



**"PLAY BY SOUND" : CONCEVOIR LE SON QUI VOUS FERA MIEUX JOUER**

***Sound design* et performance dans les jeux  
de tir compétitifs à la première personne**

Guéno**l**é LOTERIE

Mémoire de Master 2 - Spécialité Son

Directrice externe : Tifanie BOUCHARA

tifanie.bouchara@lisn.fr

Directeur interne : Eric URBAIN

e.urbain@ens-louis-lumiere.fr

Référent académique : Corsin VOGEL

c.vogel@ens-louis-lumiere.fr

Examineur : Jean Rouchouse

j.rouchouse@ens-louis-lumiere.fr

Juin 2023

## RÉSUMÉ

Les jeux de tir compétitifs à la première personne, ou FPS compétitifs, proposent une expérience de jeu très exigeante. De par leur nature, ils poussent en permanence les joueur·ses à chercher à obtenir les meilleurs résultats possibles. Plusieurs aspects du jeu vont permettre aux joueur·ses de s'inscrire dans cette démarche. Ce mémoire se propose d'étudier la contribution du *design* sonore dans cette recherche de performance. La bibliographie à ce sujet montre que la bande-son est à même d'aider à mieux jouer, notamment en ce qui concerne la navigation dans l'espace virtuel. Ces résultats nous ont fait nous poser la question suivante : comment les *sounds designers* s'approprient-ils la notion de quête de performance dans leur manière de penser le son d'un FPS compétitif ?

Afin d'y répondre nous avons fait le choix de mener des entretiens avec neuf *sound designers* spécialisés dans le travail sur des FPS compétitifs, puis de procéder à une analyse par théorisation ancrée. Cette analyse a fait émerger quatre catégories, qui correspondent chacune à un aspect déterminant du *sound design* d'un FPS compétitif : **Armes à feu au cœur des FPS; Espace du FPS compétitif; Notion de menace; Immersion et performance.** Ce sont là quatre dimensions importantes à garder à l'esprit lors de la création de la bande-son d'un jeu de tir. Nous avons de plus montré au final que le son doit se mettre au service des joueur·ses et du *gameplay* : c'est en pensant le son à travers ce qu'il doit leur apporter que l'on parviendra à concevoir un *sound design* favorisant la performance.

## ABSTRACT

Competitive first-person shooters (FPS) offer an extremely challenging experience. Because of their nature, they always urge players to seek for the best possible results. Many aspects of the game will allow players to look for these very results. This thesis aims to examine how will sound design impact in this performance quest. Previous research on this topic show that sound do help players to play better, especially when it comes to navigating in the shooter virtual 3D space. From these results our question arose : how sound designers deal with this performance aim when conceptualising and creating sound of a competitive FPS?

To answer this question we have decided to conduct interviews with nine FPS-specialist sound designers, and then to proceed to interviews analysis using grounded theory. From this analysis, we have established four categories, each of them representing a crucial aspect of competitive FPS sound design: **Guns being central in FPS; Competitive FPS space; Concept of threat; Immersion and performance**. These are four important dimensions to bear in mind when creating the sound of a shooting game. Besides, we have shown that, in the end, sound have to serve players and gameplay. While designing sound for a competitive FPS, the motto has to be "Gameplay first". Thinking about sound in term of what it shall bring to players in the frame of a demanding gameplay will enable to create a performance-boosting sound design.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>8</b>
<b>I – CONTEXTUALISATION .....</b>	<b>10</b>
I - A) Aperçu historique.....	10
1. <i>Histoire du jeu de tir</i> .....	10
2. <i>Dates clés du son pour le jeu vidéo</i> .....	13
I - B) Travailler le son pour le jeu vidéo.....	16
1. <i>Son pour le jeu vidéo, son pour les films</i> .....	16
2. <i>Les métiers du son</i> .....	19
3. <i>Environnement de travail des Sound Designers</i> .....	21
<b>II – ETAT DE L’ART.....</b>	<b>24</b>
II - A) Le son comme mine d’information .....	24
1. <i>Catégorisation des sons</i> .....	24
2. <i>Informations sonores</i> .....	27
II - B) La propagation du son dans un espace virtuel .....	29
1. <i>Perception humaine dans un espace réel</i> .....	29
2. <i>Application aux espaces virtuels, incidences sur la performance</i> .....	31
II - C) Diffusion du son : la question du binaural .....	33
1. <i>Apport du binaural</i> .....	33
2. <i>Vers des HRTFs individualisées</i> .....	35
<b>III – MÉTHODOLOGIE DE COLLECTE DE DONNÉES.....</b>	<b>37</b>
III - A) Elaboration des entretiens.....	37
1. <i>Choix de l’entretien</i> .....	37
2. <i>Guide d’entretien</i> .....	38

III - B) Protocole expérimental .....	39
1. <i>Panel des personnes interrogées</i> .....	39
2. <i>Déroulé des entretiens</i> .....	42
<b>IV – ANALYSE PAR THÉORISATION ANCRÉE .....</b>	<b>44</b>
IV - A) Principe de la méthode .....	44
IV - B) Présentation des résultats .....	46
1. <i>Armes à feu au cœur des FPS</i> .....	47
2. <i>Espace du FPS compétitif</i> .....	56
3. <i>Notion de menace</i> .....	66
4. <i>Immersion et performance</i> .....	75
<b>V – DISCUSSIONS .....</b>	<b>84</b>
V – A) Gameplay first .....	84
V – B) Approche méthodologique .....	85
V – C) Bilan humain .....	87
<b>VI – CONCLUSION.....</b>	<b>88</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>89</b>
<b>LUDOGRAPHIE .....</b>	<b>94</b>
ANNEXE 1 – Guide d'entretien .....	96
ANNEXE 2 – Formulaire de Consentement .....	98
ANNEXE 3 – Liste des abréviations .....	99
ANNEXE 4 – Histoire du jeu vidéo .....	101
ANNEXE 5 – Liste des traductions .....	106



## REMERCIEMENTS

Merci à Tifanie Bouchara pour son accompagnement sans faille et pour ses précieux conseils méthodologiques et bibliographiques.

Merci à l'ensemble des *sound designers* interrogés pour leur temps, leur intérêt et leur sympathie, sans qui cette étude n'aurait pas été possible. Un remerciement tout particulier à Matthew Florianz pour la visibilité qu'il a apporté à ma recherche de candidat-es.

Merci à l'ensemble de l'équipe pédagogique de Louis-Lumière, notamment Corsin Vogel pour ses enseignements sur l'exercice de recherche et Florent Fajole pour la richesse du centre documentaire.

Merci aux différentes personnes chez qui j'ai échoué au gré de mes pérégrinations pour écrire mon mémoire. Votre accueil et votre connexion Internet m'auront été d'un grand secours.

Merci à mes frères et sœurs pour leur soutien, particulièrement à Anne qui a sûrement dû sacrifier des heures de vélo pour sa relecture de dernière minute, et qui m'a poussé à prendre l'air pour qu'on fasse le Triatbreizh avec Xavier.

Merci à mes parents, je ne sais toujours s'ils ont compris mon objet étude mais ils n'ont pas cessé de croire en moi et de me pousser.

Merci à la promo 2023, à ces trois années passées en leur compagnie, à ces derniers semestres passés à se serrer les coudes. Merci particulièrement à Félix pour m'avoir fait installer CS et Valorant, qui m'a vu rager, à qui j'ai fait réinstaller CS et Valorant, que j'ai vu rager, et à qui j'ai refait réinstaller CS et Valorant.

Merci à Héloïse, pour mille et une raisons.

# INTRODUCTION

C'est durant l'année 1973, à l'occasion d'un programme de la NASA destiné à tester les limites de l'ordinateur Imlac PDS-1, que Steve Colley eut l'idée de développer un jeu de labyrinthe. Ce jeu vidéo place le·a joueur·se dans un dédale avec pour objectif de s'en extirper, sans se priver d'éliminer au passage les entités ou les autres utilisateur·ices du programme placés·es sur son chemin. Gourmand en ressource pour l'époque, ce jeu à l'originale vue subjective resta relativement confidentiel et limité aux sphères professionnelle et universitaire. Il est cependant communément admis que ce méconnu *Maze War* (Colley, 1974) fut le premier FPS de l'histoire, pour *first-person shooter*, ou jeu de tir à la première personne.

Aujourd'hui, le jeu de tir occupe une place de premier plan dans le paysage vidéoludique. En France, 21% des joueur·ses occasionnel·les jouent à des FPS (SELL, 2022). Le jeu vidéo d'une manière générale est également devenu au fur et à mesure des années un média reconnu, et au poids industriel non négligeable : en 2019, avant la pandémie de coronavirus, le chiffre d'affaire généré par le jeu vidéo était supérieur au double du chiffre d'affaire cumulé des industries cinématographique et musicale (Gaudiaut, 2021). L'expression « dixième art » pour s'y référer en est devenue courante. Le jeu vidéo est un loisir que tout un chacun retrouve très facilement chez soi, dans son salon ou sur son ordinateur, voire dans sa poche avec la prolifération des jeux mobiles.

Dans le cas précis du FPS, on peut également observer une pratique compétitive, qui se voit consacrée lors d'événements d'e-sport. De nombreux championnats ont ainsi lieu autour du monde, se déroulant sur des jeux de tir comme entre autre *Valorant* (Riot Games, 2020) ou *Overwatch* (Blizzard Entertainment, 2016). Sans être professionnel·les, de nombreux·ses joueur·ses cherchent également à obtenir les meilleures performances sur ces jeux-là. De par leur nature ils sont en effet extrêmement exigeants, et souvent particulièrement punitifs. Un FPS est un jeu où il s'agit de tuer avant d'être tué, et où la moindre optimisation ou amélioration de la manière de jouer est bonne à prendre.

Dans cette optique de quête de la performance, nous nous sommes interrogés sur la place de la bande-son de ces jeux vidéos. Afin de répondre à cette interrogation différentes études sont possibles : interroger des joueur·ses, analyser des bandes-son, interroger les concepteur·ices de ces bandes-son, etc. Nous avons choisi de privilégier cette dernière approche, afin de savoir comment les *sound designers* s'emparaient de

cette question. Comment les *sounds designers* s'approprient-ils la notion de quête de performance dans leur manière de penser le son d'un FPS compétitif ? De quelle manière construire un espace sonore qui garantisse l'immersion et permettent d'optimiser les performances d'un·e joueur·se de FPS ?

Dans un premier temps, nous avons commencé par opérer un recadrage autour du sujet d'étude : dans la **contextualisation** nous avons rappelé quelques repères historiques et avons dressé le portrait du monde du son pour le jeu vidéo. Dans un deuxième temps, nous avons établi un **état de l'art** de la recherche actuelle sur ces questions de son et de performance. Ensuite, nous avons présenté la **méthodologie de collecte de données** suivie au cours de cette études. Ces entretiens de *sound designers* ont par la suite été étudiés et analysés selon la méthode d'**analyse par théorisation ancrée**. Enfin, nous avons procédé à une **discussion** critique des résultats de l'étude, mais également de la méthodologie employée. Vous trouverez en **Annexe 3** une liste des abréviations utilisées. L'**Annexe 4** quant à elle propose un aperçu global de l'histoire des jeux vidéos et des technologies.

# I – CONTEXTUALISATION

## I - A) APERÇU HISTORIQUE

### 1. Histoire du jeu de tir

Un jeu de tir, ou *shooter*, est un jeu « *in which the main objective of the game involves shooting, the act of which usually requires either aiming, timing, or both, sometimes repeatedly in quick succession.* »<sup>1</sup> (Wolf, 2021). Il existe différentes manières de les classer selon la manière dont se déroule la confrontation, le type d'environnement, les scénarios possibles, etc. L'une des classifications les plus évidentes et qui nous intéresse ici se fait selon la perspective : les jeux de tir peuvent être à la troisième personne (TPS, pour *third-person shooter*) ou à la première personne (FPS, pour *first-person shooter*).

L'histoire des jeux de tir a suivi de près celle des jeux vidéos. On peut même considérer que *Spacewar!* (Russel, 1962), l'un des tous premiers jeux, ou ses adaptations en arcade, sont des TPS : au final, il s'agit de tirer sur des ennemis depuis un véhicule. Malgré l'émergence des très nombreux jeux de raquette suite à *Pong* (Atari Inc., 1972), les jeux de tir type *Space Invaders* (Taito, 1978), qualifiés de *shoot'em up* (abattez les tous), gagnent en nombre et représentent la majeure partie des jeux d'arcade dans les années 1980. Il faudra attendre un peu plus tard pour voir le premier FPS. Développé dans un laboratoire universitaire américain sur un Imlac PDS-1, *Maze War* voit le jour en 1974. Dans le même temps, Jim Bowery développe *Spasim* en mars 1974, un FPS se déroulant depuis une fusée, faisant de ces deux titres les précurseurs des jeux de tir à la première personne. Le rendu de l'espace tridimensionnel demande une certaine puissance de calcul : le FPS met un certain temps à sortir des campus pour arriver dans les salons. C'est le cas en 1980 avec *Battlezone* (Atari Inc, 1980) sorti sur Atari 2600 et ordinateurs.

Durant les deux décennies suivantes, le rendu d'espace 3D est au centre des préoccupations. Les graphismes allant également en s'améliorant et les mécaniques de *gameplay* devenant de plus en plus sophistiquées, le genre gagne en popularité. Le jeu qui incarne particulièrement ces notions est *Wolfenstein 3D* (id Software, 1992). Ce jeu définit la grammaire des FPS : gestion des munitions, possibilité d'avoir différentes armes,

---

<sup>1</sup> [Jeu] dans lequel l'objectif principal consiste à tirer, ce qui demande en règle générale de viser, de choisir le bon moment ou les deux, parfois de manière répétée et rapide.

barre de santé, progression en niveaux de plus en plus exigeants se concluant par un *boss* (ennemi plus puissant permettant de valider le niveau et de passer au suivant), le tout porté par un scénario efficace. Le développeur ne s’y trompe pas, et publie l’année suivante *Doom* (id Software, 1993) : le succès est tel que, pendant un temps, les FPS furent appelés *Doom-like*, c’est-à-dire « comme Doom ». Il intègre également un mode multi-joueur·ses en réseau local, en confrontation ou en coopération, initiant le genre des FPS compétitifs. La figure suivante présente des captures d’écran de ces jeux.



Fig. 1 : De gauche à droite, captures d’écran de *Wolfenstein 3D* (id Software, 1992) et *Doom* (id Software, 1993).

Du fait du point de vue, le FPS est bien plus populaire chez les joueur·ses sur ordinateurs. L’usage de la souris permet des mouvements de caméra, et donc de tête, beaucoup plus fins et rapides, et donc plus naturels. Cette nervosité que procure ce contrôle fait des FPS des jeux par essence assez exigeants. La fin des années 1990 voit donc émerger les premiers jeux basés sur la compétition multi-joueur·ses : c’est le cas dans une certaine mesure de *Quake* (id Software, 1996), mais surtout de *Counter-Strike* (Valve, 2000). Ce jeu n’existe que dans une version multi-joueur·ses et exploite les possibilités d’Internet pour permettre au plus grand nombre de confrontations de se produire. Le principe est simple : deux équipes de joueur·se s’affrontent durant des rounds de 2 minutes, qu’ils remportent en éliminant l’équipe adverse ou en remplissant un objectif propre à chaque équipe. Le jeu est un succès : en 2007, *Counter-Strike* reste le jeu en ligne le plus joué, et ne cède sa place qu’en 2009 au profit de... son *remake*, *Counter-Strike: Source* (Valve, 2004), d’après des informations trouvées sur la page de statistique de Steam<sup>2</sup>. Encore aujourd’hui, le troisième opus de la série *Counter-Strike: Global Offensive* (Valve, 2012), ou CS:GO, est extrêmement populaire : 35 millions de joueurs en

<sup>2</sup><https://store.steampowered.com/charts/>

moyenne s’y connectent par mois sur les 24 derniers mois, et il occupe les devants de la scène e-sport avec 3316 joueurs e-sport en 2021 (voir fig. 2). Il fait face à d’autres FPS compétitifs ayant émergé dans les années 2010, comme *Overwatch* (Blizzard Entertainment, 2016) puis *Overwatch 2* (Blizzard Entertainment, 2022), ou encore *Valorant* (Riot Games, 2020).

Au cours des années 2000 les FPS bénéficieront énormément des améliorations de graphismes et de rendus permis par la puissance accrue des consoles et des ordinateurs. De nombreux jeux vont s’orienter vers une esthétique plus réaliste. C’est le cas des jeux de guerre, comme les séries *Battlefield* (DICE), *Call of Duty* (Activision) ou *Arma* (Bohemia Interactive), très populaires sur console, mais aussi des jeux plus narratifs à jouer en solo. Le *gameplay* du FPS cherche à s’intégrer dans une narration de plus en plus complexe : c’est le cas de *Far Cry* (Ubisoft, 2004) ou *BioShock* (2K Games, 2007).

De nos jours, les *shooters* recouvrent une large variété de jeux, certains très exigeants, d’autres plus narratifs, aux rythmes lent ou rapide, en solo ou en multi-joueur-ses. Ils se mêlent à des genres différents, comme la simulation, le jeu de rôle, le jeu d’horreur, et on les retrouve même dans le monde de la VR, qui s’y prête particulièrement bien. On peut évoquer notamment *Pavlov VR* (Vankrupt Games, 2017), qui est à peu de choses près un portage de *Couter-Strike* en réalité virtuelle. Les FPS irriguent désormais le paysage vidéoludique, en atteste les 102 titres parus en 2021.

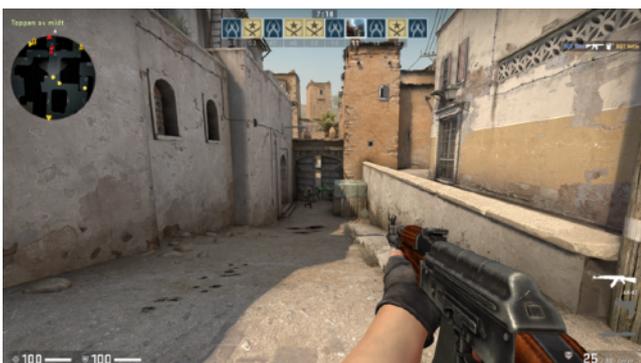


Fig 2 : De gauche à droite et de haut en bas : *Counter-Strike* (Valve, 2000); *Counter-Strike: Source* (Valve, 2004); *Counter-Strike: Global Offensive* (Valve, 2012); *Counter-Strike 2* (Valve, 2023) <sup>12</sup>

## 2. Dates clés du son pour le jeu vidéo

"The history of sound in video games is the story of doing more with less."<sup>3</sup> (Horowitz, 2021)

- **Jusqu'en 1972** – Le jeu vidéo est silencieux, des *mainframe games* aux arcades en passant par la première console, la Magnavox Odyssey.

- **1972 : Le premier jeu sonore** – *Pong* (Atari, 1972) est le premier à diffuser des sons, trois différents au total, généré par un oscilloscope. On est loin des attentes des fondateurs d'Atari, qui souhaitaient implémenter les sons d'une foule en délire ou d'une bronca selon que l'on remporte ou non le point, mais il fallait que le jeu soit sonore. La fonction du son est alors de souligner l'interactivité du média mais aussi d'intriguer et de faire s'approcher des personnes qui entendraient ces sons incongrus.

- **1977 : l'Atari 2600 et sa TIA** – L'Atari 2600 est la première console pourvue d'une puce dédiée au son appelée *Television Interface Adaptor* (TIA). Elle permet de jouer deux sons, mixés en mono, avec 16 types de formes d'ondes différentes et 32 hauteurs possibles. Les autres fabricants concurrents s'y mirent progressivement afin de rester compétitif.

- **1978 : Le son des bornes** – General Instruments produit la puce AY-3-8910, la plus populaire des PSG (*Programmable Sound Generators*) d'après Collins (2008), équipant bornes d'arcade et ordinateurs personnels. Elle propose 4 canaux de sons, 3 pour des VCO, 1 pour un générateur de bruit blanc. L'écriture sonore des jeux vidéos naît, avec des bandes-sons iconiques comme celle de *Pac-Man* (Namco, 1980). La musique est entêtante, et le son de mort du personnage si évocateur qu'il est devenu par la suite un standard de *feedback* sonore signifiant la défaite.

- **1983 : Synthèse sonore et console** – La NES de chez Nintendo est la première console à égaler les performances sonores des bornes : deux canaux de signaux carrés sur 8 octaves dont on pouvait ajuster le timbre, un signal triangulaire plus grave au contrôle de volume moins fin, un canal de bruit blanc et un canal permettant de jouer des fichiers en PCM. Les jeux consoles profitent désormais de musiques plus longues, plus raffinées : on pense les jeux dans leur durée de vie et leur rejouabilité, ce qui passe par une plus grande variation dans la musique.

---

<sup>3</sup> L'histoire du son dans les jeux vidéos, c'est l'histoire d'en faire le plus avec le moins.

- **1987 : Et les PC ?** – 1987 marque la naissance de la carte son AdLib Multimedia qui est la première carte son en ISA (ancêtre du bus PCI) à être commercialisée de manière importante. Elle produit du son par synthèse FM et supporte des fichiers MIDI. Elle ne lit pas encore les fichiers en PCM, à l'inverse des cartes Sound Blaster (à partir de 1989) créée par l'entreprise singapourienne Creative Technology.

- **1988 : Le problème de la mémoire** – L'espace reste limité sur les cartouches des consoles : sur la Super NES de 1988 leur RAM est de 128 Ko et le stockage de 6 Mo. Pour économiser de l'espace le son est encodé sur 8-bit, ce qui caractérise aujourd'hui cette couleur rétro. La console offre pourtant beaucoup de possibilités, avec sa puce Sony SPC-700 possédant 8 canaux, de la synthèse par table d'onde<sup>4</sup>, des effets numériques et la possibilité de supporter des jeux en Dolby Surround. La Sega Mega Drive n'offre pas les mêmes possibilités techniques mais, couplée à une Mega-CD, elle se rattrape avec les 500 Mo de stockage possible sur un CD-ROM, ses 18 canaux de son et une puce de synthèse FM compatible avec la norme General MIDI.

- **1994 : Le CD ou rien** – En 1994 Sony sort sa PlayStation, dont le succès en fait un modèle sur lequel s'appuyer pour les générations à venir. Non content de faire durablement adopter le CD, la console dispose d'une *Sound Processing Unit* (SPU) capable, entre autre, de lire en streaming 24 canaux d'audio. Moyennant une compression des fichiers audios, cela permettait aux *sound designer* et aux compositeur-ices d'inclure des effets sonores, de la musique, et même de la voix enregistrée.

- **1997 : Les débuts du son 3D** – Après l'avènement de jeux utilisant des graphismes en 3D, notamment les FPS *Wolfenstein 3D* (id Software, 1992) et *Doom* (ibid., 1993), l'industrie commence à développer des solutions permettant à l'audio de calculer et gérer du son dans un espace tridimensionnel. C'est le cas de la carte son Diamond Monster Sound MX300 (1997), la première à pouvoir supporter des formats de diffusion quadripophonique et le placement des sources dans un espace 3D grâce au module DirectSound 3D

- **2001 : Le premier jeu en Dolby Digital** – Développé à l'origine sur PC puis porté sur les consoles de sixième génération (Xbox et PS2), *Myst III: Exile* (Presto Studios,

---

<sup>4</sup> Technique de synthèse sonore numérique générant des formes d'ondes diverses (sinusoïdales, triangulaires, carrés, etc.) en lisant en boucle une suite de valeurs d'échantillons pré-enregistrées correspondant à une certaine forme de signal pour une certaine fondamentale.

2001) est annoncé comme étant le premier jeu utilisant le format de diffusion 5.1 qu'est le Dolby Digital. Il s'appuie sur les capacités techniques de ces nouvelles consoles, qui ont fait un véritable bond par rapport à la génération précédente, aussi bien en termes de stockage (les jeux sont dorénavant sur DVD, soit 5,7 Go) que de puissance de calcul. Le son multicanal est alors surtout réservé aux cinématiques : le codec Dolby Digital Live, implémenté dans la Xbox, est plus adapté pour sa gestion en temps-réel.

- **2004 : Expérimentations binaurales** – Avec la sortie de *Doom 3* (id Software, 2004), on assiste aux premières tentatives de binaural dans le monde du jeu vidéo. Un autre titre d'importance s'y essaiera avec *BioShock* (2K Games, 2007). Ces essais traduisent la logique de retranscrire l'espace tridimensionnel aussi finement au son qu'à l'image. Assez rapidement cependant, du fait d'un support logiciel et matériel pas encore assez puissant, le binaural passera de mode.

- **2015, 2016 : Les premiers jeux en Dolby Atmos** – Deux jeux se sont targués d'être les premiers à proposer une diffusion en Dolby Atmos : il s'agit de *Star Wars Battlefront* (DICE, 2015) et *Overwatch* (Blizzard Entertainment, 2016). Les deux premiers jeux à proposer une reproduction sonore du plan vertical sont donc des FPS, où l'enjeu de représentation spatiale au son est déterminant du fait d'un angle de vue relativement restreint. Le mixage orienté-objet favorise de plus des portages en binaural de très bonne qualité. Des FPS sortis plus tôt vont également faire des mises à jours proposant la possibilité d'activer une diffusion binaurale, comme ce fut le cas pour *CS:GO* (Valve, 2012) en 2016.

- **De nos jours** – L'avènement et le développement de la réalité virtuelle entre 2016 et 2017 a fait faire un véritable bond en avant à l'implémentation du binaural. Forts de cette expérience, des plug-ins de spatialisation binaurale interactifs ont vu le jour, comme l'*Oculus Spatialiser* qui a servi sur le casque VR *Oculus Rift*, ou encore *Steam Audio*, développé par Valve Corporation, la société à l'origine du casque VR *HTC Vive*. En plus du développement logiciel, les modèles de propagation acoustique toujours plus gourmands peuvent désormais s'appuyer sur des ressources matérielles dédiées. AMD et NVIDIA, deux constructeurs reconnus de cartes graphiques, ont ainsi mis leur savoir-faire au service du son en développant des modules spécialement pris en charge sur leurs dernières générations de GPU (*Graphic Process Unit*, ou carte graphique).

## I - B) TRAVAILLER LE SON POUR LE JEU VIDÉO

### 1. Son pour le jeu vidéo, son pour les films

Un jeu vidéo n'est pas un film, et vice-versa. Il est cependant aisé de mettre en lumière des points de convergence entre ces deux médias. Ils s'expriment tous les deux de manière audio-visuelle en proposant en règle générale une expérience centrée sur la vision, soutenue entre autre par une dimension auditive. La manière de recevoir ces médias est la même : un écran nous délivre le stimulus visuel, un dispositif de diffusion sonore nous délivre le stimulus acoustique. Il est ainsi très simple de passer de l'un à l'autre sur un même support : un ordinateur ou une télévision permettent aussi bien de jouer à un jeu que de consommer un média linéaire. S'il fallait un dernier argument pour convaincre des liens unissant film et jeux vidéos, on peut relever leur très grande perméabilité l'un à l'autre. L'écriture cinématographique influence énormément les jeux, ne serait-ce de manière évidente qu'à l'occasion des cinématiques qui sont présentes dans toutes les productions actuelles et qui sont de véritables films dans le jeu. On constate également dans l'autre sens une inspiration vidéoludique dans le cinéma d'aujourd'hui : un exemple assez marquant est la scène d'évasion dans *Old Boy* (2003) de Park Chan-Woo, très proche de l'esthétique des jeux de combats avec un travelling rappelant le *scrolling*<sup>5</sup> horizontal inexorable de l'écran (voir fig. 3). On peut penser aussi au nombre toujours plus important de jeux vidéos portés à l'écran de cinéma, avec récemment la série *The Last of Us* (Druckmann & Mazin, 2023) ou le film *The Super Mario Bros. Movie* (Horvath & Jelenic, 2023).



Fig. 3 : photogramme de *Old Boy* (Park, 2003)

---

<sup>5</sup> Défilement

Si ces rapprochements montrent une certaine parenté entre ces deux médias, il faut cependant garder à l'esprit qu'ils gardent chacun leurs spécificités, leur unicité. Ce qui est vrai d'une manière générale l'est aussi du point de vue particulier du son. Pourtant, « *irrespective of the boundary work completed by many Game Studies scholars at its inception, the study of digital games has, in many ways, taken a course that mirrors that of Film Studies* »<sup>6</sup> (Grimshaw, 2007). Il nous semble donc important avant tout chose de mettre en lumière les caractéristiques du son propre au domaine du jeu vidéo et des médias interactifs numériques. Nous éviterons ainsi l'écueil de l'aborder avec des outils d'analyse et de raisonnement issus du milieu du cinéma. Ces caractéristiques découlent essentiellement des dimensions interactive et non-linéaire du jeu vidéo.

Ils existent des différences significatives dans l'**implémentation** du son, qui « *consists of making sure that the proper sounds are played at the right time, at the right sound level and distance and that they are processed in the way the sound designer intended.* »<sup>7</sup> (Sinclair, 2020).

▸ **Mixage dynamique** : contrairement à un média linéaire où l'enchaînement et la superposition des sons sont définis à l'avance par leur placement sur la *timeline*, et sont donc prévisibles, dans le jeu vidéo c'est le·la joueur·se qui, par ses actions, va déclencher tel ou tel événement sonore. Comme il n'est pas envisageable de tester toutes les configurations possibles de la bande-son, il faut laisser le moteur audio gérer les niveaux, en lui imposant des contraintes permettant de respecter les enjeux de niveau et de dynamique souhaités.

▸ **Spatialisation dynamique** : de la même manière, il est impossible de déterminer à l'avance à quelle distance de l'utilisateur·ice va être émis un son, ni non plus dans quelle acoustique. C'est vrai des sons du jeu, mais aussi des sons du joueur et des sons des autres joueurs. Le moteur audio va donc également se charger de la spatialisation en temps réel des sources sonores afin de créer un espace sonore cohérent et qui suit l'évolution de l'avatar du joueur dedans. Le rôle du *sound designer* ici sera de définir les lois acoustiques propres à l'environnement, de choisir les reverbs, et d'imposer un cadre au moteur audio.

