

Remerciements

Table des matières

Introduction	4
1 Présentation	5
1.1 L’Institut des Sciences Cognitives	5
1.2 L’équipe	5
2 Projet en cours	6
2.1 L’attention	6
2.2 Les tâches d’entraînement	9
2.2.1 La tâche de CPT	9
2.2.2 Le gaborium	13
3 Problématique	14
4 Réalisation	15
4.1 Demande du client	15
4.2 Solutions proposées	16
4.2.1 Les mini jeux	16
4.2.2 Contexte	19
4.2.3 Le multijoueur	19
4.3 Mise en place de l’environnement	19
4.4 Prototypage du premier jeu	19
4.5 Gestion des données	19
4.6 Organisation du travail	19
Conclusion	20
Acronymes	21
Glossaire	22
Bibliographie	23
Annexes	23

Table des figures

1	Les différents aspects de l'attention sélective	6
2	L'évolution de la vigilance au cours du temps	7
3	Relation entre la difficulté de la tâche et la vigilance	8
4	Gabor	9
5	Dispositif de la tâche de CPT et modélisation d'un gabor	9
6	Exemple d'une partie de série de la tâche de CPT	10
7	Exemple d'une partie de test de discrimination	11
8	L'évolution de mes performances sur la tâche de CPT sur 5 sessions	12
9	Gaborium avec les directions de certains gabors affichées	13
10	Concept mini pipe	17
11	Mini jeu drones	17
12	Mini jeu Spaceship	18

Introduction

1 Présentation

1.1 L'Institut des Sciences Cognitives

Mon stage se déroule à l'Institut des Sciences Cognitives (ISC) à Bron. L'institut regroupe deux départements : le département de neurosciences cognitives et le département du langage, cerveau et cognition. Chaque département regroupe des équipes de chercheurs qui étudient le comportement du cerveau, notamment de son aspect cognitif. Leurs travaux peuvent aboutir sur des papiers de recherche pouvant détailler des découvertes ou des nouveaux protocoles par exemple. Vous pouvez obtenir plus d'informations sur l'ISC sur leur site internet[1]. Il faut compléter

1.2 L'équipe

Parler de l'équipe

2 Projet en cours

2.1 L'attention

L'équipe dont je fais partie étudie particulièrement l'attention. Des hypothèses ont été faites par des chercheurs sur la manière dont elle se manifeste et comment nous l'utilisons. Le cerveau reçoit en permanence une multitude d'informations de la part de son environnement que l'on appelle des *stimuli*. Il n'est pas capable de traiter tous ces stimuli dans la durée et doit donc se focaliser sur les informations les plus importantes. A l'heure du numérique, l'être humain a tendance à perdre sa capacité d'attention dans la durée. En effet, les smartphones et leur notifications par exemple ont tendance à sortir leur propriétaire assez régulièrement de leur tâche en cours. Ce qui entraînerait une chute de performance sur des tâches qui nécessitent une attention prolongée.

D'après nos observations, nous pensons que l'attention est *sélective*. Elle agit comme un filtre qui se focalise sur ce qui nous paraît le plus important parmi les informations reçues. Elle peut filtrer les informations selon leur aspect spatial, visuel, auditif ... (image de gauche sur la figure 1). Par exemple, pour porter notre focalisation sur un élément visuel, notre attention va faire bouger nos yeux et placer l'élément en plein milieu de notre champ de vision. Cela permet d'avoir des informations plus détaillées que si l'élément était à la périphérie du champ visuel (image de droite sur la figure 1). En même temps, si l'élément est purement visuel, l'attention va filtrer les informations auditives pour devoir en traiter le moins possible.

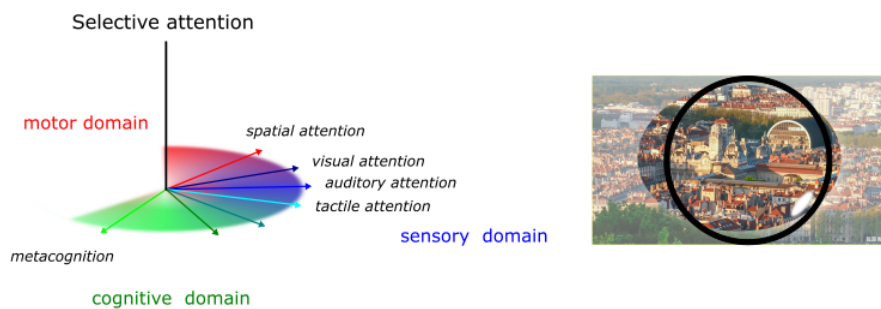


FIGURE 1 – Les différents aspects de l'attention sélective

Nous pouvons observer une différences de capacités attentionnelles entre les personnes jeunes et âgées. En effet, les jeunes peuvent facilement déplacer leur attention d'un élément à un autre. C'est *l'attention divisive*. En revanche, ils ont beaucoup de difficultés à la maintenir efficacement dans

le temps sur une tâche bien précise. Cette capacité s'appelle *l'attention soutenue* ou *vigilance*. Les personnes plus âgées ont de par leur expérience une meilleure attention soutenue. Mais, du fait de leur âge, leur attention divise n'est pas très performante.

