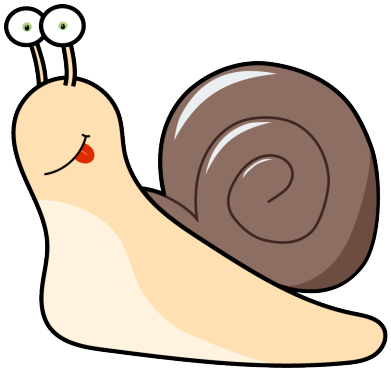
Rapport de Projet

Jeu 2D pour mobile
Heliko



Auteurs
Thibaut Castanié
Jolan Konig
Noé Le Philippe
Stéphane Wouters

Encadrant
Mathieu Lafourcade
Master
IMAGINA

Année universitaire 2014-2015

Remerciements

Table des matières

1 Introduction

2 Analyse du projet

2.1 Analyse de l'existant

Plusieurs jeux au gameplay approchant celui visé par l'équipe ont été testés. Voici ce qu'il en ressort au niveau du gameplay.

Jeux basés sur la musique On y trouve souvent une musique par niveau. Il faut taper sur plusieurs notes en synchronisation avec la musique qui est jouée en arrière-plan. Les notes ont généralement été posées manuellement par les concepteurs, en fonction du niveau. Certains jeux permettent de charger directement ses propres MP3, la génération du niveau est donc faite à la volée en fonction du fichier.
Exemples : Guitar Hero sur console, TapTap sur iOS et applications de promotions d'album.

Jeux basés sur l'habilité ryhtmique Il existe aussi des jeux basés sur l'habileté de l'utilisateur et sa vitesse de réaction où le principe est de taper sur l'écran au bon moment et au bon endroit. L'accent est mis sur le style graphique, il n'y a pas une grande variété dans les musiques et elles n'ont pas de lien direct avec les niveaux. La musique n'est là que pour apporter du rythme ainsi qu'un élément addictif, si elle est agréable à l'oreille.
Exemples : Geometry Dash, SineWave et Colorace sur smartphones.

Jeu de type "Runner" Enfin, certains jeux ne proposent qu'un gameplay rapide et de beaux graphismes, en ne prêtant que peu d'importance à la musique. Le contenu du jeu est ainsi plus fourni en niveaux, en personnages et fonctionnalités et les graphismes du jeu sont donc, en conséquence, plus approfondis. L'utilisateur ne joue qu'en fonction de ce qui apparaît à l'écran. La musique peut changer en fonction de l'avancée dans le niveau.
Exemples : Temple Run sur mobile. Bit.Trip sur Wii et PC.

2.1.1 Principes dégagés

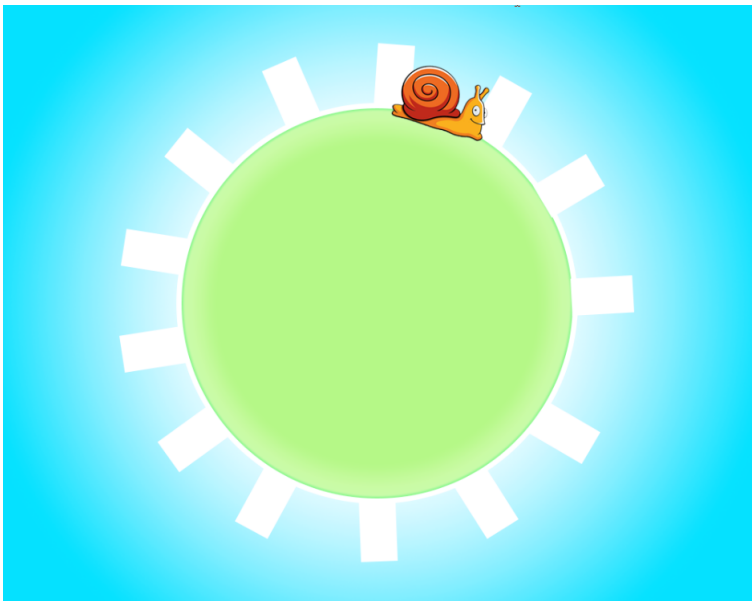
Le principe des jeux musicaux nous plait, mais nous ne pouvons pas nous permettre d'utiliser des catalogues de musique existants pour des questions de droits d'auteur. De plus, générer les niveaux de façon procédurale par rapport à de la musique nous semblait intéressant mais après de longues réfléxions nous avons préféré nous concentrer sur d'autres priorités. Autrement, créer de nombreux niveaux à la main aurait été une tâche fastidieuse que nous voulions éviter. A l'opposé, créer un jeu de type *Runner* ne demande que très peu de travail sur le contenu (il y a beaucoup de génération aléatoire), mais le principe du jeu, trop simple, nous semblait peu intéressant sur le plan enseignement. Nous avons ainsi décidé de créer un moteur

de mini-jeux rythmique générique, afin de créer des scènes complexes et difficiles qui demandent un apprentisage de la part de l'utilisateur. Ceci nous assure une durée de vie de jeu correcte, sans devoir créer trop de contenu.

2.2 Cahier des charges

2.2.1 Principe de progression

Le joueur lance le jeu et découvre un monde totalement vide sans aucune animation ni effet sonore. Un simple métronome qui frappe la mesure retentit, et la mascotte, un escargot, se déplace en rythme sur cette planète de façon circulaire. Le joueur doit débloquer des objets visuels et sonores dans des mini-jeux afin de rendre cette planète plus remplie et joyeuse.



Prototype de planète à remplir

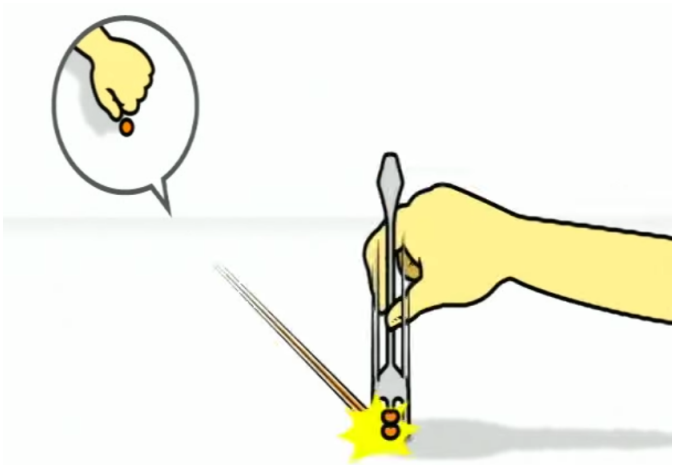
Un objet est constitué d'un élément visuel qui est animé en rythme sur le tempo de la planète, et est associé à un sample unique qui est une composante d'une musique propre au jeu.

