الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de 8 Mai 1945 – Guelma -

Faculté des Mathématiques, d'Informatique et des Sciences de la matière

Département d'Informatique

Mémoire de Fin d'études Master

Filière : Informatique

Option : Ingénierie des Medias

Thème :

Jeux éducatif pour la conception algébrique en primaire

Encadré Par :

Dr. Bourouaieh Douadi

Présenté par :

- **Abid Houssem**

Juin 2013

Remerciements

Louange à الله seigneur de l'univers.

Avant tout, je tiens à remercier mes parents pour leur patience et leur soutien indéfectible qui m'ont été plus qu'indispensables.

Je veux remercier mon encadreur, Dr. Bourouaieh douadi qui m'a aidé, pour ses précieux conseils, son patience, sa disponibilité et son encouragement qui m'a poussé à donner le meilleur.

J'adresse mes vifs remerciements aux membres du jury pour m'avoir fait l'honneur d'évaluer mon travail.

Mes remerciements vont également à l'ensemble des enseignants du département d'informatique sans exclusif pour leurs aides durant toutes mes années d'études, ainsi à toutes les personnes qui nous ont aidé de près où de loin.

Résumé

L'appropriation des EIAH est une nécessité double pour l'apprenant qui doit d'une part s'approprier les possibilités d'interactions offertes et d'autre part s'approprier les connaissances à acquérir puisqu'ils' agit d'une activité d'apprentissage humain. Nous nous intéressons à l'analyse des EIAH dans l'enseignement des mathématiques, présentées quelque EIAH qui propose à l'élève de résoudre des problèmes en algèbre, de concevoir et de mettre en œuvre des situations d'apprentissage de mathématique dans le cadre de la scolarité obligatoire incluant l'utilisation d'environnements informatiques. Une approche prometteuse consiste à utiliser la culture vidéoludique des étudiants pour les motiver à investir du temps dans la pratique de la programmation

Mots-clés : EIAH, modélisation algébrique, pensée algébrique, serious game

Table des matières

Chapitre 2 : modélisation algébrique à l'école primaire

Chapitre 3 : Concepción & réalisation

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

Au cours de la dernière décennie, des éducateurs en mathématiques de plus en plus nombreux proposent de commencer l'étude de l'algèbre dès le primaire. Ils précisent qu'il ne s'agit pas d'un enseignement précoce de l'algèbre du secondaire, ni d'une « pré-algèbre » préparant les élèves à l'algèbre du secondaire. Il s'agit plutôt d'amener les élèves à développer la pensée algébrique sans nécessairement utiliser le langage littéral de l'algèbre. C'est une algèbre avant la lettre mettant l'accent sur la pensée et non sur le contenu mathématique. Elle constitue une opportunité pour enrichir les mathématiques du primaire, en leur apportant plus de profondeur et de cohérence, sans ajouter de nouveaux contenus traditionnellement, l'objectif principal de l'enseignement des mathématiques élémentaires consistait à amener les élèves à apprendre à calculer. À cette fin, les élèves devaient acquérir des connaissances numériques de base, apprendre les algorithmes pour additionner, soustraire, multiplier et diviser des nombres avec plusieurs chiffres, des nombres à virgules et des fractions. Les problèmes en mots semblaient fournir l'occasion pour mettre en pratique des procédures de calcul.

Ce mémoire a pour but de produire un système d'aide à l'apprentissage des mathématiques pour des petits enfants dans un environnement interactif et évolutif (s'amuser tout en apprenant).

L'utilisation de l'informatique pour l'apprentissage et l'enseignement se développe et évolue sous le coup de différents facteurs inter-reliés comme la poussée technologique (faible coût des technologies, facilité et banalisation de leurs usages), L'évolution des connaissances scientifiques, la demande sociale ou encore l'évolution des pratiques des enseignants et des apprenants, cette évolution a notamment favorisé l'apparition du concept d'EIAH

Ce mémoire se compose de trois parties :

- Dans le premier chapitre, on parle d'EIAH et Mathématique
- Dans le deuxième chapitre, nous représentons la modélisation algébrique à l'école primaire.
- Le dernier chapitre, présente la conception et la réalisation du projet, son implémentation, les tests réalisés et leur interprétation.

CHAPITRE 1

EIAH Et Mathématique

1. Introduction

L'enseignement à distance par Internet, appelé EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain), constitue une avancée pédagogique importante. L'EIAH utilise le web (structure hypertexte, capacités multimédias, etc.) comme support de diffusion des connaissances et d'interaction entre les différents acteurs (enseignants, apprenants, etc.).

Traditionnellement, les EIAH sont destinés aux apprenants, ils les aident à apprendre à leur propre allure, en suivant un parcours personnalisé et individualisé. Ils ne laissent toutefois que peu de place aux enseignants, qui sont pourtant les premiers concernés par ces environnements, puisque ce sont eux qui décideront ou non de leur intégration dans l'enseignement. Un EIAH ne sera en effet utilisé à l'école que si l'enseignant peut l'intégrer et l'adapter à sa démarche pédagogique.

2. Les différents EIAH en mathématiques

L'objet des travaux de recherche relatifs aux Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) est d'étudier les situations pédagogiques informatisées et les logiciels qui permettent ces situations. L'utilisation de l'informatique pour l'apprentissage et l'enseignement se développe et évolue sous le coup de différents facteurs inter-reliés comme la poussée technologique (faible coût des technologies, facilité et banalisation de leurs usages), l'évolution des connaissances scientifiques, la demande sociale ou encore l'évolution des pratiques des enseignants et des élèves.

Au sein des travaux et actions liés aux EIAH, les travaux de recherche ont un rôle particulier à jouer : élaborer des connaissances. Ces travaux n'ont pas pour finalité de construire des EIAH utilisés dans les classes ou les lieux de formation (même si certains travaux de recherche se transforment pour évoluer vers ce type d'objectif, et qu'une utilisation banalisée peut être nécessaire à l'étude de certaines problématiques de recherche), mais de comprendre les enjeux à considérer, les phénomènes à prendre en compte, les moyens (notions, modèles, processus, outils, etc.) utiles à la conception des EIAH.

Actuellement, l'évolution des connaissances scientifiques n'est pas le facteur qui influe le plus sur l'utilisation effective des EIAH. Par ailleurs, le fait que le processus de conception d'un EIAH ne soit pas lié à des connaissances scientifiques ne dit rien de sa qualité ni de son efficacité. De nombreuses réalisations, portées ou accompagnées par des communautés de pratiques notamment, s'avèrent parfaitement satisfaisantes, rencontrent leurs utilisateurs et, plus que les projets issus de la recherche souvent, font évoluer les pratiques. Constater le foisonnement et la pertinence de ces réalisations n'enlève rien à l'intérêt et à la nécessité de construire des bases scientifiques.

Pour paraphraser Skinner, si « laisser à l'élève le soin de résoudre le problème d'apprendre, c'est se soustraire au devoir de résoudre le problème d'enseigner », ne pas étudier les questions scientifiques des fondements, des processus et des techniques, c'est se soustraire au devoir d'élaborer les connaissances permettant d'informer les travaux de conception et de réalisation des environnements informatiques destinés à favoriser l'enseignement et l'apprentissage. **[1]**

Nous présentons ci-après quelque EIAH en mathématique **:**

2.1. Le projet PÉPITE

Le projet Pépite est né de la rencontre des problématiques complémentaires du LIUM (Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine) et du DIDIREM, laboratoire de didactique des mathématiques de Paris. Le projet Pépite a pour objectif de construire un système informatique capable d'élaborer automatiquement des profils d'élèves en algèbre élémentaire, à partir de cet outil issu de recherches en didactique des mathématiques **[2].**

Ces laboratoires ont mis en place depuis 10 ans une politique d'étroite collaboration, qui a débouché sur une importante production scientifique : plusieurs projets communs ont vu le jour : élise, Repères, Pépite, Géo Web, CNCRE. Ces projets ont donné lieu à des publications communes ainsi qu'à des thèses et stages de DEA, aussi bien en didactique des mathématiques qu'en informatique. Ces deux laboratoires s'investissent également dans la diffusion des résultats de leurs recherches dans le système éducatif français.

Cette habitude de collaboration a pour nous un double intérêt. D'une part, la modélisation de l'apprenant et l'usage des EIAO (environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur) dans l'enseignement sont des thématiques importantes de l'équipe EIAO du LIUM, d'autre part, au laboratoire DIDIREM, Brigitte Grugeon a conçu un outil papier – crayon permettant d'aider les enseignants du secondaire dans l'évaluation des compétences de leurs élèves en algèbre élémentaire. Cet outil comporte trois éléments : un ensemble d'exercices, une grille d'analyse multidimensionnelle de la compétence algébrique et les profils d'élèves. La diffusion de cet outil papier - crayon est toutefois limitée par la complexité de sa mise en œuvre.

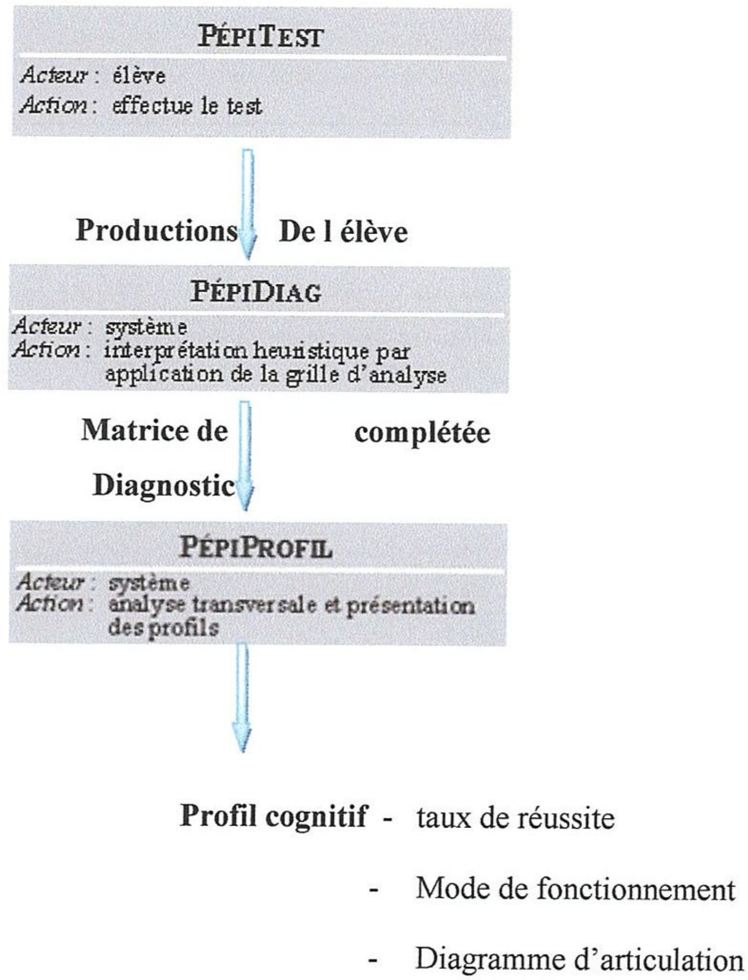


Figure 1.1 *: L'architecture de PÉPITE.* **[2]**

2.2. Le projet AMBRE

Le projet AMBRE est une étude pluridisciplinaire dont l'objectif est de concevoir des EIAH fondés sur le Raisonnement à Partir de Cas (RàPC) et destinés à l'apprentissage de méthodes de résolution de problèmes (problèmes d'Algèbre). Ces méthodes, proposées dans le cadre d'études en didactique des disciplines sont fondées sur un classement des problèmes et des outils de résolution. Dans un domaine donné, appliquer une méthode consiste à savoir reconnaître la classe de problèmes dont relève le problème à résoudre, afin de savoir quelle technique Utiliser pour le résoudre.

