



MASTER HANDI
Domaine : Sciences Technologie, Santé (STS)
Mention : Ingénierie et Cognition
Spécialité : Technologie et Handicap
Rapport de stage M2

**Application Android d'apprentissage des
nombres pour enfants autistes**

REGUIEG Maha

Directeur de stage : M. Philippe GARNIER
Lieu du stage : INS HEA

Coordonnateur :
J. LOPEZ KRAHE

Paris, Septembre 2015



REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements tous les professeurs de l'Université Paris 8 qui m'ont aidés dans ma recherche de stage et à cibler mes candidatures afin trouver ce stage qui était en totale adéquation avec mes attentes.

Je tiens à remercier vivement mon maître de stage, Mr Philippe GARNIER, docteur en sciences de l'éducation à l'INS HEA, pour son accueil, le temps passé ensemble et le partage de son expertise. Grâce aussi à sa confiance j'ai pu m'accomplir totalement et acquérir de nouvelles connaissances.

Je remercie également toute ma famille et mes amis qui ont été pour moi d'un soutien permanent et sans faille. Mes pensées vont plus particulièrement à mes parents sans qui rien ne serait possible.

Résumé

L'intégration scolaire des enfants atteints de Troubles du Spectre Autistique (TSA) ou plus largement les enfants avec un handicap, est un enjeu crucial pour leur intégration et leur développement social. Les mathématiques (et plus spécialement les nombres) est une des disciplines les plus importantes à transmettre aux enfants TSA. Savoir manipuler les nombres est un atout majeur qui peut les aider aussi bien dans leur vie scolaire que dans les tâches quotidiennes.

Les instituteurs de mathématique sont toujours à la recherche de nouveaux outils informatiques qui peuvent les aider à faire comprendre aux enfants atteints de trouble autistique les nombres et surtout d'arriver à associer à chaque nombre sa quantité. Un des besoins actuellement est d'avoir des applications pouvant s'adapter aux besoins spécifiques de chaque enfant. Une application personnalisable permettant d'ajuster différents paramètres. De ce fait l'enseignant peut créer différents exercices selon son besoin pédagogique.

Dans ce contexte, mon stage tente de répondre à ce besoin, qui est de concevoir une application qui va servir comme support pédagogique à l'enseignement de mathématique ; afin d'offrir un outil d'apprentissage des nombres à l'enfant autiste. Cet outil va permettre de générer des jeux paramétrables autour des nombres. Des images personnalisées selon les préférences de chaque enfant sont utilisées dans ces jeux. L'application est une solution pour tablette nommée « **AutiNombre** ».

Table des Matières

Table des Matières	3
1 Introduction générale :	7
2 Etat de l'Art:	10
2.1 L'autisme:.....	11
2.1.1 Définition et généralités :.....	11
2.1.2 Symptômes et diagnostics :.....	11
2.1.3 Les troubles de l'autisme :.....	12
2.1.4 Les aspects cognitifs de l'autisme :.....	12
2.2 L'enseignement et l'autisme:.....	13
2.2.1 Une formation adaptée aux enfants TSA :.....	14
a. La scolarisation d'un enfant TSA:.....	14
b. Une scolarisation adaptée:.....	14
c. Personnaliser la scolarisation de chaque enfant :.....	14
2.2.2 L'importance du point de vue de l'enseignant dans la définition de la procédure à adopter :.....	14
2.2.3 La collaboration enseignants/parents/autres professionnels :.....	15
2.3 L'enseignement des mathématiques aux autistes :.....	15
2.3.1 Les mathématiques :.....	15
Les mathématiques enseignées à l'école primaire :.....	16
2.3.2 Les méthodes d'apprentissage :.....	16
2.3.3 Les méthodes éducatives spécifiques :.....	16
2.4 L'informatique et l'enseignement général des autistes :.....	18
2.4.1 Les tablettes numériques tactiles :.....	18
2.4.2 Les enfants autistes et les tablettes tactiles :.....	19
2.4.3 Les applications pour tablettes dédiées aux enfants avec des troubles du spectre autistique :.....	19

2.5 Etude comparative des applications dédiées aux enfants avec des troubles du spectre autistique :.....	20
2.5.1Exemples d'étude d'application :	20
2.5.2Synthèse de l'étude comparative :	24
2.5.3Etude du site learningapps.org:.....	25
2.5.4Discussion: 28	
3 Analyse des besoins et solution :.....	29
3.1 Les objectifs:.....	30
3.2 Les exigences:.....	30
3.2.1Exigences fonctionnelles :	30
3.2.2Exigences de qualités :.....	31
3.3 <i>L'application AutiNombre</i> :.....	32
3.3.1Description globale de notre application :.....	32
3.3.2Spécification détaillée d'AutiNombre :	33
3.3.2.1 Les paramètres de personnalisation des deux formats de jeu :	33
3.3.2.2 La génération aléatoire d'exercice :	35
3.3.2.3 Les figures :.....	35
3.3.2.4 Les images :	37
3.3.2.5 Description du jeu QCM :	39
3.3.2.6 Description du jeu reconstruire un nombre:.....	42
3.4 Description détaillée d'AutiNombre :	44
3.4.1Diagramme des flux :	45
3.4.2Acteurs –population concernée :	46
3.4.3Analyse et modélisation du système :	46
3.4.3.1 Liste des acteurs :	46
3.4.3.2 Description des processus métier :	46
3.4.3.3 Analyse croisée acteurs-processus :.....	47
3.4.3.4 Liste des cas d'utilisation :	48
3.4.4Description détaillée des cas d'utilisation :	50

3.4.4.1	Description du cas d'utilisation « Personnaliser le jeu QCM » :.....	50
3.4.4.2	Description du cas d'utilisation « enregistrer un jeu » :.....	52
3.4.4.3	Description du cas d'utilisation « Exécuter le jeu reconstruire un nombre qui est représenté par une image »:.....	53
3.4.4.4	Description du cas d'utilisation « sélectionner et consulter un jeu QCM » :.....	54
3.4.4.5	Description du cas d'utilisation « Choisir les images qu'on va insérer à l'intérieur des figures à partir de la bonde d'images de l'application » :.....	55
4	Conception et implémentation :	56
4.1	Conception générale :	57
4.1.1	Composant base de données :	58
4.1.2	Composant gestion du corpus d'image de l'application :	58
4.1.3	Composant gestion des photos de ma galerie photos :	59
4.1.4	Composant gestion des figures :	60
4.1.5	Composant de personnalisation :	60
4.1.6	Composant lancer un jeu reconstruire un nombre :	61
4.1.7	Composant lancer un jeu QCM :	62
4.1.8	Composant interface jeu QCM :	63
4.1.9	Composant interface jeu reconstruire un nombre :	63
4.1.10	Composant personnaliser mon application	64
4.2	Schéma globale de la base de données :	64
4.3	Architecture de l'application :	65
4.4	Environnement d'implémentation :	66
4.4.1	Présentation d'Android :	66
4.4.2	Paramètres de développement et de test :	67
5	Tests et validations :	68
5.1	Tests de performances :	69
5.2	Tests utilisateurs :	70

6	Conclusion et perspectives :	78
7	Bibliographies:	81

1 Introduction générale :

Depuis plusieurs années, l'intégration scolaire des enfants atteints de troubles autistiques se développe, pour ce faire, les enseignants ont de plus en plus besoin d'outils pédagogiques afin de les aider dans leur missions. Une des disciplines les plus importantes à transmettre aux enfants autistes est les mathématiques et plus précisément les nombres. Savoir manipuler les nombres est pour eux un atout majeur qui peut les aider aussi bien dans leur vie scolaire que dans les tâches quotidiennes.

Dans ce contexte, les enseignants de mathématique pour des enfants autistes ont besoin d'applications (jeux) informatiques comme support de travail. Ces applications doivent pouvoir s'adapter aux besoins spécifiques de chaque enfant. Une application personnalisable permettant d'ajuster différents paramètres. De ce fait l'enseignant peut créer différents exercices selon son besoin pédagogique.

Les instituteurs de mathématique sont toujours à la recherche de nouveaux outils informatiques qui peuvent les aider à faire comprendre aux enfants atteints de trouble autistique les nombres et surtout d'arriver à associer à chaque nombre sa quantité. Les enfants atteints de ce trouble se laissent facilement distraire, pour cela l'un des plus grands défis c'est d'arriver à capter leur attention pour leur faire passer le message.

Le but de ce stage est de concevoir et de réaliser (développer) une application Android pour tablette « AutiNombre ». Cette application va servir comme support pédagogique à l'enseignement de mathématique afin d'offrir un outil d'apprentissage des nombres à l'enfant autiste. Cet outil va permettre de générer des jeux paramétrables autour des nombres. Des images personnalisées selon les préférences de chaque enfant sont utilisées dans ces jeux.

Les principaux objectifs qui devraient être satisfait par cette application sont :

- Apprendre les nombres de 1 à 20.
- Proposer deux types de jeux «QCM, reconstruire un nombre»; chaque jeu et constitué de plusieurs exercices.
- Saisir un certain nombre de paramètres pour personnaliser un jeu et cela pour arriver à générer un ensemble varié d'exercice sans les créer un par un.
- Capter l'attention de l'enfant en utilisant des images variées et personnalisées, pour cela un corpus image varié doit être intégrer dans l'application. On doit aussi avoir la possibilité d'utiliser ses propres images grâce à la fonctionnalité « prendre photos ».
- Pouvoir sauvegarder en base un jeu donné (avec le paramétrage souhaité) et par la suite le lancer au moment voulu.
- Pouvoir représenter les nombres par un ensemble d'images. Chaque image peut être incluse dans une figure géométrique.

Ce travail a été réalisé en suivant certaines étapes :

- Documentation sur l'éducation des élèves atteints de trouble autistique, principalement l'apprentissage des mathématiques.
- Etude de l'existant et faire une synthèse sur les applications existantes (Android, web) : les pour et les contres afin de définir les paramètres de personnalisation pertinents.
- Proposer des solutions afin de satisfaire les besoins.
- Conception générale de la solution sélectionnée.
- Réalisation de la solution.
- Effectuer des tests fonctionnels et de performances.

Le stage se déroule au sein de l'INS HEA (Institut National Supérieur de formation et de recherche pour l'éducation des jeunes Handicapés et les Enseignements Adaptés). Créé en 2005, l'INS HEA est un établissement public national de formation et de recherche dédié aux besoins éducatifs particuliers et à l'accessibilité.

Sous la tutelle du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, l'institut apporte sa contribution à la définition et à la mise en œuvre des politiques relatives aux situations d' handicap ou de grandes difficultés scolaires.

Les principales missions de l'institut sont :

- Proposer des formations à tous les acteurs du domaine.
- Développer un pôle ressources de référence.
- Exercer une recherche interdisciplinaire.

Le rapport est structuré comme suit: En premier, on présente un état de l'art contenant la compréhension de l'autisme, l'enseignement à l'enfant autiste ainsi qu'une étude comparative des applications et jeux pour l'apprentissage des nombres, dans la deuxième partie, on présente l'analyse des besoins et la solution proposée à la suite de cette analyse, la troisième partie est consacrée à la conception et la réalisation de la solution, en quatrième partie, on décrit les tests de validation avant de présenter la conclusion et les perspectives du stage.

2 Etat de l'Art:

2.1 L'autisme:

2.1.1 Définition et généralités :

Le terme a pour origine grecque « autos » qui signifie « soi-même » et seulement « soi-même ». Le terme « autisme » renvoie simultanément à un développement exagéré de la vie intérieure et à la perte du contact avec la réalité extérieure. On retrouve cette analyse dans la recherche de Léo Kanner[1,2], considéré comme un des premiers psychiatres à avoir tenté d'utiliser le terme « autisme » à propos d'enfants atteints de troubles graves de la communication.

L'autisme fut diagnostiqué en 1943 et a été longtemps catégorisé comme une psychose alors qu'il est un trouble neurologique. Dans la classification internationale des maladies, l'autisme est caractérisé par une « altération qualitative des interactions sociales [...] et de la communication [...] ». C'est-à-dire des difficultés de communication verbale et des interactions sociales.

L'autisme est classé dans la catégorie des Troubles Envahissants du Développement (TSA) mais la catégorie la plus appropriée est les TSA (Troubles du Spectre Autistique).

2.1.2 Symptômes et diagnostics :

Selon les travaux de la psychiatre Lorna Wing [3,4] spécialisée dans le trouble autistique, on peut distinguer trois catégories:

- les « repliés sur eux-mêmes ».
- les « passifs ».
- les « actifs mais bizarres ».

Pour caractériser les différents troubles, on retrouve dans différents travaux sur l'autisme, la notion de « la triade autistique » :

- a. Difficulté à avoir des liens sociaux et à interpréter les communications corporelles. Ces difficultés sont dû au :
 - déficit du contact visuel.
 - incompréhension des mimiques faciales.
 - non existence d'intérêts avec autrui.
- b. Difficulté à communiquer en utilisant le langage:
 - Déficit ou impossibilité du langage.
 - utilisation d'un langage stéréotypé et répétitif.
 - parler avec un langage non conventionnel.
- c. Des comportements gestuels répétitifs:
 - Des centres d'intérêt très faibles.
 - Un grand attachement à des comportements rituels quotidiens.
 - comportement stéréotypé (ex. mouvement balancé du corps).

2.1.3 Les troubles de l'autisme :

Les élèves avec des troubles autistiques ont des expériences sensorielles différentes. On trouve deux types de trouble : une hyper sensorialité ou alors une hypo sensorialité.

L'hyper sensorialité est due à une grande stimulation du réseau neuronal du cerveau. Le cerveau est dans l'incapacité de tout absorber. Cette hyper sensorialité se traduit par une hyper vision avec une vision des détails non observée ou remarquée en temps normal. L'hyper sensorialité se traduit aussi par une appréhension du touché et une audition hyper sensible lui permettant d'entendre des sons peu perceptible par le reste des gens.

À contrario, l'hypo sensorialité découle d'un nombre faible de stimuli neuronal. Afin de compenser ce manque d'information vers le cerveau, l'élève autiste tente de produire des manifestations autistiques, tel que balancer son corps, frapper dans ces mains. L'hypo sensorialité se traduit par des difficultés visuelles et une faible sensibilité au touché et au contact.

Les experts considèrent que ces comportements dit autistiques sont un mécanisme d'auto défense de l'enfant autiste contre l'hyper ou l'hypo sensorialité.

2.1.4 Les aspects cognitifs de l'autisme :

Beaucoup d'études de cognition ont été menées par les chercheurs afin de déterminer et caractériser les spécificités cognitifs qu'on retrouve chez les autistes. Laurent Mottron a regroupé et analysé bon nombre de ces recherche dans un livre consacré à cette problématique, qu'il a intitulé [5] « L'autisme : une autre intelligence ».

a) *L'intelligence :*

Les experts du domaine ont catalogué différentes catégories d'intelligence. L'une d'elles est l'intelligence interpersonnelle, elle consiste en la capacité d'un individu à capter et percevoir les humeurs, les sentiments et les communications corporelles. Selon les chercheurs, c'est l'intelligence interpersonnelle qui fait le plus défaut chez les personnes atteintes de troubles autistiques.

Des tests de QI chez des personnes atteintes de troubles autistiques ont révélé que les performances étaient en dent de scie, ce qu'on ne retrouve pas chez les personnes non atteintes de troubles autistiques.

Les chercheurs Uta Frith et Laurent Mottron [6] ont analysé les pics et ces creux de compétences et ont émis les hypothèses suivantes afin de cerner les aspects cognitifs de l'autisme.

Les points positifs sont:

- Des tests avec un contexte non existant favorisent la réussite du test. Le résultat est contraire chez les personnes non atteintes de troubles autistiques.
- Des capacités importantes d'utilisation de la mémoire des nombres et du calcul.

- Des capacités importantes pour la manipulation d'images mentales.

Les points faibles sont :

- Concernant la perception, les chercheurs ont noté une discrimination des détails au détriment d'une perception globale, ainsi qu'une faible utilisation de la mémoire sémantique.
- Des difficultés à planifier et à structurer une solution afin de résoudre un problème, et cela indépendamment du fait que le contexte soit abstrait.

b) La perception :

Les chercheurs ont mis en évidence le fait que les enfants atteints de troubles autistiques ont une perception des détails plus importante que chez les autres personnes. Les aptitudes de catégorisation restent non impactées mais sont a priori moins importantes.

La perception qui est la plus impactée est la perception due à l'interaction sociale. Cela se traduit par des difficultés à percevoir les voix ainsi que comprendre les gestes du corps (sourire, colère).

c) La mémoire :

Généralement les personnes atteintes de TSA ont une capacité de mémoire à court terme normale. Cependant, il a été observé un grand déficit de la mémoire à long terme, Par exemple : la mémoire sémantique est moins utilisée chez les personnes autistes.

d) L'attention :

On distingue plusieurs types d'attentions. L'attention soutenue qui consiste à la mobilisation durable des ressources est considérée comme peu affectée chez la personne autiste. De même pour l'attention sélective qui représente la capacité à éliminer les stimulations non pertinentes.

Le grand déficit est observé au niveau de l'orientation de l'attention. Cela peut se traduire par un manque dans la capacité de filtrage attentionnel. Ce déficit est plus remarqué chez les autistes avec déficience intellectuelle.

e) Les fonctions exécutives :

Elles regroupent toutes les fonctions cognitives utilisées afin de trouver une solution à un problème donné. Cela revient à coordonner ses actions afin d'atteindre l'objectif. Ces fonctions sont diminuées chez les autistes, comme par exemple la fonction d'inhibition.

2.2 L'enseignement et l'autisme:

Depuis la loi du 11 février 2005 les enfants atteints du trouble autistique ont le droit et l'obligation d'être scolarisés comme tout enfant par respect des égalités et des chances. L'objectif est d'assurer une scolarisation conforme aux besoins et aux aspirations de tout enfant.

2.2.1 Une formation adaptée aux enfants TSA :

a. La scolarisation d'un enfant TSA:

Comme tout enfant, les enfants atteints de troubles autistiques sont inscrits dans un établissement de l'éducation nationale ou un établissement agréé ce trouvant non loin de leur résidence. On parle alors de « Établissement scolaire de référence ». Dans cette école l'enfant atteint de troubles autistiques effectuera ces études à l'exception de cas particulier, par exemple le cas où son projet de scolarisation préconise des dispositions ne pouvant pas être assurées dans son école.

b. Une scolarisation adaptée:

Tous les spécialistes et les chercheurs sont d'accord sur le fait que, accéder à une scolarisation précoce, améliore les connaissances de l'enfant et participe grandement à son épanouissement personnel. Cependant, le fait d'avoir un nombre important de types et de degrés d'autisme rend difficile la possibilité d'avoir une « règle éducative » générique et uniforme à tous les élèves.

Les enfants avec des troubles autistiques ont des besoins qui peuvent être différents et variés, Par exemple, dans le cas d'un enfant autiste accusant un retard mental, ils ont un besoin spécifique de solutions éducatives adaptées à leurs cas.

Certains enfants autistes et en particulier les enfants avec le syndrome d'Asperger [7,8], peuvent avoir une scolarisation normale jusqu'au lycée et parfois jusqu'à l'université, lors que les autismes associés à des troubles cognitifs importants doivent bénéficier d'une scolarisation adaptée à leurs besoins dans des établissements spécialisés.

c. Personnaliser la scolarisation de chaque enfant :

L'équipe pluridisciplinaire de la maison départementale des personnes handicapées (MDPH) effectue une évaluation en s'appuyant, sur les besoins et les compétences de l'enfant et aussi sur les aides qui peuvent être mises à sa disposition pour sa scolarisation. Cette évaluation prend en compte les remarques et les connaissances de l'équipe responsable de la scolarisation de l'enfant (enseignant, éducateur spécialisé...).

À la suite de cette évaluation l'équipe pluridisciplinaire soumet à la famille, un plan personnalisé. Ce plan se concrétise sous la forme d'un projet personnalisé de scolarisation (PPS) [19]. Le PPS décrit les procédures et les outils de scolarisation ainsi que la coordination à mettre en place afin d'atteindre les objectifs du projet.

2.2.2 L'importance du point de vue de l'enseignant dans la définition de la procédure à adopter :

L'avis de l'enseignant est très important dans l'évaluation du potentiel de l'élève afin d'aider dans la spécification du projet personnalisé. Il peut définir les priorités des actions qui vont répondre au besoin de l'élève en se basant sur son profil cognitif.

L'enseignant dispose d'un arsenal de tests afin de l'aider dans sa tâche, par exemple: le test EDEI R (Les échelles différentielles d'efficacité intellectuelle révisées) élabore une évaluation dès trois ans, de l'intelligence verbale de l'enfant.

La majorité des enfants autistes ont des difficultés avec la communication verbale. Pour cela l'enseignant doit organiser et élaborer la méthode pédagogique la plus adéquate pour répondre aux spécificités de l'enfant. La méthode proposée est : étudier avec l'équipe de suivi de l'enfant, afin d'être validée. A chaque changement ou avancement dans l'apprentissage de l'enfant, l'enseignant signale les mis à jour qui doivent être apporter pour l'aider dans son apprentissage.