Notre capacité d'attention soutenue dépend de chacun. Plus la tâche est longue et moins il est facile de maintenir son attention. Si la tâche est prévisible, son exécution va devenir un automatisme et augmentera le risque de vagabondage mental de la personne. Le *vagabondage mental* est un état où la personne a des pensées qui n'ont aucun rapport avec la tâche qu'elle exécute. Le moment où elle rentre dans l'état de vagabondage est appelé le *décrochage* (voir figure 2).

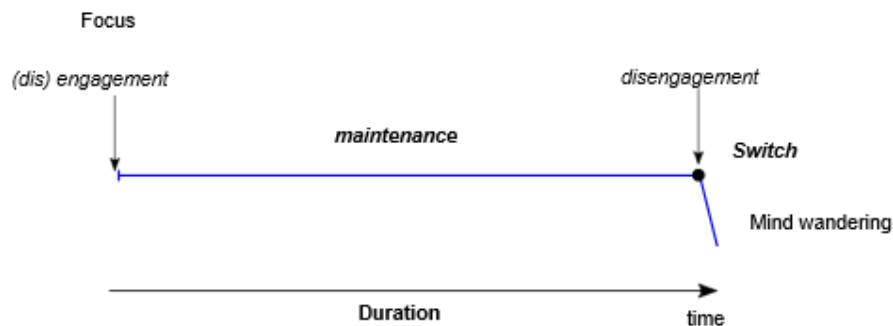


FIGURE 2 – L'évolution de la vigilance au cours du temps

La difficulté de la tâche rentre aussi en jeu dans le décrochage d'une personne. En effet, si la tâche est trop facile, elle peut devenir prévisible, ennuyeuse et ne pas nécessiter beaucoup de vigilance. Le sujet va alors rentrer dans un état exécutif plus qu'attentionnel. Mais si celle-ci est trop difficile, elle va demander beaucoup plus de vigilance et la personne peut décrocher de fatigue, de stress ... Pour de meilleurs performances, il faut également que le rapport effort de vigilance/motivation soit intéressant. Si ces facteurs de difficulté et de motivation sont bien ajustés, la vigilance peut atteindre un optimum, symbolisant la capacité maximale de la personne (voir figure 3) , et qui diffère pour chacun. Cela va nous servir dans le paramétrage des tâches d'entraînement de l'attention dont nous parlerons dans la partie 2.2.

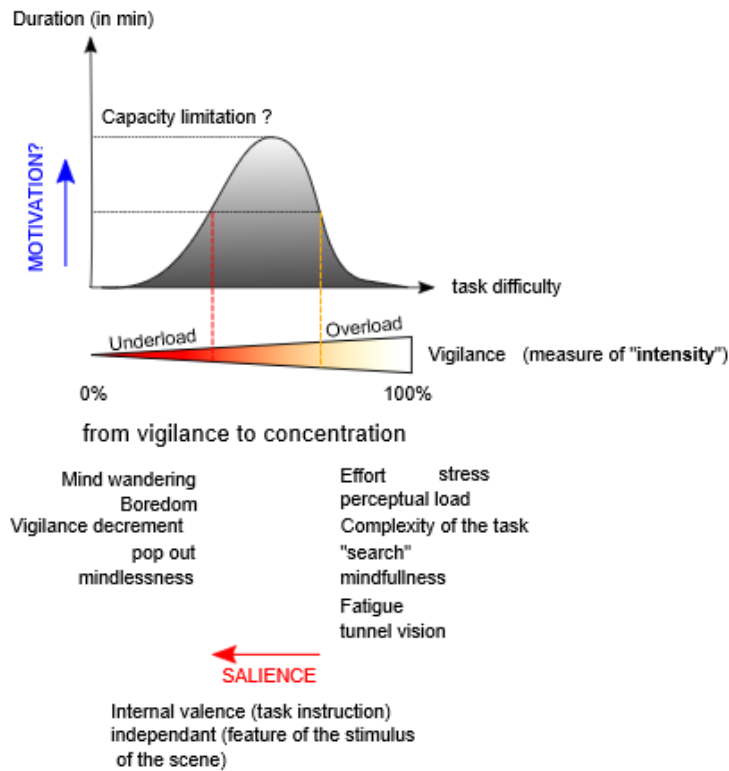


FIGURE 3 – Relation entre la difficulté de la tâche et la vigilance

Il existe une autre facette de l'attention. Celle-ci peut être sollicitée de la même manière tout au long d'une tâche qui ne change pas. Mais il est aussi possible que le contexte change et que la réalisation de la tâche soit différente. C'est à dire que selon un contexte donné, une action peut être requise ou non. Il faut alors concentrer son attention sur le fait de empêcher de faire cette action si le contexte le demande. On appelle cela l'*attention exécutive*. Cet aspect nécessite un certain contrôle de notre attention.