---

<sup>6</sup> Sans tenir compte des travaux de distinction effectués à l'origine par de nombreux spécialiste des études sur le jeu vidéo, l'étude des jeux informatiques, à bien des égards, suivie un chemin qui reflète celui emprunté par les études cinématographiques.

<sup>7</sup> [L'implémentation] consiste à s'assurer que les bons sons soient joués au bon moment, au bon niveau et à la bonne distance, et qu'ils soient rendus de la manière voulue par le·la *sound designer*.

▸ **Utilisation des ressources** : si cette dimension là est moins perceptible, elle n'en reste pas moins une différence structurelle majeure. Au moment de créer la bande-son d'un média linéaire, il n'y a pas de question d'optimisation dans la mesure où, une fois la bande sonore enregistrée, il ne restera plus qu'à la jouer. Dans le monde du jeu vidéo, les très nombreuses ressources sonores sont mobilisables à n'importe quel moment et existent en tant qu'éléments isolés. Il faut partager les ressources de calcul, de mémoire vive ou encore de flux de streaming entre tous ces éléments sonores, mais aussi avec le moteur de jeu, les éléments graphiques, la physique, etc. Cela demande une certaine organisation afin de ne pas charger des sons qui ne seraient pas susceptibles d'être utilisés dans l'immédiat ou de les couper selon leur importance. Faire preuve d'une certaine imagination est déterminant pour rentrer le *sound design* dans un budget de mémoire.

▸ **Objets interactifs** : une des dernières contraintes imposées au son par l'interactivité est la gestion du comportement sonore des objets interactifs : armes, véhicules, portes, etc. Ce sont des objets avec des comportements qui évoluent dans le temps en fonction de ce qu'en fait le-la joueur·se. Dans le cas du véhicule on peut penser aux différentes allures possibles, les changements de vitesse, le freinage, le démarrage, les virages, etc. En plus de penser la manière dont ces objets vont sonner, le-la *sound designer* a la lourde tâche de gérer le déclenchement et la réactivité des composantes sonores afin d'obtenir une certaine cohérence qui ne perturbe pas l'expérience de jeu.

Une autre opposition que l'on peut relever est la manière que va avoir l'utilisateur·ice de **recevoir les informations sonores**.

▸ **Temporalité** : non content de ne pas être en mesure de pouvoir prédire quand est-ce que tel son sera joué, il est également impossible de savoir pendant combien de temps un son sera écouté. Cette remarque est particulièrement vraie pour les ambiances. Pour les raisons de budget de mémoire évoquées, le-la *sound designer* est contraint·e d'avoir un son d'ambiance joué en boucle. Il faut donc trouver des stratégies pour ne pas ressentir l'effet de boucle, et garder un semblant de fraîcheur dans l'ambiance – à ce sujet, voir le mémoire de Thomas Debeugny (2021).

▸ **Répétition** : cette notion est liée à celle de fatigue sonore. Un son déclenché par un·e joueur·se peut-être entendu autant de fois que celui-ci le décide. Afin de concilier la mémoire limitée allouée au son et la volonté d'éviter la lassitude de l'utilisateur·ice, il

faut introduire de l'aléatoire. En découpant les sons en plusieurs éléments, et en permettant à chaque élément de varier en hauteur, en amplitude, ou de prendre des sources différentes, on s'assure ainsi une certaine unicité de chaque son, tout du moins de chaque enchaînement. Le *sound designer* ne peut donc pas connaître à l'avance le bruit que fera tel objet ou tel action, il va définir le cadre des différentes combinaisons et la part d'aléatoire à introduire, en s'assurant que chacune des combinaisons est viable.

## 2. Les métiers du son

À l'origine les développeurs des tous premiers jeux endossaient les multiples casquettes de *game designer*, *sound designer*, *level designer* et plus si affinités. La professionnalisation très rapide du milieu a fait que les différentes tâches se sont rapidement vu assignées à des spécialistes. Aujourd'hui, le milieu du son dans le jeu vidéo recouvre plusieurs activités et concerne donc plusieurs métiers, que nous ont présentés des professionnels lors d'entretiens. Nous allons particulièrement nous attarder ici sur les métiers du son spécifiques au jeu vidéo, qui concernent l'implémentation et le design sonore, c'est-à-dire les métiers de **sound designer** et de **sound programmer**.

. **Sound Designer** : sobrement, c'est la personne responsable de la manière dont un jeu ou une partie d'un jeu va sonner. Tout ou partie des éléments sonores (voix, FX, musique) passe entre ses mains. Tout ou partie en effet, en fonction de la taille de l'équipe dans laquelle iel travaille, si équipe il y a. Dans les petits studios ou pour certains jeux pour mobiles, il arrive que ce soit encore le *game designer* qui se charge de faire quelques éléments de *sound design*, faute de moyens pour embaucher une personne supplémentaire.

Sur des plus grosses productions, on peut trouver plusieurs personnes affectées au *sound design*. Il y a dès lors plusieurs manières de se répartir le travail : cela peut se faire de manière « horizontale » ou de manière « verticale ». De manière horizontale, un·e *sound designer* va prendre en charge un aspect sonore du jeu et ce, du début à la fin. Il peut donc y avoir dans l'équipe une personne consacrée aux ambiances, une autre aux véhicules, une autres aux voix, etc. De manière verticale, on va découper le jeu en séquence (découpage qui peut être assez évident lorsqu'un jeu fonctionne en niveau par exemple) et une personne aura la responsabilité de la séquence qui lui est attribuée. La répartition horizontale semble être la plus commune entre les différents studios, facilitant la cohérence sonore du jeu.

Les tâches d'un·e *sound designer* sont nombreuses : si l'on comparait au cinéma, iel assumerait les rôles d'ingénieur du son, de bruiteur·se, de monteur·se son et de mixeur·se. En effet, avant de designer les sons il faut en enregistrer certains en amont : les voix, certains objets, les présences, des ambiances, etc. Et après les avoir travaillés et implémentés dans le moteur de jeu, c'est encore au·à la *sound designer* de s'assurer qu'ils ne sortent pas du mix global. En règle générale, on ne va pas trouver de personne qui repasserait derrière chaque *sound designer* afin de mixer son travail contrairement au cinéma. L'**Audio Director**, qui supervise et chapeaute tout le son d'un jeu, aura un droit de regard dessus, et surtout un droit d'écoute mais, *in fine*, c'est le·la *sound designer* qui devra opérer pour intégrer correctement son travail.

Enfin, dans une équipe on va retrouver une certaine organisation hiérarchique, essentiellement basée sur les années d'expériences. De haut en bas il y a donc l'Audio Director, puis les Lead Sound Designer, les Senior Sound Designer, les Junior puis les Graduate. Dans ce métier en mutation perpétuelle, cette structure permet d'assurer un renouvellement constant des *designers* tout en permettant une transmission du savoir.

. **Sound Programmer** : le rôle du·de la *sound programmer* est de gérer l'environnement de travail du son pour le jeu vidéo. L'une de ses occupations principales va être de créer des outils qui serviront au travail des *sound designers*, notamment en créant des *plug-ins* spécifiques. Si le studio travaille sur un moteur de jeu et un moteur audio propriétaire, le développement et l'optimisation de ce dernier seront également à sa charge. La création de ces outils répondant à des besoins très spécifiques est cependant un luxe que toutes ne peuvent pas s'offrir : c'est un corps de métier que l'on retrouvera principalement dans les structures importantes.

Le·la *sound programmer* n'interagit finalement qu'assez peu avec la matière sonore. Plus que des micros et des enceintes, son outil de travail premier va être un terminal de programmation. Iel va cependant être déterminant dans la couleur finale du son du jeu en ayant notamment une incidence très importante sur la propagation acoustique du son. Le·la *sound designer* va s'appuyer sur le modèle acoustique qu'iel développera pour faire des choix de spatialisation. Le·la *sound programmer* va ainsi décider de la méthode de calcul permettant d'évaluer en un point quelle est la contribution sonore de telle ou telle source, de tel ou tel relief. Les délicates notions acoustiques d'occlusion (obstacle sur le chemin du son), d'obstruction (frontière empêchant le son direct de passer) et de portail (ouverture dans un obstacle permettant au son de rayonner au travers) sonneront en

fonction de ses choix, les moteurs audios ne les supportant que très rarement de manière native.

On trouve de plus en plus, notamment dans les studios de moindre taille, un nouveau type de poste : le-la **Technical Sound Designer**. Ses activités se situent à la frontière entre celles du·de la *programmer* et du·de la *designer*, en développant de manière autonome les outils sur lesquels iel s'appuiera pour ensuite designer l'univers sonore. Ce rapprochement qui s'effectue entre ces deux dimensions du son pour le jeu vidéo est un phénomène récent qui s'accroît année après année. Il est notamment favorisé par l'émergence de nouveaux logiciels qui proposent à la fois de coder des outils, à la fois d'implémenter les sons dans le jeu. C'est le cas notamment de MetaSounds, le moteur audio du très récent Unreal Engine 5 (2022).

### 3. Environnement de travail des Sound Designers

Le travail des *sound designers* se sépare en deux grandes étapes : designer les sons – c'est-à-dire les triturer, les combiner, les modifier, voire les créer, afin d'obtenir une matière sonore intéressante – puis les implémenter, soit les intégrer dans le moteur audio pour pouvoir ensuite être entendu dans le jeu. Une partie du design sonore se fait dans les stations de travail audionumérique (les fameux DAW, *Digital Audio Workstation*) que l'on retrouve dans les autres métiers liés au son. Les plus fréquemment évoqués sont Reaper, ProTools et dans une moindre mesure Nuendo. L'implémentation et la partie dynamique du design sonore, c'est-à-dire la combinaison et la modification aléatoire de certains sons et de certains paramètres afin d'augmenter la variabilité sonore, se déroulent dans des logiciels spécifiques. Ces **moteurs audios**, ou *audio engine*, servent aux designs sonores des médias interactifs, le jeu vidéo comme des environnements d'art sonore.

Par moteur audio, on entend l'unité de calcul logicielle dédiée spécifiquement au traitement du son. Il est en étroite collaboration avec le moteur du jeu : celui-ci lui adresse des « messages », définis en amont par le-la Game Designer, tels que « le-la joueur·se marche sur de la neige » ou « le-la joueur·se se trouve à tel endroit dans une forêt tropicale ». En fonction de ce qu'aura mis en place le-la *sound designer* en réponse à ces messages, le moteur audio va effectuer une ou plusieurs opérations sonores : déclencher un son, le couper, en modifier une propriété, en assurant un placement spatial cohérent. Afin d'assurer cette cohérence spatiale, le moteur de jeu envoie également des informations quant à l'espace dans lequel est émis le son, tout du moins quant à la position d'émission du son par rapport au personnage joué. De nos jours, trois moteurs

audios sont particulièrement représentés dans l'industrie vidéoludique : Wwise de chez Audiokinetic, FMOD Studio de chez Firelight Technologies, et le module MetaSounds de l'Unreal Engine 5 d'Epic Games. Certains studios d'importance disposent de leur moteur de jeu et moteur audio sur-mesure – on parle dès lors de *Custom Engine* – qu'ils utilisent sur tout ou partie de leurs productions. C'est le cas d'Ubisoft avec Snowdrop, de Rockstar avec son Rockstar Advanced Game Engine (le RAGE), de CD Projekt avec le Red Engine ou encore de Crytek avec son CryEngine.

#### - **Wwise :**

. Développeur : Audiokinetic . Année de sortie : 2000

. Version actuelle : 2022.1 . Langage : C++

. Jeux notables : [Assassin's Creed Valhalla](#) (Ubisoft, 2020) ; [Ghost of Tsushima](#) (Sucker Punch, 2020) ; [The Witcher 3: Wild Hunt](#) (CD Projekt, 2015)

. Remarques : Intégré nativement dans Nuendo, Wwise est très présent sur les superproductions vidéoludiques que sont les jeux AAA. Le logiciel est compatible avec les principaux moteurs de jeux que sont Unity 3D et Unreal Engine, et permet de faire du développement *cross-platform* : une session de travail pourra être adaptée automatiquement aux différentes spécifications d'un jeu pour Xbox, pour PlayStation, pour mobile ou ordinateur.

#### - **FMOD Studio :**

. Développeur : Firelight Technologies . Année de sortie : 1995

. Version actuelle : 2.02.14 . Langage : C++

. Jeux notables : [Hades](#) (Supergiant Games, 2020) ; [Just Cause 4](#) (Avalanche Studios, 2018) ; [Fall Guys](#) (Mediatonic, 2020)

. Remarques : En concurrence avec Wwise depuis quelques années, avec lequel il partage globalement les mêmes possibilités, FMOD s'est cependant plutôt implanté dans le milieu des jeux indépendants. Le logiciel est intégré de base dans plusieurs *Game Engine*, notamment Unreal Engine 3 et Unreal Engine 4. La donne a cependant changé avec la sortie de Unreal Engine 5.

## - MetaSounds

- . Développeur : Epic Games
- . Année de sortie : 2022
- . Version actuelle : 5.1
- . Langage : C++
- . Jeux notables : [Redfall](#) (Bethesda, 2023) ; [The Witcher 4](#) (CD Projekt, à venir)

. Remarques : MetaSounds ne fonctionne pas en *standalone* de manière autonome, il est l'onglet de design sonore d'Unreal Engine 5. Outil très puissant et hautement personnalisable – il propose notamment la possibilité de programmer des plug-ins – il commence déjà à occuper le devant de la scène malgré sa sortie récente, d'après des discussions menées avec des *sound designers*. La perspective de pouvoir développer le son d'un jeu sous Unreal sans passer par un logiciel tiers intéresse particulièrement les studios. En effet, le design sonore peut également se faire à l'intérieur de MetaSounds. Cette solution tend donc à effacer la distinction entre *sound designer* et *sound programmer*, mais aussi entre design et implémentation.

## II – ETAT DE L'ART

Si le jeu vidéo est un objet d'étude relativement récent, cette assertion se vérifie d'autant plus lorsqu'il s'agit du domaine encore plus spécifique du son pour le jeu vidéo. On peut dater les premières études sur le jeu vidéo fin du XXème - début du XXIème siècle. La revue *Game Studies* naît en 2001, et la DiGRA (*Digital Games Research Association*), à l'origine de publications et de conférences annuelles à travers le monde, est créée en 2003. Il faut attendre la deuxième moitié des années 2000 pour avoir les premiers travaux portant spécifiquement et en profondeur sur le son des jeux vidéos, avec des auteur·ices comme Mark Grimshaw et Kristine Jørgensen.

### II - A) LE SON COMME MINE D'INFORMATION

#### 1. Catégorisation des sons

L'un des premiers travaux auxquels se sont attelé·es les chercheur·euses a été de définir un vocabulaire propre à leur nouveau champ d'étude. De par les liens de parenté s'établissant avec le cinéma, et donc avec les études portant dessus, la terminologie des *Film Studies* avait été conservée afin de l'appliquer au son des jeux vidéos (Grimshaw, 2007). Cependant, on l'a vu, en dépit des liens unissant médias linéaires et médias interactifs, le jeu vidéo possède ses spécificité qui rendent délicates l'utilisation d'un vocabulaire commun entre ces deux domaines. L'établissement d'un lexique dédié est une étape préliminaire aux discussions sur la nature d'un son, ses enjeux, ce qu'il apporte au·à la joueur·euse, et de finalement mettre sur pied une typologie des bandes-son de jeux vidéos.

L'utilisation de la notion de diégèse des sons, notion encore sujette à débat dans le monde du cinéma, a ainsi été de nombreuses fois remise en question. Si certain·es ont tenté d'affiner et d'adapter ce concept au jeu vidéo (Ekman, 2005 ; Grimshaw, 2007), d'autres ont préféré repartir de zéro et s'affranchir de ces notions héritées du cinéma (Jørgensen, 2010). Le principal obstacle mis en avant est que la portée des sons d'un jeu vidéo est de donner des clefs de compréhension du monde virtuel afin d'apprendre à interagir avec lui. Des sons « non-diégétiques », c'est-à-dire qui ne serait pas émis par une source appartenant à ce monde, ont une influence sur le comportement du joueur, et affecte donc la diégèse du jeu. Par exemple dans *Assassin's Creed: Origins* (Ubisoft, 2017), à l'approche d'un *phylax*, un ennemi particulièrement puissant, un effet sonore se

déclenche, appelant à une réaction du joueur. Il en va de même des musiques évoluant selon le contexte ou la zone dans laquelle on se trouve. La notion d'informations portées par le son ne transparait ainsi pas dans la dichotomie diégétique/extra-diégétique.

Dans le cas d'un jeu multi-joueur·se, comme le sont la plupart des jeux compétitifs, une nouvelle limite va apparaître, dans la mesure où plusieurs diégèses vont exister simultanément (Grimshaw, 2007). Toutes les joueur·euses ne vont pas entendre les mêmes sons et, dans certains cas, des sons explicitement produits par une source sonore présente dans la diégèse ne sera audible que par un·e unique utilisateur·ice. Ainsi dans *Counter-Strike: Global Offensive* (Valve, 2012), le son produit par le changement d'arme n'est audible que par le·la joueur·euse opérant ce changement, tandis qu'un rechargement est entendu par toutes les personnes à portée. Grimshaw introduit donc les notions de **son idéodiégétique** (son uniquement entendu par le·la joueur·euse sujet) et de **son télé-diégétique** (son produit par les autres joueur·euses, appartenant à une diégèse commune). La notion d'interactivité, que ce soit entre l'humain et la machine, ou entre différents humains nécessite donc un vocabulaire spécifique.

Afin d'articuler la diégèse avec la dimension informative du son, Ekman (2005) va développer les notions de **son masquant**, désignant un son émis dans le monde du jeu mais portant un message s'adressant directement au joueur, et de **son symbolique**, un son qui n'est pas émis mais seulement déclenché par un élément du jeu (Westerberg & Schoenau-Fog, 2015). L'exemple d'*Assassin's Creed: Origins* (Ubisoft, 2017) cité précédemment s'inscrirait donc dans une logique de son symbolique, tandis que l'archer Mongol de *Ghost of Tsushima* (Sucker Punch, 2020) se fendant très obligeamment d'un cri avant de décocher la moindre flèche se rapporte à un son masquant. Ng et Nesbitt (2013) vont également opérer une distinction entre les sons informatifs selon le lien qui relie ces sons à l'information qu'ils portent. D'après eux, il existe trois types de sons porteurs d'informations :

- Le **discours** : C'est la forme la plus directe de transmission d'information. La vocalisation permet également d'être précis. Ce n'est pas forcément le vecteur le plus efficace : certaines idées peuvent être complexes à formuler. Le décodage de ces idées peut aussi prendre du temps et de l'attention à l'utilisateur·ice, qui peut être par exemple dans une phase de combat, où son attention est déjà énormément sollicitée. De plus, la question de la langue utilisée entre également en compte : dans le cas où des sous-titres suppléent la voix dans une langue étrangère, beaucoup d'informations sont perdues.

- Les **icônes sonores** : Ce sont des sons liés à un événement dont on trouve un équivalent dans la vie réelle. En s'appuyant sur un apprentissage que nos oreilles et notre cerveau suivent au quotidien, les icônes sonores peuvent être porteuses de nombreuses informations : des sons de pas renseignent sur la présence d'ennemi-es, mais aussi sur leur nombre, s'ils s'approchent, la surface sur laquelle ils marchent, leur poids, etc. Ces sons s'appuient sur une relation de causalité naturelle que l'on connaît de manière empirique : en transposant nos connaissances du monde réel au monde virtuel on obtient un gain de temps important dans l'apprentissage et la maîtrise du jeu. Le son de la corbeille à papier lorsque l'on supprime un fichier de son ordinateur est une icône sonore expérimentée par tous au quotidien.

- Les **carillons**, ou **earcons** : Ce sont les résultats d'un processus de sonification d'un événement abstrait. Il n'y a pas de relation évidente et intuitive entre le son et la source, il faut donc apprendre le lien les unissant mais, une fois cet apprentissage fait, il s'avère que de nombreuses informations peuvent transiter ainsi. Présents dans tous les *shooters*, les *hit markers*, indicateurs renseignant sur le fait qu'on ait touché un ennemi ou non, rentrent dans cette catégorie. Le son émis par l'ordinateur au montage et au démontage d'un disque dur externe est également une *earcon*.

On peut reprocher à la classification de Ng et Nesbitt (2013) de ne pas inclure la musique comme élément sonore informatif. Même si le travail celle-ci ne relève pas du *sound design*, les informations portées par ce vecteur sont non-négligeables et occupent une place importante dans le *game design*.

La multiplicité des sons pouvant apporter au·à la joueur·se des informations cruciales lui permettant d'améliorer ses performances ne doit cependant pas le·la sortir du jeu. Son implication est en effet due à l'empathie éprouvée pour son avatar, ainsi qu'à son immersion dans le jeu (Semionov & McGregor, 2020) et une accumulation de sons abstraits ou de discours à tout va pourrait nuire à ces paramètres. L'utilisation raisonnée d'icônes sonores, à l'inverse, va favoriser la performance, comme le montre l'étude de Cowan *et al.* (2015). Ils observèrent des temps de complétion de tâche plus courts lorsque celles-ci étaient accompagnées de sons qui lui étaient liés directement, aussi bien des ambiances que des effets sonores. Il s'agit maintenant de nous interroger sur la nature des informations portées par le son.

## 2. Informations sonores

Le jeu vidéo est un média multi-sensoriel impliquant certes le son, mais aussi et surtout l'image et, dans une moins grande latitude, le toucher, avec les retours haptiques de la manette lorsque ce contrôleur est utilisé. Dans cette perspective, les informations transitant sont, en règle générale, redondantes d'un canal à l'autre (Ng & Nesbitt, 2013). Malgré cette redondance, être privé de l'un ou l'autre de ces canaux pénalise l'utilisateur·ice, et c'est d'ailleurs une mécanique utilisée dans de nombreux jeux de tir : les grenades fumigènes ou les grenades flash, appelées *flashbang*, des séries de jeu *Battlefield* (Dice) ont ainsi pour but de neutraliser la vision ou l'audition des adversaires. Cette stratégie-là est particulièrement payante, dans la mesure où une personne privée de son, même momentanément, performera en règle générale moins bien d'un point de vue individuel et affectera négativement les performances de l'équipe (Ng *et al.*, 2015). Si les résultats de leurs expériences permettent d'établir ce constat sans appel, iels ne s'attardent cependant pas à déterminer quels éléments de la bande-son en sont les responsables.

Différentes sources peuvent émettre du son dans un jeu, qui porteront différentes informations que le·la joueur·se devra classer et ordonner en fonction du contexte (Jørgensen, 2008). Selon le moment, le lieu ou la phase du jeu à laquelle on en sera rendu, le poids affecté à chaque information sera différent. Les sons émis par le personnage à l'écran renverront des informations de retour, ou **feedback**, à l'utilisateur·ice (Ng & Nesbitt, 2013). Ils permettent d'en savoir plus sur l'état de notre avatar ou de son équipement. Dans le contexte d'un jeu multi-joueur·ses, les sons émis par les autres joueur·ses sont dit **préventifs**, s'ils permettent d'en savoir plus sur l'individu avant que ne commence la confrontation, ou **réactionnaire**, une fois que le combat a débuté. Comme on l'a vu précédemment, plusieurs diégèses existent simultanément au sein du même espace et donc, un son de *feedback* pour un joueur peut être un son préventif pour un autre. De plus, on peut aussi avoir des sons préventifs ou réactionnaires qui concernent les allié·es, indispensables pour assurer la bonne coopération entre les différents acteurs. Enfin, la troisième source de sons informatifs va être le système de jeu, les fameux *earcons*, qui peuvent être des sons de *feedback*, préventifs ou réactionnaires.

Dans la perspective de développer un FPS plus accessible aux personnes sourdes et malentendantes, Coutinho *et al.* (2011) ont identifié à l'aide d'une Méthode d'Inspection Sémiotique (SIM) les possibles stratégies de communications à travers le son. Ces stratégies ont au nombre de 6, et varient dans leur utilisation des différents paramètres du

son (volume, distribution dans les différents canaux, timbre, etc.). Dans l'optique de recherche de performance de la part du joueur, retenons les suivantes :

- **Permettre la localisation** : en s'appuyant sur l'audio on peut identifier la position dans l'espace de sources sonores, qu'elles soient hostiles ou non. Ces informations viennent compléter et élargir celle du champ visuel dans la mesure où, de manière passive, on peut recevoir des informations provenant de tout autour de nous.

- **Communiquer une sensation de menace** : capable de porter des charges émotionnelles très importantes, le son a un rôle important à jouer dans l'atmosphère menaçante dans laquelle doit être placé un·e joueur·se de FPS compétitif. Il faut en effet qu'il garde les sens en éveil et doit être dans une disposition, un état d'esprit lui permettant de réagir au quart de tour. De plus, en jouant sur des paramètres de volume, de tempo, de fréquence, certains sons peuvent être rendus plus menaçants que d'autres : on peut ainsi penser aux bips égrenant implacablement le temps restant avant l'explosion de la bombe dans *Counter-Strike: Global Offensive* (Valve, 2012).

- **Donner des feedback** : ces éléments sont déterminants dans le *gameplay* d'un jeu. Savoir jouer avec ces sons et les maîtriser offre la possibilité d'optimiser sa manière de jouer afin d'obtenir de meilleurs résultats. L'impact de ces *feedback* a été vérifié de manière très concrète avec la série de jeu *Wolfenstein* (id Software) : comme le rapporte Semionov et McGregor (2020), du fait d'un *sound design* différent, deux armes en tout point similaires étaient perçues différemment, particulièrement en terme de puissance. Celle qui avait le *sound design* le moins impressionnant paraissait plus faible, et faisait en conséquence sous-performer les joueur·ses.

Il s'avère cependant que la sensation de menace est parfois provoquée justement par des indices de localisation moins précis (Semionov & McGregor, 2020). Des outils de spatialisation aussi fins que l'occlusion et l'obstruction provoqueront un sentiment de menace faible. Tandis qu'un simple panoramique d'intensité gauche-droite associé à une courbe d'atténuation en fonction de la distance procurera une sensation de menace plus importante. La précision dans la localisation spatiale est cependant nécessaire afin de situer exactement les cibles et les dangers. Un *sound designer* interviewé au cours de cette étude se prononce au sujet de cette ambiguïté : « *One interviewee stated that the absence of a precise spatial localisation system within a game would increase his*

*perception of threat, due to the subsequent inability to accurately pinpoint an enemy's location* »<sup>8</sup> (Semionov & McGregor, 2020).

La capacité à situer des ennemis est cependant le premier bénéfice apporté par une attention particulière portée au son (Johanson, 2016). C'est d'ailleurs cette capacité à pleinement exploiter le canal auditif qui va différencier le joueur expérimenté du joueur novice, notamment en ce qui concerne les sons **acousmatiques**. Dans le cadre du jeu vidéo, Stockburger (2003) qualifie d'acousmatique les sons dont la source n'est pas encore présente à l'écran, l'information portée étant alors unique et non-redondante. Nous allons donc nous pencher plus précisément sur ce que nous dit la littérature à propos des relations unissant son, espace et performance dans le jeu vidéo.

## II - B) LA PROPAGATION DU SON DANS UN ESPACE VIRTUEL

### 1. Perception humaine dans un espace réel

Avant de s'intéresser à la manière dont se propagent les sons dans l'espace virtuel 3D d'un FPS, penchons nous sur le cas de l'espace réel, et les éléments dont se servent l'oreille et le cerveau humain afin de situer des sources sonores dans l'espace.

L'oreille est un transducteur mécanico-électrique pouvant s'appuyer sur différents indices afin de situer la source d'un son dans un espace à 360°. Les trois coordonnées nécessaires sont l'**azimut** (localisation dans le plan horizontal), l'**élévation** (localisation dans le plan vertical) et la **distance**. La localisation dans le plan horizontal s'appuie sur la comparaison entre nos deux oreilles des différences de temps (ITD, pour *Interaural Time Difference*) et d'intensité (ILD, pour *Interaural Level Difference*). Selon la fréquence du son à localiser c'est l'un ou l'autre de ces paramètres qui va être le plus efficace : en-dessous de 1500 Hz, les ITD garantiront une meilleure précision, tandis que les ILD serviront principalement au-delà de 1500 Hz. La localisation dans le plan vertical s'appuie sur l'interaction de l'onde sonore avec les obstacles et autres surfaces réfléchissantes que constituent la tête, les pavillons et le corps de l'auditeur. Cet ensemble complexe d'interactions modifiant le contenu spectral du signal sonore est propre à chacun·e, et est dénommé HRTF, pour *Head-Related Transfer Function*. Enfin, l'estimation de la distance se fait grâce à l'analyse de trois paramètres : l'atténuation géométrique de l'intensité sonore, qui décroît de manière inversement proportionnelle au carré de la distance ;

---

<sup>8</sup> Un interviewé estima que l'absence d'un système de localisation spatiale précise au sein d'un jeu augmenterait sa perception de menace, à cause de l'incapacité subséquente de pouvoir situer avec justesse la position d'un ennemi.

l'atténuation des fréquences aigües par perte d'énergie due aux frottements avec les molécules d'air ; le rapport champ direct/champ réverbéré dans un espace non-absorbant. Dans le cas de mouvement relatif entre l'émetteur·ice et le·la récepteur·ice, des indices sonores comme l'effet Doppler ou des effets de parallaxe – les sources mouvantes les plus proches se déplacent plus vite que les sources plus lointaines – sont également utilisés (Castellengo, 2015; Risoud *et al.*, 2017).

Tous ces paramètres sont estimés en permanence par le cerveau humain, et sont mis en corrélation avec les micros-mouvements de la tête, permettant d'affiner les valeurs de positionnement obtenues, et de déterminer avec exactitude l'emplacement d'une source en discriminant entre de possibles confusions.