L'enseignant établit les besoins et les objectifs de l'élève en suivant et en analysant l'enfant dans son apprentissage.

2.2.3 La collaboration enseignants/parents/autres professionnels :

Afin d'assurer une bonne scolarisation des élèves atteints de troubles autistiques, une mobilisation de toutes les parties prenantes dans l'éducation de l'enfant est primordiale.

Les éléments centraux de cette mobilisation sont les parents. Leur rôle est prépondérant car ils prennent en charge l'éducation depuis la naissance et ils ont une meilleure connaissance des spécificités et des besoins de leur enfant.

En plus de l'enseignant, il est fréquent que des psychologues, éducateurs ou autres, participent à aider l'enfant autiste dans ces besoins spécifiques. Dans ce cadre, il est nécessaire que l'enseignant puisse interagir avec ces intervenants. Ces échanges sont bénéfiques à tous et leur permettent de mieux accomplir leurs tâches. Un climat de confiance et de concertation est la clé de la réussite pour cette collaboration.

Sur la base du projet personnalisé de scolarisation de l'enfant, toutes les parties prenantes (orthophonistes, parents, psychiatres, enseignants...) doivent assurer la collaboration de l'équipe de suivi de la scolarité de l'enfant. Ils doivent notamment s'entendre sur les actions de mise en œuvre du projet ainsi que son suivi régulier.

2.3 L'enseignement des mathématiques aux autistes :

2.3.1 Les mathématiques :

« En tant que science «pure», les mathématiques forment un univers abstrait régi par des règles logiques formelles et accessibles par un langage qui leur est spécifique. Les mathématiques peuvent être

également conçues comme un modèle du monde social et sensible ainsi que des différentes disciplines scientifiques. C'est alors un outil de structuration et de compréhension du monde. » [9]

Les mathématiques enseignées à l'école primaire :

Les mathématiques sont enseignées au primaire en manipulant de manière générale des objets abstraits. En raison de l'importance de ces connaissances, l'enfant doit en maîtriser l'utilisation et la généralisation.

Les objectifs d'un tel enseignement sont divers. En premier lieu former les futurs individus de la société et l'aider dans son insertion. De plus, cela permet d'acquérir des connaissances scientifiques générales qui ont une forte corrélation avec beaucoup d'autres disciplines. Les mathématiques ont un rôle important dans toute la suite du cursus scolaire.

2.3.2 Les méthodes d'apprentissage :

La didactique des mathématiques est une science qui étudie la manière dont les savoirs sont élaborés, transmis et utilisés. En s'appuyant sur cette science, les méthodes d'enseignement se sont orientées vers la théorie des situations et le dialectique outil / objet.

Cette méthode initie l'élève aux notions à utiliser dans la résolution des problèmes. Cela lui permet de s'exercer dans un environnement abstrait et par la suite être capable de réutiliser son savoir dans d'autres problématiques.

L'enseignement des mathématiques est considéré comme essentiel dans la scolarisation des enfants autistes. Premièrement, sur le plan de l'insertion sociale, il a été observé une amélioration des interactions ainsi que de l'autonomie des élèves autistes, de plus, un tel enseignement sert à atténuer les difficultés liées à l'autisme.

Comme indiqué précédemment, les enfants atteints de troubles autistiques ont un lien privilégié avec les mathématiques. Cela s'explique par un attrait évident pour les objets mathématiques et leur capacité d'acquérir des connaissances implicitement.

Concernant la manipulation des nombres, ils ont une aisance à les distinguer et les manipuler de manière autonome. De plus leur capacité à retenir des algorithmes est importante. Cependant, ces capacités sont au détriment de la sémantique au niveau des algorithmes ou des objets mathématiques, par exemple : pouvoir associer une quantité à un chiffre.

2.3.3 Les méthodes éducatives spécifiques :

En se basant sur les connaissances accumulées durant des années sur les troubles autistiques et les comportements qui lui sont associés, les experts ont élaboré de nouvelles méthodes pédagogiques afin de répandre à toutes les spécificités de la transmission des connaissances à une personne autiste.

a) L'outil PECS (Picture Exchange Communication System):

Développée par Bondy et Frost [11], cette méthode a pour objectif de faire progresser l'enfant autiste dans ces capacités à communiquer et interagir. La clé de l'approche est l'utilisation des images (illustration) comme intermédiaire afin d'aider les élèves à surmonter leurs difficultés de communication par le langage. La méthode repose aussi sur l'apprentissage de l'utilisation des images ainsi que la communication par le langage des signes. La méthode PECS peut être utilisée dès le premier âge de l'enfant.

b) La méthode Makaton :

La méthode Makaton fut élaborée par Margaret Walker, Tony Cornforth et Kathy Johnston[12] (méthode dénommée à partir des noms des inventeurs). Elle a pour objectif d'aider les personnes atteintes de troubles à améliorer leurs capacités de communication et de langage. Pour ce faire, elle associe les pictogrammes, la parole et le langage des signes (L.S.F.) communément pratiqués par les personnes sourdes.

Le principe est d'utiliser la parole tout en signant les mots clés, et les pictogrammes qu'on désigne du doigt.

L'expérience a montré qu'une telle approche combinant les signes et les pictogrammes stimule et améliore la parole.

c) Le TEACCH (Traitement par l'Education des Enfants présentant de l'Autisme ou un Handicap de la Communication) :

La méthode TEACCH vise à réaliser enseignement structuré afin d'améliorer l'autonomie dans la vie quotidienne, dans les loisirs et le travail et ainsi améliorer les facteurs de réussite de la vie sociale. Elle fut élaborée par Eric Schopler[13] dans les recherches ont mis en évidence le fait que l'autisme est le résultat d'un déficit neurologique. La réponse apportée à travers la méthode TEACCH et la structuration et l'apprentissage de la communication.

La méthode adapte l'enseignement pour compenser les déficits spécifiques à chaque enfant et de mettre l'accent sur les points forts avec une incitation à la réussite et à la valorisation permanente des efforts et aux améliorations de l'enfant.

Des aides visuelles et une bonne collaboration avec tous les adultes s'occupant de l'enfant sont nécessaires ainsi qu'une pratique régulière de l'évaluation pour repérer les possibilités d'apprentissage de l'élève.

d) ABA (Applied Behavior Analysis) :

La méthode A.B.A (ou Analyse Appliquée du comportement) est constitué un programme de techniques de modification du comportement et de développement de compétences. Elle fut créée par Ivan Lovaas dans les années 60.

L'ABA se compose de deux types d'enseignements :

- L'enseignement incidentiel: la méthode repose sur les différentes observations qui démontrent qu'un enfant acquière les connaissances dans son propre environnement de manière plus spontanée. l'objectif est d'aider les enfants atteints de troubles autistiques à:
 - Améliorer leurs autonomies.
 - appréhender leur environnement.
 - Améliorer leurs activités sociales, en groupe notamment.
- L'enseignement structuré : Il est décomposé en séances courtes, répétées, rapides jusqu'à que l'élève réussisse à répondre sans aide extérieure.

2.4 L'informatique et l'enseignement général des autistes :

2.4.1 Les tablettes numériques tactiles :

a) La révolution tactile :

Avec l'apparition de l'iPhone (un téléphone intelligent) de la firme Apple, de toutes nouvelles possibilités d'utilisations et d'interactions IHM se sont développées. L'atout principal est un écran tactile multipoint, réagissant aux doigts. Par la suite (à partir de 2010) l'iPad a étendu cette innovation sur une tablette de taille A4. Depuis, tous les autres fabriquant ont entamés la conception et commercialisation de terminaux utilisant la technologie de l'écran tactile.

Samsung a sorti la Galaxy Tab, Google a créé une version d'Android dédié au tactile (Honeycomb). Le système d'exploitation de Microsoft Windows 8 est tactile.

b) Caractéristiques techniques :

Un certain nombre de caractéristiques techniques sont communes aux tablettes tactiles :

- De grands écrans d'environ dix pouces avec une bonne résolution graphique (1280 x 800). (on trouve aussi des écrans 7 et 8 pouces).
- Une connexion Internet.
- Un microphone et des haut-parleurs.
- Une connectique USB et/ou Bluetooth.
- Un appareil photo et/ou une caméra intégrée.
- Une autonomie importante (cinq heures en moyenne).
- Un poids d'environ 500-700 grammes.
- Autres technologies : GPS, boussole, 3G/4G.

L'utilisateur agit sur la tablette à l'aide d'un ou plusieurs doigts. Dans l'appareil, un système d'exploitation (OS) analyse et interprète les contacts et les déplacements des doigts sur la surface tactile de la tablette.

L'orientation de l'écran peut se faire soit en mode « portrait » soit en mode « paysage ».

2.4.2 Les enfants autistes et les tablettes tactiles :

Beaucoup des spécialistes et personnes intervenants dans l'éducation d'enfants autistes on observés les améliorations et avancés rendu possible grâce à l'informatique. Cependant, il n'existe pas beaucoup d'études scientifiques sur le sujet. Malgré cela, les différentes expérimentations et retours d'expériences des personnes partie prenantes dans la vie des enfants atteints de TSA ont permis d'observer une augmentation :

- de la concentration.
- des interactions sociales.
- de l'acquisition des connaissances.
- des facultés d'écoute.
- du vocabulaire.

« L'ordinateur peut se révéler un outil pertinent pour l'apprentissage de la lecture par les enfants autistes. Il joue alors un rôle de tuteur, réactif, il permet une adaptation permanente à la situation du jeune, à ses besoins. Plus abordable que l'écriture manuscrite, il stimule aussi l'attention. Les premières recherches en ce domaine ouvrent des pistes à approfondir ». [16]

Il est admis que l'apport de l'ordinateur pour les enfants avec des troubles du spectre autistique est positif et qu'il aide à améliorer les capacités cognitives ainsi que sociales de l'enfant.

Avec l'apparition des tablettes numériques, de nombreuses applications conçues spécialement pour les enfants autistes ont été développées.

Les tablettes on permit une nouvelle forme d'interaction entre l'humain et la machine et de ce fait ouvert un vaste champ de possibilité. Depuis l'élargissement de l'utilisation des tablettes tactiles, on trouve beaucoup de témoignages d'enseignants, ou de parents d'enfants avec des troubles du spectre autistique qui tendent à dire que l'interface tactile et la facilité de prise en main (poids, autonomie, taille), favorisent l'enseignement et améliorent la communication et l'autonomie de l'enfant.

2.4.3 Les applications pour tablettes dédiées aux enfants avec des troubles du spectre autistique :

On trouve sur le marché de nombreuses applications spécialement conçues pour les enfants atteints de TSA. Cependant la plus part de ces applications sont en anglais et payants.

Ces applications sont catégorisées selon différentes approches :

- AAC: communication utilisant les images.
- ABA : analyse du comportement appliqué.
- DTT: Enseignement par essais discrets.
- PECS: communication par échange d'Images.
- SCHEDULES : suite d'image organisée séquentiellement.

En 2012, on a dénombré plus de 500 applications sous-système IOS et moins de la moitié sous le système Android.

2.5 Etude comparative des applications dédiées aux enfants avec des troubles du spectre autistique :

Dans cette partie, on présente l'étude de l'existant sur les applications d'apprentissage des nombres. Ces applications sont recueillies de deux sources différentes : application web et application Android. En premier lieu, on présente une fiche détaillée de quelques applications choisies parmi les applications qu'on a étudiées. Ensuite, on présente une synthèse sur l'ensemble des applications analysées afin de les cataloguer et de définir les pour et les contre de chaque application. En second lieu, on présente le site learningapps.org qui est dédié à la création d'exercices personnalisés, on termine avec une synthèse.

Les principaux critères qu'on a pris en compte dans notre étude sont :

- La représentation des nombres et des quantités.
- Comment l'enfant interagit avec l'application ? (glisse les objets ou les sélectionne).
- Comment se fait l'autocorrection :
 - la vérification se fait de manière automatique : juste après le choix de l'élève.
 - à l'aide d'une touche « vérifier ».
- Quel est le feedback ? :
 - que reçoit l'élève après une bonne réponse ?
 - que reçoit l'élève après une mauvaise réponse ?
- Quels sont les paramètres de personnalisation ?
- Consignes : qu'elle est ? et comment est ? la consigne qu'on devra mettre à la disposition de l'élève.

2.5.1 Exemples d'étude d'application :

Application 1 : Compter et dénombrer jusqu'à 5



Lien du jeu	http://www.logicieleducatif.fr/maternelle/math/compter-jusqu-a-5.php
Consignes	Compte le nombre d'objets et clique sur le nombre qui lui correspond.
Comment sont représentés les nombres ?	<ul style="list-style-type: none"> • Le nombre est représenté par un chiffre. • le nombre est représenté par un ensemble d'éléments.
Comment se fait la reconnaissance des quantités ?	<ul style="list-style-type: none"> • Comptage visuel. • Entourage séquentiel des objets avec un cercle blanc. • Un comptage verbal après une bonne réponse.
Comment l'enfant interagit avec l'application ?	L'enfant sélectionne le bon chiffre qui correspond au nombre d'objets parmi une liste de cinq possibilités.
Comment se fait l'autocorrection ?	La vérification se fait de manière automatique juste après le choix de la réponse.
Quel feedback est donné à l'élève ?	<ul style="list-style-type: none"> • Après une mauvaise réponse : <ul style="list-style-type: none"> - Un bip sonore. • Après une bonne réponse : <ul style="list-style-type: none"> - Encouragement avec la coloration d'une nouvelle étoile. - Passer automatiquement à la question suivante.
Quels sont les paramètres qui sont personnalisés par l'enseignant ?	Aucun paramètre n'est personnalisé par l'enseignant.

Application 2 : Compter jusqu'à 9 !



Lien du jeu	www.logicieleducatif.fr/maternelle/math/compter10.php
Consignes	Retrouver le bon nombre et cliquer dessus.
Comment sont représentés les Nombres ?	<ul style="list-style-type: none"> • Le nombre est représenté en chiffre. • le nombre est représenté par un ensemble d'objets.
Comment se fait la reconnaissance des quantités ?	<ul style="list-style-type: none"> • Affichage séquentiel des objets plus un effet sonore à chaque nouvelle question. • Comptage visuel.
Comment l'enfant interagit avec l'application ?	L'enfant sélectionne le bon chiffre qui correspond au nombre d'objet parmi une liste de chiffres.
Comment se fait l'autocorrection ?	La vérification se fait de manière automatique juste après le choix de la réponse.
Quel feedback est donné à l'élève ?	<ul style="list-style-type: none"> • Après une mauvaise réponse : <ul style="list-style-type: none"> - Un bip sonore. - Une croix sur la mauvaise réponse. • Après une bonne réponse : <ul style="list-style-type: none"> - Encouragement avec des applaudissements et des petites icônes souriants 😊. - Passer automatiquement à la question suivante.
Quels sont les paramètres qui sont personnalisés par l'enseignant ?	<ul style="list-style-type: none"> • Le chiffre maximal des objets. • Le nombre de question. • Choisir l'objet à compté parmi 4 possibilités. • Ajouter ou enlever le décore. • Le niveau de difficulté de l'exercice.

Application 1 : Additionne jusqu'à 6



Consignes	Consigne verbale : touchez les guis qui sont tombées puis comptez toutes les guis qui sont tombées.
Comment sont représentés les nombres ?	<ul style="list-style-type: none"> • Le nombre est représenté en chiffre. • le nombre est représenté par les guis de bowling.
Comment se fait la reconnaissance des quantités ?	Reconnaissance des quantités se fait de manière : <ul style="list-style-type: none"> • Verbale. • Visuelle.
Comment l'enfant interagit avec l'application ?	<ul style="list-style-type: none"> • L'enfant clique pour sélectionner les guis qui sont tombées. • L'enfant clique pour sélectionner le nombre de guis tombés.
Comment se fait l'autocorrection ?	La vérification se fait de manière automatique.
Quel feedback est donné à l'élève ?	<ul style="list-style-type: none"> • Après une mauvaise réponse : <ul style="list-style-type: none"> - Un bip sonore. - Le chiffre faux est écrit en rouge. • Après une bonne réponse : <ul style="list-style-type: none"> - Une félicitation verbale. • Passer automatiquement à la question suivante.
Quels sont les paramètres qui sont personnalisés par l'enseignant ?	<ul style="list-style-type: none"> - Rien.
Consignes	Consigne verbale : touchez les guis qui sont tombées puis comptez toutes les guis qui sont tombées.

2.5.2 Synthèse de l'étude comparative :

Le tableau suivant est un récapitulatif d'une étude comparative de 18 jeux sur tablettes ou sur site web :

Les critères	Pourcentage	Remarques
comment sont représentés les nombres ?	<ul style="list-style-type: none"> 6/ 18 : chiffres et images d'animaux prédéfinies. Une image = une unité. 1/ 18 : chiffres et images de pomme : une pomme = une unité. 1/ 18 : chiffres et cubes : 1cube = 1 unité. 1/ 18 : chiffres et images d'un personnage : 1personnage = 1 unité. 2/ 18 : chiffres et figures géométriques colorées : 1 figure = 1 unité. 2/ 18 : lettres et chiffres. 1/ 18 : chiffres et guis de bowling : 1 guis = 1 unité. 4/ 18 : chiffres et chiffres. 	<ul style="list-style-type: none"> On utilise beaucoup d'images pour représenter les nombres. Les images sont toujours prédéfinies. Il n'y a pas un large choix d'images. Utilisation de figure colorée.
Comment l'enfant interagit avec l'application ?	<ul style="list-style-type: none"> 15/ 18 l'enfant clique pour sélectionner la bonne réponse. 2/ 18 glisse les cubes pour atteindre le nombre. Ecrire le chiffre. 	<ul style="list-style-type: none"> Dans la majorité des jeux l'enfant clique pour sélectionner sa réponse.
Comment se fait l'autocorrection ?	<ul style="list-style-type: none"> 10/ 18 autocorrection automatique. 8/ 18 correction après clique sur le bouton vérification. 	<ul style="list-style-type: none"> Presque la moitié des applications utilise une autocorrection automatique, les autres utilisent un bouton de vérification.
feedback après bonne réponse	<ul style="list-style-type: none"> 3/ 18 Un bip sonore. 3/ 18 coloration étoile. 3/ 18 Passer automatiquement à la question suivante. 3/ 18 On avance d'un point. 1/ 18 Une croix verte devant la bonne réponse chiffre. 3/ 18 Félicitation verbale. 2/ 18 Chiffre disparaît. 	<ul style="list-style-type: none"> Généralement après une mauvaise réponse le feedback est discret: un bip sonore, message discret. Alors qu' après une bonne réponse les feedbacks sont plus mis en avant pour encourager l'élève.
feedback après mauvaise réponse	<ul style="list-style-type: none"> 8/ 18 Un bip sonore. 1/ 18 On recule d'un point. 2/ 18 Une croix rouge s'affiche devant les mauvais chiffres. 2/ 18 Chiffres écrits en rouge. 2/ 18 Message discret. 	
Quels sont les paramètres de	<ul style="list-style-type: none"> 1/ 18 Chiffre maximal et minimal. 1/ 18 Le chiffre maximal des objets. 	<ul style="list-style-type: none"> La majorité des jeux ne sont pas paramétrables.

personnalisation ?	<ul style="list-style-type: none"> - Le nombre de question. - Choisir l'objet a compté. parmi quatre possibilités. - Ajouter ou enlever le décoré. - Le niveau de difficulté de l'exercice. <ul style="list-style-type: none"> • 16/ 18 pas paramétrable. 	
Consigne.	<ul style="list-style-type: none"> • 1/ 18 consigne verbale. • 17/ 18 consigne écrite. 	<ul style="list-style-type: none"> • majorité des consignes sont écrites.