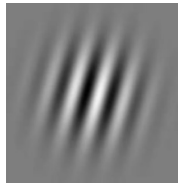
Des études récentes sur des adolescents et des jeunes adultes ont montré un lien entre un usage non modéré des smartphones et surtout des applications de réseaux sociaux comme Twitter, Facebook ... et une baisse des capacités d'attention soutenue [2]. C'est pourquoi notre projet a pour but d'utiliser ces supports censés perturber l'attention pour l'améliorer grâce à un jeu sérieux d'entraînement.

2.2 Les tâches d'entraînement

L'amélioration d'une compétence nécessite de l'entraînement. C'est la même chose pour notre attention. Si l'on veut l'améliorer, il faut s'entraîner régulièrement. L'entraînement de l'attention nécessite la répétition d'une tâche assez difficile pour nécessiter un peu plus que l'attention dont la personne est capable d'utiliser. Elle doit réussir environ 75% de la tâche (entre 50 et 100% sans jamais atteindre ces extrêmes) si elle veut s'améliorer.

Lors de la réalisation d'une tâche, ce sur quoi notre attention doit se porter s'appelle *la cible*. Tous les événements autres pouvant nous tromper s'appellent *les distracteurs*. Deux tâches d'expérimentation ont été créées par le doctorant SIMON CLAVAGNIER afin de vérifier certains points de l'entraînement. Ces tâches ont été réalisées sous Matlab avec la bibliothèque Psychtoolbox.

2.2.1 La tâche de CPT



4 – Gabor

Le dispositif Le joueur est placé à une distance de 57 cm d'un écran grâce à une mentonnière qui permet de garder une certaine stabilité. Il dispose d'un clavier avec lequel il se sert uniquement des touches *espace* et *1* et *2* du pavé numérique. Des stimuli sous forme de *gabors* sont présentés au sujet. La cible est un gabor orienté à 45° . Les distracteurs sont des gabors dont l'orientation varie entre 6 et 42° par rapport à la cible. Les stimuli apparaissent aléatoirement pendant une période de 80 ms. La cible a une probabilité d'apparition de 12.5%, soit $1/8$. Pour ne pas donner de rythme à l'apparition des stimuli, un temps d'attente de 200ms à 1 seconde les espace.

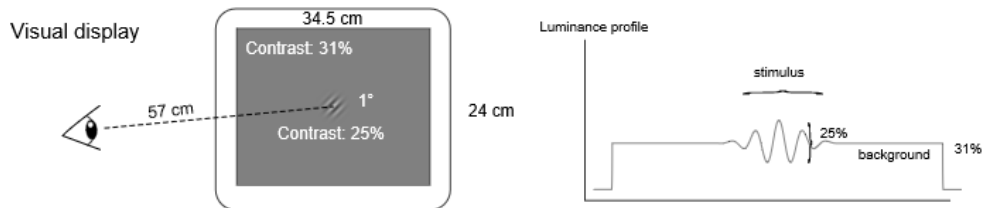


FIGURE 5 – Dispositif de la tâche de CPT et modélisation d'un gabor

Le sujet a pour objectif de taper sur la barre espace lorsqu'il reconnaît la cible. Il dispose d'une seconde après l'apparition de la cible pour répondre. Nous ne cherchons pas à mesurer les réflexes du sujet mais sa capacité de concentration. S'il trouve la cible, le sujet entend un bip. S'il tape sur un distracteur, il entend un cri. Le sujet a quatre possibilités de réponses :

- Il appuie sur une cible. C'est une réponse *correcte* appelée un **hit**.
- Il n'appuie pas sur un distracteur. C'est une réponse *correcte*.
- Il appuie sur un distracteur. C'est une réponse *incorrecte* appelée une **false alarm**.
- Il n'appuie pas sur une cible. C'est une réponse *incorrecte* appelée un **miss**.

Le sujet réalise plusieurs séries dans lesquelles il doit trouver la cible 80 fois. La durée complète de l'entraînement dépend des capacités du sujet. Elle oscille généralement entre 1 et 2h pour pouvoir observer des variations durant l'entraînement et des améliorations au fur et à mesure des sessions. Les séries sont entrecoupées d'un test de discrimination.