Un environnement AMBRE propose à l'élève de résoudre des problèmes en se fondant sur l'apprentissage à partir d'exemples, la stratégie d'apprentissage utilisée dans un EIAH AMBRE est la suivante.

On présente dans un premier temps à l'apprenant quelques exemples de problèmes résolus, qu'on appelle problèmes types, puis on lui propose une activité de résolution de nouveaux problèmes. La résolution d'un problème par l'apprenant est guidée par l'environnement en suivant les différentes étapes du cycle AMBRE, qui est inspiré du cycle de RàPC :

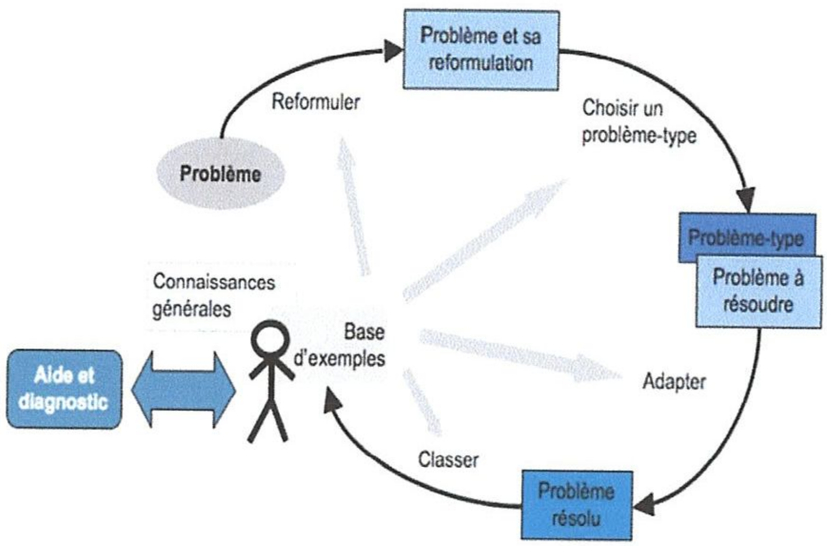


Figure 1.2 : *Le cycle AMBRE (activités de l'apprenant).* **[3]**

2.3. Le projet Lingot

Le projet Lingot est un projet interdisciplinaire qui se situe dans le domaine de recherche sur les EIAH (Environnements Informatiques d'Apprentissage Humain). L'objectif est de concevoir et de mettre en œuvre des situations d'apprentissage de l'algèbre dans le cadre de la scolarité obligatoire incluant l'utilisation d'environnements informatiques.

Il s'agit d'une part, de permettre aux enseignants de prendre en compte la diversité cognitive des élèves pour réguler les apprentissages, en opérationnalisant des résultats récents de recherches en didactique des mathématiques et, d'autre part, de fournir aux chercheurs des outils d'observation systématique permettant d'étudier, sur le long terme, les effets sur l'apprentissage des enseignements dispensés. **[w.1]**

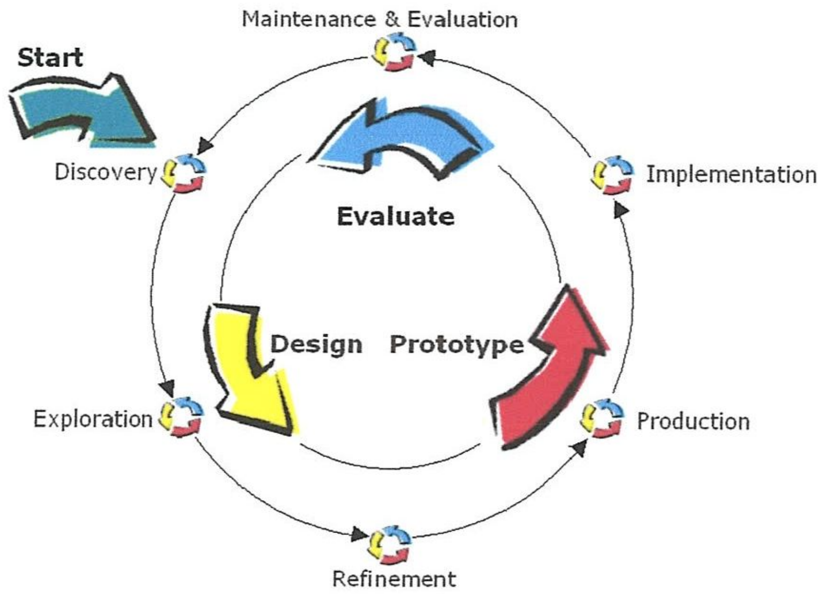


Figure 1.3 : la démarche de projet Lingot. [4]

3. serious games

3.1. Définition

Il existe une multitude d'approches du serious gaming. Certains acteurs considèrent qu'un serious game implique obligatoirement un véritable gameplay associé à une dimension utilitaire. D'autres emploient le terme "serious game" dès que des logiciels de création issus de l'industrie des jeux vidéo entrent dans la chaîne de production d'une application. Ainsi, une grande partie de la simulation entrerait dans le domaine du serious gaming. D'autres encore considèrent que les serious games sont des jeux vidéo et qu'il s'agit avant tout d'une approche purement marketing.

Voici l'approche du serious gaming que nous retenons : la vocation d'un serious game est d'inviter l'utilisateur à interagir avec une application informatique dont l'intention est de combiner à la fois des aspects d'enseignement, d'apprentissage, d'entraînement, de communication ou d'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo. Une telle association a pour but de donner à un contenu utilitaire (serious), une approche vidéo ludique (game). Le concepteur d'un serious game mise donc sur l'engouement suscité par le jeu vidéo auprès des utilisateurs pour capter leur attention dans une finalité qui s'écarte du simple divertissement.

Pour opérer cette mise en relation entre l'aspect utilitaire et le jeu vidéo, le concepteur va mettre en relation deux types de scénario :

- Le premier sera d'ordre utilitaire,

- Le second sera d'ordre purement ludique

Scénario utilitaire+ scénario vidéoludique= serious game

Cette mise en relation, comme on l'abordera plus en détail dans le cadre de cette étude, doit s'effectuer avec cohérence. Ainsi les objectifs des deux types de scénarii doivent notamment converger pour que l'utilisateur puisse apprécier simultanément l'expérience vidéoludique et la dimension utilitaire. Dans le cas contraire, si les deux Scénario sont simplement apposés en parallèle sans véritable lien, l'application présentera très certainement un déséquilibre qui conduira l'un des deux scénarii à prendre le pas sur l'autre. Le serious game n'offrirait pas dans cette optique de véritable utilité.

3.2. L'apparition des serious games

Le concept qui consiste à utiliser des jeux à des fins éducatives remonte à bien avant l'apparition des ordinateurs. On considère que le premier serious game est Army Battlezone, ce projet qui a été élaboré par Atari en 1980 pour entraîner les militaires n'a pas eu un grand succès. Ces dernières années le gouvernement ainsi que l'armée américaine se sont adressés à plusieurs reprises aux développeurs de jeux vidéo pour la création de simulateurs à faible coût à la fois réalistes et impliquant. Ces jeux devaient permettre aux militaires d'appréhender les réalités de la guerre en utilisant les infrastructures déjà existantes. L'intérêt de l'armée américaine dans cette démarche est double :

- d'une part les développeurs bénéficient d'une grande expérience dans les jeux vidéo classiques.
- D'autre part, la création de ce type de simulations coûte des millions de dollars de moins que les simulations traditionnelles qui bien souvent requièrent un équipement spécifique.

Les coûts de développement de jeux « sur mesure » sont abordables pour de grandes entreprises ou des institutions comme l'armée américaine. Devant le succès de ces premiers serious games, d'autres secteurs se sont montrés intéressés. Aujourd'hui, les serious games trouvent des applications dans l'éducation, la formation professionnelle, le secteur médical, la publicité et même dans la politique. **[5]**

3.3. Typologie des jeux sérieux

3.3.1. Selon la finalité

Les universitaires Julian Alvarez et Olivier Rampnoux proposent de classer les Serious Games en cinq grandes catégories : Advergaming, Edutainment, Edumarket game, Jeux engagés et Jeux d'entraînement et simulation :

❖ **Advergaming**

Ces serious Games se destinent principalement à la publicité.

❖ **Edutainment**

Ces serious Games ont une vocation éducative.

❖ **Edumarket game**

Le néologisme "Edumarket game" a été créé en 2006 par les universitaires Julian Alvarez et Olivier Rampnoux, les créateurs d'un serious game nommé Technocity. Edumarket game vient de l'anglais edu pour « éducation », de market « marché » et de game, « jeu » et pourrait se traduire par "jeu dont l'intention est d'éduquer sur un type de marché". Les Edumarket games s'inscrivent donc dans le registre des outils dédiés à la stratégie de communication en s'appuyant sur les ressorts du jeu vidéo, mais en intégrant également un aspect éducatif.

Les Edumarket games permettent d'aborder notamment le registre des enjeux sociaux. Comme par exemple, le jeu Food Force qui a été lancé par les Nations Unies courant 2005, en libre accès sur le web, avec des localisations par pays (Italie, France, Pologne, Chine, Japon,…) et dont la vocation est de sensibiliser les enfants aux missions humanitaires que mènent les Nations Unies dans leurs combats quotidiens contre la famine.

