

Projet – Interaction **multimodale et affective**

Table des matières

| | |
|--|----|
| I - Introduction | 3 |
| II - Partie jeu | 3 |
| Description de jeu : | 3 |
| Cibles / hexagones | 3 |
| Éléments influençant le joueur : | 4 |
| Bullet Time : | 5 |
| Evolution de la difficulté : | 5 |
| Calibration : | 6 |
| III - Partie évaluation | 6 |
| Hypothèses : | 6 |
| Questionnaires : | 6 |
| Entraînement pré-tests : | 7 |
| Tâches : | 7 |
| Mesures : | 7 |
| IV - Résultats & analyses : | 7 |
| V - Conclusion : | 11 |

I - Introduction

L'objectif de ce rapport est de présenter notre projet, intitulé TimeRythm, un jeu de rythme comme l'indique son nom, dont la particularité est de s'adapter au stress du joueur, par l'intermédiaire de la mesure de son pouls. Le but principal de ce jeu est d'adapter au mieux la difficulté, dans le but de garder le joueur engagé le plus possible, tout en provoquant suffisamment de stress afin de déclencher l'élément central du jeu : le Bullet Time.

II - Partie jeu

Description de jeu :

Le stress étant ainsi l'élément central de notre projet, nous nous sommes ainsi dirigés vers le concept de jeu de rythme, c'est-à-dire effectuer les bonnes actions aux bons moments.

TimeRythm est un jeu où le but est simple : faire le meilleur score possible, en survivant le plus longtemps possible, avec des cibles venant du bord de l'écran, et qui se dirigent vers le centre. Il faut alors actionner les bonnes touches ou correctement viser pour les éliminer. Dans le cas contraire, elles vous feront perdre de la vie.

Cibles / hexagones

Il existe deux types de cibles : les cercles et les hexagones.

Les cercles représentent l'élément principal du jeu, car elles sont présentes dans toutes les parties. Comme indiqué précédemment, elles apparaissent au bord de l'écran, puis se dirige vers le centre, jusqu'à toucher le cercle central. A ce moment-là, si le joueur réussit à actionner la bonne touche, la cible disparaît et des points s'ajoutent au score du joueur. Mais le délai pour la toucher est limité, et passé celui-ci, la cible disparaît quand même, mais en provoquant une diminution de la vie du joueur.

Ces cibles peuvent apparaître aux quatre points cardinaux, c'est-à-dire au-dessus du cercle, en dessous, à droite et à gauche. De plus, les quatre touches du clavier correspondantes sont les quatre flèches directionnelles, ou également W, A, S, D. Ainsi, une cible venant de la droite devra être éliminée à l'aide de la flèche droite ou de la touche D. (Similairement pour les trois autres directions).

On peut à nouveau séparer les cercles en deux catégories : les jaunes et les violets. L'idée est la même pour les deux, à la différence près que les violets apparaissent par paire, dans des directions opposées, tandis que les jaunes sont créés l'un après l'autre.

Les hexagones, eux, correspondent à l'utilisation de la souris. Ces cibles apparaissent dans les coins de l'écran, et se déplacent donc diagonalement, vers le centre. Pour les éliminer, il faut envoyer un missile, et s'il y a collision entre ces deux éléments, ceux-ci sont détruits, et des points sont attribués au joueur. Si rien n'est fait et qu'un hexagone touche le centre, le joueur perd de la vie. Les missiles partent du cercle central, et vont dans la direction où se trouvait la souris lorsqu'un *clique-droit* a été effectué.

On peut rajouter à cela la présence de pattern, c'est-à-dire une suite prédéfinie de cibles, dans un ordre bien précis, apparaissant à intervalle régulier, tout au long de la partie, afin de forcer le joueur à affronter des phases un peu plus dures que la simple apparition des cibles habituelles.

Éléments influençant le joueur :

Comme évoqué dans l'introduction, le but premier du jeu est de provoquer le plus de stress possible de la part de joueur. Ceci est mesuré par l'intermédiaire du rythme cardiaque. En plus de jeu-même, nous avons rajouté des éléments ayant pour but d'augmenter ce stress, directement ou indirectement.