Le son va également nous donner des indices sur l'environnement dans lequel se situe le couple émetteur·ice/récepteur·ice, dans la mesure où il va interagir avec. Plusieurs phénomènes vont se produire : les **réflexions**, l'**obstruction** et l'**occlusion**. Le comportement que va adopter l'onde sonore au moment de rencontrer un obstacle va dépendre de son contenu fréquentiel, et de la dimension de l'obstacle vis-à-vis de la longueur d'onde considérée. Lorsqu'un son rencontre une paroi, il est donc partiellement réfléchi, absorbé et transmis, selon le matériau utilisé. Les réflexions vont nous atteindre plus tardivement que le son direct de la source, qui aura parcouru un chemin plus court. Ces réflexions vont enrichir le contenu spectral et temporel du son en créant un phénomène de réverbération, les premières réflexions venant s'ajouter au son direct et le champ diffus venant créer ce qu'on appelle la queue de *reverb*. Il peut aussi y avoir écho si la différence de temps entre le son direct et le son réfléchi est supérieure à 50 ms. Si un obstacle se trouve entre l'auditeur·ice et l'émetteur·ice, il va se produire un phénomène de réflexion pour les ondes dont la longueur d'onde est largement inférieure à la dimension de l'obstacle, de diffraction lorsque longueur d'onde et obstacle ont des tailles similaires (c'est-à-dire que l'objet va rayonner à cette fréquence), et rien lorsque la longueur d'onde est largement supérieure à la dimension de l'obstacle, qui va tout simplement le contourner. La combinaison de ces phénomènes est appelée obstruction. On va retrouver le même comportement sonore si une ouverture remplace l'obstacle : on parle alors de **portail**. Enfin, lorsqu'une paroi se tient entre la source et l'auditeur·ice, coupant complètement le son direct et les réflexions, on percevra seulement le son transmis par la paroi. C'est le phénomène d'occlusion (Beig *et al.*, 2019).

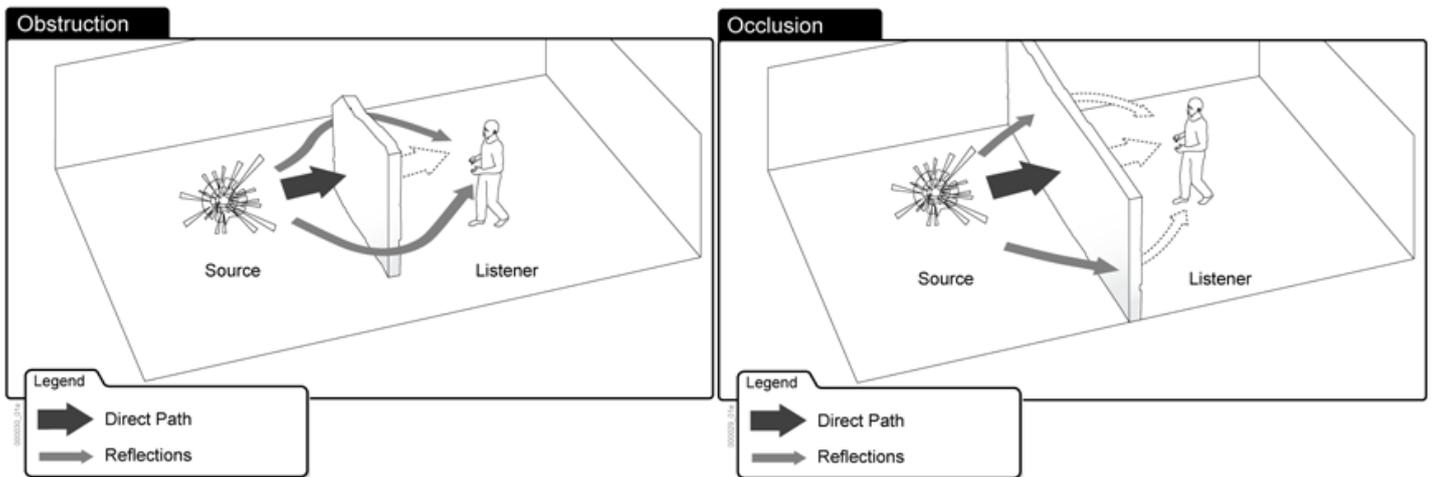


Fig. 4 : Illustrations des phénomènes d'obstruction et d'occlusion disponibles sur le site de Wwise

## 2. Application aux espaces virtuels, incidences sur la performance

On l'a vu, la localisation d'événements sonores dans l'espace réel tridimensionnel en champ libre nécessite la réception et l'analyse de nombreuses informations, aussi complexes qu'interdépendantes. En outre, il faut également tenir compte de la difficulté de l'interaction entre l'onde sonore et notre environnement. Or, il est indispensable pour un·e joueur·se souhaitant performer dans un FPS de pouvoir localiser avec précision et se diriger au son vers sa proie, ou le cas échéant échapper à son prédateur, pour reprendre l'analogie carnassière de Grimshaw (2007) : « *The nature of FPS games is such that the player is placed in the position of the hunter or the hunted where both visual and auditory systems must be on the highest alert for, or, in perceptual terms, must give the greatest attention to, the slightest of cues or affordances from the game environment* »<sup>9</sup>.

D'une part, dans un espace virtuel il faut donc prendre en compte les modifications qui s'appliquent à un son en fonction de sa distance et de sa position au·à la récepteur·ice. Dans les jeux vidéos, les modifications dues à la distance de la source s'établissent en définissant une **courbe d'atténuation** appliquant ces changements en temps réel, d'après les paramètres établis en amont par le·la *sound designer* : variation du volume, de la fréquence de coupure d'un filtre passe-bas, du niveau *dry/wet* de la reverb affectée à l'espace, de la valeur de *pre-delay* de cette reverb, etc. Pour ce qui est de la localisation latérale, on retrouve en règle général le principe de panoramique d'intensité, qui s'appuie uniquement sur la différence en terme de niveau entre la droite et la gauche.

<sup>9</sup> La nature des FPS est telle que le joueur est placé dans la position du chasseur ou du chassé, où les sens visuels et auditifs doivent-être dans le plus haut état d'alerte au moindre, ou, en terme de perception, doivent prêter la plus grande attention au plus ténus, des indices ou possibilités offerts par l'environnement du jeu.

En outre, de plus en plus de moteurs de rendu d'audio 3D ont vu le jour, permettant de produire du son immersif. Celui-ci va passer par du binaural pour les utilisateur·ices au casque (qui semblent représenter une grande majorité des *gamers*, encore que, selon le contexte, des personnes peuvent choisir d'utiliser ou non des enceintes ou un casque), ou par le multicanal pour les personnes disposant d'installations plus importantes. Nous explorerons dans la section suivante les effets du binaural sur la représentation spatiale et les performances. Ce procédé de diffusion est en effet particulièrement pertinent dans les FPS. Les mouvements de caméra, et donc de tête, sont à même de résoudre les possibles incertitudes avant/arrière, ou les erreurs dues aux sources se situant dans le cône de confusion.

D'autre part, il faut s'accorder sur un **modèle de propagation du son**. De nombreuses solutions sont possibles, comme le détaille l'article de Beig *et al.* (2019). Celui-ci met en évidence que la plupart des modèles utilisés dans les jeux vidéos, *ray-tracing*, *beam-tracing*, s'appuient sur une détermination du chemin le plus court entre l'auditeur·ice et la source, en négligeant dans une certaine mesure les contributions de l'environnement. Cette approche du chemin le plus court est une extension raisonnable de l'effet de Haas stipulant que c'est par la provenance du premier front d'onde que l'on identifie la position d'une source sonore. Utiliser cette technique possède un avantage calculatoire certain. Or, solliciter le moins possible les ressources du CPU d'une console ou d'un ordinateur est un enjeu majeur dans les jeux vidéos, qui doivent partager cette puissance de calcul, parfois limitée comme c'est le cas dans les consoles portables ou les mobiles. Comme le montrent Halbhuber *et al.* (2022), l'introduction de latence sonore a un impact significatif sur le plaisir de jeu mais également sur la performance, notamment chez les joueur·ses expérimenté·es. Il faut donc se prémunir au maximum d'en introduire en sollicitant de manière trop importante le processeur.

Il s'avère cependant que dans des exercices de localisation et de navigation dans un espace 3D, l'utilisation de modèles plus complexes, et donc plus conformes à la réalité, améliore significativement les résultats. Des études précédentes avaient déjà identifié l'importance du son dans un espace virtuel pour l'orientation (Gröhn *et al.*, 2005 ; Walker & Lindsay, 2006). Semionov et McGregor (2020) vont aller plus loin en comparant différents procédés de spatialisation sonore. Si leur objectif initial était de déterminer la perception de la menace en fonction des différents indices sonores spatialisés, ils relevèrent par la même occasion l'impression des participant·es à l'étude à pouvoir situer finement dans l'espace une source. Dans la grande majorité des cas, l'implémentation dans le modèle de

propagation sonore de cônes d'atténuation, de réflexion ou de réverbération favorisait une impression de précision dans la faculté à localiser l'émetteur·ice. Un résultat peut cependant paraître étonnant : en règle générale, le système de spatialisation basique disposant seulement d'une courbe d'atténuation présente des résultats tout à fait honorables et non pas significativement inférieurs.

À ce paradoxe en apparence, Cowan *et al.* (2021) apportent une explication logique, basée sur le niveau d'expertise des sujets ayant participé à l'étude. Ils mettent ainsi en évidence que, si un modèle de propagation acoustique plus réaliste améliore grandement la capacité à s'orienter, notamment dans les espaces virtuels complexes composés d'escaliers ou de couloirs alambiqués, ces résultats sont d'autant plus notables chez les sujets ne jouant pas de manière régulière aux jeux vidéos. Cette disparité serait due au fait que « *experienced players have been "trained" on lower-fidelity spatial audio systems and have learned to develop a set of expectations based on prior experience* »<sup>10</sup>. En ayant acquis de manière empirique des codes de spatialisation dans des modèles peu réalistes, il ne leur en faut pas beaucoup plus pour naviguer dans l'espace. Un modèle plus réaliste leur apportera certes de meilleurs résultats, mais leur demandera un petit temps d'adaptation. Ce constat est partagé par Beig *et al.* (2019), qui estiment plus largement que l'acoustique des jeux vidéos, mais aussi des films, nous a habitué à des valeurs peu réalistes, qui forment nos attentes. Pour les candidat·es novices cependant, l'utilisation du modèle réaliste s'avère radicalement plus efficace pour leur perception de l'espace virtuel. Implémenter un système de modélisation réaliste de la propagation du son, sous réserve d'avoir la puissance processeur nécessaire, s'avère être déterminant pour permettre aux joueur·ses de tout niveaux de mieux s'orienter, de localiser plus rapidement et plus précisément les adversaires, et donc *in fine* d'avoir la possibilité d'être plus performant·es.

## II - C) DIFFUSION DU SON : LA QUESTION DU BINAURAL

### 1. Apport du binaural

En ce qui concerne la localisation dans le plan vertical et la distinction entre les sons provenant de l'avant ou de l'arrière, l'utilisation du binaural offre de très nombreuses possibilités. On peut ainsi facilement prouver que dans des exercices de localisation simple de cible, c'est-à-dire dans un environnement non évolutif, son usage diminue le nombre d'erreur et augmente la précision (Seeber & Fastl, 2003).

---

<sup>10</sup> Les joueur·ses expérimenté·es ont été "formé·es" sur des systèmes de son spatialisé d'une moins grande fidélité et ont appris à développer un ensemble d'attendus basés sur leurs expériences antérieures.

Dans le contexte du jeu vidéo de tir, les ambiances peuvent dans une certaine mesure avoir été enregistrées de manière native en binaural (avec des têtes artificielles comme la Neumann KU100). Cependant, la plupart des indices et effets sonores – bruit de pas, son d'armes, son des ennemis, des alliés, du personnage, etc. – sont mixés en temps réel en binaural à l'aide de moteurs de rendu HRTF. Broderick *et al.* (2018) identifient *Oculus Spatialiser* (Oculus, 2016), *MS HRTF Spatialiser* (Microsoft, 2017) et *Steam Audio* (Valve, 2017) comme étant les principaux *plug-ins* de spatialisation binaural de l'industrie, fonctionnant pour les ordinateurs macOS et Windows et les appareils Android. À cette liste, Beig *et al.* (2019) ajoutent le plus récent *Resonance Audio* (Google, 2018), notamment supporté par Wwise. Les consoles intègrent quant à elles leur propre moteur de rendu binaural – *Tempest 3D AudioTech* dans la PlayStation 5 et *Windows Sonic* dans les Xbox Series X|S – et sont capables de supporter des formats de diffusion immersifs tiers, comme le Dolby Atmos et DTS:X.

Dans des environnements plus complexes dans lesquels le·la candidat·e est amené·e à se déplacer, il a été prouvé que des personnes voyantes sont en mesure de s'orienter uniquement à l'aide de son 3D binaural (Bălan *et al.*, 2014). Leur efficacité dans cette tâche d'orientation est en outre améliorée lorsqu'elles étaient au préalable soumise à un entraînement intensif. Les expérimentateurs remarquèrent que « *as a result, they get accustomed with the perception of 3D sounds, improve the localization accuracy, become able to find optimal routes and enhance their directional and decision-making abilities* »<sup>11</sup>. L'accoutumance au son binaural peut donc permettre de mieux performer dans un environnement virtuel. La communauté de joueur·ses de *Counter-Strike: Global Offensive* l'a bien compris et a développé des cartes afin de s'entraîner à « jouer au son »<sup>12</sup>. L'étude de Brandmeyer *et al.* (2021) montre également que les performances des joueur·ses peuvent être significativement améliorées, en terme de précision et de temps de réaction, lorsque ceux-ci prêtent une attention particulière au son. La comparaison de performance entre deux rounds d'un jeu de tir où le son est simplement stéréo montre qu'un entraînement et un focus fait sur le son rend les joueur·ses plus compétitif·ves.

---

<sup>11</sup> En guise de résultat, iels s'habituent à la perception de sons 3D, améliorent la précision de leur localisation, deviennent capables de trouver des trajectoires optimales et renforcent leurs capacités de direction et de prise de décision

<sup>12</sup> <https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=697998669>

## 2. Vers des HRTFs individualisées

Brandmeyer *et al.* (2019) mettent également en regard la diffusion d'un son stéréo avec deux systèmes de diffusion immersive binaurale. Là encore, l'utilisation de cette technologie apporte des résultats statistiques significatifs en termes de temps de réaction et de ratio de cibles touchées/cibles manquées. Les résultats ne sont cependant pas similaires entre les deux techniques de diffusion binaurale. La raison de cette disparité peut provenir de différents facteurs, mais l'un des principaux à envisager est celui de la fonction de transfert utilisée. En effet, « *similar to fingerprints, HRTFs are unique to each individual* »<sup>13</sup> (Poirier-Quinot & Katz, 2020) : si l'HRTF sollicitée ne correspond pas à celle de l'auditeur·ice, l'impression d'immersion et d'espace 3D sera difficilement rendue. La capacité à localiser des sources en sera donc d'autant plus affectée. La distorsion et le filtrage imposés par cette technique peut même résulter dans les cas extrêmes à la localisation de sources sonores à un endroit différent de leur emplacement d'origine et à un détimbrage indésirable des sons (Rees-Jones & Murphy, 2017; Risoud *et al.*, 2017). Un enjeu dès lors est de réussir à palier ce défaut de la spatialisation binaurale afin de remettre les joueur·ses sur un même pied d'égalité, aussi bien dans leur capacité d'orientation dans l'espace virtuel que dans leur quête vers la compétitivité.

Plutôt que d'imposer une HRTF générique, potentiellement source d'erreur, une approche alternative est de proposer à l'utilisateur·ice une HRTF qui lui conviendrait mieux. Pour ce faire, il suffit de lui laisser le choix parmi une collection de « têtes », que l'on trouve dans des bases de données pour la plupart accessibles en ligne : AUDIS (Blauert *et al.*, 1998), CIPIC (Algazi *et al.*, 2001), LISTEN, etc. La plupart de ces *databases* sont recensées sur le site SOFA conventions, le SOFA (*Spatially Oriented Format for Acoustics*) étant un format universel d'HRTF. Cette pratique permet de sélectionner une HRTF qui serait la plus proche de celle de l'auditeur·ice ou, en d'autres termes, de trouver la tête qui aurait les caractéristiques morphologiques les plus proches. Plusieurs méthodes de sélection ont été développées. Seeber & Fastl (2003) proposent un système de sélection subjective d'HRTF, c'est-à-dire sans test de localisation des sources sonores. Le sujet doit se prononcer sur des sensations d'ampleur spatiale, de distinction avant/arrière ou encore sur le sentiment que le son se situe à l'intérieur du crâne. Ce système a pour avantage d'être facile à implementer et rapide d'utilisation, l'ensemble des tests prenant une dizaine de minute. Afin de s'appuyer sur des critères plus objectifs, il faut cependant passer par la diffusion de sources tout autour de l'auditeur·ice et

---

<sup>13</sup> À l'instar des empreintes digitales, les HRTF sont unique à chaque personne

l'évaluation de l'erreur de localisation. On peut également s'appuyer sur des critères morphologiques à l'aide de photos de l'oreille (Schönstein & Katz, 2010).

Enfin, une méthode plus chronophage et présentant plus de difficultés à l'implémentation est celle de l'obtention d'une HRTF individualisée. L'utilisation de cette fonction de transfert sur-mesure et propre à chacun·e permet aux joueur·ses d'obtenir de meilleurs résultats, notamment dans les environnements 3D des jeux de tir. Poirier-Quinot & Katz (2020) montrent ainsi dans leur étude qu'à haut niveau et lorsque le challenge proposé par un jeu de tir est plus important, une HRTF personnalisée apportera de meilleurs résultats qu'un choix de fonction de transfert prise arbitrairement dans une base de données. Ces résultats sont corroborés par l'article portant sur l'individualisation de la fonction de transfert dans un FPS de Andersen *et al.*, (2021) : « *when compared with generic HRTFs, the individualized ones resulted in increased localization accuracy on both the horizontal and vertical axes, with particular emphasis on the latter in the case of expert game players* »<sup>14</sup>. Ils observèrent que les différences de résultats étaient d'autant plus marquées chez les joueur·ses novices, tandis que le gain en efficacité chez les joueur·ses expert·es est moindre, mais quand même présent, notamment en ce qui concerne la localisation horizontale. On retrouve l'idée d'habitude des oreilles à une acoustique qui n'est pas la plus réaliste, ce qui permet malgré tout d'obtenir de bons résultats. Pour ce qui est de la localisation verticale, les chercheurs relevèrent une amélioration significative des performances des joueur·ses confirmé·es, montrant un véritable intérêt pour cette communauté d'HRTF personnalisées. En outre, leur étude met en place un système de calcul d'HRTF individualisée, montrant la faisabilité de cette solution.

---

<sup>14</sup> Lorsque les HRTFs individualisées étaient comparées aux génériques, les résultats donnèrent une précision accrue de la localisation dans les plans horizontal et vertical, ce dernier se vérifiant particulièrement chez les joueur·ses confirmé·es.

### III – MÉTHODOLOGIE DE COLLECTE DE DONNÉES

Dans le cadre de notre recherche, il s'agit d'établir et d'identifier les éléments saillants de la bande-son d'un jeu de tir à la première personne permettant aux joueur·ses d'y jouer de manière compétitive, tout du moins d'améliorer leurs performances dessus. À cette fin il nous a semblé pertinent de nous diriger vers les gens à l'origine de cette bande-son, les *sound designers*, pour voir de quelle manière iels s'emparaient de cette question à la conception du jeu vidéo. Afin de collecter des données sur le métier de *sound designer* et de mettre en lumière les paramètres déterminants d'une bande-son compétitive aux yeux de leurs créateur·ices, il nous a semblé bon de leur tendre un micro et de recueillir leur parole en utilisant la technique des entretiens.

#### III - A) ELABORATION DES ENTRETIENS

##### 1. Choix de l'entretien

Afin de concevoir ces entretiens, nous nous sommes appuyés sur l'ouvrage *Méthodes de design UX: 30 méthodes fondamentales pour concevoir des expériences optimales* de Carine Lallemand (2018). À propos de cette technique de recueil de données qualitative, elle dit :

« Grâce aux entretiens, on peut appréhender en profondeur les objectifs des utilisateurs. Qu'est-ce qu'ils vont faire ou vouloir faire ? Comment vont-ils vouloir le faire et dans quel contexte ? Contrairement aux questionnaires, les entretiens laissent une grande liberté d'expression aux participants et une grande flexibilité aux concepteurs. Les données sont construites dans l'échange et le concepteur peut rebondir à tout moment sur les paroles de l'interviewé. » (Lallemand, 2018)

Cette liberté du dialogue entre enquêteur·ice et participant·es évoquée par Lallemand est particulièrement vraie lorsque les entretiens sont menés de manière non-directive, approche développée par le psychologue américain Carl Rogers. Il existe en effet trois types majeurs de structuration des entretiens :

- L'entretien **non-directif** : aussi appelé entretien exploratoire, cette méthode particulièrement ouverte laisse beaucoup de liberté, tant à l'enquêteur·ice qu'à la

personne interviewée. Celle-ci est en effet lancée sur un sujet via une question initiale, et y répond aussi longuement qu'elle le veut, de la manière qu'elle le veut. L'interviewer se contente alors de pousser au développement de la réponse par des relances. Si cette méthode permet d'obtenir des réponses d'une très grande profondeur et transparence – l'influence de l'enquêteur·ice est la plus minime possible – elle ne garantit cependant pas forcément d'avoir des données facilement comparables d'un entretien à l'autre.

- L'entretien **directif** : on se rapproche plus ici d'un questionnaire oral. L'interviewer prépare en amont de nombreuses questions, souvent fermées, appelant à des réponses courtes. Il n'est pas forcément laissé à l'interviewé·e la possibilité de développer en profondeur. Si les entretiens sont dès lors d'une certaine homogénéité, permettant une analyse plus directe et rapide des résultats, l'influence très importante de l'enquêteur·ice sur les réponses et leur superficialité sont des biais notables de cette méthode.

- L'entretien **semi-directif** : à mi chemin entre les deux structurations précédemment citées, ce type d'entretien est le plus courant (Lallemand, 2018). En s'appuyant sur un **guide d'entretien** répertoriant les questions importantes que souhaite aborder l'interviewer, on y laisse une certaine flexibilité aussi bien dans les questions que dans leur ordre. Les réponses du·de la participant·e sont appelées à être complétées par le biais de relances. On peut ainsi aborder en détail de nombreux sujets établis en amont par le·la chercheur·euse et aussi suivre la personne interviewée dans un thème qui n'avait pas forcément été anticipé.

Nous avons donc choisi cette dernière méthode pour nos entretiens pour les avantages qu'elle présente par rapport aux autres.

## 2. Guide d'entretien

Toujours élaboré en s'appuyant sur l'ouvrage méthodologique de Lallemand (2018), le guide d'entretien (**Annexe 1**) est un élément central de cet exercice. Afin de le mettre en place, il a fallu nous interroger sur la finalité des entretiens, et les données que l'on voulait collecter. Lors de cette phase de conception, quatre thèmes ont émergé de ces interrogations : Compétitivité, Immersion, Spatialisation, Limites et technologies.

Au sein de ces quatre thèmes, de nouveaux sous-thèmes se sont dégagés à leur tour, faisant l'objet de questions. Les questions peuvent être de différentes natures. On y

trouve notamment des *questions ouvertes* appelant à une réponse développée, des *mises en situation* permettant de replacer le-la participant·e dans une disposition qu'il connaît afin qu'il porte un regard sur sa pratique, ou encore des *premières impressions*, cherchant à connaître la réaction spontanée de l'interviewé·e, tout du moins le souvenir qu'il en a, face à un cas de figure inédit. Poser des questions dont on pense connaître la réponse est également une technique éprouvée afin d'avoir le point de vue spécifique de la personne interrogée dessus, et de ne pas partir sur des *a priori* qui pourraient se révéler faux.

S'il est important de toujours s'assurer de poser des questions ouvertes pour permettre au sujet d'approfondir ses réponses, il est bon également de prévoir des relances dans le cas où la personne en face serait d'un naturel peu loquace. Ces relances peuvent donc être des *questions subsidiaires* permettant de compléter la réponse apportée à une question consigne, des *demandes d'exemple précis*, ou encore des *reformulations* : l'enquêteur·ice résume l'idée développée, éventuellement en ajoutant une interprétation qui n'était pas explicitement formulée à l'origine, en demandant à la personne interviewée si elle est d'accord avec ça. Toutes les relances ne sont cependant pas prévues à l'avance, elles suivent souvent le cours de l'entretien.

On notera enfin la présence des parties « Introduction » et « Conclusion » dans ce guide d'entretien. La première permet à la personne interrogée de se présenter et d'entrer dans l'exercice de l'entretien. Les questions y sont d'ordre beaucoup plus général afin de la rassurer sur sa capacité à y répondre, avant d'aborder des thèmes plus précis, et dont la réponse est moins évidente. La conclusion permet quant à elle de s'assurer que rien n'a été laissé de côté au cours de l'entretien, et également d'obtenir les contacts de nouvelles personnes avec lesquelles il serait pertinent de s'entretenir.

### **III - B) PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL**

#### **1. Panel des personnes interrogées**

Si les entretiens sont par essence les matériaux nécessaires à la construction d'une étude par analyse d'entretiens, ceux-ci sont grandement déterminés par le choix et le nombre de participant·es. Dans notre cas, l'objectif était de s'entretenir avec le plus de *sound designer* possible, en ne retenant qu'un critère : les *sound designers* interrogé·es devaient avoir eu au moins une expérience sur un jeu de tir à la première personne, si possible un jeu compétitif. Du reste, n'ont pas été retenus des critères de restriction

portant sur la langue, la nationalité, l'âge, le genre ou les années d'expérience des *sound designer*. Au contraire, la diversité que l'on trouve en terme d'années d'expériences permet par exemple de jeter un éclairage nouveau sur la manière dont ces questions de compétitivité du son sont prises en compte au cours du temps et des expérimentations. De plus, le jeu vidéo étant une industrie récente, elle a vu le jour dans une logique de mondialisation accrue : on ne devrait pas trouver de différences significatives dans les manières de concevoir le son dans les jeux vidéos *mainstream*, selon que l'on travaille dans un studio suédois, américain ou québécois.

On notera cependant l'absence regrettable de personnes de genre féminin parmi notre panel de participants. Malgré des demandes envoyées à des *sound designer* femmes répondant au critère évoqué ci-dessus, nous n'avons pas reçu de réponse de leur part. Leur nombre est très restreint, le métier de *sound designer* étant essentiellement masculin. En 2021, 84% des employés dans le milieu du son pour le jeu vidéo sont de genre masculin (Schmidt, 2021). Si ce pourcentage est particulièrement important, il est cependant le plus bas depuis 2014, année à partir de laquelle ces études ont commencées à être menées. Cela peut laisser espérer une plus grande mixité pour les années à venir.

