- Piloter la performance, aide à la décision des décideurs en situation avec les tableaux de bord présentant les indicateurs clés de l'activité.
- Communiquer la performance avec le Reporting.
- Accéder à la connaissance, échanger avec ses pairs.

2.4.2.2. Architecture d'un système décisionnel

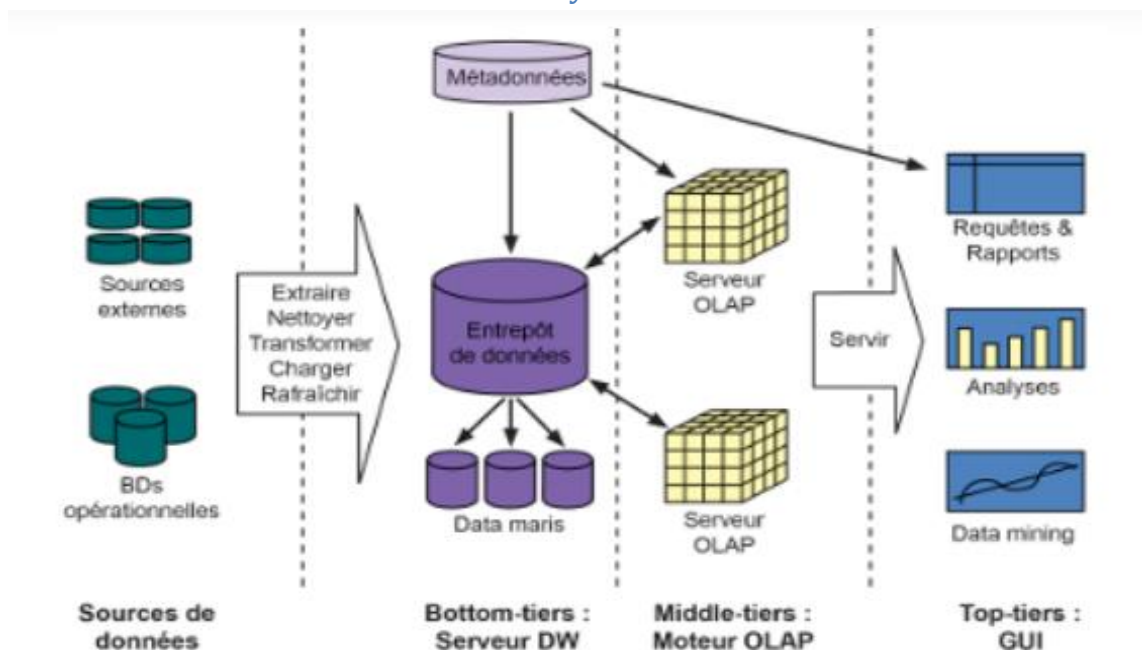


Figure 13 : Ensemble des composants intervenant dans un système décisionnel (Source: 'Informatique Décisionnelle' NFE115)



### 2.4.2.3. Conception d'un système décisionnel

D'après Stéphane **Crosat (2016)** un projet de système décisionnel se structure selon quatre grands axes :

- Étude des besoins et de l'existant
  - ✓ Étude des besoins utilisateurs
  - ✓ Étude des données existantes
- Modélisation et conception
  - ✓ Modélisation dimensionnelle
  - ✓ Architecture technique
  - ✓ Spécification des outils d'exploitation
- Implémentation du data warehouse
  - ✓ Implémentation du data warehouse et des data marts
  - ✓ Mise en place de l'ETL
- Implémentation des outils d'exploitation
  - ✓ Implémentation des outils de reporting
  - ✓ Implémentation des outils d'exploration
  - ✓ Implémentation des outils de prédiction

### 2.4.3. Ingénierie ergonomique

D'après **Yves Constantinidis (2006)**, « *L'ergonomie est l'étude des situations de travail et des relations entre l'être humain et un système. Elle concerne ce qu'il est convenu d'appeler l'interface homme-machine (IHM) ou l'interface personne-système (IPS)* ». L'objectif de l'ergonomie est d'améliorer le confort, voire le plaisir, de l'utilisateur et par voie de conséquence l'efficacité dans le travail et dans l'utilisation d'un produit (en l'occurrence, un logiciel).

Un logiciel ergonomique est très lié à ce que l'on appelle la qualité de fonctionnement (en anglais, *quality in use*). Celle-ci se définit par quatre critères :

- l'*efficacité*, capacité du logiciel à permettre aux utilisateurs d'atteindre leurs objectifs avec exactitude et exhaustivité
- la *productivité*, de optimiser le temps et l'effort à l'utilisateur
- la *sécurité* (ou *innocuité*), capacité du produit logiciel à limiter les risques sur la santé, les activités ou l'environnement des utilisateurs, en particulier suite à une défaillance
- la *satisfaction*, qui correspond à une attitude positive de l'utilisateur lors de l'interaction avec le produit.
- L'ergonomie aura pour conséquence la *facilité d'utilisation* du produit, ou *utilisabilité* (en anglais, *usability*).

Un produit facile à utiliser présentera les cinq caractéristiques suivantes<sup>2</sup> :

- il est facile à comprendre ;

- il est facile à apprendre ;
- il est facile à utiliser au quotidien ;
- il est attirant pour l'utilisateur ;
- il respecte les normes, conventions, guides de style relatifs l'ergonomie.

#### 2.4.3.1. Normes ergonomiques

La conception des interfaces homme-machine obéit à un ensemble de recommandations ergonomiques définis sous forme de normes dont les plus importants sont définies par des organismes et l'Association internationaux comme AFNOR et ISO. Ce sont :

- La norme **ISO 9241** de Septembre 1994 qui fixe les principes d'utilisabilité d'un produit logiciel et précise la manière d'établir le dialogue entre l'utilisateur et la machine.
- La norme **AFNOR Z67-110** de Janvier 1988, qui parle de l'Ergonomie et la conception du dialogue homme-ordinateur.
- La norme **AFNOR Z67-133-1** de Décembre 1991, qui Définit des critères ergonomiques de conception et d'évaluation des d'interfaces utilisateurs.

#### 2.4.3.2. Règles ergonomiques

La norme AFNOR Z-67 133-1 définit l'ergonomie du logiciel par sept critères :

- la compatibilité ;
- le guidage ;
- l'homogénéité ;
- la souplesse ;
- le contrôle explicite ;
- la gestion des erreurs ;
- la concision.

Ces sept critères sont très utiles, non seulement pour définir l'ergonomie, mais aussi pour construire des applications et des systèmes conviviaux.

##### a) La compatibilité

La compatibilité est la capacité à s'intégrer dans l'activité des utilisateurs. Elle concerne l'accord pouvant exister entre les caractéristiques professionnelles et psychologiques de l'utilisateur (mémoire, perceptions, habitudes, etc.) et l'organisation du dialogue entre l'utilisateur et l'application.

##### b) Le guidage

Le guidage est l'ensemble des moyens mis en œuvre pour conseiller, orienter, informer et conduire l'utilisateur lors de ses interactions avec l'ordinateur. On distingue :

- le guidage explicite, qui se traduit par l'aide en ligne, les messages d'erreur, d'avertissement ou d'information ;
- le guidage implicite, qui concerne les formats de saisie des informations, la disposition des informations sur l'écran, etc.

La notion de guidage est liée à celle de navigabilité.

### **c) l'homogénéité**

L'homogénéité est la capacité d'un système à conserver une logique d'usage constante. Elle se réfère à la façon avec laquelle des choix d'objets de l'interface sont conservés pour des contextes identiques, et des objets différents pour des contextes différents.

### **d) La souplesse**

La souplesse est la capacité de l'interface à s'adapter aux différentes exigences de la tâche, aux diverses stratégies, aux habitudes et niveaux de connaissances des différents utilisateurs.

### **e) le contrôle explicite**

Le contrôle explicite est l'ensemble des moyens du dialogue qui permettent à l'utilisateur de maîtriser le lancement et le déroulement des opérations exécutées par le système informatique. Il est lié à la maîtrise qu'a l'utilisateur sur l'interface ou le logiciel, et également aux informations que le système fournit à l'utilisateur sur les actions qu'il entreprend.

En d'autres termes :

- c'est à l'utilisateur de contrôler le déroulement du logiciel et non l'inverse ;
- le logiciel doit réagir de manière prévisible.

Le contrôle explicite est très important pour l'utilisateur, car il lui donne de l'autonomie et une sensation de contrôle sur l'application, et par conséquent facilite l'appropriation de l'outil par l'utilisateur.

### **f) Gestion des erreurs**

La gestion des erreurs rassemble tous les moyens permettant d'une part d'éviter ou de réduire les erreurs, et d'autre part de les corriger lorsqu'elles surviennent.

Le logiciel doit protéger l'utilisateur contre les erreurs :

- possibilité d'annuler une action;
- demande de confirmation des actions dont les effets sont irréversibles ;

- messages d'avertissement.

En effet une bonne gestion des erreurs diminue le stress et donne confiance à l'utilisateur. Savoir qu'une action peut être annulée permet de se concentrer sur l'important.

#### g) La concision

La concision est l'ensemble des moyens qui, pour l'utilisateur, contribuent à la réduction de ses activités de perception et de mémorisation et concourent à l'augmentation de l'efficacité du dialogue.

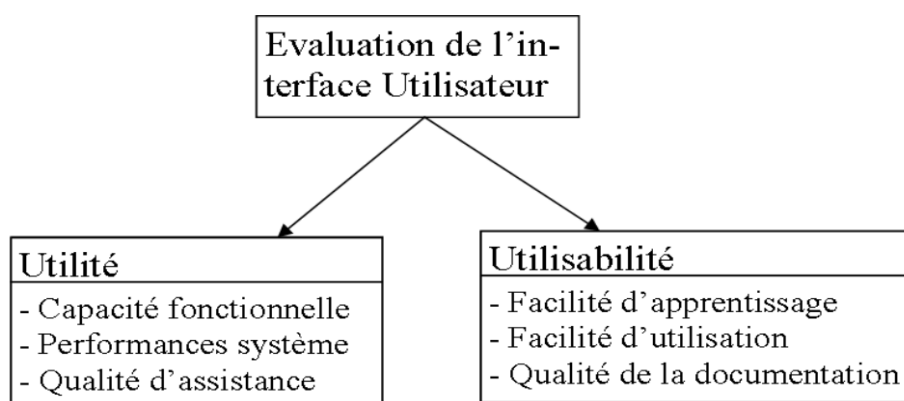
La concision accélère le travail de l'utilisateur. Cependant, sa vraie valeur réside dans la diminution de la charge mentale et, par voie de conséquence, de la fatigue et du stress. Minimiser le nombre de menus et de clics n'optimise pas seulement le temps, mais aussi la disponibilité de l'utilisateur.

#### 2.4.3.3. Evaluation des logiciels Multimédia Pédagogiques Interactifs (EMPI)

Une interface homme – machine est évaluée en fonction de son utilité et de son utilisabilité. (Mounir, 2009).

L'évaluation du critère utile renseigne si le logiciel permet à l'utilisateur d'atteindre ses objectifs de travail (Senach, 1990).

Le critère utilisabilité quant à lui renseigne sur la qualité d'interaction homme-machine, c'est-à-dire la facilité d'apprentissage et d'utilisation (Senach, 1990).



**Figure 14 : Dimension de l'évaluation d'une Interface (Senach, 1990)**

La méthode EMPI permet d'aider les utilisateurs à appréhender les points forts et les points faibles des logiciels à vocation éducative. Cette repose essentiellement sur un

questionnaire structuré, à profondeur variable. La structure globale de notre l'évaluation se base sur six thèmes complémentaires (eux-mêmes divisés en méta-critères) :

- Le thème **impressions générales** rend compte de l'image que le didacticiel offre à l'utilisateur.
- Le thème **qualité informatique** permet d'évaluer la mise au point technique du logiciel.
- Le thème **utilisabilité** correspond à l'évaluation ergonomique de l'interface.
- Le thème **documents multimédia** envisage la présentation et la forme des contenus.
- Le thème **scénarisation** s'intéresse à l'ensemble des techniques d'écriture utilisées pour agencer les informations.
- Le thème **didactique** s'intéresse enfin aux ressources pédagogiques mobilisées en fonction du contexte d'apprentissage.

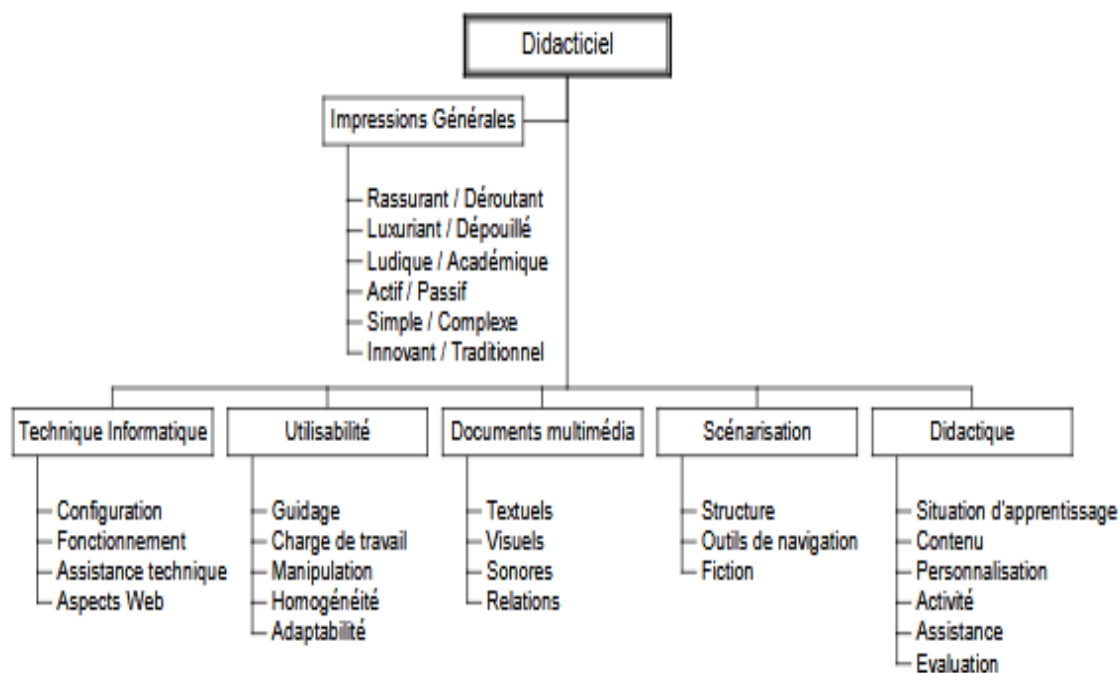


Figure 15 : Hiérarchie des thèmes et méta-critères

## 2.4.4. Choix de la méthode

### 2.4.4.1. Méthode de développement logiciel

La méthode de développement que nous avons choisie est la méthode Scrum. Notre choix est influencé par les différents rôles qu'elle met en avant. Ces rôles-là permettant d'assurer la construction du bon produit au fur et à mesure du développement. La figure ci-dessous présente les avantages de scrum par rapport à XP et (R)UP.

Caractéristique	(R)UP	XP	Scrum
Itérative et incrémentale	+	+	++
Centrée sur l'architecture	++		
Centrée sur les tests		++	+
Centrée sur l'interaction client – développeur		++	+
Centrée sur la qualité du code		++	+
Convient aux grosses équipes	++		+
Convient aux petites équipes		++	+
Centrée sur les cas d'utilisation	++		
Convient aux gros projets	++		+
Considère la gestion du risque	+	+	++

Figure 16

#### 2.4.4.2. Modèle d'ingénierie pédagogique

Le modèle ADDIE un modèle d'ingénierie pédagogique qui présente plusieurs avantages :

- C'est un modèle générique, c'est à dire utilisable pour tout type d'application;
- Il est intelligible parce que ses étapes font ressortir clairement les étapes du cycle de vie d'un logiciel tout en y intégrant l'aspect pédagogique.
- Il requiert une analyse méticuleuse des besoins dès le début du développement, il est aussi peu itératif ce qui permet de gagner en temps ;
- Il est peu coûteux financièrement parce qu'il est peu participatif;
- Il est adéquat pour la réalisation des grands et petits projets de systèmes d'apprentissage du fait de son caractère à la fois linéaire et itératif.

L'intérêt majeur du modèle ADDIE est qu'il fournit une approche guidée et détaillée lors de la création d'un projet de formation. De plus, ce modèle fait clairement ressortir les étapes d'ingénierie pédagogique.

Au regard des avantages qu'offre le modèle ADDIE, nous l'avons choisi pour la mise en œuvre de notre projet.

#### 2.4.4.3. Méthode ergonomique

Nous nous focaliserons beaucoup plus sur les critères de compatibilité, de guidage, l'homogénéité, la souplesse et la concision. En ce qui concerne l'évaluation de ces critères nous allons utiliser la méthode EMPI.

## Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté quelques Technologies de l'Information et de la Communication en Éducation, puis nous avons exposé sur l'ingénierie logicielle et l'ingénierie ergonomique. Partant de ces trois éléments, nous avons enrichi notre idée de quelques pratiques logicielles et ergonomiques que nous utiliserons dans la description de notre méthodologie de recherche, objet du chapitre suivant.

## CHAPITRE 3: MÉTHODES ET MATÉRIELS

Selon Angers(1992) la méthodologie de l'étude, est l'ensemble des méthodes et des techniques qui orientent l'élaboration d'une recherche et qui guident la démarche scientifique. Cette méthodologie va nous permettre non seulement de collecter les données, de les analyser, afin de les interpréter pour vérifier nos objectifs de recherche. Toutefois, il nous apparaît nécessaire de présenter les démarches suivies. Dans ce chapitre il est question des méthodes de recherche, de la population d'étude, de l'échantillon, des instruments de collecte de données, de la méthode de traitement des données ainsi que la méthode de développement logiciel utilisée.

### 3.1 Les méthodes de recherche

Les méthodes quantitatives et qualitatives constituent la base méthodologique de cette étude.

#### 3.1.1. La recherche quantitative

L'usage de la méthodologie en sciences sociales relève qu'une méthode de recherche quantitative utilise des outils d'analyse mathématiques et statistiques pour décrire et prédire des phénomènes par le biais des concepts opérationnalisés sous forme de variables mesurables.

Pour recueillir les faits et les perceptions concernant l'objet de cette étude, nous optons pour des techniques d'analyse statistique en conformité avec nos questions de recherche.

#### 3.1.2. La recherche qualitative

La recherche qualitative par contre, est une stratégie de recherche utilisant diverses techniques de recueil et d'analyse qualitative dans le but d'explicitier, en compréhension, un phénomène humain ou social. Il s'agit le plus souvent d'établir le sens de propos que l'on a recueillis (entretiens par exemple) ou de comportements que l'on a observés. On se base alors sur des études de cas ou sur un petit nombre d'individus (10 à 40 en général, selon le temps dont on dispose pour la recherche). Dans le cadre de ce projet, nous avons utilisé un entretien pour recueillir les avis des enseignants par rapport à notre problématique

### 3.2 La population d'étude

Amin (2005: 64), définit la population comme suit: «*A population is the complete collection (or universe) of all the elements that are of interest in a particular investigation*». Pour cet auteur, la population d'une étude est la totalité ou l'ensemble des objets ou des individus présentant des caractéristiques communes intéressant le chercheur dans une étude donnée. Pour Angers (1992) cité par Amin (IBID), la population d'étude représente



«*l'ensemble des éléments ayant une ou plusieurs caractéristiques en commun qui les distinguent d'autres éléments sur lesquels porte l'investigation* ».

Nos instruments d'enquête s'adressent aux enseignants de sciences et aux élèves de la classe de cinquième de l'enseignement secondaire général du lycée de MBALLA II et du collège de la RETRAITE : ceux-ci constituent notre population cible.

### 3.3 Technique d'échantillonnage et échantillon

Amin (op.cit.) définit l'échantillonnage en ces termes *'sampling is the process of selecting elements from a population in such a way that the sample elements selected represent the population'* ; pour ainsi dire que l'échantillonnage est le processus de sélection des éléments d'une population de telle sorte que les éléments échantillonnés représentent les caractéristiques de cette population; ce dernier est une collection ou un sous-groupe d'éléments prélevés dans la population, à partir duquel l'inférence des résultats obtenus sera faite sur la population parente. Telle est également la conception d'Angers (1992) pour qui on doit comprendre par échantillonnage *«l'ensemble des opérations permettant de sélectionner un sous ensemble d'une population donnée en vue de constituer un échantillon»*

Dans le cadre de notre travail, nous avons utilisé l'échantillonnage aléatoire simple et l'échantillonnage par choix raisonné.

Tout d'abord, à l'effet de sélectionner les élèves et enseignants, nous avons procédé par échantillonnage aléatoire en appliquant la stratégie suivante :

- Identification des classes de cinquième des établissements de notre population;
- Choix des classes devant être soumises au test.

Plus explicitement, dans chaque établissement de notre population, après avoir marqué les noms des classes de cinquième sur des bouts de papier, nous avons invité un élève du lycée pour procéder à un tirage sans remise à l'issue duquel deux classes ont été retenues dans la population suivante :

*Tableau 4: Distribution des classes de troisième de la population cible*

	Nombre de classe de 5 <sup>e</sup>	Effectif total des élèves
Collège de la RETRAITE	7	504
Lycée de MBALLA II	7	720
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>1224</b>

Par la suite, pour sélectionner les enseignants de l'échantillon, nous avons implémenté la technique d'échantillonnage par choix raisonné ou par convenance : c'est celle dont *« les éléments choisis pour faire partie, apparaissent comme des modèles de la population d'étude»* (Angers, 1992). Elle consiste à opérer un choix sur les sujets interrogés en tenant compte des caractéristiques de leur profil, et de leur importance dans le phénomène étudié, et non au hasard. Ainsi, notre échantillon est constitué essentiellement des élèves et enseignants

de sciences de classes de cinquième. Au final, nous avons obtenu un échantillon d'une taille de 8 enseignants et 276 élèves présenté ainsi qu'il suit :

Tableau 5: Distribution de l'échantillon par établissement

	Enseignants	Elèves
Collège de la RETRAITE	5	120
Lycée de MBALLA II	3	156
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>276</b>

Le taux de représentativité de notre échantillon est calculé de la façon suivante :

$$Tr = \frac{\text{taille de l'échantillon}}{\text{taille de la population}} * 100 \text{ soit } Tr = \frac{276}{1224} * 100 = 22,54\%$$

Le taux de représentativité obtenu étant supérieur à 20%, alors notre échantillon est représentatif de la population selon les travaux de Lokesh(1972).