Ce sample peut être un kick, une basse, une mélodie... Le principe est de débloquer peu à peu chacun des éléments du morceau final. On compte entre 5 et 10 éléments (donc mini-jeux) pour compléter entièrement le morceau.

Cette planète sert de représentation visuelle pour l'avancement du joueur.

2.2.2 Concept de mini-jeu

Un mini jeu est constitué d'une scène unique et minimaliste animée par une musique de fond entraînante.



Exemple de mini jeu, présent dans le jeu "Rhythm Paradize"

Le joueur doit apprendre quelques mouvements propres au mini jeu dans un entraînement. Une fois les mouvements acquis, le joueur peut tenter de réussir le mini jeu. La musique commence, et il doit réussir un maximum de mouvements dans le temps fixé (1mn30 - 2mn environ)

Ce mouvement peut être de nature varié : Il peut s'agir de tout simplement frapper un rythme synchronisé avec la musique, ou de répéter précisément une série de rythmes joués, ou de frapper après un signal avec un délai plus ou moins long, etc.

A la fin du niveau, un score est généré. S'il est supérieur à un certain seuil exigé, le mini jeu passe en mode "réussi" et le joueur débloque l'objet associé sur sa planète. Il existe plusieurs états pour un mini jeu :

- Non réalisé
- Réussi
- Super (Médaille)
- Parfait

Notions techniques Les mini jeux sont uniques, c'est à dire qu'à chaque fois il s'agit d'un nouveau concept rythmique. Il n'est pas possible de les générer à la volée. On mettra en place des mécaniques précises qu'on pourra réutiliser sur chacun des mini jeux pour les créer le plus facilement possible. Pour les graphismes, de très simples dessins en 2D seront utilisés,.

2.2.3 Niveau infini

Une fois tous les éléments débloqués, le joueur atteint le niveau final qui est un mode infini arcade sur la musique assemblée dans lequel il peut essayer de réaliser le meilleur score possible en incarnant l'escargot. (Qui s'approche de notre idée de départ, mais de façon moins importante).

La somme de ses scores réalisés au fil du temps est convertie sous la forme d'une monnaie avec laquelle il peut acheter des effets de lumières et décorations supplémentaires à disposer sur sa planète afin de la personnaliser.

2.2.4 Partage

L'avancement des joueurs, et la personnalisation des planètes, est stockée dans le cloud. Un joueur peut montrer sa planète à ses amis afin de montrer son avancement et ses scores.

2.2.5 Monétisation

En fonction de l'avancement final du projet, un système de monétisation sera choisi. Il pourra s'agir de la vente de monnaie supplémentaire pour la personnalisation par exemple.

2.3 Objectifs du projet

La liste des fonctionnalités à réaliser en fonction de leur importance pour un jeu jouable :

1. Réalisation de la planète animée et de ses éléments sonores (activables/désactivables)
2. Réalisation du moteur de mini-jeux rythmiques
3. Réalisation du mode de jeu infini/arcade

   Puis :
4. Réalisation du système d'achat de lumières et de décorations supplémentaires avec la monnaie
5. Réalisation du système de partage in-cloud des planètes
6. Ajout d'autres planètes comprenant d'autres mini-jeux

3 Rapport d'activité

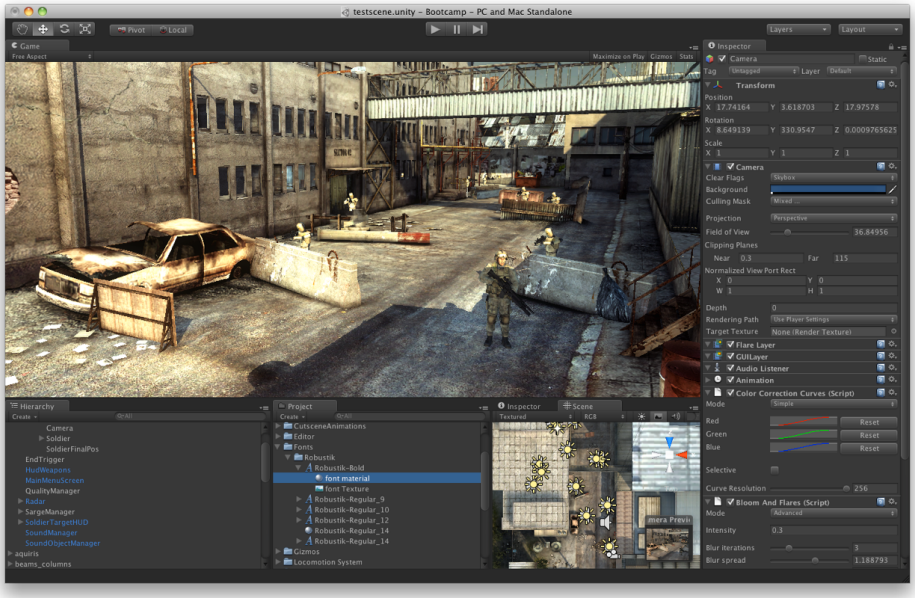
3.1 Organisation du travail

3.2 Outils de développement

3.2.1 Communication

3.2.2 Unity

Unity est un logiciel orienté pour le développement de jeux-vidéos intégrant un moteur physique 2D et 3D. Sa particularité réside dans la possibilité d'exporter l'application développée sur de nombreuses plateformes (Web, Android, iOS, Consoles..). Nous avons réalisé notre projet avec la version 5 du produit.



Interface de Unity

Pourquoi utiliser Unity ? Nous avons choisi de développer en utilisant Unity afin de pouvoir déployer notre jeu facilement sur les plateformes mobiles populaires (Android, iOS et Windows Phone), sans avoir à développer trois fois la même application dans un langage différent. De plus, l'utilisation du moteur d'Unity nous permet d'économiser le temps nécessaire à la création d'un moteur spécifique au projet, qui serait probablement mal optimisé. Enfin, la technologie Unity est de plus en plus populaire et de plus en plus de jeux voient le jour grâce à elle, nous avons donc profité du projet pour apprendre à l'utiliser.