Les infographies suivantes dressent un portrait démographique des participants à notre étude :

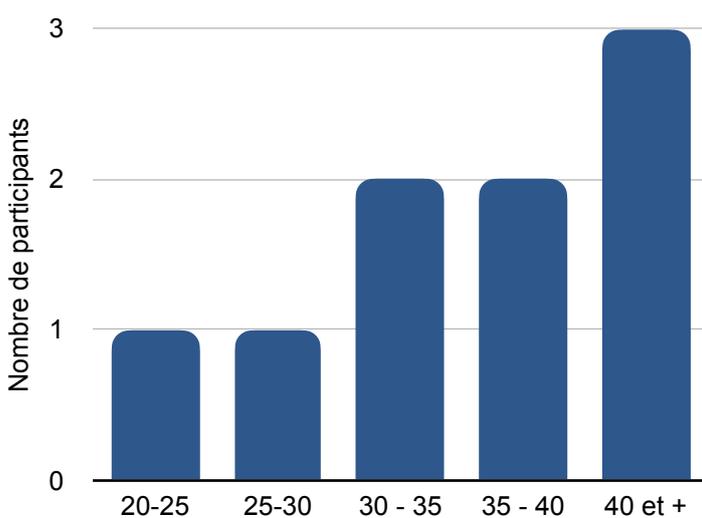


Fig. 5 : Tranche d'âge des participants

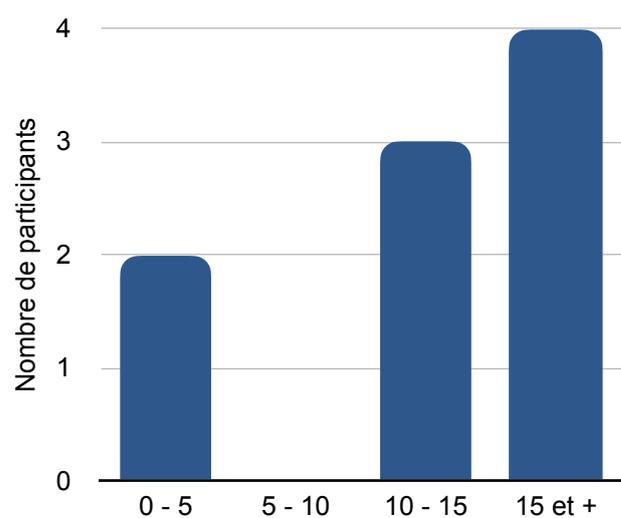


Fig. 6 : Années d'expériences

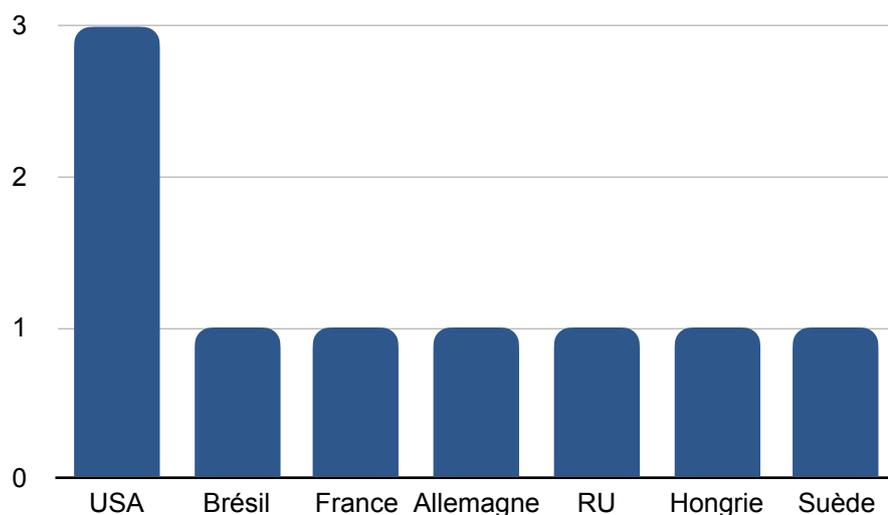


Fig 7 : Nationalité des participants

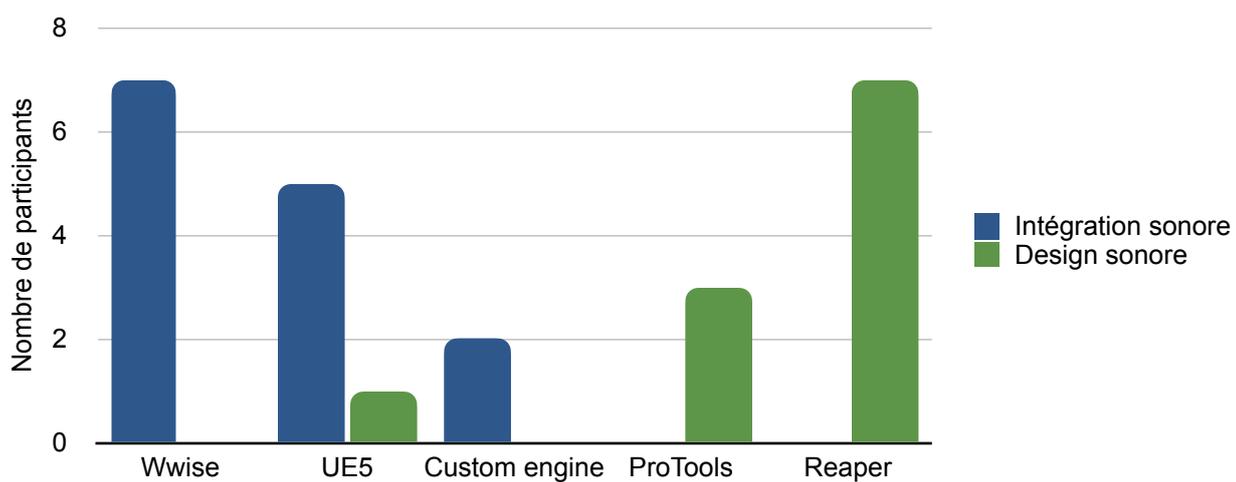


Fig. 8 : Logiciels utilisés

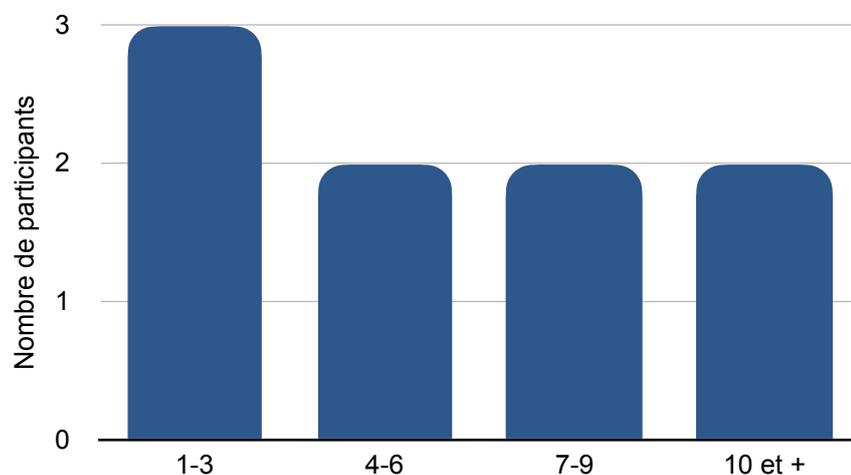


Fig. 9 : Nombre de FPS en tant que sound designer

Le recrutement des participants à l'étude a été rendu possible grâce au réseau social LinkedIn. Une recherche Internet sur l'équipe de *sound designers* de tel ou tel FPS compétitif nous donnait une liste de nom, que nous nous empressions ensuite de contacter directement via LinkedIn, en anglais ou en français. En tout, une trentaine de demandes a été envoyée par ce procédé là. Certains participants nous ont également contacté directement suite à un post publié sur le groupe *Game Audio*, que Matthew Florianz, *sound designer* reconnu et intéressé par l'étude, bien que ne répondant pas au critère de recrutement, a bien voulu partager.

## 2. Déroulé des entretiens

Du fait de la dimension internationale de notre corpus de participant, l'évidence de mener ces entretiens à distance s'est rapidement imposée. À cela s'ajoutait le fait que leur emploi du temps était souvent chargé : une visio sur leur lieu de travail garantissait d'optimiser au mieux le temps qu'ils nous accordaient. Enfin, et c'est une dimension importante dans cet exercice, les interviewés étaient dans un lieu et un contexte qui leur sont familiers, ce qui est propice à les mettre dans un meilleur état d'esprit facilitant la passation d'information. Les entretiens se sont donc menées sur différentes plateformes d'appel vidéo : Discord, Microsoft Teams, Zoom. Le choix était laissé aux participants afin que même l'environnement numérique leur soit familier

Au début de chaque entretien, les quelques premières minutes étaient consacrées à la présentation du sujet et de l'objet de notre recherche afin de préciser les enjeux de ces entretiens et apporter aux personnes interviewées tous les renseignements nécessaires. À cette occasion, un formulaire de consentement (**Annexe 2**) leur était envoyé, pour qu'ils le renvoient dûment complété et signé. Ce formulaire avait pour objectif de définir le cadre contractuel et éthique de cet entretien. On y retrouve ainsi :

- L'objet de l'étude et notre condition d'étudiant en master à l'ENS Louis-Lumière.
- L'usage qui sera fait des données recueillies et leur stockage.
- Une demande d'accord à ce que l'entretien soit enregistré, demande qui était également formulée à l'oral en début de chaque entretien.
- Les droits du participants : droit à l'anonymat, droit au silence, droit de retrait, droit de regard sur la conservation des données.

À propos de l'enregistrement des entretiens, celui-ci ne s'est fait que sous forme audio. Le format vidéo n'était en effet pas pertinent dans la mesure où certains participants n'allumaient pas leur caméra. Enregistrer le flux vidéo en plus de l'appel en visio était de plus délicat pour notre ordinateur. Nous nous sommes donc servis de Loopback, un utilitaire audio pour Mac permettant de créer des interfaces sonores virtuelles, afin de définir dans Reaper la sortie de l'appel à distance et notre micro comme périphérique d'entrée.

Enfin, une fois les entretiens terminés, il nous a fallu en faire la transcription. Différentes techniques ont été testées. À ce stade, celle qui nous est apparue la plus efficace est de s'appuyer sur l'outil de dictée de Microsoft Word. En définissant une nouvelle fois une entrée virtuelle avec Loopback, Word recevait la sortie de Reaper et transcrivait l'intégralité de l'interview. Une deuxième passe manuelle était ensuite nécessaire pour mettre en forme, corriger les erreurs de transcription. Dans un souci de clarté, les répétitions et certaines hésitations ont été gommées.

À l'issue de ces étapes, nous avons obtenu neuf entretiens, d'une durée variant entre 26 minutes et 1 heure et 17 minutes pour une durée moyenne de 54 minutes. Les transcriptions quant à elles varient de 2250 mots à 10860, pour un nombre de mot moyen de 6125.

## IV – ANALYSE PAR THÉORISATION ANCRÉE

### IV - A) PRINCIPE DE LA MÉTHODE

L'analyse par théorisation ancrée est une méthode d'analyse qualitative développée en 1994 par Pierre Paillé dans son article éponyme. Il s'agit d'une méthode d'analyse empirico-déductive qui s'appuie sur les travaux de la *grounded theory* de Glaser et Strauss (1967). Selon Paillé, l'une des différences fondamentales qui existe entre ces deux approches est que la *grounded theory* vise la production d'une théorie, tandis que sa méthode se pose un objectif de théorisation. Pour lui, théoriser c'est « dégager le sens d'un événement, c'est lier dans un schéma explicatif divers éléments d'une situation, c'est renouveler la compréhension d'un phénomène en le mettant différemment en lumière. [La] théorisation est, de façon essentielle, beaucoup plus un processus qu'un résultat. » (Paillé, 1994). Cette méthode d'analyse peut s'appliquer à différents corpus de données qualitatives, et est particulièrement adaptée à l'analyse d'entretiens.

La méthodologie propre à l'analyse par théorisation ancrée est que la collecte des données et leur analyse se fait de manière simultanée : de cette manière, l'un et l'autre se nourrissent et évoluent en parallèle : « La méthode est un aller-retour constant et progressif entre les données recueillies sur le terrain et un processus de théorisation » (Méliani, 2011). Si les analyses partielles des premiers entretiens sont sommaires, celle-ci vont en se complexifiant au fur et à mesure que la collecte des données progresse. Dans notre cas nous avons donc procédé au processus de codification des entretiens tout au long de la période où ces entretiens étaient réalisés, c'est-à-dire entre mars et mai 2023. Nous avons à cette fin utilisé le logiciel MaxQDA Plus 2022 (VERBI Software, 2023), spécialisé dans les méthodes d'analyse qualitative et notamment les analyses d'entretiens.

Dans le cadre de l'analyse par théorisation ancrée, Paillé identifie six opérations, chacune liée aux précédentes, et allant toujours vers un niveau d'abstraction de plus en plus élevé. Chacune peut se ramener à une question essentielle, parfois plusieurs, que le·la chercheur·euse est amené·e à garder à l'esprit comme guide dans son processus d'analyse. Les étapes en question sont :

- **La codification initiale**, ou *Qu'est-ce qui est dit ici ?* : il s'agit d'extraire l'essentiel du propos recueilli, de reformuler, nommer, étiqueter et thématiser méticuleusement le discours.
- **La catégorisation**, ou *Qu'est-ce qui se passe ici ?* : la lecture se fait à un plus haut niveau conceptuel. À partir des codes identifiés, il s'agit désormais de nommer les phénomènes évoqués auxquels l'entretien fait référence.
- **La mise en relation**, ou *Qu'est-ce qui rapproche ces catégories ?* : il s'agit de trouver les liens unissant les différentes catégories et de commencer à établir une certaine cohérence entre elles.
- **L'intégration**, ou *Quel est l'objet d'étude au final ?* : il s'agit de la mise en regard de l'analyse faite jusqu'ici et des questions de recherche initiales, comprendre les bifurcations qui auraient été empruntées et reposer clairement ses objectifs.
- **La modélisation**, ou *Quelles sont les propriétés du phénomène identifié au regard des catégories mises en lumière ?* : il s'agit d'une synthèse des étapes préalables après avoir clairement redéfini l'objet d'étude et notre questionnement.
- **La théorisation** : étape finale d'un processus dont on sait qu'il ne sera jamais totalement achevé, il s'agit de « renforcer les concepts émergents et d'affaiblir les explications divergentes » (Méliani, 2011).

Nous présenterons les résultats sous la forme d'un tableau recensant, pour chaque catégorie principale mise en exergue, les sous-catégories s'y rattachant, les concepts permettant de supporter des sous-catégories et le nombre d'occurrence dans les entretiens d'éléments rattachés à ces concepts. Nous développerons ensuite les concepts mis en lumière en nous appuyant sur des extraits des entretiens.

La majorité des entretiens s'étant déroulés en anglais, vous trouverez en **Annexe 5** une liste des traductions pour chaque extrait d'entretien en anglais reporté dans cette section. Il suffit de cliquer sur les citations en anglais pour être envoyé à la traduction correspondante. De plus, afin de garantir l'anonymat des *sound designers* interviewés, ceux-ci seront désignés par l'acronyme **SDx**, x désignant un entier naturel compris entre 1 et 9. Le chiffre accolé est sans signification et ne sert qu'à distinguer les contributions des différents participants à l'étude.

## IV - B) PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

En nous appuyant sur la méthode présentée en section IV-A, nous avons identifié quatre catégories principales que nous avons appelées « **Armes à feu au cœur des FPS** » ; « **Espace du FPS compétitif** » ; « **Notion de menace** » ; « **Immersion et performance** ».

- **Armes à feu au cœur des FPS** : le caractère central des armes dans un jeu de tir sollicite un travail approfondi des *sound designers*.
- **Espace du FPS compétitif** : il est du rôle du-de la *sound designer* d'habiller l'espace sonore du *shooter*, d'en concevoir les règles et d'assurer sa restitution.
- **Notion de menace** : afin de rendre le *sound design* et le mixage efficace, les notions de menace et de danger guident la pratique du-de la *sound designer*.
- **Immersion et performance** : si l'immersion est un enjeu majeur du jeu vidéo, il s'agit de la concilier avec la quête de performance des joueur·ses, notamment au son.

La figure suivante présente les quatre catégories principales ainsi que les sous-catégories qui auront émergées au cours de notre analyse.

CATÉGORIES	SOUS-CATÉGORIES
<b>Armes à feu au cœur d'un FPS</b>	<i>Travail du son des armes</i>
	<i>Renseignements sur l'arme</i>
	<i>Game feel, ou la « sensation d'arme »</i>
<b>Espace du FPS compétitif</b>	<i>Caractérisation des espaces</i>
	<i>Choix de spatialisation</i>
	<i>Restitution et diffusion de ces espaces</i>
<b>Notion de menace</b>	<i>Informations par le sound design</i>
	<i>Rendre le sound efficace par le mixage</i>
	<i>Priorisation des sons</i>
<b>Immersion et performance</b>	<i>Besoin d'immersion</i>
	<i>Rôle du son</i>
	<i>Incompatibilité de l'immersion et d'un gameplay compétitif</i>
	<i>Solution pour une cohabitation viable</i>

Tableau 1 : Catégories et sous-catégories issues de l'analyse

## 1. Armes à feu au cœur des FPS

- \* *The guns are like the main thing in an FPS so that'd be the first thing, recording guns. (SD2)*
- \* *It's in the name you know, the shooters. So gun sounds from a first-person perspective is the most common actually in the fps sound – and heard from a first-person, so you want to feel like you're there. (SD1)*

De par la nature des jeux étudiés, les jeux de tir compétitifs à la première personne, un des premiers éléments sonores à venir à l'esprit des *sound designers* interrogés était le son des armes. Les armes sont en effet un élément incontournable des jeux de tir : il suffit de voir la part de l'écran occupée par le fusil tenu par le personnage joué. C'est ce facteur du son d'un FPS compétitif dont nous allons traiter dans la catégorie **Armes à feu au cœur des FPS**.

Trois sous-catégories s'y rapportent : *Travail du son des armes* ; *Renseignements sur l'arme* ; *Game feel, ou la « sensation d'arme »*. Chacune de ces sous-catégories s'appuie sur des concepts formulés dans les entretiens et recensés dans le tableau suivant. Chacun des concepts sera introduit dans l'analyse par une citation anonyme issue des entretiens résumant cette idée.

SOUS-CATÉGORIE	CONCEPTS RATTACHÉS	NOMBRE D'OCCURENCE
<i>Travail du son des armes</i>	Evolution du travail de design	11
	Complexité de la fabrication d'un son d'arme	39
	Atteindre le bon son	30
<i>Renseignements sur l'arme</i>	Caractérisation d'une arme par le son	18
	Eloquence du son	10
<i>Game feel, ou la « sensation d'arme »</i>	Si le son est différent, l'arme est différente	19
	Impact du son sur le perception de puissance	19

Tableau 2 : *Armes à feu au cœur des FPS, sous-catégories et concepts rattachés*

### a) Travail du son des armes

Le travail du son des armes se rapporte au processus minutieux de fabrication du design des sons d'arme, de mécanique et de tirs dans un *shooter*.

► Évolution du travail de design

*"I'm gonna give you a different answer for every year of my life."*

Des premiers jeux de tir sur console du début des années 1990 au tout récent *Overwatch 2* (Blizzard Entertainment, 2022), les *sound designers* ont pu s'appuyer sur les améliorations logicielles et matérielles. Ces évolutions de puissance de calcul, de mémoire ou de streaming ont modifié leurs manières de designer les sons d'arme. À l'origine le *sound design* était simpliste, à chaque événement sonore correspondait un unique son.

\* *The first weapons I worked on was for Fur Fighters on the Dreamcast, in 1999. But that was fairly simple, that was pretty much one WAV file for each event. (SD7)*

Cette correspondance immédiate « un événement - un son » fait que tous les sons de tir étaient identiques. Le son d'arme unique était travaillé dans une station de travail audionumérique puis exporté, sans possibilité pour le moteur audio de le modifier. Or, les jeux de tir voient parfois des événements sonores se répéter de manière intensive.

\* *If you use your mouse as an input and you hold your finger in the mouse, you will be listening to thirty, thirty-five, forty-five, sometimes one hundred fires, and we need to give variations to these fires. (SD3)*

\* *Si t'essaies de faire un son de mitraillette tu vas voir que très vite t'en auras marre d'écouter des "ta-ta-ta-ta-ta-ta-ta" toute la journée (rires). (SD5)*

Pour garantir une expérience de jeu plaisante et éviter l'écueil de la fatigue auditive, la variabilité des sons de tir est très rapidement arrivée au centre des considérations des *sound designers*. Celle-ci va être rendue possible par l'émergence de nouvelles consoles.

\* *Shipping games on Xbox One versus 360 was a huge leap in terms of memory, that allowed us to do more of each, and ultimately gave us more variation. (SD9)*

\* *Moving on to the PlayStation 2 title Black in 2006, there was more layers or elements in those gunshots, something we did that was fairly unique. (SD7)*

Nous verrons par la suite que, de nos jours, le travail en *layer*, ou calque, représente la méthode de base du design des sons de tir.

► Complexité de la fabrication d'un son d'arme

*"There are no magic, just a lot of work, because there are a lot of sounds playing."*

La complexité du design sonore est de créer le plus de sons différents avec le moins de matière possible. La réponse à cette contrainte se trouve en divisant le son de tir en différentes couches, ou calques.

\* *A lot of my sounds, I built in layers, so the gunshot is like four separate audio files playing at once. (SD2)*

On peut faire varier les différentes sections du son indépendamment les unes des autres. Un design divisé en 5 *layers*, avec pour chacun d'entre eux, 10 sons, permet d'obtenir 10 000 combinaisons possibles pour seulement 50 sons. La division peut se faire selon plusieurs critères. Celle-ci peut ainsi s'opérer selon les fréquences.

\* *So we'll have a low layer for the low frequencies, a brightness layer for the high frequencies. (SD3)*

\* *Je designerais le tir en faisant bien gaffe à mes plages de fréquence pour avoir ce qu'il faut là où il faut et pas trop partout. (SD5)*

La division du son peut aussi se faire selon l'enveloppe temporelle ADSR, c'est-à-dire le morcellement d'un son entre son *Attack* (attaque), son *Decay* (chute), son *Sustain* (entretien) et son *Release* (relâchement).

\* *Different time aspects of the weapon sounds are separated and then put together inside the game engine. (SD8)*

Enfin, la division d'un son peut se faire selon la nature des sons composant l'arme, avec, par exemple, un calque pour les différentes parties mécaniques. Cette variété des distinctions possibles permet rapidement de résoudre le problème des répétitions. Afin de gagner en efficacité, mais également de garder une certaine cohérence dans le design des différentes armes de même nature, il est de bon ton de concevoir des *presets* de design.

\* *A gun model is made from Foley layer, base layer, kick layer, noise layer, tail layer and they will build basically this patch. Then a Creative Sound Designer can come later and just basically put the correct WAV files in. (SD7)*

\* *It works the same for all the weapons, and then you get a very coherent sounding game. (SD8)*

Afin d'alimenter ces différents calques en son, il s'agit ensuite de procéder au *sourcing*, c'est-à-dire déterminer le fichier sonore que l'on affectera au calque. On peut utiliser des banques de son ou enregistrer les sons voulus. Les deux méthodes présentent chacune leurs avantages et leurs inconvénients. Les sonothèques permettent des économies matérielles, financières et temporelles vis-à-vis des *gun sessions*.

- \* *Depends on sound you know, [...] explosions and weapons I'll use sound libraries cause time, effort and money. (SD1)*
- \* *Of course we are in Germany, which means going on a gun session is pretty much impossible here, so you have to go abroad, you have to hire someone, you need ammunition but you never have enough... So easily having a five digit number on the cost factor, and you have not edited a single thing yet. (SD4)*

De l'autre côté, l'enregistrement d'armes à feu produit des textures uniques et l'on obtient une homogénéité entre les sons. Enfin, l'enregistrement permet également de s'assurer d'avoir toute la matière sonore nécessaire.

- \* *Libraries are good to a certain point but it can be a bit of a mishmash : so they might have used the microphone that you like the sound of but to record these five weapons, whereas actually you might need to record 30 weapons. (SD7)*
- \* *The libraries are, it's always not exactly what you're looking for, and then you end up working around the problems, instead of just attacking them straight on and just make a recording. It's always better. (SD6)*
- \* *And then the soundscape stays more coherent as well, you have a package of microphones and you record everything with those. Everything's sort of stays in the same world, which makes mixing easier and everything becomes easier. (SD8)*

► [Atteindre le bon son](#)

*"It's usually the good one when they're like "THAT'S SOUNDING AWESOME"."*

Créer un son d'arme est long et fastidieux et demande beaucoup de rigueur au *sound designer*. Il est dès lors facile de perdre de vue la finalité du travail en cours. Il faut donc être en mesure de se fixer un objectif de son, de tendre vers celui-ci et de se rendre compte lorsqu'on l'a atteint. Le bon son d'arme est avant tout une affaire de ressenti et de sensation. C'est en bénéficiant de retours et de l'assentiment de collègues que l'on peut estimer que tel son est le bon.

- \* *I guess you get feedbacks from other people. (SD2)*

- \* *I ask to sound designers. They go deeper in the sound and see its technical aspect. If it's satisfying to them, it's satisfying to everybody else. (SD1)*

En s'appuyant sur ces retours, les *sound designers* peuvent ensuite s'arrêter sur un son, le corriger, l'affiner. Le processus est très cyclique, et la boucle design-test-retour se répète jusqu'à trouver le son satisfaisant qui séduise le plus de personne.

- \* *It's just something that takes a lot of work and usually a lot of iteration and like mixing back and forth, louder, more quiet, louder... (SD8)*
- \* *When you smile when you've tested it and seeing it in the game, but you just spend a bit too long shooting stuff because it sounds fucking great, you turn it a bit too much, the speaker lights start going red, you call somebody in... (SD7)*

Il faut cependant garder à l'esprit qu'un son n'est jamais joué seul. Il s'inscrit au sein d'un contexte précis et n'a pas besoin de sonner superbement individuellement. Il faut évaluer ce qu'il apporte au mix et ce qu'il donne comme information au·à la joueur·se.

- \* *Individually I never care about how something sounds, it's only together with all the other sounds that you can tell if it sounds good or not. A sound can be very ugly in itself. But depending on where it is in the soundscape, what it's telling you, it can sound however you want. (SD8)*
- \* *The far most important thing when you make the audio is to always listen to the full game and make your decisions based on that, and never based on individual audio assets. (SD4)*

### **b) Renseignements sur l'arme**

Les renseignements sur l'arme concernent les nombreuses informations que l'on peut encoder dans un son de tir, permettant d'identifier la nature de la menace.

#### ► Caractérisation d'une arme par le son

*"The more you listen, the more information you'll get and the better you can play."*

Un jeu de tir comporte en règle générale une grande variété d'arme, réparties en différentes classes. Dans *Counter-Strike: Global Offensive* (Valve, 2012), on trouve 33 armes à feu différentes, parmi lesquelles on distingue les pistolets, les pistolet-mitrailleurs, les fusils d'assault, les snipers, les fusils à pompe et les mitrailleuse lourdes. Chacune d'entre elle possède ses caractéristiques et les différencier peut s'avérer déterminant lors

d'une confrontation. Savoir à l'avance face à quelle arme on va se trouver permet d'adapter son comportement et augmenter ses chances de survie et de réussite.

- \* *With improved sound design and implementation you get a better understanding of what model of weapon is being fired, it's like "OK that's an AK47, it has this many bullets per clip and the spread is like this, the damage per bullet at the distance it sounds like it's firing from is this, so I can take four hits before I die". (SD7)*
- \* *You can hear what the rate of fire is, you can hear what caliber it is, depending on the game. If the weapons are realistic in the game then you can tell more. If it's more of a fantasy thing you can still understand what weapon is it. (SD2)*

Une mission importante du *sound design* va être de permettre l'identification de l'arme. Il faut donc s'interroger sur la manière de sonner unique à telle ou telle arme.

- \* *Je commence par la regarder, qu'est-ce qui va sonner, quelle est la mécanique qui correspond à cette arme... Si c'est un flingue c'est facile t'as un truc sur le dessus en métal qui va aller d'avant en arrière, y'a un percuteur au fond... (SD5)*

Un bon départ peut être de commencer par raisonner en terme de classe d'arme. Connaître ce paramètre là est nécessaire pour les joueur-ses de tout niveau avant d'aborder une confrontation, tant le *gameplay* est significativement différent.

- \* *It's usually better just to concentrate that you understand the different class of weapon : sniper, assault rifle, pistol, submachine gun, that type as opposed to specific weapons always. (SD3)*

► Eloquence du son

*"We're trying to put as much information into each gunshot as possible."*

Outre la caractérisation de l'arme, le design du son de tir apporte de nombreuses informations, propres à aider à obtenir de meilleures performances. On pourrait bien évidemment utiliser le discours pour renseigner précisément sur la situation en cours. L'enjeu derrière le *sound design* va être d'en faire dire tout autant au son.

- \* *You know you could play a WAV file automatically and generate the line "There is an AK47 in that building shooting you and he's got 12 bullets left". I could just play that line of dialogue at you, and then you could obviously make your decision from there, but what I'm trying to do is encode that information into the sound. (SD7)*

Il s'avère que par nature les armes vont sonner différemment selon leur état. Dans la vie réelle on peut ainsi déjà associer certains sons à certains renseignements. S'appuyer sur cette éloquence naturelle du son, quitte à l'exagérer, est crucial. On peut penser à l'exemple de l'arme tombant à court de munitions : le son émis est caractéristique et parlant, l'indice porté est en mesure de changer l'issue du combat.

- \* *You know the Garand-M1, the world war Allied rifle ? If it's empty, it does this "kling" that the rest of the magazine splits out if it's empty. And that's a perfect feedback sound for "you out of ammo". (SD4)*

Le son peut également traduire une défaillance mécanique de l'arme utilisée.

- \* *In some games, the guns wear out over time, so the Foley becomes more rattly so that you know that this gun probably needs to be thrown away, things like overheat mechanics. (SD7)*

Il est enfin intéressant de noter que la nature des informations à transmettre change selon la distance à laquelle se trouve la source, c'est-à-dire selon l'imminence de la menace.

- \* *When you get really close to the source then the defining elements are the closed transient and the mechanics. That's good enough to represent different models of pistols. When you get out to maybe 50 meters, all 9 mm pistols basically sounds the same anyway. (SD9)*
- \* *On distance you differentiate how much of the mixes between "what is firing" and "where it's firing": "where" becomes more important the further away, the "what" closer towards. (SD3)*

### **c) Game feel, ou la « sensation d'arme »**

Le *game feel* de l'arme est une notion de design du son de tir ne portant pas sur les informations objectives mais plutôt sur des questions de perception subjective.

- ▶ Si le son est différent, l'arme est différente

*"So our Sound Design decisions will affect how players perceive that weapon."*

Dans la recherche des *sound designers* du bon son d'une arme, plusieurs propositions sont faites alors que le design visuel de l'arme n'évolue pas nécessairement en même temps. Ses caractéristiques sont également fixées. On va malgré tout observer

fréquemment chez les bêta-testeurs la sensation qu'une arme est différente, sous prétexte que le son est différent. À leurs oreilles, une arme est plus ou moins bien, ce qui affectera leur manière de jouer et pourra même les faire sous performer. Un cas notable a été observé sur *Wolfenstein: Enemy Territory* (id Software, 2003), devenu un cas d'école que la plupart des sounds designers de FPS gardent à l'esprit.

- \* *There's a great story from one of the early Wolfenstein games, where they had a Thompson SMG and an MP40 on the German side. They were completely identical : same fire rate, same damage, same spread. It was exactly 1 to 1. But one of the weapons was preferred because it sounded heavier and people actually performed better with it. (SD9)*
- \* *Players were reporting that this weapon on the Allied side was worse. It was exactly the same weapon, just with a different style and a different sound. They changed the sound, and it has an effect on the success of the players. (SD1)*

Deux armes exactement similaires seront donc reçues différemment si leur *sound design* est différent. L'arme peut être perçue comme meilleure grâce à l'apport du son.

- \* *People feel like things did more damage if they had a harder punch to it, or they're just "this gun feels good". Nothing change, except for the sound. (SD2)*
- \* *Let's say you have a quality layer to your gun — it's only for the player. I think you feel a bit more powerful. It's a feeling, the gun is not better. (SD6)*

Dans d'autres cas, le *sound design* de l'arme peut contribuer à la faire sembler moins bonne. Aussi, si pour une même arme différentes versions de design existent, il faut que les versions alternatives, ou *skins*, n'affectent pas les performances des joueur·ses.