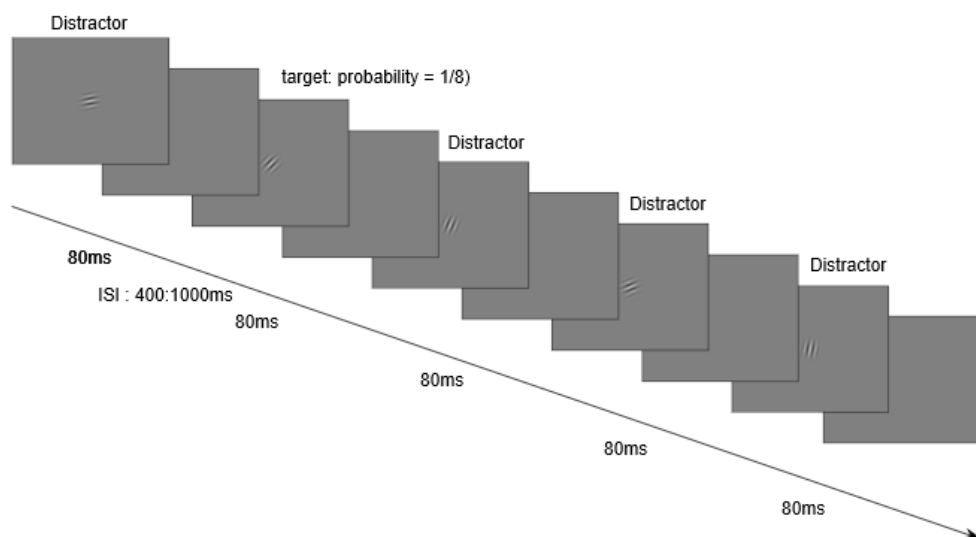


FIGURE 6 – Exemple d'une partie de série de la tâche de CPT

Le test de discrimination Tout le monde n'a pas la même sensibilité visuelle. Il est donc nécessaire de vérifier la perception du sujet afin de calibrer ses résultats en fonction. Le dispositif est le même que pour la tâche de CPT. La cible et les distracteurs sont les mêmes. On demande au sujet de fixer un point central et on affiche des couples cible/distracteur présentées aléatoirement. Un premier stimulus est affiché pendant 80ms, suivi d'un masque pendant 50ms. Ce masque sert à interrompre les post traitements du stimulus. Puis un écran vierge est présenté pendant 1 secondes. On

affiche ensuite le deuxième stimulus du couple de la même manière que le premier. Le sujet doit alors dire si la cible a été présentée en premier ou en deuxième avec les touches 1 et 2 du pavé numérique. Il a 1.5 secondes pour répondre. Comme pour la tâche de CPT, s'il a juste, il entend un bip, sinon un cri. Les couples cibles/distracteurs peuvent apparaître soit au milieu de l'écran en vision centrale, soit légèrement décalé à droite ou à gauche, à la vision périphérique du sujet. Le test de discrimination dure environ 6 minutes, puis une nouvelle série de la tâche de CPT est lancée.