### 3.4 Techniques de collecte des données

Selon Ayache et Dumez (2011), l'instrument de collecte des données doit permettre d'étudier en profondeur le fait « *c'est à dire d'établir des liens avec des théories qui n'étaient pas présentes à l'origine de la recherche et qui sont apparues durant la recherche elle-même, de créer des concepts, de mettre en évidence des mécanismes, des enchaînements* ». Pour Grawitz (1990), il existe trois sortes de techniques de collecte des données : les techniques documentaires ; les techniques vivantes qui incluent l'entretien, le questionnaire et les mesures d'attitudes ; les techniques d'études de la collectivité de groupe (enquête de terrain, expérimentation sur le terrain ou en laboratoire). Nous avons opté dans le cadre de ce projet pour le deuxième groupe et plus précisément pour le questionnaire pour scruter les élèves relativement à la recherche quantitative et l'entretien pour les enseignants.

#### 3.4.1. Le questionnaire

C'est un ensemble de questions écrites portant sur un sujet particulier et obéissant à des règles précises de préparation, de construction et de passation. Il est aussi une épreuve composée de plusieurs questions aux formes bien arrêtées, enregistrées par écrit et proposées ou soumises à un individu pour sonder ses préférences, son opinion, ses attitudes et représentations, ses motivations et son comportement dans telle ou telle circonstance, ses sentiments. Nos questionnaires ont été construits selon le modèle en français simple, claire et sans ambiguïté et la plupart des questions ont été formulées sur la base de l'échelle de Lickert à cinq niveaux. Il débute d'abord par un formulaire de consentement qui explique aux répondants, le but de l'enquête.

En fonction de nos questions de recherche, nous avons le plan structurel de nos questionnaires comprend :

- Une introduction destinée à préciser l'objet du projet aux enquêtés ;
- Un élément permettant d'identifier les répondants de notre échantillon.
- Un élément permettant d'appréhender l'environnement d'apprentissage de la science ainsi que l'état d'intégration des TIC dans ladite discipline ;

- Un permettant de cerner l'appropriation par les élèves du concept des propriétés physiques de la matière ;

### 3.4.2. L'entretien

L'entretien est une technique de collecte de données qualitative qui nous permet de recueillir les données brutes sur le terrain. Grawitz (1990) définit ce terme comme un procédé scientifique utilisant un processus de communication verbale pour recueillir les données. C'est aussi une discussion et un échange entre deux personnes. Il se caractérise par des éléments verbaux et des éléments non verbaux. Il doit se dérouler dans un endroit calme et neutre c'est à dire susceptible de ne pas provoquer des réactions divers chez l'interviewé, donc le cadre de l'entretien doit être préalablement choisi.

Dans le cadre de notre recherche, nous allons utiliser les entretiens semi-directifs qui comportent un mode d'investigation qui comprend une grille des thèmes structurés et préalablement définis son but est de retenir les points de vue des personnes sur un sujet donné. Ils permettent d'obtenir des informations particulières sur les participants. Nous allons de ce fait formuler une liste de questions et les poser aux répondants. Notre guide d'entretien est composé de trois parties:

- Le préambule : destiné à préciser l'objet du projet aux enquêtés;
- Une partie est dédiée à l'identification des enseignants de notre échantillon.
- Une partie concerne les questions relatives aux centres d'intérêt de notre recherche;

### 3.4.3. Validation des instruments de collecte de données

#### 3.4.3.1. Cas du questionnaire

La validation de notre questionnaire s'est déroulée en deux phases à savoir une phase interne et une phase externe.

La validation en interne a permis d'analyser la structuration, la formulation, la cohérence, la pertinence et la densité des questions donnant le loisir aux sujets de l'échantillon de répondre. Cette validation nous a permis de vérifier la concordance entre les idées développées et la réalité du terrain en établissant un lien entre les objectifs et les questions de recherche. Pour ce faire, les premières propositions de ces instruments ont été soumises à l'appréciation de nos camarades de promotion et au directeur de mémoire. Leurs remarques, corrections, critiques et suggestions ont conduit à la réorientation du contenu de ces instruments.

Quant à la validation à l'externe ou pré-enquête, elle s'est effectuée auprès quatre enseignants de science ne faisant pas partie des établissements de notre population cible. Grâce à cet exercice, l'on s'est rendu compte de la faisabilité de l'enquête.

#### 3.4.3.2. Cas de la grille d'entretien

Elle s'est effectuée auprès de notre encadreur, sur la base de notre problème et de nos questions de recherche.

### 3.4.4. Technique d'analyse des données

Les données collectées lors de notre enquête par questionnaire ont été dépouillées par le truchement du logiciel SPSS. Dans un premier temps, nous avons constitué une bibliothèque des variables relatives aux différentes questions du questionnaire avec tous les codages possibles des différentes réponses ; ensuite, nous avons paramétré cette bibliothèque dans le tableur SPSS ; et enfin, nous avons dépouillé chaque questionnaire en introduisant ses données dans la bibliothèque des variables dans SPSS. Pour analyser et traiter ces données, nous avons utilisé l'analyse de la fréquence, de la moyenne, et des tableaux croisés dynamiques. La figure ci-dessous présente sommairement le paramétrage du questionnaire des élèves dans le tableur SPSS.

	Nom	Type	Largeur	Décimales	Etiquette	Valeurs	Manquant
1	I.1	Chaîne	3	0	etablissement	Aucun	Aucun
2	I.2	Numérique	2	0	age	Aucun	Aucun
3	I.3	Chaîne	1	0	sexe	{a, masculin...	Aucun
4	I.4	Chaîne	1	0	redoublant	{a, oui}...	Aucun
5	II.1	Chaîne	1	0	Avez vous les difficultés à assimiler le cours de sciences?	{a, oui}...	Aucun
6	II.2	Chaîne	1	0	Avez vous un livre de sciences?	{a, oui}...	Aucun
7	II.3	Chaîne	1	0	trouvez vous les cours de sciences interessants?	{a, oui}...	Aucun
8	II.4	Chaîne	1	0	support utilisé	{a, livre}...	Aucun
9	II.4.1	Chaîne	1	0	utilisez vous le livre?	{a, oui}...	Aucun
10	II.4.2	Chaîne	1	0	utilisez vous les planches?	{a, oui}...	Aucun
11	II.4.3	Chaîne	1	0	utilisez vous le cahier de cours?	{a, oui}...	Aucun
12	II.4.4	Chaîne	1	0	utilisez vous internet	{a, oui}...	Aucun
13	II.5	Chaîne	1	0	Allez vous regulierement au laboratoire?	{a, oui}...	Aucun
14	II.6	Chaîne	1	0	Appreziez vous votre enseignant de sciences?	{a, oui}...	Aucun
15	II.7	Chaîne	1	0	Aviez vous entendu parler des transformaations physiques de la matiere avant la classe de cinquieme?	{a, oui}...	Aucun
16	II.8	Chaîne	1	0	l'enseignant utilise t-il des outils tic pour dispenser ses leçons?	{a, oui}...	Aucun
17	II.9	Chaîne	1	0	quelle(s) acitivité(s) preferez vous pendant vos temps libres?	{a, jouer}...	Aucun
18	II.9.1	Chaîne	1	0	preferez vous jouer?	{a, oui}...	Aucun
19	II.9.2	Chaîne	1	0	preferez vous lire?	{a, oui}...	Aucun
20	II.9.3	Chaîne	1	0	preferez vous visionner?	{a, oui}...	Aucun
21	II.10	Chaîne	1	0	Dans le cadre du cours de sciences, à quelle(s) activé(s) avez vous déjà assisté?	{a, projectio...	Aucun
22	II.10.1	Chaîne	1	0	avez vous assisté aux projections?	{a, oui}...	Aucun
23	II.10.2	Chaîne	1	0	avez vous assisté aux exposés?	{a, oui}...	Aucun
24	II.10.3	Chaîne	1	0	avez vous assisté aux experiences au laboraoire?	{a, oui}...	Aucun
25	II.11	Chaîne	1	0	qu'est ce qui peut faciliter votre apprentissage en sciences?	{a, les imag...	Aucun
26	II.12	Chaîne	1	0	pensez vous qu'un outil numérique contenant des images, vidéos, animations, sons peut vous permet...	{a, oui}...	Aucun

Figure 16 : paramétrage du questionnaire

### 3.4.5. Analyse fonctionnelle

Dans le but d'analyser les besoins et de ressortir les exigences de notre logiciel, nous avons procédé à une analyse fonctionnelle en utilisant la méthode APTE.

#### 3.4.5.1. Présentation des difficultés et besoin des enseignants

Les besoins exprimés par les enseignants et élèves sur les séquences 2 du module 2 sont les suivantes :

- Les enseignants posent le problème des effectifs pléthoriques dans les salles de classe. Toute chose qui rend difficile le suivi pédagogique des apprenants
- Les enseignants déplorent l'absence de séances pratiques dues à un manque de laboratoires
- Les enseignants déplorent l'inexistence d'outils didactiques numériques pouvant aider à la prise de décisions pédagogiques.

- Les enseignants déplorent l'absence d'outils numériques de suivi des apprenants.
- Les enseignants voudraient avoir un outil didactique qui les aide à la formation des groupes de remédiation
- Les enseignants voudraient un outil pouvant leur permettre de concevoir leurs propres épreuves
- Les enseignants souhaiteraient avoir un outil pouvant ressortir les performances des apprenants par question ou par exercice

### 3.4.5.2. Analyse des besoins

Pour analyser nos besoins, nous nous sommes inspirés du diagramme de bête à cornes qui repose sur trois questions principales :

- A qui l'outil d'apprentissage rend t-il service ?
- Sur quoi agit-il ?
- Dans quel but ?

Les réponses de la phase de collecte des données sont les suivantes :

- L'outil rend service aux élèves et enseignants de sciences de classe de 5<sup>e</sup> ESG
- Il agit comme plateforme d'apprentissage qui sera utilisé par les enseignants pour apprécier les performances des élèves et par les élèves pour l'apprentissage grâce à des activités et exercices
- Il a pour but de soutenir le processus enseignement/apprentissage sur le cours portant sur les propriétés physiques de la matière

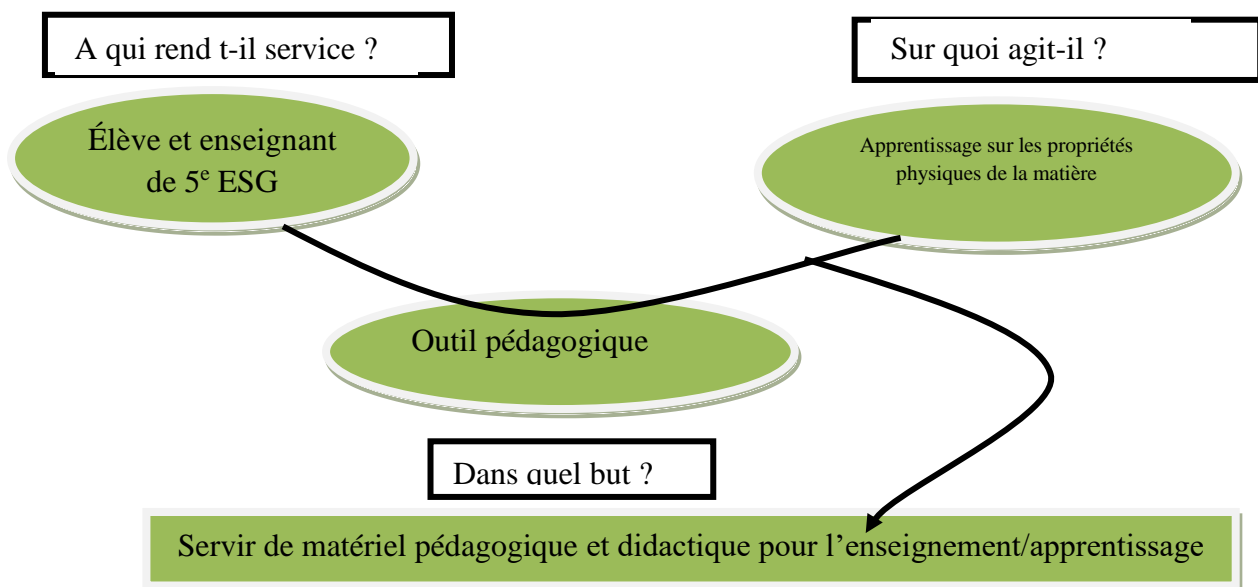


Figure 17 : Diagramme de bête à cornes

### 3.4.5.3. Analyse des fonctions de l'outil d'apprentissage

Nous distinguons des fonctions principales et les fonctions de contraintes. Les fonctions principales sont les différentes leçons sur les transformations physiques de la matière, les épreuves fournies, les outils statistiques.

Les fonctions de contraintes sont celles qui cadrent et limitent les idées du développeur. Il s'agit de :

- Se limiter sur le programme des sciences de 5<sup>ème</sup>
- Ne pas surcharger les interfaces d'écriture inutile
- Intégrer les scénarios pédagogiques : Pré requis, activité, résumé et application selon une Approche APC des sciences
- Prendre en compte l'ergonomie des logiciels
- Réaliser une application Web : elle doit être utilisable par navigateur.

Le diagramme de pieuvre ci-dessous nous permet de mieux illustrer ces fonctions

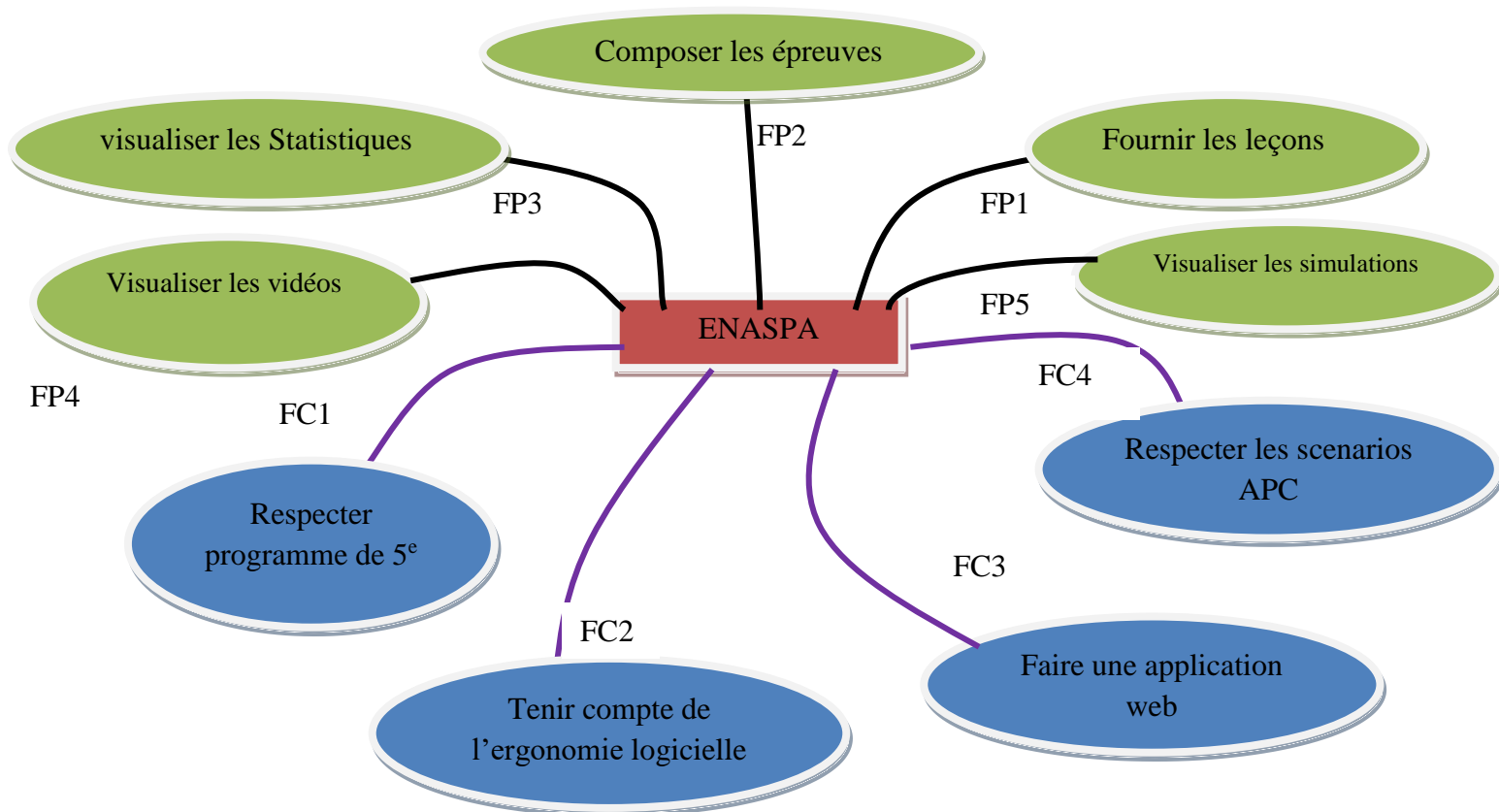


Figure 18 : Diagramme de Pieuvres

### 3.5 Méthodologie logicielle

La méthode d'ingénierie logicielle SCRUM est celle là que nous avons choisi pour la réalisation de notre de travail. Il sera donc été question de suivre les phases d'initiation, de développement et de clôture de cette méthode d'ingénierie logicielle.

### 3.5.1. Vue sommaire sur les phases de SCRUM

#### 3.5.1.1. La phase d'initiation

Cette phase consiste à :

- Créer la vision du projet
- Identifier le Product Owner, le ScrumMaster et les autres membres du projet
- Former l'équipe Scrum
- Définir le product backlog à partir des Story (User, technique, défaut)
- Définir les priorités des Story

Un récit utilisateur sera donc rédigé comme suit : « *En tant que <acteur>, je veux <besoin>, afin de <objectif>* ».

#### 3.5.1.2. La phase de développement

Cette phase consiste à :

- Définir les objectifs de sprint
- Sélectionner les items du product backlog et construire un backlog sprint
- Découper en tâches les Users story qui composent le sprint en cours
- Estimer les tâches du sprint en cours
- Développer l'incrément de l'outil

L'estimation des items du sprint (tâches) est faite en Heure.

#### 3.5.1.3. La phase de clôture

Cette phase consiste à :

- Réaliser les tests unitaires et les tests d'incrément
- Intégrer l'incrément de l'outil dans le dernier livrable
- Produire ou mettre à jour la documentation de l'outil
- Remettre une version du livrable.

### 3.5.2. Plan d'application de SCRUM

#### **Sprint 0 :**

- Identification du product owner, du scrum master et des stakeholders
- Création de la vision du projet
- Identification des épiques
- Création du product backlog avec priorités
- Création du plan de release
- Création de l'architecture du projet
-

### **Sprint 1 :**

- Daily scrum meeting
- Développement et tests du sprint backlog 1
- Réunion de planification du sprint 2
- Fin de développement du sprint 1
- Revu de sprint
- Rétrospective de Sprint et comparaison avec les rétrospectives précédentes
- Mise en place physique du tableau des obstacles
- Mise à jour des définitions de fini pour une tâche et pour le Sprint (en fonction de la rétrospective)

### **Sprint 2 à n :**

Les Sprint 2 jusqu'au dernier seront constitué des mêmes étapes que le sprint 1. Seuls les contenus changeront.

## **3.6 Matériels et logiciels**

Les matériels, logiciels qui seront utilisés dans la réalisation de notre sont présentés ainsi qu'il suit :

### **3.6.1. Matériels utilisés**

Comme matériel, nous disposons d'un ordinateur portable pour la réalisation toutes les tâches de notre travail et d'une clé internet.

### **3.6.2. Logiciels utilisés**

Pour réaliser notre travail, nous aurons besoins d'utiliser :

- L'éditeur de texte Notepad++ pour la saisie des codes sources.
- Les navigateurs Firefox et Google Chrome pour visualiser les résultats.
- Adobe Photoshop CC 2017 pour traiter et réaliser les différentes images.
- Adobe Animate CC 2017 pour la réalisation de différentes interfaces et animations.
- argoUML pour la conception des diagrammes.
- Microsoft office Word 2007 pour la saisie du rapport.
- Microsoft office Excell 2007 pour la réalisation des backlog,
- Le logiciel SPSS pour le traitement des données collectées pendant l'enquête
- PHP : pour réaliser des contrôles
- La framework scriptcase
- Javascript : pour réaliser certains contrôles
- HTML5 : pour la réalisation des formulaires



- CS6 : pour le design, les couleurs et l'ergonomie de l'interface web principale.
- Système d'exploitation Windows 7.

### 3.6.3. Ressources documentaires

Comme ressources documentaires nous utiliserons :

- Programme de SCIENCES en vigueur au Cameroun.
- Les livres de SCIENCES de cinquième au programme.
- Les anciens mémoires des promotions 2015, 2016, 2017 et 2018.