D'abord, les éléments constants, qui sont présents à toutes les parties, c'est-à-dire non-désactivable, séparable en deux : les éléments punitifs et les éléments d'encouragement.

Les éléments punitifs sont les composants du jeu qui s'activent ou évoluent lorsque le jeu rate une cible. On a voulu accentuer cet échec avec plusieurs éléments :

- La barre de vie : un composant que l'on retrouve dans la quasi-totalité des jeux. Il permet de définir clairement une limite au jeu, puisque au bout de plusieurs échecs, lorsque la barre de vie tombe à 0, le joueur perd. Souligner sa présence, en plus des couleurs qui évoluent (allant de vert à orange à vert) rappellera au joueur qu'il est obligé de se concentrer s'il ne veut pas perdre.
- Les sons d'échecs : quand le joueur ne réussit à atteindre une cible quand elle touche le centre, un son est émis pour accentuer cet échec, et prévenir le joueur qu'il n'a pas réussi une action
- Les *miss* : similaire aux sons d'échecs, mais au niveau visuel

Ensuite, les éléments d'encouragements : ils sont là pour le joueur s'engage au maximum, puisque celui-ci cherche à réussir le plus possible dans le jeu :

- Le score : de la même façon que la barre de vie, cet élément se retrouve dans beaucoup de jeu. Il permet d'indiquer de façon concrète la réussite du joueur au cours du jeu, et c'est ceci que le ce dernier cherche à maximiser
- Les combos : de base, chaque cible touchée rapport un nombre fixé de points (soit 10, soit 5). Mais cette quantité peut être augmenté avec un combo. Démarrant à 1, il est multiplié aux points que le joueur obtient au cours de la partie, et à chaque fois qu'une cible est touchée, il augmente de 0,2. Ainsi, si le combo vaut 2,4 et que le joueur atteint une cible valant 10 points, il rajoute alors au score $10 \times 2.4 = 24$ points. Néanmoins, dès qu'une cible est manquée, ce combo redescend à 1. Le but de ce composant est que le joueur fasse plus attention à bien réussir à correctement éliminer les cibles, en particulier quand le combo est élevé.
- Les sons de réussite : à l'inverse des sons d'échec, ceux-ci indiquent de manière auditive quand une cible est atteinte, et ainsi une réussite de la part du joueur. Le but de cet élément est justement d'être à l'opposé des sons d'échecs, pour que le contraste de ces derniers soit d'autant plus remarqué.
- Les +10 : très similaire aux sons de réussite, mais au niveau visuel

Concernant les éléments activables, on compte les suivants :

- Les hexagones : évoqués auparavant, leur but est de faire en sorte que le joueur soit surchargé, puisque que ce dernier devra s'occuper à la fois des cercles et des hexagones, en même temps. Une surcharge de tâche à effectuer devrait, dans l'idéal, provoqué plus de stress chez le joueur.

- Le fond d'écran : de base dans le ton violet, celui-ci peut évoluer de couleur au cours de la partie, à l'image de la barre de vie : lorsque le joueur perdra de la vie, passé un certain seuil, le fond d'écran deviendra jaune, puis rouge, et ce de manière abrupte, afin de signaler de façon très claire au joueur qu'il perd de la vie, et qu'il doit donc faire plus attention
- La musique : de la même façon que le fond d'écran, la musique, si activée, s'adaptera au jeu : elle ralentira si le joueur semble stressé, ou à l'inverse, elle accélèrera si le joueur est calme. La musique d'un jeu étant souvent notifiée par les joueurs, ceux-ci devraient s'apercevoir l'évolution du rythme, et ainsi du niveau de jeu.

Bullet Time :

Le Bullet Time est l'élément central de notre jeu, car c'est ce que l'on cherche à provoquer au cours d'une partie, lorsque le rythme cardiaque du joueur dépasse un certain seuil, calculé en amont.

Le principe est assez simple : la phase de calibration renvoie une valeur calculée, qui correspond à BPM moyen du joueur au moment où il commence une partie (voir partie dédiée). Une fois cette valeur trouvée, on calcule le seuil que l'on cherchera à atteindre, de la façon suivante : $threshold_BT = 1.3 * meanBPM$, c'est-à-dire 30 % de plus que le BPM moyen. Lorsque cette valeur est dépassée au cours d'une partie, le Bullet time est activé.