Fonctionnalités d'Unity Dans notre projet, nous utilisons principalement Unity pour :

- Afficher des *sprites*
- Réaliser des animations
- Jouer des sons
- Créer l'interface utilisateur
- Gérer les évènements clavier (ou tactiles)
- Exporter sur de multiples plateformes

Ce que nous n'utilisons pas avec Unity :

- Le moteur physique (gravité, collisions, squelettes...)
- La 3D

Ainsi, il y a de nombreuses fonctionnalités nécessaires au développement de notre jeu qui ne sont pas gérées par Unity et que nous devons développer.

Principe de Unity Lorsqu'un nouveau projet Unity est démarré, il faut d'abord ajouter un ou plusieurs objets à une scène. Cet objet peut être de tout type : un solide, une lumière, une caméra, un son, des particules... Ensuite, il est possible de greffer un script à cet objet. Ce script peut être développé en Javascript ou en C#. Il est possible d'exécuter des instructions lors de la création de l'objet, de sa destruction ou en encore à chaque rafraîchissement de l'écran. Chaque composantes de l'objet (taille, position, rendu...) sont accessibles et paramétrables directement dans le script. Enfin, les objets peuvent communiquer entre eux par le biais des scripts qui leur sont attachés.

Coût de Unity Unity possède deux types de versions : une version personnelle, et une version professionnelle. Les deux versions comportent les mêmes fonctionnalités, c'est à qu'il n'est pas forcément nécessaire d'acheter la version professionnelle pour développer un jeu-vidéo de grande envergure. Cependant, l'achat de la licence Unity est nécessaire lorsque l'entreprise réalise une revenu brut sur une année de plus de 100 000$. L'achat de la version Unity Pro revient à 1500$ (ou 75$ par mois). Il est à noter qu'il est aussi nécessaire d'acheter les modules permettant d'exporter sous iOS ou Android, qui reviennent à 1500$ chacun (ou 75$ par mois). La version personnelle affichera néanmoins un *splash-screen* au démarrage du jeu vidéo, et ce, sur n'importe quelle plateforme.

4 Rapport technique

4.1 Moteur de jeu rythmique

Notre objectif premier est de réaliser un moteur de jeu de rythme sous Unity afin de pouvoir créer des mini-jeux aisément.

Nous définissons un jeu de rythme par les composantes suivantes :
- Une musique, avec un tempo et une durée fixée
- Des actions à réaliser par l'utilisateur, qui peuvent être de différents types
- Un décor animé et synchronisé sur la musique
- Un taux de réussite en % calculé sur les performances du joueur

Pour réaliser cela, les fonctionnalités attendues du moteur sont les suivantes :
- Synchronisation parfaite d'un battement sur le tempo d'une musique, entrée de façon numérique manuellement.
- Détection des temps entiers sur la musique, des demi temps et des quarts de temps
- Scripting dans un fichier texte pour définir des actions sur les temps voulus. Que ce soit pour définir les comportements de l'environnement ou le comportement attendu de l'utilisateur.
- Analyse des actions de l'utilisateur, et détection de sa réussite à partir du niveau scripté, avec une certaine tolérance.
- Connexion de tout ces événements à des objets de type Unity, pour pouvoir déclencher des animations et autres effets désirés.

4.1.1 Le *beater*

Le *beater* lit la musique et doit déclencher des événements à chaque "tick" enregistré. Pour notre moteur, nous allons jusqu'à une précision d'un quart de temps. Un "tick" correspondra donc à chaque quart de temps de la musique.

Note technique sur la musique
Un fichier son numérique est enregistré sur l'unité de temps du sample. A chaque sample, on récupère une valeur numérique en décibels. Sur un son classique, la fréquence est de 44100Hz, ce qui correspond à 44100 samples par secondes. Dans ce projet nous convertissons toutes nos durées en samples pour une précision optimale.
Le tempo d'un morceau se mesure en BPM (battements par minutes). Il varie entre 80 et 160 BPM en moyenne sur des morceaux classiques, mais reste fixe tout au long de la musique.

Le principe du Beater est de déclencher un "tick" tout les quart de temps. Sur un morceau à 120 BPM, on récupère la durée d'un tick en samples avec le calcul suivant :

```
samplePeriod = (60f / (tempo * scalar)) *
    audioSource.clip.frequency;
```

Ainsi, notre *beateur* boucle continuellement dans le temps et mesure le temps passé pour envoyer des événements tout les X *samples* passés.

```
IEnumerator BeatCheck () {
    while (true) {
        if (audioSource.isPlaying) {
            float currentSample = audioSource.timeSamples;
            if (currentSample >= (nextBeatSample)) {
                this.beat();
                nBeat++;
                nextBeatSample += samplePeriod;
            }
        }
        yield return new WaitForSeconds(loopTime / 1000f);
    }
}
```

Difficulté technique Sur Unity chaque itération de la boucle s'effectue à chaque *Update* du moteur, soit 60 fois par secondes sur PC, et 30 fois sur mobile. 1 divisé par 30 = 0.03333333, soit 30ms entre chaque tick.

Sur un tempo à 120 BPM un quart de temps dure 107 ms ce qui offre une marge de manœuvre faible, d'où la difficulté de synchronisation. Sans une bonne pratique et des calculs correctement réalisés, on perd rapidement la synchronisation avec la musique au bout de plusieurs minutes.

Pour des raisons de performances, nous nous devons de limiter le nombre de calculs par seconde. Des paramètres sont disponibles dans notre moteur afin d'affiner ce genre de détails avant la mise en production.

Dans le cadre de ce projet, nous avons passé de nombreuses heures avant d'arriver à détecter les *beats* parfaitement sans aucune perte d'information sur une longue durée. La méthode que nous présentons ici semble simple et fonctionnelles, mais nous en avons essayé beaucoup d'autres avant d'arriver à ce résultat, qu'ils seraient inintéressant d'expliquer.

D'autant plus que nos exigence ont changés avec le temps. On départ nous pensions que d'avoir la précision du double temps été suffisant, mais rapidement nous avions besoin de quarts de temps... Nous retenons ici qu'il vaut mieux voir au plus compliqué dans la conception, pour être certain que toutes les possibilités futures soient couvertes.

4.1.2 Autres fonctionnalités du *beateur*

Une musique commence rarement son premier temps au temps 0, un paramètre "offset" `start` est disponible pour définir le temps à attendre avant de détecter le premier *beat*. Ceci permet de synchroniser parfaitement les animations avec la musique.