## 3.7 Ingénierie pédagogique

L'ingénierie pédagogique est selon Paquette (2002), « l'ensemble des procédures et tâches permettant de définir le contenu d'une formation. Cela implique d'identifier les connaissances et compétences visées, de réaliser une scénarisation pédagogique des activités d'un cours, et de définir les infrastructures, les ressources et les services nécessaires à la diffusion des cours et au maintien de leur qualité ».

C'est donc un moyen, une méthode permettant de faire l'analyse, la conception et la réalisation, la planification de l'utilisation d'un système d'apprentissage, intégrant les concepts, les processus et les principes/ normes basées sur une discipline intitulée le design pédagogique.

Le tableau ci-dessous résume le déroulé métrologique du modèle ADDIE dans le cadre de notre travail. Ce tableau ressort les tâches à effectuer ainsi que les livrables.

Tableau 6: contextualisation de la méthode ADDIE

Entrée	activités	sortie
<b>Analyse</b>		
<b>Identification des buts/ besoins de formation</b>	Faire une descente dans les établissements afin de collecter auprès des enseignants de SCIENCES de 5 <sup>e</sup> les difficultés rencontrés ainsi que les besoins pour l'enseignement du cours sur les transformations physiques de la matière	-Les besoins clairement identifiés et spécifiés, - Les informations inhérentes à la population cible - Un ensemble de ressources, de contraintes et de moyens
<b>Présentation de la population cible</b>	Il sera question ici, à l'aide d'un questionnaire de : <ul style="list-style-type: none"> <li>- identifier à qui est destiné l'outil, recenser ses caractéristiques</li> <li>- présenter l'importance de l'outil pour cette population</li> </ul>	
<b>Elaboration du contenu</b>	Dans cette partie, nous allons déterminer les ressources (tant humaines que matérielles) dont nous aurons besoin pour le développement de notre projet tout en identifiant ce qui existe déjà (est déjà à notre portée).	
<b>Description de l'environnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Décrire l'environnement dans lequel sera déployé l'outil</li> <li>- Le contexte.</li> </ul>	
<b>Identification des moyens du projet</b>	Rechercher les ressources et les contraintes qui seront liées à la conception et la réalisation de notre didacticiel en terme de durée, de budget.	
<b>Design</b>		

<b>Définir la structure</b>	-Donner à l'aide du programme officiel de SCIENCES et des projets pédagogiques recueillis auprès des enseignants de SVT, les titres sous forme d'objectifs pédagogiques, - Subdiviser ces objectifs en unités d'enseignements pour ensuite les organiser en niveau hiérarchique de manière arborescente	-Un story-board (document décrivant l'ensemble des éléments d'un module) -D'un prototype qui sera testé pour vérifier le fonctionnement du module
<b>Déterminer les moyens pédagogiques</b>	Présenter la démarche visant à l'atteinte des objectifs (stratégies pédagogiques, moyens pédagogiques regroupant les techniques telles que l'exposé, le test, les outils et supports associés aux situations (disposition des élèves soit face à face, soit en sous-groupe) et ceci se fera pour chacun des objectifs définis plus haut.	
<b>Développement</b>		
<b>Sélection du contenu à médiatiser</b>	Sélectionner les cours, exercices, les animations (vidéos, audio, images...) ayant trait aux transformations physiques de la matière afin de les mettre dans l'outil à développer	La version finale de chaque module.
<b>Scénarisation des activités pédagogiques</b>	Déployer/répartir de manière effective les activités devant être effectuées par chacune des parties prenantes (enseignants et élèves).	
<b>Fabriquer des ressources</b>	Il sera question dans cette partie de développer les différents modules qui ont été définis plus haut.	
<b>contrôler (ou évaluer) l'usage des ressources</b>	On va se rassurer ici de la manière dont ces ressources sont utilisées afin de voir s'ils répondent aux attentes/ besoins identifiés ceci à l'aide d'un test.	
<b>Implantation</b>		
<b>Animation de la communication et de la relation pédagogique</b>	Assurer le déploiement du didacticiel dans les différents établissements scolaires ciblés en le rendant accessible aux enseignants de SCIENCES et communiquer avec ces derniers sur le processus d'utilisation.	
<b>Suivi de l'action pédagogique</b>	Voir de manière effective comment se déroule le processus enseignement/apprentissage entre les enseignants de SCIENCES et leurs élèves en milieu scolaire.	
<b>Evaluation</b>		
<b>Vérification de la cohérence de l'application avec les besoins identifiés à la phase d'analyse</b>	- comparer les performances des apprenants après avoir suivi le didacticiel avec leur performances d'avant la formation. - Voir à l'aide d'un outil d'évaluation (test critérié, jeux de questions réponses...) si le didacticiel a permis les améliorations de performance pour lesquelles il a été créé.	Les résultats de l'utilisation du didacticiel.

## **Conclusion**

Ce chapitre nous a permis d'exposer nos méthodes de collecte et de traitement de données, de décrire notre plan d'application de la méthode SCRUM, de présenter le déroulé méthodologique du modèle ADDIE dans le cadre de notre travail ainsi que le matériel que nous comptons utiliser pour le développement de notre outil.

## CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Ce chapitre est subdivisé en deux (03) parties, la première partie portera sur les résultats de l'analyse descriptive (4.1), la deuxième partie quant à elle portera sur les résultats de l'ingénierie pédagogique (4.2) et en fin la troisième partie portera sur les résultats de la conception logicielle (4.3).

### 4.1 Résultats de l'analyse descriptive

#### 4.1.1. Résultats de l'enquête auprès des enseignants

a) Statistiques sur l'identité des enseignants

*Tableau 7 : récapitulatif sur l'identité des enseignants*

	PLEG	PCEG	Masculin	Féminin
L. MBALLA II	2	1	2	1
C. RETRAITE	3	2	3	2

b) Difficultés d'enseignement et suivi pédagogique

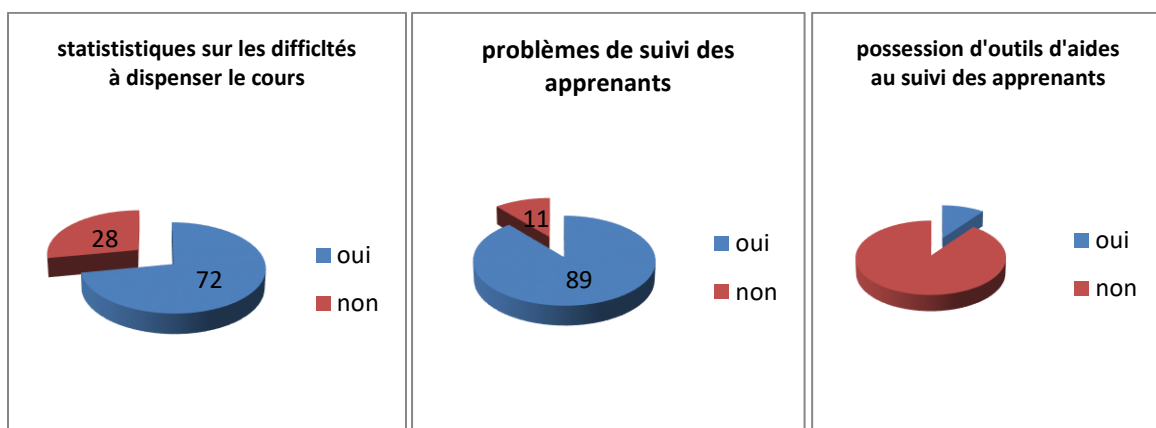


Figure 19 : difficultés d'enseignement et suivi pédagogique

Au regard de ces statistiques, nous pouvons conclure que le manque d'outils d'aides au suivi pédagogique des apprenants peut expliquer en partie les problèmes de suivi des apprenants que posent les enseignants ainsi que le taux élevé des enseignants qui ont des difficultés à dispenser le cours sur les transformations physiques de la matière.

### 4.1.2. Résultats de l'enquête auprès des élèves

Les résultats ci-dessous découlent du dépouillement des questionnaires remplis par les élèves.

a) Statistiques sur l'effectif

Tableau 8 : récapitulatif des élèves par sexe et par établissement

	Lycée de MBALLA II	Collège de la RETRAITE
Masculin	66	45
Féminin	90	75
Total	156	120

b) Statistiques sur l'âge

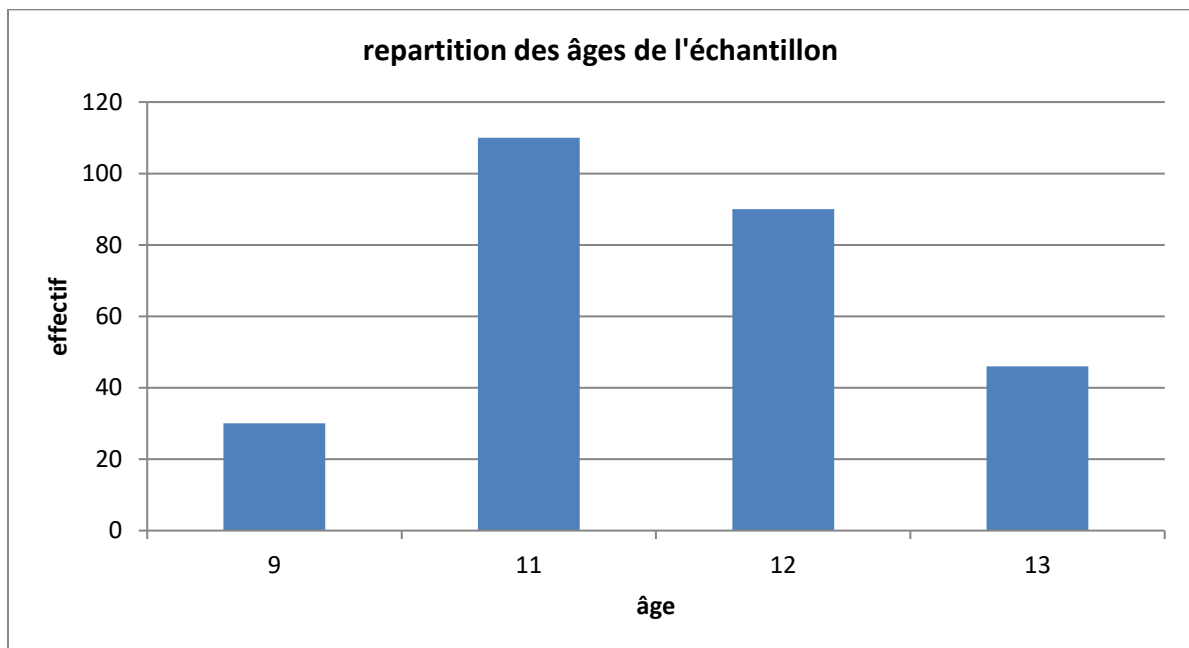


Figure 20 : répartition des âges de l'échantillon

Au regard de cette répartition d'âge, il ressort que l'âge de notre échantillon se situe entre 11 et 13 ans.

c) Statistiques sur les difficultés d'apprentissage de l'échantillon

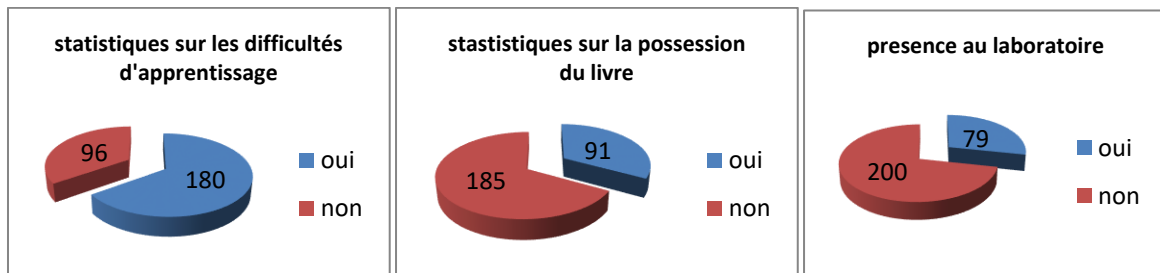


Figure 21 : statistiques sur les difficultés d'apprentissage

Au regard de ces statistiques, nous pouvons conclure que le taux élevé des difficultés d'apprentissage s'expliquent par le fait que beaucoup d'apprenants ne possèdent pas le livre, ne vont presque jamais au laboratoire, n'apprécient pas leur enseignant de sciences (78%) et ont pour seul ressource le cahier de cours (69%).

- d) Statistiques sur la compréhension des notions liées aux transformations physiques de la matière

*Tableau 9 : statistiques sur la compréhension des notions liées aux transformations physiques de la matière*

Questions	D'accord	Pas d'accord	RAS
<b>Je peux citer les qualités d'une bonne eau</b>	100	126	50
<b>Je peux citer les états physiques de l'eau</b>	40	190	46
<b>Je peux définir sublimation</b>	16	260	0
<b>Je peux définir matière</b>	100	140	36
<b>Je peux définir liquéfaction</b>	176	0	100
<b>Je peux définir condensation</b>	59	206	11
<b>Je peux définir vaporisation</b>	80	179	17
<b>Je peux définir solidification</b>	200	76	0
<b>Je peux définir cristallisation</b>	26	200	50
<b>Je peux citer les types de mélanges</b>	210	66	0
<b>Je peux identifier l'état physique de l'eau à partir de sa température</b>	51	209	16
<b>Je peux différencier solvant et soluté</b>	63	197	16
<b>Je peux définir solution aqueuse</b>	231	41	4

Il ressort de ce tableau que beaucoup d'apprenants ne comprennent pas les notions basiques liées aux transformations physiques de la matière. Toute chose qui confirme qu'ils éprouvent vraiment des sérieuses difficultés dans cette partie du programme.

- e) Autres constats issus de l'enquête sur les élèves

57% de l'échantillon disent n'avoir jamais entendu parler des transformations physiques de la matière avant la classe de 5<sup>ème</sup>, 88% disent que l'enseignant n'utilise pas les outils TIC pour dispenser ses leçons, 24% disent préférer lire pendant les temps libres, 46% disent préférer louer pendant les temps libres, 30% de l'échantillon disent préférer visionner. Ces statistiques sur l'activité préférée des apprenants nous permettent d'avoir une idée sur leurs styles d'apprentissage. Il ressort de ces statistiques que les styles dominants ici sont le style kinesthésique et visuel.

40% de l'échantillon disent posséder un Smartphone, 30% disent posséder un ordinateur, 80% disent avoir accès à la connexion internet à la maison. Ces statistiques nous

donnent une idée sur l'environnement d'apprentissage ainsi que sur le type de technologie disponible.

Au vu de ces résultats issus de l'analyse descriptive, nous avons jugé opportun de réaliser un outil d'aide dont l'étude de faisabilité a conduit à l'élaboration du cahier des charges ci-dessous présenté.

### 4.1.3. Présentation du cahier de charge

Le résultat de l'analyse est un document nommé cahier de charge. Il s'agit pour nous de présenter dans cette partie le document qui constitue le point de départ de notre futur outil.

#### a) Présentation sommaire du projet

Le cours sur les transformations physiques de la matière cause beaucoup de problèmes tant chez les élèves que chez les enseignants. En effet les élèves ont des sérieux problèmes de compréhension des notions liées à ce cours du fait du manque du matériel et d'activités pratiques pouvant leur permettre de mieux appréhender ces concepts.

Les enseignants quant à eux déplorent non seulement le manque de laboratoire mais aussi le manque d'outils de suivi pédagogique des apprenants toute chose qui ne les aide pas dans leur tâche managériale. D'où le projet de conception et réalisation d'un environnement numérique d'apprentissage et de suivi pédagogique des apprenants (ENASPA) qui facilitera la compréhension des notions liées aux transformations physiques de la matière. A la suite, nous continuons de présenter le projet comme suit :

**Type de produit :** Il s'agit d'un outil d'aide à l'apprentissage (didacticiel).

**Cible :** Cet outil servira à toute personne nécessitant d'étudier les transformations physiques de la matière en général, aux élèves et enseignants de 5<sup>ème</sup> ESG en particulier.

**Contexte :** Ce travail est réalisé en vue de l'obtention du diplôme de fin de formation à l'ENS (DIPES II).

**Objectifs visés :** Le but ici est de concevoir un outil d'aide à l'apprentissage sur les transformations physiques de la matière visant à :

- Aider les élèves à mieux cerner les notions liées aux transformations physiques de la matière.
- Aider les enseignants à la prise de décisions pédagogiques

**Durée du projet :** trois mois.

**Moyens :** Fonds propres

## **b) Présentation des besoins**

### **1) Besoins fonctionnels**

Les fonctions à représenter ici sont de trois types à savoir les fonctions de service principales, les fonctions de services complémentaires et les fonctions de contrainte.

#### **✓ Fonctions de services principales**

En vue d'aider les élèves et enseignants sur le cours traitant des transformations physiques de la matière, l'Outil ENASPA devra nécessairement avoir les fonctions suivantes :

- Offrir la description des notions liées aux transformations physiques de la matière.
- Offrir des évaluations diagnostiques, formatives et sommatives
- Offrir la possibilité à l'enseignant de proposer à sa guise des épreuves
- Offrir la possibilité à l'enseignant de visualiser les statistiques des élèves de sa classe sur les questions et exercices d'une épreuve
- Offrir à l'administrateur la possibilité d'enregistrer et supprimer les élèves et les enseignants
- Offrir la possibilité à l'administrateur de créer les classes et les matières d'une classe

#### **✓ Fonctions de services complémentaires**

Il s'agit ici de :

- Proposer des vidéos sur les notions du cours.
- Proposer des simulations sur les notions du cours
- Proposer des jeux
- Proposer une fonction aide qui guidera l'apprenant lorsqu'il en aura besoin.

#### **✓ Fonctions de contraintes**

L'outil ENASPA devra :

- Respecter le programme de SVT de 5<sup>ème</sup> ESG.
- Prendre en compte les éléments de suivants l'analyse pédagogique : le séquençage de la leçon, la structuration des contenus, les stratégies pédagogiques ainsi que les activités présentés.

### **2) Besoins non fonctionnels**

L'outil à développer devra respecter les critères ergonomiques suivants basés sur la norme ISO 9241-111 (2008) à savoir :

- **La clarté** : le contenu du produit doit s'afficher rapidement et avec précision.
- **La concision** : seules les informations nécessaires à la tâche sont affichées.
- **La cohérence** : les mêmes informations sont présentées de façon identique sur toute l'application. Cela permettra d'éviter une quelconque confusion.
- **La lisibilité** : l'information doit être facile à lire.



## 4.2 Résultats de l'ingénierie pédagogique

Il est question dans cette partie de dérouler le modèle d'ingénierie pédagogique que nous avons retenu pour notre projet. Rappelons ici, qu'il s'agit du modèle ADDIE (Analyse, Design, Développement, Implantation et Evaluation).

### 4.2.1. Analyse pédagogique

Cette phase nous permettra de ressortir comme livrable : le document d'analyse des besoins de la formation.

#### 4.2.1.1. Contexte de la formation

La formation dont il est question dans cet environnement numérique d'apprentissage porte sur l'acquisition par les apprenants des compétences liées aux transformations physiques de la matière.

#### 4.2.1.2. Analyse des besoins de la formation

##### c) **COMPETENCES ET OBJECTIFS DE LA FORMATION**

Il s'agit pour nous de présenter ici des objectifs généraux que vise ce projet. Ainsi, les besoins de formation de notre projet sont les suivants :

- Susciter et améliorer la lisibilité et l'éveil de l'élève sur l'environnement
- Communiquer et informer sur des biens de consommation
- Développer la prudence de l'élève face à un produit ou à un bien de consommation avant l'utilisation
- Aiguiser la curiosité des apprenants à la lecture des étiquettes et l'interprétation des pictogrammes pour le choix des biens de consommation avant l'utilisation
- Avoir un espace permettant de faire le suivi pédagogique des apprenants et d'aider l'enseignant à la prise des décisions au sein de la classe

Le tableau ci-dessous résume les compétences de la formation en terme de savoir, savoir faire et savoir être.

*Tableau 10 : résumé des compétences de la formation*

Objectif spécifique	Savoir	Savoir être	Savoir faire
-Citer au moins un état physique de l'eau -citer au moins une transformation physique de l'eau	-états de l'eau -transformations physiques de l'eau	Résolution des problèmes	Faire passer l'eau d'un état à l'autre
-identifier au moins un corps pur -citer au moins un type de mélange	Différencier mélange homogène et mélange hétérogène	Résolution des problèmes	Séparer deux mélanges

#### d) CONTENU PEDAGOGIQUE

Notre environnement numérique qui porte sur le cours des transformations physiques de la matière en classe de cinquième ESG aura comme savoirs essentiels :

- i. LES TRANSFORMATIONS PHYSIQUES DE L 'EAU :  
vaporisation, condensation, solidification, liquéfaction, sublimation
- ii. MELANGE ET CORPS PURS : l'eau, l'air, les solutions (soluté, solvant, concentration)

Le tableau ci-dessous présente le résumé des contenus pédagogiques de notre formation.

*Tableau 11 : résumé des contenus pédagogiques*

Séances	tâches	Objectifs pédagogiques	Ressources	Evaluation
<b>Transformations physiques de la matière</b>	-Identifier les états physiques de l'eau -identifier les différentes transformations physiques de l'eau	-Citer au moins un état physique de l'eau -citer au moins une transformation physique de l'eau	-Livre programme -livre au programme	QCM
<b>Mélange et corps purs</b>	-Identifier un mélange hétérogène -identifier un mélange homogène -identifier les corps purs	-identifier au moins un corps pur -citer au moins un type de mélange	-Livre programme -livre au programme	QCM

#### e) MODALITES PEDAGOGIQUES

En fonction des objectifs visés par notre formation, nous avons retenu le questionnement comme modalité pédagogique.

#### f) APPROCHE ET METHODES PEDAGOGIQUES

- ✓ approche pédagogique

L'approche pédagogique retenue est celle en vigueur dans le système éducatif camerounais de nos jours: l'approche par compétences avec situation de vie.