Fonctionnement : à l'image de certains films d'actions, (le plus connu étant *Matrix*) le Bullet Time est une courte phase où tous les éléments du jeu sont ralentis : les cibles, les missiles, la musique, etc..., pendant 6 secondes. L'objectif est double : si un Bullet time est déclenché, cela signifie que le joueur est en mauvaise posture ; ainsi, ce délai de temps accordé permettra au joueur d'éliminer toutes les cibles aux alentours ; et dans un second temps, il pourra se calmer, et donc faire redescendre son rythme cardiaque.

Enfin, lorsque le Bullet Time s'achève, la difficulté revient à son niveau de départ (voir partie dédiée).

Evolution de la difficulté :

Avant de commencer une partie, le joueur a le choix entre trois niveaux de difficultés : Facile, Moyen ou Difficile. La différence réside dans l'intervalle d'apparition des cibles et des patterns : un intervalle élevé signifiera que le délai entre l'apparition de deux cibles sera grand, et donc, moins apparaîtront dans une limite de temps. A l'inverse, si l'intervalle est bas, les cibles seront créées plus rapidement, et ce sera plus dur de toutes les gérées en même temps.

Un autre élément influe la difficulté au cours d'une partie : dans l'implémentation du jeu figure une variable nommée *difficulty*, qui démarre à 1. Ce scalaire est multiplié à l'intervalle lié au niveau. Ce dernier est constant, tandis que la variable change au cours de la partie : si le joueur est calme, le jeu diminuera la variable *difficulty*, afin que l'intervalle de temps d'apparition entre deux cibles augmente ; et à l'inverse, pour calmer le joueur, le jeu augmentera cette variable.

Nous avons décidé que lorsque le joueur avait un BPM au-dessus de 105% de son pouls moyen, il est calme, et l'on peut augmenter la difficulté du jeu. Et de 110% à 120%, il est évalué comme stressé, et la difficulté diminue.

Mais pour être certain que le stress du joueur augmente de façon globale au cours d'une partie, cette variable évolue aussi indépendamment du stress du joueur, mais plus légèrement.

Cette variable influe également sur le rythme de la musique, car de la même façon que pour l'intervalle de temps, le tempo peut augmenter ou diminuer, selon l'évolution du jeu. Le but étant, comme mentionné plus haut, de créer plus de stress chez le joueur.

Calibration :

Dans la mesure où aucun joueur n'est vraiment pareil, en particulier face au stress, il est nécessaire que la difficulté du jeu s'adapte au mieux à ce premier. Pour faire cela, nous avons mis en place une phase de calibration : avant de commencer une partie, le capteur de rythme cardiaque, par l'intermédiaire de la caméra, mesure pendant quelques secondes plusieurs valeurs du pouls du joueur, puis fait une moyenne. Cette valeur moyenne, qui est évoqué dans les différents scripts comme BPM moyen, servira de base pour les calculs des seuils pour l'évolution de la variable *difficulty*.

III - Partie évaluation

Hypothèses :

Comme présenté brièvement dans l'introduction, le but de notre projet est de provoquer suffisamment de stress pour que soit activé le Bullet Time. En partant de cette idée, les hypothèses cherchent à établir les causes et conséquences de cela. Plus précisément, les hypothèses sont les suivantes :

- Le ralentissement, i.e. Bullet Time, aide le joueur à se calmer :
On espère que le Bullet time remplisse les tâches qu'on lui avait précédemment attribué, c'est-à-dire laisser le temps au joueur d'éliminer toutes les cibles présentes, puis prendre le temps restant pour se calmer, en réduisant son stress
- La présence des hexagones augmente le niveau de stress du joueur :
Bien que les hexagones soient facilement éliminables par le joueur, leur présence associée à celle des cercles doit rendre la tâche bien plus difficile, car plusieurs éléments nécessitent l'attention du joueur, chose qui sera impossible à partir d'un certain niveau de difficulté
- Les indicateurs visuels et sonores augmentent le niveau de stress du joueur :
La musique, les sons, le fond d'écran, le score et la barre de vie, comme décrits avant, devraient accentuer l'implication du joueur, et ainsi son stress devraient plus aisément varier, en particulier augmenter.