❖ **Jeux engagés**

L'objectif de cette catégorie de serious games est de détourner soit :

- les règles classiques des jeux vidéo. Par exemple en privant le joueur de la possibilité de pouvoir gagner un jour (September the 12th), ou encore en lui demandant de perdre pour gagner (AntiWar game)…

- les graphismes de titres connus : par exemple Anne-Marie Schleiner, Brody Condon et Joan Leandre proposent aux joueurs d'apposer des patches graphiques de propagandes pacifistes (Velvet-Strike) au sein du jeu de tir à la première personne (FPS) "Counter Strike".

- à la fois les règles et les graphismes : Appelés Mods (abréviation de "Modifications"), ces patches modifient en profondeur des jeux connus. Comme par exemple le Mod "Escape from Woomera" qui transforme le FPS "Half Life" en un camp de réfugiés réellement situé en Australie, pour dénoncer l'existence de ce camp.

Les jeux détournés ont souvent pour vocation de dénoncer de façon directe des problèmes d'ordre politique ou géopolitique. Gonzalo Frasca, chercheur au Center for Computer Game Research de l'université de Technologie de l'information (IT) de Copenhague, Danemark, est un expert reconnu dans ce domaine. L'une de ses réalisations, September the 12th, par exemple, dénonce l'utilisation de la violence pour tenter d'endiguer le terrorisme.

❖ **Jeux d'entraînement et simulation**

Ces serious games ont pour vocation soit :

- de permettre à l'utilisateur de s'entraîner à exécuter une tâche ou une manœuvre donnée
- d'étudier un phénomène s'inspirant du réel qui a été reproduit dans un environnement virtuel. **[w.2]**

3.3.2. Selon les secteurs

- **Les jeux sérieux pour quels corps de métiers ?**

"Les jeux sérieux recouvrent différents domaines : la santé et les pandémies mondiales, les métiers de l'aide humanitaire, du transport ou ceux liés à la sécurité, … il n'y a pas d'activité qui échappera à ce large phénomène déjà fortement répandu aux USA (800 institutions enregistrées sur le jeu en ligne "Virtual University" pour apprendre à gérer un établissement scolaire avec toutes les problématiques liées… en matière de sécurité, de disponibilité, de gestion du corps enseignant, des finances, etc.…)

En fait c'est l'ensemble des couches stratégiques du monde de l'entreprise qui va être touché par ce phénomène : monde de la finance, de l'armée, de la production de services ou de biens, le monde de la sécurité, … Déjà utilisé depuis des années, l'apprentissage de la conduite d'engins de transports est appliquée dans de nombreuses auto-écoles françaises."

- **La conception de jeux prend un coup de sérieux**

Les jeux ne sont exclusivement réservés aux enfants. Les progrès réalisés dans les graphiques informatiques et les communications ont donné naissance à un marché des "jeux sérieux", des applications non ludiques élaborées par des activistes en tout genre, des éducateurs, des directeurs d'entreprise, des responsables de la santé et des organismes de charité. Ces applications, qui se basent sur une simulation réaliste, contiennent des programmes éducatifs, des outils de formation militaire et des outils pour la santé et les soins thérapeutiques. **[w.3]**

3.4. Education et serious games

- **The Oregon Trail**

En 1971, les universitaires Don Rawitsch, Bill Heinemann et Paul Dillenberger, du Carleton College situé au Minnesota débutent le développement de ce qui semble être l'un des premiers educational computer game (edugame) : The Oregon Trail. Cette application a par la suite été produite et diffusée dès 1974 par le Minnesota Educational Computing Consortium (MECC). Organisme fondé en 1973, ayant pour vocation d'aider la majorité des écoles du Minnesota à utiliser les ordinateurs.

Rawitsch raconte qu'en 1971, il était professeur d'histoire. Voyant ses collègues utiliser les ordinateurs pour enseigner les mathématiques, il se demande s'il est possible d'en faire de même pour sa matière. C'est ainsi que serait né The Oregon Trail.

Cette application plonge l'utilisateur en 1848, à l'époque où des colons américains cherchent à rejoindre l'état de l'Oregon. Présenté sous la forme d'une aventure, l'utilisateur choisit un personnage représentatif d'une telle expédition, et se confronte à différentes épreuves durant son périple : réparer la roue du chariot, traverser une rivière, rencontre de personnes hostiles… En s'arrêtant dans certaines villes, l'utilisateur peut lire des faits historiques authentiques concernant les lieux.

The Oregon Trail se présente initialement sous forme textuelle et a connu plusieurs mises à jour depuis. En 1979, la première version couleur est développée (fig. 1.4) et serait à ce jour considérée comme étant le premier "hit" éducatif.

La première version commercialisée date de 1985. Plusieurs mises à jour de l'application ont été réalisées depuis. **[6]**

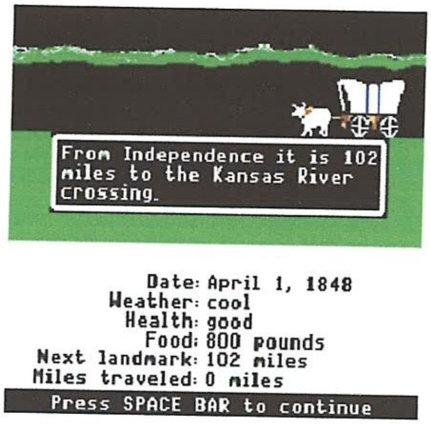


***Figure 1.4**: The Oregon Trail, MECC*, Version *Apple II*, 1985. **[6]**

Exemple de jeux sérieux en mathématiques :

Addi Cat's, jeu de cartes mathématique pour les enfants de primaire, un joli mémory pour s'amuser en jouant avec des additions ou des soustractions. Il s'agit de trouver le plus vite possible et avec le moins d'erreurs possibles les paires parmi les cartes posées sur la table. Le mémory propose plusieurs petits mémorys, selon le niveau et l'envie de chacun. Il est bien adapté aux enfants en primaire. Les parents pourront eux aussi entraîner leur mémoire et leur concentration.

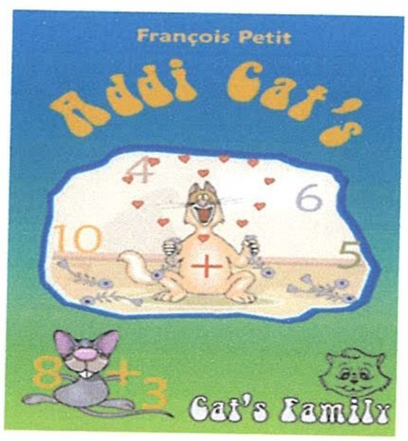


***Figure 1.5** : jeux de mémory d'addi Cat's* **[w.4].**

3.5. Les compositions d'un jeu sérieux

Un jeu sérieux se compose de cinq éléments **:**

- **Des défis** : Situations et/ou problèmes que l'apprenant devra résoudre et qui sont directement reliés à un objectif pédagogique explicite.
- **Des règles** : Actions offertes par l'environnement vidéo ludique pour résoudre ces problèmes.
- **Un moteur de jeu** : Système capable de répondre aux actions de l'apprenant (feedbacks et parcours différentiels).
- **Une interface ludique** : Activités cognitives pertinentes pour l'apprentissage du contenu.
- **Une progression dans la difficulté** : différents niveaux de difficultés ou parcours sont proposés en fonction des performances de l'apprenant**. [w.5]**.

4. Conclusion

Les EIAH sont des artefacts conçus pour susciter ou accompagner un apprentissage. Ils sont liés à une intention didactique ou pédagogique. Construire un logiciel pour une ou des situations pédagogiques cibles suppose un processus de conception du logiciel fondé ou articulé avec celui de la ou des situations pédagogiques cibles et de ses attendus (hypothèses, cadre théorique, etc.). Parce que les EIAH sont des artefacts informatiques, étudier la conception des EIAH amène à la notion d'ingénierie.

Le projet d'EIAH AMBRE, est s'appuie sur le cycle de résolution du RàPC pour flaire acquérir à l'apprenant une méthode de résolution de problèmes fondée sur une classification des problèmes du domaine.

Avec PÉPITE, nous nous adressons aux enseignants comme utilisateurs finals d'un logiciel et nous leur proposons non pas un système de diagnostic automatique, mais un système d'assistance au diagnostic.

Le projet Lingot consiste à s'appuyer sur un modèle multidimensionnel de la compétence algébrique à la fin de la scolarité obligatoire pour, d'une part, analyser sur le long terme l'enseignement dispensé aux élèves dans différentes institutions (collège, lycée professionnel, lycée) et, d'autre part, construire pour chaque élève, un profil cognitif permettant de situer les compétences qu'il a construites au cours de sa scolarité par rapport aux compétences que l'institution scolaire estime exigibles à ce niveau d'étude.

Pour le chapitre suivant on va détailler un peu plus la modélisation qui nous intéresse dans ce mémoire qui est la modélisation algébrique à l'école primaire.

CHAPITRE 2

La modélisation algébrique à l'école primaire

1. Introduction

L'algèbre, c'est le domaine mathématique qui est né du besoin de comprendre et d'organiser le monde réel, par exemple, le mouvement des étoiles, ce qu'est la lumière, la forme de la Terre. Les mathématiciens et les mathématiciennes ont tenté de répondre à ces questions par l'observation et par l'invention de nouvelles techniques de calcul.

Plusieurs auteurs soulèvent l'importance d'établir des liens entre l'arithmétique et l'algèbre. L'arithmétique est généralement perçue comme un travail de calcul misant sur l'efficacité à trouver la bonne réponse. Par contre, le travail en algèbre vise à mieux comprendre la numération en permettant aux élèves d'analyser les relations entre les nombres.

C'est pourquoi il est primordial de développer l'habileté analytique de la pensée (raisonnement) à l'élémentaire en jetant les bases de la pensée algébrique. Prenons, par exemple, la phrase mathématique $2 + 3 = 3 + 2$ pour laquelle les élèves n'ont pas à trouver une réponse, en arithmétique, les élèves pourraient effectuer l'addition de chaque côté du symbole de l'égalité pour confirmer que la phrase est vraie. En algèbre, l'objectif est plutôt de constater que lorsque les nombres sont inversés de l'autre côté du symbole de l'égalité dans une addition, le résultat ne change pas.

La modélisation, c'est un fondement de l'étude de l'algèbre; c'est un moyen plus concret pour amener les élèves à observer à la fois les changements et l'ordre dans le monde qui les entoure.