- ✓ Méthodes pédagogiques

Les méthodes pédagogiques retenues pour notre environnement numérique sont les suivantes :

- La méthode par découverte
- La méthode démonstrative
- La méthode expositive
- Méthode déductive

#### 4.2.1.3. Description du public cible

##### a) CARACTERISTIQUES

Notre projet cible les apprenants de classe de 5<sup>ème</sup> ESG ainsi que les enseignants de sciences des classes de 5<sup>ème</sup> ESG. Ceux-ci devraient remplir les critères suivants :

###### ▪ Enseignant

- ✓ Etre formé à enseigner les SVT
- ✓ Maitriser la pédagogie d'enseignement de la SVT selon le programme officiel
- ✓ Maitriser la didactique de la SVT
- ✓ Etre patient du fait de l'âge des apprenants qui sont très jeunes
- ✓ Etre ouvert aux échanges
- ✓ Etre familier à l'outil informatique.

###### ▪ Elève

- ✓ Etre élève de classe de cinquième de l'enseignement secondaire général
- ✓ Avoir un âge compris entre neuf (09) et treize (13) ans
- ✓ Etre dans le sous système francophone
- ✓ Savoir utiliser un ordinateur

##### b) NOMBRE

Notre public cible est représenté par un effectif de 276 élèves et 08 enseignants.

##### c) PREREQUIS

L'apprenant doit avoir fait la classe de sixième de l'enseignement secondaire général.

##### d) LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

L'échantillon représentant notre public cible est localisé dans deux établissements de la région du centre à savoir le lycée de mballa II et le collège de la retraite.

#### 4.2.1.4. Analyse de l'existant

##### a) MATERIEL

Les établissements où se trouve notre échantillon disposent du matériel suivant :

- ✓ Ordinateurs de bureau
- ✓ Vidéos projecteurs
- ✓ Imprimantes
- ✓ scanners

##### b) RESSOURCES

Comme ressources existantes nous pouvons citer :

- ✓ Le livre programme du cycle d'observation
- ✓ Le livre de science au programme en cinquième
- ✓ Le contenu des cours dispensés par les enseignants

#### 4.2.1.5. Analyse des moyens

##### a) BUDJET DISPONIBLE

Aucun budget n'a été mis à notre disposition. Toutefois des dépenses financières énormes ont été effectuées dans le cadre de ce travail.

##### b) RESSOURCES HUMAINES

Comme ressources humaines nous disposons dans le cadre de ce travail : les enseignants de sciences des classes de cinquième, des programmeurs, des concepteurs logiciels et pédagogiques.

#### 4.2.1.6. Contraintes

##### a) LIEES AU CONTENU

Le contenu de la formation doit respecter le nouveau programme des classes de cinquième. Aussi nous pouvons citer les difficultés à disposer des vidéos et images en rapport avec les transformations physiques de la matière.

##### b) LIEES AU DELAI

Les délais de réalisation du projet vont jusqu'au 14 Décembre 2018 date de dépôt au département.

##### c) TECHNIQUES

Pour atteindre nos objectifs, les outils ci-après seront nécessaires au développement de notre produit :

- Ordinateur (Pentium 4 au moins) muni d'un système d'exploitation Windows
- Téléphone portable androïde
- Modem

##### d) FINANCIERES

Compte tenu des déplacements à effectuer pour le recueil des besoins et bien d'autres documents et outils pouvant nous aider à parvenir à nos fins, nous devons disposer des ressources financières nous permettant de résoudre ces différents problèmes.

### 4.2.2. Design pédagogique

Cette phase nous permettra d'aboutir au document de conception pédagogique détaillée.

#### 4.2.2.1. Scénario pédagogique

##### a) STRUCTURE DE LA FORMATION DES SEQUENCES PEDAGOGIQUES

Les séances seront structurées selon l'approche par l'intégration des acquis (modèle PIC).

SEANCE N° X : TITRE

- i. Compétence terminale**
- ii. Objectifs du cours**
- iii. Révision fonctionnelle ou systématique (test initial ou test de prérequis)**
- iv. Présentation de la situation didactique**
- v. Systématisation et interaction**
  - ✓ **Modelage**
  - ✓ **Pratique guidée**
  - ✓ **Pratique autonome**
  - ✓ **Clôture de la leçon (résumé de la séance)**
- vi. consolidation (évaluation formative et exercice à faire à domicile)**
- vii. évaluation formative**

**b) SEQUENCES PEDAGOGIQUES**

Notre formation porte sur une seule séquence pédagogique à savoir les transformations physiques de la matière.

**c) DEMARCHE PEDAGOGIQUE**

Nous utiliserons la démarche inductive et déductive.

**d) MODALITES D'APPRENTISSAGE**

Notre environnement offrira un apprentissage à la fois synchrone et asynchrone.

**e) DUREE DE LA FORMATION**

Le programme officiel du cycle d'observation prévoit que cette formation doit durer 4 heures.

**f) DECOUPAGE**

Notre environnement proposera un découpage en séquence et en activité tel que présenté dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 12 : séances de la formation*

Séances	Objectifs spécifiques
Séance1 : <b>transformations physiques de l'eau</b>	Citer les différents états physiques de l'eau
Séance2 : <b>mélanges et corps purs</b>	Identifier les mélanges et corps purs

**g) MODES D'EVALUATION**

Notre environnement proposera les évaluations diagnostiques, formatives et sommatives.

#### 4.2.2.2. Storyboard

##### a) TYPES D'ACTIVITES ET TYPES D'EXERCICES

Nos activités porteront sur des situations problèmes et des exercices de types qcm

##### b) DESCRIPTION DES MEDIAS

Nous utiliserons comme média : le texte, les images, les vidéos et son pour faire passer le message.

#### 4.2.3. Développement pédagogique

Il est question ici de procéder à une médiatisation des contenus de la formation.

##### a) STRATEGIES D'INSTRUCTION

Pour l'atteinte des compétences visées, nous passerons par les stratégies suivantes :

- Rédiger des contenus textes pour chaque séance
- Monter des images pour illustrer certaines situations
- Réaliser des animations pour simuler certaines situations
- Elaborer des exercices sous formes de QCM,
- Proposer des tests d'évaluation pour permettre à l'élève de s'auto-évaluer.
- Utiliser un vocabulaire simple
- Proposer des feed-back aux actions
- Proposer des évaluations sommatives qui seront suivies par l'enseignant

##### b) TECHNIQUES

Nous optons pour la lecture, l'expérimentation, les simulations et l'évaluation. Le but étant de pouvoir utiliser les différents styles d'apprentissage.

##### c) FORMAT AFFICHAGE ET VISIBILITE

Le programme sera disposé au centre de l'écran de façon à ce que le contenu soit facilement visible et lisible.

##### d) LANGAGE

Le langage se devrait être simple et facilement compréhensible au niveau des apprenants ciblés.

##### e) COULEUR ET IMAGES

Les couleurs ne doivent pas être agressives. On doit utiliser les couleurs qui plongent l'enfant dans une certaine immersion. Quant aux images, celles-ci doivent être suffisamment expressives.

**f) STRUCTURE DU SUPPORT DE COURS**  
**✓ STRUCTURE DES SEANCES**

La fiche de déroulement d'une séance aura la structure suivante :

Etapes	Contenu	OPI	Activités		Matériel	Evaluation formative
			Enseignant	Elèves		
PRESENTATION	Mise en situation					
	Présentation de l'objectif du cours					
	Révision					
INTERACTION	Présentation de la situation problème					
	Modelage					
	Pratique guidée					
CONSOLIDATION	Pratique autonome					
	clôture					
	Evaluation					

**✓ EVALUATION SOMMATIVE**

Il s'agira des épreuves que les enseignants pourront proposer depuis l'interface que leur propose l'outil pour évaluer le niveau d'acquisition des apprenants sur une séance. Ces épreuves seront visibles par les apprenants au niveau de leur interface.

Ces évaluations permettront à l'enseignant de jauger le niveau d'atteinte des objectifs pédagogiques.

**4.2.4. Implantation**

La formation est rendue accessible aux formateurs et diffusée aux apprenants.

**4.2.5. Evaluation**

Il sera question de ressortir le nombre d'apprenants formés ainsi que le pourcentage de réussite obtenu.

## 4.3 Résultats de la conception logicielle

Il est question dans cette partie de dérouler le modèle d'ingénierie logicielle que nous avons retenu pour notre projet. Rappelons ici, qu'il s'agit de la méthode SCRUM.

### 4.3.1. Phase d'initiation

#### a) Définition de la vision du projet

Ce projet a pour but de réaliser un environnement d'apprentissage et de suivi pédagogique des cours sur les transformations physiques de la matière en classe de 5<sup>ème</sup> ESG.

#### b) Choix du Product Owner

En tenant compte des compétences requises d'un product Owner, le Product Owner désigné dans le cadre ce projet est : *M. ELONO Bienvenu* enseignant de SVT au collège de la retraite

#### c) Identification du Scrum Master et des stakeholders

- ✓ Scrum Master : *MEDJO ZILLI Roméo Léonce*
- ✓ Stakeholders : *élèves de classe de cinquième, enseignants de sciences de cinquième et Dr ZOBO Eric*

#### g) Formation l'équipe Scrum (Scrum Team)

Notre Scrum Team est constituée de :

- **MEDJO ZILLI Roméo Léonce** : compétences en conception logicielle, développement et programmation web
- **MEBENGA Amour Vivien** : compétences en programmation web et montage d'animation avec Adobe Flash
- **NGOM NGUE Serge** : compétences en design d'interface

#### h) Définition des releases (version potentiellement livrable)

Notre projet sera divisé en deux versions à savoir :

- Un outil de suivi (réservé à l'enseignant)
- Un terminal de collecte de données (réservé à l'élève)

#### i) Définition du backlog Produit Priorisé

Le backlog produit est la liste des futures réalisations de l'équipe Scrum. C'est l'ensemble des besoins fonctionnels ou non fonctionnels qui constituent le produit souhaité. Le tableau ci-après présente notre backlog produit priorisé :

*Tableau 13: Backlog produit*

Numéro	Story	priorité
1	En tant qu'élève, je veux visualiser la page d'accueil afin de démarrer mon apprentissage	1
2	En tant qu'élève, je veux voir un résumé simple accompagné d'illustration pour chacune des séances, afin de saisir les concepts plus facilement	2
3	En tant qu'élève, je veux pouvoir faire les situations problèmes sous formes d'activités, afin de mieux saisir de quoi il s'agit dans une séance	2
4	En tant qu'élève, je veux pouvoir faire les évaluations diagnostiques sous forme de tests de prérequis, afin de mieux aborder une séance	2
5	En tant qu'élève, je une simulation qui va me plonger dans une situation	4



	où je pourrai mieux cerner les états physiques de la matière, afin de juger mes compétences par une simulation de situation réelle	
6	En tant qu'élève, je veux pouvoir évaluer mes connaissances à la fin d'un cours sous forme d'évaluation formative afin de savoir si j'ai compris l'essentiel d'une séance	3
7	En tant qu'élève, je veux avoir accès à un menu, afin de pouvoir naviguer dans les différentes parties de l'outil	2
8	En tant qu'élève, je veux une galerie d'images et vidéos qui me présentent différents contenus liés à ma leçon afin d'en savoir plus et me cultiver	3
9	En tant qu'élève, je veux disposer d'une rubrique qui m'offre une multitude d'activités, afin de pouvoir m'entraîner et renforcer mes connaissances	3
10	En tant qu'élève, je veux pouvoir faire les évaluations sommatives sous forme de composition, afin de juger mon niveau d'acquisition des concepts liés aux transformations physiques de la matière	4
11	En tant qu'enseignant, je veux un espace où je pourrais consulter la liste des élèves de mes classes	2
12	En tant qu'enseignant, je veux pouvoir consulter les statistiques des élèves de mes classes, afin de suivre l'évolution de leurs performances et de prendre les décisions qui s'imposent sur une séance	4
13	En tant qu'enseignant, je veux un espace où je pourrais proposer les épreuves d'évaluation sommatives	5
14	En tant qu'administrateur, je veux une base de données où je pourrais stocker toutes les informations de l'entreprise.	6
15	En tant qu'administrateur, je veux pouvoir créer des enseignements, enregistrer des élèves, supprimer des élèves, enregistrer des enseignants et supprimer des enseignants dans la base de données de l'outil	5

## j) Analyse des risques

Nous pouvons relever comme risques :

- Le non-respect des délais : en effet, une mauvaise gestion du temps pourrait causer une livraison tardive du projet.
- Mauvaise sélection de l'équipe Scrum : une équipe Scrum incompétente pourrait affecter le respect des délais et une qualité de développement médiocre.
- La finalité de l'outil : une mauvaise capture des besoins pourrait entraîner le développement d'une application qui ne servira pas.

### 4.3.2. Phase de développement

#### a) Aspect temporel

Nous allons distinguer ici deux jalons, un jalon mineur qui est la fin d'un Sprint et un jalon majeur qui est la production d'une release.

Notre projet aura deux releases à savoir :

- **la production d'un outil de suivi des apprenants** qui sera la partie réservée à l'administrateur et aux enseignants

- **la production d'un terminal de collecte de données** qui sera la partie réservée aux apprenants

Chaque release se présentera de la façon suivante :

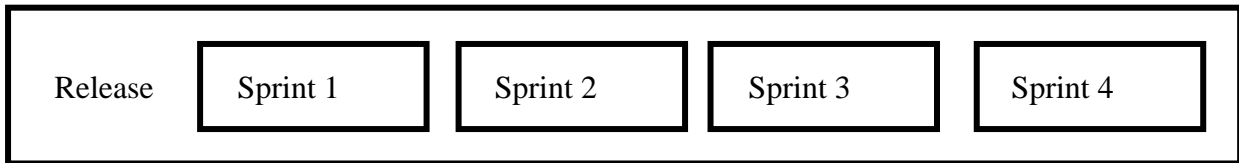


Figure 22 : structure d'une release

Les tableaux ci-dessous présentent les releases de notre projet :

Tableau 14: Release outil de suivi et ses Sprints

Release 1 : Outil de suivi	
Numéro	Sprint
1	Construction de l'entrepôt de données
2	Développement de la partie réservée à l'administrateur
3	Développement de la partie réservée à l'enseignant

Tableau 15: release terminal de collecte des données et ses Sprints

Release 2 : terminal de collecte des données	
Numéro	Sprint
1	Développement de la page d'accueil et page des menus
2	Développement des ressources
	Développement des simulations

### b) Activités et cycle de développement

Un cycle de développement se présente comme un enchaînement de phases dans lesquelles on effectue des activités.

Pour chaque Sprint de notre projet nous allons suivre les activités de développement ci-après :

- Spécification fonctionnelle des besoins (S)
- Architecture (A)
- Codage (C)
- Test (T)

Le cycle de nos activités se présente comme ci-dessous :

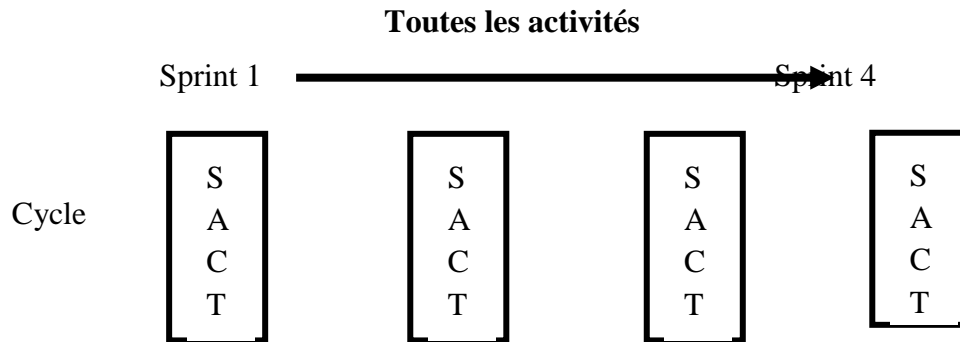


Figure 23 : des Sprints et leurs activités en parallèle

**c) Résultat d'un Sprint**

A la fin de chaque Sprint, le résultat produit sera un incrément du produit final, qui potentiellement livrable comme l'indique la figure ci-dessous :

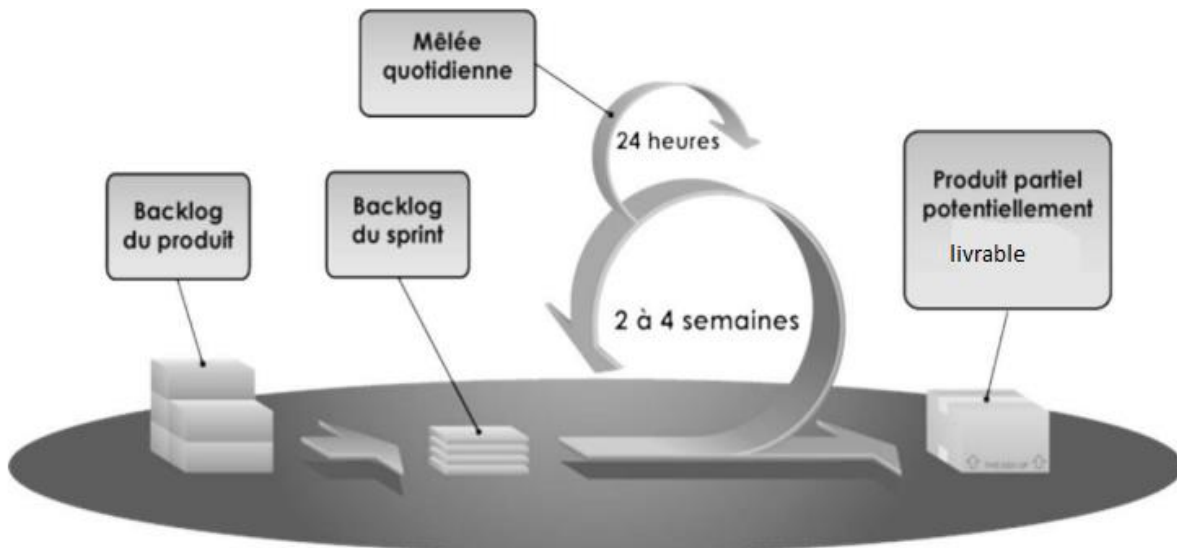


Figure 24 : Résultat d'un Sprint de notre projet

Le tableau ci-dessous présente le backlog des sprints ainsi que les activités de développement :

Tableau 16 : backlog des Sprints et activités de développement

Release 1		
Sprint	Activité de développement	Story
Sprint 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spécification des besoins</li> <li>- Architecture</li> <li>- Codage</li> <li>- Test</li> </ul>	Story 14
Sprint 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spécification des besoins</li> <li>- Architecture</li> <li>- Codage</li> <li>- Test</li> </ul>	Story 15
		Story 11

Sprint 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spécification des besoins</li> <li>- Architecture</li> <li>- Codage</li> <li>- Test</li> </ul>	Story 13
		Story 12
<b>Release 2</b>		
Sprint 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spécification des besoins</li> <li>- Architecture</li> <li>- Codage</li> <li>- Test</li> </ul>	Story 5
		Story 8
		Story 9
		Story 10
Sprint 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spécification des besoins</li> <li>- Architecture</li> <li>- Codage</li> <li>- Test</li> </ul>	Story 1
		Story 2
		Story 3
		Story 4
		Story 6
		Story 7

Le tableau ci-dessous présente le Backlog des Sprints de notre projet par tâches:

*Tableau 17: backlog des Sprints de notre projet par tâches*

<b>Release 1</b>		
<b>Sprint</b>	<b>Backlog du Sprint/tâches</b>	
<b>Sprint 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identification des faits</li> <li>- Identification des dimensions</li> <li>- Production du diagramme de classe</li> <li>- Production du modèle logique</li> <li>- Codage en SQL</li> <li>- Test de cohérence de l'entrepôt de données</li> </ul>	Story 14
<b>Sprint 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production de la page d'accueil de l'outil de suivi</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des élèves</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des inscriptions</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des matières</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des classes</li> </ul>	Story 15
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des enseignants</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des enseignements</li> <li>- Test</li> </ul>	Story 11
<b>Sprint 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des épreuves</li> </ul>	Story 13
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production des formulaires de consultation des statistiques</li> </ul>	Story 12
<b>Release 2</b>		
<b>Sprint 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception de l'architecture de la page d'accueil du terminal de collecte de données</li> </ul>	Story 5
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Codage de la page d'accueil</li> </ul>	Story 8
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception de l'architecture des pages des différents menus</li> </ul>	Story 9

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Codage des pages des menus</li> <li>- Test de navigation</li> </ul>	Story 10
<b>Sprint 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception de la page du menu tes leçons</li> <li>- Codage de la page du menu tes leçons</li> <li>- Conception de la page du menu tes ressources</li> <li>- Codage de la page du menu tes ressources</li> <li>- Conception de la page du menu tes simulations</li> <li>- Codage de la page du menu tes simulations</li> <li>- Conception de la page du menu tes exercices</li> <li>- Codage de la page du menu tes exercices</li> <li>- Conception de la page du menu tes jeux</li> <li>- Codage de la page du menu tes jeux</li> <li>- Conception de la page du menu ton lexique</li> <li>- Codage de la page du menu ton lexique</li> <li>- Conception de la page du menu tes exercices</li> <li>- Codage de la page du menu tes exercices</li> <li>- Conception de la page du menu compose</li> <li>- Codage de la page du menu compose</li> <li>- test</li> </ul>	Story 1
		Story 2
		Story 3
		Story 4
		Story 6
		Story 7

**d) Plan de release**

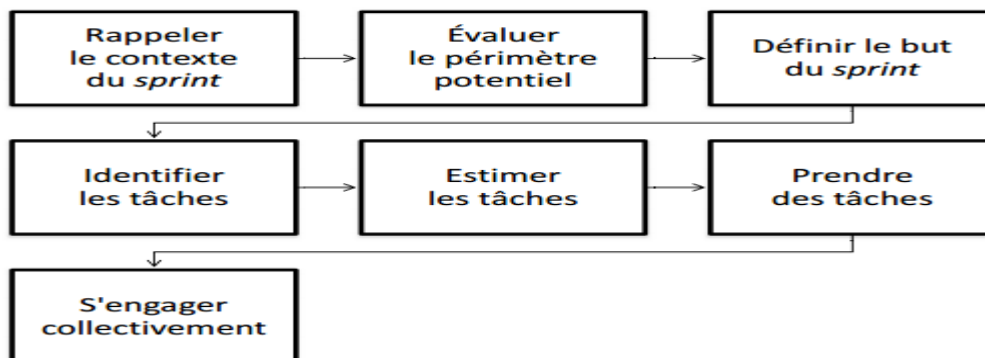
Nous avons choisi deux releases pour notre application. La première release contiendra trois sprints et aura une durée d’un mois et trois semaines. La deuxième release aura quant à elle quatre sprints pour une durée de deux mois et deux semaines. Le tableau ci-dessous présente le plan de release de notre application.