Questionnaires :

Nous avons réalisé, auprès des joueurs, deux questionnaires : l'un avant de commencer à jouer, et l'autre après.

Le premier consiste à établir un rapide portrait du type de joueur, sur son habitude à utiliser un ordinateur, à jouer à des jeux-vidéos, et sur son rapport au stress dans la vie quotidienne (sport, sensations fortes, etc...)

Le second a pour but de récupérer les retours des joueurs, et notamment leur ressenti (par rapport à stress), selon la présence ou non des différents éléments précédemment cités. Ils permettront d'avoir un

avis plus qualitatif sur le jeu et les hypothèses en comparaison au résultats quantitatifs (pour plus d'informations, voir partie Analyse des données).

Entraînement pré-tests :

Dans la mesure où le jeu réalisé n'est pas des plus aisés, en particulier pour quelqu'un qui n'est pas habitué, une phase d'entraînement précède les tests. Dans cette phase, le joueur peut tester librement le jeu, en choisissant le niveau et la présence ou non des éléments activables. Il est néanmoins encouragé à varier ses choix, en particulier sur les trois niveaux de difficultés. Ces entraînements sont réalisés sans mesure du rythme cardiaque, pour que ce soit quelque chose qu'ils découvrent au moment des tâches. Et afin de ne pas favoriser de joueur, les entraînements sont limités, soit en nombre de partie, soit en temps. Cela permet surtout de pouvoir comparer les résultats sur une même base (tout le monde devrait partir du même niveau).

Tâches :

Afin d'effectuer les tests, nous avons demandé aux sujets de réaliser 4 tâches différentes :

- Jouer une partie sans hexagones ni indicateurs
- Jouer une partie sans hexagones, mais avec indicateurs
- Jouer une partie sans indicateurs, mais avec hexagones
- Jouer une partie avec indicateurs et avec hexagones

Nous avons choisi de faire passer les tâches dans un ordre aléatoire pour éviter tout biais dans le ressenti des joueurs. Si l'on fait passer les tâches dans l'ordre indiqué au-dessus, en ajoutant de plus en plus de fonctionnalités, afin d'augmenter la difficulté, le joueur pourrait comprendre l'ordre dans lequel les tâches s'enchaînent et pourrait s'imaginer une croissance de la difficulté qui ne serait peut-être pas vraiment là, ou tout du moins, pas aussi intense.

Mesures :

Pour pouvoir étudier nos hypothèses à la suite des tests, nous nous sommes basés sur les réponses des questionnaires et sur les données quantitatives suivantes :

- BPM au cours du partie (par seconde)
- Visage détecté : si la caméra a réussi ou non à détecter le visage et donc effectué une mesure du pouls
- Les Bullet Times : si un ou plusieurs ont été déclenché, et à quel moment
- Les patterns : à quels moments ont-ils été déclenchés
- La configuration de la partie, c'est-à-dire de quelle tâche il s'agissait

IV - Résultats & analyses :

Avant toute chose, il faut remarquer que, selon le questionnaire initial, les joueurs qui ont participé à nos tests sont tous âgés entre 21 et 27 ans, qu'ils sont tous très familiers avec les ordinateurs, mais que pas

tout le monde n'a pas l'habitude de jouer aux jeux-vidéos en générale, et surtout que personne n'a l'habitude de jouer à des jeux de rythme en particulier.

Cette étude des résultats est divisée en deux parties. Dans un premier temps l'analyse que l'on peut tirer des enregistrements de la mesure du BPM au cours des tâches que nous avons fait effectuer puis, dans un second temps, l'analyse des résultats du questionnaire post-expérimental.

Pour ce qui est des mesures du rythme cardiaque, il faut garder à l'esprit que le programme utilisé n'a pas l'air de fonctionner correctement. Le programme mesure des valeurs allant de 50 BPM à 150 BPM en moins de 60 secondes, et cela en restant calme et en ne faisant rien de spécial devient la caméra. De plus, ces valeurs captées varient assez rapidement.