Pour les calculs de réussite ou calcul du score, on peut avoir besoin d'autres fonctionnalités de calculs, par exemple pour récupérer le numéro du tick le plus proche à un instant T.

```
// Retourne le numero du step le plus proche au temps T
public int getStepClosest() {
    float currentSample = audioSource.timeSamples -
        sampleOffset;
    float score = currentSample % samplePeriod;
    int step = (int) (currentSample / samplePeriod);
    if (score > samplePeriod/2) {
        step++;
    }
    return step;
}
```

Tous ces calculs prennent en compte le `sampleOffset`.

4.1.3 Le niveau (`LevelScripted`)

Pour pouvoir réaliser des niveaux intéressants, il nous faut pouvoir les scripter les afin de définir sur quels "ticks" le joueur doit frapper. Il peut y avoir de longs blancs, ou des enchaînements rapides (avec une fréquence maximale équivalente au quart de temps).

Nous avons décidé de représenter un niveau dans un fichier texte de la façon suivante :

```
1 1 0 0 2 1 2 0 0 1 2 0 2 1 0 0 3 1 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 2 0 0 0 1 0 0 0 0 0
1 2 3 0 1 2 3 0 1 2 3 0 1 2 3 0 1 2 3 0 1
0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

Le fichier se lit dans le temps de haut en bas (pour chaque quart de temps), puis de gauche à droite (pour chaque temps plein). Les différentes colonnes correspondent aux différents quart de temps. Par exemple, si on veut simplement bouger un cube à chaque battement (temps fort), on écrit le fichier suivant :