- \* *Well, for skins they will all have to not hurt the player by using certain skin, or like be a benefit by using the skin. (SD2)*
- \* *It was a lot harder to do making skins sound cool because you don't want to nerf or buff the skins. So the base gun had to have the same like frequency content, and loudness and envelope shape as your skins, or have a match. (SD2)*

Dans une certaine mesure cependant la capacité du son à nuire à une arme peut parfois être utilisée volontairement et à bon escient. Par exemple, s'il faut brider une arme, le son peut consister en une solution pour l'affecter objectivement.

- \* *That's kinda how you'd balance that gun, it's super powerful, super loud, but then you can't hear the ennemies coming from behind you. (SD6)*

► Impact du son sur la perception de puissance

*"The sound of that weapon is already telling you that this thing is very powerful."*

Le *sound design* d'une arme peut modifier la manière qu'on a de la percevoir notamment parce que le son permet de rendre compte de la puissance. Or, de puissance il en est question dans le cadre d'un FPS compétitif : il s'agit d'être plus fort que son prochain. Les objets manipulés dans ce monde virtuel sont de plus incroyablement plus puissant que ce qu'on a l'occasion d'utiliser dans la vraie vie. La puissance mortifère de ces armes doit donc être retranscrite et, pour ce faire, le son est un excellent canal.

- \* *T'as envie d'avoir ce feeling que t'es un peu puissant tu vois, que tu tires pas avec un pistolet à bille. (SD5)*
- \* *And then, the quality of the gun, all that stuff, we take into counting "okay I wanna be powerful right and I'm shooting" I wanna be like "I am behind the trigger, you are on the wrong side of the gun". (SD4)*
- \* *The more powerful the sound, the more powerful I feel. (SD6)*

La restitution de cette puissance peut se faire selon différents procédés. L'un des plus évidents est de s'appuyer sur le niveau du son, mais on peut également procéder en insistant sur certaines zones fréquentielles, notamment le bas du spectre.

- \* *Prends la physique du vrai monde : tu mets un coup de poing à quelqu'un, ça fait pas beaucoup de bruit non ? Pourtant tu prends n'importe quel film, un coup de poing c'est l'équivalent en décibel d'un coup de fusil à pompe. (SD5)*
- \* *Because it's low, it's sharp, it gives you the feeling that the shot is super powerful. (SD1)*

Le jeu vidéo n'étant pas un média uniquement sonore mais hautement multi-sensoriel, l'impression de puissance est transmise de manière simultanée et redondante au·à la joueur·se. Le stimulus multimodal est alors d'autant plus efficace.

- \* *I'm typically thinking about towards haptics, so hand vibration, and rumble. And another one that we use quite a lot is camera shake. Typically if you want your sound to feel twice as loud, is better to shake the screen than it is trying to turn the sound up to twice as loud. (SD7)*
- \* *You know, controller vibrating and things like that, there are other mechanics that are tied to sound, that you can use to, I guess reinforce the message you're trying to get across. (SD9)*

## 2. Espace du FPS compétitif

- \* *You know the player is in the map and he has his partners and the enemy team around, he needs to be aware of the surroundings. (SD3)*
- \* *All the sounds they need to support the spaces in some way, footsteps, guns and everything, they need to correspond to the space. (SD9)*

Dans un FPS compétitif comme dans n'importe quel genre de jeu vidéo le son est un allié de poids dans la construction de l'espace virtuel et dans les exercices d'orientation, de navigation et de localisation. Dans le cadre d'un jeu de tir compétitif, la réussite d'un·e joueur·se dans ces tâches a un impact sur la performance générale : il est de la mission du·de la *sound designer* de créer et de restituer au son l'espace du jeu. C'est de la construction minutieuse des ambiances, des choix de spatialisation opérés et de la diffusion dont il sera question dans cette catégorie **Espace du FPS compétitif**.

Trois sous-catégories s'y rapportent : *Caractérisation des espaces* ; *Choix de spatialisation* ; *Restitution et diffusion des espaces*. Chacune de ces sous-catégories s'appuie sur des concepts formulés dans les entretiens et recensés dans le tableau suivant. Chacun des concepts sera introduit dans l'analyse par une citation anonyme issue des entretiens résumant cette idée.

SOUS-CATÉGORIE	CONCEPTS RATTACHÉS	NOMBRE D'OCCURENCE
<i>Caractérisation des espaces</i>	Construction des ambiances	35
	Travail de la reverb	25
<i>Choix de spatialisation</i>	Placement d'un point d'écoute propre au FPS	9
	Spatialisation exagérée	27
	Spatialisation réaliste	35
<i>Restitution et diffusion des espaces</i>	Question de la diffusion	17
	Débat sur le binaural	48
	Vers une solution individualisée	29

Tableau 3 : *Espace du FPS compétitif, sous-catégories et concepts rattachés*

### a) **Caractérisation des espaces**

La caractérisation des espaces est le processus de construction sonore permettant d'affecter une identité sonore à un espace et ainsi de le distinguer des autres.

#### ▶ Construction des ambiances

*"It's important for the player to give him context of the ambiance of the map."*

L'identité sonore d'un endroit de l'espace du jeu peut se définir comme étant les composantes sonores attachées au lieu garantissant son unicité. Le travail de construction des ambiances sonores va donc s'inscrire dans cette optique en cherchant à incarner le lieu au son. Or, si un son correspond à un lieu, dès lors, un son correspond à une certaine position sur la carte. Pouvoir détacher les yeux de la carte en identifiant l'endroit où l'on se trouve grâce au son est un avantage non négligeable. La représentation sonore de ce lieu va permettre de donner de la consistance à l'espace dans lequel évolue le joueur.

- \* *T'as un lieu et tu lui donnes des caractéristiques tout ça. (SD5)*
  - x(SD9)

Ces ambiances se doivent d'être vivantes et dynamiques : on ne peut pas prédire combien de temps restera un·e joueur·se à un même endroit à écouter le même son. Les *sound designers* doivent donc garantir une certaine variabilité à ces ambiances.

- \* *The background ambience sound effects you know, we had creatures spawning at random places, at all times. They were mapped out to spawn at random distances, at random places, with random pitch. (SD6)*
- \* *Tu ressens les boucles. Si tu prends par exemple un jardin, tu vas mettre un truc qui correspond à ton moment de la journée assez en fond. Et après tu peux mettre des rafales de vent qui viennent toutes les 1 minutes 30 plus ou moins 40 secondes. Ça va créer un comportement imprédictible. Ça va donner l'illusion que la vie elle est crédible et tangible pendant un long moment. (SD5)*

Dans un monde idéal, une ambiance de jeu vidéo ne serait même pas constituée d'un fond sonore (ou *bed*) et d'éléments ponctuels, mais uniquement d'éléments aléatoires dont la source existe réellement dans l'univers du jeu. Cette solution est séduisante pour son côté organique, mais elle se heurte à la taille du monde et aux limitations sonores.

- \* *If all the sounds you hear come from something that is actually happening in the game, I think that's great. (SD8)*

- \* *Ideally you don't need an ambience if you have enough emitters in the world to constantly contribute to it. But of course you would not go into it and put a sound on every tree, that'd be crazy. (SD4)*

Les ambiances des jeux vidéos vont également avoir pour mission de créer une assise sonore où viendront s'inscrire les sons joués. Le travail requiert donc une certaine minutie pour accueillir ces événements sonores interactifs non-prédictibles.

- \* *So the ambience needs to be really really carefully made, frequency wise and how loud it is and so on, for everything to arise and then disappear in. (SD8)*
- \* *It's also very important because you can always lean on it. You can always let every other sound land in the ambiances and that creates a naturalistic and immersive soundscape. (SD1)*

► Travail de la reverb

*"There are many ways of faking acoustics."*

Ce qui va également caractériser un lieu, en plus de son ambiance, c'est la manière dont les sons vont se développer au sein de cet espace. En associant un lieu à des caractéristiques acoustiques, le *sound designer* place les joueur·ses dans un espace sonore spécifique. Ce ne sont plus seulement les sons d'ambiances qui caractérisent le lieu, mais la manière qu'a son acoustique d'affecter tous les sons émis.

- \* *If I'm using a sniper rifle in a tiny room, I will hear the firing of the sniper rifle indoor in that tiny room with the reverb, with all the acoustic involved in that space. If I fire my gun in the desert I will be hearing the reverb of an open space outdoor, completely different of that room that I said before. (SD3)*

Intégrer un son interactif dans un espace évolutif n'est cependant pas encore parfaitement abouti. Plusieurs méthodes existent pour arriver au meilleur résultat.

- \* *[À propos des contraintes du son dans le jeu vidéo] For me it's mostly acoustics, it's still something that hasn't really been done in a very good way, just because it's so very heavy on the CPU. (SD8)*
- \* *Putting a sound in the world correctly, I think there's still a sort of a Holy Grail for getting there. (SD2)*

La méthode la plus évidente pour définir la réverbération d'un lieu est la solution logicielle, en s'appuyant sur des *plug-ins* algorithmique ou à convolution. Une reverb

algorithmique s'appuie sur des paramètres mathématiques que l'on peut faire varier en temps réel, tandis qu'une reverb à convolution va émuler l'acoustique d'un lieu réel dont on aura enregistré la réponse impulsionnelle. Calculer les réflexions propres d'un espace virtuel à la géographie connue est aussi faisable grâce au *ray-cast*. Le choix de telle ou telle solution sera conditionné par la puissance de calcul allouée à l'audio.

- \* *What can you afford ? IRs are typically expensive so maybe they can only be very short, algorithmic reverbs are good because you can change them usually in a quick lane to fit the environment. (SD8)*
- \* *Doing ray-cast on walls and then reflecting sounds, depending on the ray cast hits: I think that's a huge step up from just having a reverb in the room. That's giving you even more context on "how close is this wall". (SD4)*

Dans le cas des FPS compétitifs, une méthode consiste à enregistrer les réflexions pour les sons de tir. On obtient ainsi une certaine cohérence entre les armes à feu, leur énergie se dissipant de la même manière selon la classe, quel que soit le modèle. Il suffit d'avoir un *layer* pour la queue de reverb, que l'on permute en fonction de l'espace.

- \* *Typically the loud sounds are different, difficult to achieve so they sound nice with reverbs. Recording the loud sounds in the real world is crucial. (SD8)*
- \* *Don't focus on Glock-tail-Canyon, it's just pistol-tail-Canyon, and all pistols can then use the same environmental tail. If you add a new environment you've just got to add pistol-Arctic-tundra as opposed to for each specific model. (SD9)*

### **b) Choix de spatialisation**

Les choix de spatialisation concernent les décisions prises en terme d'écriture spatiale et les implications qui en résultent sur le travail du son.

#### ► Placement d'un point d'écoute propre au FPS

*"What I'm hearing is what my avatar is hearing."*

Avant de songer à la manière dont le son doit se propager dans un espace virtuel, il faut réfléchir à l'emplacement d'où le son sera reçu. La perspective à la première personne est différente d'une vue du dessus par exemple et implique des changements dans l'écriture sonore et le travail de *sound design*.

- \* *Il y a des trucs que tu peux faire sur un TPS que tu peux pas forcément faire dans un FPS. (SD5)*

L'une des différences majeures va se trouver dans la sensation de présence. La perspective FPS va se construire selon la distance, le son du joueur doit donc être de manière significative au premier plan, en termes de fréquence et d'amplitude.

*\* So your weapons have more basse and more mechanics, your footsteps sound different, and your self voice sounds different enough. (SD9)*

C'est par les yeux du personnage que l'on contemple le monde. C'est donc par ses oreilles également que ce monde doit nous atteindre, par les oreilles ou par la conduction solidienne du crâne lorsqu'il nous prend l'envie de tirer avec un œil dans le viseur.

*\* All the detail with the mechanics of the gun, that's something I'll only hear if I go eye-on-sight, and then it's like 'shkling-shkling' super prominent. It also changes, maybe if I got eye-on-sight it's louder versus hip fire. (SD4)*

*\* By the time the gun is vibrating through your head, it doesn't really sound like a typical recording of a gun, before you have to sort of bring the whole experience a bit closer and a bit more personal to you. (SD7)*

Si c'est là une notion de design que l'on peut également penser dans les jeux de tir à la troisième personne, il est un paramètre qui est unique au FPS : la position du point d'écoute correspond exactement à celle du point de vue. Cette distinction existe dans un TPS et est à prendre en compte, comme le rapporte un des *sound designers* interrogés.

*\* In TPS you put the listener a little bit in behind the avatar, but closer to it, otherwise typically if you rotate the camera to look from the side certainly the microphone is in the wall or something like that. On the FPS you match exactly that. (SD4)*

► Spatialisation exagérée

*"As a general rule: it's an enhanced, an exaggerated version of real life."*

Faire le choix d'une spatialisation exagérée c'est décider de ne pas imposer au son de suivre les lois de propagation et d'atténuation acoustique du monde réel. Cette prise de position se justifie de plusieurs manières dans le cadre d'un FPS compétitif. La première est que, comme tout phénomène complexe à modéliser, une acoustique réaliste demande des ressources de calcul importantes.

*\* Competitive FPS usually means 60 frames and having a smooth engine running, which of course means voice control and a simpler way to spatialise sound. (SD1)*

Dans une démarche de *Game Design* on peut aussi proposer par exemple une atténuation différente des sons selon leur nature et leur intérêt pour le-la joueur-se.

- \* *[Game Designers] will tell us "I want this ability to be heard at this distance, this one at this distance" – a lot of that would be for a competitive game. (SD2)*
- \* *Y'a des trucs que tu veux entendre plus loin que d'autres. Dans les FPS compétitifs, les bruits de pas tu veux les entendre à 50m mais pas à 100m : à 100m ils perturbent ce que t'entend et ils servent pas à grand chose. Mais les armes tu veux encore les entendre, pour que tu saches où ça se fight. (SD5)*

Un FPS compétitif n'est d'ailleurs pas nécessairement une simulation de la vraie vie. La lisibilité de la spatialisation importe bien plus que son réalisme. Ainsi, il arrive qu'une spatialisation réaliste soit plus perturbante qu'autre chose.

- \* *Reality isn't always the best role model, I think readability is the best one. (SD7)*
- \* *If you are in a city and you hear a helicopter, you can't really tell where it's coming from even though it's properly modelled because it's real. There's so many reflections coming from different things, you're always looking around and then the helicopter comes up and you are like "Wait it was from over there ?" . (SD6)*

Cette lisibilité s'obtient par la simplicité, mais également en cherchant à correspondre aux attentes du public. Ces attentes sont inscrites dans les oreilles des joueur-ses et ne correspondent pas au comportement du son dans la vraie vie, mais sont plutôt conditionnées par des conventions établies dans les jeux et films précédents.

- \* *It's about matching audiences expectations, they may not know what reality is, but they will have learned that, either through news media or portrayal in films. (SD1)*
- \* *There's expectation from the players, how far you can hear things, how things are sounding. If you take the shooters space, there's a language established. (SD4)*

► Spatialisation réaliste

*"I want to make everything feel very believable."*

Pourquoi faire le choix de tendre vers un modèle de propagation acoustique réaliste malgré les arguments avancés ci-dessus ? Premièrement, les technologies et modèles de propagation sont en évolution constante et il est désormais plus simple et moins coûteux de simuler l'acoustique d'environnements complexes.

- \* *Nowadays with modern technologies you can re-create the condition of a sound coming from around the corner, behind a wall, or behind a closed door... (SD1)*
- \* *Representing rooms and spaces in the same way that light refraction technology in games is doing with ray tracing, being able to get a naturalistic room reflection model, reverbs. It's a big leap in audio technology we're doing here. (SD9)*

Il reste certes encore des améliorations à faire du côté de l'occlusion et de l'obstruction, particulièrement pour des FPS comme *Tom Clancy's Rainbow 6: Siege* (Ubisoft, 2015) où l'environnement est destructible et donc l'acoustique évolutive.

- \* *Some games have done a lot offline calculations for obstruction and occlusion, and you can probably do some good thing. But it depends, if your world is destructible then the offline thing is probably trickier. (SD8)*

Si les capacités technologiques nous laissent la possibilité de faire le choix entre une spatialisation réaliste plutôt qu'exagérée, alors ce choix relèvera d'une volonté esthétique, liée à la direction artistique. Certains Audio Director seront plus sensibles et auront plus d'affinités pour un son réaliste. Enfin, dans le cadre de jeux compétitifs, un son précis, fin et réaliste permettra aux joueur·ses de s'appuyer dessus pour mieux performer.

- \* *It allows an extremely precise positioning as well. So in Hunt, people do wall bang, they shoot through walls and they just hears steps, and it's pretty accurate. (SD4)*
- \* *T'as envie de bien comprendre quand l'ennemi est derrière le mur, à droite, il marche tu l'entends... Il faut que t'aies une propagation audio qui tienne super bien la route, pour être capables de repérer les autres avant qu'ils arrivent. (SD5)*

### **c) Restitution et diffusion des espaces**

La restitution et la diffusion des espaces porte sur la prise en compte des manières d'écouter un jeu vidéo, particulièrement sur le format de diffusion binaural.

#### ► Question de la diffusion

*"There would be a lot of collaboration between Wwise and Dolby in the future."*

Une fois l'espace caractérisé au son, il faut se pencher sur sa restitution. Or, le support de diffusion peut être très varié dans le jeu vidéo.

- \* *What you need to do is take specific time to see how that translates to stereo headphones, headphones with a HRTF down mix, sound bar, surround systems, does it sound different on an Xbox, or PlayStation, or PC... (SD6)*

Le mix doit être transportable, c'est-à-dire rendre d'une manière la plus égale possible une sensation d'espace similaire indépendamment du support. La restitution du son dans l'espace peut se faire par filtrage ou dans une optique basée sur les canaux de diffusion, une solution *speaker-based*, les *sound designers* travaillant plutôt sur enceinte.

- \* *In terms of spatialisation, it's either a hardware solution, like speakers, or software solution like off access filtering. (SD3)*
- \* *[If we're in a speaker-based configuration] we don't actually need to attenuate or filter. If a sound is meant to play from there, it will play from that speaker and my ear will naturally do the attenuation and the frequency response for me. (SD7)*

Pour donner une impression de surround dans un mix stéréo, on peut filtrer et baisser les sons qui ne sont pas émis dans notre champ de vision afin de donner un peu de relief au son. Mais pour plus de précision, il faut se diriger vers le binaural.

- \* *The simplest techniques are HRTF or HRIR systems. So whereby what you're trying to do is portray the idea that a sound is playing from there on a speaker-based solution. What we do is we apply the filtering characteristics of how your ear would react to the sound to give you the psychoacoustic belief, if you're wearing headphones for example, that the sound is playing from there. (SD7)*

► [Débat sur le binaural](#)

*"For every person I can find that says "I don't like HRTF" I can talk to people who are like "This is amazing"."*

Si, sur le papier, la spatialisation binaurale est idéale pour rendre compte d'un environnement 3D uniquement au casque, dans les faits tous les *sound designers* n'y sont pas favorables. Cette défiance s'explique par le fait que les filtres ne sont pas encore tout à fait au point et ont facilement tendance à trop abîmer le son.

- \* *Right now I don't really play with [binaural] on, I don't get a benefit of it. (SD2)*
- \* *People preferred the binaural sound that was not HRTF applied, so the plugin was kind of distorting too much sound. They preferred to use the non-applied filter version, definitely because it was clearer, more readable. (SD3)*

- \* *It mostly depends on how the filters are. So I think you have to find a way that is not so destructive to the sounds, a lot of HRTF things can become ugly because the filters are butchering the sounds. (SD9)*

Plutôt que d'apporter de la clarté, nécessaire dans un *gameplay* où beaucoup de précision est requise, le binaural va parfois jusqu'à apporter un semblant de confusion.

- \* *In terms of gameplay, audio needs to be clear, and if you apply too much filters, too much simulating things, maybe it's making sounds less clear. (SD1)*

En plus de la qualité des filtres, la confusion est sans doute due au caractère générique des HRTF utilisées. L'utilisation de filtres pré-établis induit une forme d'inégalité : en fonction de leur morphologie le binaural marchera correctement pour certaines personnes et pas pour d'autres.

- \* *That's really at the bottom of the challenge, trying to make a generic that sounds good for most people, but there's always going to be people that don't get it. (SD9)*
- \* *HRTF has never worked for me I don't know why. it's a bit like when I get new glasses, it takes a while for my eyes to get used to having something translate the world and I fight with it a lot, I get headaches, but eventually I give in. (SD7)*
- \* *Le binaural consiste à utiliser l'HRTF de chacun d'entre nous, et vu qu'on en a tous une différentes le binaural qu'il y a derrière c'est une espèce de moyenne globale qui ne correspond pas à ton vrai ressenti. C'est du bullshit marketing. (SD5)*

Dès lors qu'il fonctionne correctement, le binaural s'avère particulièrement justifié pour des FPS. La perspective à la première personne permet de bouger la caméra presque aussi facilement et naturellement que l'on bougerait la tête, ce qui permet de résoudre certains problèmes de confusion.

- \* *In FPS we could do the same thing, we can know exactly where you're looking at, where is your ear, so we could use height and rotation. (SD4)*

La précision dans la localisation apportée par le binaural est également capitale dans le cadre d'un jeu compétitif pour localiser la position d'un danger.

- \* *It's incredible to hear the difference, and to give players absolute where sound are coming from, what sound sources is emitting sounds. It's a really useful tool. (SD3)*

Le développement du binaural suscite globalement l'intérêt des sounds designers, particulièrement ceux qui ont une affinité pour la dimension réaliste du paysage sonore.

- \* *Binaural is interesting. (SD9)*
- \* *There's more budget and focused put on audio, because we can solve a lot of problems [with binaural]. It supports the game design in a very good sense. (SD4)*
- \* *Binaural is super good and important, we do a lot of that ourselves as well because it can really make you understand the world in a natural way. (SD8)*

► Vers une solution individualisée

*"You know this individualised HRTF thing is an interesting idea."*

L'utilisation de binaural individualisé peut remédier aux réticences évoquées : chacun·e bénéficierait à égalité des avantages du binaural en termes de clarté et de sensation d'espace. Le développement de la personnalisation de l'HRTF est de plus capital, l'industrie se dirigeant à grand pas vers une standardisation du binaural.

- \* *The new consoles are allowing that, they say "Hey you can do this now and apply that". Also the software has been moving toward, it's way easier to set this up, do the rendering of the sounds. (SD4)*

Différentes manières de faire pourraient être mise en place, comme par exemple des tests de perception.

- \* *We had also discussions about creating your HRTF. In my opinion it should be becoming a standard, it's like adjust your brightness, this is barely visible. (SD3)*
- \* *Je rêve d'un truc qui puisse faire ça. Quand t'allumes pour la première fois une console, tu fais un calibrage de ton écran, on te dit "descends le curseur jusqu'à ce que tu vois bien le sigle". Imagine qu'il y ait un test audio qui te dit "fais ci fais ça", tu montes tes curseurs etc, et il adapte ton binaural pour tous les jeux. (SD5)*

D'autres optent plutôt pour la solution s'appuyant sur une description de l'oreille externe afin d'en déduire l'HRTF.

- \* *With all the scanning technology that exists in phones nowadays, in smartphones, I think pretty soon people can make their sort of HRTF model for their head. (SD9)*

Quelle que soit la méthode utilisée, la personnalisation et l'individualisation de HRTF forment une perspective particulièrement séduisante aux yeux des *sound designers*.

- \* *It can't provide anything but a clear picture of the audio scape for the user. Cause everyone's ear shape is different. I think that could be a very interesting and beneficial thing for spatialisation. (SD1)*

### 3. Notion de menace

- \* *Obviously enemy gunfire is more important or more threatening to you than friendly fire. (SD7)*
- \* *Things that can threaten you or harm you in any way, those should have precedence over things that don't. (SD6)*

L'objectif premier de tout·e joueur·se de FPS compétitif est de survivre plus longtemps que son opposant·e. Le son doit donc apporter sa contribution afin d'atteindre ce but. La notion de menace va donc être au coeur du *sound design* : c'est en la pensant que l'on identifiera les indices à transmettre en priorité, c'est en s'appuyant dessus que l'on parviendra à créer la bande-son la plus à même d'aider le·la joueur·se dans sa recherche de performance. Comment agit-elle sur le *sound design*, dans quelle mesure est-elle au coeur des techniques de mixage des FPS : c'est ce dont il sera question dans cette catégorie **Notion de menace**.

Trois sous-catégories s'y rapportent : *Informations par le sound design* ; *Rendre efficace le sound design par le mixage* ; *Priorisation les sons*. Chacune de ces sous-catégories s'appuie sur des concepts formulés dans les entretiens et recensés dans le tableau suivant. Chacun des concepts sera introduit dans l'analyse par une citation anonyme issue des entretiens résumant cette idée.

SOUS-CATÉGORIE	CONCEPTS RATTACHÉS	NOMBRE D'OCCURENCE
<i>Informations par le sound design</i>	<i>Information player déterminantes pour le gameplay</i>	22
	Encoder de nombreuses informations dans le son	20
	Sonifier les informations	24
<i>Rendre efficace le sound design par le mixage</i>	Garder un mix clair	21
	Gestion de la dynamique	38
<i>Priorisation des sons</i>	Nécessité de la priorisation	15
	Méthodes de priorisation	25

Tableau 4 : *Notion de menace, sous-catégories et concepts rattachés*

### a) Informations par le sound design

Nous verrons ici comment le choix des informations portées par le *sound design* est à évaluer à l'aune de la notion de menace.

#### ► Information player déterminantes pour le gameplay

*"He needs to have enough informations based on audio feedback for his to play in a competitive way."*

Un jeu est dit compétitif s'il propose un *gameplay* compétitif. Dans cette logique, le son doit être force de proposition en mettant à disposition de l'utilisateur·ice de nombreuses informations : on l'a vu, celles-ci comprennent l'espace du jeu, la position de dangers potentiels, les indices permettant d'identifier et de caractériser les armes, etc. On ne peut pas imaginer un jeu où le son ne serait pas à la hauteur des enjeux de survie propre au FPS compétitifs.

\* *The worst thing is you hear and you get shot. That is not very good. (SD7)*

\* *In a purely competitive FPS, any sound that we play should have cues in it. (SD2)*

La collecte d'information au son est capitale pour statuer sur la situation en cours, évaluer les forces et menaces en présence et, à partir de là, prendre une décision.

\* *"OK the sniper shoots me, where was it, OK it's that guy over there, OK I've got him" OK now I can then make my decisions and how I want to solve that problem, whether I want to shoot back, run away or find better cover. (SD7)*

Le son est également un paramètre déterminant afin d'optimiser ses mouvements et ses gestes et ainsi, gagner de précieuses secondes. Les effets sonores se déclenchant après certains événements précis, il est facile de s'appuyer dessus pour adapter sa manière de jouer aux timings exacts où surviennent lesdits événements.

\* *When you're sliding your magazine [to reload] that's when you get your ammo. Then you can cancel that animation. If you'd cancel your animation before that action happened you wouldn't get your ammo in your gun, so a lot of people would, as soon as you hear that, switch to another weapons to maximise their time. (SD2)*

\* *Si tu mets un soin ça veut dire que tu vas vouloir au son signifier correctement que tu commences à soigner, que t'es en cours de soin, que t'as fini de soigner, que t'as échoué ton soin... Ça c'est des sons dont t'as besoin pour le gameplay, pour pas perdre de temps là dessus. (SD5)*

Tirer profit de ces informations est quelque chose qui s'apprend et se travaille. Jouer avec le son, ou *play by sound*, vient avec l'expérience. La dimension sonore donne donc de l'épaisseur au *gameplay*, le fait devenir plus complet.

\* *You want to hear as something is getting closer, that if you listen a bit more you're going to have a chance to 'Shit that was close', get a bit more reaction to it. That's more appealing for gameplay. (SD7)*

\* *People spend hundreds of hours inside of these games, so it's the more you play, the more you can, like the Matrix : you can start to see the code and how things are built, and what happens in certain ways. It becomes readable. (SD8)*

► Encoder de nombreuses informations dans le son

*"There's a lot of things that you can understand from just hearing."*

Pourquoi prendre des informations au son ? Parce que c'est parfois par ce seul biais que l'on peut en obtenir. La confrontation avec l'ennemi·e se produisant lorsque ce dernier apparaît dans le champ de vision, il faut se passer de la vue pour anticiper le combat à venir. Nous avons déjà discuté de l'apport du son en terme de localisation. On peut situer dans l'espace les coups de feu émis par le·la joueur·se adverse aussi bien que ses bruits de pas. Ces indices occupent donc une place centrale dans le *sound design*.

\* *Footstep distance in a competitive is always a thing, like how long do you hear it. Usually you would say "No you don't hear that so much". But in the game we wanna have higher distances to be able to react. (SD1)*

\* *When it comes to footsteps, there is always information. If you hear somebody on wood then you know that person is probably in a house, if you hear glass crushing, you get the information that he is probably close the broken window. (SD9)*

Les bruits de pas peuvent cependant être émis par de nombreuses sources : les ennemi·es certes, mais l'avatar du·de la joueur·se ou encore ses allié·es.

\* *Sometimes you, as a player, you are a little bit confuse if the footsteps that are approaching are from ally or from enemy, and these things are feedback that need to be clear for the player. (SD3)*

Une tâche du *sound design* va donc être de permettre la distinction ami·es/ennemi·es. Cette distinction est d'autant plus nécessaire dans le cadre de jeux où un même personnage peut se retrouver dans les deux équipes.

- \* *There is enemy versus friendly filtering based on you know footsteps or weapon sounds. We can give it a different mixing colours, pitching different, real time effects like EQ, volume all that we can do. (SD1)*
- \* *You can have the same character in both teams so they are filtered differently. It's kind of sound grammar of allied and enemy. (SD2)*

En plus de permettre de distinguer la nature des sources sonores, la bande-son doit également intégrer des retours, ou *feedback*. C'est en s'appuyant sur ceux-ci que l'on optimise son *gameplay*, mais aussi que l'on peut estimer si l'on a neutralisé la menace. Ces sons de *feedback* renseignant sur le fait qu'on ait touché ou non la cible s'appelle des *hit markers*, et sont répandus dans tous les jeux de tir.