2.5.3 Etude du site learningapps.org:

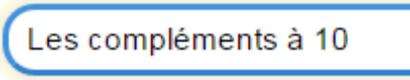
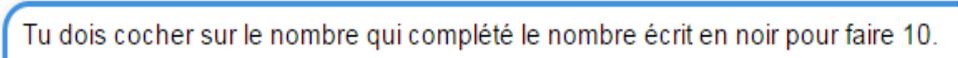
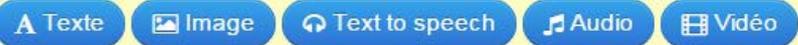
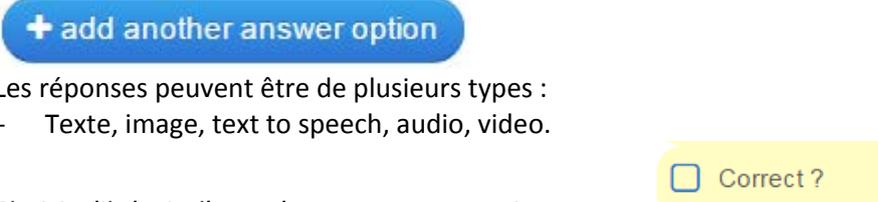
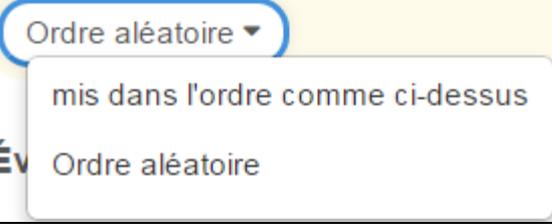
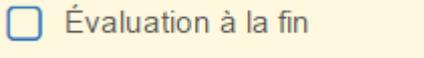
On a aussi étudié les jeux qui sont sur le site : learningapps.org. Ce sont des jeux complètement personnalisables qui peuvent être enregistrés. On personnalise les exercices un par un c'est-à-dire personnaliser chaque question et chaque réponse une par une. Pour nos tests, on a créé un ensemble exhaustif d'exercices afin d'identifier les inconvénients et les avantages de cette méthode de génération d'exercices. La création d'exercices avec cette méthode prend beaucoup de temps et d'énergie mais elle a l'avantage d'être paramétrable en comparaison aux applications citées précédemment. Les paramètres sont :

- Titre de l'Application.
- Catégorie du domaine d'activité.
- Consigne.
- Le nombre de réponse.
- Sélectionner les éléments de la question et des réponses un par un. Les éléments peuvent être soit : un texte, une image, ou bien un son.
- Le feedback.
- Le type d'exercice. On a un vaste champ de type d'exercice :
 - Sélection : QCM (plusieurs bonnes réponses possibles).
 - Sélection : QCM (une seule bonne réponse).
 - Association : Classer par paire.
 - Association : Grille d'assignation.
 - Association : Grille de correspondance.
 - Association : Placement sur images.
 - Association : Regroupement.

Ce site offre deux fonctionnalités :

- Créer de nouvelles applications.
- Parcourir les applications existantes.

Exemple de deux types de jeux créés

Nom jeu	learningapps.org : Sélection QCM (plusieurs bonnes réponses possibles).
Titre de l'Appli	
Consigne	
Questions	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité d'ajouter plusieurs questions. • Les questions peuvent être de plusieurs types : <ul style="list-style-type: none"> - Texte, image, text to speech, audio, video. <p>Question 1: </p>
Réponses	<ul style="list-style-type: none"> • Choix minimum de repenses est de 2 : <ul style="list-style-type: none"> - Initialement on a deux réponses à saisir • Choix maximum de réponses est de 5. • Les réponses peuvent être de plusieurs types : <ul style="list-style-type: none"> - Texte, image, text to speech, audio, video. • Choisir s'il s'agit d'une réponse correcte ou incorrecte. <p></p>
Trier les questions	<ul style="list-style-type: none"> • Les questions peuvent être affichées de façon aléatoire ou dans l'ordre. <p></p>
Comment se fait l'autocorrection ?	<ul style="list-style-type: none"> • L'autocorrection se fait de manière automatique après chaque question. • Possibilité d'avoir une évaluation à la fin.
L'option : « évaluation à la fin »	<ul style="list-style-type: none"> • Même à partir d'une fausse réponse, il peut passer directement à la question suivante. • La réponse juste sera mise en avant. • Le nombre de bonnes réponses est affiché à la fin. <p></p>
Quelle feedback est donnée à l'élève ?	<ul style="list-style-type: none"> • Après une mauvaise réponse, la bonne solution peut être affichée: <p></p>
Rétroaction	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité de saisir un texte qui apparaîtra lorsque toutes les réponses sont correctes.

	<p>Bravo, vous avez répondu à toutes les questions correctement.</p>
Comment l'enfant interagit avec l'application ?	<ul style="list-style-type: none"> • L'enfant coche pour sélectionner la réponse. • Il clique sur « vérifier la solution » pour vérifier sa réponse. • Il clique sur « question suivante » pour passer à la question suivante.
Paramètre supplémentaire	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité d'ajouter un arrière plans. • Possibilité d'ajouter de l'aide sous forme de texte.
Application qu'on a créé.	<p>Les compléments à 10.</p> <p>http://LearningApps.org/display?v=pmpki89et01</p>

Lien du jeu	learningapps.org : Association : Classer par paire.
Titre de l'Appli	Soustraction
Consigne	Associe les étiquettes "soustraction" et "résultat" en les faisant glisser l'une sur l'autre.
Paires	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité d'ajouter plusieurs paires. <ul style="list-style-type: none"> • Chaque élément de la paire peut être de plusieurs types : Texte, image, audio, vidéo.
Éléments supplémentaires, non nécessaires à la solution	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité d'ajouter trois éléments supplémentaires qui seront affichés pendant l'exercice mais ne font pas partie de la solution.
Comment se fait l'autocorrection ?	<ul style="list-style-type: none"> • L'option : Les paires disparaissent. <input type="checkbox"/> Les paires disparaissent. <ul style="list-style-type: none"> - Avec cette option Les paires disparaissent automatiquement après une bonne réponse. - Sans cette option, il faut associer les paires puis cliquer sur le bouton

	<p>"Vérier". Les paires correctes ne disparaissent pas, mais apparaissent colorées en vert.</p> <ul style="list-style-type: none"> Les réponses fausses sont colorées en rouge avec et sans cette option.
Feedback	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité de saisir un texte qui apparaîtra lorsque toutes les réponses sont correctes. <p>Bravo, vous avez répondu à toutes les questions correctement.</p>
Comment l'enfant interagit avec l'application ?	<ul style="list-style-type: none"> L'enfant associe les éléments entre eux par une glisse. Il sépare les éléments par un clic.
Paramètre supplémentaire	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité d'ajouter de l'aide sous forme de texte.
Application que j'ai créé	<p style="text-align: center;">Soustraction</p> <p style="text-align: center;">http://learningapps.org/display?v=pys4z4ifc01</p>

2.5.4 Discussion:

En conclusion, on observe que la majorité des applications Android sont payantes, ce qui peut être un frein pour la généralisation de méthodes d'apprentissage utilisant les tablettes.

De plus, la majorité (16/ 18) des applications sont non personnalisables, ce qui représente un obstacle, si on désire adapter les exercices selon l'enfant cible. Le reste des applications ne permettent qu'un paramétrage très limité (par exemple le jeu : « compter jusqu'à 9 »).

Pour les Applications qui pouvaient être personnalisées (learningapps.org), elles ont les incontinents suivants:

- Obligation de personnaliser chaque paramètre pour chaque exercice.
- On doit personnaliser question par question et réponse par réponse.
- On remarque aussi que l'IHM de certains jeux n'est pas très captivant pour les enfants autistes.
- Il y a des exercices ou on utilise une liste déroulante pour les réponses et cela empêche l'élève d'avoir une vue globale sur toutes les réponses possible.

3 Analyse des besoins et solution :

Dans cette partie nous allons décrire les objectifs ainsi que les exigences fonctionnelles et qualités que la solution doit garantir. Ensuite, nous décrivons notre application « AntiNombre » ainsi que les sous-systèmes qui la compose.

3.1 Les objectifs:

L'objectif de ce travail est de fournir un outil qui va servir de base à l'enseignant. Il devra lui permettre de créer des jeux personnalisés sous forme d'exercices d'apprentissage des nombres pour les élèves autistes. Ces exercices se génèrent de manière aléatoire selon les paramètres de personnalisation. La génération d'exercices de manière aléatoire va permettre à l'enseignant d'avoir un large choix d'exercices sans se soucier de les créer un par un.

La personnalisation des jeux consiste à pouvoir paramétrer chaque jeu pour un élève donné selon son niveau d'apprentissage et ces préférences. Le principal aspect de la personnalisation est de pouvoir choisir les images qu'on va utiliser pour représenter les nombres d'un jeu donné. Les images et les figures (rectangle, triangle, rond ...etc.) sont l'atout majeur de ce travail car ils vont aider à capter l'attention de l'élève.

À la suite du paramétrage, on devrait pouvoir exécuter le jeu directement ou bien le sauvegarder dans la base de données en lui attribuant :

- Un nom : titre de l'application.
- Une consigne : un texte qui sera affiché dans l'application afin d'indiquer le but du jeu à l'élève.

L'enseignant pourra alors consulter tous les jeux pré-sauvegardés et lancer celui qu'il veut faire travailler avec l'enfant. Après chaque réponse de l'enfant, on pourra vérifier si sa réponse est juste ou pas.

3.2 Les exigences:

3.2.1 Exigences fonctionnelles :

Les exigences fonctionnelles à prendre en compte dans notre conception sont:

- Apprendre les nombres de 1 à 20.
- Pouvoir exécuter deux types de jeux « QCM, reconstruction des nombres ».
- Les jeux doivent être personnalisables à l'aide des paramètres suivants :
 - Types de représentation de nombre.
 - Plage de chiffre à traiter : le nombre minimal et maximal.
 - Sélectionner les images qu'on veut intégrer dans le jeu.
 - Nombre d'exercices dans le jeu.
 - Nombre de réponses possible pour les exercices QCM.
 - Nombre de réponses juste pour chaque exercice QCM.
- Chaque jeu est constitué de plusieurs exercices.
- Les exercices sont générés aléatoirement selon les paramètres préenregistrés :
 - Les nombres sont sélectionnés aléatoirement parmi la plage de nombres.

- Les images sont choisies de manière aléatoire parmi les images sélectionnées.
- On doit utiliser quatre représentations de nombre:
 - Un chiffre.
 - Une image.
 - Des figures colorées.
 - Des figures avec images : une image insérée à l'intérieur de chaque figure.
- Utiliser un corpus d'images prédéfini pour représenter les nombres.
- Utiliser des images personnelles pour représenter les nombres.
- Pouvoir prendre ces propres photos pour les utiliser ultérieurement.
- Insérer les images dans des figures, ces figures vont représenter un nombre.
- Pouvoir enregistrer les jeux pour les jouer à n'importe quel moment.
- Chaque jeu enregistré doit avoir un nom et une consigne.
- Organiser le corpus d'image en catégorie (ex. animaux, fruits...).
- vérifier les réponses.

3.2.2 Exigences de qualités :

a) Exigences de performances :

- Image claire.
- Chargement fluide des images.

b) Exigences de disponibilité :

- L'application doit être disponible à la demande.
- Les jeux enregistrés peuvent être exécutés à tout moment.
- Un corpus d'image doit être toujours disponible et accessible.

c) Exigences en matière d'exploitabilité :

- Compatible avec les tablettes sous OS : Android.

d) Exigence en ergonomie :

- Ajuster la taille des images.
- Bien établir les espaces entre les réponses.
- Bien choisir les couleurs des arrière plans des figures.
- Avoir la possibilité d'avoir des consignes verbales.

e) Exigences légales et réglementaires :

- Les images du corpus doivent être libres d'auteur.

3.3 L'application *AutiNombre* :

3.3.1 Description globale de notre application :

Notre application permet de générer des jeux personnalisables dans l'un des deux formats de jeux. Les jeux générés peuvent être exécutés directement, ou être sauvegardés et par la suite être exécutés au moment voulu (voir figure 1).

Pour générer un jeu l'enseignant saisit les paramètres de personnalisation. L'enfant peut exécuter un jeu parmi les jeux qui ont été paramétré et enregistré ultérieurement par l'instituteur. Si un jeu est non pertinent, il peut être supprimé à tout moment.

Avant le lancement d'un jeu on peut consulter les informations du jeu préenregistré en base pour avoir sa description.

Chaque jeu, quel que soit son type est composé de plusieurs exercices. Chaque exercice est composé d'une question et de réponses. Après la réponse de l'élève, on peut vérifier si sa réponse est juste ou fausse. Cette solution implémente quatre représentations de nombre possible. Représentation :

- par un chiffre.
- par une image.
- par des figures avec couleur.
- par des figures avec image.

L'application contient un corpus d'images qui est organisé en plusieurs catégories. Elle contient aussi ma galerie photos qu'on peut enrichir à l'aide de la « prise de photo », et cela va permettre de personnaliser la représentation des nombres avec ces propres photos. On peut aussi personnaliser l'application de manière générale et principalement changer l'arrière-plan de l'application.

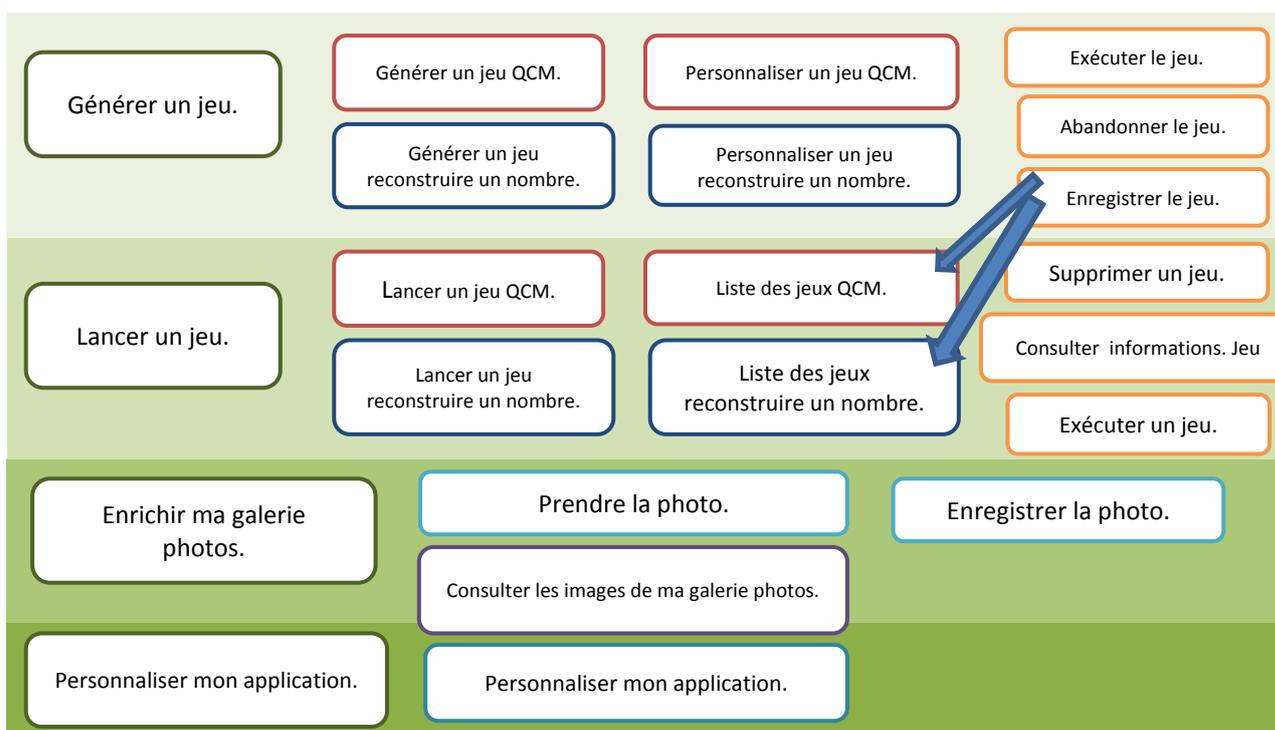


Figure 1- Architecture générale.

La Figure ci-dessus illustre l'architecture générale de notre application.

Notre application s'appelle **AutiNombre**. Elle comporte quatre grandes tâches :

- Générer un jeu.
- Lancer un jeu.
- Enrichir la galerie photos.
- Personnaliser l'application.

AutiNombre permet de satisfaire les fonctionnalités suivantes :

- a) générer et personnaliser deux types de jeu :
 - Un jeu QCM.
 - Un jeu reconstruire un nombre.
- b) Enregistrer les jeux qui ont été générés.
- c) Afficher et consulter les jeux enregistrés ultérieurement.
- d) Supprimer un jeu.
- e) Exécuter un jeu reconstruire un nombre.
- f) Exécuter un jeu QCM.
- g) Enrichir ma galerie photos :
 - Prise de la photo.
 - On peut consulter les photos contenues dans ma galerie photos.
- h) permet aussi de personnaliser les paramètres généraux de l'application **AutiNombre**.

3.3.2 Spécification détaillée d'AutiNombre :

3.3.2.1 Les paramètres de personnalisation des deux formats de jeu :

Pour pouvoir ajuster les jeux pour chaque enfant on a besoin de définir certains paramètres qui vont être personnalisés selon les besoins de chaque élève. (Voir figure 2) Les paramètres de personnalisation sont les suivants:

a- Représentations de nombre pour la question et pour la ou les réponses :

Ces paramètres permettent de définir comment le nombre de la question est représenté et comment le nombre de la réponse est représenté. On a quatre possibilités de représentation de nombre :

- un chiffre simple : Le nombre est représenté par un nombre écrit en chiffres.
- une image : Le nombre est représenté par une image qui contient des éléments, chaque élément représente une unité, donc le nombre d'éléments qui est dans l'image est le nombre représenté. Les images peuvent être récupérées à partir de deux sources possibles:
 - à partir du corpus d'image de l'application.
 - à partir de ma galerie photos.
- des figures avec couleur : Le nombre est représenté par des figures géométriques qui sont colorées, chaque figure représente une unité.

- des figures avec image : Le nombre est représenté par des figures géométriques. Des images sont insérées à l'intérieur des figures, chaque figure représente une unité. Les images peuvent être récupérées à partir de deux sources :
 - Soit à partir de ma galerie photos.
 - Soit à partir de la bonde d'image de l'application : Dans cette source on a deux types d'image : les images avec font, et les images sans font.
 - ⇒ Pour Les images sans font les contours sont supprimés.

b- Plage de nombre à traiter :

Définir la plage de nombre à traiter consiste à définir la valeur minimale et la valeur maximale des nombres qu'on va étudier dans le jeu, les valeurs minimales et maximales seront sélectionnées à partir d'une liste de nombres, on propose deux listes possible :

- La première liste contient les nombre de 1 à 10.
- La deuxième liste contient les nombre de 1 à 20.

La liste des chiffres est définit selon le critère de représentation de chiffre.

c- Sélectionner les images :

Sélectionner les images qu'on veut intégrer dans le jeu à partir de deux sources disponibles dans l'application. Ces images seront utilisées dans la représentation directe du nombre ou bien insérées à l'intérieur des figures qui vont représenter le nombre.

d- Paramètre des jeux reconstruire un nombre :

- Le nombre d'exercices d'un jeu : définit le nombre d'exercices qui vont être exécutés avec un même paramétrage de jeu.

e- Paramètre des jeux QCM :

- Le nombre de réponses possibles : définit le nombre de réponses possibles parmi lesquelles l'élève va choisir sa ou ses bonnes réponses.
- Le nombre de réponses juste possible : définit le nombre de réponses juste parmi les réponses possible.

f- Paramètre d'enregistrement :

- Le nom du jeu : définit le nom du jeu qu'on va enregistrer, il doit être unique.
- La consigne du jeu : consiste à définir la recommandation du jeu pour l'élève.

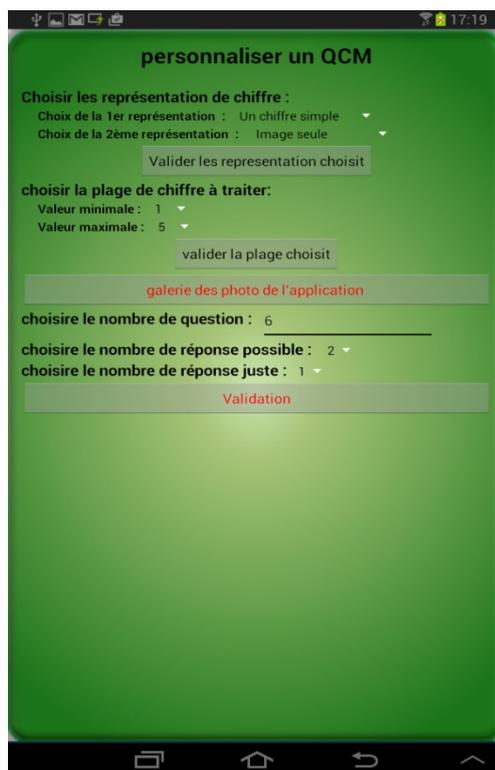


Figure 2 - Fenêtre de personnalisation.

La figure 2 donne un aperçu sur les paramètres de personnalisation d'AutiNombre.

3.3.2.2 La génération aléatoire d'exercice :

Notre application permet de générer les exercices d'un jeu de manière variée sans se soucier de personnaliser chaque question et chaque réponse de chaque exercice. Cela va permettre de libérer l'instituteur de paramétrer chaque exercice séparément (un seul paramétrage pour tous les exercices d'un même jeu). Ce résultat se base sur la génération de valeurs aléatoire qu'on utilise pour:

- La variation du nombre qui définit la question.
- La variation de chaque nombre qui va définir chaque réponse.
- La variation de ou des positions des réponses juste.
- La variation du choix de l'image qui va représenter un nombre si on est dans ce cas.
- La variation des couleurs pour qu'on utilise les figures avec couleur.
- La variation du choix de l'image qui va être insérée dans chaque figure si on utilise les figures.