2. Historique de l'algèbre

Le mot algèbre vient de l'arabe. Au IXe siècle, le mathématicien Al-Khwarizmi « publie un traité, Al-kitab al-jabr w'al-muqabala (bref traité sur le calcul de réparation [al-jabr] et d'équilibre [al-muqabala]). Dans ce traité, il présente les principes pour résoudre des équations du premier et du second degré.Son ouvrage semble avoir été présenté en Europe pour la première fois, en 1202, dans le livre Liber Abaci de Léonard de Pise (Fibonacci). Le nom Al-Khwarizmi, traduit en latin, devient Algorismus ou Algorismi. Plus tard, le nom est transformé en nom commun, algorithme, qui signifie une suite de calculs menant à un résultat » L'algèbre, telle qu'on la connaît, a évolué graduellement au cours des siècles. Son origine remonte probablement au mathématicien Diophante (IIIe siècle) qui cherchait à résoudre des problèmes numériques. Or, on retrouve aussi de tels problèmes dans des écrits babyloniens et égyptiens de l'Antiquité. Les mathématiciens arabes ont poursuivi l'étude de l'algèbre qui a pris la forme que l'on connaît aujourd'hui grâce à la contribution de mathématiciens européens, du XIIe siècle jusqu'au XVIIIe siècle **[w.6]**.

3. Pensée algébrique

Dans la recherche d'une définition de ce qu'est la pensée algébrique, plusieurs auteurs priorisent une perspective que chacun juge essentielle en algèbre. En voici trois exemples qui reflètent trois perspectives différentes :

- L'algèbre est quelquefois définie comme la généralisation de l'arithmétique ou comme un langage pour généraliser l'arithmétique. Mais l'algèbre c'est plus qu'un ensemble de règles pour manipuler des symboles, c'est une manière de penser.
- L'algèbre est un langage. Ce langage comprend entre autres : les relations, les inconnues et les variables, et la généralisation des régularités. Chaque fois qu'une de ces idées est discutée, que ce soit à la maternelle ou à un autre niveau, c'est une occasion de travailler le langage de l'algèbre.
- L'algèbre peut être un outil puissant pour résoudre des problèmes. Elle permet d'accéder à des solutions beaucoup plus facilement. Elle peut devenir un outil indispensable pour représenter et résoudre des situations complexes du monde qui nous entoure.

Le développement de la pensée algébrique nécessite l'intervention de plusieurs facteurs interagissant entre eux, soit :

- Les processus fondamentaux pour accéder à des niveaux d'abstraction supérieurs (abstraire, généraliser et opérer sur l'inconnue);
- Des habiletés mathématiques développées selon une perspective algébrique (résoudre un problème, raisonner et communiquer);
- Les composantes du milieu d'apprentissage (comprendre des relations, représenter à l'aide de symboles, utiliser des modèles et analyser le changement);
- Les concepts algébriques regroupés selon les grandes idées (régularités et relations, et situations d'égalité) **[7]**.

4. modélisation et algèbre

4.1. Définition

La modélisation est une des fins de l'étude de l'algèbre, en effet, l'algèbre sert surtout à représenter des phénomènes, c'est-à-dire à les modéliser. Au cycle moyen, les élèves sont amenés à observer les changements dans le monde qui les entoure, à les décrire et à les représenter d'abord de façon concrète et semi concrète, puis de façon symbolique, par exemple, la suite de figures ci-après est utilisée afin de modéliser une situation.

Les élèves apprennent à décrire la régularité que l'on peut voir d'une figure à l'autre, à exprimer la relation entre le numéro de la figure et le nombre de cubes qui la composent et à représenter cette relation par une table de valeurs et par une équation**[8]**.

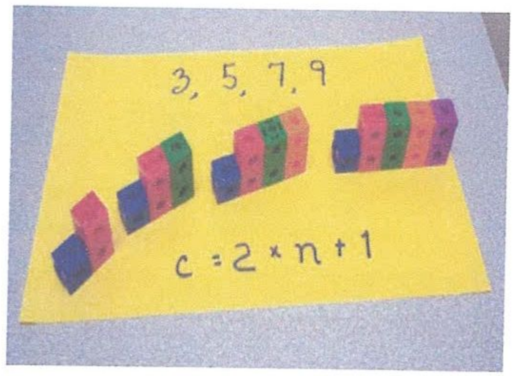


Figure 2.1 : *la relation entre le numéro de la figure et le nombre de cubes.*

Note : n représente le numéro de la figure et c, le nombre de cubes qui la composent

4.2. Les grandes idées

Afin d'aider les enseignants à définir et à prioriser les concepts clés ainsi qu'à mettre en œuvre des stratégies qui permettent d'offrir un enseignement efficace et cohérent, deux grandes idées sont présentées, explorées et développées en modélisation et algèbre.

Tout en étant interreliées, les deux grandes idées revêtent chacune une importance particulière. Elles permettent aux élèves d'explorer les relations dans les suites et de comprendre les relations dans les situations d'égalité.

Deux grandes idées en modélisation et algèbre :

4.2.1. Régularités et relations

Les mathématiques sont souvent décrites comme la science des régularités. Des régularités, qui existent à la fois dans la nature et les créations humaines, se rencontrent dans les contextes quotidiens des élèves. Lors de l'apprentissage des mathématiques, les élèves doivent être en mesure de reconnaître, de décrire et de prolonger les régularités et de s'en servir pour résoudre les problèmes. La capacité de discerner et d'utiliser les régularités efficacement favorise le développement du raisonnement algébrique.

Les élèves de primaire commencent à représenter le raisonnement algébrique avec des expressions algébriques. Les diverses représentations des régularités, y compris l'usage de symboles et de variables, fournissent des outils précieux pour faire des généralisations des relations mathématiques, Les régularités imprègnent chaque concept mathématique **[w.7]**

Trop souvent l'étude des suites est limitée et s'arrête avant que les élèves puissent avoir eu l'occasion de les analyser et de les représenter de différentes façons. Le but est d'amener les élèves à voir les suites comme des structures qui sont prévisibles et composées de motifs répétés ou croissants.

Les jeunes élèves s'intéressent naturellement aux régularités qui les entourent telles que :

- Dans des comptines;
- Dans la danse;
- Dans la nature et les objets.

Pour développer leur pensée algébrique, les élèves vont étudier la régularité et les relations dans les suites.

4.2.1.1. Structure et terminologie des suites

Pour être en mesure de parler des suites, les élèves doivent en connaître les différentes parties et le vocabulaire mathématique approprié pour les désigner, donc on a trois types de suites :

- Suite non numérique à motif répété
- Suite non numérique à motif croissant
- Suite numérique

4.2.1.2. Habiletés à développer pendant l'étude de la régularité

Enseigner les suites n'a pas pour seul but d'habiliter les élèves à dire ce qu'est le prochain terme dans une suite. Au moyen d'un questionnement efficace, il faut les amener à observer les relations entre les termes dans une suite et à se rendre compte que le choix du prochain terme n'est pas simplement fait au « hasard ». L'élève construit sa pensée algébrique en développant les habiletés à reconnaître, à comparer, à représenter, à décrire, à prolonger et à créer des suites.

a. Reconnaître une suite

Pour reconnaître une suite, il faut rechercher la régularité, ce qui consiste à trouver les éléments qui composent le motif se répétant selon le même ordre.

Exemples : Suite non numérique à motif répété

Dans ce type de suite, les éléments qui se répètent dans le même ordre constituent le motif, les élèves doivent apprendre à reconnaître le début et la fin du motif pour les aider à mieux comprendre le concept de la régularité.

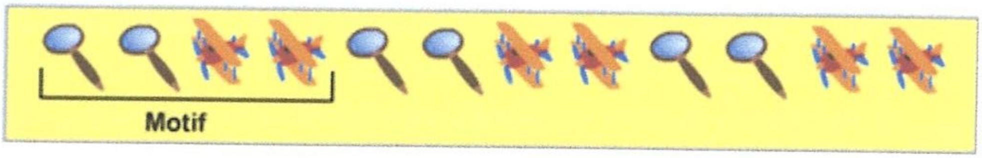


Figure 2.2 : *suite non numérique à motif répété.*

Du cycle préparatoire jusqu'à la fin du cycle primaire, les suites que les élèves apprennent à reconnaître doivent être de plus en plus complexes, on peut faire varier :

- Le nombre et le type d'attributs (couleur, grandeur, forme, texture, épaisseur, sortes d'animaux, matériaux);
- Le nombre d'éléments (p. ex., deux éléments dans un motif ou quatre éléments dans un motif)

b. Comparer des suites

La comparaison des suites permet une meilleure compréhension de leurs caractéristiques, favorise la réflexion, facilite la communication et permet aux élèves de développer leur raisonnement algébrique.

c. Représenter des suites

Les suites peuvent être représentées à l'aide de :

- Matériel concret (corps, sons, objets, tableau de nombres, calculatrice);
- Matériel semi-concret (illustrations, table de valeurs, grille de nombres, droite numérique);
- Symboles (structure ABB ABB ABB);
- Descriptions orales (Chaque poisson est fait en ajoutant un triangle de plus que le poisson juste avant.)

d. Décrire des suites

Posez des questions pertinentes aux élèves pour les amener à

- Verbaliser leurs observations;
- Cerner les relations;
- Expliquer comment ils ont repéré la régularité.

Exemples de questions :

« Quels sont les attributs utilisés pour construire la suite? »

(Cette question s'adresse uniquement pour les suites non numériques à motif répété.)

« Quels sont les éléments du motif? », « Est-ce que c'est une suite? Comment le sais-tu? »

« Comment sera construite la 4e figure de la suite? », (Cette question s'adresse uniquement pour les suites non numériques à motif croissant.)

« Quelle est la régularité? »

Exemples :

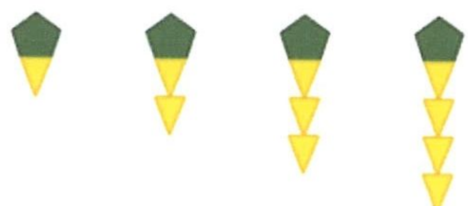


***Figure 2.3** : décrire une suite.*

❖ **Pour les suites non numériques à motif répété**

Encouragez les élèves à nommer les éléments du motif qui se répètent au moins trois fois et, s'il y a des objets concrets ou semi-concrets, à les toucher en les nommant.

- **Niveaux de compréhension du concept de régularité pour les suites non numériques à motif répété**

Lorsque les élèves expliquent comment ils ont prolongé une suite ou comment ils ont prédit un élément manquant, ils peuvent se situer dans l'un de ces trois niveaux.

Leurs réponses démontrent leur niveau de compréhension du concept de régularité.

- **Niveau des termes**

L'élève ne reconnaît pas le motif et la relation entre l'ordre de ses éléments. Il voit seulement une répétition d'objets sans analyser les éléments du motif.

Stratégies possibles à ce niveau : L'élève prédit le terme manquant en retournant au début de la suite et en regardant chaque terme un à la fois jusqu'à ce qu'il ou elle arrive au terme manquant,L'élève prédit le terme en regardant le terme qui vient juste avant ou après sans cerner le motif.