Afin d'évaluer l'impact d'un Bullet Time sur le rythme cardiaque des joueurs, nous avons calculé la moyenne des BPM pendant les 8 secondes qui précèdent les Bullet Times et pendant les 8 secondes qui les suivent, puis avons calculé la moyenne et la standard deviation de l'écart entre ces deux moyennes. En faisant cela, on obtient que les joueurs ont eu une augmentation de leur rythme cardiaque d'en moyenne 17.14 BPM au cours des 8 secondes qui suivent un Bullet Time comparé aux 8 secondes qui le précèdent le. Ce résultat va totalement à l'encontre de notre hypothèse comme quoi les Bullet Times aident les joueurs à se calmer. En revanche, lorsque l'on regarde la valeur de la standard deviation, on obtient 26.39, ce qui est énorme et montre bien que les mesures des BPM sont de mauvaises qualités. Bien que les résultats obtenus contredisent l'hypothèse, il ne faut cependant peut-être pas les prendre en compte aveuglément, à cause justement de la mauvaise qualité des mesures.

Ensuite, afin de vérifier si la présence ou non d'hexagones et d'indicateurs a bien les effets escomptés sur les joueurs, nous avons choisi de mesurer le BPM moyen de la partie pour chacune de nos 4 tâches. Les tâches les plus stressantes devraient résulter en un BPM moyen légèrement plus haut que les autres. Un peu dans la même idée, si des tâches sont plus stressantes, il est possible que cela ait provoqué le déclenchement de plus de Bullet Times, donc dans la même idée on a aussi calculé la moyenne du nombre de déclenchement de Bullet Time par tâche. Voici les résultats obtenus:

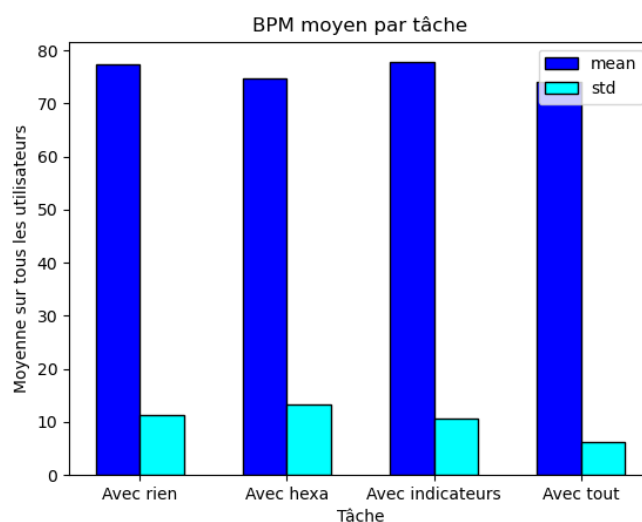


Figure 1

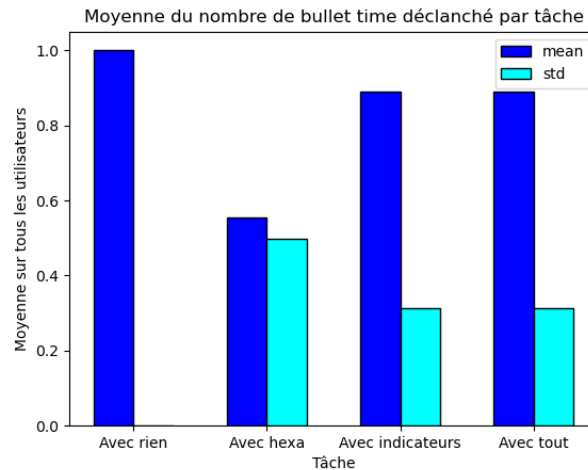


Figure 2

Quand on regarde le BPM moyen par tâche (Figure 1) on ne voit pas de différences significatives entre les différents modes de jeux, ce qui va à l'encontre des hypothèses proposées mais cela pourrait à nouveau être expliqué par la mauvaise qualité des mesures.