- \* *Hit feedback sounds, kinda popularised by the Call Of Duty series. So hit markers, things like this : am I shooting, have I performed a headshot... (SD1)*

► Sonifier les informations

*"And sometimes we need to think about the feedback of the sound first, instead of how it's going to actually sound."*

Concernant ces *hit markers*, il s'agit d'*earcons*, c'est-à-dire qu'elles sont issues d'un processus de synthèse et n'ont pas d'équivalent direct dans le monde réel. Les *sound designers* ajoutent ainsi une sur-couche d'information à leur *sound design* pour tout ce qui concerne l'UI (*User Interface*). L'UI se rapporte plutôt à l'interfaçage graphique et textuel mais, dans le cadre d'un jeu vidéo; le son peut assumer en partie cette tâche.

- \* *Après y'a des jeux qui s'emmerdent pas. Si tu prends Fortnite je crois que ça affiche carrément de l'UI au dessus de la tête du gars en mode tu lui as mis tant de dégâts. Donc y'a plein de manières de signifier ça, mais le son ça peut être une bonne manière. (SD5)*

Il faut donc s'interroger sur la manière de créer ces indices sonores abstraits. Il est capital d'obtenir des sons limpides pour une compréhension claire et immédiate.

- \* *FPS are super fast-paced and there is no downtime, you can't waste your time trying to decode each cue. (SD9)*

Certains *sound designers* y réfléchissent d'un point de vue fréquentiel, pour à la fois caractériser ces sons mais également les faire émerger facilement du mix.

- \* *You can foreshadow stuff. You know all the psychoacoustic stuff like play the bass to you know, there's fear coming. (SD4)*
- \* *Maybe you find a certain frequency range for a certain type of information that you learn to listen for. (SD8)*

Le tout est de réussir à obtenir le son permettant d'encoder le maximum d'informations dans le temps le plus court possible, et à même de provoquer une réaction immédiate. Un des *sound designers* interrogés évoquait le cas d'un système d'alarme dans un avion de chasse, où il a été identifié que le son générant la meilleure réaction était également celui portant la charge émotionnelle la plus importante. Plutôt qu'une simple sirène, la fille du pilote criant « Daddy » permettait d'obtenir les meilleurs résultats.

- \* *So it's those things about trying to find the quickest way to get the information to somebody to react, because there's so much information in a multiplayer title. (SD7)*

### **b) Rendre efficace le sound design par le mixage**

Le *sound design* élaboré dans la section précédente doit maintenant être mis en exergue par le mixage, en ayant la notion de menace comme garde-fou.

#### ► Garder un mix clair

*"Attention dans les FPS compétitifs à pas faire un truc trop lourd, parce que ça va tirer dans tous les sens."*

L'objectif de garder un mix clair est double à plus d'un titre. D'un point de vue très pratique il faut songer à ce qu'on fait porter comme calcul sur le CPU : plus il y a de voix jouées simultanément, plus celui-ci sera sollicité. En regroupant ou en coupant des sons le mixage permet d'optimiser la charge de travail du processeur.

- \* *There are thousands of sounds requesting constantly, audio is a high-tick rate usually, because you want to update in real time, and therefore there's a crazy monster, I would like to limit that rather on the game side of possible. (SD3)*

Les *sound designers* vont notamment s'appuyer sur les limites de la perception pour regrouper les sons : le *sound design* fera toujours sens mais sera plus épuré.

- \* *If you have people walking, you can hear one. You can hear a second one, your brain can distinct that. As soon as there is a third person, it becomes 'feet'. (SD4)*

- \* *We play a sound, it's not one-to-one what's happening but it's believable enough, and players buy it. (SD1)*

D'un point de vue design, la volonté d'un mix réduit à ce qui fait sens favorise également la performance. Les indices nécessaires au·à la joueur·se en émergeront d'autant plus facilement : un son compétitif est un son efficace.

- \* *Every gun will have a sound but you don't need to hear all of them. (SD2)*
- \* *Performance obviously is going to rely on a good mixing strategy. If there are 63 other people shooting weapons, you'll hear the correct ones that are relevant to you, are a danger to you or something that you should be reacting to. (SD7)*

On peut songer à éclaircir le mix en s'appuyant sur le filtrage et la dynamique, afin de mettre en évidence les sons importants, par leur attaque notamment.

- \* *Use filters, so that players can hear things when the soundscape is messy. (SD3)*
- \* *Things like a clean and clear mix helps players, so your sound design has to have like punchy transient, pop cuts in, and then ducks out, doesn't linger. (SD2)*

► Gestion de la dynamique

*"The simple rule is generally : louder will kill you faster."*

Gérer la dynamique, c'est d'une part faire de la place dynamiquement aux sons importants, qui sont généralement les sons forts. D'autre part c'est amener une certaine vitalité à la bande-son. Le niveau de celle-ci doit en effet varier et avoir une amplitude large afin d'avoir une meilleure expérience de jeu.

- \* *To have more and more from game pleasure, dynamic is something I would put high in the list in general, to always try to have a high dynamic mix. (SD8)*
- \* *In Counter-Strike teams are rushing out, then you have the first contact, very loud, and then it's suddenly quieter, because it becomes a cat and mice game. (SD4)*

Afin d'atteindre ces deux objectifs, les *sound designers* vont s'appuyer sur le système de mixage HDR (pour *High Dynamic Range*), qui permet de sélectionner les sons en fonction de leur niveau et de rendre une impression de dynamique plus importante que ne le permet le support. Le système a en effet une plage dynamique de x dB, et définit son niveau max en fonction du son le plus fort en train d'être joué. Si au moment d'un coup de feu, qui définit le niveau max à un seuil très élevé, les ambiances ou des sons faibles sont

en dehors de la plage dynamique, ils sont purement et simplement coupés. Le système gère donc en direct le *ducking*<sup>15</sup> et permet de trier les sons selon leur amplitude.

- \* *So therefore it's more important to hear louder, so to hear RPG, close machine gun, it's obviously more important than to hear ambience. (SD7)*
- \* *Things that are loud, that are usually dangerous, gets precedence in the mix. While ambiences they get cut almost immediately as something loud happens. (SD9)*
- \* *It appears that shooting an AR15 in real life, well you cannot notice the trees and all that stuff when the gun has been played, it just takes all the space. HDR make sound feel like they are played louder than they actually are. (SD1)*

Ce système de mixage permet donc de garder la différence de dynamique entre deux sons adjacents sans avoir à les jouer à leurs vrais niveaux respectifs. La sensation de dynamique large est ainsi conservée. Les éléments les plus menaçants sont également mis en avant, favorisant leur prise en compte par les joueur·ses. Le système offre de plus une certaine flexibilité afin qu'il ne prenne pas en compte des sons potentiellement faibles, mais néanmoins déterminants pour le *gameplay* comme les bruits de pas. La question de la dynamique dans le jeu vidéo est cependant contrainte par le support de consommation de ce média. En effet, afin d'assurer une certaine transportabilité du mix en terme de dynamique, la plupart des studios s'astreignent à suivre la recommandation R128 prônant une mesure intégrée de loudness à -23LUFS.

- \* *Of course you have standards, like the mixing standard with the -23 LUFS measured over 30 minutes, that are 128EBU recommendation. That's what Sony and Microsoft has established as a mixing guideline anyway. (SD2)*

### **c) Priorisation des sons**

La priorisation des sons concerne les stratégies mises en place afin de distribuer le plus efficacement possible les éléments sonores nécessaires à la survie.

#### ▶ Nécessité de la priorisation

*"Trying to make sense, because shooters tend to be chaotic."*

L'écologie sonore d'un FPS compétitif est dense et complexe, et il s'agit d'en extraire les sons qui font sens pour obtenir de meilleures performances. On l'a vu de nombreuses

---

<sup>15</sup> Le *ducking* est un procédé de mixage, souvent utilisé en radio ou en musique, qui consiste à baisser le niveau d'un signal en fonction du niveau d'un autre, afin de laisser de la place dynamiquement à ce dernier et de gagner en intelligibilité.

informations transitent par le son, chacune d'entre elles apportant potentiellement quelque chose au *gameplay*. Le risque de noyer le·la joueur·se est cependant grand.

- \* *If you're fighting and you don't get what's happening because of the 'wall of sounds', too much is happening, then of course you would be challenged. (SD4)*
- \* *I think it's always good to play as few sounds as possible, to avoid cluttering and just creating maybe an unnecessary noise floor or something. (SD8)*
- \* *It's a very careful orchestra – hear this, right, now hear this, this is important, that's not important, this is now... (SD7)*

Il s'agit donc de mettre en place des systèmes de priorisation permettant de monnayer intelligemment les informations sonores. On donne plus d'importance à un son afin ensuite de le traiter différemment pour qu'il émerge et soit reçu par le·la joueur·se.

- \* *If there's enemy footstep around it's like in a regular mix. As soon as it's approaching it would be a lot more important so you have a chance to react. (SD3)*
- \* *If the information is irrelevant then I don't think, in a purely competitive space, you need to play it. If it's not adding to the information you're receiving, then I would say in purely competitive you should remove it. (SD2)*

On retrouve ici l'idée qu'un son compétitif est un son efficace, qui ne tergiverse pas et tient le·la joueur·se par la main sans chercher à lui tendre de piège.

► Méthode de priorisation

*"Priorisation is like this is important, this is less and then it's like total fluff."*

Le système HDR évoqué ci-dessus est en soi un système de priorisation par l'amplitude, favorisant les sons forts et porteurs de sens aux dépens des sons plus cosmétiques. La tâche du *sound designer* va consister à définir des paramètres faisant qu'un son est plus ou moins important, selon la source émettrice, selon la menace qu'il représente, selon son utilité, etc. Cet effort de définition est au coeur du travail de mixage.

- \* *I would really get in the prioritisation. We need a good management system there, like is it my sound, or is it a threat to me : that has a higher priority. (SD8)*
- \* *The gunshot was a five or the ultimate ability would be a five, and then other things like a loop or something cosmetic wouldn't be as important. (SD2)*

La priorisation peut se définir à plusieurs niveaux. On peut par exemple la retrouver entre les différents couches constituant le design d'un élément sonore.

- \* *In a team fight you'll be basically only hearing the transient of the gunshot, not the tails, but if you're are at the practice range you'll hear the full sound. (SD2)*

Mais c'est surtout dans la globalité du mix que la priorisation va être déterminante afin de proposer un *gameplay* compétitif. L'une des techniques les plus populaires est de se baser sur un système de menace, popularisé par le jeu [Overwatch](#) (Blizzard Entertainment, 2016). De la même manière que l'on distingue par le *design* le son des ennemis de celui des alliés, un système de priorisation par menace va donner plus d'importance au son d'un·e ennemi·e, une potentielle menace, et va donc prendre plus de place au sein du mix.

- \* *If a sniper shoots away from you it's not important As soon as he turns around, and aim at you then the priority raises like crazy – same with footstep. (SD6)*
- \* *Depending on level of threat, determine by game code, like "this weapon is the closest of the player and can do the most damage", they dynamically mix volume and ducked it more or less aggressively based on threat level. (SD1)*

Ce tri en fonction de la menace se rapproche de la perception humaine dans des conditions de stress et de mise en danger aussi extrême, favorisant la performance.

- \* *When veterans of WW2 saw Saving Private Ryan they were like "God that's exactly what it sounded like" and Gary Rydstrom was like "No it's not but that's exactly how you remember it sounding, because your brain was in such a panic state like 'fuck there's a machine gun and my friend is on fire' everything else didn't matter, your brain had already filtered that out." (SD7)*
- \* *That allows for a very naturalistic sorting of things, ultimately it helps with performance. It helps you sort away things that aren't dangerous to you. (SD9)*

La priorisation peut aussi se faire plus largement en fonction de l'utilité des sons et pas uniquement de leur menace. Le·la *sound designer* va donc travailler main dans la main avec le·la *game designer* afin d'évaluer clairement quel son est nécessaire à la compréhension du jeu et de l'action, et doit donc être mis en avant.

- \* *So the Game Designer would say this ability or this thing is this important, so make it that loud. It's like out of 5 so we just had like you know a scale "how important is this sound". (SD2)*

#### 4. Immersion et performance

- \* *Being able to make a soundscape that allows for immersion but also services the game is the sort of balance that we, as sound designers, try to be in. (SD9)*
- \* *I'd say those are pretty hard to make live happily in the same room. (SD6)*

Aux yeux de nombreux *sound designers*, un jeu vidéo, qu'il soit compétitif ou non, a pour ambition de plonger le·la joueur·se dans l'univers du jeu. Cette immersion permet au·à la joueur·se de se prêter à l'exercice de suspension de l'incrédulité consentie, afin d'accepter pleinement l'univers fictionnel se proposant à lui. Dans le cadre de jeux exigeants comme les FPS, on peut s'interroger sur la facilité à concilier immersion et performance. C'est ce dont il sera question dans cette catégorie **Immersion et performance**.

Quatre sous-catégories s'y rapportent : *Besoin d'immersion* ; *Rôle du son* ; *Incompatibilité de l'immersion et d'un gameplay compétitif* ; *Solution pour une cohabitation viable*. Chacune de ces sous-catégories s'appuie sur des concepts formulés dans les entretiens et recensés dans le tableau suivant. Chacun des concepts sera introduit dans l'analyse par une citation anonyme issue des entretiens résumant cette idée.

SOUS-CATÉGORIE	CONCEPTS RATTACHÉS	NOMBRE D'OCCURENCE
<i>Besoin d'immersion</i>	Nécessité de l'immersion	15
	Immersion au service de la narration	8
<i>Rôle du son</i>	Incarnation de l'avatar	17
	Multiplicité des moyens d'immerger	31
<i>Incompatibilité de l'immersion et d'un gameplay compétitif</i>	Immersion sans intérêt pour le compétitif	14
	Place des ambiances	17
<i>Solution pour une cohabitation viable</i>	Immersion et performance peuvent être liées	14
	Solution par le réalisme	19

Tableau 5 : *Immersion et performance, sous-catégories et concepts rattachés*

### a) **Besoin d'immersion**

Le besoin d'immersion se rapporte à l'importance de cette notion dans les jeux vidéos et sa prise en compte par les *sound designers* à la conception.

#### ▶ Nécessité de l'immersion

*"The player needs to feel immersed in that map, in that place."*

L'immersion renvoie au désir des concepteur-ices de jeu de faire accepter au·à la joueur·se sans réserve ce monde nouveau avec ses règles et son fonctionnement. Elle évoque également cette recherche de lui faire éprouver les émotions et les sentiments du personnage incarné : il ne faut faire qu'un avec lui. L'immersion se joue évidemment à beaucoup de niveaux, sonore, visuel, en terme de construction, d'écriture, etc.

- \* *I would say it is very important. I think the games that are immersive, they are immersive from a sound perspective, but mainly from game construct level. (SD9)*
- \* *It has to be immersive, which means that of course it has to fit with the visuals, the theme, to everything the game surrounds. (SD4)*

C'est la cohérence entre les différentes briques constituant le jeu qui va permettre cette immersion. Du point de vue du son, cette cohérence est également nécessaire entre les composantes du mix. L'édifice est fragile et délicat, et on a tôt fait de le renverser.

- \* *Because the user sits down, grabs the controller. They don't care about "Is it music, is it dialogue, is it sound effect...", they don't care about "Is it World, is it Character, is it..." in the end it's everything has to be rounded shaped and nice and immersive. It's coming out of your speakers and there's one mix. (SD1)*
- \* *Immersion is so extremely fragile, you can make the most lush beautiful ambiance system or footstep system, but if there's the wrong music on top of it, it can be super non-immersive immediately. (SD9)*

L'immersion est donc le processus permettant de placer un·e joueur·se dans le monde du jeu et, de là, de lui en faire comprendre le fonctionnement, de le rendre vivant et d'y placer les décors de l'action s'y déroulant.

- \* *I think when you're really immersed then you understand what's going on, that's why you are immersed. (SD8)*
- \* *Of course with audio you can create the theatre of your mind, and in general you can do that all the time. We bring world to a living and consistent place. (SD3)*

► Immersion et narration

*"I think immersion could be a tool of storytelling, right?"*

Le « théâtre de l'esprit » que l'on peut créer par le son correspond à la construction d'une narration par le son. Il porte un sens dans le contexte du monde du jeu. Les FPS compétitifs n'en sont pas exempts et, même si l'univers du jeu et son histoire n'y sont pas toujours développés, les sons et l'immersion continuent d'en raconter quelque chose. Cela peut passer par les ambiances.

- \* *Si tu prends un Battlefield, t'as besoin de créer un univers tangible : un fond de guerre – avec des explosions aléatoires, des mitraillettes, faut que tu les vois et que tu les entendes. Faut pas que ça vienne perturber ton gameplay où y'a le même genre de sons, ça c'est pour arriver à rendre ton univers crédible. (SD5)*
- \* *Or we can also take Hunt : there's this loop of those signs swinging in the wind, then you have the bush, typical tumbleweed... Nothing is happening, it's a narrative, it tells you something "oh it's desolate", that something happened. (SD4)*

Les ambiances n'ont pas l'apanage de la narration. Celle-ci est portée par l'ensemble des éléments du mix : on peut ainsi imaginer une narration par les FX.

- \* *You're playing an FPS shooter where you know you're super fashionable lady. Then you want these really delicate footsteps, that's telling her story and it immerses you in the scene through her eyes. (SD6)*
- \* *I play my avatar but I don't know how happy I am. But my steps can tell me "you a big guy, in a big metal suit" you can totally convey that by the sound. (SD4)*

Le son est donc une clef de voûte de la narration. Nous verrons par la suite les différents rôles du son permettant de garantir l'immersion.

**b) Rôle du son**

Si l'immersion est le résultat d'une construction impliquant toutes les dimensions d'un jeu vidéo, penchons nous ainsi sur le rôle et la contribution du son.

► Incarnation de l'avatar

*"FPS is about this : you are the one. Basically the user merges with the avatar."*

On l'a vu, la question du point d'écoute dans un FPS compétitif se pose déjà d'un point de vue pratique lorsqu'il s'agit d'aborder la question de la propagation. Au-delà de

savoir d'où le son sera écouté, le·la joueur·se s'identifie à son avatar, se fond et se confond avec lui au travers de la perception du monde virtuel.

- \* *FPS games have more requirements for speciality, because you're living it through a character or you're trying to immerse yourself in the character, so there needs to be some spatial conventions there. (SD1)*

L'incarnation peut aussi se faire par le biais d'émotions. L'utilisateur·ice devient l'avatar par empathie, en éprouvant les mêmes choses que lui. La musique est un excellent outil à cette fin, tant la charge émotionnelle portée est importante. Cependant, son usage est assez peu répandu dans les FPS compétitifs : les effets sonores doivent alors prendre à leur compte cette tâche de transmettre des émotions.

- \* *We wanna also convey something with the sound effects to have an emotional impact. We have an emotional element just like "Am I shooting? Am I getting shot? Is that the only shot I will ever have in my whole game?" that has a major impact on how the sound will develop. (SD6)*

Un autre vecteur d'immersion et d'incarnation peut être l'usage de la voix. Faire parler le personnage peut contribuer à le rendre plus tangible, mais c'est un équilibre à trouver afin de ne pas en arriver à ne plus supporter un avatar trop bavard.

- \* *Souvent les persos eux-mêmes parlent, ils finissent par dire des trucs quand tu fais rien. Ça vient rompre un peu la monotonie, ça lui donne une présence, juste il te parle pour donner l'illusion que c'est un personne qui a une conscience. (SD5)*
- \* *Voice can become annoying, and what you don't want is that you hate your avatar. That's the thing, that's why you usually avoid that. Same with effort sounds. (SD3)*

► [Multiplicité des moyens d'immerger par le son](#)

*"In the end everything, if it's consistent with the game design, any sound can serve the immersion."*

Différentes manières de penser le son permettent de garantir l'immersion du·de la joueur·se. Celle-ci passe notamment au travers des ambiances : le soucis du détail apporté à leur création contribuera notamment à faire du monde virtuel un lieu crédible. Cette crédibilité ne passe cependant pas uniquement que par ces sons d'environnement.

- \* *"Wow this is completely immersive" when you're on your own. Like I'm exploring a completely new world, all the animals have sounds, they're all 3D spatialised, I'm*

*running, I can hear the wind, I can hear the leaves growing, there's a city over there and I can hear people shouting in the distance... (SD6)*

- \* *Ambience layers can also [be] super important, maybe of time of day, maybe weather conditions, maybe if we have wind it supposes the trees to really move, I want to make the wind louder as this happens to be in a more real space. (SD4)*
- \* *Ça passe par un milliard de procédés dont les ambiances, mais pas que. (SD5)*

La crédibilité et la cohérence d'un univers passe par un travail méticuleux sur tous les aspects du sons, aussi bien sur la qualité du son de tir que sur un travail fréquentiel et dynamique en finesse de la totalité du paysage sonore.

- \* *C'est important pour l'immersion, pour plein de trucs, si t'as l'impression que tu tires avec des pétards mouillés t'auras pas le même ressenti. (SD5)*
- \* *When you play and you really believe everything you hear and you start to be able to tell where something was, and what it was, and your imagination starts running with everything, then you know that you're onto something. Just make it believable, and when you believe what you hear then you get immersed. (SD9)*

Ce soucis du détail est par ailleurs devenu une condition nécessaire mais pas suffisante pour créer le *sound design* d'un jeu d'une certaine taille.

- \* *It's almost expected with the increases in technology and the amount of games that are getting put out, so at least for me it's not a swelling when something's like "wow this sounds immersive" I'm almost like I expect it to be immersive. (SD6)*

À certains égards, ce travail minutieux correspond à une recherche de la création d'un paysage sonore réaliste. Pour plusieurs *sound designers* interrogés, c'est par le réalisme qu'on atteint l'immersion.

- \* *For me it's naturalism, realism, that make it immersive. All of the elements that can take me out of the realism, those are the enemy of immersion. (SD3)*
- \* *[With binaural] players would probably have an even more immersive experience within the game, you'll get even closer to reality. (SD6)*
- \* *And you have the real world representations, of course you wanna be immersive and then you go into that so the bang becomes a real like \*sound of a Winchester\* and you get a little more detailed and interesting. (SD4)*

### c) *Incompatibilité de l'immersion et d'un gameplay compétitif*

Bien que la question de l'immersion soit centrale dans les jeux vidéos, il s'avère que cette notion ne fait pas tout le temps bon ménage avec le *gameplay* compétitif des FPS.

► Immersion sans intérêt pour le compétitif

*"Yeah, I guess for a competitive shooter I don't really care about immersive."*

L'évidence de l'immersion n'est pas aussi claire pour les FPS compétitifs que pour le reste de la production vidéoludique, ce que constatent plusieurs des personnes interrogées.

- \* *If you get Overwatch, this game is not developed to give immersion in the first place, it needs to be fun and it needs to be competitive. (SD2)*
- \* *With competitiveness it tends to lean more towards simpler and clearer instead of more involved or immersive. (SD1)*

L'immersion nécessite pour l'atteindre d'avoir une bande-son riche et détaillée, et qui se pose le défi de tendre vers une certaine forme de réalisme. Or, ce foisonnement de la bande-son peut nuire aux joueur·ses : ceux-ci ont besoin d'indices sonores clairs et limpides. Une bande-son très informative noyée dans une atmosphère vivante et mouvante peut ne pas les atteindre correctement, ce qui affecterait leur quête de bons résultats. Des effets sonores immersifs peuvent également aller à l'encontre de leur volonté d'être compétitif·ve. Par exemple, certains jeux mettent en place des filtres sur les canaux de communication vocale pour se rapprocher du son sortant d'un talkie-walkie, ce qui peut brouiller certaines informations.

- \* *You can apply some radio filters to give more immersion but yeah I guess instead of give immersion it's more difficult to understand. (SD3)*

De nombreux jeux compétitifs partagent également comme point commun de ne pas avoir d'ancrage précis. L'absence de développement de l'univers dans lequel se situe l'action rend délicate la tâche de faire le·la joueur·se se plonger dedans.

- \* *La plupart des jeux compétitifs c'est quand même dans des univers où il se passe rien autour, c'est vide. Tu joues, y'a les joueurs et toi et puis c'est tout quoi. On te dit voilà le monde il est comme-ci, va te battre. Et t'y vas. (SD5)*

Pour autant, on pourrait difficilement refuser toute immersion et avoir un jeu à la bande-son purement informative. La perte du plaisir de jeu nuirait plus qu'autre chose. Les

sons doivent donc garder une certaine identité et une certaine cohérence, en s'inscrivant dans un monde où le·la joueur·se serait susceptible de s'immerger.

- \* *I mean otherwise you could just use a sine wave as hit markers, that would be very clear but it would not feel nice. (SD9)*
- \* *If you take a gun, you could just say "Okay you know we just need feedback" so you trigger and then it says poof – even I could do that with my voice. And it's like "Yep that's a poof it's nice, pang pang" you know it's shooting okay good. Great feedback but of course not very immersive right? (SD4)*

► Place des ambiances

*"I'd say ambiances play the least important role, especially in competitive."*

Les sons d'ambiance illustrent particulièrement bien la difficile coexistence des enjeux d'immersion et de performance. D'un côté, leur présence est discutable lors d'une phase de combat où la totalité de l'attention est focalisée sur les sons informatifs.

- \* *I don't know, the bees in the bush — wooh that's nice to hear even close and nothing else going on, but as soon as bullets flying I don't care about that. (SD4)*

Dans la grande majorité des cas, les ambiances jouent rarement un rôle leur permettant de distiller des informations au·à la joueur·se. Dans les FPS compétitifs elles se contentent d'avoir un rôle purement cosmétique.

- \* *It plays the least important role, especially in competitive. It's nice to know the type of environment you're in. But it just takes a backseat to all feedback sounds. (SD1)*
- \* *But I think in a competitive game [ambiances] don't play a role. (SD7)*

D'un autre côté, il serait difficile d'en faire complètement abstraction. Si un des participants exprimait le souhait de pouvoir les enlever complètement dans un FPS compétitif, la majorité d'entre eux estimait que l'absence d'ambiance se ferait trop sentir.

- \* *For Valorant, it's like all competitive, if there was an option to turn off ambiances in the slider menu that what I would do. (SD2)*
- \* *They were just there if nothing else was going on, just to make it feel like the game isn't empty. If you don't have it that's when you notice something's wrong but you don't really want it to be there. (SD1)*
- \* *The thing is that you can't be on an ambience over. So they need to be something, they need to be detailed, you wanna be in that place. (SD4)*

#### **d) Solutions pour une cohabitation viable**

Les solutions pour une cohabitation viable consiste en l'étude des stratégies des *sound designers* pour concilier les enjeux sonores d'immersion et de performance.

▶ Immersion et performance peuvent être liées

*"It helps you get immersed even if to me they're rather here to help perform better."*

Un jeu à la bande-son purement informative serait tout aussi peu viable qu'un jeu compétitif où les indices sonores seraient ensevelis sous une bande-son trop riche. C'est pourquoi, dans la mesure du possible, les sons de *feedback* s'inscrivent dans une esthétique. Les sons de tirs vont par exemple chercher à avoir un ancrage historique, esthétique, décidé en amont lors de discussions autour de la direction artistique.

*\* If you go Hunt, like okay end of 19th century, arsenal and guns. Then you say "ok it has to be that gun". Oh it's a Winchester, so it has to be and to match that sound. I call it the umbrella, a game has usually an umbrella of stuff feeding him. There are sounds which totally fit in there, and you would believe it. (SD4)*

En restant dans ce « parapluie » de références on s'assure ainsi de la cohésion des sons utilisés. Les *feedback* s'inscrivent désormais également dans une démarche d'immersion. On peut généraliser ce procédé à d'autres sons tant qu'on ne perd pas d'informations. Les retours vocaux des PNJ (Personnage Non Joués) et du personnage peuvent ainsi s'inscrire dans la narration pour préserver et renforcer l'immersion, tout en distribuant des indices.

*\* If your character is supposed to be stealth that will be definitely something embed in to say "Okay if the character talks and give such information", it would be scripted. You would probably get like (whisper) "Okay I should better use the pistol with a silencer" to give additional hint. (SD7)*

Certains *sound designers* interrogés ont également avancé des pistes pour injecter dans les sons d'ambiance des éléments de *gameplay* pour mieux performer, alors même que ces sons là ne possèdent qu'une dimension cosmétique dans les FPS compétitifs.

*\* That could be gameplay factor, you could say all the birds are gone as soon as enemy is close and you're like "What's wrong?". Maybe you could lose all the animals and the ambiances as a little hint, things go quiet. You could totally play with that as a gameplay element. (SD4)*

► Solution par le réalisme

*"The sound design sort of allows for information as well as just pure naturalism."*

Une autre manière d'aborder les sons informatifs après l'ancrage historique et l'ancrage narratif est de chercher à les traiter de manière réaliste et naturaliste. Ceux-ci viennent alors s'inscrire dans l'écologie sonore tout en apportant des informations, sans briser le fragile équilibre de l'immersion. De manière réaliste, comment faire comprendre que la balle a effectivement touché une cible à 50m de distance ? Pour répondre à cette question, deux participants à l'étude, particulièrement sensibles aux enjeux d'immersion l'ont reformulée ainsi : peut-on se permettre d'avoir un son parfaitement artificiel qui émergerait du mix quand bien même il porte des informations cruciales ?

- \* *Everything that are artificial can potentially just ruin the immersion for it. If you have a super immersive soundscape where the player is invited to listen to every cues and makes him aware of the details of his environment, and you have an arrow pointing toward your enemy at all the time, that can really ruins immersion. (SD9)*
- \* *You might convey this special information but then a lot of other information is lost, and natural things to understand how the world is made gets lost. (SD8)*

Aborder la question des sons informatifs comme les *hit markers* avec une dimension réaliste permettrait donc de préserver l'immersion et l'impression de réalité.