*Tableau 18 : plan de release*

Release	date
Release 1	01/08/18 au 23/09/18
Release 2	24/09/18 au 12/12/18

**e) Planification de quelques Sprints de la release 1**

Pour la planification de nos sprints, nous allons respecter les étapes suivantes :



**Figure 25 : étapes de planification des sprints**

➤ **Cas du sprint 1 de la release 1**

- Contexte : il s’agit du sprint numéro 1 de la release numéro 1 qui débute le 01/08/18 et fini le 13/08/18.
- Périmètre : il s’agira de réaliser l’entrepôt de données où seront stockées les données utiles de notre environnement d’apprentissage.
- But du sprint : mettre en place un entrepôt de données
- Identification des tâches : les tâches nécessaires à la réalisation de ce sprint sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

*Tableau 19 : tâches du sprint 1 de la release 1*

Objectif du sprint	tâches
Concevoir un entrepôt de données	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identification des faits</li> <li>- Identification des dimensions</li> <li>- Production du diagramme de classes</li> <li>- Production du modèle logique</li> <li>- Codage en SQL</li> <li>- Test de cohérence de l’entrepôt de données</li> </ul>

- Estimation des tâches du sprint 1 de la release 1 :

*Tableau 20 : estimation des tâches du sprint 1 de la release 1*

Tâches	estimation
- Identification des faits	24h
- Identification des dimensions	72h
- Production du diagramme de classes	72h
- Production du modèle logique	72h
- Codage en SQL	48h
- Test de cohérence de l’entrepôt de données	24h

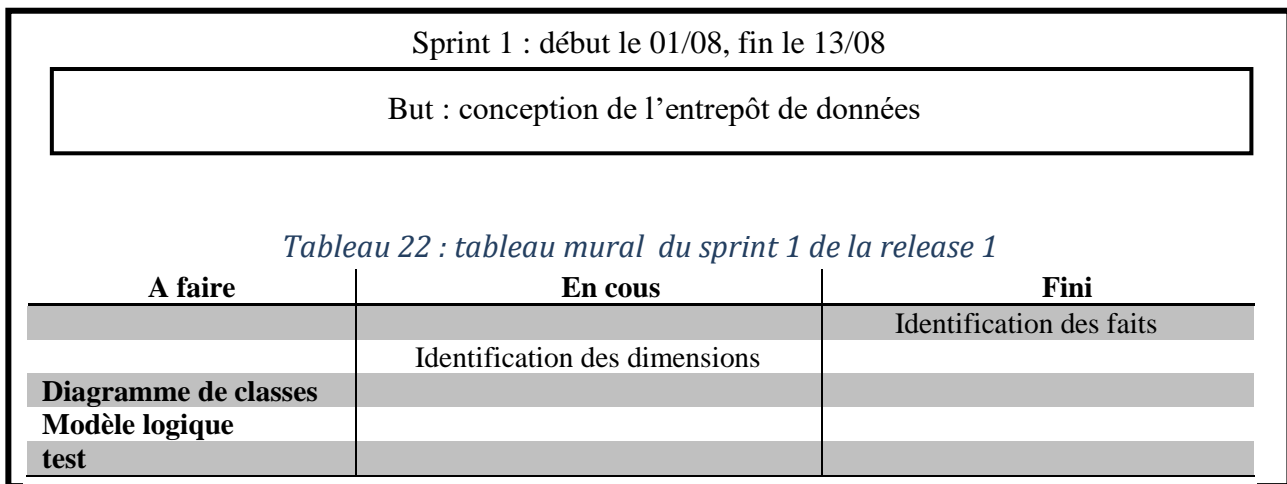
- Prise des tâches : le tableau ci-dessous présente les responsables des différentes tâches :

*Tableau 21 : tableau d’attribution des tâches du sprint 1 de la release 1*

Tâches	responsable
--------	-------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identification des faits</li> <li>- Identification des dimensions</li> <li>- Production du diagramme de classes</li> <li>- Production du modèle logique</li> <li>- Codage en SQL</li> <li>- Test de cohérence de l'entrepôt de données</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MEDJO ZILLI Roméo</li> <li>- MEBENGA Amour V</li> </ul>
--	--

Voici ci-dessous présenté le tableau mural du sprint 1 de la release 1 :



La courbe ci-dessous montre en heures les tâches qui restent à faire dans le sprint 1 de la release 1.

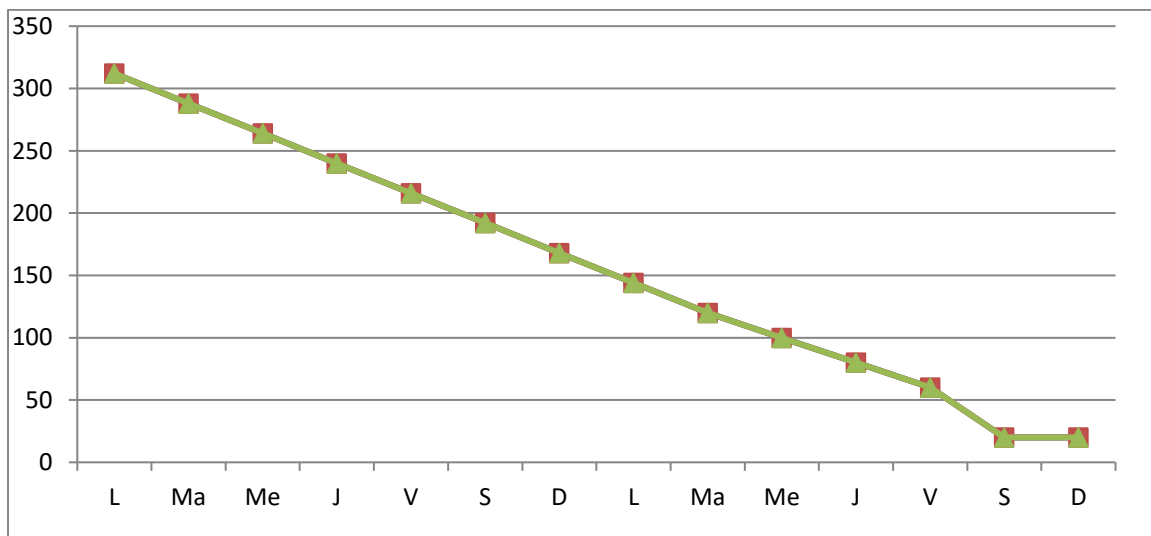


Figure 26 : Un burndown chart du sprint 1 de la release 1

## Revue du sprint 1

Avant de lancer le sprint 2 de la release 1 nous avons procédé à une revue du sprint 1 en suivant les étapes mentionnées dans la figure ci-après :

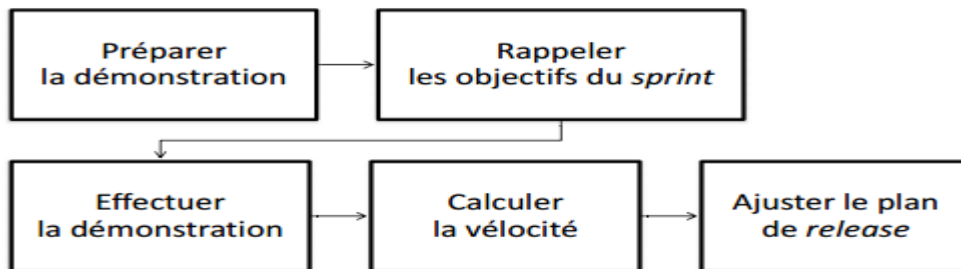


Figure 27 : étapes de la revue de sprint

- Préparer la démonstration : il s’agissait pour l’équipe de s’assurer que le matériel nécessaire pour la revue fonctionne bien.
- Rappeler les objectifs du sprint : il était question pour le Product Owner de rappeler le but du sprint défini lors de la réunion de planification et donner la liste des stories qui étaient dans le périmètre prévu puis annoncer celles qui vont effectivement être montrées lors de la revue.
- Effectuer la démonstration : il était pour l’équipe de présenter le produit partiel, résultat de ses travaux, en faisant une démonstration des stories réalisées. Seules les stories complètement finies sont présentées. Cela permet d’avoir une mesure objective de l’avancement. La démonstration est faite en indiquant une à une les stories présentées.
- Calculer la vélocité : il était question ici de faire la liste des éléments du backlog considérés comme finis.
- Ajuster le plan de release : il était question pour le Product Owner de présenter le plan de release ajusté.

Après la revue du sprint 1 nous avons démarré le sprint 2 comme ci-dessous :

### ➤ Cas du sprint 2 de la release 1

- Contexte : il s’agit du sprint numéro 2 de la release numéro 1 qui débute le 14/08/18 et fini le 01/09/18.
- Périmètre : il s’agira de réaliser la partie de l’application réservée à l’administrateur.
- But du sprint : mettre en place la partie réservée à l’administrateur.
- Identification des tâches : les tâches nécessaires à la réalisation de ce sprint sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.



*Tableau 23 : tâches du sprint 2 de la release 1*

Objectif du sprint	tâches
Développer la partie réservée à l'administrateur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production de la page d'accueil</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des élèves</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des inscriptions</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des matières</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des classes</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des enseignants</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des enseignements</li> <li>- test</li> </ul>

- Estimation des tâches du sprint 2 de la release 1 :

*Tableau 24 : estimation des tâches du sprint 2 de la release 1*

Tâches	estimation
- Production de la page d'accueil	24h
- Production des formulaires de gestion et de consultation des élèves	72h
- Production des formulaires de gestion et de consultation des inscriptions	72h
- Production des formulaires de gestion et de consultation des matières	72h
- Production des formulaires de gestion et de consultation des classes	72h
- Production des formulaires de gestion et de consultation des enseignants	72h
- Production des formulaires de gestion et de consultation des enseignements	72h
- test	24h

- Prise des tâches : le tableau ci-dessous présente les responsables des différentes tâches :

*Tableau 25 : tableau d'attribution des tâches du sprint 2 de la release 1*

Tâches	responsable
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production de la page d'accueil</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des élèves</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des inscriptions</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des matières</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des classes</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des enseignants</li> <li>- Production des formulaires de gestion et de consultation des enseignements</li> <li>- test</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MEDJO ZILLI Roméo</li> <li>- MEBENGA Amour V</li> </ul>

Voici ci-dessous présenté le tableau mural du sprint 2 de la release 1 :

Sprint 1 : début le 14/08, fin le 01/09		
But : développement de la partie réservée à l'administrateur		
<i>Tableau 26 : tableau mural du sprint 2 de la release 1</i>		
<b>A faire</b>	<b>En cours</b>	<b>fini</b>
		Page d'accueil
		Formulaire de gestion des élèves
	Formulaire de gestion des inscriptions	
Formulaire de gestion des matières		
Formulaire de gestion des classes		
Formulaire de gestion des enseignants		
Formulaire de gestion des		

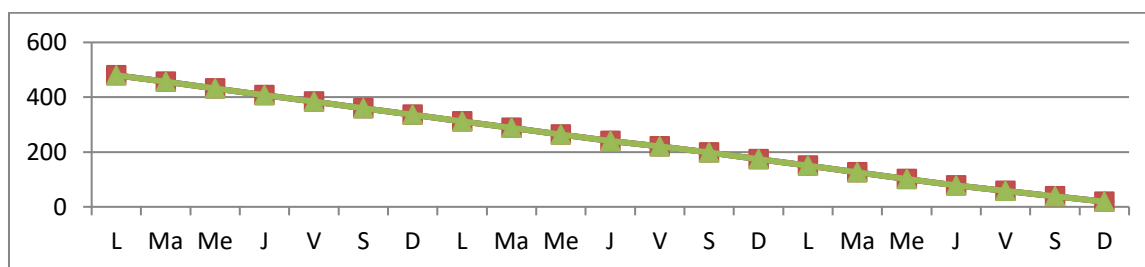


Figure 28 : Un burndown chart du sprint 2 de la release 1

Avant de passer au sprint 3 nous avons également procéder à une revue du sprint 2 en respectant les mêmes étapes de la revue du sprint 1.

Après avoir terminé l'incrément 1 de notre outil, nous avons procédé à la rétrospective de release avant de lancer le développement de la release 2.

#### f) Planification de quelques Sprints de la release 2

Cette planification a suivi les mêmes étapes que celles de la release 1.

##### ➤ Cas du sprint 1 de la release 2

- Contexte : il s'agit du sprint numéro 1 de la release numéro 1 qui débute le 03/09/18 et fini le 16/09/18.
- Périmètre : il s'agira de réaliser les différentes pages de l'interface élève de notre environnement d'apprentissage.
- But du sprint : mettre en place les pages de l'interface élève.
- Identification des tâches : les tâches nécessaires à la réalisation de ce sprint sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 27 : tâches du Sprint 1 de la release 2

Objectif du sprint	tâches
Développer les pages de la partie réservée à l'élève	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception de l'architecture de la page d'accueil du terminal de collecte de données</li> <li>- Codage de la page d'accueil</li> <li>- Conception de l'architecture des pages des différents menus</li> <li>- Codage des pages des menus</li> <li>- Test de navigation</li> </ul>

- Estimation des tâches du sprint 1 de la release 2

Tableau 28 : estimation des tâches du sprint 1 de la release 2

Tâches	estimation
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception de l'architecture de la page d'accueil du terminal de collecte de données</li> <li>- Codage de la page d'accueil</li> <li>- Conception de l'architecture des pages des différents menus</li> <li>- Codage des pages des menus</li> <li>- Test de navigation</li> </ul>	72h
	72h
	72h
	72h
	48h

- Prise des tâches : le tableau ci-dessous présente les responsables des différentes tâches :

Tableau 29 : tableau d'attribution des tâches du sprint 1 de la release 2

Tâches	responsable
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception de l'architecture de la page d'accueil du terminal de collecte de données</li> <li>- Codage de la page d'accueil</li> <li>- Conception de l'architecture des pages des différents menus</li> <li>- Codage des pages des menus</li> <li>- Test de navigation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MEDJO ZILLI Roméo</li> <li>- MEBENGA Amour V</li> </ul>

Voici ci-dessous présenté le tableau mural du sprint 2 de la release 1 :

Sprint 1 : début le 03/09, fin le 16/09																	
But : Réalisation des pages de l'interface élève																	
<p>Tableau 30 : tableau murale du sprint 1 de la release 2</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: left;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">A faire</th> <th style="width: 33%;">En cours</th> <th style="width: 33%;">Fini</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>Conception de l'architecture</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Codage de la page d'accueil</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Architecture des pages des menus</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Codage des pages des menus</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			A faire	En cours	Fini			Conception de l'architecture			Codage de la page d'accueil		Architecture des pages des menus		Codage des pages des menus		
A faire	En cours	Fini															
		Conception de l'architecture															
		Codage de la page d'accueil															
	Architecture des pages des menus																
Codage des pages des menus																	

g) Présentation de l'outil



Figure 29 : page d'accueil de l'outil de collecte de données



Figure 30 : Menu Principal de l'outil de collecte des données

**TES LEÇONS** [Menu Principal](#)

**COMPETENCES**

A la fin de tes leçons, tu seras capable de :

- Lire les étiquettes et interpréter les pictogrammes pour mieux choisir les produits que tu consommeras
- Etre prudent face aux produits que tu consommeras
- Communiquer et informer sur les biens de consommations

[LES TRANSFORMATIONS PHYSIQUES DE L'EAU](#)

[LES MELANGES ET LES CORPS PURS](#)

Copyright © 2019 DITE-ENS Tous droits réservés

Figure 31 : Menu des leçons

Après avoir suivie les leçons, viens t'exercer en faisant tous les exercices qui te sont proposés ici

**TES SIMULATIONS** [Menu Principal](#)

Les simulations vont t'aider à mieux comprendre les phénomènes sur les transformations physiques de l'eau, les mélanges et les corps pur. Avant d'utiliser les simulations, il est préférable que tu parcoures d'abord le menu leçons pour saisir le cours.

- [Simulateur transformation physique de l'eau pure](#)
- [Simulateur mélanges homogènes et mélanges hétérogènes](#)
- [Simulation décantation](#)
- [Simulation filtration](#)
- [Simulation distillation](#)