3.3.2.3 Les figures :

Pour aider l'élève à donner un sens au nombre, on utilise des figures qu'on peut personnaliser selon nos préférences. Chaque figure représente une unité pour l'enfant. Pour cela chaque nombre est représenté par le total du nombre de figures. On utilise des figures géométriques pour cette représentation de nombre, les figures sont contenues dans un espace rectangulaire.



Figure 3 : représentation du nombre 4 par des figures.

Si l'élève veut retrouver le nombre qui est représenté par les figures il lui suffit de compter le nombre de figures. Dans la figure 3 on représente le nombre 4 par 4 figures d'animaux. Avec la notion de figure on a pu introduire plusieurs représentations de nombre :

a- *Figure avec couleur :*

L'intérieur de la figure est en couleur, on affecte à chaque figure une couleur de fond (voir figure 4).

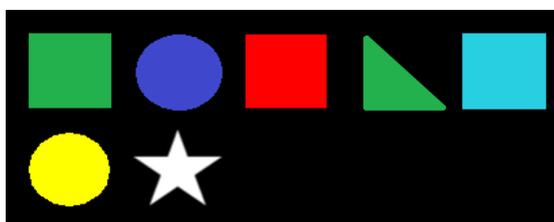


Figure 4 : nombre représenté par des figures avec couleur.

- Les figures utilisées dans cette représentation sont : Le carré, Le cercle, Le triangle, L'étoile.
- Les couleurs utilisées comme fond des figures sont : Le rouge, Le bleu, Le jaune, Le gris, Le cyan, Le mauve, Le blanc.

b- *Figure avec image :*

On insère une image à l'intérieur de la figure pour personnaliser la figure avec les préférences de l'enfant, chaque image est constituée d'un seul élément qui est mis en avant, on peut dire alors que le nombre est représenté par un ensemble d'images à un seul élément et chaque figure avec image représente une unité.



Figure 5 : image non valide pour les figures.



Figure 6 : image valide pour les figures.

L'image utilisée dans la figure 5 n'est pas valable : elle ne permet pas de représenter une unité car il y'a plus d'un élément dans l'image utilisée, tandis que l'image utilisée dans la figure 6 est valable car elle représente un seul élément de manière nette et claire.

Pour avoir des figures nettes avec des images nettes, le nombre maximum qu'on peut représenter avec les figures est le nombre dix, car :

- la taille de l'écran de la tablette est limitée.
- la liste déroulante enlève la facilité d'accès de l'enfant à l'information.

3.3.2.4 Les images :

La solution proposée est basée sur le fait de pouvoir avoir un large choix d'images qu'on utilise dans la représentation des nombres. Les images rentrent dans deux représentations :

a- *Les images servent à représenter le nombre directement :*

Chaque nombre est représenté par une image, l'image contient des éléments d'un même type qu'on peut distinguer de manière claire et nette, chaque élément représente une unité.



Figure 7 : image montre le type d'image valable qu'on peut utiliser dans la représentation d'un nombre.

Le nombre d'éléments dans la première image de la figure 7 n'est pas facilement identifiable alors que dans la deuxième image on peut aisément l'identifier. Dans la deuxième image on a deux arbres qui se distinguent facilement et qui sont d'un même type, donc l'image représente le chiffre 2.

b- *Les images sont insérées à l'intérieur des figures qui vont représenter un nombre :*

On a deux types d'image possible, image avec font et image sans font.

- image avec font : avec l'élément principal on a des éléments secondaires ou un font. Dans cette représentation la forme des figures se voit clairement (figure 8).



Figure 8 : représentation de nombre par des figures avec des images avec fond.

- image sans font : l'élément principal est volant il n'y a ni des éléments secondaires ni un font sous l'élément principal. Dans cette représentation les formes de la figure sont supprimées (figure 9).



Figure 9 : représentation de nombre par des figures avec des images sans fond.

Les images sont récupérées à partir de deux sources possibles :

1- Ma galerie photos :

Cette galerie est composée exclusivement de photos prises par l'appareil photo de la tablette, la prise de photo est une fonctionnalité de l'application, (voir la partie conception).

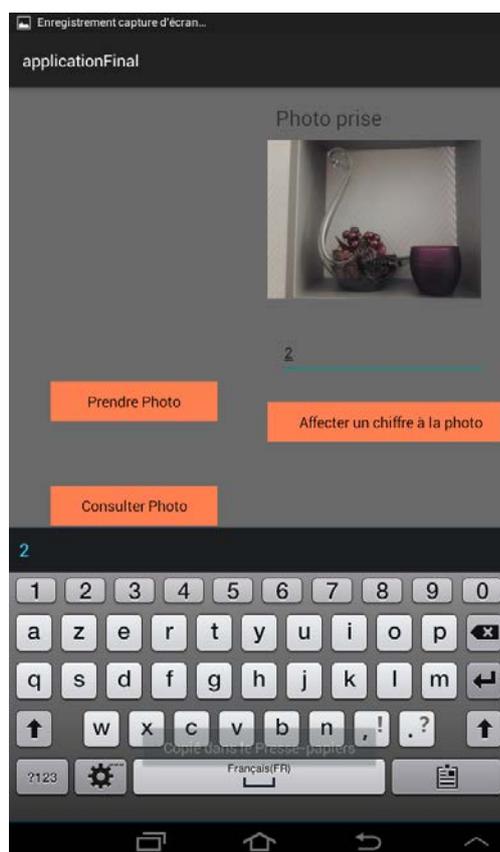


Figure 10 – enregistré une photo

Pour chaque image prise l'application permet de lui associer le nombre qu'elle représente, (figure 10) cette information est enregistrée dans les métadonnées. Le nombre associé à la photo est utilisé pour assurer une cohésion sémantique. Un contrôle est effectué à la saisie du nombre afin de s'assurer que :

- L'élément saisi doit être un nombre numérique.
- La saisie ne peut pas être vide.
- Facultatif le nombre doit être inférieur ou égal à vingt.

2- Le corpus d'image :

L'application comporte son propre corpus d'image, les images sont stockées dans l'application comme ressource, on affecte à chaque image certaines informations qui sont stockées dans la base de données (voir dans la partie conception).

Les informations les plus importantes qui sont stockées dans la base de données sans le chiffre, la catégorie et le type de l'image.

⇒ Les catégories d'images possibles sont : Animaux, Fruits et légumes, Transport, Objet, Personnage, Autre.

Le type de l'image possible:

- Image nombre : c'est les images qui représentent le nombre directement. leur nombre peut aller de un à vingt.
- Image figure avec font : ce sont les images insérées dans les figures et qui ont un font, le nombre affecté à ces image et le un.
- Image figure sans font : ce sont les images insérées dans les figures et qui n'ont pas un font, le nombre affecté à ces est images et le un.

3.3.2.5 Description du jeu QCM :

Le jeu QCM est composé de plusieurs exercices, chaque exercice est constitué d'un espace question et d'un espace réponse. Et aussi de boutons : un bouton de vérification pour vérifier la réponse, un bouton suivant qui permet de passer à la question suivante et enfin un bouton retour pour quitter le jeu (voir figure 11).

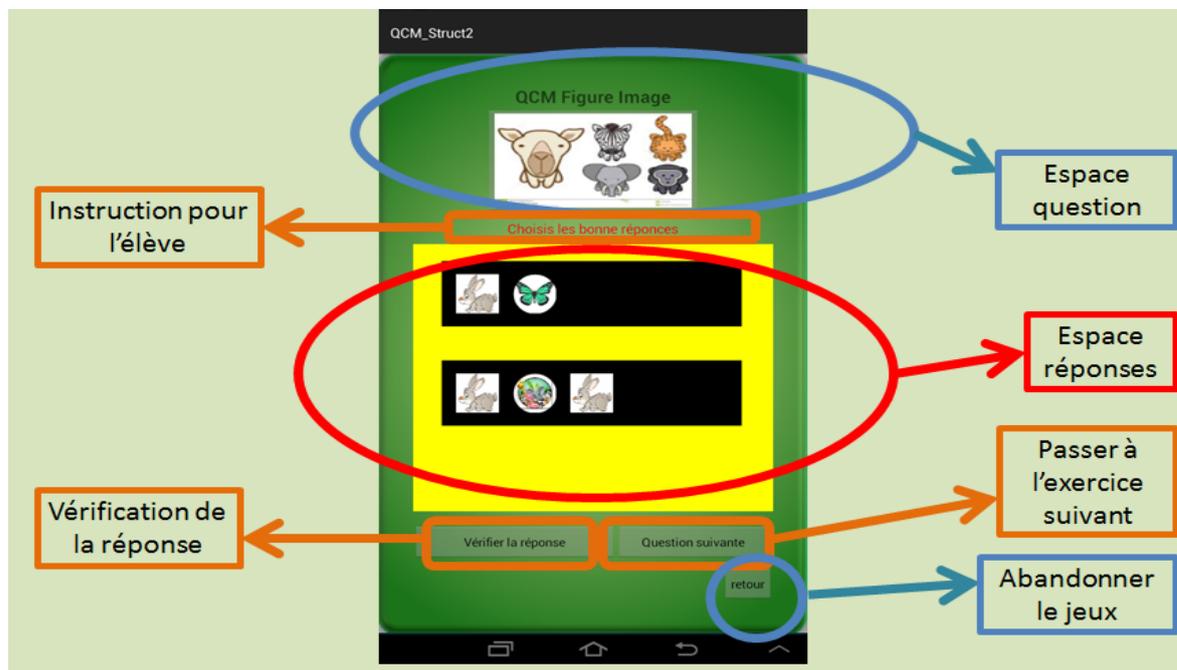


Figure 11 – jeu QCM

a) *L'espace question :*

L'espace question contient une question sous forme d'affichage d'un nombre, le nombre peut être représenté dans l'une de ces quatre représentations.

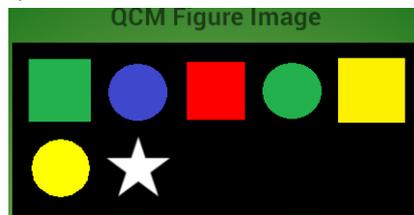
- La question est présentée sous forme d'un chiffre.



- La question est présentée sous forme d'une image.



- La question est présentée sous un ensemble de figures avec couleurs.



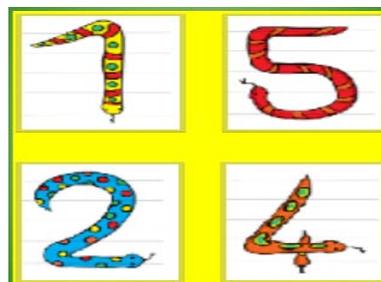
- La question est présentée sous forme d'un ensemble de figures avec images.



b) L'espace de réponse :

L'espace réponse contient plusieurs possibilités de réponses, parmi lesquelles l'élève choisit la ou les bonnes réponses, les réponses sont elles aussi des nombres dans l'une des quatre représentations :

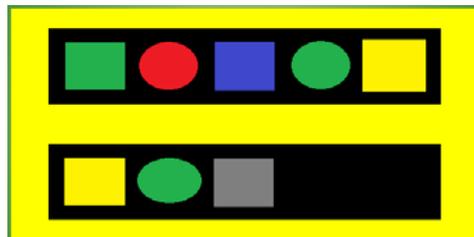
- Les nombres de réponses sont représentés sous forme d'un chiffre.



- La question est présentée sous forme d'une image.



- La question est présentée sous un ensemble de figures avec couleurs.



- La question est présentée sous forme d'un ensemble de figures avec images.



Par souci de taille, Le nombre maximum de réponses possible peut varier de deux à quatre.

- le nombre maximum des réponses possible est quatre quand :
 - les réponses sont représentées par des images.
 - les réponses sont représentées par des chiffres.
 - les réponses sont représentées par des figures et la valeur maximale de la plage de chiffres ne dépasse pas cinq.
- le nombre maximum des réponses possibles est deux:
 - les réponses sont représentées par des figures et la valeur maximale de la plage de chiffres ne dépasse pas cinq.

c) But et objectif de l'élève:

L'objectif de l'élève est de trouver la bonne réponse qui a la même représentation de nombre que la question, c'est à dire le nombre d'éléments représentée dans la réponse choisie est le même nombre d'éléments représenté dans la question.

Après sélection, l'enfant peut vérifier si sa réponse est correcte à l'aide du bouton « vérification » :

- Si on clique sur le bouton « vérification » sans avoir choisi de réponse, un message apparait en disant qu'il faut sélectionner une réponse.
- Si l'enfant choisit la bonne réponse, une image bravo s'affiche.
- Si l'enfant choisit la mauvaise réponse, un message d'erreur s'affiche.
- on a aussi une possibilité d'autocorrection.

On peut passer à l'exercice suivant à l'aide du bouton « suivant », Si le jeu n'est plus intéressant on peut l'abandonner à l'aide du bouton retour.

Avec la combinaison des représentations des questions et des réponses, on remarque qu'on a plusieurs possibilités dans la structure du jeu QCM :

- QCM image – image.
- QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est cinq.
- QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est dix.
- QCM Figure – Figure QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est cinq.
- QCM Figure – Figure QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est dix.
- QCM Figure – image QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est cinq.
- QCM Figure – image QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est dix.

3.3.2.6 Description du jeu reconstruire un nombre:

Le jeu reconstruire un nombre est composé de plusieurs exercices, chaque exercice est constitué d'un espace question, un espace de sélection et d'un espace réponse. Et aussi de boutons : un bouton de vérification pour vérifier la réponse et un bouton suivant qui permet de passer à la question suivante et enfin un bouton retour (voir figure12).

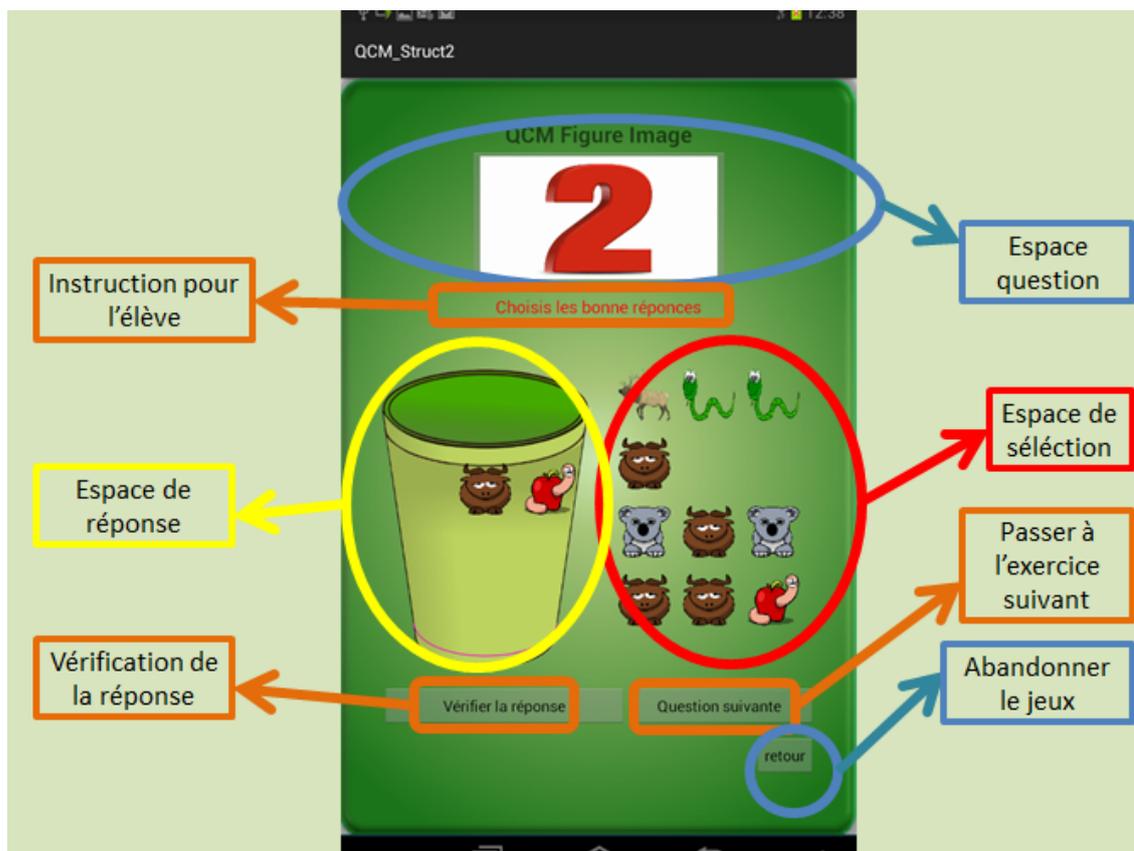


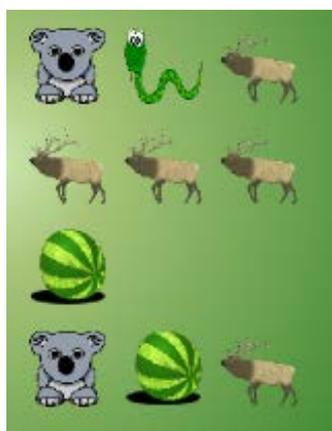
Figure 12- jeux reconstruire un nombre

a) *L'espace question :*

Comme dans le jeu QCM, l'espace question contient une question sous forme d'affichage d'un nombre, le nombre peut être représenté dans l'une de ces quatre représentations.

b) *L'espace de sélection :*

C'est un espace qui contient douze figures, l'élève sélectionne les figures dans cet espace pour les mettre dans l'espace de réponse afin de reproduire le nombre d'éléments qui est représenté dans la question.



c) *L'espace de réponse*

L'espace réponse contient les figures qui ont été sélectionné par l'élève.



d) *But et objectif de l'élève:*

L'objectif de l'élève est de compter le nombre d'élément qui est représenté dans la question puis de les reconstituer. Pour reconstruire le nombre d'éléments de la question, l'élève clique sur les figures qui sont dans l'espace de sélection pour les déplacer dans l'espace réponse, si on veut retirer une figure de l'espace de réponse, il suffit de cliquer sur elle pour la transférer dans l'espace de sélection. Après sélection, l'enfant peut vérifier si sa réponse est correcte à l'aide du bouton « vérification » :

- Si on clique sur le bouton « vérification » sans avoir choisi de réponse, un message apparait en disant qu'il faut sélectionner une réponse.
- Si l'enfant choisit la bonne réponse, une image bravo s'affiche.
- Si l'enfant choisit la mauvaise réponse, un message d'erreur s'affiche.
- On peut passer à l'exercice suivant à l'aide du bouton « suivant », si le jeu n'est pas intéressant on peut l'abandonner à l'aide du bouton retour.

Avec la combinaison des représentations des questions et des réponses, on remarque qu'on a plusieurs possibilités dans la structure du jeu reconstruire un nombre.

- QCM image – image.
- reconstruire un nombre : image – Figure.
- reconstruire un nombre : Figure – Figure.

3.4 Description détaillée d'AutiNombre :

3.4.1 Diagramme des flux :

Dans la figure ci-dessous (Figure 13) on décrit les flux entre les différents composants fonctionnels de l'application. Le schéma décrit notamment le flux de données entre les ressources (images, données dans la base) et les différents modules.