- \* *I try to make these sound believable in some sense. And then you just have to strike a balance where you can hear them and you can understand them, but they don't break the mix too much. (SD9)*
- \* *Whether it's competitive or not, I mean the gameplay things that the player has to understand, I just make them understand but in a way that feels real. (SD8)*

Cette idée de naturalisme des *earcons* fait parfaitement sens lorsque l'on cherche à délivrer des informations. En s'adressant au cerveau avec des sons qui sonnent réalistes on s'adresse plus rapidement à lui et les informations portées sont transmises plus vite.

- \* *I think the more natural it is the quicker the brain will understand it. (SD8)*
- \* *But most of the things actually have some kind of representation in the real world as well, and since we're humans we tend to decode the real world — that's what we're best at. So it's a little bit just how our brains work. If we use those kind of sounds and use the same way to understand things it usually works. (SD9)*

## V – DISCUSSIONS

### V – A) GAMEPLAY FIRST

Par le biais des entretiens menés avec les *sound designers*, nous avons pu mettre en lumière la manière dont ceux-ci s'emparaient de la notion de compétitivité. L'idée d'un son compétitif en tant que tel suscite quelques doutes de la part de certains d'entre eux. Mais que le son se mette particulièrement au service du *gameplay* et du *Game Design* dans un jeu compétitif est à l'unanimité une évidence. On peut résumer ce cadre de travail par la formule "*Gameplay first*" : l'enjeu premier du son est de se mettre au service du de la joueur·se, de lui apporter les éléments nécessaires pour viser la meilleure performance possible. Immerger par le son, créer un espace acoustique, créer le design des sons et les mixer : ces différentes missions sont à envisager à l'aune de la relation unissant son et *gameplay*.

- \* *Gameplay is the important thing. That's really at the bottom of the sort of hierarchy then you craft the sounds so the gameplay feels like something that you believe is happening.*<sup>16</sup> (SD8)
- \* *Instead of "My game is so realistic, you'll be so immersed", you need to think first "I'll give the correct information to the player through the sound".*<sup>17</sup> (SD3)
- \* *"Feedback gameplay first", feedback is the most important stuff before we paint less relevant stuff around.*<sup>18</sup> (SD4)

À de nombreux égards, les différents aspects du *sound design* d'un jeu sont à même d'affecter les performances des joueur·ses. Un·e *sound designer* amené·e à travailler sur un FPS compétitif devra garder à l'esprit l'importance de chacun des éléments abordés.

- Le design en tant que tel, notamment des sons centraux que sont les sons d'armes, est ainsi en étroite relation avec le *gameplay*. Les informations encodées ou la sensation d'avoir une arme plus puissante modifie la manière de jouer, de manière consciente ou non.

<sup>16</sup> Le *gameplay* est la chose la plus importante. C'est vraiment à la base de la pyramide, ensuite de quoi tu créés tes sons pour que le *gameplay* ressemble à quelque chose de crédible.

<sup>17</sup> Plutôt que « mon jeu est si réaliste vous allez être tellement immergés » il faut d'abord penser « Je vais donner les informations correctes au joueur à travers le son.

<sup>18</sup> « Les sons de retour nécessaires au *gameplay* sont prioritaires ». Les *feedback* sont les éléments les plus importants avant qu'on ne peigne des choses moins pertinentes autour d'eux.

- La construction d'un espace fournissant des indices déterminants va évidemment être centrale du point de vue de la performance et de la manière de jouer. Que l'acoustique et la propagation soient réaliste ou non est laissé à la discrétion du·de la *sound designer*, les deux éventualités se justifiant l'une comme l'autre. La priorité est de fournir un espace cohérent et lisible permettant d'y prendre ce dont on a besoin pour performer.

- Le mixage de l'ensemble du *design* va également avoir une certaine importance. C'est en mixant tout en gardant à l'esprit la notion de menace que l'ensemble du travail sonore effectué sera mis en valeur. Les informations disséminées dans la bande-son seront mises en avant, laissées à la disposition du·de la joueur·se.

- Enfin l'immersion reste certes une préoccupation majeure du travail de *sound design*, mais elle ne doit pas prendre le pas sur le *gameplay*. Concilier les deux reste une tâche délicate mais nécessaire pour obtenir un jeu complet, proposant une expérience exigeante et du plaisir de jeu. Conserver l'importance de cette immersion va dépendre du titre, certains FPS compétitifs comme les jeux *Battlefield* (DICE) vont y accorder plus d'importance que d'autre, comme *Valorant* (Riot Games, 2020)

L'impact potentiel que peut avoir le son sur la performance dépend donc de paramètres inconscients, comme la sensation de puissance d'une arme ou l'immersion et la bonne disposition dans laquelle nous place le son, mais aussi de paramètres conscients. Si le son permet de mieux performer, c'est avant tout au·à la joueur·se d'aller à la rencontre des informations portées par ce canal. Un *gameplay* compétitif révèle toute sa profondeur et sa complexité que si l'on est dans l'optique de jouer de manière compétitive. C'est uniquement à partir de ce moment là que le son dévoilera tout son potentiel et sera d'une aide précieuse, si tant est qu'il est était pensé ainsi en amont par ses concepteur·ices.

## V – B) APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Le coeur de ce travail de recherche s'appuie sur l'analyse d'entretiens en utilisant la théorisation ancrée. Les résultats obtenus au terme de cette analyse sont cohérents et permettent de mettre en lumière les pratiques des *sound designers* travaillant sur les FPS compétitifs. On peut cependant identifier certains biais et limites dans la méthode employée.

D'une part, en ce qui concerne les entretiens, on peut regretter de ne pas avoir eu la possibilité d'en mener plus. Le nombre actuel d'entretiens ne remet pas en cause les résultats obtenus, mais l'étude qualitative menée aurait pu être d'autant plus ancrée avec une base plus large. Mener des entretiens est en outre un savoir-faire à part entière. Sur certains d'entre eux, notamment les premiers, il a parfois été difficile d'aller en profondeur chercher ce que les *sounds designers* avaient à nous apporter d'unique et personnel. Une certaine aisance est venue au fur et à mesure des entretiens, permettant de rendre l'exercice plus facile et plus riche. En outre, la réalisation de ces interviews à distance peut également être remise en question. La discussion par écrans interposés peut induire un biais humain, et rendre l'entretien plus froid et donc plus délicat à mener. Il aurait cependant été dommageable de se priver de la diversité et de la qualité des interviews rendues possibles par la solution à distance.

D'autre part, le choix de l'analyse par théorisation ancrée peut soulever quelques questions d'ordre méthodologique. Certes, cette méthode est éprouvée et rigoureuse et de nombreuses ressources existent afin de s'emparer de cet outil. Néanmoins, elle repose sur l'analyse personnelle et subjective du chercheur. Or, il est parfois difficile de se dégager de son propre savoir théorique sur le sujet, de faire la part des choses entre ce qui provient des entretiens et ce qui provient de notre propre bagage, et dans quelle mesure ces deux sources de connaissances interfèrent. De plus, nous avons pu observer au cours de ce mémoire quelques difficultés d'analyse, dans la mesure où cet exercice était complètement nouveau pour nous. Même si la bibliographie est riche à ce sujet, il va sans dire que la qualité de l'analyse va en s'améliorant à mesure que l'on s'habitue et que l'on entraîne son esprit d'analyse. Que ce soit au moment de la catégorisation ou de leur mise en relation, cette étude aurait certainement pu aller plus en profondeur si nous avions été des chercheurs spécifiquement formés à cet outil, ce qui n'est pas notre cas.

Enfin, d'autres approches auraient pu être choisies pour étudier la question de l'impact du *sound design* sur les performances de joueur·ses de FPS. Des questionnaires auraient ainsi pu être établis afin d'avoir cette fois le retour des joueur·ses directement, pour savoir ce qu'ils pensent de cette problématique. Des entretiens auraient également pu être menés puis analysés auprès de joueur·ses et de coach d'e-sport. Ces personnes sont en effet directement concernées par les notions de performance et de compétitivité : ils auront donc sûrement déjà mûrement réfléchi à la question. Nous aurions ainsi pu savoir comment ils tiraient le maximum de bénéfices de la bande-son, ce qui à leurs yeux est nécessaire ou au contraire ce qui leur manquerait. Nous avons également songé à

procéder à des analyses de bande-son de jeux vidéos à la lumière de ce que nous avons dégagé des entretiens mais, faute de temps, il nous a fallu faire l'impasse sur cette démarche.

## V – C) BILAN HUMAIN

Sur de multiples aspects cette étude nous aura été extrêmement bénéfique à titre personnel. Premièrement, mener ces entretiens dans le cadre d'une recherche universitaire a représenté une chance inestimable de faire la rencontre de professionnels du son d'horizons divers et aux expériences variées. Indépendamment de la recherche en cours, les moments d'interviews étaient particulièrement plaisants, les échanges pouvant parfois être plus informels et décontractés. Il était d'ailleurs très satisfaisant de travailler autant en anglais pour ce travail et de nous rendre compte où notre niveau se situait si l'envie nous prenait de travailler par la suite à l'étranger.

Deuxièmement, même si cela a pu être identifié comme étant une des limites de ce travail de recherche, découvrir un outil de la puissance de la *grounded theory* était très enrichissant. L'analyse qualitative d'entretiens était tout à fait nouvelle pour nous, et nous ouvrir ainsi à cet horizon a été une démarche tout à fait intéressante. La gymnastique mentale qu'impose cette méthode nous aura permis sans aucun doute d'affiner un peu notre esprit d'analyse.

Troisièmement et dernièrement, l'une des idées premières derrière le choix de cet objet d'étude qu'est le jeu vidéo était de faire un premier pas dans ce monde qui nous était jusque là relativement inconnu. Le découvrir ainsi de l'intérieur et rencontrer des personnalités issues de ce milieu aura été particulièrement précieux. Le travail de *sound designer* est un métier à part entière, avec ses avantages et ses inconvénients, et le démystifier ainsi nous aura permis d'y voir un peu plus clair sur notre avenir.

## VI – CONCLUSION

Au terme de notre étude, nous avons pu mettre en exergue la manière dont les *sounds designers* de FPS compétitifs s’emparent de la question de performance dans leur travail. La méthode d’analyse d’entretiens nous a permis de faire le lien entre le monde professionnel et le monde de la recherche. L’éclairage très pratique apporté par les connaissances empiriques et artisanales des professionnels du jeu vidéo permet d’aborder d’une nouvelle manière un questionnement sur lequel se penchent de nombreux·ses chercheur·es.

Ce mémoire a pour vocation également de faire la somme de connaissances issues d’expériences diverses. En proposant une synthèse de ces connaissances d’une rare richesse, les résultats de l’analyse peuvent également être vus comme un manuel. Un·e *sound designers* plus ou moins expérimenté·e amené·e à travailler sur un FPS compétitif pourra, nous l’espérons, trouver ici certaines réponses à ces interrogations, confronter ses idées à celles de plusieurs *sound designers* et également disposer d’une marche à suivre détaillant point par point les aspects du son à prendre en compte dans ces jeux là. Penser le design des armes, mettre la notion de menace au cœur du design et du mixage, travailler un espace sonore lisible et précis, trouver des solutions pour concilier immersion et performance pour, au final, toujours garder l’importance du *gameplay* en ligne de mire : tels sont les enseignements que pourrait tirer un·e *sound designers* de la lecture de ce mémoire.

À partir des éléments identifiés du point de vue des concepteurs du son, on pourrait vouloir souhaiter vérifier la validité de ces connaissances empiriques auprès de joueur·ses. On pourrait ainsi imaginer une expérience où des joueur·ses jouent à un FPS compétitifs dont différents paramètres de la bande-son, issus de cette étude, pourraient être ajustés en direct. En laissant ainsi les utilisateur·ices concevoir elleux-mêmes la bande-son qui les feraient mieux jouer, on pourrait observer si une tendance se dessine et si la mise en regard avec les résultats de notre étude montre une certaine corrélation.

## BIBLIOGRAPHIE

Algazi, V. R., Duda, R. O., Thompson, D. M., & Avendano, C. (2001). *The CIPIC HRTF database* [Conférence]. 2001 IEEE Workshop on the Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, New Platz, NY, USA. <http://ieeexplore.ieee.org/document/969552/>

Andersen, F., Danny, King, C. L., & Gunawan, A. A. S. (2021). Audio Influence on Game Atmosphere during Various Game Events. *Procedia Computer Science*, 179, 222-231. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.001>

Andersen, J. S., Miccini, R., Serafin, S., & Spagnol, S. (2021, septembre). *Evaluation of Individualized HRTFs in a 3D Shooter Game* [Conférence]. 2021 Immersive and 3D Audio: from Architecture to Automotive (I3DA), Bologne, Italie. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9610934/>

Audiokinetic. (2022). *Wwise* (2022.1) [Logiciel]. <https://www.audiokinetic.com/fr/products/wwise/>

Bălan, O., Moldoveanu, A., Moldoveanu, F., & Dascălu, M.-I. (2014, octobre). *Navigational 3D audio-based game-training towards rich auditory spatial representation of the environment* [Conférence]. 2014 18th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Roumanie. <http://ieeexplore.ieee.org/document/6982496/>

Beig, M., Kapralos, B., Collins, K., & Mirza-Babaei, P. (2019). An Introduction to Spatial Sound Rendering in Virtual Environments and Games. *The Computer Games Journal*, 8(3-4), 199-214. <https://doi.org/10.1007/s40869-019-00086-0>

Blauert, J., Brueggen, M., Bronkhorst, A. W., Drullman, R., Reynaud, G., Pellieux, L., Krebber, W., & Sottek, R. (1998). The AUDIS catalog of human HRTFs. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 103(5), 3082-3082. <https://doi.org/10.1121/1.422910>

Brandmeyer, A., Swedlow, N., Hertensteiner, M., & Crum, P. (2021, mai). *Benefits of immersive spatial audio on athlete reaction times in e-sports*. 2021 ACM CHI Virtual Conference on Human Factors in Computing Systems, Yokohama, Japon. <https://osf.io/dwyr5>

Broderick, J., Duggan, J., & Redfern, S. (2018, août). *The Importance of Spatial Audio in Modern Games and Virtual Environments* [Conférence]. 2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM), Galway, Irlande. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8516445/>

Castellengo, M. (2015). *Ecoute musicale et acoustique : Avec 420 sons et leurs sonagrammes décryptés*. Eyrolles.

Collins, K. (2008). *Game sound : An introduction to the history, theory, and practice of video game music and sound design*. MIT Press.

Coutinho, F., Prates, R. O., & Chaimowicz, L. (2011, novembre). *An Analysis of Information Conveyed through Audio in an FPS Game and Its Impact on Deaf Players Experience* [Conférence]. 2011 Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, Salvador de Bahia, Brésil. <http://ieeexplore.ieee.org/document/6363218/>

Cowan, B., Kapralos, B., & Collins, K. (2021). Does Improved Sound Rendering Increase Player Performance? A Graph-Based Spatial Audio Framework. *IEEE Transactions on Games*, 13(3), 263-274. <https://doi.org/10.1109/TG.2020.3000261>

Cowan, B., Rojas, D., Kapralos, B., Moussa, F., & Dubrowski, A. (2015). Effects of sound on visual realism perception and task performance. *The Visual Computer*, 31(9), 1207-1216. <https://doi.org/10.1007/s00371-014-1006-6>

Debeugny, T. (2021). *Mesure de variabilité des environnements sonores de jeux vidéo* [Mémoire de master Son, ENS Louis-Lumière]. <https://www.ens-louis-lumiere.fr/index.php/mesure-de-variabilite-des-environnements-sonores-de-jeux-vidéo>

Donovan, T. (2010). *Replay : The history of video games*. Yellow Ant.

Druckmann, N., & Mazin, C. (Réalisateurs). (15 janvier 2023 - en cours). *The Last of Us* [Série]. Naughty Dog, PlayStation Productions, Sony Pictures Televisions, The Mighty Mint, Word Games.

Ekman, I. (2005). *Meaningful Noise : Understanding Sound Effects in Computer Games* [Conférence]. 2005 conference on Digital Arts & Culture, Copenhagen, Danemark.

Epic Games. (2023). *Unreal Engine 5 (5.2)* [Logiciel]. <https://www.unrealengine.com/fr/unreal-engine-5>

Firelight Technologies. (2023). *FMOD Studio (2.02.14)* [Logiciel]. <https://fmod.com>

Fish, C. (2021). *The History of video games*. White Owl.

Gaudiaut, T. (2021, mai). Le jeu vidéo, plus que jamais roi du divertissement. *Statista*. <https://fr.statista.com/infographie/22382/chiffre-affaires-mondial-industrie-du-divertissement-jeux-vidéo-cinéma-musique-enregistrée/>

Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory : Strategies for qualitative research*. Aldine Transaction.

Grimshaw, M., & Schott, G. (2007). *Situating Gaming as a Sonic Experience : The acoustic ecology of First-Person Shooters* [Conférence]. 2007 DiGRA International Conference, Tokyo, Japon. <http://www.digra.org/wp-content/uploads/digital-library/07311.06195.pdf>

Grimshaw, M., Tan, S.-L., & Lipscomb, S. D. (2013). Playing with sound : The role of music and sound effects in gaming. In S.-L. Tan, A. J. Cohen, S. D. Lipscomb, & R. A. Kendall (Éds.), *The Psychology of Music in Multimedia* (1<sup>re</sup> éd., p. 289-314). Oxford University Press, Oxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199608157.003.0013>

Halbhuber, D., Köhler, A., Schmidbauer, M., Wiese, J., & Henze, N. (2022, septembre). *The Effects of Auditory Latency on Experienced First-Person Shooter Players* [Conférence]. Mensch und Computer 2022, Darmstadt, Allemagne. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3543758.3543760>

Horowitz, S. (2014). *The essential guide to game audio : The theory and practice of sound for games*. Focal Press.

Horvath, A., & Jelenic, M. (Réalisateurs). (2023). *The Super Mario Bros. Movie* [Film]. Illumination Entertainment, Nintendo, Universal Pictures.

Johanson, C. (2016). *Scaffolding Novices to Leverage Auditory Awareness Cues in First-Person Shooters* [Master of Science (M.Sc.), Université du Saskatchewan]. <http://hdl.handle.net/10388/7558>

Jørgensen, K. (2008). Audio and Gameplay : An Analysis of PvP Battlegrounds in World of Warcraft. *Game Studies*, 8(2). <https://gamestudies.org/0802/articles/jorgensen>

Lallemand, C. (2018). *Méthodes de design UX : 30 méthodes fondamentales pour concevoir des expériences optimales* (2<sup>e</sup> éd). Eyrolles.

Méliani, V. (2011, juin). *Choisir l'analyse par théorisation ancrée : Illustration des apports et des limites de la méthode* [Conférence]. 3ème Colloque International Francophone sur les Méthodes Qualitatives. Du singulier à l'Universel. Montpellier, France. [http://revue.recherche-qualitative.qc.ca/hors\\_serie/hs-15/hs-15-Meliani.pdf](http://revue.recherche-qualitative.qc.ca/hors_serie/hs-15/hs-15-Meliani.pdf)

Murray, L. (2019). *Sound Design Theory and Practice : Working with Sound* (1<sup>re</sup> éd.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315647517>

Ng, P., & Nesbitt, K. (2013). *Informative sound design in video games* [Conférence]. 9th Australasian Conference on Interactive Entertainment, Melbourne, Australie. <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2513002.2513015>

Ng, P., Nesbitt, K., & Blackmore, K. (2015). Sound Improves Player Performance in a Multiplayer Online Battle Arena Game. In S. K. Chalup, A. D. Blair, & M. Randall (Éds.), *Artificial Life and Computational Intelligence* (Vol. 8955, p. 166-174). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-14803-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14803-8_13)

Paillé, P. (1994). L'analyse par théorisation ancrée. *Cahiers de recherche sociologique*, 23, 147-181. <https://doi.org/10.7202/1002253ar>

Paillé, P., & Mucchielli, A. (2021). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales* (5<sup>e</sup> éd.). Armand Colin.

Park, C.-W. (Réalisateur). (2003). *Old Boy* [Film]. Show East.

Poirier-Quinot, D., & Katz, B. (2020). Assessing the Impact of Head-Related Transfer Function Individualization on Task Performance : Case of a Virtual Reality Shooter Game. *Journal of the Audio Engineering Society*, 68(4), 248-260. <https://doi.org/10.17743/jaes.2020.0004>

Rees-Jones, J. D. (2018). *The Impact of Multichannel Game Audio on the Quality of Player Experience and In-game Performance* [PhD in Electronic Engineering, Université de York].

Rees-Jones, J., & Murphy, D. (2017). *Spatial quality and user preference of headphone based multichannel audio rendering systems for video games : A pilot study* [Conférence]. 142nd AES International Convention, Berlin, Allemagne. <https://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=18648>

Risoud, M., Hanson, J.-N., Gauvrit, F., Renard, C., Lemesre, P.-E., Bonne, N.-X., & Vincent, C. (2018). Sound source localization. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 135(4), 259-264. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2018.04.009>

Schmidt, B. (2021). *Video Game Music and Sound Design Jobs, Salaries and Education*. GameSoundCon. <https://www.gamesoundcon.com/post/game-audio-industry-survey-2021>

Schönstein, D., & Katz, B. (2010). *Sélection de HRTF dans une Base de Données en Utilisant des Paramètres Morphologiques pour la Synthèse Binaurale*. 10ème Congrès Français d'Acoustique, Lyon, France. <https://hal.science/hal-00551145>

Seeber, B. U., & Fastl, H. (2003). *Subjective selection of non-individual Head-Related Transfer Function* [Conférence]. 2003 International Conference on Auditory Display, Boston, MA, USA. <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1162447/document.pdf>

SELL (Syndicat des Éditeurs de Logiciels de Loisirs). (2022). *Les Français et le Jeu Vidéo*. [https://www.sell.fr/sites/default/files/essentiel-jeu-video/lessentiel\\_du\\_jeu\\_video\\_nov\\_22.pdf](https://www.sell.fr/sites/default/files/essentiel-jeu-video/lessentiel_du_jeu_video_nov_22.pdf)

Semionov, K., & McGregor, I. (2020, septembre). *Effect of various spatial auditory cues on the perception of threat in a first-person shooter video game*. 15th International Audio Mostly Conference, Graz, Autriche. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3411109.3411119>

Sinclair, J.-L. (2020). *Principles of Game Audio and Sound Design : Sound Design and Audio Implementation for Interactive and Immersive Media (1<sup>re</sup> éd.)*. Focal Press. <https://doi.org/10.4324/9781315184432>

Speranza, R. (2018). *Manettes & pixels : Histoire du jeu vidéo et Retrogaming*. Primento Digital Publishing.

VERBI Software. (2023). *MAXQDA Plus 2022 (2022.6.1)* [Logiciel]. VERBI GmbH. <https://www.maxqda.com>

Westerberg, A., & Schoenau-Fog, H. (2015, septembre 22). *Categorizing video game audio : An exploration of auditory-psychological effects*. 19th International Academic Mindtrek Conference, Tampere, Finlande. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2818187.2818295>

Wolf, M. J. P. (Éd.). (2021). *Encyclopedia of video games : The culture, technology, and art of gaming (Second edition)*. ABC-CLIO, LLC.

# LUDOGRAPHIE

2K Games. (2007). *BioShock* (1.1) [Jeu vidéo]. Levine, K.

Arkane. (2023). *Redfall* (1.0) [Jeu vidéo]. Bare, R., Smith, H.

Atari Inc. (1972). *Pong* [Jeu vidéo]. Alcorn, A., Bushnell, N.

Atari Inc. (1980). *Battlezone* [Jeu vidéo]. Rotberg, E.

Avalanche Studios. (2018). *Just Cause 4* (1.0) [Jeu vidéo]. Antolini, F.

Blizzard Entertainment. (1998). *Starcraft* (1.18) [Jeu vidéo]. Metzen, C.

Blizzard Entertainment. (2004). *World of Warcraft* (10.0.5) [Jeu vidéo]. Metzen, C.

Blizzard Entertainment. (2016). *Overwatch* (1.69) [Jeu vidéo]. Keller, A.

Blizzard Entertainment. (2022). *Overwatch 2* (2.4) [Jeu vidéo]. Keller, A.

Bowery, J. (1974). *Spasim* [Jeu vidéo].

CD Projekt RED. (2015). *The Witcher 3 : Wild Hunt* (4.03) [Jeu vidéo]. Kanik, M., Stępień, S., Tomaszewicz, K.

CD Projekt RED. (À venir). *The Witcher 4* [Jeu vidéo].

Cyan Worlds. (1988). *The Manhole* [Jeu vidéo]. Miller, R.

Cyan Worlds. (1993). *Myst* [Jeu vidéo]. Miller, R.

Colley, S. (1974). *Maze War* [Jeu vidéo].

Crytek. (2004). *Far Cry* (1.4) [Jeu vidéo]. Yerli, C.

DICE. (2015). *Star Wars Battlefront* (1.0) [Jeu vidéo]. Fergraeus, N.

Electronic Arts. (1997). *Ultima Online* [Jeu vidéo]. Koster, R.

id Software. (1992). *Wolfenstein 3D* [Jeu vidéo]. Hall, T., Romero, J.

id Software. (1993). *Doom* (1.9) [Jeu vidéo]. Carmack, A., Carmack, J., Romero, J.

id Software. (1996). *Quake* (1.08) [Jeu vidéo]. McGee, A., Petersen, S., Romero, J., Willits, T.

- id Software. (2004). *Doom 3* (1.3.1) [Jeu vidéo]. Willits, T.
- Mediatonic. (2020). *Fall Guys* (2.3) [Jeu vidéo].
- Namco. (1980). *Pac-Man* [Jeu vidéo]. Iwatani, T.
- Nintendo. (1985). *Super Mario Bros.* [Jeu vidéo]. Miyamoto, S.
- Nintendo. (1987). *The Legend of Zelda* [Jeu vidéo]. Miyamoto, S.
- Pitts, B., & Tuck, H. (1971). *Galaxy Game* [Jeu vidéo].
- Presto Studios. (2001). *Myst III: Exile* [Jeu vidéo]. Saunders, P.
- Riot Games. (2020). *Valorant* (6.06) [Jeu vidéo]. Ziegler, J.
- Russel, S. (1962). *Spacewar!* [Jeu vidéo].
- Splash Damage. (2003). *Wolfenstein : Enemy Territory* (2.60b) [Jeu vidéo]. Jolly, R.
- Square. (1987). *Final Fantasy* [Jeu vidéo]. Sakaguchi, H.
- Sucker Punch Productions. (2020). *Ghost of Tsushima* (2.15) [Jeu vidéo]. Connel, J., Fox, N.
- Supergiant Games. (2020). *Hades* (1.0) [Jeu Vidéo]. Zee, J.
- Syzygy Engineering. (1971). *Computer Space* [Jeu vidéo]. Bushnell, N., Dabney, T.
- Taito. (1978). *Space Invaders* [Jeu vidéo]. Nishikado, T.
- Ubisoft. (2015). *Tom Clancy's Rainbow Six : Siege* (Y7S4.2) [Jeu vidéo]. Marquis, X.
- Ubisoft. (2017). *Assassin's Creed Origins* (1.6) [Jeu vidéo]. Guesdon, J., Ismail, A.
- Ubisoft. (2020). *Assassin's Creed Valhalla* (1.7) [Jeu vidéo]. Ismail, A.
- Valve Corporation. (2000). *Counter-Strike* (1.6) [Jeu vidéo].
- Valve Corporation. (2004). *Counter-Strike : Source* (1.0.0.69) [Jeu vidéo].
- Valve Corporation. (2012). *Counter-Strike : Global Offensive* (1.38.5.0) [Jeu vidéo].
- Vankrupt Games. (2017). *Pavlov VR* (2.9) [Jeu vidéo].

# ANNEXE 1 – GUIDE D'ENTRETIEN

## INTRODUCTION

**Q-1** : Acceptez vous que cet entretien soit filmé ?

**Q0** : Pourriez-vous vous présenter (nom, âge, profession, parcours, année d'expérience, jeux sur lesquelles iel a travaillé, tâche qu'iel effectuait sur le jeu en question) ?

**Q1** : Comment s'organise le travail du son dans le jeu vidéo, d'un point de vue individuel et au sein d'une équipe ?

. *Le cas échéant : spécificité du son pour le FPS ?*

## COMPÉTITIVITÉ

**Q2** : Si on vous dit que vous allez travailler sur un FPS compétitif, type CS, quelles sont les premières choses qui vous viendrait à l'esprit en terme de son ?

**Q3** : De quelle manière, au moment de la conception sonore, pensez vous au son en terme de performance et de compétitivité ?

. *Relances en demandant des exemples précis*

. *Relance en parlant du son des armes<sup>19</sup>*

. *Relance en parlant des feedback sonores<sup>20</sup>*

**Q4** : Comment s'assure-t-on que le joueur reçoit correctement toutes les informations qu'on veut lui transmettre ?

. *Relance en demandant des exemples précis*

## IMMERSION

**Q5** : Comment travaille-t-on les ambiances dans le jeu vidéo ? Quelle place occupent-elles dans un jeu compétitif ?

**Q6** : Quelle importance y a-t-il selon vous à immerger le joueur dans l'univers du jeu ? Quels sont les outils à votre disposition pour garantir cette immersion ?

**Q7** : Y a-t-il parfois des conflits entre plaisir de jeu et recherche de compétitivité ? Comment les résoudre ?

. *Relances en demandant des exemples précis*

---

<sup>19</sup> De quelle manière selon vous le son des armes peut-il affecter ou non les performances d'un joueur ? En tant que *sound designer*, à quel moment sait-on qu'on a atteint le bon son d'arme ?

<sup>20</sup> Comment sont pensé les *feedback* sonores des personnages dans un enjeux d'incarnation et d'information ?

### SPATIALISATION

**Q8** : Quels sont les outils et les techniques à votre disposition pour spatialiser le son ?

**Q9** : Selon vous spatialiser les éléments sonores s'inscrit-il plus dans une démarche d'immersion ou de compétitivité ?