Dans la même idée, lorsque l'on regarde le nombre moyen de déclenchement de Bullet Times par parties, pour chaque tâche, cela donne l'impression que le mode de jeu sans hexagones et sans indicateurs est le plus stressant de tout, ce qui est le total opposé de nos hypothèses liés à ces éléments.

Ce type de données étant uniquement quantitative, elles dépendent grandement sur la qualité de l'équipement employé. Et comme nous l'avons plusieurs fois mentionné, le capteur utilisé pour mesurer le rythme cardiaque donne de mauvais résultats.

Pour compenser cela, nous pouvons nous baser sur des données plus qualitatives, c'est-à-dire le point de vue des joueurs sur les différents éléments du jeu, ainsi que sur leur stress.

A partir de maintenant, nous nous intéressons au "stress ressenti" en étudiant le questionnaire post-expérimental où nous avons demandé aux joueurs de noter de 1 à 5 à quel point ils ont trouvé stressant chaque tâche, 1 étant pas du tout stressant et 5 extrêmement stressant. Voici les résultats obtenus:

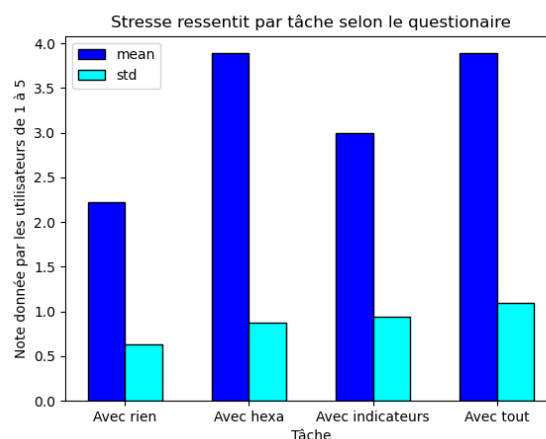


Figure 3

Dans la Figure 3, on voit bien que la présence d'hexagones a beaucoup joué sur le ressenti de stress des joueurs, car les deux tâches comportant des hexagones ont reçu une note de stress ressenti supérieure aux deux tâches sans hexagones. Ce résultat confirme notre hypothèse selon laquelle ce type de cible impacte le joueur, et peut s'expliquer par le fait que rajouter la mécanique de jeu des hexagones permet, comme évoqué dans la présentation de cet élément, de surcharger le joueur durant sa partie, dans la mesure où il y a plus de choses dont il doit s'occuper à la fois, ce qui rend forcément le jeu plus dur.

En revanche, quand on cherche à savoir si la présence d'indicateurs provoque ou non une hausse du niveau de stress ressenti par le joueur, si l'on compare les deux tâches sans hexagones, on voit que la tâche avec indicateurs a reçu une note plus élevée que la tâche sans, ce qui irait dans le sens de l'hypothèse. Néanmoins, si l'on regarde les deux tâches avec hexagones, la présence ou non d'indicateurs n'a pas l'air d'avoir affecté le niveau de stress ressenti, ce qui irait ici à l'encontre de l'hypothèse.

Pour confirmer ou infirmer ces deux hypothèses, il reste deux questions que l'on a posé aux joueurs dans le questionnaire post-expérimental. On leur a demandé de noter de 1 à 5 à quel point ils étaient d'accord avec les affirmations suivantes (où 1 correspond à pas du tout d'accord, 3 à ni l'un ni l'autre et 5 à tout à fait d'accord) :

"Il est plus stressant de jouer avec hexagones que sans hexagones."

"Il est plus stressant de jouer avec indicateurs que sans indicateurs."

Et voici les résultats obtenus:

Il est plus stressant de jouer avec hexagones que sans hexagones.