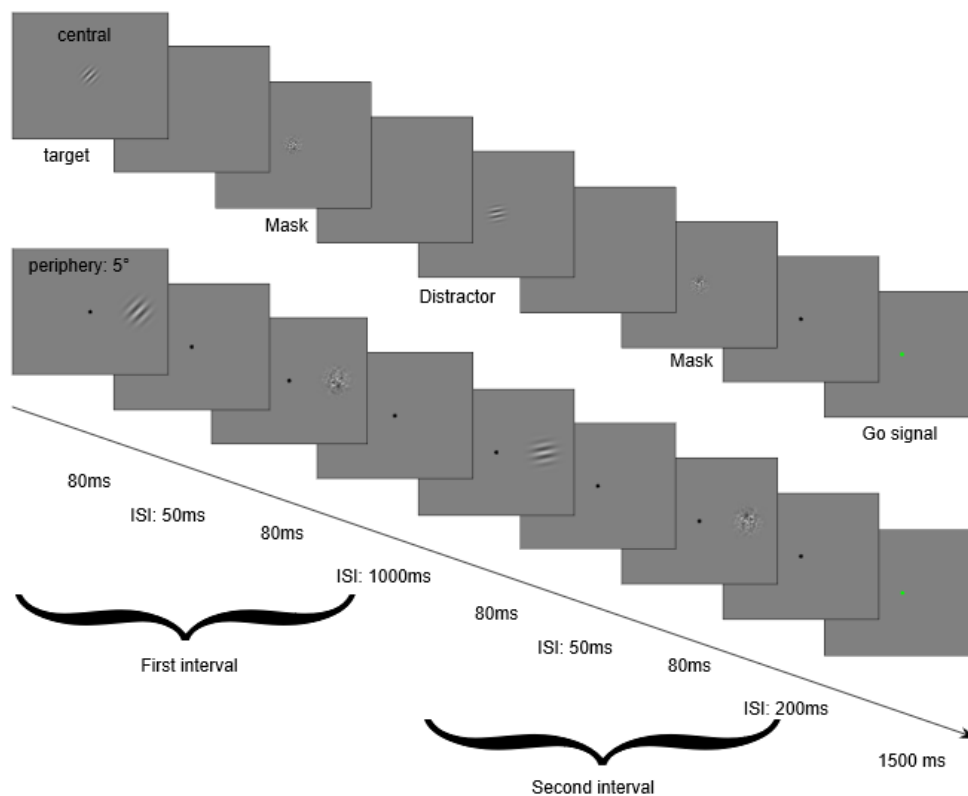


FIGURE 7 – Exemple d'une partie de test de discrimination

Traitement des données A la fin de la session du sujet, il faut extraire et traiter ses résultats. On extrait les données de la session. Il faut parler du dprime, de mes valeurs ... Demander à Simon si la tâche de discrimination est utilisée dans le calcul des courbes ou dans son interprétation des courbes.

Evolution des performances au cours de l'entraînement

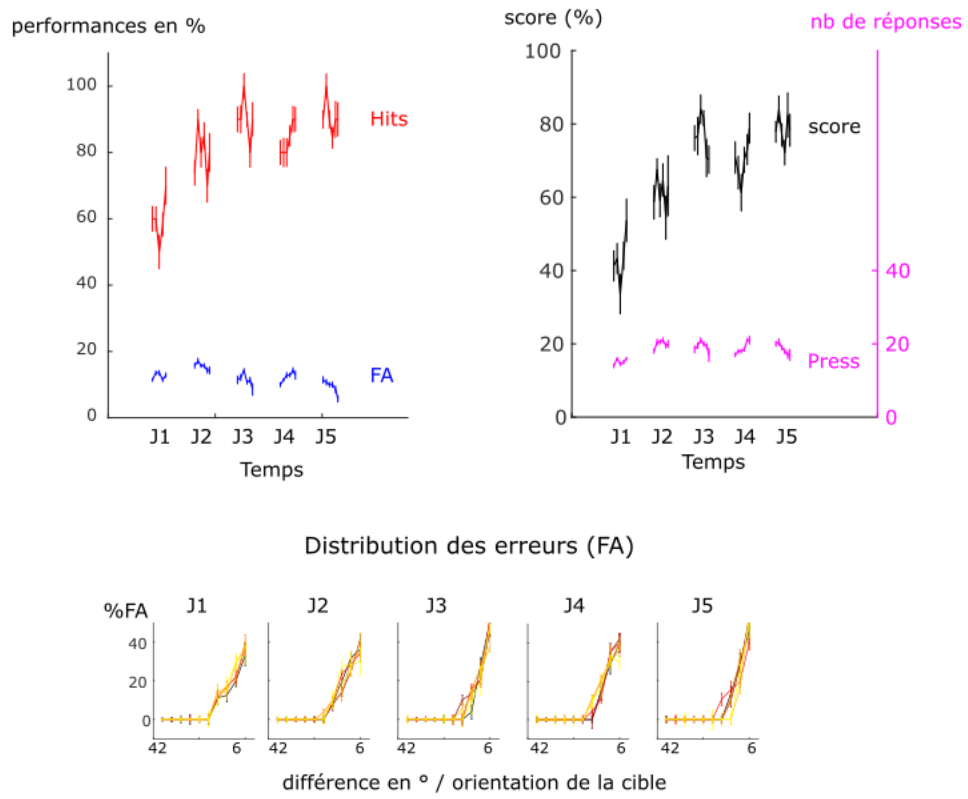


FIGURE 8 – L'évolution de mes performances sur la tâche de CPT sur 5 sessions

2.2.2 Le gaborium

Le dispositif Le gaborium utilise également des gabors comme stimulus. Un écran rempli d'une multitude de gabors de tailles et d'orientations différentes est montré au sujet. Tous les distracteurs sont des gabors avec une direction et une vitesse de mouvement constante. La cible est un gabor dont la direction et la vitesse changent constamment. Dans cette tâche, le sujet doit cliquer sur la cible avec la souris dès qu'il l'aperçoit. La cible disparaît alors et une autre cible fait son apparition après un laps de temps variable. L'œil droit du sujet est traqué à l'aide d'un eye tracker Eyelink. Il doit également appuyer sur la barre espace s'il sent qu'il n'est plus concentré sur la tâche de Gaborium.