```
1 1 1 1 1 1
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
```

Un "0" correspond à "aucun évènement", et un chiffre correspond à un type d'évènement. Nous nommerons les chiffres supérieurs à zéro les **actions**. Une action peut être de type différent afin de pouvoir varier les attentes du joueur. En effet il peut y avoir plusieurs mouvements différents au niveau du tactile. Par exemple le "1" peut représenter un tap simple, le "2" un appui long, le "3" un relâchement, etc.

Ce type de fichier peut servir à scripter les actions attendues de la part du joueur, mais aussi à scripter n'importe quel autre élément dans un mini jeu, comme un personnage animé ou des déclenchements exceptionnels d'animations à certains instants clés de la musique.

La classe `LevelScripted` est connectée au *beater* pour recevoir les ticks, et filtre en lisant le fichier pour envoyer les actions de type 1, 2, 3... D'autres objets peuvent ensuite se connecter à un `LevelScripted` pour recevoir ces évènements.

La longueur du fichier dépend de la longueur de la musique. On peut écrire de petits fichiers pour les boucler et créer des patterns, car le moteur répète automatique le fichier tout au long de la musique.

4.1.4 Évènements du joueur et calcul de la réussite

`EventPlayerListener` Une classe est dédiée à écouter les évènements du joueur, afin de détecter des actions de type 1, 2, 3, 4... L'endroit où l'utilisateur appuie sur l'écran n'a aucune importance.

Les mouvements suivants sont définis :

1. Tap bref (le plus commun)
2. Commencement appui long
3. Relâchement appui long
4. Swipe (lancer)

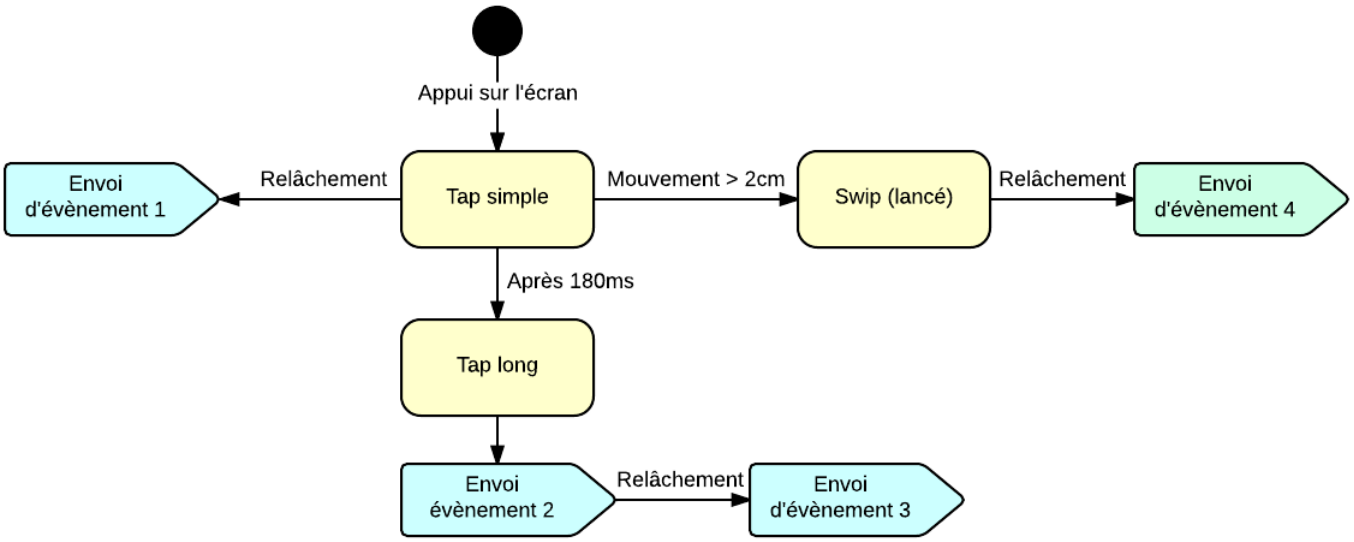


Diagramme d'états-transitions des évènements

La gestion des évènements est délicate, dans le sens où elle se joue à quelques millisecondes prêt. Un temps d'attente trop long, et le joueur retrouve un décalage entre le moment où il appuie, et le moment où l'évènement est envoyé. Trop court, et le tap bref est interprété par un tap long, et le glissé n'a pas le temps de se faire. De même, une distance trop courte, et le moindre mouvement du doigt est interprété comme un lancement. Trop longue, et le risque qu'il soit interprété comme un évènement long, ou qu'un décalage se créé, apparaît. Ainsi de nombreux tests ont dû être effectués, nécessitant un mouvement infime des paramètres, et demandant à chaque fois de faire de nouveau une compilation, un transfert sur le téléphone et un test, puisque seule l'expérimentation permet de savoir si le réglage est bon.

Détection de la réussite Une fois les évènements convertis en numéros d'action, il faut vérifier si ces numéros sont en cohésion avec le niveau chargé. On ne compte que les échecs, et à la fin du niveau on soustrait le nombre total d'actions à réaliser par le nombre d'échecs pour obtenir le % de réussite sur le niveau. On ne met pas en place d'échelle de réussite comme on peut voir dans les autres jeux (mauvais, bon, parfait...). On considère que le joueur réussit ou rate un évènement.

Il y a deux types d'évènements à tester :

- Au moment où le joueur appuie, il faut vérifier que le numéro d'action tapé correspond au numéro d'action courant du niveau. On incrémente le nombre d'échecs si ça ne correspond pas.

– Quand un évènement est passé, il vérifie si le joueur l'a réussi. Dans le cas où le joueur ne joue pas, il faut compter des erreurs.

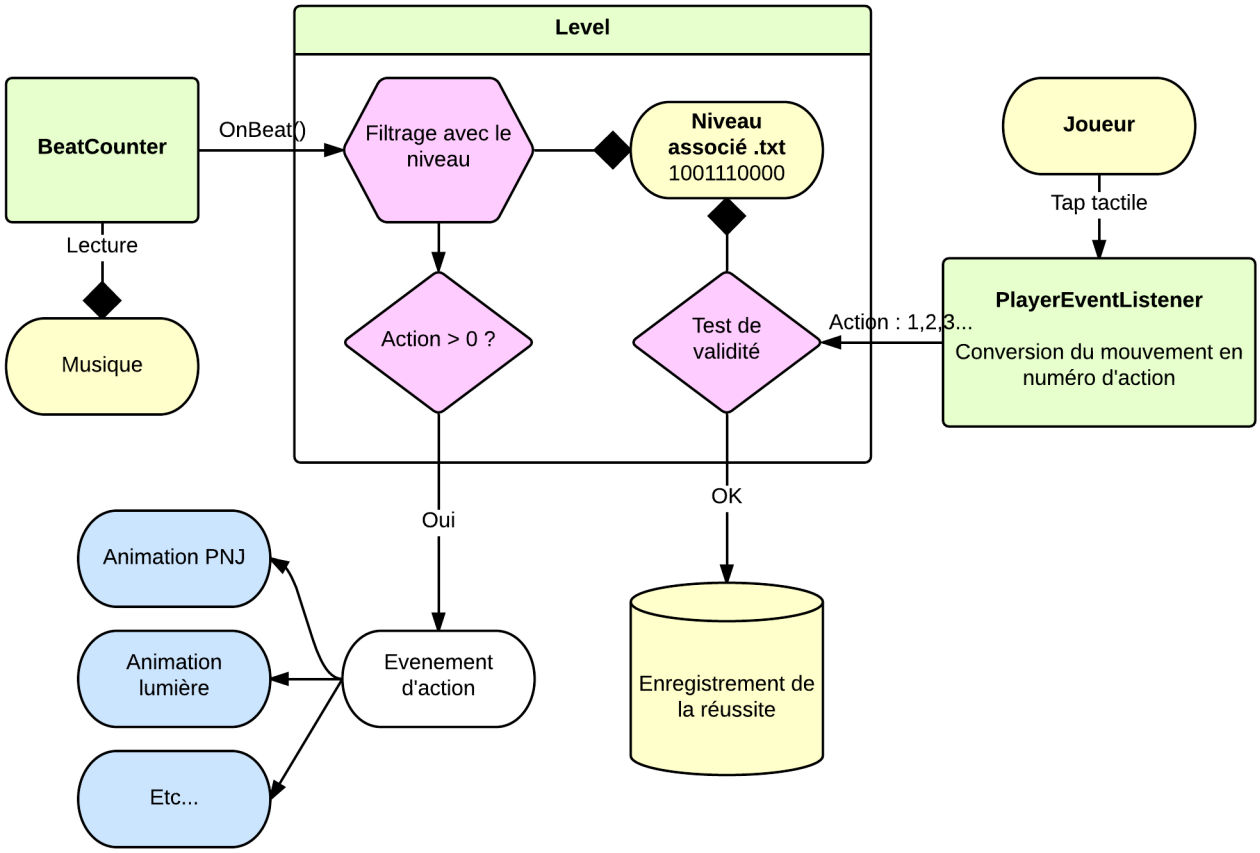
La phase complexe est de déterminer quand un évènement est trop tôt ou trop tard. Un joueur ne frappera jamais pile au moment réel de l'évènement : Il faut mettre en place un système de tolérance.

Après de multiples tests, nous avons conclu que le délais d'un quart de temps est suffisant comme négligence. C'est à dire que le joueur dispose d'un quart de temps complet pour réaliser une action demandée.

On stocke dans une liste les numéros des ticks où le joueur a réussi. Quand le *beateur* envoie un évènement, on regarde si le joueur a réussi le précédent. Sans quoi, on envoie un évènement `onFailure`.

N'importe quel objet Unity peut se connecter à ce contrôleur. Ceci permet de construire le feedback visuel, en jouant par exemple une animation quand on reçoit un évènement `onFailure`.

4.1.5 Résumé



Pour résumer le fonctionnement du moteur :

- Le `BeatCounter` lit la musique et envoie des évènements `OnBeat()` à chaque quart de temps.
- Le `LevelScripted` filtre ces évènements en lisant le fichier, et envoie des évènements d'actions à tout les objets Unity qui l'écoutent
- Quand le joueur tape sur l'écran, le `PlayerEventListener` convertit le mouvement en numéro d'action
- Les actions du joueur sont validées par le `PlayerActions` qui enregistre si l'action correspond au fichier

4.2 Outil de construction des niveaux

Même si notre système de fichier texte est suffisamment clair pour être lu et modifié manuellement, il est tout de même fastidieux de construire des niveaux directement. Il est beaucoup plus intéressant de créer les actions du niveau dans un logiciel de musique. Nous avons donc développé un outil de

conversion pour générer un niveau à partir de fichiers MIDI.

4.3 Choix du langage

La programmation est la représentation des données et la manipulation de ces représentations. Les fichiers midi sont représentés par des listes de listes. Quel meilleur langage qu'un LISP pour effectuer des opérations sur des listes ? Le Scheme s'est imposé comme choix naturel.

4.3.1 Structure d'un fichier midi

Les spécifications du midi sont lourdes et complexes, elles ne seront pas détaillées ici, seules seront détaillées les informations importantes à notre convertisseur de niveau.

Un fichier midi est composé d'une suite de "chunks", eux mêmes composés d'évènements, il existe un certain nombre d'évènements différents, tels que le nom de la piste, le tempo, le nombre de pistes... Nous détaillerons uniquement les événements pertinents à notre programme.