- **Niveau motif**

L'élève cerne l'ordre des éléments du motif après avoir observé la relation entre ces éléments. Stratégie :

- L'élève observe la relation entre les éléments du motif et ainsi, il ou elle reconnaît le motif.
- L'élève reconnaît que des objets forment un motif mais n'explique pas ou n'observe pas que ce motif se répète partout dans la suite.

- **Niveau de la régularité**

L'élève reconnaît la suite globalement pour en déduire la régularité.

Stratégies : Il ou elle comprend que la régularité de la suite est composée d'un motif qui se répète, que les éléments de ce motif sont placés dans un ordre précis et qu'ils se répètent toujours dans le même ordre.

e. Prolonger des suites

Afin de prolonger une suite, les élèves doivent identifier l'ordre des éléments du motif.

Pour les suites non numériques à motif répété, plusieurs auteurs soulignent l'importance de répéter le motif au moins trois fois avant de demander aux élèves de reconnaître le motif ou de prolonger la suite.

f. Créer des suites

Avant de créer des suites, les élèves doivent d'abord être capables de reconnaître, de comparer, de décrire et de prolonger une grande variété de suites, ainsi que d'en changer la représentation. Les premières fois que l'élève crée une suite sans suivre une certaine structure, il ou elle risque de créer des suites très complexes sans vraiment pouvoir cerner les relations et la régularité **[w.8]**.

4.2.2. Situations d'égalité

Le processus de généralisation est au cœur du développement de la pensée algébrique, la généralisation et les autres processus fondamentaux sont nécessaires pour élargir les expériences des élèves au-delà des opérations arithmétiques et ainsi leur permettre d'accéder à un niveau d'abstraction qui sera de plus en plus important au cours de leur apprentissage.

4.2.2.1. Aperçu

Relations d'égalité et d'inégalité. Le questionnement de l'enseignant ou Avant leur arrivée à l'école, les jeunes enfants ont, dans leurs jeux et dans leur quotidien, eu recours à des expressions faisant appel au concept d'égalité (p. ex., il a plus, moins ou le même nombre de jouets que moi). À l'école, ils font l'apprentissage des nombres et leur associent des quantités. Il est primordial que les élèves explorent et représentent des relations d'égalité de diverses façons avant de les exprimer symboliquement par une phrase mathématique. Une phrase telle que 3 + 4 = 7 perd tout son sens lorsque l'accent est d'abord mis sur les symboles utilisés. Avant d'exécuter des calculs, les élèves doivent explorer les nombres à l'aide de modèles pour appuyer leur raisonnement. Le sens du symbole s'acquiert par l'utilisation de diverses représentations de l'enseignante, conjugué à la manipulation des symboles et des nombres selon différentes stratégies, permettra aux élèves de proposer des conjectures et par la suite, de généraliser.

Énoncé

Le changement d'une représentation concrète ou semi-concrète à une représentation symbolique et vice versa permet de comprendre les relations d'égalité .L'égalité, un concept algébrique difficile a comprendre, doit être abordée des les premières années d'études. En modélisation et algèbre, les élèves doivent s'approprier le concept d'égalité en même temps que les concepts d'équivalence et d'inégalité afin de bien comprendre l'égalité en tant que relation entre deux quantités.

Les élèves doivent d'abord explorer ces trois concepts avec du matériel concret. Dès leur entrée à l'école, les élèves peuvent déjà comparer des quantités et ainsi reconnaître des situations d'équivalence (p. ex., plus que, moins que, autant que, est égal a, n'est pas égal a).Pour des activités connexes. Lorsque les élèves explorent par la suite l'addition et la soustraction avec du matériel concret, ils doivent expliquer le sens de leur choix, qu'il s'agisse d'une situation de réunion, d'ajout ou de retrait.

4.2.2.2. Vocabulaire lié aux situations d'égalité

Le tableau suivant résume les principaux termes liés aux situations d'égalité et des exemples les illustrent.

<table>
<tr><th>termes</th><th>exemples</th></tr>
<tr><td>Relation
Énoncé mathématique qui décrit un lien entre
divers objets ou variables2.
Note : Une relation peut être décrite par une
équation, un graphique, un tableau ou un
diagramme.</td><td>Quelle est la relation entre le coût et le nombre de biscuits?
<table><tr><th>Nombre de biscuits</th><th>Coût (¢)</th></tr><tr><td>1</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>3</td><td>15</td></tr><tr><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>5</td><td>25</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>Situation d'égalité
Relation entre deux représentations d'un même objet mathématique3.
Note : Un objet mathématique peut être concret ou abstrait.

Le signe = (est égal à) est le symbole, en langage formel, de la relation d'égalité entre les quantités qui figurent de chaque côté du signe.</td><td>Le coût en cents est égal au nombre de biscuits multipliés par 5.
Combien as-tu d'animaux?
Les animaux sont l'objet mathématique dans cette situation.
Description verbale :
J'ai 6 animaux de la ferme, 6 animaux de l'étang et 7 animaux de la jungle.
Le nombre total d'animaux est égal à 19 parce que les 6 animaux de la ferme, les 6 animaux de l'étang et les 7 animaux de la jungle forment un ensemble de 19 animaux.
Description symbolique :
La quantité est l'objet mathématique représenté sous deux formes 6 + 6 + 7 et 19. La relation d'égalité est représentée par la phrase mathématique 6 + 6 + 7 = 19.</td></tr>
</table>

Tableau 1.1 : *les principaux termes liés aux situations d'égalité.*

4.2.2.3. Relations d'égalité

Une relation d'égalité représentée symboliquement peut être une situation d'égalité ou une situation d'équivalence, cela dépendra essentiellement de l'explication et de la représentation qu'on en fait. Prenons les deux situations décrites dans le tableau suivant à titre d'exemples.

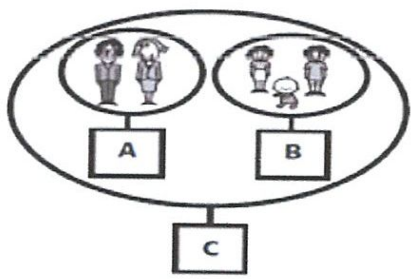
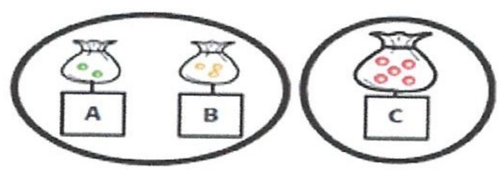
Situation d'égalité	Situation d'équivalence
Une famille est composée de 2 parents (ensemble A) et de 3 enfants (ensemble B).Elle compte donc cinq personnes en tout (ensemble C).  Symboliquement, cette situation serait représentée par la phrase mathématique 2+3=5, soit A+B=C Il s'agit d'une situation d'égalité puisque le nombre 5 'ensemble C) représente la réunion des ensembles A et B. Nous avons donc le même nombre. Ce sont les mêmes personnes qui sont regroupées dans un ensemble et les ensembles de départ ne sont plus visibles. Ainsi, le contexte est un contexte d'inclusion : il s'agit des mêmes éléments.	Jean a deux sacs de billes ; un contient 2 billes vertes (ensemble A) et l'autre, 3 billes jaunes (ensemble B).En comparant la quantité de ses billes à celle de Thierry (ensemble C), jean découvre qu'il en possède le même nombre, soit 5 billes.  Symboliquement, cette situation serait également représentée par la phrase mathématique 2+3=5 soit A +B=C Il s'agit d'une situation d'équivalence puisque la quantité est la même, mais les billes sont différentes. En fait, les billes dans le sac de Thierry et les billes dans les sacs de jean forment des ensembles distincts. Ainsi, le contexte est un contexte de comparaison de la quantité (billes de chaque garçon) ; il ne s'agit pas des mêmes éléments.

***Tableau 1.2** : comparaison entre situations d'égalité et d'équivalence(1).*

Situation d'égalité	Situation d'équivalence
Les élèves constatent que de chaque coté du signe =, les quantités sont égales puisqu'elles représentent le même élément, soit les 5 personnes. En d'autre termes, les 5 personnes que celles dans les ensembles A et B. Dans le domaine Numération et sens du nombre, les problèmes de réunion et d'ajout représenté à l'aide de matériel peuvent être travaillés en algèbre comme des problèmes d'égalité.	Mes élèves constatent ici que la quantité de billes est la même, la quantité étant le critère de comparaison utilisé pour vérifier l'équivalence. Les 2 billes vertes et les 3 billes jaunes (A + B) représentent une quantité égale aux 5 autres billes dans le sac de Thierry (C). Dans le domaine Numération et sens du nombre, les problèmes de comparaison représentés à l'aide de matériel concret peuvent être travaillés en algèbre comme des problèmes d'équivalence.

***Tableau 1.3** : comparaison entre situations d'égalité et d'équivalence(2).*

En ce qui concerne le langage mathématique formel, les deux situations (la situation d'égalité et la situation d'équivalence), lorsqu'elles sont écrites de façon symbolique (2+3=5), deviennent toutes les deux des relations d'égalité puisqu'elles sont représentées par les mêmes nombres dans une phrase mathématique. Même si les représentations sous forme de comparaison sont en principe plus faciles a relier a une écriture mathématique, les phrases mathématiques représentées la plupart du temps en enseignement sont des situations d'inclusion qui sont plus abstraites. L'enfant doit reconnaitre qu'âpres avoir réuni les ensembles A et B en un ensemble C, ce dernier est égal aux deux ensembles de départ alors qu'il ne les a plus sous les yeux.

Pour assurer la compréhension des situations d'égalité et d'équivalence, l'enseignant ou l'enseignante doit favoriser chez les élèves le transfert de représentations concrètes vers des représentations symboliques. Ce transfert se fait à travers de nombreuses activités qui requièrent du temps et qui doivent être bien dirigées.

4.2.2.4. Rapport à la relation d'égalité, transformations d'équations

La relation d'égalité est au cœur des mathématiques. Elle exprime l'idée que deux expressions mathématiques sont équivalentes (représentent la même valeur). Selon Falkner, Levi et Carpenter (2000) il est important que les élèves saisissent cette idée pour :

1. comprendre, par exemple, que si dans l'expression mathématique 23 - 15, on remplace le terme 23 par l'expression équivalente 8 + 15, on obtient l'égalité 23 - 15 = 8 + 15 15 (= 8) ; et
2. comprendre que pour résoudre l'équation $2x + 7 = 13$, s'il faut soustraire 7 du membre de gauche de l'égalité, il faut aussi soustraire 7 du membre de droite pour que l'égalité exprime toujours l'équivalence des deux termes.