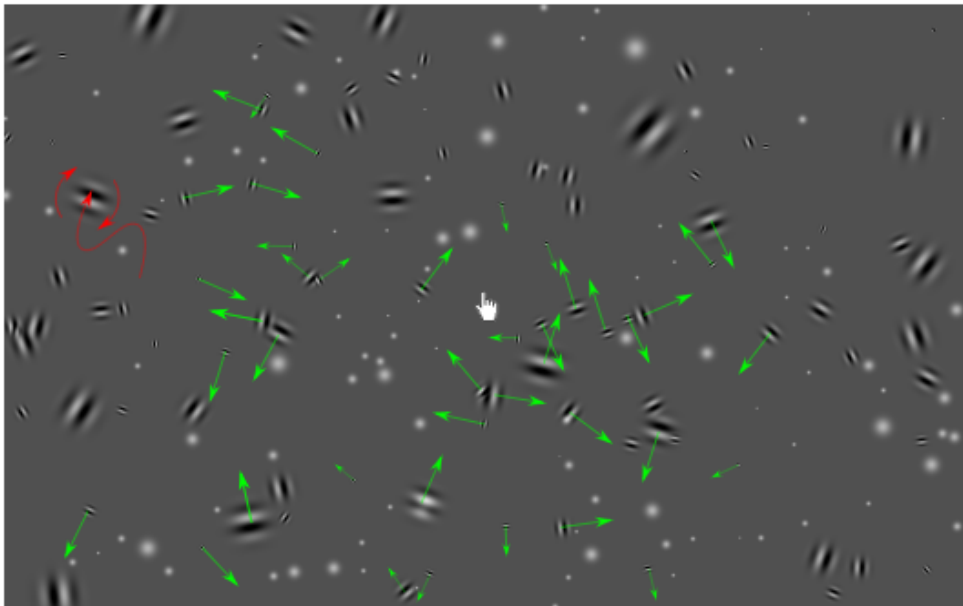


FIGURE 9 – Gaborium avec les directions de certains gabors affichées

Traitement des données Il faut traiter les données mais on sait pas comment donc il faut demander à Simon!!!

3 Problématique

D'après la recherche, il est possible d'améliorer son attention avec de l'entraînement. L'équipe de Suliann Ben Hamed l'a prouvé à l'aide de protocoles expérimentaux dont les résultats ont été très satisfaisants. Le but est maintenant de pouvoir tester ces protocoles en grandeur nature sur des élèves et d'observer leur impact sur leur concentration en cours, voir même sur leurs résultats. Mais ces protocoles ont néanmoins un gros défaut. Ils ne sont pas attractifs et sont même rébarbatifs. Il est donc difficile de motiver un élève à consacrer 1h par jour de son temps sur cet entraînement. C'est pourquoi l'objectif de mon stage est trouver un moyen de rendre ces entraînements attractifs, voir même addictifs. L'idée est de réaliser un jeu vidéo qui ressemble plus ou moins aux protocoles mais qui aurait les mêmes effets. La question qui en découle est donc :

Peut-on entraîner l'attention à l'aide d'un jeu vidéo ?

À cette question s'ajoutent quelques difficultés à ne pas négliger, la première étant la communication avec les chercheurs. En effet, il est nécessaire de comprendre leurs recherches afin de bien saisir leurs besoins et de parler "la même langue".

De plus, il est important de prendre en compte les contraintes techniques notamment en matière de réseau et de stockage de données permettant l'analyse des entraînements.

4 Réalisation

Dans cette partie, je vais détailler toute la réalisation faite durant mon stage. Nous avons été deux stagiaires de Gamagora, Mathieu Nivoliez et moi-même, à travailler sur ce projet.

4.1 Demande du client

Dans le cadre de la réalisation du projet, des discussions préliminaires sur comment les chercheurs voyaient les choses ont d'abord eu lieu. Ils avaient quelques idées, donc nous avons pu partir sur cette base pour pouvoir proposer des solutions. Voici les demandes qui nous ont été faites :

- 1 Pour que les joueurs jouent régulièrement à notre jeu, il faut que celui soit assez attractif.
- 2 L'attention comporte plusieurs aspects (spatiale, divisive, exécutive ...). Il faudrait dans le jeu un monde pour chaque aspect. Le joueur commencerai par un mode simple, exigeant seulement son attention soutenue, puis les monde suivant intégreraient petit à petit les autres aspects. Il est néanmoins nécessaire de choisir l'ordre des mondes, dont la difficulté n'est pas forcément la même pour tout le monde.
- 3 Généraliser le contexte : si un joueur améliore ses capacités seulement dans un contexte précis, rien ne nous dit qu'il va s'en servir dans d'autres contextes, que ce soit dans d'autres jeux ou dans la vie de tous les jours.
- 4 La difficulté doit être adaptative. En effet, chacun à ses propres capacités attentionnelles. Pour que les joueurs puissent progresser, il est nécessaire que le jeu s'adapte pour leur proposer la bonne difficulté de jeu.
- 5 Il est nécessaire de recueillir les données des joueurs pour pouvoir analyser leur progression attentionnelle.
- 6 Ce projet est réalisé dans le cadre de l'éducation nationale. La cible principale du jeu sera donc les étudiants au collège et lycée. L'idée est de proposer aux professeurs de faire jouer leurs élève en cours, 1h par semaine. Il faut donc trouver une solution pour que le projet les intéresse.
- 7 Les dynamiques de groupe aident souvent à progresser dans beaucoup de domaines. Il serait donc intéressant de proposer un mode multijoueur dans lequel un groupe de 3 ou 4 étudiants joueraient en coopération pour

atteindre un but. La compétition aidant aussi, on peut imaginer que les groupes joueraient les uns contre les autres. Dans ce contexte, il est important de ne pas oublier d'inclure le professeur dans la boucle de jeu pour qu'il puisse interagir avec ses élèves.