```
fichier midi = <header chunk> + <track chunk> [+ <track chunk> ...]
```

Un fichier midi commence par un *header* formé de la manière suivante :

```
header chunk = "MThd" + <header length> + <format> + <n> + <division>
```

```
;; lecture de l en-tete du fichier
(define (read-header in)
    (header (to-string (read-n-bytes in 4))
            (to-int (read-n-bytes in 4))
            (to-int (read-n-bytes in 2))
            (to-int (read-n-bytes in 2))
            (to-int (read-n-bytes in 2))))
```

```
track chunk = "MTrk" + <length> + <track event> [+ <track event> ...]
```

Un *event* se présent sous la forme suivante :

```
track event = <delta time> + <midi event> | <meta event>
```

Les *meta events* servent à donner des informations telles que le tempo, la division du tempo, ou la fin d'une *track*.

```
;; events utilises
(define time-signature-event '(255 88 4))
(define set-tempo-event '(255 81 3))
(define sequence-name-event '(255 3))
(define instrument-name-event '(255 4))
(define key-signature-event '(255 89 2))
```

```
(define smpte-offset-event '(255 84 5))
(define midi-channel-prefix-event '(255 32 1))
(define end-event '(255 47 0))
```

Les *midi events* sont quand à eux des évènements directement en rapport avec la musique, le début ou la fin d'une note, ou encore le changement de canal. `midi event = <status byte> + <data byte> + <data byte>`

Un fichier midi est un fichier binaire, à sa lecture, c'est une suite de valeurs hexadécimales, il est représenté dans notre programme comme une suite de valeurs de 0 à 255 : '(20 255 88 4 60 100 ...).

En parcourant le fichier, on peut reconnaître par exemple la suite d'octets "255 88 4", qui fait partie de nos évènement connus, on connaît également la taille de cet évènement, on sait donc que les 4 octets suivants formeront un *event* de type "time signature".

```
;;vrai si toutes les valeurs de l1 sont dans l2
(define (sublist? l1 l2)
    (andmap (lambda (i j)
        (= i j)) l1 (take l2 (length l1))))

;;vrai si les premiers octets de data
;;forment un event connu : e
(define (known-event? e data)
    (or (sublist? e data) (sublist? e (cdr data))))
```

Le delta time est codé avec une quantité à longueur variable. Le delta time n'est pas par rapport au début de la piste mais par rapport à l'évènement précédent. C'est lui qui permettra à la musique dans le fichier midi d'avoir un rythme, par exemple, plus le delta time est long entre un évènement de début de note et un évènement de fin de note, plus la note sera tenue longtemps.

Note technique sur la quantité à longueur variable (*variable-length quantity*)
La vlq permet de représenter de manière compacte des quantités supérieures à un octet.

VLQ Octet

7	6	5	4	3	2	1	0
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
A	B_n						

Si `A` est égal à 0, c'est que c'est le dernier octet de la quantité. Si c'est 1, un autre octet vlq suit.
`B` est un nombre de 7 bits, et `n` est la position de l'octet où `B0` est l'octet de poids faible.

Certains éditeurs de fichiers midi utilisent une technique appelée le "running status" pour réduire la taille de leurs fichiers. Pour clairement comprendre son fonctionnement, une explication supplémentaire sur les *midi events* s'impose.

Le *status byte* a une valeur comprise entre 128 et 255, les *data bytes* ont, quant à eux, une valeur comprise entre 0 et 127.

Le "running status" consiste à ne pas répéter le *status byte* s'il est identique à l'évènement précédent. L'utilisation du "running status" est triviale à détecter et implémenter. En lisant le fichier, si l'octet lu est inférieur à 128 alors que l'on attendait un *status byte*, c'est qu'il faut utiliser le dernier *status byte* rencontré.

4.3.2 Conversion en niveau

En possession des ces informations, et avec la table des codes midi (voir annexe), convertir le fichier midi en niveau n'est alors plus qu'une succession de transformation de représentations. D'abord en *chunks*, puis en *tracks*, et enfin en *events*, en filtrant les évènements inutiles à notre cas d'utilisation. Une fois les évènements extraits du fichier midi, nous sommes en mesure de les convertir en actions pour notre jeu.

L'action 1 correspond à la note C, l'action 2 à la note C#, et l'action 3 à la note D. À chaque évènement avec le *status byte* "début de note" (de l'octet 0x90 à l'octet 0x9F), l'action correspondant à la note de l'évènement est ajoutée au niveau. Ces actions sont séparées avec des zéros, eux donnés par le *delta time*.

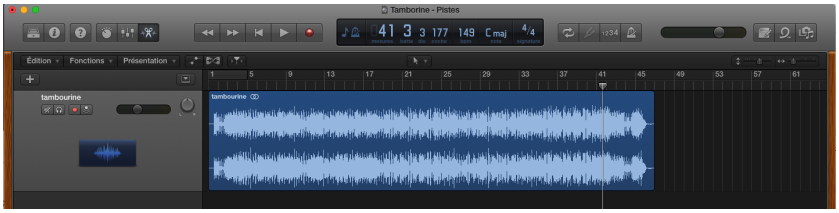
```
;; transforme un evenement en donnees de niveau (0, 1, 2...)
;; division est le nombre de frames par secondes
;; delta-sum est la somme des delta depuis le dernier event
   utile
```