9 réponses

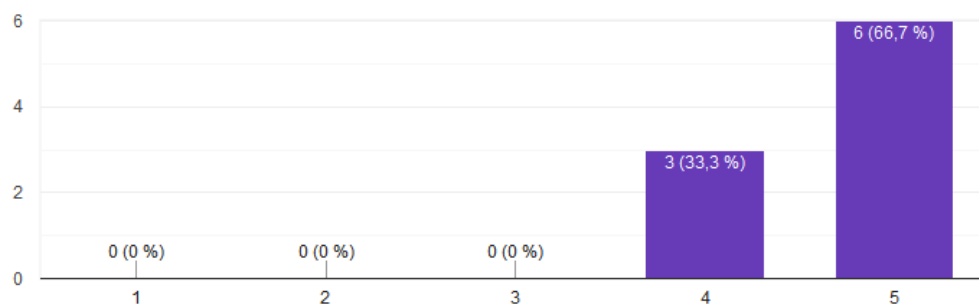


Figure 4

Il est plus stressant de jouer avec indicateurs que sans indicateurs.

9 réponses

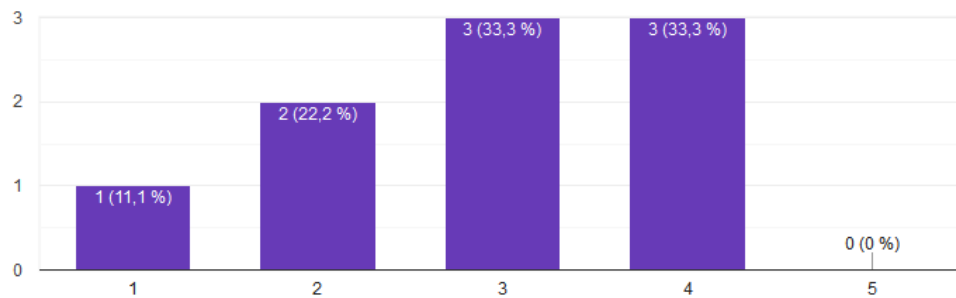


Figure 5

Avec ces résultats on voit qu'effectivement jouer avec des hexagones a été un grand facteur d'ajout de stress et cela a été ressenti par l'ensemble de nos joueurs, alors que pour ce qui est des indicateurs, les résultats nous montrent qu'en moyenne, les joueurs n'ont pas ressenti qu'il était plus stressant de jouer avec indicateurs plutôt que sans, ce qui confirme ce qui a été observé précédemment comme quoi c'est surtout la présence d'hexagones qui a impacté sur le stress du joueur plus que la présence d'indicateurs.

V - Conclusion :

Bien que le projet ce soit dans l'ensemble bien déroulé, que ce soit au niveau de la répartition des tâches, ou de l'avancement du projet, en choisissant de se réunir deux fois par semaine, tout au long du projet, afin de fixer les prochains objectifs et se répartir les différentes *features* à implémenter dans le jeu.

Néanmoins, nous avons dû tout de même faire face à quelques difficultés, telles qu'au moment où nous avons mis un *build* en public pour effectuer les tests, des bugs et défauts sont apparus, et qu'il fallut rapidement résoudre, ce qui a pu donner lieu à plusieurs *fixs* sur quelques jours.

Afin de conclure sur les hypothèses, on observe que l'ensemble des résultats obtenus indiquent que la présence des hexagones permet d'augmenter le stress du joueur, comme prédit. En revanche, les indicateurs visuels et sonores n'ont pas l'impact attendu sur le joueur, ou tout du moins, il fut moindre par rapport à nos attentes, en particulier en comparaison avec les hexagones.

Ainsi, les hexagones provoquent effectivement plus de stress que s'il n'y en a pas, tandis que les capteurs ont peu, voire aucun effet sur le stress des joueurs.

Ensuite, concernant le Bullet Time, la seule façon d'étudier cette hypothèse était l'utilisation des mesures de BPM ; mais puisque que celles-ci étaient peu fiables, il est difficile de conclure et de confirmer ou infirmer cette hypothèse de façon certaine.

A la suite de cette étude des résultats, il apparaît un fort écart entre les réponses fournies par les joueurs à travers les questionnaires et les données mesurées, ce qui s'explique par la mauvaise qualité de l'unique capteur à notre disposition. Pour pallier ce problème, une version améliorée de ce jeu serait de remplacer le capteur actuel par un autre de meilleure qualité, et en plus utiliser un capteur mesurant la transpiration au niveau de la peau, afin d'avoir des informations complémentaires, et ainsi des données plus précises, et de meilleurs résultats.