Copyright © 2019 DITE-ENS Tous droits réservés

Figure 32 : menu des simulations

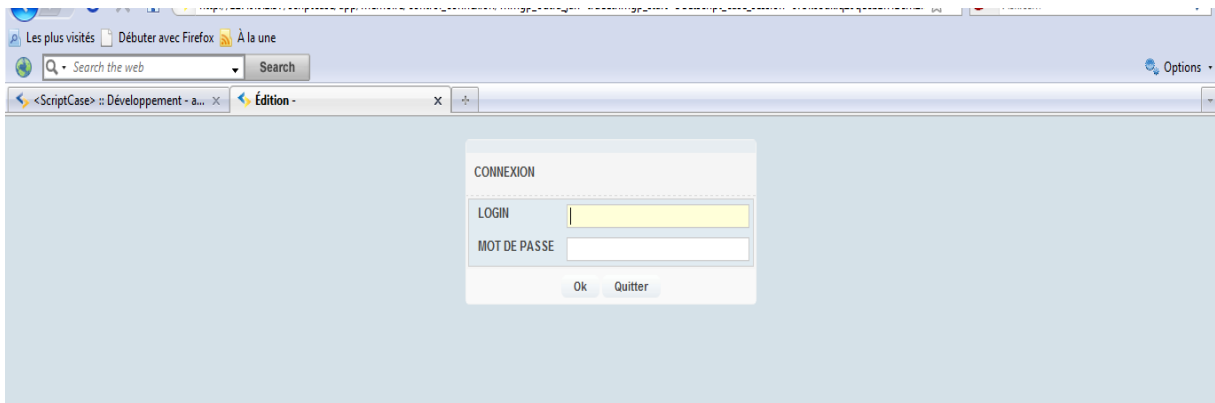


Figure 33 : formulaire de connexion

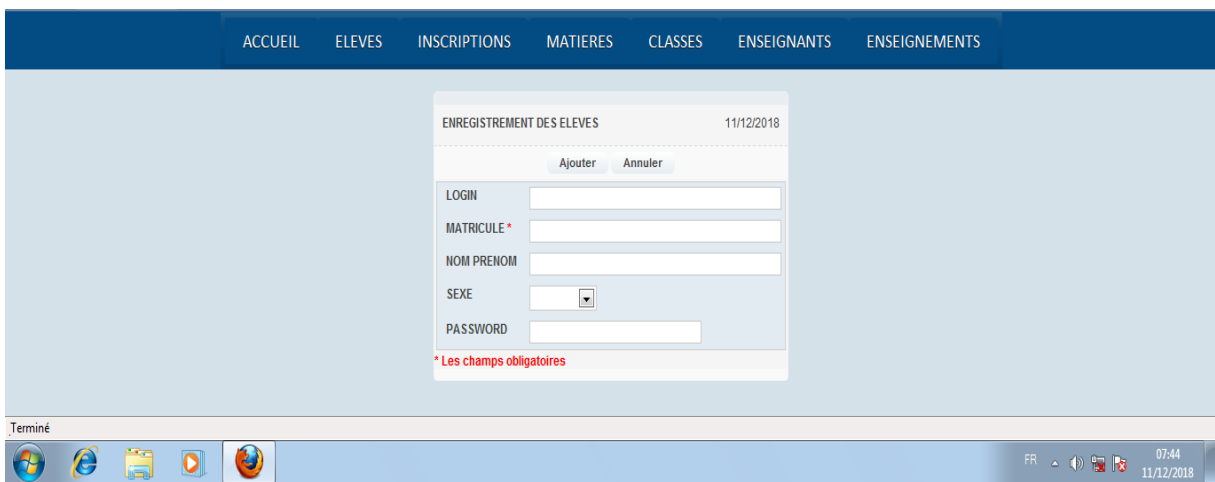


Figure 34 : formulaire d'enregistrement des élèves

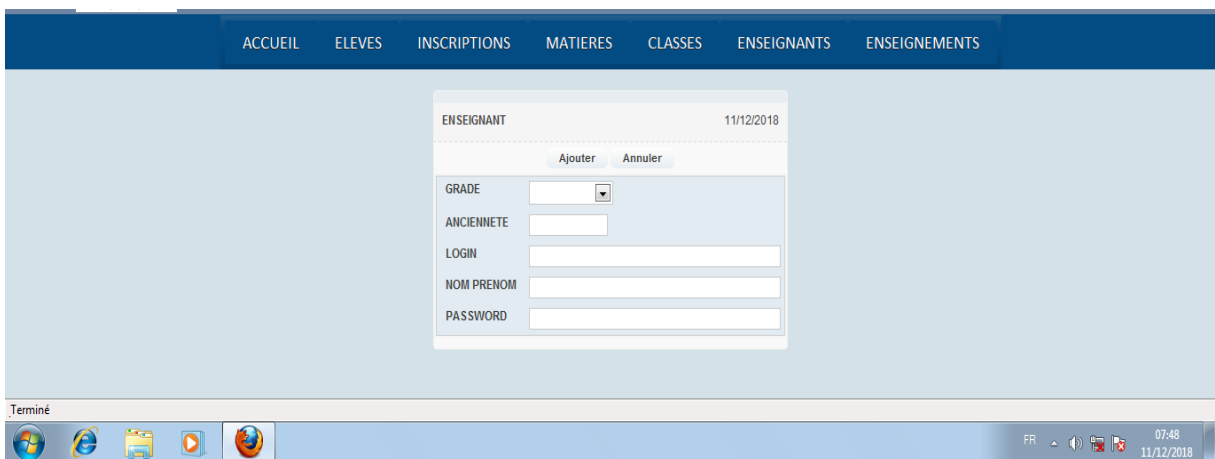


Figure 35 : formulaire d'enregistrement des enseignants



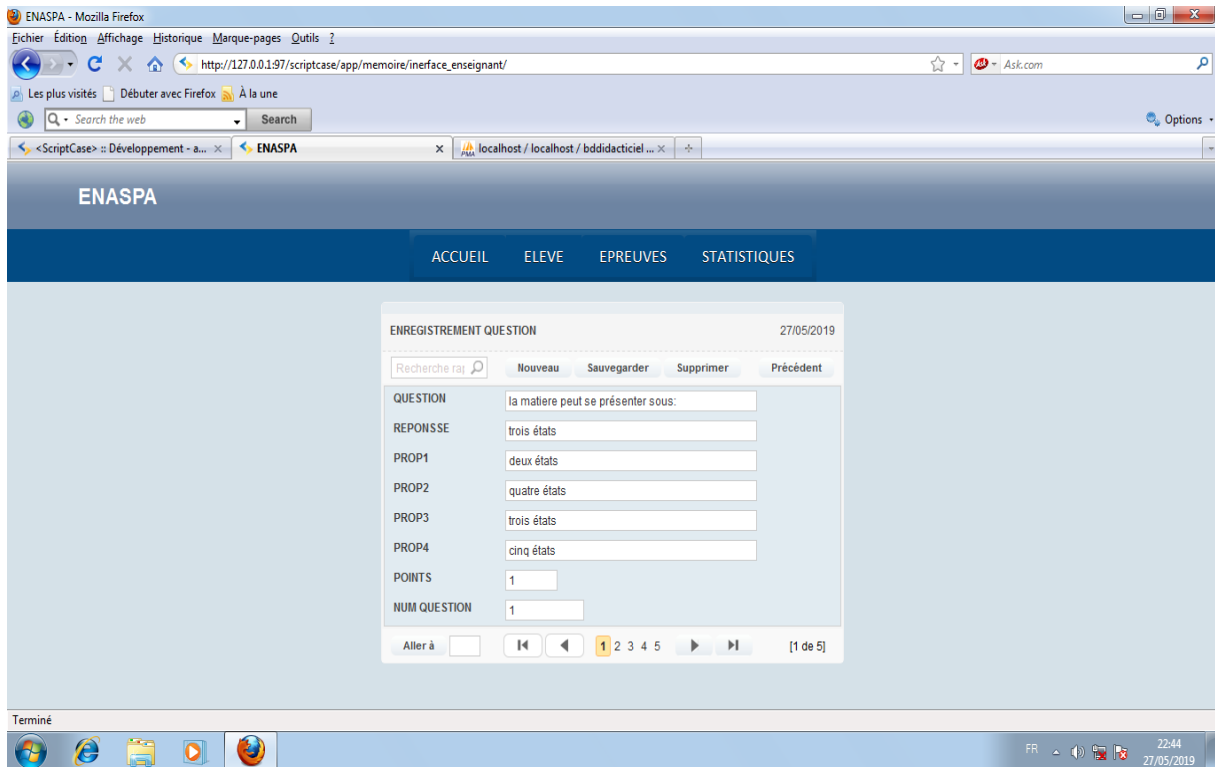


Figure 36 : formulaire de création des questions

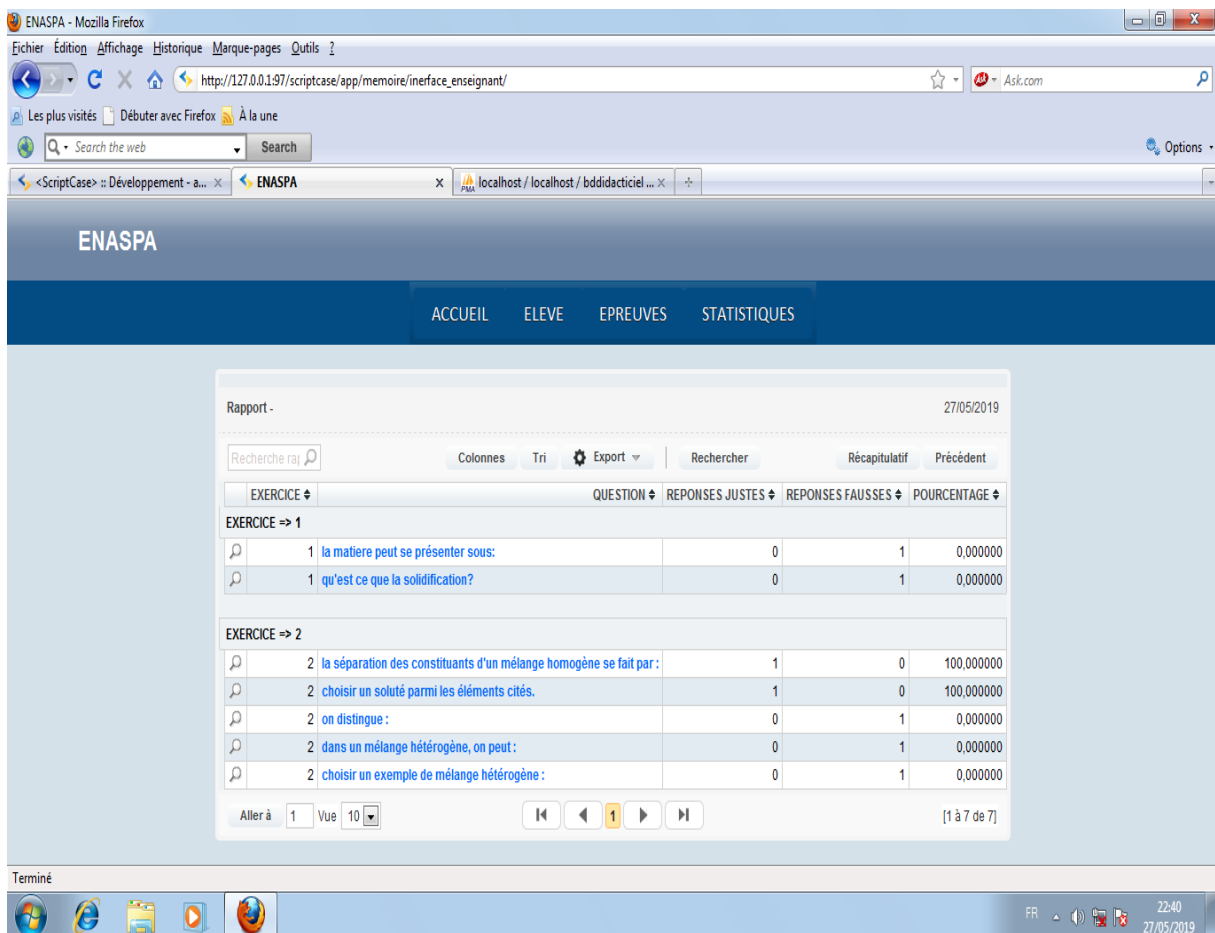


Figure 37 : consultation statistiques

### 4.3.3. Phase de clôture

Il a été question dans cette partie de :

- Réaliser les tests unitaires de chaque incrément
- Assembler nos deux incréments
- Réaliser le test d'intégration de l'outil
- Produire ou mettre à jour la documentation de l'outil
- Remettre une version du livrable au client.
- Déployer l'outil auprès dans les locaux du client

## 4.4 Discussions

Le feedback recueilli auprès de 8 enseignants et 30 élèves après le premier livrable nous a permis ressortir les résultats ci-dessous :

*Tableau 31 : Evaluation de l'outil avec 8 enseignants*

Critères	Mauvais	Passable	Bien	Très Bien
Visibilité des textes	0	0	1	7
Agencement des couleurs	0	0	2	6
Simplicité d'utilisation	0	1	2	5
Navigation simple	0	0	0	8
Qualité des simulations	0	0	0	8
Qualité des vidéos	0	0	0	8
Qualités des images	0	0	4	4
Qualité des boutons	0	0	5	3
Agréable à utiliser	0	0	2	6

Il ressort de ces résultats que l'outil a été apprécié par la majorité d'enseignants. Toute chose qui nous fait penser que la solution proposée aux problèmes identifiés lors de nos différentes descentes sur le terrain peut porter ses fruits.

*Tableau 32 : Evaluation de l'outil avec 30 élèves*

Critères	Mauvais	Passable	Bien	Très Bien
Visibilité des textes	0	0	20	10
Agencement des couleurs	0	1	10	19
Simplicité d'utilisation	0	7	13	10
Navigation simple	0	2	10	18
Qualité des simulations	0	5	9	16
Qualité des vidéos	0	8	11	11
Qualités des images	0	6	12	12
Qualité des boutons	0	8	12	10
Agréable à utiliser	0	4	10	16

En dépit du fait que les préférences des élèves dans un didacticiel à développer varient en fonction des individus, on se rend bien compte à partir de ce tableau que dans la majorité



des cas, la simplicité d'utilisation et de navigation, la qualité des simulations, images et vidéos ont été appréciées à plus de 89% par l'ensemble des élèves soumis à l'évaluation.

Cependant notre étude ne s'est effectuée que dans une seule région sur les dix que compte notre pays. Il est donc possible que d'autres difficultés et préférences non prises en compte dans cette étude ressortent. Aussi notre outil ne prend en compte que les élèves de l'enseignement secondaire du sous système francophone en délaissant complètement les élèves du sous système anglophone ne pouvant pas s'exprimer en français. Tous ces manquements constituent une véritable limite pour notre travail.

## CHAPITRE 5 : IMPLICATION SUR LE SYSTEME EDUCATIF

Il est question pour nous dans ce chapitre présenter, l'implication de notre travail sur le système éducatif. Il s'agit de voir, l'apport que pourrait avoir notre travail sur le système éducatif tant sur le processus d'enseignement que sur le processus d'apprentissage.

### 5.1 Implication dans le processus d'enseignement

Sur le plan de l'enseignement notre travail met à la disposition des enseignants un outil didactique complémentaire dont l'utilité n'est plus à démontrer. L'outil baptisé ENASPA qui est issu de ce travail vient mettre fin aux remédiations hasardeuses et parfois non expliquées dont font preuves certains enseignants.

A partir de cet outil il sera possible désormais aux enseignants d'apprécier sur les bases scientifiques le niveau de compréhension des notions liées aux transformations physiques de la matière.

Par ce que pouvant visualiser les statistiques sur des questions d'un exercice ou sur des exercices d'une épreuve, l'enseignant a désormais entre ses mains un outil didactique qui le guide sur la prise de certaines décisions stratégiques liées à son travail. Nous pouvons citer entre autre la remédiation, le renforcement et la refonte du cours.

Aussi les simulations et vidéos présentent dans l'outil ENASPA vont permettre aux enseignants à mieux expliquer les notions du cours sur les transformations physiques de la matière qui jusqu'ici ont causé beaucoup de problèmes aux apprenants.

### 5.2 Implication dans le processus d'apprentissage

Pour ce qui concerne le processus d'apprentissage, l'outil ENASPA issu de notre travail prend en compte l'apprenant en ce sens qu'il est centré sur celui-ci. Cet outil va d'ailleurs aider les apprenants de façon directe d'ailleurs. Il viendra à travers ses activités, ses simulations, ses vidéos faciliter la compréhension des notions liées à la séquence sur les transformations physiques de la matière. L'élève n'aura plus pour seule ressource le livre au programme ou au plus les recherches sur internet mais aussi un outil d'apprentissage ludique lui permettant d'apprendre en se divertissant. Toute chose qui le conduira peu à peu vers son autonomisation sur la construction de ses savoirs.

## Conclusion et perspectives

Le but de ce travail été de réaliser et concevoir un environnement numérique d'apprentissage et de suivi pédagogique des cours de transformations physiques de la matière en classe 5<sup>ème</sup> ESG. Les questions de recherches ont été énoncées ainsi qu'il suit :

- ✓ Quelles sont les difficultés auxquelles font face les apprenants et les enseignants des classes de cinquième lors du cours des transformations physiques de la matière ?
- ✓ Quelles sont les préférences des élèves et des enseignants dans un logiciel à développer dans cette étude pour faciliter l'apprentissage et le suivi pédagogique sur le cours des transformations physiques de la matière en classe de cinquième ?
- ✓ Quelles sont les impressions des élèves et enseignants de la classe de cinquième après l'utilisation d'un logiciel développé pour faire face à leurs difficultés ?

En réponse à ces questions, il ressort après l'enquête qui a été menée que le manque de laboratoire, les effectifs pléthoriques dans les salles de classe, le manque d'outils didactiques de mesure de performance, le manque d'illustration et de manipulation constitue des sérieuses difficultés pour les élèves de classe de 5<sup>ème</sup> ESG ainsi qu'aux enseignants intervenants dans ce niveau. Il ressort en outre de cette étude que deux styles d'apprentissage sont dominant auprès de notre échantillon à savoir le style kinesthésique et le style visuel. La prise en compte de style d'apprentissage dans notre outil est effective et se justifie par la présence des simulations, images et vidéos. En fin il ressort des résultats de l'évaluation que les performances des apprenants après usage de l'outil sont très satisfaisantes. Les enseignants qu'à eux ont apprécié de façon unanime la venue de cet outil.

Comme perspectives nous pensons qu'il serait judicieux de mettre d'avantages d'exercices, d'activités et d'étendre cet outil à tous les modules du programme de ce niveau, à toutes les matières bref à tout le système éducatif. Aussi nous pensons qu'il serait important d'introduire les lecteurs de texte pour les activités et les simulations, de traduire l'outil en langue anglaise et enfin de former les enseignants à l'utilisation de l'outil.

## Références bibliographiques

- AHMED-OUAMER. (1996). Développement des systèmes d'EIAO dans AGEDI. Dans Tizi-Ouzou, *Séminaire national d'informatique SNITO 96* (pp. 53-79).
- al, B. e. (1995). *Real-Time Software Architectures and Design Patterns: Fundamental Concepts and Their Consequences*. Orlando: IFAC Real Time Programming.
- Ambler, S. W. (2014). <http://agilemodeling.com/essays/fdd.htm>. Récupéré sur <http://agilemodeling.com>: <http://agilemodeling.com/essays/fdd.htm>
- Amin, M. E. ((2005). ). *Social sciences research: conception, methodology and analysis*.
- Aubry, C. (2004). *le guide pratique de la methode agile la plus populaire*.
- B.Bathelot. (2017, 04 05). <https://www.definitions-marketing.com/definition/methode-d-echantillonnage-probabiliste/>. Récupéré sur <https://www.definitions-marketing.com>: <https://www.definitions-marketing.com/definition/methode-d-echantillonnage-probabiliste/>
- Béatrice, K. S. (2017). *CONCEPTION ET REALISATION D'UN DIDACTICIEL D'APPRENTISSAGE* . Yaoundé.
- Beck, K. (1999). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley.
- BELAUD, L. (2011). *Une approche ergonomique des sites marchands sur internet : de la perception au comportement des consommateurs*. Bourgogne: HAL.
- Boudet. (2013). *Des conceptions initiales au savoir scientifique : le cas de la digestion*. Education<dumas-00952668> .
- Champsaur. (2013). *La modélisation au cœur de l'apprentissage des sciences expérimentales: la digestion*. dumas-00963432.
- Chekour, M. (2015).
- Crosat, S. (2016). *Introduction au domaine du décisionnel et aux data warehouses*.
- Crosat, S. (2016). *Introduction au domaine du décisionnel et aux data warehouses*.
- Daniel Beaufils, N. S. (1989). QUELLES ACTIVITES EXPERIMENTALES AVEC LES ORDINATEURS DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES ? ASTER .
- Demaizière, F. (1986). *L'enseignement assisté par ordinateur*.
- Doise. (1981).
- Duplessis. (1991). *Les couleurs visibles et non visibles*. Monaco: Rocher.
- Felder, R. M. (2002). *LEARNING AND TEACHING STYLES IN ENGINEERING EDUCATION* .
- FEUMO. (2009, NOVEMBRE). *L'intégration de l'Informatique dans l'enseignement secondaire au Cameroun*. Récupéré sur <http://ilairefeumo.over-blog.com/>: <http://ilairefeumo.over-blog.com/pages/L-integration-de-l-informatique-dans-l-enseignement-secondaire-au-cameroun-3357328.html>

- Florent, L. (s.d.). <https://www.agiliste.fr/exemple-dorganisation-projet-agile/>. Récupéré sur <https://www.agiliste.fr>: <https://www.agiliste.fr/exemple-dorganisation-projet-agile/>
- FURELAUD, G. (2002). <http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/SIDA/2struct.htm>. Récupéré sur <http://www.snv.jussieu.fr/>: <http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/SIDA/2struct.htm>
- GAUSSEL, M. (2016, Novembre 7). *CE QUE LA RECHERCHE NOUS DIT SUR LES STYLES D'APPRENTISSAGE (OU RETOUR SUR UN MYTHE TENACE)*. Récupéré sur <https://edupass.hypotheses.org>: <https://edupass.hypotheses.org/1049>
- Hgues, A. M. (2002). *Ingenierie Logicielle*.  
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Framework>. (s.d.). Récupéré sur <https://fr.wikipedia.org>: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Framework>
- Inmon. (1992). *introduction aux systemes décisionnels*.
- Kloudrac Softwares. (2018). *Scrum methodologies*. Récupéré sur <https://kloudrac.com/322-scrum-methodologies.html>: <https://kloudrac.com/322-scrum-methodologies.html>
- Leulier, C. (2002). *Les principes, concepts et outils de l'ergonomie web*. Récupéré sur abc net : <http://www.abc-netmarketing.com/-Les-principes-concepts-et-outils-.html>
- Lonchamp, J. (2015). *Analyse des besoins pour le développement logiciel*. Paris: Dunod.
- Martinand. (1986). *objectifs et Obstacle*.
- Menager, C. e. (2013). *La modélisation au coeur de l'apprentissage des sciences expérimentales : la digestion*. Dumas.
- Mounir, S. M. (2009). *Méthode d'évaluation ergo-pédagogique des supports multimédias de formation*.
- Muyen, N. K. (2018). *ANALYSES OF REQUIREMENTS FOR THE DEVELOPMENT OF A TUTORIAL ON HIV/AIDS FORTHE CLASS OF FORM THREE IN GOVERNMENT SECONDARY SCHOOLS IN CAMEROON*. Yaoundé: Ecole normale supérieure de Yaoundé.
- Ngwa. (2016).
- Paquette. (2002). *L'ingenierie pédagogique*.
- PEREZ, P. (2013). <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/lycee/perez/vih/Html/index.htm>. Récupéré sur <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/>: <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/lycee/perez/vih/Html/index.htm>
- Perreault, N. (2003, mars 16). [https://cdc.qc.ca/ped\\_coll/pdf/perreault\\_typologie\\_TIC\\_partie1\\_ped\\_coll\\_16\\_3\\_mars\\_2003.pdf](https://cdc.qc.ca/ped_coll/pdf/perreault_typologie_TIC_partie1_ped_coll_16_3_mars_2003.pdf). Récupéré sur <https://cdc.qc.ca/>: [https://cdc.qc.ca/ped\\_coll/pdf/perreault\\_typologie\\_TIC\\_partie1\\_ped\\_coll\\_16\\_3\\_mars\\_2003.pdf](https://cdc.qc.ca/ped_coll/pdf/perreault_typologie_TIC_partie1_ped_coll_16_3_mars_2003.pdf)
- Pesquet, B. (2016). *Introduction au développement Web*. Récupéré sur <http://slam5.lmdsio.fr>: <http://slam5.lmdsio.fr/lessons/introduction-developpement-web>
- Piombo, C. (2007). *Modélisation probabiliste du style d'apprentissage et application à l'adaptation de contenus pédagogiques indexés par une ontologie*. Toulouse: UNIVERSITE DE TOULOUSE.