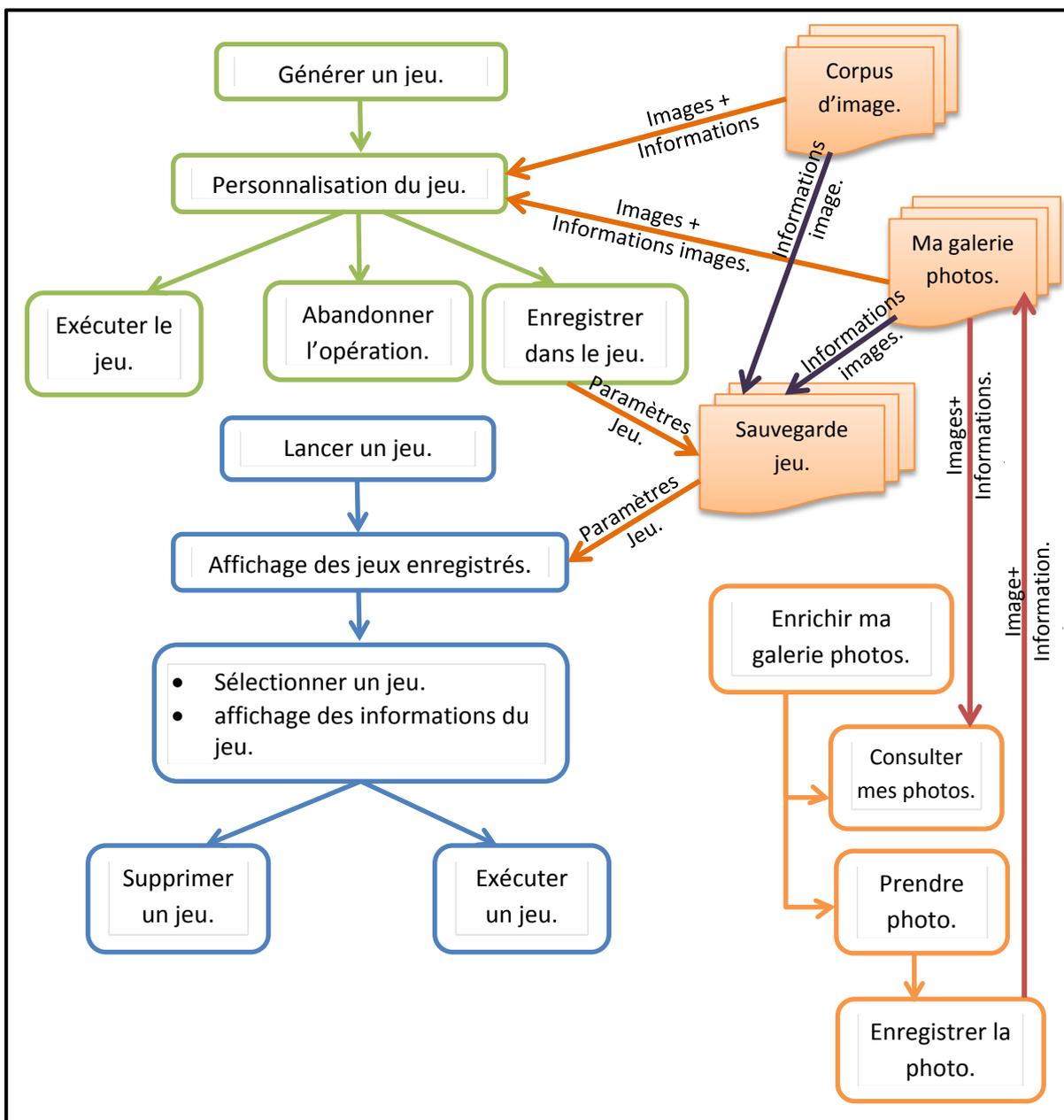


Figure 13- Diagramme des flux.

Pour créer un jeu, l'instituteur saisit les informations de personnalisation, dès que les informations sont saisies, on peut soit abandonner le jeu, soit l'exécuter directement, soit l'enregistrer en sauvegardant le nouveau jeu avec ses paramètres.

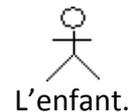
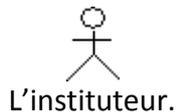
Pendant la personnalisation, on doit choisir les images qu'on va utiliser dans le jeu, pour cela on doit récupérer les images et leur informations à partir de ma galerie photos, ou à partir du corpus des images.

Pour lancer un jeu, tout d'abord on récupère les paramètres des jeux enregistrés ultérieurement, puis on affiche les jeux récupérés à l'instituteur. L'instituteur consulte les informations des jeux qu'il veut visionner, enfin il exécute le jeu sélectionné pour le faire jouer par l'enfant, l'enseignant a aussi la possibilité de supprimer un jeu s'il le souhaite.

On peut enrichir ma galerie photos à l'aide de la fonctionnalité « prendre photo », AntiNombre nous permet aussi de visualiser les photos contenues dans « ma galerie photos ».

3.4.2 Acteurs –population concernée :

Notre application est utilisée par :



Une description générale de ces acteurs est proposée dans le tableau ci-dessous :

Acteur	Description générale
L'instituteur.	<ul style="list-style-type: none"> • Personnaliser mon application. • Personnaliser et générer un jeu selon les besoins de l'élève. • Enrichir ma galerie photos.
L'enfant.	<ul style="list-style-type: none"> • Les enfants qui peuvent bénéficier de l'utilisation de cette application sont : • Les enfants autistes. • Les enfants dyscalculies. • Les enfants avec un handicap mental. • Tous les enfants souhaitant apprendre les nombres. • L'enfant exécute le jeu que l'instituteur lui a personnalisé. • L'enfant peut choisir les photos qu'il veut utiliser.

3.4.3 Analyse et modélisation du système :

3.4.3.1 Liste des acteurs :

Ident.	Acteur	Description	Primaire / secondaire	Type
AP-RU-1.	L'instituteur.	Personnalisation des jeux.	P	RU (Rôle Utilisateur).
AP-RU-2.	L'enfant.	Exécution des jeux.	P	RU (Rôle Utilisateur).

3.4.3.2 Description des processus métier :

Id	Nom	Description générale	Priorité
P1.	Gestion des images.	Ce processus consiste à mettre à disposition de l'instituteur deux galeries d'images « le corpus d'image de l'application » et « ma galerie photos » Il permet de : <ul style="list-style-type: none"> • sélectionner l'image qu'on veut utiliser comme arrière-plan de l'application. • sélectionner les images qu'on veut utiliser dans un jeu pour représenter un chiffre lui-même ou bien pour les insérer à l'intérieur des figures qui vont représenter le chiffre. 	H
P2.	Gestion du jeu : reconstruire un nombre.	Permet d'exécuter un jeu reconstruire un nombre.	H
P3.	Gestion des jeux QCM.	Permet d'exécuter un jeu QCM.	H
P4.	Personnaliser mon jeu.	Ce processus permet la personnalisation d'un jeu.	H
P5.	Enrichir ma galerie photos.	Ce processus s'occupe de la prise de photos, Il permet de saisir les informations liées à la photo puis il enregistre la photo et ses informations. ⇒ Il permet aussi de consulter les photos déjà prises.	H
P6.	Personnaliser mon application.	Il permet de saisir les informations de l'élève et les informations générales de l'application.	M
P7.	Correction et résultat de l'élève.	Il permet de définir le système d'autocorrection et d'obtenir le résultat de l'élève.	M
P8.	Gestion de l'aide vocale	permet de donner la possibilité d'avoir de l'aide vocale.	F

3.4.3.3 Analyse croisée acteurs-processus :

Acteur.	Id.	AP-RU-1.	AP-RU-2.	
Processus.		L'instituteur.	L'élève.	
	Id.			Nom.
	P1.	Gestion des images.	X	
	P2.	Gestion du jeu : reconstruire un chiffre.		X
	P3.	Gestion des jeux QCM.		X
	P4.	Personnaliser un jeu.	X	
	P5.	Enrichir ma galerie photos.	X	
	P6.	Personnaliser mon application.	X	
	P7.	Correction et résultat de l'élève.	X	X
	P8.	Gestion de l'aide vocale.	X	

3.4.3.4 Liste des cas d'utilisation :

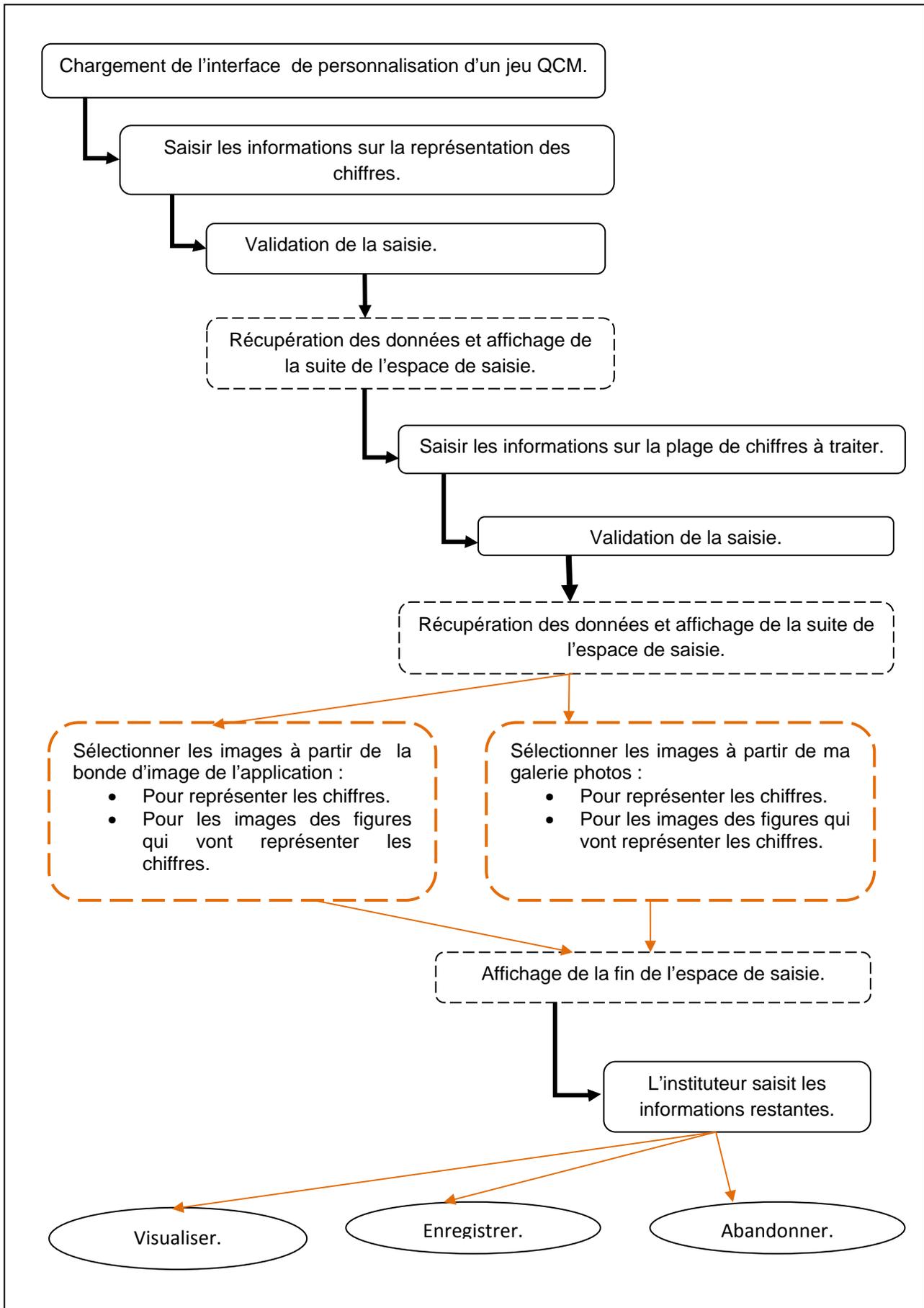
Processus	Titre UC	Description	Priorité
P1 Gestion des images.	Ajouter une image d'arrière-plan à partir de ma galerie photos.	Choisir et définir l'image de l'arrière-plan à partir des images prises par l'instituteur.	M
	Ajouter une image d'arrière-plan à partir de la bonde d'images de l'application.	Choisir et définir l'image de l'arrière-plan à partir des images qui sont contenues dans l'application dès son installation.	M
	Choisir les images qui vont représenter les nombres d'un jeu à partir de ma galerie photos.	Sélectionner les images qu'on va utiliser pour représenter les nombres d'un jeu à partir des images prises par l'instituteur.	H
	Choisir les images qui vont représenter les nombres d'un jeu à partir de la bonde d'images de l'application.	Sélectionner les images qu'on va utiliser pour représenter les nombres d'un jeu à partir des images qui sont stockées dans l'application.	H
	Choisir les images qu'on va insérer à l'intérieur des figures à partir de ma galerie photos.	Définir les images qu'on va insérer à l'intérieur des figures qui vont représenter chaque nombre du jeu, ces images sont choisies à partir des images prises par l'instituteur.	H
	Choisir les images qu'on va insérer à l'intérieur des figures à partir de la bonde d'images de l'application.	Définir les images qu'on va insérer à l'intérieur des figures à partir des images qui sont contenues dans l'application dès son installation.	H
P2 Gestion du jeu : reconstruire un chiffre.	Sélectionner et consulter le jeu reconstruire un nombre.	Visualiser les jeux de la base de données qui ont été déjà générés et enregistrés Consulter et sélectionner le jeu voulu.	H
	Exécuter le jeu reconstruire un nombre qui est représenté par une image.	Permet à l'enfant d'exécuter un jeu ou il doit reconstruire le nombre qui est représenté dans l'image de la question.	H
	Exécuter le jeu reconstruire un nombre qui est représenté par	Permet à l'enfant d'exécuter un jeu ou il doit reconstruire le nombre qui est représenté par un chiffre.	H

	un chiffre.		
	Exécuter le jeu reconstruire un nombre qui est représenté par des figures.	Permet à l'enfant d'exécuter un jeu ou il doit reconstruire le nombre qui est représenté par des figures.	H
	Supprimer un jeu.	Permet de supprimer un jeu.	M
P3 : Gestion du jeu QCM.	Sélectionner et consulter le jeu QCM.	Visualiser les jeux de la base de données qui ont été déjà généré et enregistré Consulter et sélectionner le jeu voulu.	H
	Exécuter le jeu QCM ou le nombre de la question est représenté par une image.	Permet à l'enfant d'exécuter un jeu QCM ou il doit parmi les réponses, choisir le nombre qui est représenté dans l'image de la question.	H
	Exécuter le jeu QCM ou le nombre de la question est représenté par un chiffre.	Permet à l'enfant d'exécuter un jeu QCM ou il doit parmi les réponses, choisir le nombre qui est représenté par un chiffre dans la question.	H
	Exécuter le jeu QCM ou le nombre de la question est représenté par des figures.	Permet à l'enfant d'exécuter un jeu QCM ou il choisit dans les réponses le nombre qui est représenté par des figures dans la question.	H
	Exécuter le jeu QCM ou les nombre des réponses sont représentées par des images.	Permet à l'enfant d'exécuter un jeu QCM, ou chaque nombre de chaque réponse est représenté par une image.	H
	Exécuter le jeu QCM ou les nombre des réponses sont représentés par des chiffres.	Permet à l'enfant d'exécuter un jeu QCM, ou chaque nombre de chaque réponse est représenté par un chiffre.	H
	Exécuter le jeu QCM ou les nombre des réponses sont représentés par des figures.	Permet à l'enfant d'exécuter un jeu QCM, ou chaque nombre de chaque réponse est représenté par des figures.	H
	Supprimer un jeu.	Permet de supprimer un jeu.	M
	P4 Personnaliser mon jeu.	Personnaliser le jeu reconstruire un chiffre.	Ce cas d'utilisation consiste à personnaliser le jeu reconstruire un chiffre selon le niveau de l'élève.
Personnaliser le jeu QCM.		Ce cas d'utilisation consiste à personnaliser le jeu QCM selon le niveau de l'élève.	H
Enregistrer le jeu.		Enregistrer le jeu qui a été personnalisé.	H

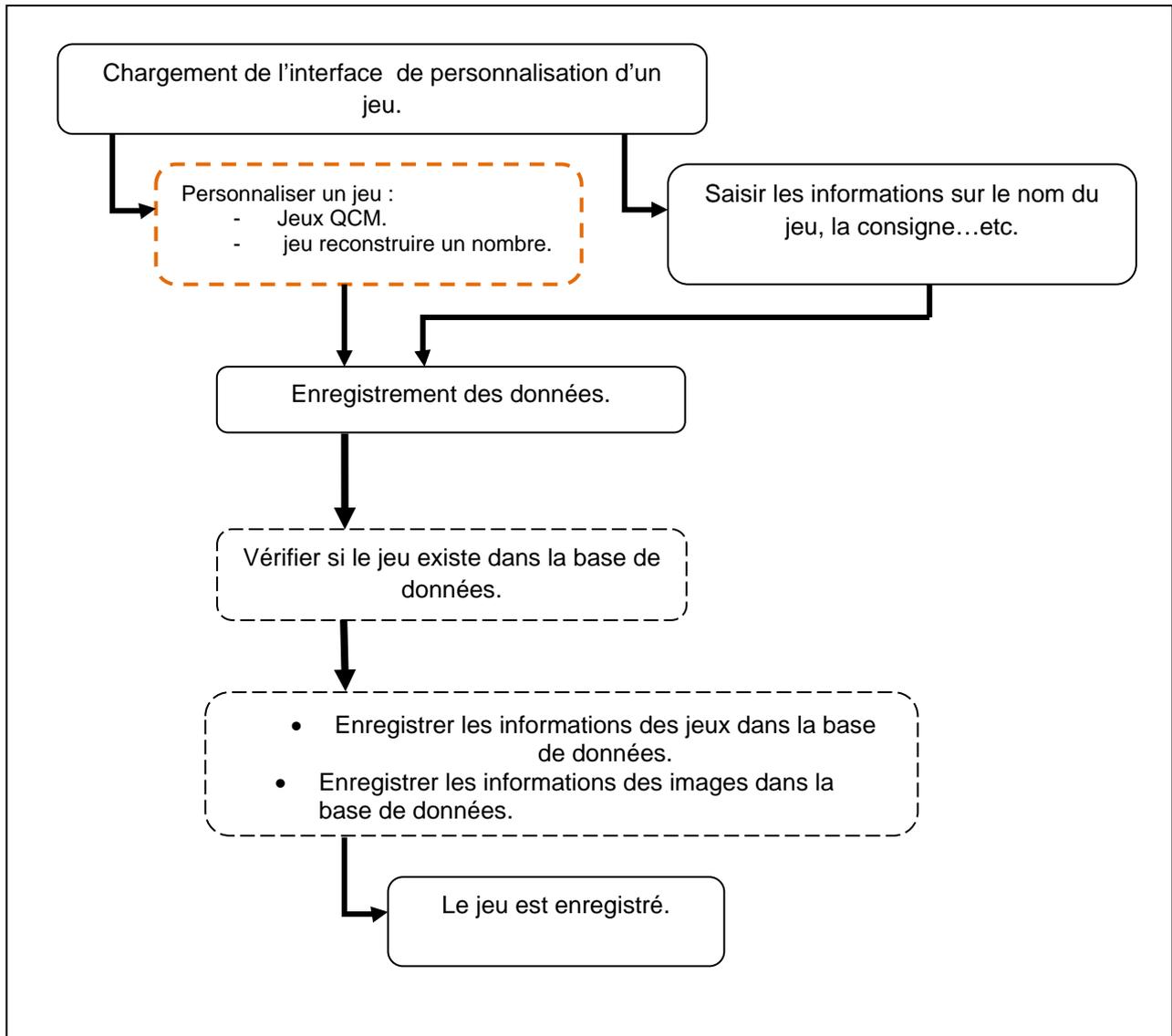
P5 Enrichir ma galerie photo.	Prise de la photo et saisie des informations.	Consiste à prendre une photo qu'on veut utiliser dans les jeux ou comme arrière-plan.	H
	Enregistrement des données.	Consiste à sauvegarder la photo qui a été prise ainsi que ces informations.	H
P6 Personnaliser mon application.	Personnaliser mon application.	Il permet de paramétrer l'application et d'enregistrer les informations de chaque élève.	M
P7 Correction et résultat de l'élève.	Autocorrection.	Ce cas d'utilisation permet d'ajouter une autocorrection pour chaque question.	M
	Affichage du résultat de l'élève.	Permet l'affichage du résultat de l'élève après chaque jeu.	F
P8 Gestion de l'aide vocale.	Affecter l'aide vocale.	Ce cas d'utilisation permet d'enregistrer l'aide vocale puis de l'Associer au jeu.	Pas encore terminée.