```
(define (event-to-level event division delta-sum)
    (let ([n (/ (+ delta-sum (vlq->int (midi-event-delta
        event))) (/ division 4))])
          ; n est le nombre de temps ou rien ne se passe (0)
          ; midi-event-arg1 est la note
          ; notes est la hashmap ou sont faites les
              correspondances
          (append (make-list n 0) `(,(hash-ref notes
              (midi-event-arg1 event) ?)))))
```

4.3.3 Mise en pratique

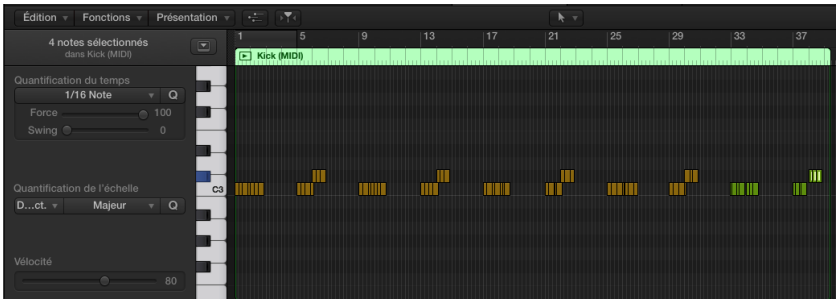
On utilise dans cet exemple le logiciel Logic Pro X sous Mac OS X. N'importe quel autre séquenceur gérant les fichiers MIDI peut être utilisé.

On importe la musique sur une piste, et on fixe le tempo de celle-ci.

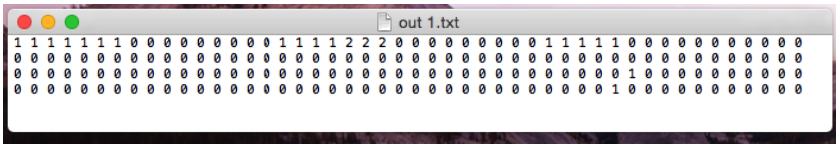


On ajoute sur une seconde piste vide un instrument qui représente le niveau à créer, sur laquelle on va ajouter les actions.

On pose ensuite les notes qui représentent les actions sur cette piste, puis on écoute le tout en temps réel pour superposer proprement chacune des actions sur la musique. On utilise des notes différentes pour chaque type d'action. Ici le DO pour une action 1, le DO# pour une action 2, etc.



Une fois le niveau construit, il ne reste plus qu'à exporter la piste au format .midi, et de le passer au convertisseur pour obtenir le niveau au format .txt.



4.4 Création d'un mini-jeu

Afin d'obtenir un niveau cohérent, le processus de création d'un mini-jeu doit se faire étape par étape. Le travail effectué sur le premier niveau a permis de peaufiner ce processus et de réaliser les mini-jeux suivants avec plus d'efficacité et de rapidité. Dans un premier temps, nous avons commencé à développer le niveau des champignons en suivant des étapes qui nous paraissaient logiques. Puis, après avoir développé la majeure partie du niveau, nous avons réalisé qu'il manquait des éléments importants au gameplay, tels que des sons cohérents correspondants au rythme et à l'image, ou un *feedback* visuel montrant la réussite ou l'échec du joueur.

Pour illustrer ces différentes étapes, des exemples seront tirés du mini-jeu des champignons.

4.4.1 Les graphismes

Un des éléments les plus importants d'un jeu est son aspect visuel. Il est préférable de commencer par avoir une base solide au niveau de ce que l'on veut que le joueur fasse. Ensuite, il s'agit d'imaginer une scène simple dans laquelle l'action du joueur ne serait pas aberrante. Par exemple, si le joueur doit répéter un motif sonore, alors il vaut mieux que les graphismes représentent au moins deux personnages frappant sur une surface, un représentant le modèle, et l'autre le joueur.

Dans notre projet, nous avons voulu mettre en avant le côté simple et divertissant de notre thème en utilisant des graphismes 2D de type *cartoon*.

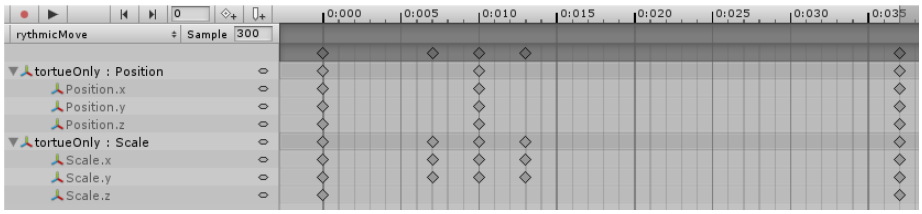
Nous avons créé nos propres graphismes, en utilisant des couleurs vives et des traits de contours très épais.

Exemple visuel de fichier graphique vectoriel

Pour cela nous avons utilisé Adobe Illustrator, qui permet de réaliser des créations graphiques vectorielles. L'intérêt de travailler sur du vectoriel est qu'on peut rendre l'image dans la dimension voulue, et, de plus, il est plus facile d'apporter rapidement une petite modification un objet ou sa couleur, sans avoir tout à recommencer.

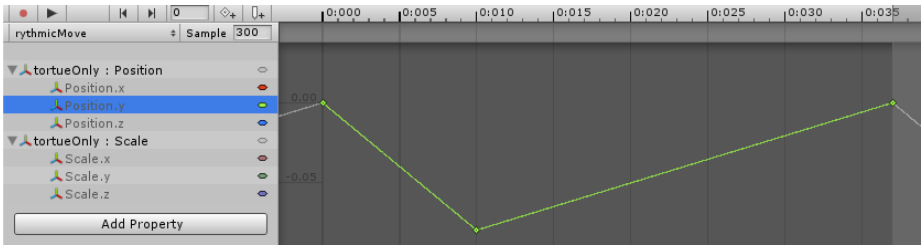
4.4.2 Les animations

Les animations utilisées dans l'application sont gérées directement par Unity. Leur mise en place est classique, elle se fait via l'utilisation de clés sur une ligne de temps.



Exemple d'utilisation de clés sur une ligne temporelle

Le principe étant de donner les caractéristiques de l'objet à animer (position, taille, rotation ...) à un temps donné, et de les stocker dans une clé. Une fois que deux clés ont étés crées, une interpolation linéaire est ensuite appliquée entre les deux clés afin d'obtenir un déplacement fluide sur les images intermédiaires. La courbe d'interpolation peut être modifiée afin d'obtenir l'effet voulu.



Interpolation simple entre trois clés définissant la position y de l'objet

Unity possède la caractéristique de pouvoir créer un diagramme d'état afin de jouer les différentes animations dans l'ordre désiré. Dans notre projet, nous avons utilisé cette fonctionnalité pour nous aligner sur le rythme de la musique. Pour cela, nous avons créé un arbre simple qui possède un état *immobile* et un état *mouvement*. A chaque fin d'une animation, c'est l'animation suivante qui sera jouée, en synchronisation avec les battements par minute de la musique.

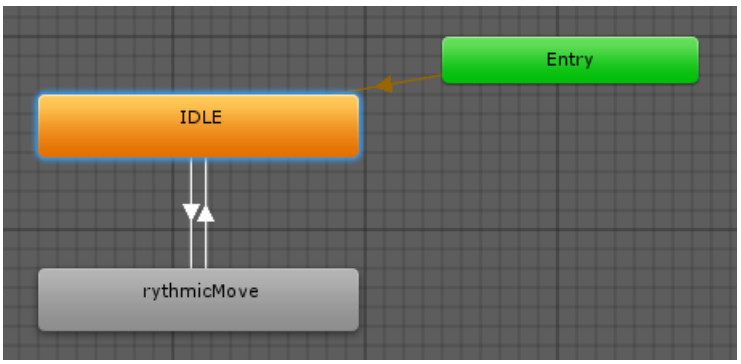


Diagramme d'état utilisé pour l'animation

4.4.3 Assemblage avec le moteur

4.4.4 Le *feedback*

Le *feedback* est l'ensemble des signes visuels ou sonores que recevra le joueur en fonction de son action. Dans notre application, il permet de signaler la réussite ou l'échec d'une action de l'utilisateur. Ainsi un coup réussi jouera un son cohérent avec la scène et une animation gratifiante sera jouée, afin de récompenser rapidement le joueur. A l'inverse, une action ratée résultera