- POIRIER-COUTANSAIS, G. (s.d.). <http://fulltext.bdsp.ehesp.fr/Rsi/8/75.pdf>. Récupéré sur <http://fulltext.bdsp.ehesp.fr>: <http://fulltext.bdsp.ehesp.fr/Rsi/8/75.pdf>
- Richer, J.-M. (2017, Janvier 24). *Développement Web Le modèle MVC*. Récupéré sur <http://www.info.univ-angers.fr>: [www.info.univ-angers.fr/~richer/ens/l3info/dw\\_crs4.pdf](http://www.info.univ-angers.fr/~richer/ens/l3info/dw_crs4.pdf)
- Riding. (2001). The Nature and Effects of Cognitive Style. Dans L. Erlbaum, *Perspectives on Thinking, Learning and Cognitive Styles* (pp. 47-72). Mahwah, NJ: Sternberg & Li-Fang Zhang.
- Rota, M. (2010). *Gestion des projets agiles*. Paris: Eyrolles.
- Satpathy, T. (2016). *A Guide to the SCRUM BODY OF KNOWLEDGE (SBOK™ Guide)*. Phoenix, Arizona 85008 USA: SCRUMstudy™, a brand of VMEdU, Inc.
- Satpathy, T. (2016). SBOK™ Guide. Dans T. Satpathy, *A Guide to the SCRUM BODY OF KNOWLEDGE* (p. 35). Phoenix, Arizona 85008 USA : SCRUMstudy™, a brand of VMEdU, Inc.
- ScrumStudy. (s.d.). <https://www.scrumstudy.com/whyscrum/scrums-phases-and-processes>. Récupéré sur <https://www.scrumstudy.com>: <https://www.scrumstudy.com/whyscrum/scrums-phases-and-processes>
- Shephard. (2003). Questioning, promoting and evaluating the use of streaming video to support student learning. *British Journal of Educational Technology*, 34(3) , 295-308.
- Taylor, B. e. (1984). *Introduction to qualitative research methods: the search for meanings*. Wiley.
- TICE, M. I. (s.d.). *Portail TICE Vaucluse 1er degré.htm*. Consulté le Septembre 2018, sur Portail TICE Vaucluse 1er degré.htm: [www.Portail TICE Vaucluse 1er degré.htm](http://www.Portail TICE Vaucluse 1er degré.htm)
- Vialle. (1999).
- wikipedia. (2017, décembre 05). [https://fr.wikipedia.org/wiki/Informatique#Naissance\\_de\\_l'informatique\\_moderne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Informatique#Naissance_de_l'informatique_moderne). Récupéré sur [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org): [https://fr.wikipedia.org/wiki/Informatique#Naissance\\_de\\_l'informatique\\_moderne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Informatique#Naissance_de_l'informatique_moderne)

## **Annexe 1 : Questionnaire adressé aux élèves**

Cher(e)s élèves, ce questionnaire se réfère à un projet de fin de formation à l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé en vue de l'obtention du Diplôme des Professeurs d'Enseignement Secondaire Deuxième grade (DIPES II). **Ce projet vise la conception et réalisation d'un environnement numérique d'apprentissage et de suivi pédagogique des cours de transformations physiques de la matière en classe de 5<sup>ème</sup> ESG.** Nous vous rassurons d'avance que les réponses données à chacune des questions demeureront strictement confidentielles.

### **I. IDENTITE DE L'ELEVE**

- 1) Etablissement : .....
- 2) Age : .....ans
- 3) Sexe : a) Masculin b) Féminin
- 4) Redoublant : a) Oui b) Non

### **II. QUESTIONS RELATIVES A L'APPRENTISSAGE DES SVT ET AUX CONTENU DES LECONS**

- 1) Avez-vous des difficultés à assimiler le cours de sciences ? a) Oui b) Non
- 2) Avez-vous un livre de sciences ? a) Oui b) Non
- 3) Trouvez les cours de sciences intéressants ? a) Oui b) Non
- 4) Quel(s) support(s) utilisez-vous pour étudier vos cours de sciences ?
  - a) Livre b) planches c) cahier de cours d) internet
- 5) Allez-vous régulièrement au laboratoire ? a) Oui b) Non
- 6) Appréciez-vous votre enseignant de sciences ? a) Oui b) Non
- 7) Aviez-vous entendu parler des transformations physiques de la matière avant la classe de 5<sup>ème</sup> ? a) Oui b) Non
- 8) L'enseignant utilise t-il des outils TIC pour dispenser ses leçons ? a) Oui b) Non
- 9) Quelle(s) activité(s) préférez-vous pendant vos temps libres ?
  - a) Jouer b) lire c) visionner
- 10) Dans le cadre du cours de sciences, à quelle(s) activité(s) avez-vous déjà assisté ?
  - a) Projections b) Exposé c) Expériences au laboratoire d) Aucune
- 11) Qu'est ce qui peut faciliter votre apprentissage en sciences ?

- a) Les images b) les vidéos c) un ludiciel en rapport avec le cours d) autre
- 12) Pensez-vous qu'un outil numérique contenant des images, vidéos, animations, sons peut vous aider à mieux apprendre le cours de sciences ?

a) Oui b) Non

- 13) Veuillez remplir le tableau ci-dessous en cochant la case correspondante (1=d'accord, 2= pas d'accord, 3= RAS)

Questions	1	2	3
Je peux citer les qualités d'une bonne eau			
Je peux citer les états physiques de l'eau			
Je peux définir sublimation			
Je peux définir matière			
Je peux définir liquéfaction			
Je peux définir condensation			
Je peux définir vaporisation			
Je peux définir solidification			
Je peux définir cristallisation			
Je peux citer les types de mélanges			
Je peux identifier l'état physique de l'eau à partir de sa température			
Je peux différencier solvant et soluté			
Je peux définir solution aqueuse			

### III. QUESTIONS RELATIVES A L'UTILISATION DES TIC

- 1) Avez-vous un ordinateur, Smartphone, tablette ? a) Oui b) Non
- 2) Avez-vous déjà utilisé un de ces outils ? a) Oui b) Non
- 3) Quel usage ferez-vous de ces outils ? a) jouer b) écouter la musique c) faire les devoirs d) regarder les films
- 4) Avez-vous accès à une connexion internet à la maison ? a) Oui b) Non
- 5) Avez-vous appris à utiliser un ordinateur ? a) Oui b) Non
- 6) Quel est votre niveau par rapport à l'utilisation d'un ordinateur ?  
a) Excellent b) Bien c) Très Bien d) Moyen e) Faible
- 7) Notre objectif est de mettre sur pied un environnement numérique d'apprentissage et de suivi pédagogique des cours de transformations physiques de la matière. Qu'aimerez-vous voir dans un tel outil ?



- a) Résumés des leçons b) des activités c) des vidéos d) des simulations e) des illustrations
- 8) Quelle couleur pouvez-vous préférer dans un tel outil ?.....

**Merci pour votre bonne compréhension**

## **Annexe 2 : Questionnaire adressé aux enseignants**

Cher(e)s enseignant, dans le cadre de notre formation au DITE de l'ENS de Yaoundé, nous entreprenons un travail de recherche portant sur **la conception et réalisation d'un environnement numérique d'apprentissage et de suivi pédagogique des cours de transformations physiques de la matière en classe de 5<sup>ème</sup> ESG**. Votre contribution à la réalisation de ce travail est indispensable. Nous vous prions à cet effet de bien vouloir répondre aux questions suivantes en toute honnêteté.

### **I. IDENTITE DE L'ENSEIGNANT**

- 1) Etablissement :.....
- 2) Grade : a) PLEG b) PCEG c) AUTRE
- 3) Sexe: a) Masculin b) Féminin
- 4) Ancienneté : .....
- 5) Avez-vous déjà enseigné une classe de 5<sup>ème</sup> ? a) Oui b) Non

### **II. QUESTIONS RELATIVES A L'ENSEIGNEMENT DE LA SCIENCES**

- 1) Avez-vous des difficultés à dispenser les cours sur les transformations physiques de la matière ? a) Oui b) Non  
Si oui lesquelles ?.....
- 2) Les élèves ont-ils des difficultés à appréhender les notions liées à cette partie du programme ? a) Oui b) Non
- 3) Quelle(s) méthode(s) utilisez-vous pour dispenser vos cours ?  
a) Exposé b) participative c) interactive d) formation de groupe
- 4) Avez-vous des problèmes suivre pédagogiquement vos élèves ? a) Oui b) Non
- 5) Comment faites vous le suivi pédagogique de vos élèves ?  
.....  
.....  
.....  
.....

- 6) Disposez-vous des outils d'aides au suivi pédagogique des apprenants ?  
a) Oui b) Non
- 7) Pensez-vous l'utilisation d'un outil TIC peut faciliter l'enseignement/apprentissage ? a) Oui b) Non
- 8) Pensez-vous qu'un outil TIC peut vous aider à mieux suivre vos élèves ? a) Oui b) Non

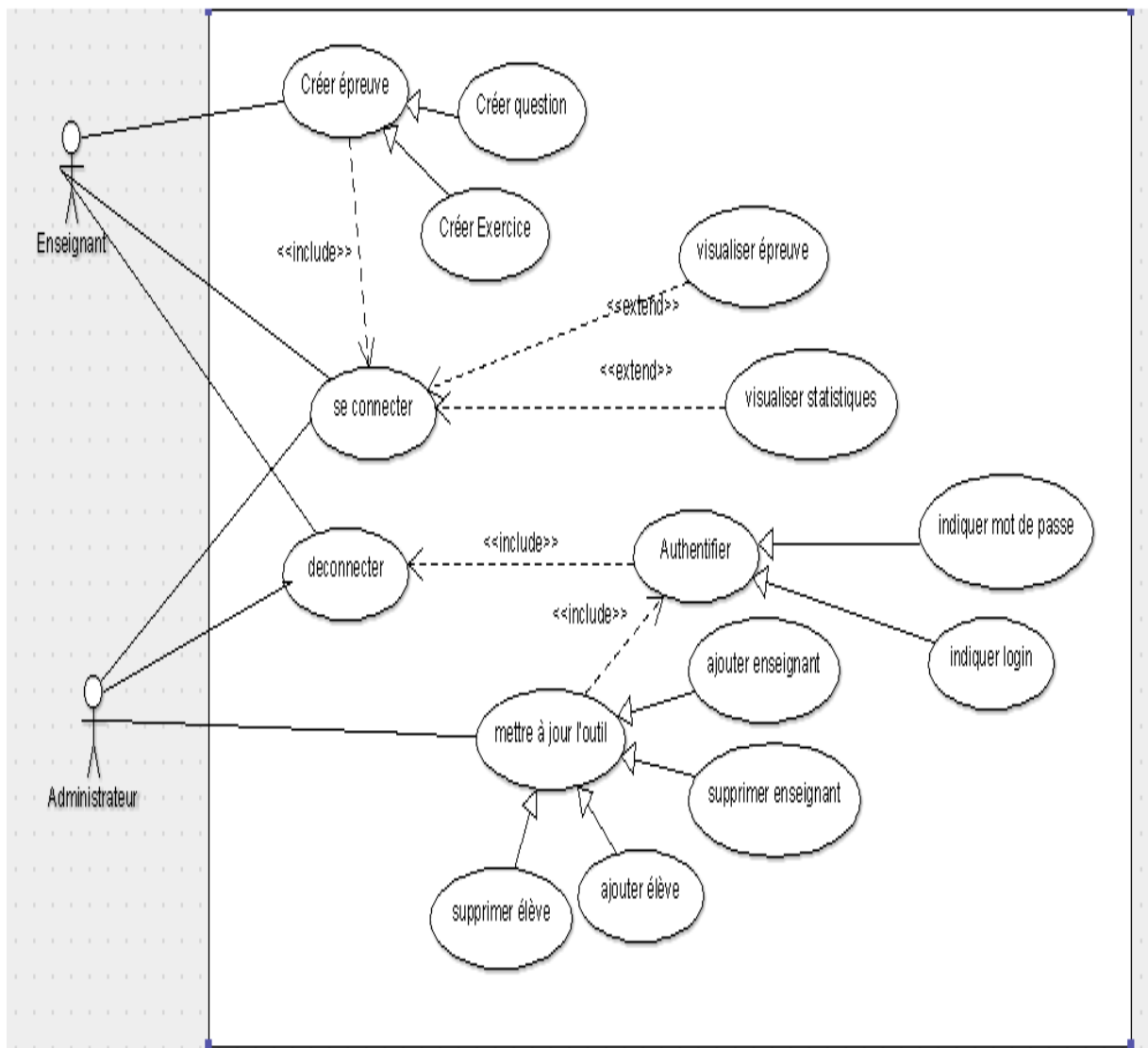
- 9) Avez-vous des propositions particulières quant à la réalisation d'un environnement numérique d'apprentissage et de suivi pédagogique des cours de transformations physiques de la matière ? a) Oui b) Non  
Si oui lesquelles ?

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

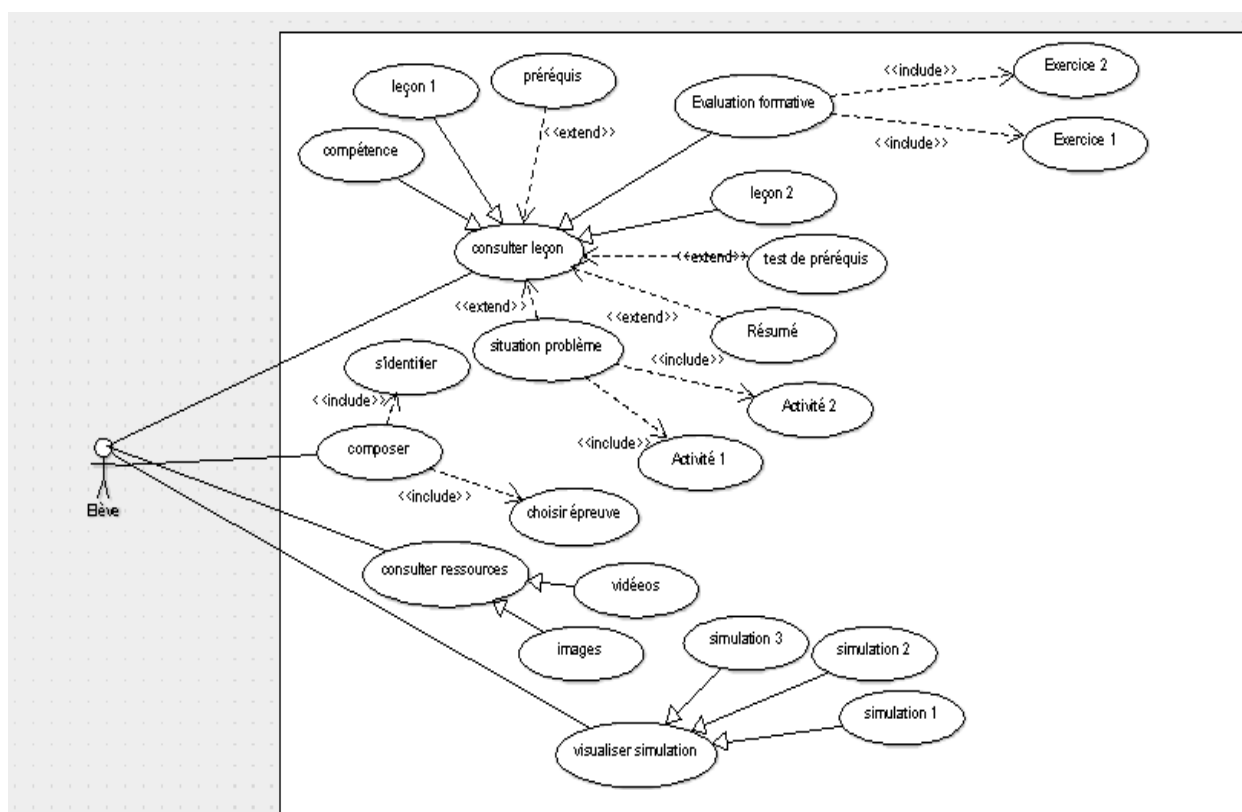
**Merci pour votre disponibilité ;**

### **Annexe 3 : Quelques diagrammes UML**

- 1) Diagrammes de cas d'utilisation  
 a) Cas de l'outil de suivi



b) Cas du terminal de collecte de données



c) Description textuelle de quelques cas d'utilisation

Fonction ou cas d'utilisation	Consulter la leçon
Objectif	Donner la possibilité à un élève d'accéder aux différentes leçons proposées par l'outil
Acteur principal	Elève
Contraintes	<p><b>Pré condition</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'outil doit être lancé</li> <li>2. L'élève doit se trouver sur la page du menu principal</li> </ol> <p><b>Post condition</b></p> <p>Le contenu sélectionné est affiché</p>
Scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'élève clique sur le menu <b>Tes leçons</b></li> <li>2. L'outil affiche la page des leçons</li> <li>3. L'élève choisie une leçon</li> <li>4. L'outil affiche la page du contenu de la leçon</li> </ol>
Scénario alternatif	Retour au menu principal
contraintes	RAS
Fonction ou cas d'utilisation	prérequis
Objectif	Donner la possibilité à un élève de faire un lien entre ses anciennes connaissances et les nouvelles connaissances qui lui seront présentées
Acteur principal	Elève

Contraintes	<b>Pré condition</b>	Une leçon est sélectionnée
	<b>Post condition</b>	Le contenu sélectionné est affiché
Scénario nominal		1. L'élève répond aux questions du test de prérequis 2. L'élève visualise les feed-back
Scénario alternatif		RAS
contraintes		RAS

Fonction ou cas d'utilisation		Activité
Objectif		Donner la possibilité à un élève d'apprendre en le plongeant dans une situation de vie où il devra pratiquer pour résoudre un problème posé.
Acteur principal		Elève
Contraintes	<b>Pré condition</b>	1. Une leçon est sélectionnée 2. L'élève a traversé la phase des prérequis
	<b>Post condition</b>	L'élève accède à l'activité d'une leçon
Scénario nominal		1. L'élève clique sur un numéro d'activité 2. L'élève prend connaissance du problème posé 3. L'élève applique les consignes données 4. L'élève visualise les feed-back
Scénario alternatif		Retour au menu des leçons
contraintes		RAS

Fonction ou cas d'utilisation		Evaluation formative
Objectif		Donner la possibilité à un élève de prendre conscience de ses erreurs.
Acteur principal		Elève
Contraintes	<b>Pré condition</b>	1. Une leçon est sélectionnée 2. L'élève a traversé la phase du résumé de la leçon
	<b>Post condition</b>	L'élève accède à l'activité d'une évaluation formative
Scénario nominal		1. L'élève découvre les questions de l'évaluation 2. L'élève répond aux questions posées 3. L'élève visualise les feed-back
Scénario alternatif		Retour au menu des leçons
contraintes		RAS

<b>Fonction ou cas d'utilisation</b>		<b>Composer</b>
<b>Objectif</b>		Donner la possibilité à un élève de passer une évaluation sommative
<b>Acteur principal</b>		Elève
<b>Contraintes</b>	<b>Pré condition</b>	1. L'outil doit être lancé 2. L'élève s'est identifié
	<b>Post condition</b>	Le contenu sélectionné est affiché

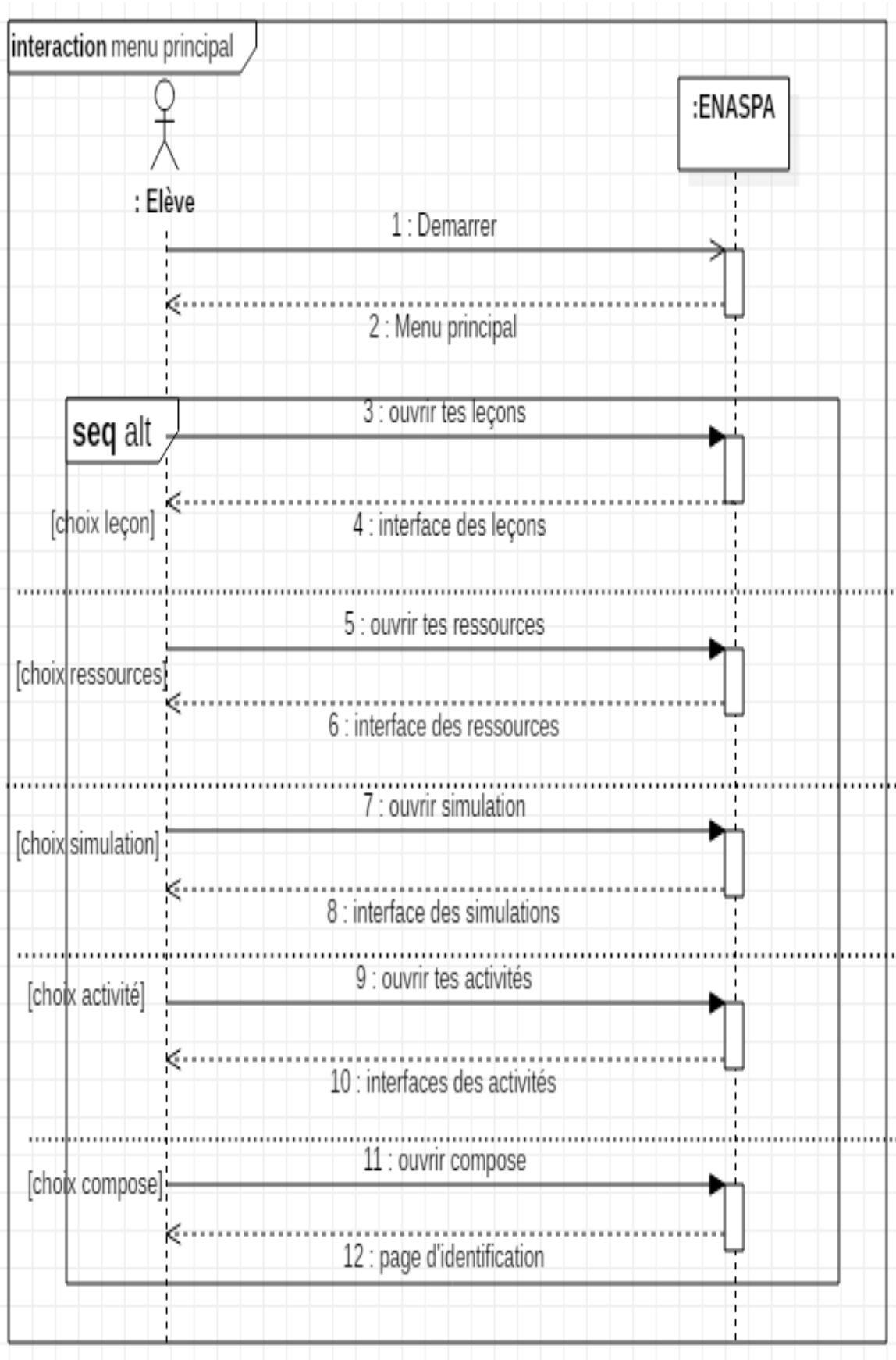
<b>Scénario nominal</b>	1. L'élève choisie une épreuve 2. L'élève traite les exercices de l'épreuve
<b>Scénario alternatif</b>	Erreur d'identification
<b>contraintes</b>	RAS