Au primaire, les élèves ont souvent une conception limitée du signe égal. Ils l'interprètent comme le signal d'exécution d'un calcul de gauche à droite, le membre de gauche contient les opérations à effectuer, celui de droite contient la réponse du résultat des calculs. Ainsi, certains élèves n'acceptent pas l'égalité 6 = 4 + 2 car, selon eux, le signe=devrait être placé après l'expression 4 + 2 et avant le résultat 6.

De même, concernant l'égalité 5 + 4 + 3 = 15 - 3, certains disent qu'elle est fausse car le résultat de 5 + 4 + 3 est 12 et non 15 ; d'autres la refusent et la rendent sous une forme « plus acceptable », comme 5 + 4 + 3 + 3= 15. [9]

4.2.2.5. Sens du symbole de l'égalité

Le symbole de l'égalité est un signe universellement connu, mais souvent mal interprété par de nombreux élèves qui perçoivent le signe = comme le symbole qui précède toujours, dans les phrases mathématiques, la réponse à un calcul de gauche à droite.

Lorsque par la suite ils explorent la représentation symbolique d'une situation d'égalité ou d'équivalence, par exemple l'équation $4 + 3 = \square + 2$, les élèves croient que le nombre 7 doit être inséré dans la case de l'inconnue, puisqu'il représente la réponse à l'opération 4 + 3, figurant à gauche du signe =. Lorsqu'on leur demande de traiter le nombre 2, ils l'ajoutent au 7, comme si la phrase mathématique se poursuivait simplement de gauche à droite :
4 + 3 = 7 + 2. Ils ne perçoivent pas le signe = comme le symbole de la relation d'égalité ou d'équivalence entre les expressions figurant de part et d'autre de ce signe.

4.2.2.6. Habiletés liées aux situations d'égalité

Aux cycles préparatoire et primaire, les élèves doivent développer l'habileté à reconnaitre, a expliquer, a créer, a rétablir et a maintenir des situations d'égalité par l'application de stratégies et de modèles spécifiques . Ces habiletés doivent être développées à chaque année d'études en utilisant des nombres de plus en plus grands, en conformité avec les exigences du programme-cadre. Au cycle préparatoire, les situations d'égalité, d'équivalence et d'inégalité sont essentiellement explorées oralement et à l'aide de matériel concret. C'est à partir du cycle primaire que les élèves sont graduellement exposés à la représentation symbolique; toutefois, le recours au matériel concret demeure tout aussi important et doit s'inscrire conjointement avec les représentations plus abstraites.

4.2.2.6.1. Habileté à reconnaître une situation d'égalité

L'utilisation efficace du matériel concret favorise l'apprentissage des concepts algébriques quel que soit le niveau des élèves. Puisque cette stratégie fait appel aux sens, entre autres au toucher, a la vue et a l'ouïe, elle leur donne l'occasion de faire la transition entre le concret, le semi-concret, le semi-abstrait et l'abstrait.

Dans une démarche de résolution de problèmes, le recours au matériel concret et semi concret, de même qu'aux modèles, permet aux élèves de reconnaître et de représenter des situations d'égalité, d'équivalence et d'inégalité.

4.2.2.6.2. Habileté à expliquer une situation d'égalité

Les élèves ont besoin de discuter de ce qui est égal/inégal, pareil/différent, plus que/moins que, en équilibre/en déséquilibre, c'est par le dialogue authentique que les élèves construisent la signification du concept d'égalité. Pour développer leur habileté à expliquer une situation d'égalité, les élèves doivent vivre différentes étapes, Le transfert du concret vers la représentation symbolique s'effectue plus aisément lorsque la relation d'égalité se construit en suivant ces différentes étapes.

- **E explorer à l'aide de matériel concret ou semi-concret**

Avec des jouets, un ou une élève démontre la situation suivante : l'ajout de 0 jouet à 10 jouets.

- **D écrire à l'aide de mots et de matériel**

« Si j'ajoute 0 jouet à 10 jouets, la quantité ne changera pas puisque je n'ajoute rien. Elle sera encore égale à 10 jouets. »

- **Représenter à l'aide de symboles**

L'élève pourra alors exprimer symboliquement cette égalité en écrivant la phrase mathématique 0 + 0 = 10.

- **Proposer une conjecture**

En explorant plusieurs situations semblables, l'élève peut supposer qu'un ajout de 0 ne modifie jamais la quantité.

- **Généraliser pour tous les nombres**

Des questions adéquates lors d'autres situations similaires amènent l'élève à généraliser que l'ajout de 0 à toute quantité ne change pas la quantité. $\square + 0 = \square$

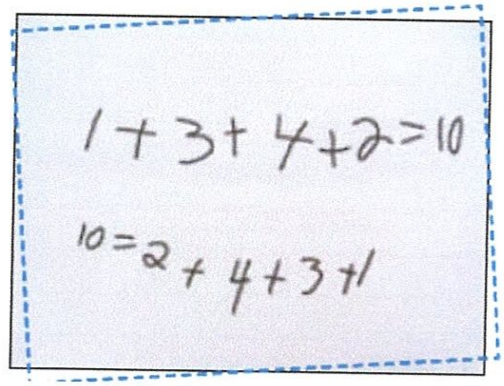
Les élèves développent aussi leur habileté à expliquer une situation d'égalité en ayant recours à des modèles, en effet l'utilisation de modèles permet aux élèves de communique efficacement leur raisonnement.

4.2.2.6.3. Habileté à créer une situation d'égalité

Pour amener les élèves à créer une situation d'égalité, il est important, au début, de leur présenter une situation d'égalité représentée à l'aide de matériel concret, Leur demander de la représenter à l'aide d'une phrase mathématique, de comparer les différentes phrases proposées par les élèves et de déterminer si elles sont toutes vraies.

Exemple :

Situation d'égalité représentée
avec du matériel concret



Phrases mathématiques pour représente
Cette Situation d'égalité

Figure 2.4 *: création d'une situation d'égalité.*

4.2.2.6.4. Habileté à rétablir une situation d'égalité

Plusieurs situations authentiques mettent l'accent sur l'inégalité, nous le savons, les enfants déclarent souvent : « Elle en a plus que moi! Je n'en ai pas assez, ce n'est pas juste! » Au lieu de s'attarder seulement aux implications sociales de leurs commentaires, envisageons avec eux, cette réalité d'un point de vue mathématique en demandant combien serait nécessaire pour que les quantités soient pareilles ou que la situation soit juste. En concrétisant ainsi le concept d'égalité, nous intégrons la pensée algébrique dans le quotidien de l'enfant.

- Rétablir une situation d'égalité à l'aide de matériel concret
- Rétablir une situation d'égalité à l'aide de symboles

4.3. Modes de représentation

Pour communiquer efficacement, les élèves peuvent utiliser différents modes de représentation. Les relations mathématiques peuvent être représentées à l'aide de matériel concret ou semi-concret, de symboles ou de descriptions orales. Lorsque les élèves représentent une situation algébrique à l'aide d'un ou de deux modes de représentation, ils utilisent une variété de modèles tels que des tableaux, des grilles de nombres ou des droites numériques. Ces modèles les aident à organiser, à enregistrer et à communiquer leur réflexion lorsqu'ils explorent des relations. La représentation d'une situation-problème à l'aide de modèles concrets, semi-concrets ou symboliques, de pair avec une description orale, facilite l'observation de relations et contribue au développement de la pensée algébrique. Les différentes représentations permettent aux élèves de s'approprier les concepts algébriques.

5. Conclusion

Au chapitre 2, nous avons revue les caractéristiques de la modélisation algébrique, entre autres : des habiletés pour amener les élèves à analyser en profondeur les différents types des suites; des explications sur la « pensée algébrique »; comment créer ou mettre à profit des occasions pour développer la pensée algébrique au quotidien en utilisant les ressources actuelles; comment travailler un problème sous un angle algébrique; des stratégies et des activités pour amener les élèves à développer leur pensée algébrique et leur compréhension des concepts liés aux suites. Enfin, on va concevoir et implémenter notre application dans le dernier chapitre.

CHAPITRE 3

Conception et réalisation

CHAPITRE 3

Conception et réalisation

1. Introduction

Le but principal de notre travail consiste de produire un système d'aide à l'apprentissage des mathématiques pour des petits enfant qui ont un âge entre 6 et 9 ans dans un environnement interactif et évolutif (s'amuser tout en apprenant), pour rendre cet environnement aussi convivial que possible on l'a conçu comme étant un jeu ayant trois formes différentes (plusieurs jeux sont proposés chacun ayant un niveau de difficulté différente, la différence s'est située au niveau des opérations proposées).

Dans ce présent chapitre, on va décrire l'architecture de notre système, pour cela nous allons présenter les fonctionnalités offertes par ce dernier, puis on va présenter la conception de la base de données qui maintient l'ensemble des données nécessaires au bon fonctionnement.

2. Conception

2.1. Objectif du jeu

Les objectifs à atteindre par notre jeu sont les suivants :

- Permettre aux petits enfants de résoudre des exercices en mathématique a travers des différents opérations arithmétiques tels que : l'addition, soustraction, division entière et le modulo.
- Permettre à l'enfant, face a des situations-problèmes, de mettre en œuvre la pensée algébrique en testant une suite d'opération arithmétique.
- Motiver l'enfant à résoudre des exercices et des questions données à travers un score qui s'augmente a chaque fois que l'enfant donne un résultat juste.

2.2. Architecture générale du jeu

Plusieurs jeux sont proposés chacun ayant un niveau de difficulté différent, la différence s'est située au niveau des opérations :

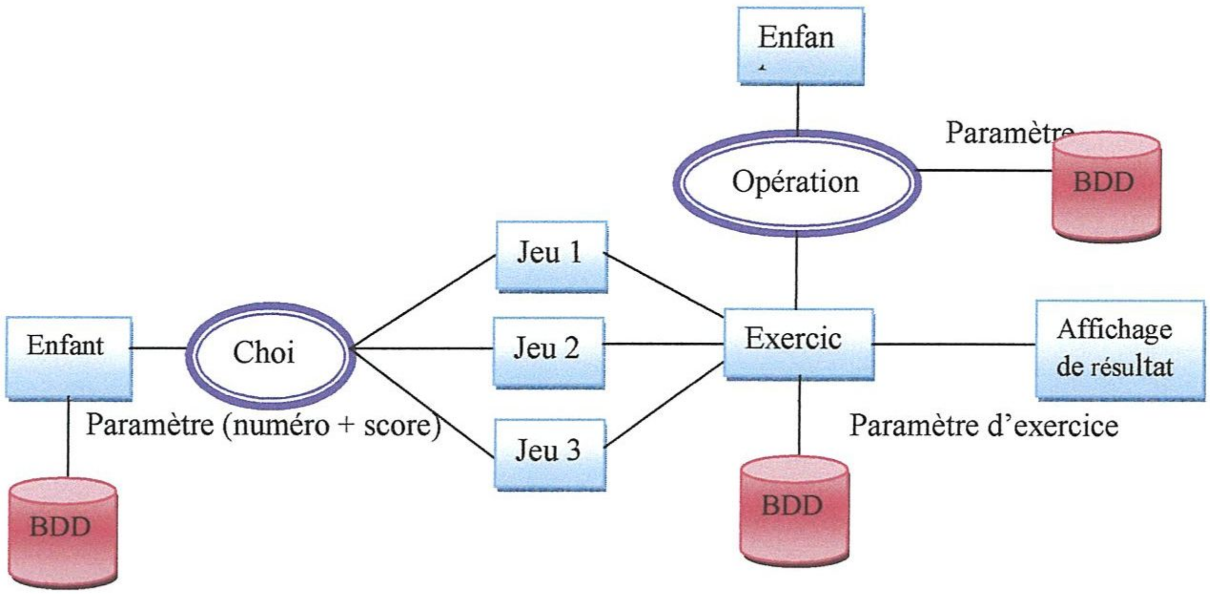


Figure 3.1: *DFD (diagramme de flux de données)*

Les niveaux engagent l'enfant dans un contexte de résolutions de problème, les différents niveaux lui permettent d'engager les différentes réflexions algébriques.