4.2 Solutions proposées

Ces demandes font une bonne base pour un début de réflexion. Nous avons travaillé en étroite collaboration avec les chercheurs afin de leur proposer les solutions les plus pertinentes. En parallèle, nous avons aussi servi de sujet à leurs tâches d'entraînement. Cela nous a permis de bien comprendre par quels procédés l'entraînement de l'attention était possible et comment nous pouvions l'adapter à un jeu.

4.2.1 Les mini jeux

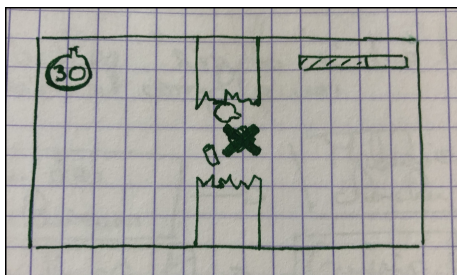
Notre réflexion s'est d'abord portée sur le style de jeu. Nous avons besoin de confronter le joueur à divers contextes et gameplay pour pouvoir généraliser son apprentissage. Nous en sommes venu à la conclusion que le mieux était de faire un ensemble de mini jeux. Pour leur réalisation, nous avons deux possibilités : garder le principe de la tâche tout en la modifiant pour la gamifier, ou bien juste habiller la tâche.

Comme nous avons fait le choix de réaliser plusieurs mini jeux, nous avons préféré partir sur l'idée de garder le principe de la tâche en la modifiant. En effet, les mini jeux doivent différer pour améliorer l'apprentissage.

Des idées de mini jeux nous sont venues à l'esprit assez rapidement :

- Boxeur : identifiant les coups de l'adversaire pour choisir les bonnes actions (éviter, frapper ...)
- Sonore : reconnaître un son parmi une foule de sons distincts
- Carrousel : un carrousel d'images défile avec des formes et couleurs semblables. Il faut reconnaître une image en particulier.
- Flèche : reprise de la tâche de CPT et se servir de l'orientation pour atteindre une cible
- Runner : runner classique avec des objets du décor à éviter, en rajoutant des objets à récupérer comme Mario kart qui défilent dans une boîte
- Asterix : reconnaître des romains (cible) qui apparaissent et disparaissent et les taper rapidement, il faut faire attention à ne pas taper les gaulois (distracteurs)
- Tubes : des objets tombent à l'intérieur d'un tube ouvert, il faut retirer certains objets

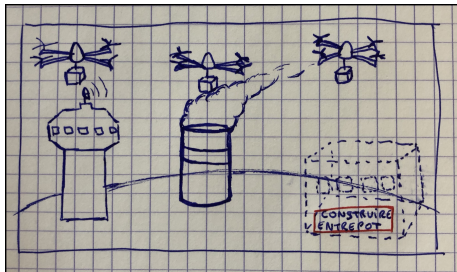
Après une réflexion plus poussée, nous avons approfondi certaines idées, oublié les autres, et trouvé de nouvelles. Nous avons également choisi un thème pour notre jeu qui donne une ambiance intéressante : la science-fiction (SF). C'est un thème qui parle beaucoup aux jeunes et qui permet de justifier facilement les environnements et les différents mini jeux.



10 – Concept mini pipe

la tâche de CPT nous plaisant, nous avons décidé de la pousser plus loin pour en faire notre premier prototype. Mais nous en parlerons plus en détail dans la partie 4.4.

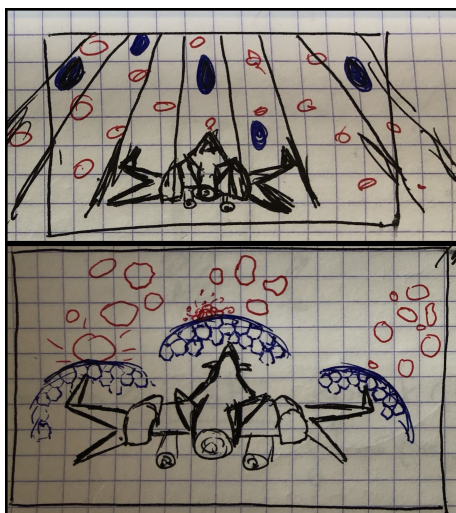
Mini pipe Le mini jeu du tube était relativement simple. L'idée est que le joueur incarne un mécanicien qui est confronté à une panne dans la machine de tri des matériaux d'un entrepôt. Il doit alors enlever les matériaux dangereux à la main le temps que les technicien réparent la panne. Le joueur doit donc reconnaître très rapidement les matériaux qui défilent pour retirer le bon. Cette mécanique assez proche de