Fonction ou cas d'utilisation	Se connecter
Objectif	Donner la possibilité à un enseignant ou l'administrateur de s'authentifier.
Acteur principal	Enseignant/ Administrateur
Contraintes	<b>Pré condition</b> Posséder un compte
	<b>Post condition</b> Les actions réservées à l'enseignant ou à l'administrateur sont disponibles
Scénario nominal	1. Remplir le formulaire 2. Valider le formulaire
Scénario alternatif	Saisie refusée
contraintes	Sécurisation de la transmission des données personnelles

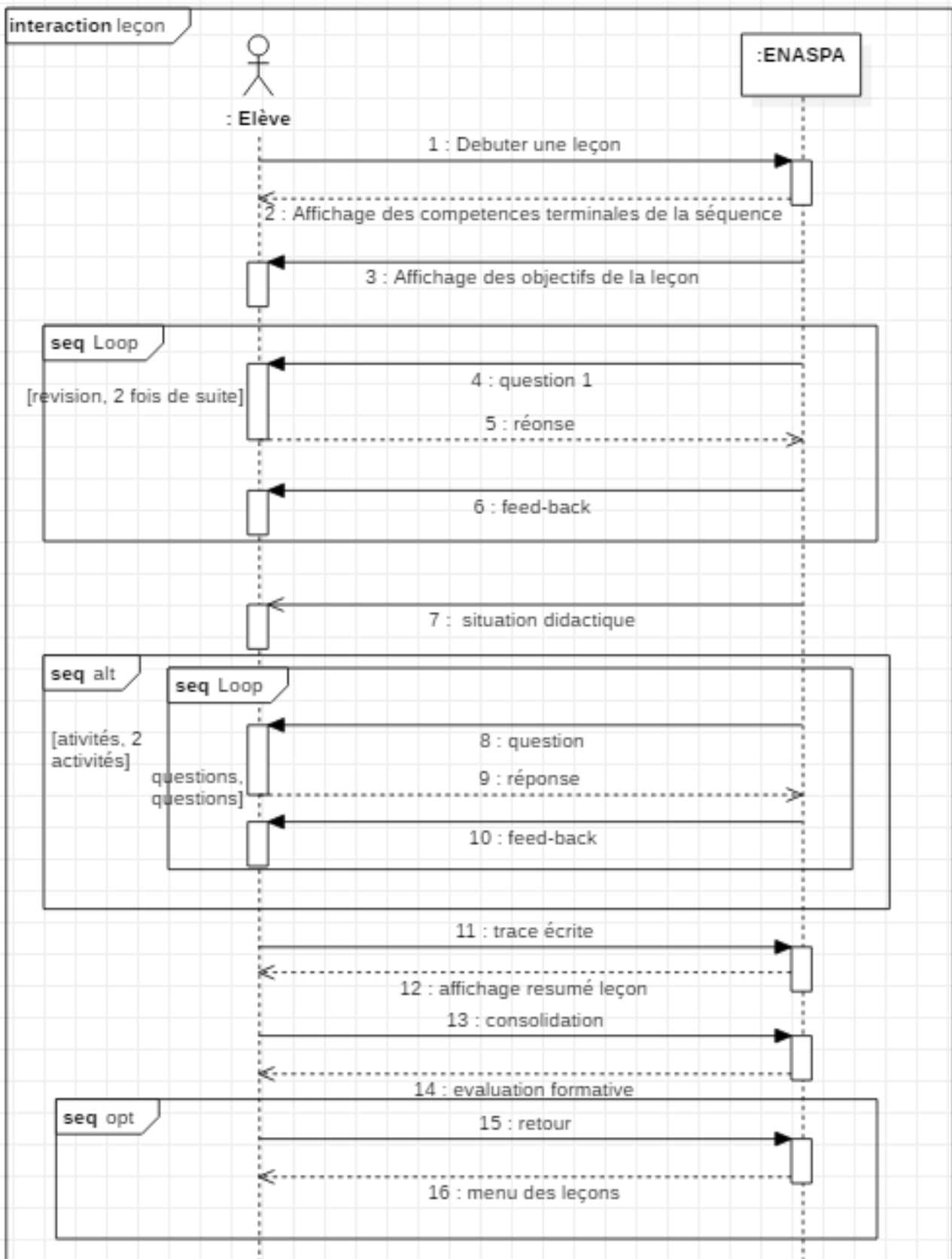
Fonction ou cas d'utilisation	Visualisé les statistiques
Objectif	Donner la possibilité à un enseignant de visualiser les statistiques sur une question d'une épreuve ou sur un exercice d'une épreuve dans une classe donnée
Acteur principal	Enseignant
Contraintes	<b>Pré condition</b> 1. Etre connecté 2. Se trouver sur l'interface réservée aux enseignants
	<b>Post condition</b> L'élève accède à l'activité d'une leçon
Scénario nominal	1. L'enseignant clique sur l'onglet statistique 2. L'outil affiche les statistiques
Scénario alternatif	Retour à l'interface enseignant
contraintes	Sécurisation de la transmission des données personnelles

## 2) Quelques diagrammes de séquences

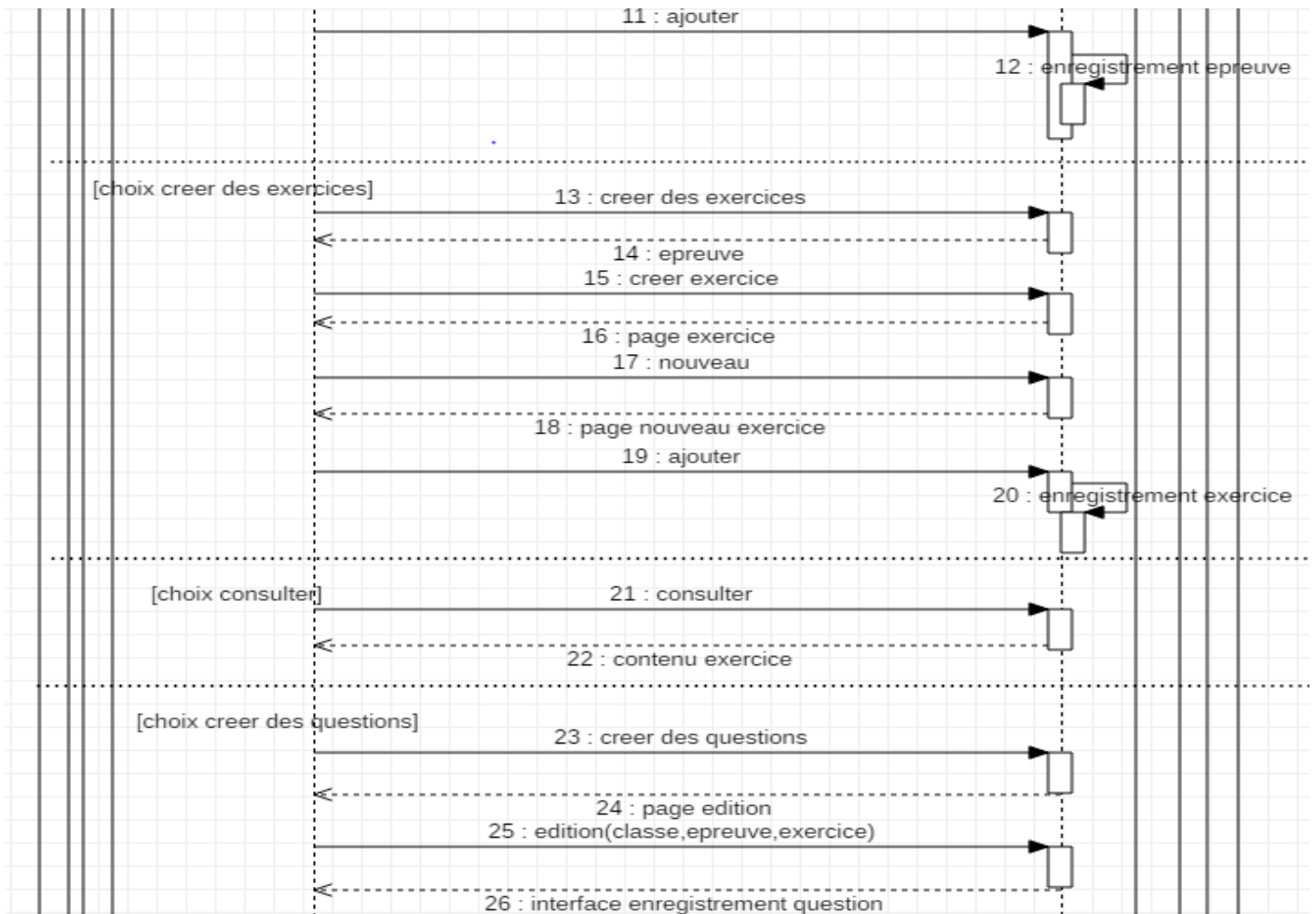
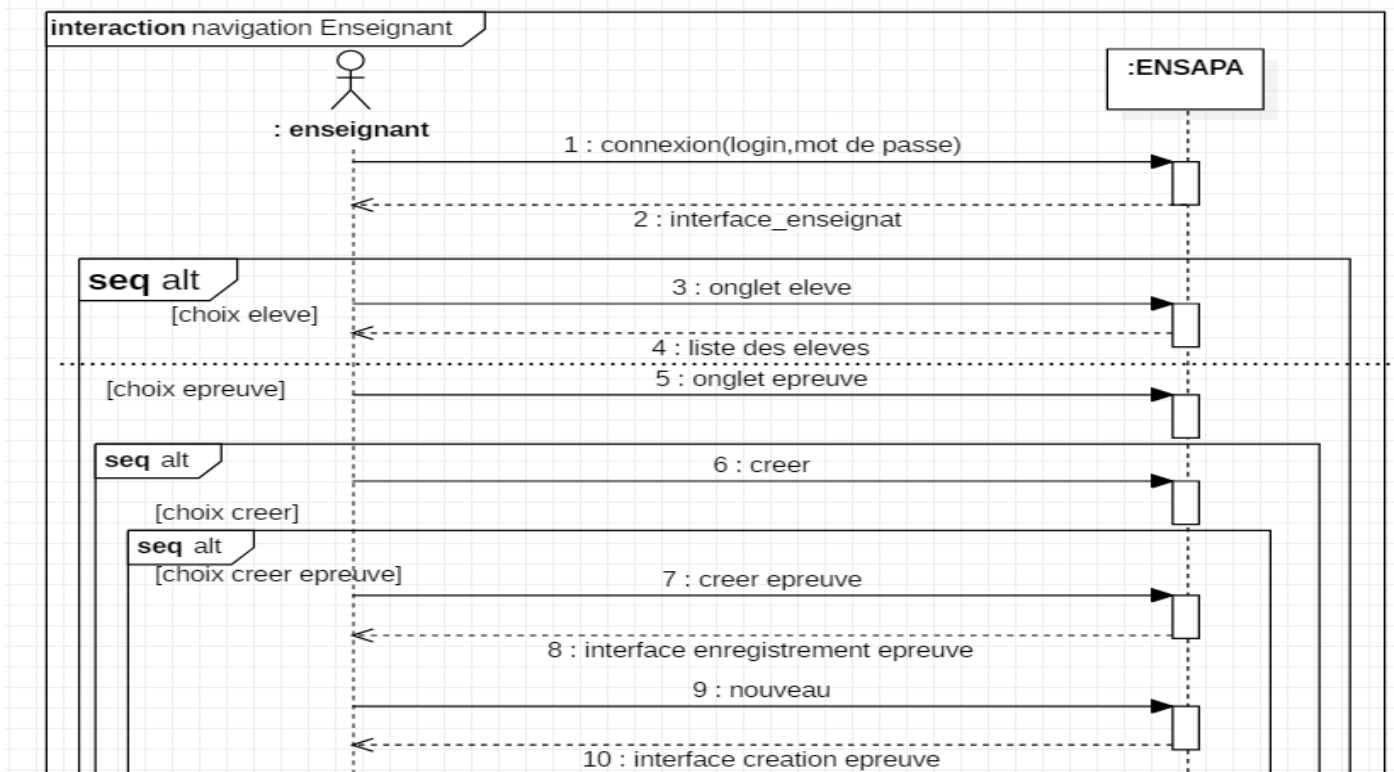
## a) Diagramme de séquence de navigation du menu principal



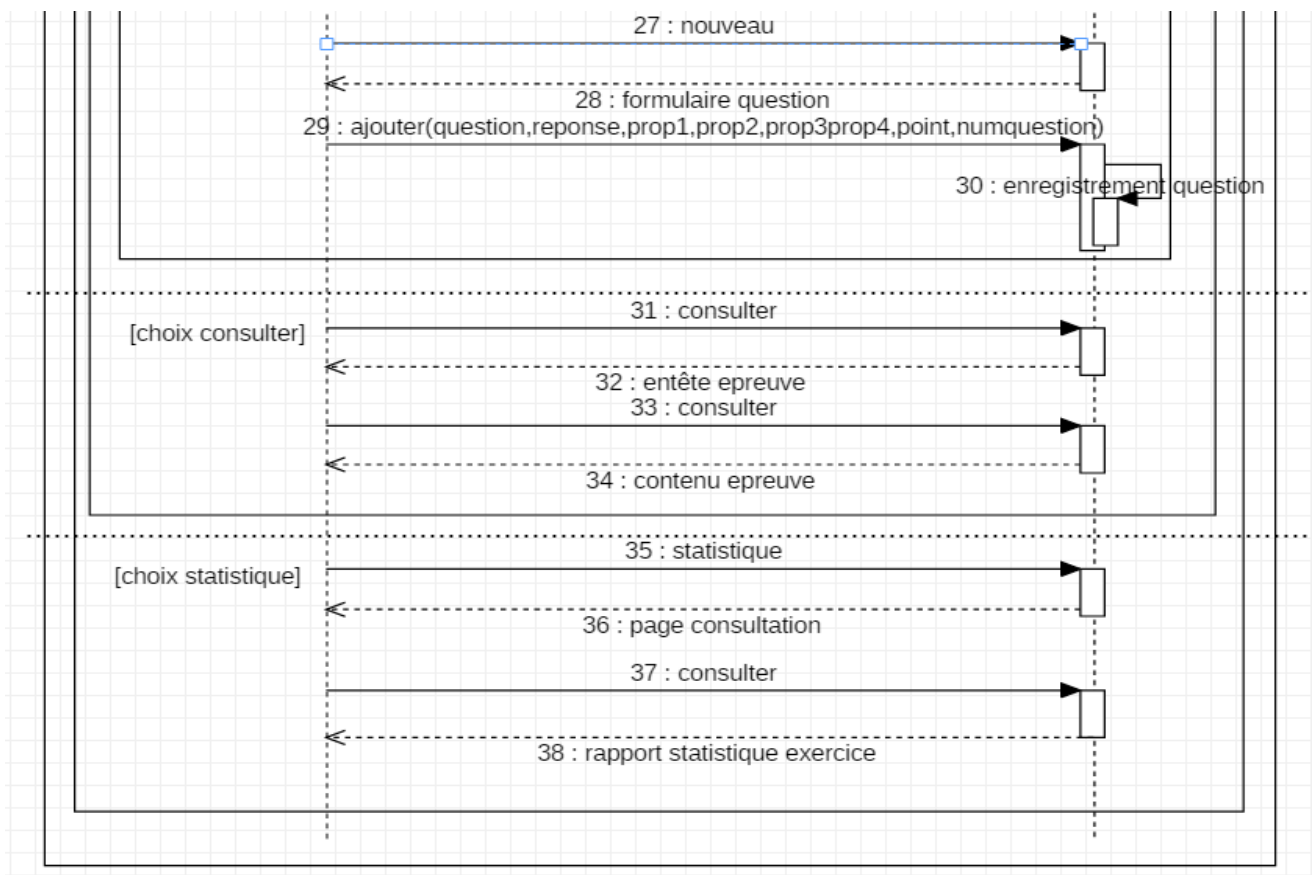
## b) Diagramme de séquence de la consultation d'une leçon



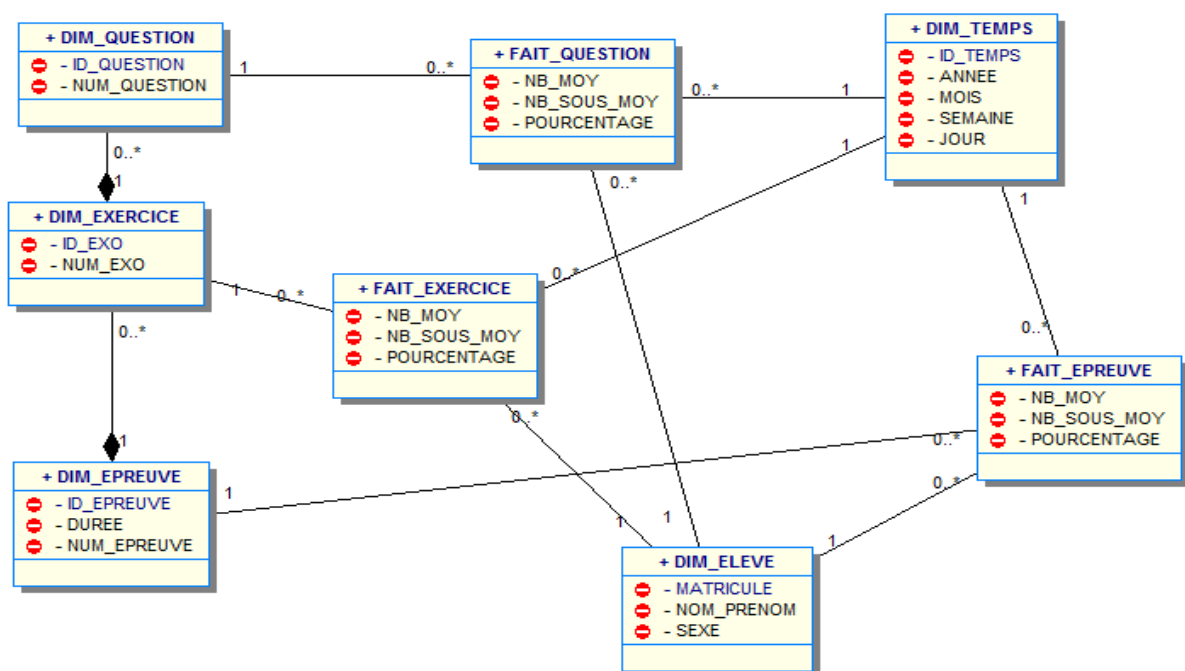
c) Diagramme de séquence de navigation de l'enseignant



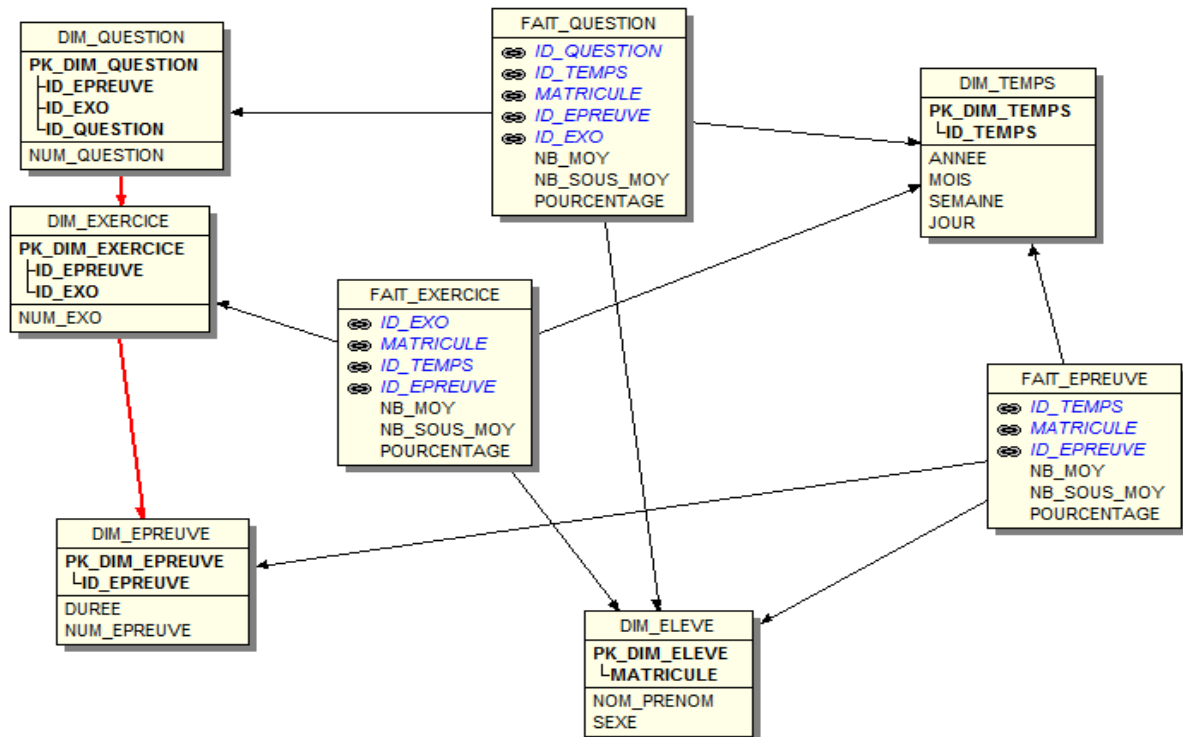




3) Diagramme de classe du Data warehouse



## 4) Modèle logique du Datawarehouse



## 5) Diagramme de déploiement