3.4.4 Description détaillée des cas d'utilisation :

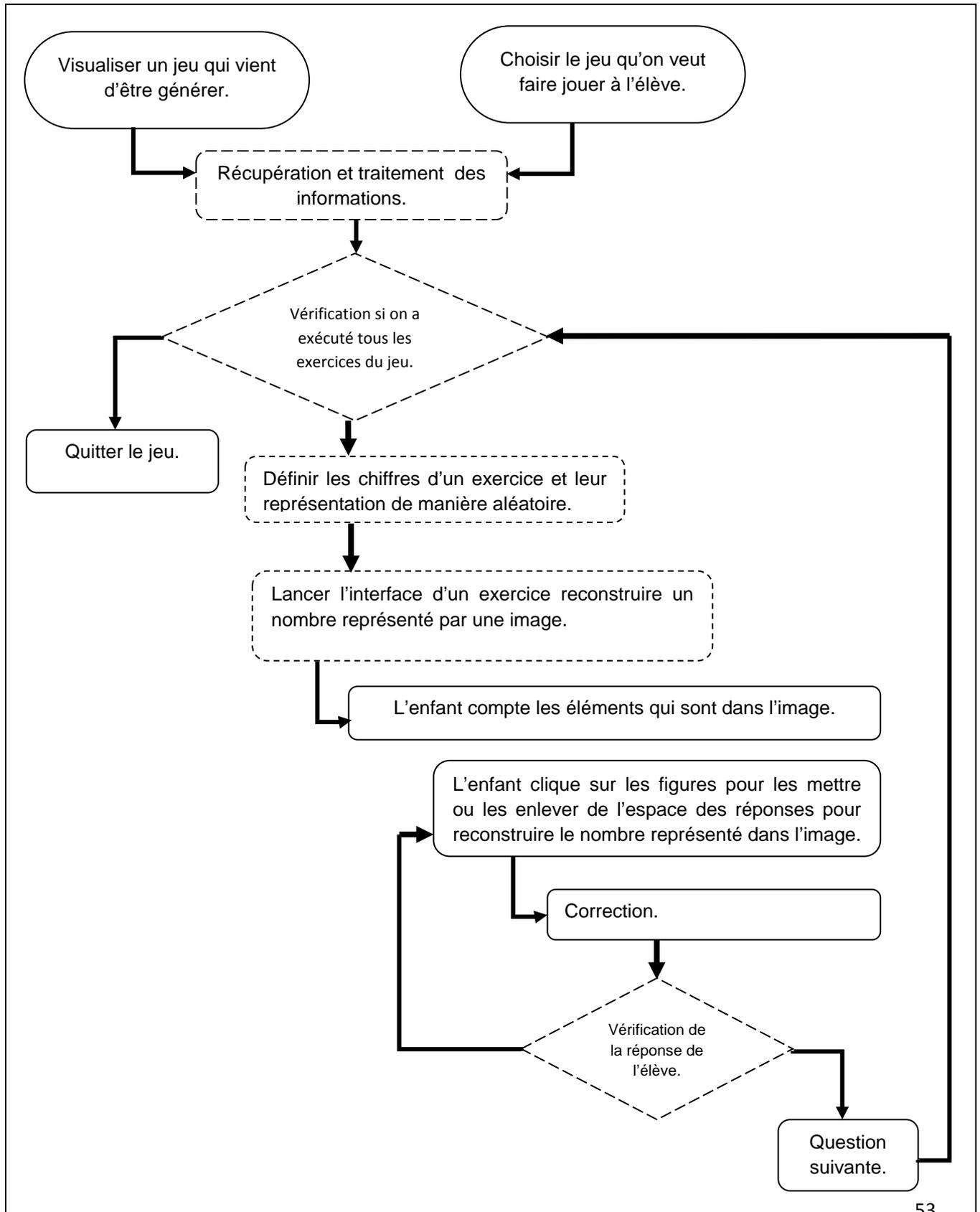
3.4.4.1 Description du cas d'utilisation « Personnaliser le jeu QCM » :



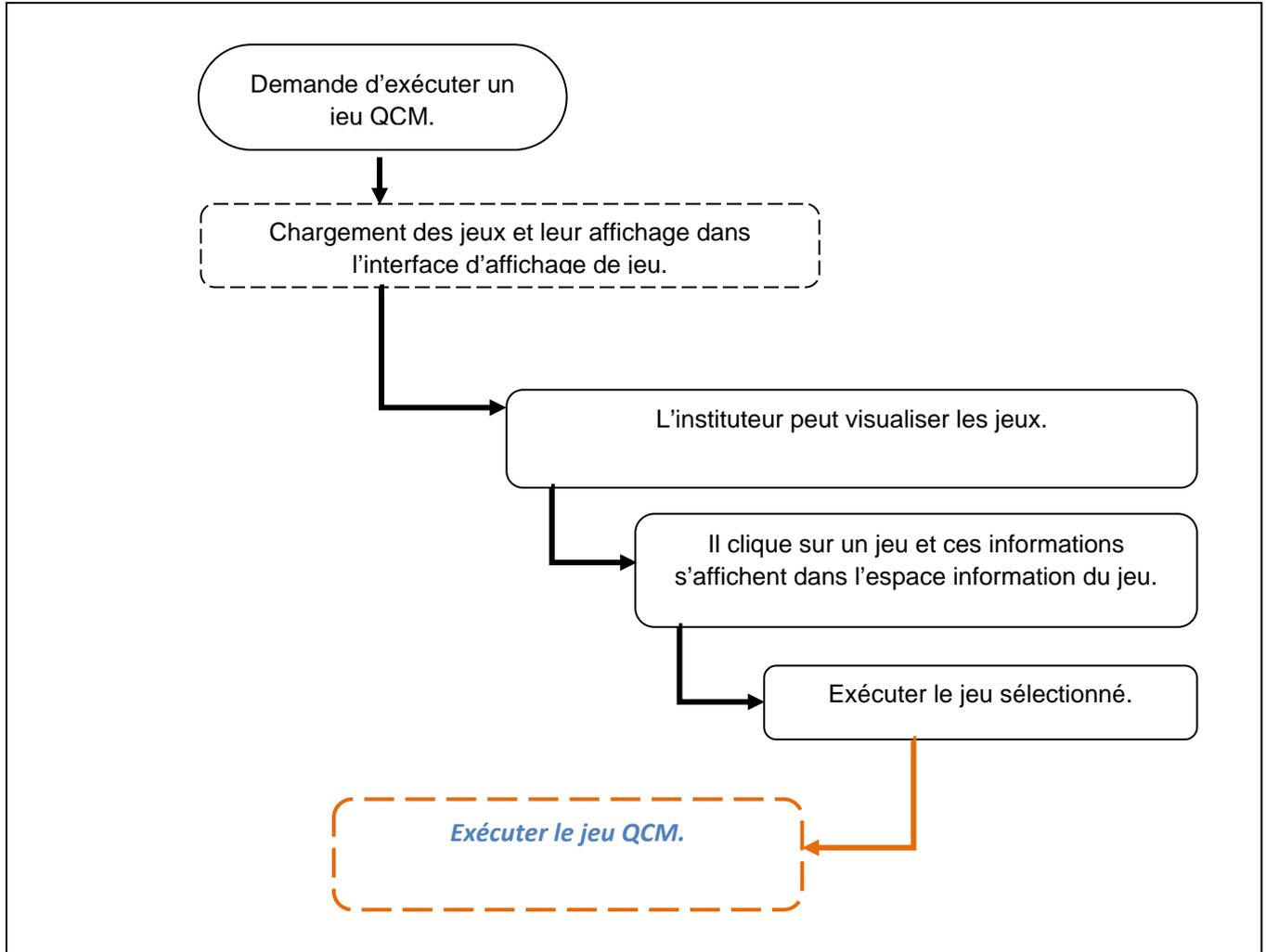
3.4.4.2 Description du cas d'utilisation « enregistrer un jeu » :



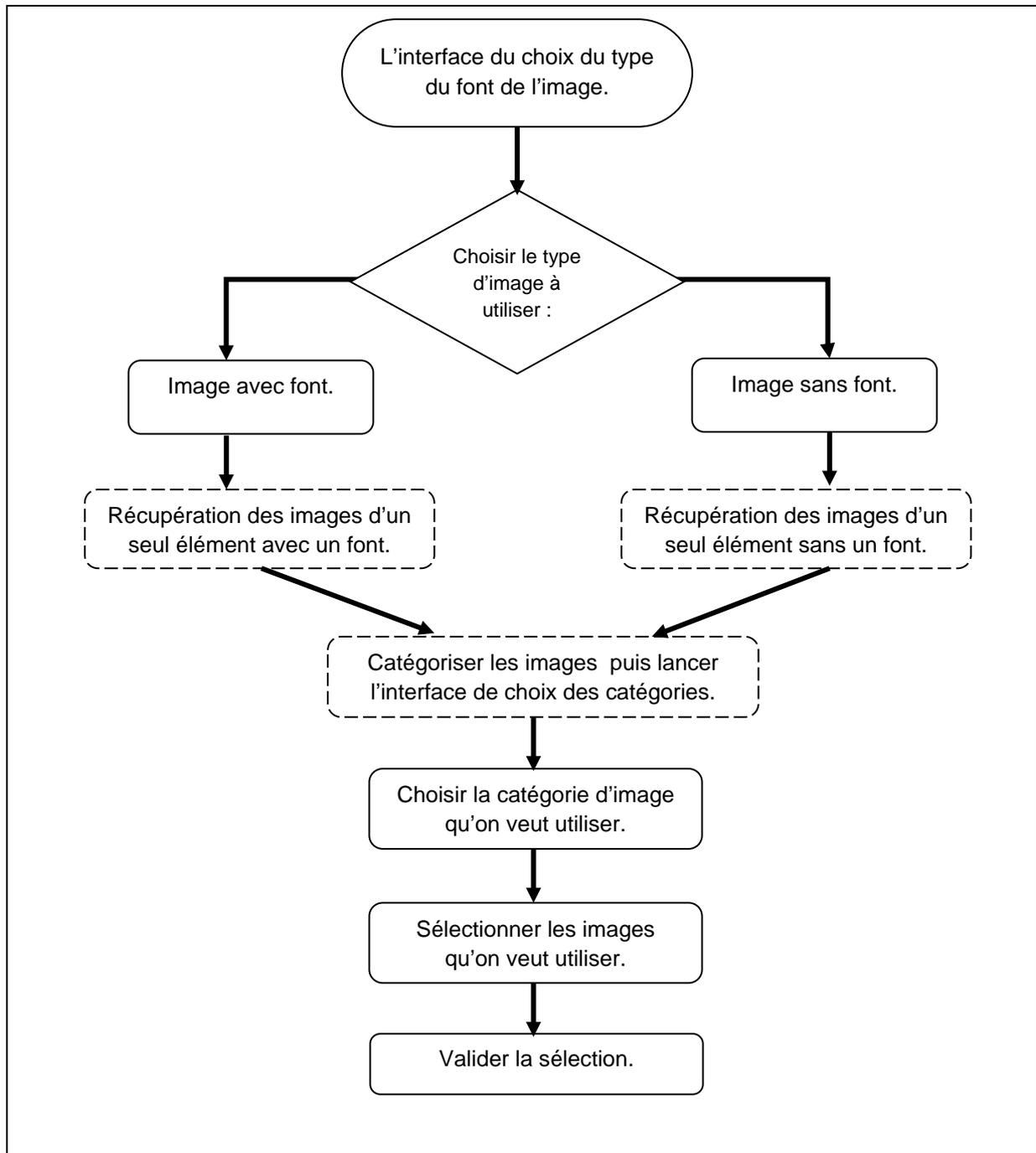
3.4.4.3 Description du cas d'utilisation « Exécuter le jeu reconstruire un nombre qui est représenté par une image »:



3.4.4.4 Description du cas d'utilisation « sélectionner et consulter un jeu QCM » :



3.4.4.5 Description du cas d'utilisation « Choisir les images qu'on va insérer à l'intérieur des figures à partir de la bonde d'images de l'application » :



4 Conception et implémentation :

La partie conception comporte une description générale avec l'interaction entre les principaux composants. Par la suite, on détaille chaque composant avec les principales fonctionnalités. On décrit aussi le schéma de la base de données avec le rôle de chaque table. On finit ce chapitre par une description de l'architecture ainsi que l'environnement de d'implémentation.

4.1 Conception générale :

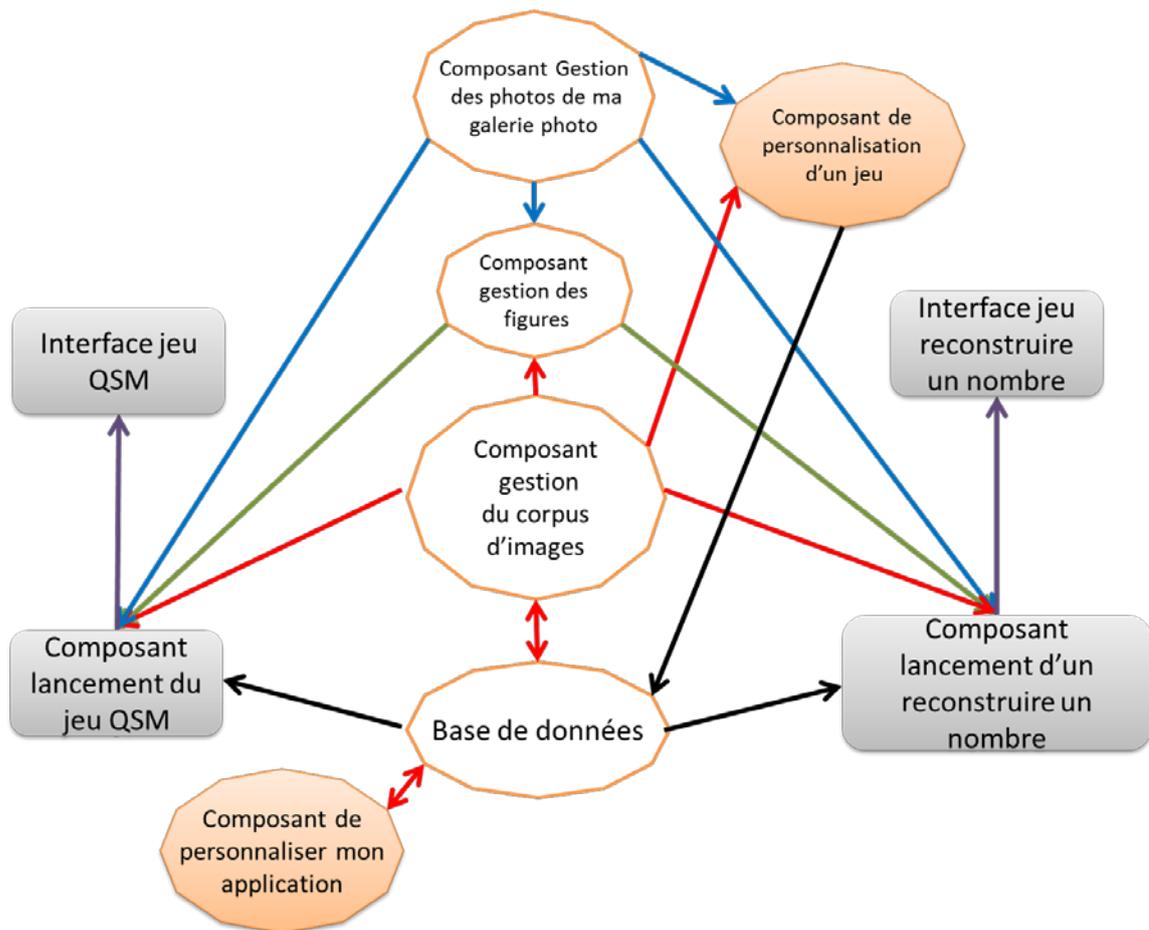


Figure 14- composants du système.

La figure 14 présente les composants de notre système ainsi que les interactions entre eux. Comme on peut le noter, plusieurs composants (par exemple : gestion des figures) sont partagés.

4.1.1 Composant base de données :

Ce composant regroupe toutes les structures et les fonctionnalités qui sont reliés à la base de données. Il permet :

- d'implémenter la base de données.
- de définir les classes reliées à chaque table de la BD.
- d'enregistrer les informations des images dans la BD.
- d'implémenter l'enregistrement des jeux générés par l'instituteur dans la BD.

4.1.2 Composant gestion du corpus d'image de l'application :

Ce composant regroupe toutes les structures et les fonctionnalités qui sont reliées à la bande d'images qui est implémentée dans l'application. Ce composant permet :

- de faire le lien entre les images et leurs informations qui sont stockées dans la BD.
- de définir et d'organiser les images en diverses catégories.
- d'implémenter le chargement des images et de leurs informations pour les afficher sur l'écran.
- d'implémenter le choix et la sélection des images qu'on veut intégrer dans le jeu.
- de vérifier que chaque chiffre a au moins une image qui le représente, si on choisit la représentation des nombres par des images.

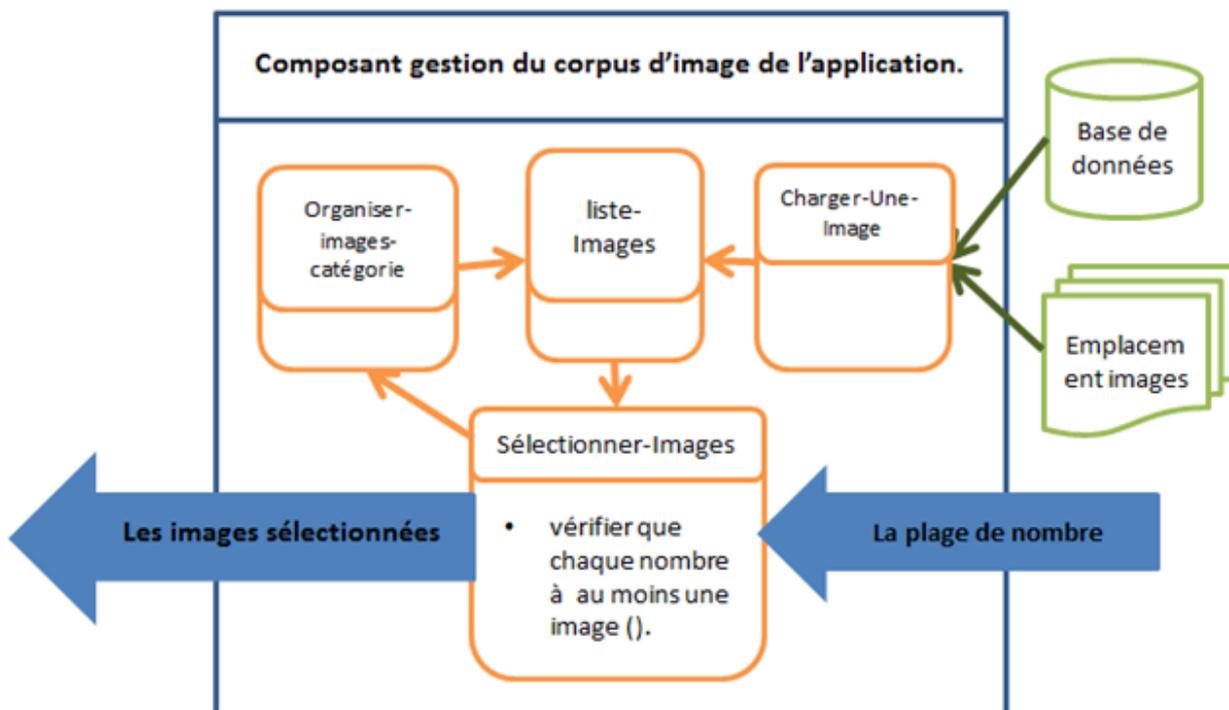


Figure 15- composant gestion du corpus d'image.

4.1.3 Composant gestion des photos de ma galerie photos :

Ce composant regroupe toutes les structures et les fonctionnalités qui sont reliées à ma galerie photos. Ce composant permet :

- d'implémenter le chargement des photos et de leurs informations pour les afficher sur l'écran.
- d'implémenter le choix et la sélection des images qu'on veut intégrer dans le jeu.
- de vérifier que chaque chiffre a au moins une image qui le représente si on choisit la représentation des nombres par des images.
- de vérifier que le dossier où sont enregistrées les photos existe.
- de renvoyer l'application vers la prise de photo s'il y'a un nombre de l'intervalle qui n'a pas d'image qui le représente.
- De prendre une photo.
- D'implémenter l'affectation d'un nombre à la photo prise et son enregistrement dans les métadonnées.
- D'implémenter l'enregistrement de la photo dans le dossier ma galerie photos.
- D'implémenter la consultation des photos déjà prises.

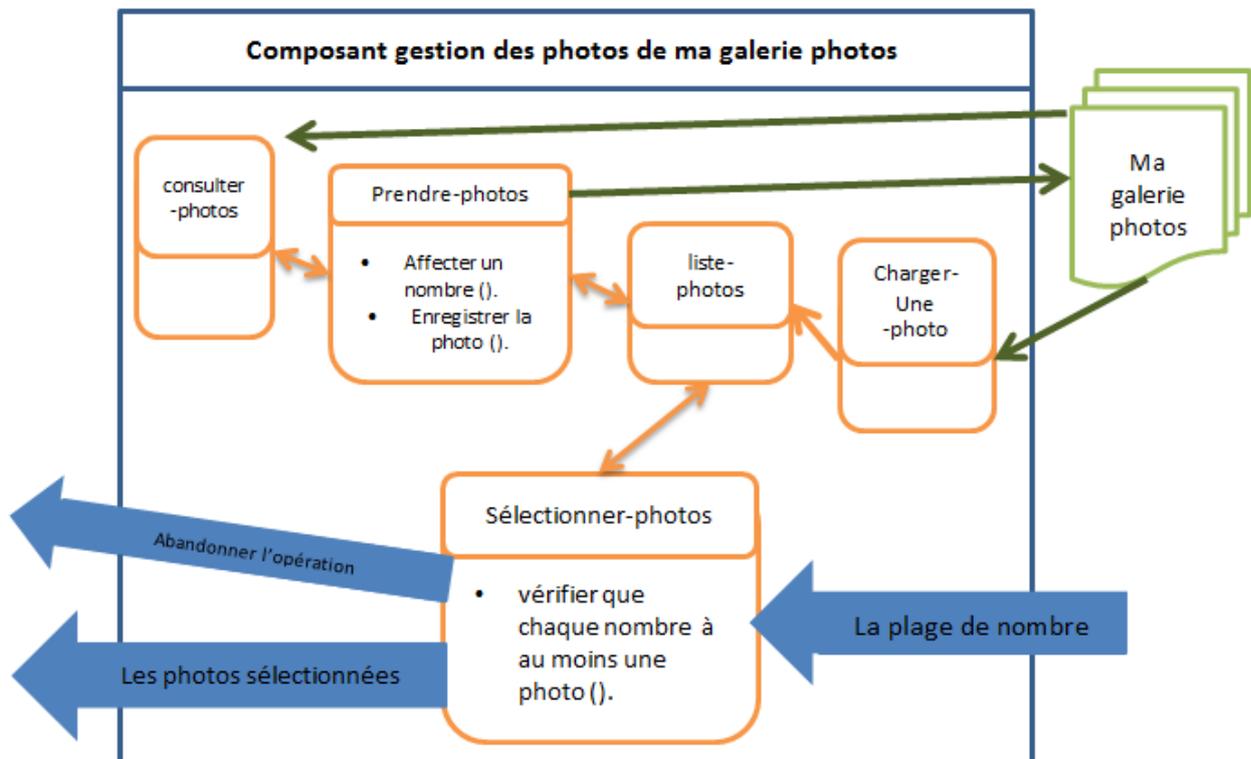


Figure 16- composant gestion des photo de ma galerie photos.