2.3. Conception des jeux

On a crée trois jeux éducatifs « jeu des bananes », « jeu des opérations » et « jeu des distances ». L'intégration d'une calculette permet à l'enfant d'utiliser cette machine pour obtenir les opérations des exercices donnés.

Pour motiver l'enfant de réponde rapidement à ces exercices on ajoute le fait du temps, et le score ; si l'enfant ne répond pas dans un temps précis le score va diminuer.

➢ **Jeu des bananes**

Dans le jeu des bananes l'idée est de traiter principalement l'opération de soustraction « - », Dans cette partie on nécessite cinq enfants singes et son maman, mais aussi des bananes l'opération consiste à donner aléatoirement les bananes pour les cinq enfants, et la maman doit pouvoir parcourir ces bananes à ces cinq enfants singes, pour se signer à la fin les enfants porteurs au non des bananes, Dont l'objectif est de répondre à la question « Combien reste-t-il de bébés sans banane ? » L'objectif de l'enfant et d'écrire l'opération correcte.

Pour cela on a généré un nombre aléatoire entre le 0 et 5, supposons que ce numéro aléatoire était 3 donc ce sont des trois petits singes qui vont déguster les bananes en suite nous avons procédé avec un vecteur qui a comme valeurs les 5 positions des singes pour marqué quelles sont les singes parmi les cinq.

➢ **Jeu des distances**

Dans le jeu des distances l'idée est aussi de traiter l'opération de soustraction « - », l'idée derrière cette partie est de donner aléatoirement à l'enfant une distance quelconque X(entre 500 et 1000 mètre) et on lui dire qu'une certaine maman singe doit pouvoir parcourir cette distance afin de ramener de la nourriture à ses petits mais malheureusement cette dernière ayant parcouru une partie aléatoire de cette distance Y (inferieure a 500 mètre) sentant la fatigue et elle doit se reposer le but est que l'enfant doit calculer la distance qui reste ? On a crée une image de la maman singe qui se déplace entre un point de départ jusqu'a la distance qui parcouru Y, l'objectif de l'enfant et d'écrire l'opération correcte.

➢ **Jeu des opérations**

Dans le jeu des opérations on utilise d'autres opérations combinées à la fois telles que : l'addition, la division entière et le modulo afin de répondre à la question, l'idée derrière cette partie est de donner aléatoirement à l'enfant des bananes BANANES et des singes aléatoire SINGES entre (0et 4) qui ont une quantité QUN des bananes aussi aléatoire entre (1 et 5), la question posé est « Sachant que le nombre total des bananes est BANANES La maman singe vient de donner à manger à SINGES de ses 5 adorables bébés singe Les quantités suivantes : QUN Si les autres singes doivent manger une quantité égale chacune avec l'autre Combien reste-t-il de bananes pour leur maman ?» l'objectif de l'enfant et de calculer le reste des bananes pour la maman.

2.4. Le Modèle Conceptuel de Données (MCD)

Toutes les actions (opérations) de l'enfant sont enregistrées dans une base de données pour être analysées ultérieurement.

Notre MCD contient 3 tables (Elève, Exercice, Opération) chaque table contient une clé primaire et autres attributs, le schéma ci-dessous représente notre MCD.

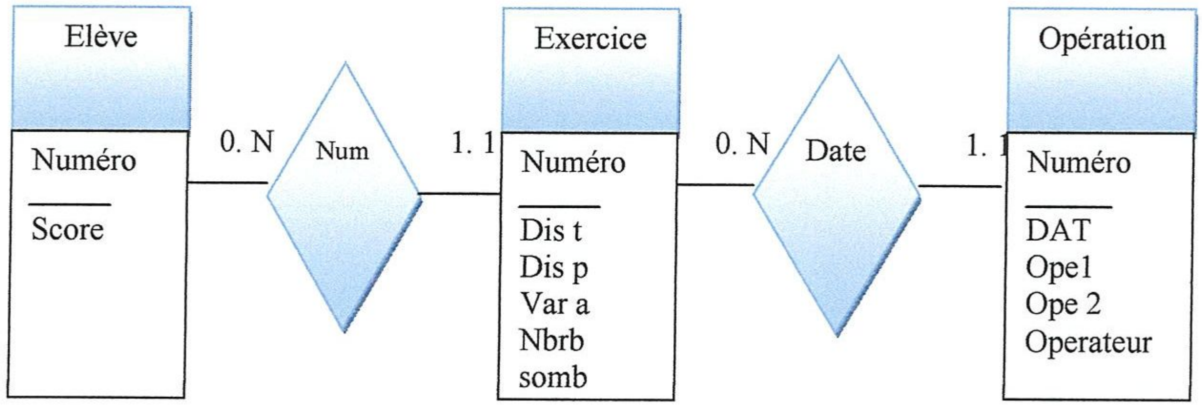


Figure 3. 2 : *MCD Le Modèle Conceptuel de Données (MCD)*

3. Implémentation :

L'environnement de développement qu'on a choisi pour l'implémentation de notre projet est « Eclipse » qui est principalement écrit en Java (à l'aide de la bibliothèque Slick).

La version qu'on a utilisé pour notre application est appelée Indigo (la version 3.5), parue en début 2001 **IDE** Eclipse regroupe un ensemble d'outils pour le développement de logiciel Editeur de texte.

3.1. Développement de jeux avec Slick 2d

Slick est un moteur 2d permettant de réaliser facilement des jeux en Java. Il possède un moteur déjà intégré, prend en charge la gestion des images, des sons, des entrées et sorties, et des maps construites avec Tiled. Il est même possible avec un add-on récent, de programmer sur Android. Cet outil, de plus en plus populaire chez les programmeurs amateurs, manque de documentation en français.

LWJGL permet d'utiliser de l'OpenGL dans un environnement Java. Mais l'OpenGL reste quelque chose d'assez complexe. Slick se place au dessus de l'API fournie par LWJGL pour fournir au développeur une nouvelle API beaucoup plus simple et facile d'utilisation. Très proche d'un point de vue sémantique d'AWT, son utilisation est assez intuitive. Slick propose également une encapsulation de toute la mise en place de la routine du jeu : boucle infinie, mise à jour des graphismes, récupération des touches appuyées,

3.1.1. Les états avec Slick

Un état Slick est une sorte de composant. Il contient son rendu graphique et la logique associée. Ce découpage permet de compartimenter le code, ce qui le rend assez évolutif.

Par exemple, un état pour le menu principal, un état pour la sélection des options, un état pour le jeu, etc.... Et si un jour vous ajoutez la sauvegarde à votre jeu, pas de problème, il suffira de créer un nouvel état et de le brancher dans le menu principal. Ce premier découpage en états va permettre de structurer le jeu. Il sera ensuite plus simple de définir les liens entre ces états.

3.1.2. Focus sur la méthode render

La méthode render met à notre disposition trois paramètres:

GameContainer, StateBasedGame et Graphics. Respectivement, ce sont : le conteneur de jeu, le jeu en lui même et le canvas de rendu graphique. Celui qui servira le plus est bien entendu le canvas. C'est sur celui ci que l'on va dessiner tous les graphismes du jeu.

- ✓ constructeur () – Spécifie la fenêtre de jeux (icone, intitulé de fenetre...)
- ✓ init () – Initialise tout nos objcts
- ✓ Update () – Gestion du clavier et mis à jours d'objet non graphique
- ✓ render () – Gestion de l'affichage, c'est là qu'on affiche ou non des éléments graphiques (image, texte, animation, etc.)
- ✓ main () – Il faut bien un point d'entré non ? On peut aussi s'en servir comme point de récupération des erreurs.

3.2. MySQL & Java

La base de données MySQL, couplée à une base de données PHP permet de créer quasiment tous les sites Internet inimaginables. MySQL a de nombreux avantages, elle est sous licence GPL (donc libre d'utilisation), son nombre de développeurs est élevé (aide facile sur les forums informatiques), relationnelle, ... En plus, de nombreuses applications sont téléchargeables gratuitement sur Internet: forum, livre d'or, gestion photos, vente en ligne

JDBC (Java Data Base Connectivity) est l'interface JAVA d'accès aux bases de données SQL. Les opérations de bases y sont définies: sélectionner la base de données, exécuter une requête et parcourir le résultat.

3.3. Présentation de l'application

Une fois l'enfant accède a notre application censée installée sur son pc il trouve trois sorte de jeux éducatifs « jeu des bananes », « jeu des distance ». « Jeu des opérations ».

Figure 3.3 : *fenêtre principale du jeu.*

- Supposons que l'enfant a choisi le premier jeu qui est « jeu des bananes » il va tomber sur une question subtile, « La maman singe veut faire manger ses 5 adorable bébés singe. Peux-tu l'aider ? », Juste en bas il trouve un boutons portant l'image maisonnette qui va lui donner la possibilité de revenir vers la fenêtre principale dont il l'a quitté, quant à l'outil deux flèches torsadés lui donne la possibilité de faire actualiser la page du jeu de ce niveau

Pour motiver l'enfant de réponde rapidement à les exercices en ajoute le fait de temps qui est au couleur vert, et le score

Figure 3.4 :*l'affichage de Score.*

La boule Go une fois sélectionnée par l'enfant elle va lui donner une question de « combien reste-t-il de bébé sans banane ? » notre enfant jouant va contempler la fenêtre et voir les bébés singes portant des bananes en notant qu'au début aucun petit a entre ses main une banane ».