à un son lié à un échec et des graphismes montrant le mécontentement. Le feedback retourné par l'application s'est avéré être un des points les plus difficiles à imaginer dans la création des scénarios des mini-jeux.

4.4.5 Le choix des sons

Maintenant que la plupart des éléments sont placés et fonctionnels dans la scène, il s'agit d'ajouter le plus important : la musique. Son rôle est important car c'est sur son rythme que l'utilisateur devra se synchroniser pour réussir le niveau. Elle se doit donc de comporter des rythmes prononcés et un thème en rapport avec la scène créée. Ne pouvant nous même pas composer notre propre musique, nous avons fait le choix d'ajouter dans notre jeu des musique proposées gratuitement et libres de droit sur Internet.

4.4.6 La difficulté

Après avoir développé tout le contenu d'un mini-jeu, il faut évaluer sa difficulté en se mettant dans la peau d'un joueur qui le découvre pour la première fois. Celle-ci ne doit être ni trop élevée, pour ne pas se décourager, ni trop simple, pour ne pas s'ennuyer. Pour répondre à ce problème, nous avons d'abord placé des motifs simple à réaliser, puis augmenté peu à peu leur difficulté au fur et à mesure de l'avancement du niveau. Ensuite, nous avons fait tester nos ébauches de niveau à des personnes externe au développement qui ont pu juger de la difficulté du jeu.

4.5 Les tutoriels

Le tutoriel est crucial dans la perception que le joueur a du jeu, c'est sa première interaction avec le gameplay, la plus importante, celle qui dictera si le joueur restera ou sera rebuté par un gameplay désagréable, inintéressant ou trop difficile. Un tutoriel se doit donc d'être ludique et accessible, tout en enseignant correctement les bases du jeu.

Nos tutoriels placent de plus le joueur dans le contexte du jeu, en lui donnant un semblant d'histoire. Le tutoriel est donc divisé en étapes successives, du texte, pour l'histoire et les explications, et une phase de jeu, dans laquelle le joueur applique ce qu'il vient d'apprendre dans la phase précédente. Cette boucle se répète autant de fois qu'il y a de notions à apprendre pour le jeu.

Comme expliqué section 4.1.3, les niveaux sont scriptés par des fichiers textes. La même technique est utilisée pour les tutoriels, qui ne sont rien d'autres que des niveaux normaux, un fichier texte par étape. À la première étape, le joueur apprendra par exemple le tap court, le fichier texte sera donc uniquement composé de ces évènements, puis lorsque cet élément sera

appris, le moteur chargera un autre fichier texte contenant un autre élément de gameplay jusqu'à ce que le joueur les ai tous appris.

Pour être certain que le joueur maîtrise un élément de gameplay, et ainsi pouvoir passé à l'étape suivante du tutoriel, il lui est demandé de le répéter trois fois. C'est pour s'assurer que le joueur n'a pas réussi par chance et est donc incapable de completer un niveau, ce qui pourrait entraîner de la frustration.

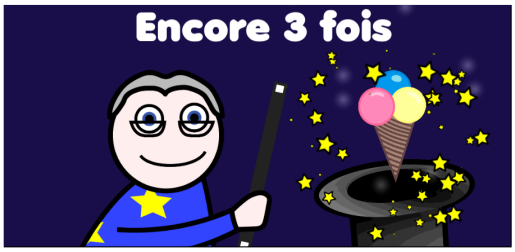


FIGURE 1 – Compteur du nombre de répétitions restantes

Nous avons fait le choix de proposer le tutoriel à chaque fois que le niveau est lancé, désagrément minime pour un joueur expérimenté, mais obligatoire pour un jeu destiné à être partagé et montré. Désagrément minime, mais seulement s'il est possible de passer le tutoriel. Il est donc donné au joueur la possibilité de passer le tutoriel après qu'il l'ai complété au moins une fois

FIGURE 2 – Bouton skip verrouillé

FIGURE 3 – Pop up correspondante

4.6 Assemblage des jeux

4.7 Mise en ligne

4.7.1 Problème de synchronisation

Lors de nos premiers tests sur mobile, nous nous sommes aperçu un peu tard de très gros problèmes de synchronisations. Quand le joueur frappait sur l'écran, il y avait un décalage entre le moment ou il appuyait sur l'écran

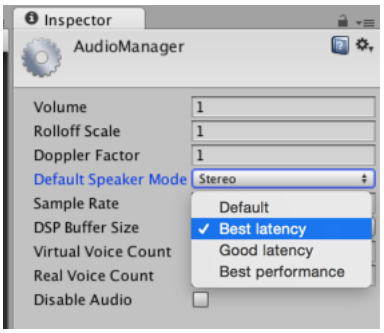
FIGURE 4 – Bouton skip déverrouillé

FIGURE 5 – Pop up correspondante

et le moment ou les actions se jouaient. Si au début on pensait que ce n'était qu'une question d'optimisation de code, ou une habitude à prendre, il s'est avéré que c'était un très gros problème dans la jouabilité.

Après plusieurs heures de recherche sur les éléments de notre créations qui pouvaient provoquer ces décalages, nous avons terminé par créer une simple démo qui joue un son quand on tape l'écran. La conclusion était effrayante : Le décalage était réel (entre 300 et 500ms environs). Le problème nous semblait venir de Unity, il ne serait peut être pas adapté pour les jeux de rythme de précision. (Un peu tard à ce stade du développement).

Finalement nous avons terminé par trouver la raison du problème : Une simple case à cocher dans l'une des centaines de menu de Unity. Le moteur devient optimisé pour jouer les sons rapidement, et tout les problèmes de synchronisation disparaissent. Ce n'est qu'un simple exemple démontrant l'importance de la configuration de Unity pour l'exportation d'un jeu optimisé sur toutes les plateformes.



Paramètre pour la synchronisation des sons

5 Résultat

6 Bilan du projet

6.1 Autocritique

6.2 Enseignements tirés

6.3 Perspectives

6.4 Conclusion

7 Annexes