4.1.4 Composant gestion des figures :

Ce composant regroupe toutes les structures et les fonctionnalités qui sont reliées à la création des figures et à la création d'un nombre représenté par des figures, ce composant permet :

- D'implémenter la création d'une figure et de l'afficher.
- De choisir une couleur aléatoire si on est dans la représentation des nombres par des figures avec couleur.
- De choisir une image aléatoirement à partir des images sélectionnées si on est dans la représentation des nombres par des figures avec images.
- Mettre les figures qui vont représenter un nombre dans un rectangle puis afficher le rectangle.

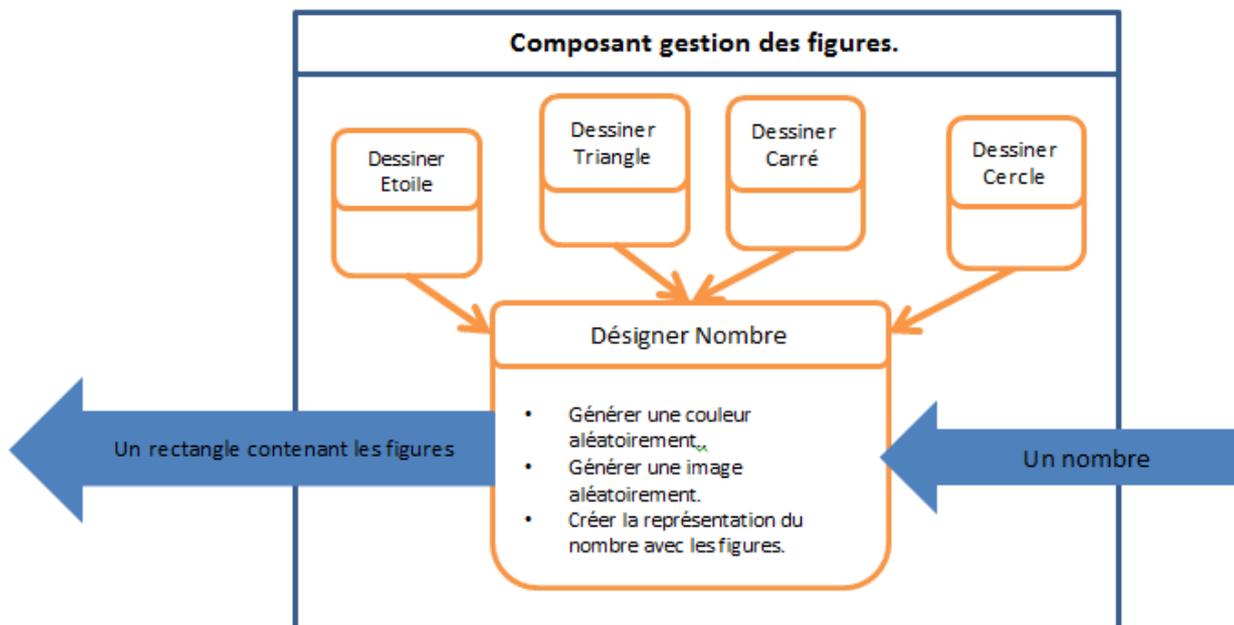


Figure 17- composant gestion des figures.

4.1.5 Composant de personnalisation :

Ce composant regroupe toutes les structures et les fonctionnalités qui sont reliées à la personnalisation d'un jeu QCM et la personnalisation d'un jeu reconstruire un nombre, il permet :

- D'implémenter la personnalisation d'un jeu QCM.
- D'enregistrer un jeu QCM.
- D'implémenter la personnalisation d'un jeu reconstruire un nombre.
- D'enregistrer un jeu reconstruire un nombre.
- D'implémenter La gestion aléatoire des chiffres et des images.

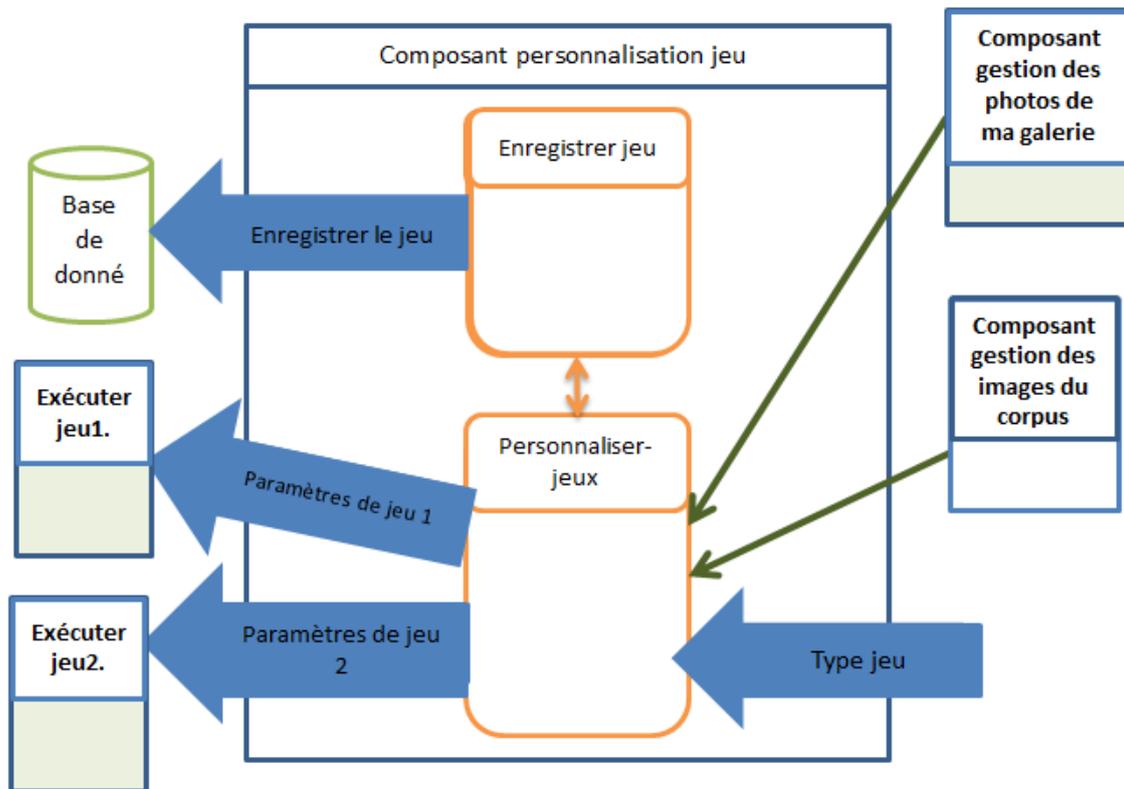


Figure 18- composant personnaliser un jeu.

4.1.6 Composant lancer un jeu reconstruire un nombre :

Ce composant regroupe toutes les structures et les fonctionnalités qui sont liées à l'affichage des jeux, à la visualisation et à la sélection d'un jeu reconstruire un nombre, il permet :

- De récupérer les jeux reconstruire un nombre à partir de la base de données.
- D'implémenter l'affichage des jeux enregistrés dans la BD.
- D'implémenter la visualisation des caractéristiques de chaque jeu sélectionné.
- D'implémenter le Lancement d'exécution d'un jeu reconstruire un nombre.
- D'implémenter la Suppression d'un jeu reconstruire un nombre.
- De récupérer les informations du jeu sélectionné.
- De Définir quelle structure adéquate pour ce jeu.
- D'implémenter l'interface de chaque structure.
- D'implémenter la vérification.

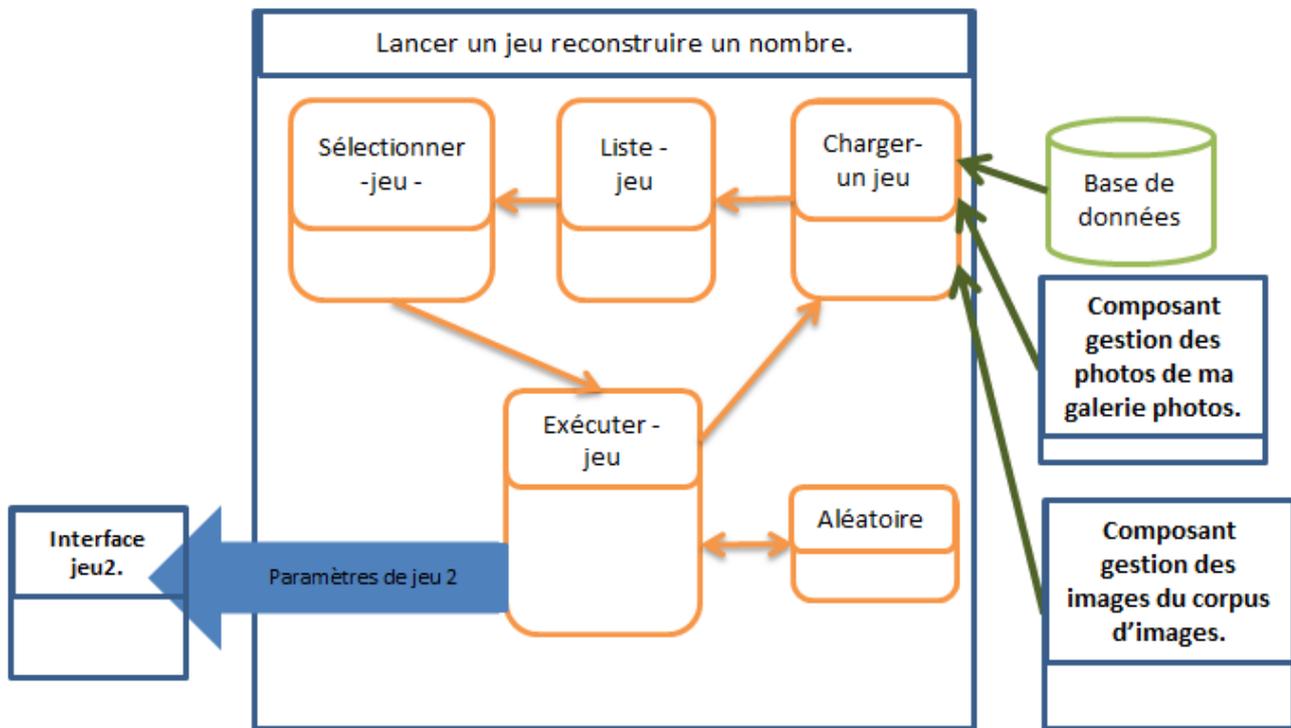


Figure 19- composant : Lancer un jeu reconstruire un nombre.

4.1.7 Composant lancer un jeu QCM :

Ce composant regroupe toutes les structures et les fonctionnalités qui sont reliées à l'affichage des jeux, à la visualisation et à la sélection d'un jeu QCM, il permet :

- D'implémenter l'affichage des jeux déjà enregistrés.
- D'implémenter la Visualisation des caractéristiques de chaque jeu sélectionné.
- D'implémenter le lancement d'exécution d'un jeu QCM.
- D'implémenter la Suppression d'un jeu QCM.
- De récupérer les informations du jeu sélectionné.
- De Définir qu'elle est la structure adéquate pour ce jeu.
- D'Implémenter l'interface de chaque structure.
- D'implémenter la vérification.

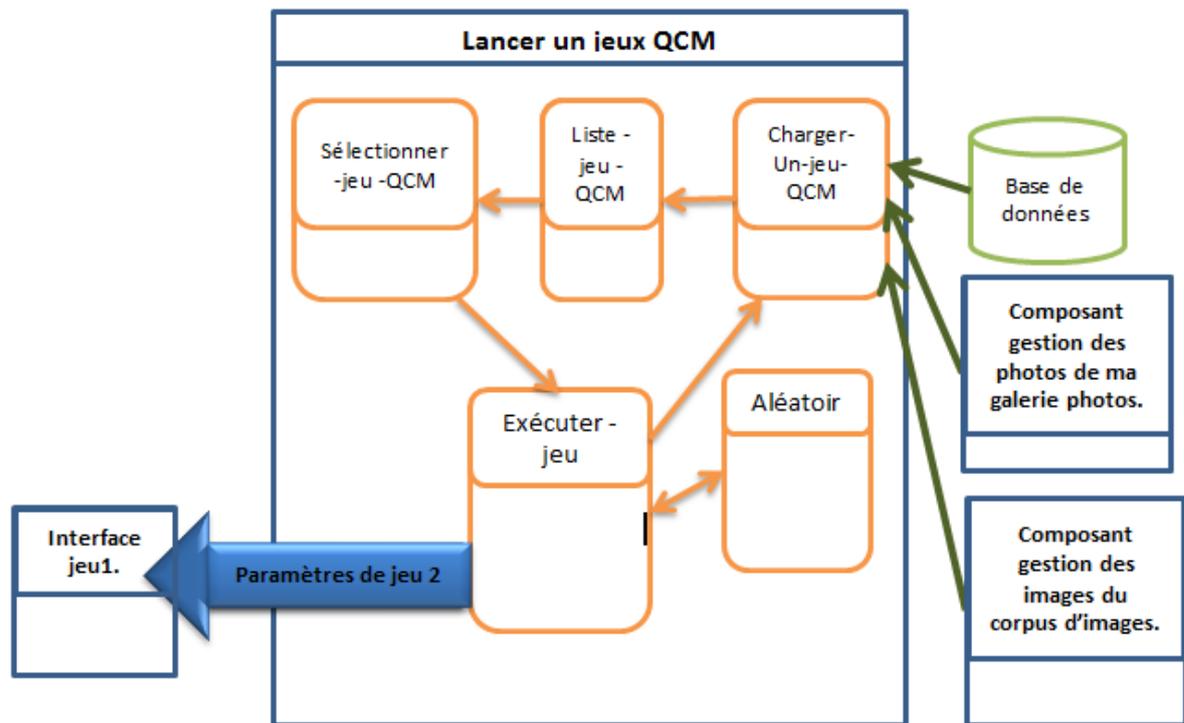


Figure 20- composant : Lancer un jeu QCM.

4.1.8 Composant interface jeu QCM :

Ce composant regroupe toutes les structures et les fonctionnalités qui sont reliées à la gestion des interfaces du jeu QCM, les interfaces sont :

- Interface QCM image – image.
- Interface QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est cinq.
- Interface QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est dix.
- Interface QCM Figure – Figure QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est cinq.
- Interface QCM Figure – Figure QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est dix.
- Interface QCM Figure – image QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est cinq.
- Interface QCM Figure – image QCM image – Figure Avec le chiffre maximal de la plage est dix.

4.1.9 Composant interface jeu reconstruire un nombre :

Ce composant regroupe toutes les structures et les fonctionnalités qui sont reliées à la gestion des interfaces du jeu reconstruire un nombre, les interfaces sont :

- reconstruire un nombre image – image.
- reconstruire un nombre : image – Figure.
- reconstruire un nombre : Figure – Figure.

4.1.10 Composant personnaliser mon application

Ce composant regroupe toutes les structures et les fonctionnalités qui sont reliées à personnalisation générale de l'application.

4.2 Schéma globale de la base de données :

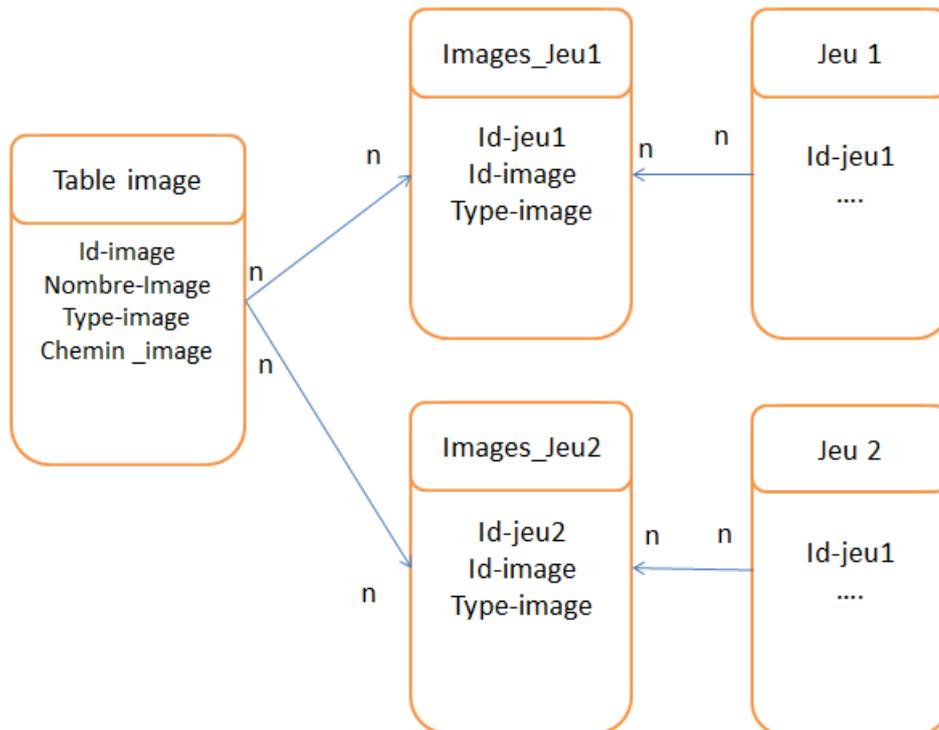


Figure 21 – schéma de la base de données.

Notre base de données est constituée de cinq tables :

1. Table image:

C'est une table qui contient les informations sur les images stockées dans l'application, les informations les plus importantes sont :

- Id-image : identifiant propre et unique de l'image.
- nombre-image : le nombre qui est affecté à l'image et qui représente son nombre d'éléments.
- type-image : définit le type de l'image représentée par un chiffre de un à trois :
 - image qui représente un nombre.
 - image sans font insérée à l'intérieur des figures.
 - image avec font insérée à l'intérieur des figures.

2. Table jeu1:

C'est une table qui contient toutes les informations de personnalisation sur les jeux QCM : Id_jeu1, représentation-nombre-réponse, représentation-nombre-question, val-max, val-min...

Les liens vers les images du jeu sont enregistrés dans la table : Table images-jeu1.

3. Table jeu2:

C'est une table qui contient toutes les informations de personnalisation sur les jeux reconstruire un nombre : Id_jeu2, représentation-nombre-réponse, représentation-nombre-question, val-max, val-min...

Les liens vers les images du jeu sont enregistrés dans la table : Table images-jeu1.

4. Table images-jeu1 :

C'est une table qui contient les liens vers les images qu'on va utiliser dans un jeu de type jeu1 :

- Id_images-jeu1 : indentant propre et unique de la table.
- Id_jeu1 : indentant propre et unique à un jeu 1.
- Id-image : indentant propre à une image qui est utilisée dans le jeu avec l'identifiant id_jeu1.
- nombre-image : le nombre qui est affecté à l'image qui a été choisi pour ce jeu1.

Cette table contient pour chaque jeu1 enregistré autant d'entrées avec le même ID_jeu1 que de nombre d'images qui sont utilisées dans ce jeu.

5. Table images-jeu2:

C'est une table qui contient les liens vers les images qu'on va utiliser dans un jeu de type jeu2 :

- Id_images-jeu2 : indentant propre et unique de la table.
- Id_jeu1 : indentant propre et unique à un jeu 2.
- Id-image : indentant propre à une image qui est utilisée dans le jeu avec l'identifiant id_jeu2.
- nombre-image : le nombre qui est affecté à l'image qui a été choisi pour ce jeu2.

Cette table contient pour chaque jeu2 enregistré autant d'entrées avec le même ID_jeu2 que de nombre d'images qui sont utilisées dans ce jeu.

4.3 Architecture de l'application :

L'architecture système de notre application se distingue selon trois sous-systèmes (figure 22) pour lesquels il existe un échange de message :

La couche IHM : est constitué des interfaces de l'instituteur et des interfaces de l'enfant.