11 – Mini jeu drones

Les drones (anciennement Asterix) Pour coller au thème de la SF, les romains sont devenus des drones. Dans un premier temps, nous avons pensé à envoyer des matériaux au bons drones. Puis, pour complexifier le mini jeu, nous avons rajouté des éléments de gameplay. Tel un architecte, le joueur doit au contraire récupérer les matériaux dont il a besoin aux drones correspondant. Le joueur doit avec les ma-

tériaux construire les bâtiments d'une base scientifique. Chaque bâtiment nécessite certains matériaux et rapporte un nombre de points de score défini. Il pourra éventuellement améliorer les bâtiments. Ceux-ci joueront également un rôle dans l'apparition des matériaux. Il devra donc porter son attention sur plusieurs choses à la fois : les drones qui passent et la construction des bâtiments.



12 – Mini jeu Spaceship

mettre de détruire tous les météores affichés en envoyant des missiles télé-guidés.

Spaceship (anciennement Runner)

Le joueur contrôle un vaisseau spatial qui parcourt l'univers. Sur sa route, il croise des météores à éviter qui causent des dommages au vaisseau, et des naufragés dans des capsules de secours à secourir. Il peut se déplacer à droite ou à gauche pour éviter les météores et dispose d'une recharge de bouclier qu'il peut placer soit sur l'avant du vaisseau, soit à droite, soit à gauche. Ce bouclier est à utiliser avec parcimonie car il empêche la récupération des naufragés. On peut imaginer une compétence spéciale qui se recharge au cours du temps, ou au fur et à mesure que le joueur récupère des naufragés. Elle pourrait per-

4.2.2 Contexte

Les mondes Une des premières discussions concernant le jeu a mis en avant l'importance de faire évoluer le jeu de manière à entraîner petit à petit le joueur à chaque aspect de l'attention. En effet, le joueur doit d'abord pouvoir se concentrer dans la durée sur un point central fixe. Quand il y arrive, on peut essayer de faire bouger son attention dans l'espace ... Nous en avons conclu qu'il fallait un "monde" par aspect de l'attention à entraîner. Quatre aspects ont été retenus comme mondes :

- l'attention soutenue
- l'attention **A COMPLETER**
- l'attention divisive
- l'attention exécutive

Décrire les niveaux des mondes

Les scénarios rattachement aux matières -> 1 scénario par matière. Un même monde dans 2 scénarios : 2 mini jeu en apparence différents mais avec des mécaniques assez semblables

4.2.3 Le multijoueur

Protocole : pas intéressant -> jeu intéressant, voir addictif

1 monde = 1 aspect de l'attention -> plusieurs mini jeux pour chaque aspect progression adaptée à chaque joueur jeu à faire en cours -> relier les mini jeux à des matières pour intéresser les professeurs

aspect multi : coopération en petits groupes et compétition entre les groupes (inclure le professeur dans le gameplay)

4.3 Mise en place de l'environnement

4.4 Prototypage du premier jeu

4.5 Gestion des données

4.6 Organisation du travail

Conclusion

Acronymes

CNRS Centre National de la Recherche Scientifique. 21, 22, *Glossaire* :
Centre National de la Recherche Scientifique

ISC Institut des Sciences Cognitives. 5, 21, 23, *Glossaire* : Institut des
Sciences Cognitives

SF science-fiction. 17, 21, *Glossaire* : science-fiction

Glossaire

Centre National de la Recherche Scientifique Le centre de recherche scientifique civil français. 21, 22

gabor Stimuli visuel de bas niveau, réalisé en faisant varier la luminance par rapport au fond. 9, 13

Institut des Sciences Cognitives Un centre de recherche dépendant du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) spécialisé dans la recherche autour du cerveau. 5, 21

Matlab Langage de programmation destiné aux calculs numériques et utilisé dans la recherche. 9, 22

Octave Langage de programmation destiné aux calculs numériques semblable à Matlab. 22

Psychtoolbox Bibliothèque de fonctions pour Matlab et Octave dédiée à destination de la recherche en neurosciences et en vision. 9

science-fiction Genre narratif consistant à raconter des fictions reposant sur des progrès scientifiques et techniques obtenus dans un futur plus ou moins lointain. 17, 21

Bibliographie

- [1] *Institut des sciences cognitives - Marc jeannerod*. Site internet de l'Institut des Sciences Cognitives (ISC). URL : <http://www.isc.cnrs.fr/>.
- [2] Nikken P. et Schols M. « How and why parents guide the media use of young children ». In : 24 (2015). Sous la dir. de J Child Fam STUD, p. 3423-3435.

Annexes

Résumé