L'enfant doit détecter le nombre des singes qui ont faim (n'ont pas des bananes) tout en soustrayant le nombre de singe ayant une banane de 5.

***Figure 3.5 :** l'affichage de premier jeu (jeu des bananes).*

Si l'enfant donne une mauvaise réponse il reçoit un message d'erreur.

Figure 3.6 : *l'affichage de premier jeu quand l'opération fausse (jeu des bananes).*

Si l'enfant entrée des opérateurs ou bien des chiffres fausse un message en rouge affiché que les chaines qui a entrée et ne sont pas valide

Figure 3.7 : *l'affichage de premier jeu quand les opérateurs fausses (jeu des bananes).*

Si ce n'est pas le cas et l'enfant a répondu convenablement un message de félicitation suivi par une confirmation va s'affichera « Bravo ! Il reste en effet « le nombre de banane juste » à donner ».

- Supposons que l'enfant a choisi deuxième jeu celui de «jeu des distances» pratiquement situé sur l'endroit le plus a droite un troisième jeu se démarre celui des distances donc la maman singe va apparaitre sur cet écran avec la question suivante «La maman singe veut se rendre chez soi, elle a des petits à faire manger elle doit parcourir une distance de distance totale '' nombre aléatoire généré '' mètres» cette distance censée empruntée par la maman singe est considérée comme virtuelle une autre distance aléatoire est générée pour quelle soit empruntée effectivement l'enfant censé répondre sur la question « Sur ''un nombre aléatoire '' mètres' la maman singe a déjà parcouru: "un deuxième nombre aléatoire" m de la distance totale quand elle était trop fatiguée et elle voulait se reposer un peu. Combien de mètres lui reste-t-il à parcourir ?» Notant que le premier nombre aléatoire généré représente la distance censé parcouru et elle peut prendre six valeurs possible 500, 600, 700, 800,900 et 1000 ; le deuxième nombre représente la distance parcourue réellement.

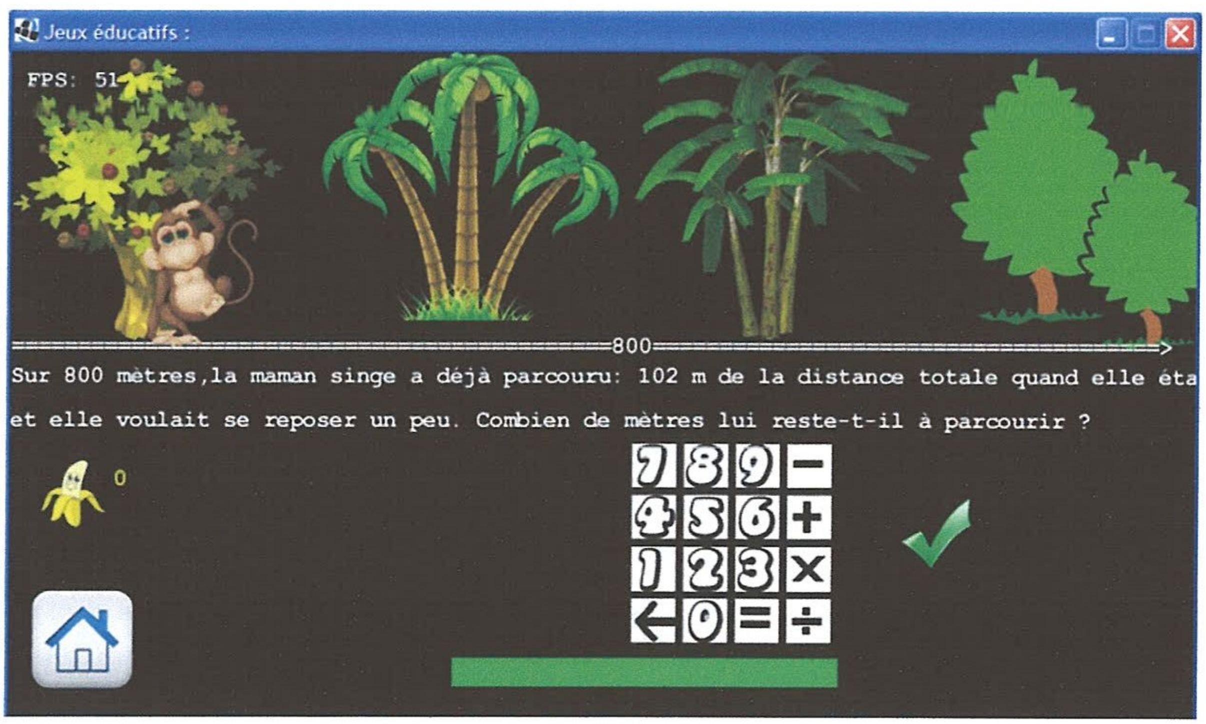


Figure 3.8 : *deuxième jeu (jeu des distance).*

L'enfant doit estimer la distance restante en effectuant une opération de soustraction dont ses deux opérandes sont les deux distances.

Une fois la réponse est validée en appuyant sur «un bouton de validation √» un message de félicitation vert ou de regret rouge est affiché selon le cas.

- Supposons que l'enfant a choisi le dernier jeu qui est « jeu des opérations » il va tomber sur une fenêtre dont une question « La maman singe veut faire manger ses 5 adorables bébés singe en se servant des piles des bananes qu'elle. Peux-tu l'aider ? » Qui s'affiche sur elle.

***Figure 3.9** :l'affichage de* troisième jeu**.**

L'enfant censé toujours cliquer sur la boule Go pour que le jeu de ce niveau puisse se démarre, une fois il fait ceci une autre fenêtre s'affichera en lui demandant (l'enfant) de répondre sur une question «sachant que le nombre total des bananes est « un certain nombre qui vaut pratiquement le nombre des bananes qui se trouvent sur la fenêtre précédente » la maman vient de donner a manger a « un certain nombre aléatoire » de ses 5 adorables bébés singe.

L'enfant va casser un peu sa tête en faisant une opération arithmétique de soustraction pour estimer le nombre restant des bananes et puis il distribue ceci sur les bébés restants sans bananes avec justice en optant une division entière et le reste sera retenu par la maman.

Figure 3.10 : jeu des opérations au niveau de question.

Selon sa réponse validée en appuyant sur «un bouton de validation √» un message de succès « bravo » ou d'échec « dommage » va s'affichera forcement sur la fenêtre suivante.

La possibilité de retour est tours assurée par un bouton qui a pour image une petite maisonnette sur toute les fenêtres c'est-à-dire si notre adorable enfant veut basculer a un autre niveau ceci est permis en cliquant sur ce bouton là.

4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit brièvement la conception et le processus de réalisation de notre application en spécifiant l'environnement de développement, l'implémentation de la base des données et la démarche suivie pour la réalisation. En effet, nous avons achevé l'implémentation et les tests de tous les cas du jeu, tout en respectant la conception élaborée.

Conclusion générale

Les serious games sont des jeux vidéo à des fins éducatives. Le but de ces jeux est d'apprendre ou de sensibiliser son public sur un thème particulier, via l'interface d'un jeu vidéo. A ce titre, tous les logiciels ludo-éducatifs à destination de la jeunesse sont des serious games. Cependant, il existe un grand nombre de jeux éducatifs qui ne sont pas des accompagnements à la scolarité, voire même qui ne s'adressent pas au seul public des enfants.

Dans notre travail nous avons essayé de créer un jeu simple destiné aux enfants en leur poussant à apprendre, à calculer et à faire des opérations mathématiques à l'aide d'une calculette toute en jouant et en s'amusant, Le fait d'utiliser la personnalité de maman qui lutte pour faire manger leurs enfants, grave dans la mémoire de l'enfant une sorte de future reconnaissance vers leurs parents.

On a évité l'utilisation des effets de violence et toute autre genre d'agressivité dans notre jeu parce que cela va leur (les enfants) inciter tôt ou tard à être des personnes perverses au futur via leurs âges. Ce travail ma permis vraiment de saisir les concepts de base de la création d'un jeu, quelle sont les grands points qu'on doit respecter pour que notre jeu puisse être de bonne qualité.

Je pense que je vais continuer sur cette voie elle m'éblouie surtout en Algérie y a pas plusieurs programmeurs intéressé par ce domaine et peut être au future je serai un grand inventeur des jeux ici en Algérie pour quoi pas.

Références Bibliographiques

[1] P. Tchounikine, « Précis de recherche en ingénierie des EIAH ». p.1, Ed. Grenoble, 2009.

[2] S.Jean, « PÉPITE : un système d'assistance au diagnostic de compétences ».Thèse de Doctorat, spécialité informatique, soutenue le 21 janvier 2000.

[3] S. Nogry, N. Guin, S. Jean-Daubais, M. Lefèvre, « Apprentissage de Méthodes Basé sur le Raisonnement à partir de l'Expérience ». Projet financé par le programme interdisciplinaire STIC-SHS "Société de l'information" du CNRS, Université Lyon 1, pour la période 2002-2005.

[4] Aida, « Conception d'artefacts pour instrumenter l'activité des enseignants », l'Université de lemans, Décembre 2004.

[5] M.Royer, « Approches culturelles et internationales de la consommation », l'Université de Lille, 2006.

[6] J.Alvarez, «du jeu vidéo au serious game». Spécialité science de la communication et de l'information soutenue le 17 Décembre 2007.

[7] Ministère de l'Éducation « Guide d'enseignement efficace des mathématiques de la maternelle à la 3e m années, Fascicule 1 : Régularités et relations » .P.6, L'Ontario, 2008.

[8] Ministère de l'Éducation « Guide d'enseignement efficace des mathématiques de la 4e à la 6e année Modélisation et algèbre ». P.5, L'Ontario, 2003.

[9] P.Falkner, L.Levi, T.Carpenter « Children's understanding of equality : a foundation for algebra », 2000.

Les sites Web

[w.1] http://pepite.univ-lemans.fr/ page consultée le **:** 15/03/2013**.**

[w.2] http://www.jeux-serieux.fr/tag/wikipedia/ page consultée le : 23/03/20113.

[w.3] http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/apprendre/jeuxserieux page consultée le : 28/04/20113.

[w.4] http://france.catsfamily.net/main/sub.php?rub=JL2 page consultée le : 01/04/20113.

[w.5] www.qoveo.com/serousgame page consultée le : 01/04/20113.

[w.6] http://fr.wikipedia.org/wiki/Alg%C3%A8bre : page consultée le : 13/04/20113.

[w.7] chapitre, les régularités mathématiques **.**www.ed.gov.nl.ca/edu/.../ page consultée le : 17/04/20113

[w.8] www.atelier.on.ca/edu/core.cfm?L=2 page consultée le : 20/04/2013.