- Les interfaces qui devraient être mises à la disposition de l'instituteur sont :
 - Interface personnalisation jeux QCM.
 - Interface personnaliser jeu reconstruire un nombre.
 - Interface personnaliser mon application.
 - Interface choix image.
 - Interface prise de photo.
- Les interfaces qui devraient être à la disposition de l'enfant sont :
 - Interface jeu QCM.

- Interface jeu reconstruire un nombre.

La couche backend : contient le cœur du système. Il comporte le processus principal qui se lance au démarrage et qui coordonne le reste des modules de l'application ; ainsi que toutes les composants des traitements nécessaire au fonctionnement de l'application.

La couche base de données : contient la base de données (type SQLite) ainsi que les ressources images de l'application.

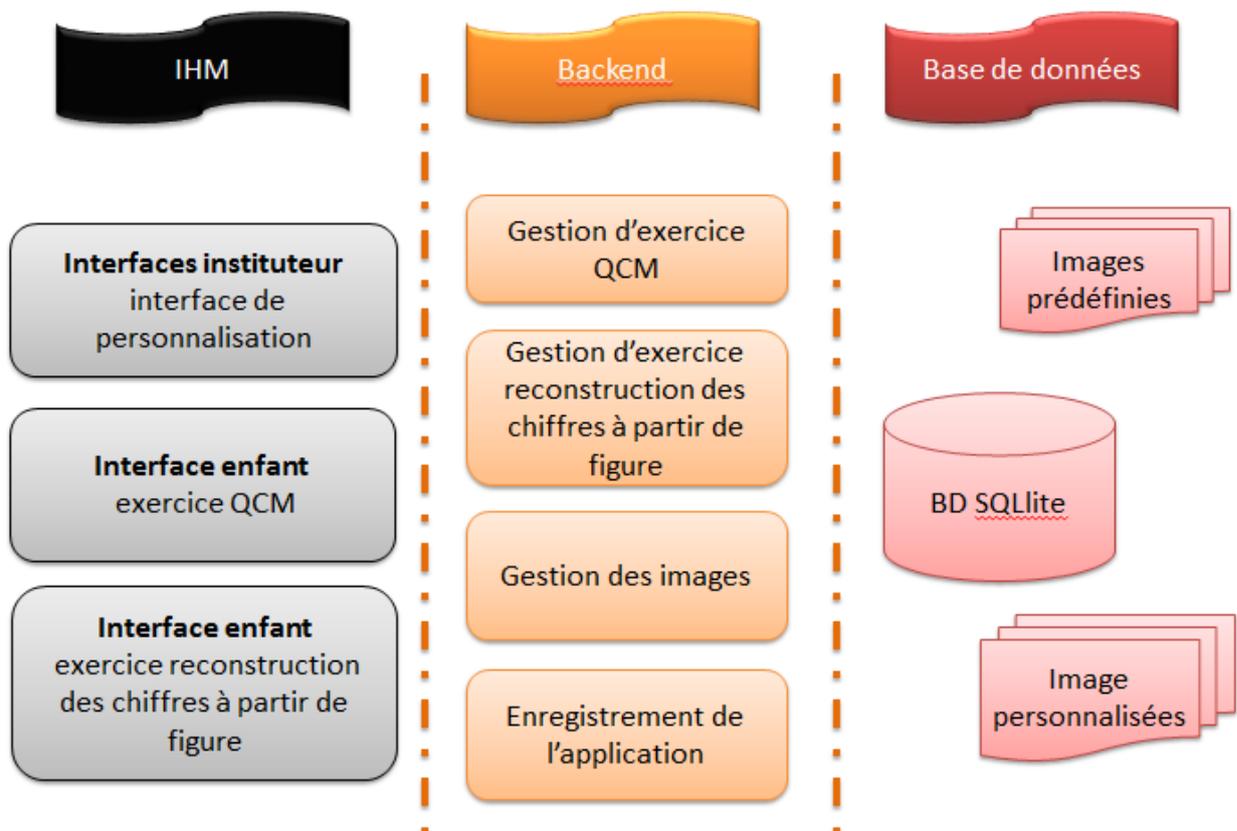


Figure 22 – Architecture du système.

4.4 Environnement d'implémentation :

On présente ici les différents éléments de l'environnement et du développement.

4.4.1 Présentation d'Android :

Android est un système d'exploitation mobile open source. On peut retrouver le système Android dans des smartphones, des tablettes mais aussi dans des objets connectés tels que les téléviseurs et les automobiles. En termes d'influence, Android est le système d'exploitation le plus utilisé dans le monde avec plus de 80% de parts de marché, ce qui conforte notre choix d'utiliser cette technologie.

Du point de vue développement, Android est un ensemble de logiciels (Framework) destiné à fournir une solution globale pour les appareils, les mobiles et les tablettes tactiles. Android se base sur JAVA comme langage de développement. L'ensemble de la bibliothèque standard d'Android ressemble à J2SE (Java Standard Edition) de la plateforme Java. La principale différence est que les bibliothèques d'interface graphique AWT et Swing sont remplacées par des bibliothèques d'Android.

4.4.2 Paramètres de développement et de test :

Paramètres	Valeur	Commentaire
Version de Java.	JDK 1.7	Compatible avec toutes versions antérieures.
Version d'Android.	5.0.1 – Lollipop	
Système GSBD.	SQL lite	Version plus adaptée pour les applications embarquées.
Environnement de Dev.	Eclipse Luna 4.4.1	
Système d'exploitation.	Windows 7	
Type Tablette.	Samsung galaxy tab	
Version Android tablette.	4.2.1	Version antérieure à la version de développement.
Capacité de stockage.	5GO	

5 Tests et validations :

On présente dans cette section les tests de validation afin de contrôler et s'assurer que les fonctionnalités décrites dans la spécification de la solution sont bien fonctionnelles. En premier, on effectue des tests de performances pour estimer les temps d'exécutions des différentes tâches. Ces tests pourront être complétés par une mesure de d'utilisation mémoire et CPU. Après on présente les tests fonctionnelles à effectuer par l'instituteur (la création de jeux) et l'élève (l'exécution du jeu). Les tests utilisateurs sont toujours en cours, cependant nous avons effectué tous les tests unitaires et d'intégration nécessaire.

5.1 Tests de performances :

Action.	Temps d'exécution en millisecondes (moyenne).	Nombre de tests.
Chargement de ma galerie photos.	2378 ,75	10
Chargement corpus image.	2067 ,83	10
Chargement liste jeu 1.	1191.2	5
Chargement liste jeu 2	1593.68	5
Chargement jeux 1 : photo galerie + figure.	2346 ,77	5
Chargement jeux 1 : corpus image+ figure.	1337,32	5
Chargement jeux 1 : photo galerie + image.	976,63	4
Chargement jeux 1 : corpus image+ image.	775,87	4
Chargement jeux 2 : photo galerie+ figure .	1382 ,06	4
Chargement jeux 2 : corpus image+ figure.	953,92	5

Avec ces quelques tests, on remarque que le chargement des photos de ma galerie prend pratiquement le même temps que le chargement des images du corpus.

En comparant l'exécution des jeux, on remarque que le jeu QCM avec figures et images de la galerie prend plus de temps pour se charger qui est à la limite acceptable, les autres jeux ont une exécution plus ou moins fluide.

5.2 Tests utilisateurs :

L'objectif de cette section d'effectuer les tests nécessaires afin de valider notre solution du point de vue de la conception et de la réalisation.

Ces tests seront réalisés auprès de deux populations cibles :

- Instituteur.
- Enfant autiste.

Les tests sont spécifique à chaque population cible car les objectif ne sont pas les même selon le type d'utilisateur. Les tableaux ci-dessous décrivent les cas de tests à effectuer (cahier de test). Pour chaque test, on note dans la colonne « validation » le résultat global du test (validé, non validé). La colonne « bug mineur » note bug non bloquants (par exemple un contrôle manquant). La colonne « Remarques » contiendra les éventuelle remarques et améliorations à apporter (par exemple des suggestions sur l'ergonomie: taille de police, position composant, couleurs).

1. Création d'un jeu QCM.

Création d'un jeu QCM.					
Cas de teste fonctionnelle.			Résultats de test.		
			Validation.	Bugs mineurs.	Remarques (ex. ergonomie).
Choix représentation de nombre pour les questions et pour les réponses.			Validé.	Corriger autographe.	Besoins d'un tutoriel pour maitriser les possibilités.
Plage de nombre à traiter.			Validé.		Espace de sélection un peu petit. Il faut augmenter la police.
Sélection des images.	Image à partir du corpus d'image.	Choisir les catégories.	Validé.		Quitter les catégories de manier automatique.
		Image simple.	Validé.	Image enregistrée sans chiffre affecté à elle.	
		Image figure avec font.	Validé.		
		Image figure sans font.	Validé.		
		Visualiser les images.	Validé.		Ajouter l'affichage du nombre affecté.
		Sélectionner les images.	Validé.		

Image à partir de ma galerie photo.	valider les images.	Validé.		
	Visualiser les images.	Validé.		Ajouté l'affichage du nombre affectée.
	Sélectionner les images.	Validé.		
	valider les images.	Validé.		
Sélectionner nombre d'exercice.		Validé.		Augmenter la police.
Sélectionner nombre de réponse.		Validé.		Augmenter la police.
Sélectionner nombre de réponse juste.		Validé.		Augmenter la police.
Saisir le nom jeu.		Validé.	Corriger autographe.	Augmenter la police.
Consigne.		Validé.		
Valider.		Validé.		
Enregistrer.		Validé.		

2. *Création d'un reconstruire un nombre.*

Création d'un jeu reconstruire un nombre.	
Cas de teste fonctionnelle.	Résultats de test.

		Validation	Bugs mineurs	Remarques (ex. ergonomie)
Choix représentation de nombre pour les questions et pour les réponses.		Validé.		
Plage de nombre à traiter.		Validé.		Espace de sélection un peu petit.
Sélection des images.	Image à partir du corpus d'image.	Choisir les catégories.	Validé.	<ul style="list-style-type: none"> • Arrière-plan non homogène avec le reste. • Quitter les catégories de manier automatique. • Bouton non esthétique.
		Image simple.	Validé.	Image enregistrée sans chiffre affecté à elle.
		Image figure avec font.	Validé.	
		Image figure sans font.	Validé.	
		Visualiser les images.	Validé.	Ajouter l'affichage du nombre affecté.
		Sélectionner les images.	Validé.	
		valider les images.	Validé.	
	Image à partir de ma galerie photo.	Visualiser les images.	Validé.	Ajouter l'affichage du nombre affecté.
		Sélectionner les images.	Validé.	

		valider les images.	Validé.		
Sélectionner nombre d'exercice.			Validé.		Augmenter la police.
Sélectionner nombre d'exercice.			Validé.		Augmenter la police.
Saisir le nom jeu.			Validé.		Augmenter la police.
Consigne.			Validé.		
Valider.			Validé.	Si le champ « nombre d'exercice » vide alors on obtient une erreur. Il faut ajouter un control.	
Enregistrer.			Validé.		

3. Exécution d'un jeu « reconstruire un nombre ».

Lancement d'un jeu « reconstruire un nombre ».			
Cas de teste fonctionnelle.	Résultats de test.		
	Validation.	Bugs mineurs.	Remarques (ex. ergonomie).

Affichage de la liste des jeux sauvegardés en base.		Validé.		
Visualisation des informations d'un jeu.		Validé.	Corriger autographe.	
Sélection et chargement du jeu.		Validé.		
Pour chaque exercice, vérifier qu'il respecte le paramétrage du jeu.	La représentation du nombre à apprendre.	Validé.		
	L'espace de sélection contient 1 figure.	Validé.		
	Le nombre d'exercices.	Validé.		
	Les images utilisées.	Validé.		
Vérifier que les figures sont cliquables dans les deux sens : déplacement des figures d'un espace à un autre.		Validé.	Enlever l'arrière-plan des espaces, sélection et réponse.	
La vérification d'une réponse.		Validé.		
Vérification de l'affichage de l'image d'encouragement.		Validé.		L'image doit disparaître au bout de 2 secondes.
L'affichage discret du message d'erreur.		Validé.		
Vérification de l'affichage de la consigne.		Validé.		
Consigne verbale.		Non Validé.		
Le passage à la question suivante.		Validé.		
Suppression d'un jeu.		Validé.		

4. Exécution d'un jeu « QCM ».

Lancement d'un jeu « QCM ».

Cas de teste fonctionnelle.		Résultats de test.		
		Validation.	Bugs mineurs.	Remarques (ex. ergonomie).
Affichage de la liste des jeux sauvegardés en base.		Validé.		
Visualisation des informations d'un jeu.		Validé.		
Sélection et chargement du jeu.		Validé.		
Pour chaque exercice, vérifier qu'il respecte le paramétrage du jeu.	La représentation du nombre à apprendre.	Validé.		
	Le nombre d'exercices.	Validé.		
	Les images utilisées.	Validé.		
	Le nombre de réponses.	Validé.		
Le nombre de réponses juste.		Validé.		
Vérifier que les réponses sont cliquables.		Validé.		
Quand on sélectionne une réponse on vérifie le changement.		Validé.		
La vérification d'une réponse.		Validé.		
Vérification de l'affichage de l'image d'encouragement.		Validé.		L'image doit disparaître au bout de 2 secondes.

L'affichage discret du message d'erreur.	Validé.		
Vérification de l'affichage de la consigne.	Validé.		
Consigne verbale .	Non validé.		En cours de réalisation.
Le passage à la question suivante.	Validé.		
Suppression d'un jeu.	Validé.		

6 Conclusion et perspectives :

Le contexte général du stage est les outils et méthodes d'enseignement des mathématiques et plus spécifiquement les nombre à des enfants atteints de troubles autistiques. Le constat est un besoin d'outils et d'applications informatiques afin d'aider l'instituteur dans sa démarche pédagogique.

En effectuant une étude comparative des applications et des outils existants, on a pu constater un manque de flexibilité en termes de possibilité de paramétrage de ces applications, ainsi qu'une impossibilité de préprogrammer un type d'exercice à réutiliser ultérieurement.

Le stage essaye de répondre à ces exigences avec la conception et la réalisation (développer) d'une application Android pour tablette « AntiNombre ». Cette application va servir comme support pédagogique à l'enseignement de mathématiques afin d'offrir un outil d'apprentissage des nombres à l'enfant autiste. Cet outil va permettre de générer des jeux paramétrables autour des nombres. Des images personnalisées selon les préférences de chaque enfant sont utilisées dans ces jeux.

Dans ce stage, on a réalisé une analyse des besoins afin de déterminer toutes les fonctionnalités et spécificités (fonctionnelles et techniques) requises afin d'atteindre les objectifs fixés. Sur cette base, on a réalisé une solution globale et une conception détaillée des différents composants de la solution. Ce travail a permis de fournir les détails du comportement fonctionnel de notre application et démontre les apports et les améliorations par rapport à l'existant.

Les principaux apports de notre solution sont :

- Utilisation paramétrable des images avec des catégories prédéfinies.
- Permet une représentation riche des nombres.
- Auto génération des exercices selon les paramètres préenregistrés du jeu.
- Permettre une sauvegarde et un lancement des jeux.

On a développé par la suite l'implémentation de l'application ainsi que les choix d'environnement. Nous avons détaillé la partie base de données et les choix de conception et d'implémentation afin d'avoir les meilleures performances.

Les tests de performances de notre application AntiNombre ont montré des résultats concluants. Cependant, des tests sur d'autres appareils avec différentes capacités (puissance) et version de système pourraient étoffer nos tests et notre validation. Concernant les tests utilisateurs, nous avons rédigé les scénarios de tests pour chaque catégorie d'utilisateur. Les tests couvrent toutes les fonctionnalités importantes de notre application. De notre côté, nous avons réalisé les tests nécessaires afin de vérifier le bon comportement de l'application comme il est décrit dans la spécification. Cependant, les tests utilisateurs devraient nous apporter un meilleur feedback sur l'utilisation de l'application, avec notamment des bugs, des remarques et améliorations sur l'ergonomie et des améliorations possibles. Cette phase est toujours en cours.

Notre travail ouvre la porte à de nouvelles perspectives. Une première serait de permettre d'importer et d'exporter des exercices. Le but serait de sauvegarder un exercice sur une tablette donnée,

de l'exporter (en fichier par exemple) et ensuite de l'importer sur une autre tablette, cela permettra aussi aux enseignants utilisant notre application de s'échanger des exercices, l'autre amélioration c'est de permettre d'importer des images à partir d'autres sources que la galerie photos ou le corpus, par exemple des images récupérées du web et téléchargées sur la tablette. Une troisième perspective serait d'avoir une gestion des catégories d'images. Notre application a un nombre fini et fixe de catégories, ce qui peut limiter les possibilités d'utilisation des catégories. Le but de l'évolution est de permettre à l'enseignant de créer de nouvelles catégories plus fines (par exemple : les objets de la maison) ou même une catégorie par élève.

De manière plus globale, on peut envisager de travailler sur une solution pour permettre de reproduire ce type d'application pour d'autre enseignement que les nombres avec le même objectif de pouvoir personnaliser les exercices pour s'adapter aux besoins de l'enseignant et de l'élève.

7 Bibliographies:

1. Bibliographies de l'état de l'Art

- [1] Kanner L, Problems of nosology and psychodynamics in early childhood autism, *Am J Orthopsychiatry* 19 (3): 416–26. (1949).
- [2] Kanner L Irrelevant and metaphorical language in early infantile autism, *American Journal of Psychiatry*, 1946.
- [3] Wing, A. Attwood, *Syndromes of Autism and Atypical Development*, *Handbook of Autism and Pervasive Disorders*, New York, 1987.
- [4] Autistic spectrum disorders, ISSN 0959-8138 (*BMJ : British medical journal* / 312, no. 7027, (1996): 327).
- [5] Laurent Mottron, *L'autisme, une autre intelligence: diagnostic, cognition et support des personnes autistes sans déficience intellectuelle*, Edition Editions Mardaga, 2004.
- [6] Mottron, L., Bonnel, A., Bouvet, L., Samson, F., Burack, JA, Dawson M., Heaton, P., *Veridical mapping in the development of exceptional autistic abilities*, *Neurosci Biobehav*, 2013.
- [7] C. Kasari et E. Rotheram-Fuller, « Current trends in psychological research on children with high-functioning autism and Asperger disorder », *Current Opinion in Psychiatry*, vol. 18, no 5, p. 497–501, 2005.
- [8] Michel Grollier, Marie Leblanc, Soizig Michel, *Autisme sévère, syndrome d'Asperger, écarts et similitudes*, *L'Évolution Psychiatrique*, ISSN 0014-3855, April 2015.
- [9] Geneviève DUTILLIEUX. *Enseignement des mathématiques et enfants autistes. Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, *Apprentissage des mathématiques et élèves «différents»*, vol. 41, n° 1, pp. 65- 90 2008.
- [10] Oliver Sacks, *Ma vie d'autiste* (Odile Jacob, 1986).
- [11] Lori A. Frost et Andrew S. Bondy, *Picture exchange communication system*, Pyramid educational consultants 1994, Inc.
- [12] Walker, M. *Teaching sign language to deaf mentally handicapped adults*. (Institute of Mental Subnormality Conference Proceedings) *Language and the Mentally Handicapped*, 3, 3-25. British Institute of Mental Handicap, Wolverhampton Road, Kidderminster, England 1977.
- [13] Eric Schopler ; Robert Jay Reichler, Margaret Lansing, *Stratégies éducatives de l'autisme*, Paris, Médecine et psychothérapie, Masson, 1988.
- [14] Lovaas OI, "Behavioral treatment and normal educational and intellectual functioning in young autistic children". *J Consult Clin Psychol* 55 (1): 3–9. 1987.
- [15] Comité consultatif national d'éthique : <http://www.ccne-ethique.fr/>
- [16] Eugène Urban, *autiste apprenti lecteur recherche ordinateur tuteur. esesperement : revue d'actualité et de réflexion pour l'action éducative*, n.119 (decembre 1999).
- [17] Eric GREFF, *Recueil d'application pour Rapport INS HEA* (2014).
- [19] <http://www.integrascal.fr/fichepedago.php?id=43>.
- [

2. Bibliographies su Android

- [A] D. Guignard, J. Chable, E. Robles, N Sorel, *Programmation Android: De la conception au déploiement, avec le SDK Google Android 2*, Editions Eyrolles, 2011.
- [B] Grant Allen, *L'art du développement Android*, 4e édition Pearson, 2012.
- [C] developer.android.com
- [D] openclassrooms.com
- [E] androids.help

3. Sources des images du corpus d'images

- pixabay.com
- <http://fr.clipart.me/free-vecto>
- <http://classroomclipart.com/clipart/Clipart.htm>
- <http://www.sclera.be/fr/picto/links>
 - ⇒ Imagine Symbols
 - ⇒ Arasaac
- <http://www.wpclipart.com/downloads.html>