**Q10** : Dans quelle mesure selon vous la spatialisation du son dans un FPS aurait vocation à tendre le plus possible vers le réalisme ?

**Q11** : Que pensez-vous de l'apport que cela aurait d'avoir des HRTF individualisé au vu de la complexité de la mise en oeuvre ?

### CONTRAINTES ET TECHNOLOGIE

**Q12** : Quelles sont selon vous les contraintes inhérentes au son pour le jeux vidéos<sup>21</sup> ?

**Q13** : Comment jouer avec ces contraintes pour avoir un jeu abouti et favorisant la performance ?

**Q14** : Qu'est-ce que vous n'avez pas pu faire sur le dernier jeu sur lequel vous avez travaillé, faute de temps ou de capacité technologique ?

**Q15** : Comment vous tenez vous au courant des évolutions des outils ? Quels sont les évolutions technologiques que vous souhaiteriez voir ?

### CONCLUSION

**Q16** : En tant que joueur, quel jeu vous a particulièrement stimulé en terme de performance et vous a de mandé d'être le plus compétitif possible ? Quelle bande-son de jeu vous a marqué pour son apport dans votre recherche de performance ?

**Q17** : Souhaitez-vous ajouter quelque chose ? Y a-t-il d'autres éléments dont vous souhaitez parler ? Avez-vous des questions ? Contacts éventuels de gens avec qui s'entretenir ?

MERCI

---

<sup>21</sup> Mémoire disponible, puissance des consoles et des ordinateurs, recherche de la latence minimale, interactivité... ?

# ANNEXE 2 – FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

## Sound design impact on FPS player's performance

– Consent form –

### Project objectives and process

This study, which last about forty-five minutes, is part of master's thesis project at ENS Louis-Lumière, Saint-Denis (France). It aims sound design in First-Person Shooter video games and its impact on player's performance. Through interviews with professional sound designer, this study's purpose is to identify to what extend sound design can improve player's performance according to those who design the sound, and how they deal with this issue of quest of performance.

### Privacy

The interview you take part in will only be used to collect key informations to this study, and will not be used for any other purpose. If you agree, this interview will be recorded in audio and video format. All data collected will be stored anonymously and confidentially. The records made during the interview will only be used by Guénolé LOTÉRIE in the context of his thesis.

### Interviewee's right

Your participation in this study is voluntary. You are free to withdraw from this study at any time without justify. You are allowed not to answer at any question or to stop the interview at any moment. You are allowed to review all or part of the record. You are allowed to require the total or partial destruction of the record and/or datas at any time. If any of the elements, relevant to your mind for this study, are sensitive, you can request their destruction within a time limit (3, 6, 12 months or other).

### Participant's statement

*'I declare that I read this consent form and understood the terms and conditions of my participation to this study. I had this opportunity to ask questions and received all the answers I require, if so.'*

Made in \_\_\_\_\_, on \_\_\_\_\_ .

Last name : \_\_\_\_\_

First name : \_\_\_\_\_

Participant's signature :

Enquirer's signature :

## **ANNEXE 3 – LISTE DES ABRÉVIATIONS**

**CD-ROM** : Compact Disc - Readable Only Memory

**CPU** : Central Process Unit

**CS:GO** : Counter-Strike Global Offensive

**DAW** : Digital Audio Workstation

**FM** : Frequency Modulation

**FPS** : First-Person Shooter

**GPU** : Graphic Process Unit

**HRTF** : Head-Related Transfer Function

**ILD** : Interaural Level Differences

**ITD** : Interaural Time Differences

**ISA** : Industry Standard Architecture

**MIDI** : Musical Instrument Digital Interface

**NES** : Nintendo Entertainment System

**NPC** : Non-Playable Character

**PC** : Personal Computer

**PCI** : Peripheral Component Interconnect

**PCM** : Pulse Code Modulation

**PNJ** : Personnage Non-Joué

**PSG** : Programmable Sound Generator

**RAM** : Random Access Memories

**RU** : Royaume-Uni

**SFX** : Sound Effects

**TPS** : Third-Person Shooter

**UE5** : Unreal Engine 5

**UX** : User Experience

**VCO** : Voltage Control Amplitude

**VR** : Virtual Reality

## ANNEXE 4 – HISTOIRE DU JEU VIDÉO

Le jeu vidéo naît dans le milieu universitaire américain au milieu du XXe siècle. Une fois ce cadre posé, il s'avère qu'il est plus délicat de déterminer l'état civil précis de ce jeune média, et d'identifier l'ancêtre du jeu vidéo, celui par qui tout a commencé et qui serait l'origine des productions d'aujourd'hui. Il faut en effet s'accorder sur une définition de ce qu'est le jeu vidéo, et évaluer également la postérité et l'influence qu'aura eu telle ou telle invention sur ce qui suivra. Ainsi, les jeux cantonnés aux ordinateurs surpuissants des laboratoires de recherche sont qualifiés de *mainframe games*, pour « Jeux d'ordinateur central ».

Dès les années 1940 commencent à voir le jour des jeux électroniques. À l'Exposition Universelle de New-York d'avril 1940, Edward Condon présente son Nimatron, un ordinateur permettant de jouer au jeu de Nim (Fish, 2021). Malgré le dépôt du brevet US2215544 et un succès relatif lors de l'exposition, le calculateur tombe dans l'oubli en quelques années. Il servira certes de base quelques années plus tard, en 1951, au calculateur Nimrod de John Bennett, mais cette gigantesque machine connaîtra le même sort éphémère et sera démantelée rapidement après sa présentation. Ainsi en va-t-il également du CRTAD, pour Cathode Ray Tube Amusement Device, un jeu de simulation de lancer de missiles de 1947. Il est considéré par de nombreux historiens comme le premier jeu vidéo (Donovan, 2010; Speranza, 2018), dans la mesure où il fut pensé pour être utilisé sur les téléviseurs à tubes cathodiques des particuliers : le jeu ne repose en effet que sur un circuit électronique analogique, sans programme ou composants numérique derrière. Il fit pareillement l'objet d'un brevet (US2455992), et pareillement il ne connut pas de développement commercial par la suite.

D'autres initiatives prometteuses virent le jour : *Bertie the Brain* (1950), *OXO* (1952), *Tennis for two* (1958), etc. Et inlassablement ces ersatz de jeu vidéo ne connurent qu'une existence de courte durée. Pensés comme outils permettant de démontrer la puissance des ordinateurs, leur capacité à faire des opérations mathématiques ou encore à étudier l'interaction humain-machine, la dimension divertissante n'existait pas : « *The 1950s had been a decade of false starts for the video game.* »<sup>22</sup> (Donovan, 2010).

Les années 1960 vont marquer un tournant dans l'histoire du jeu vidéo. L'un des premiers événements notables de cette décennie est le développement dans un

---

<sup>22</sup> Les années 50 furent une décennie de faux départs pour le jeu vidéo.

laboratoire étudiant du MIT de *Spacewar!* (Russel, 1962), jeu opposant deux joueur-ses pilotant des fusées. Chaque ordinateur PDP-1 de chez DEC est livré avec une version de *Spacewar!* (Russel, 1962), ce qui permet d'assurer sa diffusion et sa notoriété au sein des campus. Cette fois le succès est au rendez-vous. L'autre événement majeur est la création d'un prototype de console de salon en 1966. Ralph Baer est ingénieur chez Sanders Associates, une entreprise d'électronique militaire. Utilisant les matériaux à sa disposition, il convainc ses supérieurs de lui allouer des fonds pour son projet de boîtier de jeu vidéo domestique, et c'est ainsi que voit le jour la Brown Box, commercialisée quelques années plus tard en 1972 sous le nom de Magnavox Odyssey. En une décennie, on assiste donc à l'apparition d'un jeu diffusé, et du développement d'une solution permettant une accessibilité bien plus grande : le jeu vidéo peut quitter la sphère universitaire et devenir une industrie, ne plus être un support de recherche mais un objet de divertissement.

Nous entrons donc dans la décennie 1970 avec le développement à deux mois d'intervalle des deux premiers jeux vidéos d'arcade, inspirés de *Spacewar!* (Russel, 1962) : *Galaxy Game* (Pitts & Tuck, 1971) et *Computer Space* (Syzygy Engineering, 1971). C'est le second, création de Nolan Bushnell et Ted Dabney, qui est le plus plébiscité. Basé sur des circuits analogiques, ce qui permet de se passer de l'usage d'un ordinateur plus que coûteux, la borne se fabrique à 1500 exemplaires. Mais Bushnell voit plus grand : ce dernier va alors fonder la société Atari pour développer dès 1972 le jeu d'arcade *Pong* (Atari Inc., 1972) – très largement plagié sur *Ping-pong*, vendu avec la Magnavox Odyssey. L'affaire marche et le succès est au rendez-vous : « *At the time when the average coin-op machine would make \$50 a week, Pong was raking in more than \$200 a week.* »<sup>23</sup> (Donovan, 2010). Le jeu vidéo est désormais rentable.

À partir de là tout s'accélère. Témoin du succès du jeu de raquette qu'est *Pong* (Atari Inc., 1972), de nombreux constructeurs vont se mettre à la production de console de salon de première génération : Fisch (2021) en dénombre plus de 200 ! Cette frénésie, aidée par l'apparition de la puce General Instruments AY-3-8500, dite Pong-on-a-chip<sup>24</sup>, mène à un mini krach en 1977. Des 200 constructeurs, seule une vingtaine ont continué avec les consoles de deuxième génération – marquée par l'apparition des cartouches de jeu et des microprocesseurs – et un seul existe encore de nos jours : Nintendo.

---

<sup>23</sup> À l'époque, quand le jeu d'arcade moyen rapportait 50\$ par semaine, Pong générait plus de 200\$.

<sup>24</sup> Pong sur puce

La console reine de cette deuxième génération est l'Atari 2600 commercialisée à partir de 1977 et dont 20 millions d'exemplaires furent écoulés à terme. Elle renoua avec le grand public en effectuant des portages de jeux d'arcades appréciés, comme [Space Invaders](#) (Taito, 1978) ou [Pac-Man](#) (Namco, 1980). Ce milieu là est en effet dans son âge d'or et vit en harmonie avec les consoles. Les ordinateurs commencent également à arriver chez les particuliers grâce à l'invention de microprocesseur 8-bit comme l'Intel 8080 ou le Motorola 6800 : on estime que 600 000 foyers américains étaient équipés d'un ordinateur personnel en 1982, le plus répandu étant l'Apple II. L'émergence de ce support, associée à la pullulation de jeux vidéos de contrefaçon et à la spéculation, menèrent à un nouveau krach en 1983. L'industrie vidéoludique américaine marque un coup d'arrêt brutal : le marché du jeu vidéo passe de 42 milliards de dollar en 1982 à 14 milliards en 1985 (Fisch, 2021). D'aucuns y voient la fin d'une mode, mais pour l'industrie japonaise c'est l'occasion rêvée d'investir le marché américain. Ainsi naît en 1983 la Nintendo Famicom (*FAMILY COMputer*), commercialisée à partir de 1985 en Occident sous le nom de NES (*Nintendo Entertainment System*).

Cette console de troisième génération et ses consœurs – la Sega Master System (1985), et le PC Engine de NEC (1987) – sont des consoles 8-bit ayant tiré les leçons du passé : les cartouches disposent d'un processus d'authentification afin de se prémunir des contrefaçons. De nombreuses séries de jeux vidéos iconiques naissent à cette époque : [Super Mario Bros.](#) (Nintendo, 1985), [The Legend of Zelda](#) (Nintendo, 1986), [Final Fantasy](#) (Square, 1987), etc. Les ordinateurs continuent leur bonhomme de chemin, encore dans l'ombre des consoles, avec des modèles qui commencent à adopter le support optique à partir du milieu des années 1980. Le *Yellow Book* de 1984 étend en effet les spécifications du Compact Disc de Philips et Sony pour stocker des données informatiques diverses : le CD-ROM permet d'améliorer grandement la capacité de stockage des jeux, le premier connu l'ayant exploité étant [The Manhole](#) (Cyan Worlds, 1988).

Le support est prometteur, c'est pourquoi certaines consoles de la quatrième génération, dotée d'un microprocesseur 16-bit, vont s'en doter : c'est le cas de la Mega Drive de Sega (1988), mais pas de sa concurrente la Super NES (1990). Les années 1990 sont marquées par le début de cette rivalité très importante entre les deux entreprises nippones Nintendo et Sega, mais aussi par l'apparition de consoles portables : ici la concurrence existe à peine, et Nintendo s'impose sur le marché avec sa Game Boy (1989). La puissance des consoles comme des ordinateurs permettent de supporter de plus grandes mondes virtuels, comme c'est le cas pour [Myst](#) (Cyan Worlds, 1993), et les

espaces tridimensionnels : cette progression technologique inexorable conduira à la fermeture des salles d'arcades au cours des années 1990.

À partir du début des années 1990, les distinctions entre les générations ne sont plus qu'un argument marketing : elles marquent un palier technologique, mais il n'y a pas de rupture avec les précédents modèles, dont la production continue. La cinquième génération, incarnée par les consoles 32 et 64 bits que sont la Saturn de Sega (1994) et la Nintendo 64 (1996), côtoie par exemple la Super NES, la Mega Drive et même la NES. La principale nouveauté est l'éclosion de Sony qui produit la PlayStation en 1994, plus gros succès de cette fin de siècle avec 43 millions de PlayStation vendue en 1999 contre 15 millions de Nintendo 64. Cette dernière est d'ailleurs la seule à conserver la cartouche comme support de jeu, choix stratégique peu payant. La 3D devient la norme, favorisant le développement de nouveaux styles de jeu comme les jeux de courses ou les FPS, avec par exemple la série *Doom* (id Software, 1993). On assiste également au développement des jeux en lignes, portés par les MMORPG *Ultima Online* (Electronic Arts, 1997) ou *Starcraft* (Blizzard Entertainment, 1998). Le jeu vidéo se répand dans le monde entier.

Après avoir quitté les laboratoires universitaires puis les salles d'arcades, le jeu vidéo s'exporte désormais en dehors des salons, avec une économie florissante des consoles portable, mais aussi les premiers balbutiements des jeux mobiles. En 1994 on trouve un équivalent de Tetris sur le Hagenuk MT-2000, et les téléphones Nokia sont livrés de base avec le jeu *Snake* à partir de 1998. Cette fin de siècle correspond à la sixième génération de console : Sega se fait vieillissant et produit son ultime console à partir de 1998, la Dreamcast ; Sony continue sur sa lancée avec la console non-portable la plus vendue au monde la PlayStation 2 (2000), et est concurrencée par la Nintendo GameCube (2001) et la Xbox (2001), du nouveau venu dans le milieu, Microsoft.

Avec la septième génération, on va assister à l'émergence de la lutte entre Microsoft et Sony dans la course à la puissance, au détriment de Nintendo qui va adopter une approche marketing différente. La Wii (2006) n'a en effet absolument pas la puissance de la PlayStation 3 (2006) et de la Xbox 360 (2005) : ces dernières proposent des jeux en Full HD et sont supportées par un processeur tournant à 3,2 GHz, tandis que la Wii tourne à 729 MHz. Mais elle se démarque en visant un public plus large, avec une gamme de jeux plus familiaux, et des contrôleurs novateurs et très faciles à prendre en main. Concomitamment, les jeux en ligne explosent avec la sortie de *World of Warcraft* (Blizzard Entertainment, 2004), qui atteindra 10 millions de joueurs en 2009 (Wolf, 2021). Il est

d'ailleurs désormais beaucoup plus facile de jouer sur ordinateur, avec des plateformes de distribution comme Steam (2003) permettant d'obtenir le jeu de manière dématérialisée. Le jeu vidéo est un véritable phénomène de société, des revues y sont consacrées, les études dessus commencent à naître, les inquiétudes également : c'est le début du système de notation PEGI (Pan European Game Information).

La huitième génération continue dans la logique d'opposition entre la PlayStation 4 (2013) et la Xbox One (2013), tandis que Nintendo continue ses innovations à destination des joueur·ses occasionnel·les. Si la Wii U (2012) est un échec commercial et cesse d'être produite dès 2017, c'est pour mieux céder sa place à la Nintendo Switch (2017), première console hybride entre salon et portable, qui renoue avec les ventes et l'affection du public. Les ordinateurs portables de leur côté commencent à être assez puissant pour supporter des jeux lourds à faire tourner. On voit enfin l'apparition des technologies de casque VR, portés par des modèles comme l'Oculus Rift (2012) ou le HTC Vive (2016), bien que leur usage reste marginal. Ce sont les jeux mobiles qui constituent la manière première de consommer des jeux vidéos.

Depuis 2020, avec la sortie de la PlayStation 5 et des Xbox Series nous sommes dans la neuvième génération de console. Optimisation des graphismes, meilleures résolutions, puissance accrue : ces consoles ne proposent pas de changements majeurs, mais il n'en faut pas plus pour satisfaire le public, pour lequel le jeu vidéo fait désormais partie intégrante du paysage culturel. Ainsi début janvier 2023, 30 millions de PS5 ont été écoulées pour 19 millions de Xbox Series.

## ANNEXE 5 – LISTE DES TRADUCTIONS

Cette annexe recense les traductions des extraits d'entretiens en anglais utilisés dans la section IV – B. Son organisation suit celle de la présentation des résultats.

### 1. Armes à feu au cœur des FPS

- \* *Les armes à feu sont vraiment l'élément principal donc ce serait la première chose à faire, enregistrer des armes à feu. (SD2)*
- \* *C'est dans le nom, « jeux de tir ». Donc en fait les sons d'arme à feu à la première personne sont les sons les plus fréquents. Et entendu avec une perspective à la première personne donc t'as envie de sentir que tu es là. (SD1)*

#### a) Travail du son des armes

##### ▶ Évolution du travail de design

*« Je vais te donner une réponse différente pour chaque année de ma vie »*

- \* *Les premières armes sur lesquelles j'ai travaillé étaient pour le jeu de 1999 Fur Fighters, sorti sur la Dreamcast. Mais c'était assez simple, c'était plus ou moins un fichier wav pour chaque événement. (SD7)*
- \* *Si tu utilises ta souris comme contrôleur et que tu maintiens ton doigt appuyé, tu vas entendre trente, trente-cinq, quarante-cinq, parfois cent coups de feu, et on doit donner apporter de la variation à ces tirs. (SD3)*
- \* *Sortir des jeux sur Xbox One par rapport à la 360 a représenté un énorme bond en avant en terme de mémoire, ça nous a permis d'en faire plus, et au final de donner plus de variation. (SD9)*
- \* *Je suis passé à Black sur Playstation 2 en 2006, il y avait plus de couches ou d'éléments dans ces coups de feu, c'est quelque chose qu'on a fait qui était assez unique. (SD7)*

► Complexité de la fabrication d'un son d'arme

*« Il n'y a pas de magie, juste beaucoup de travail parce qu'il y a beaucoup de sons qui jouent. »*

- \* *Je construis beaucoup de mes sons par couche, donc le son de tir c'est quatre fichiers différents joués en même temps. (SD2)*
- \* *Donc on va avoir un calque grave pour les basses fréquences, un calque de brillance pour les hautes fréquences. (SD3)*
- \* *Différents aspects temporels du son de l'arme sont découpés, puis à nouveau réunis au sein du moteur de jeu. (SD8)*
- \* *Un gabarit d'arme à feu est constitué d'un calque de bruitage, un calque de base, un calque d'impact, un calque de bruit, un calque de queue de reverb, et en gros ils vont construire ce preset. Ensuite un Creative Sound Designer peut venir plus tard et se contenter de placer les bons fichiers wave aux bons endroits. (SD7)*
- \* *Ça marche de la même manière pour toutes les armes, et c'est comme ça que tu obtiens un jeu très cohérent d'un point de vue sonore. (SD8)*
- \* *Ça dépend des sons tu sais, [...] pour les explosions et les armes je vais utiliser des banques de son en terme de gain de temps, d'efforts et d'argent. (SD1)*
- \* *Évidemment on est en Allemagne, ce qui signifie que faire une gun session c'est quasiment impossible ici, donc il faut aller à l'étranger, tu dois engager quelqu'un, tu as besoin de munitions mais tu n'en as jamais assez... Donc tu as rapidement une facture à cinq chiffres, et tu même pas commencé à monter la moindre chose. (SD4)*
- \* *Les sonothèques sont suffisantes jusqu'à un certain stade, mais ça peut être un petit casse-tête : peut-être qu'ils ont utilisé le micro dont tu aimes le son mais uniquement pour enregistrer ces cinq armes, alors qu'en fait tu aurais besoin d'en avoir trente. (SD7)*
- \* *Les banques de son c'est jamais exactement ce que tu cherches, au final tu ne fais que te créer de nouvelles difficultés au lieu de juste prendre le problème de front et d'aller enregistrer ce qu'il te faut. C'est toujours le mieux. (SD6)*

\* *Et au final le paysage sonore est également plus cohérent, tu as un lot de micro et tu enregistres tout avec eux. Tout se tient dans un même monde en quelque sorte, ce qui rend le mixage plus simple, tout devient plus simple. (SD8)*

▶ Atteindre le bon son

« C'est généralement le bon quand ils sont en mode « ÇA SONNE TROP BIEN » »

\* *Je suppose que tu as des retours de la part d'autres personnes. (SD2)*

\* *Je demande à des sound designers. Ils vont plus en profondeur dans le son, ils voient l'aspect techniques. Si c'est satisfaisant pour eux, ça le sera pour tous les autres. (SD1)*

\* *C'est juste quelque chose qui prend beaucoup de temps et d'itération, des allers-retours : plus fort, plus doux, plus fort... (SD8)*

\* *Quand tu souris alors que tu le testes dans le jeu, et tu passes juste un tout petit peu trop de temps à tirer sur des trucs parce que putain, ça sonne bien, t'augmentes un peu trop le volume, le VU-mètre est dans le rouge, tu appelles quelqu'un... (SD7)*

\* *Un par un je ne m'occupe jamais de comment sonne les sons, c'est uniquement avec tous les autres que tu peux dire si ça sonne bien ou pas. Un son peut être très moche en soi. Mais en fonction de sa place dans le paysage sonore, ce qu'il te dit, ça peut sonner de la manière que tu veux. (SD8)*

\* *La chose la plus importante que tu crées le son est de toujours écouter tout le jeu dans sa globalité, et de prendre tes décisions par rapport à ça et non pas par rapport à des sons isolés. (SD4)*

## **b) Renseignements sur l'arme**

▶ Caractérisation d'une arme par le son

« Plus tu écoutes, plus tu vas recevoir d'informations et mieux tu pourras jouer »

\* *Avec un sound design et une implémentation améliorés tu vas avoir une meilleure compréhension du type d'arme qui est en train d'être tiré, genre « Ok c'est une AK47, elle a tant de balle par chargeur et la dispersion ressemble à ça, à la*

*distance à laquelle elle a l'air de tirer les dégâts par balle sont de tant donc je peux prendre quatre hits avant de mourir ». (SD7)*

*\* En fonction du jeu tu peux entendre quelle est la cadence de tir, quel calibre c'est. Si les armes sont réalistes dans le jeu tu peux en dire plus, si c'est plus quelque chose de fantastique tu peux quand même comprendre quelle arme c'est. (SD2)*

*\* En règle général c'est déjà bien de se concentrer sur le fait que tu différencies les classes d'armes : sniper, fusil d'assaut, pistole, pistolet-mitrailleur, ce genre de chose plus que toujours identifier une arme en particulier. (SD3)*

▶ Eloquence du son

*« On essaie de mettre autant d'informations que possible dans chaque coup de feu. »*

*\* Tu sais tu pourrais jouer automatiquement un fichier wave qui te dirait « Il y a une AK47 dans ce bâtiment qui te tire dessus et il lui reste 12 balles ». Je pourrais juste te jouer cette ligne de dialogue, et à partir de là tu pourrais prendre une décision, mais ce que j'essaie de faire c'est d'encoder cette information dans du son. (SD7)*

*\* Tu connais le fusil des Alliés, le Garand-M1 ? Quand il est vide il fait ce « kling » quand le chargeur vide se sépare. C'est un son de retour parfait pour dire « Tu es à court de munitions ». (SD4)*

*\* Dans certains jeux, les armes s'usent avec le temps, donc la partie mécanique devient plus bruyante, ce qui permet de savoir que cette arme doit probablement être jetée, des trucs comme des mécanismes de surchauffe. (SD7)*

*\* Lorsque l'on se rapproche vraiment de la source, les éléments déterminants sont les transitoires proches et la mécanique. C'est suffisant pour caractériser différents modèles de pistolets. Mais à une cinquantaine de mètres, tous les pistolets 9 mm se ressemblent de toute façon. (SD9)*

*\* Le travail de la distance c'est faire la part des choses entre « qu'est-ce qui tire » et « d'où ça tire » : plus on s'éloigne, plus le "où" devient important, tandis que le "quoi" c'est lorsque l'on se rapproche. (SD3)*

### c) Game feel, ou la « sensation d'arme »

#### ▶ Si le son est différent, l'arme est différente

« Donc nos décisions de sound design vont affecter la manière dont les joueurs perçoivent cette arme. »

- \* Il y a une histoire intéressante dans l'un des premiers jeux Wolfenstein, où les Allemands disposaient d'un pistolet mitrailleur Thompson et d'une MP40. Les deux armes étaient totalement identiques : même cadence de tir, mêmes dégâts, même portée. Un vrai copié-collé. Mais l'une des armes était préférée parce qu'elle sonnait plus lourde, et en l'occurrence les gens performaient mieux avec. **(SD9)**
- \* Les joueurs rapportaient que cette arme côté Alliés était moins bien. C'était exactement la même arme, mais avec un style et un son différents. Ils ont changé le son, et ça a eu un effet sur le succès des joueurs. **(SD1)**
- \* Les gens ont l'impression que les armes font plus de dégâts si elles sont plus puissantes, ou ils se disent simplement « Cette arme est cool ». Rien ne change, sauf le son. **(SD2)**
- \* Mettons que tu aies un calque de qualité, c'est juste pour le joueur, personne ne l'entend. Je pense que tu te sens un peu plus puissant. Mais ce sera juste une impression, le flingue n'est pas meilleur. **(SD6)**
- \* Bon en ce qui concerne les skins, ils devront tous ne pas nuire au joueur s'il en utilise certains, ou au contraire lui apporter un avantage en utilisant ce skin. **(SD2)**
- \* C'était bien plus difficile de faire en sorte que les skins sonnent bien parce qu'on ne voulait pas les affaiblir ou les améliorer. Le flingue de base devait donc avoir le même contenu fréquentiel, la même intensité sonore et la même enveloppe temporelle que les skins, ou en tout cas que ça corresponde. **(SD2)**
- \* C'est un peu comme ça que tu équilibrerais cette arme, elle est super puissante, elle fait beaucoup de bruit, mais du coup tu ne peux plus entendre les ennemis qui arriveraient par derrière. **(SD6)**

#### ▶ Impact du son sur la perception de puissance

« Le son de cette arme te dit direct que ce truc est vraiment super puissant. »

- \* *Et donc la qualité de l'arme, tout ça on le prend en compte « OK j'ai envie d'être puissant et là je tire », j'ai envie d'être en mode « J'ai le doigt sur la gâchette et tu es du mauvais côté du canon » (SD4)*
- \* *Plus le son est puissant, plus puissant je me sens. (SD6)*
- \* *Parce que y'a des grave et que c'est précis, ça te donne l'impression que le tir est super puissant. (SD1)*
- \* *Je pense typiquement aux retours haptiques, les vibrations et les tremblements de la manette. L'autre procédé qu'on utilise beaucoup c'est les tremblements de la caméra. Typiquement si tu veux que ton son soit ressenti deux fois plus qu'il n'est, c'est mieux d'agiter l'écran plutôt que de vraiment essayer de le jouer deux fois plus fort. (SD7)*
- \* *Tu sais, les vibrations de la manette et tout, il y a des mécaniques liées au son que tu peux utiliser pour souligner le message que tu essaies de passer. (SD9)*

## **2. Espace du FPS compétitif**

- \* *Le joueur est sur la carte, il a ses alliés et l'équipe adverse autour de lui, il a besoin d'être au fait de ses alentours. (SD3)*
- \* *Tous les sons doivent nourrir l'espace d'une certaine manière, les pas, les armes, tout, il doivent correspondre à l'espace. (SD9)*

### **a) Caractérisation des espaces**

#### **► Construction des ambiances**

*« C'est important pour le joueur de lui donner un contexte de l'ambiance de la carte. »*

- \* *Les ambiances c'est le niveau le plus bas du questionnaire « Dans quel espace je suis ? ». Et lorsque tu commences à te balader dans un espace où il y a plusieurs ambiances du coup tu as toujours ce niveau le plus bas sur lequel tu peux t'appuyer. (SD9)*
- \* *Les sons d'ambiance de l'arrière plan tu sais, on avait des créatures qui apparaissaient à des endroits aléatoires à n'importe quel moment. Elles étaient*

*programmés pour apparaître à des distances aléatoires, en des points aléatoires, avec une hauteur de son aléatoire. (SD6)*

- \* Si tous les sons que tu entends viennent de quelque chose qui existe réellement dans jeu je pense que c'est une bonne chose. (SD8)*
- \* Dans l'idéal tu n'as pas besoin d'une ambiance si tu as assez de sources dans le monde qui y contribuent en permanence. Mais évidemment que tu vas pas faire ça, tu vas pas mettre un son sur chaque arbre ce serait de la folie. (SD4)*
- \* Les ambiances doivent être créées avec beaucoup beaucoup de précautions, avec un travail fréquentiel intelligent, et quel est leur niveau etc., pour que tout puisse émerger et puis y disparaître. (SD8)*
- \* C'est également très important parce que tu peux toujours te reposer dessus. Tu peux toujours laisser les autres sons se fondre dans les ambiances et ça crée un paysage sonore très naturaliste et immersif. (SD1)*

► Travail de la reverb

*« Il existe plein de manières de simuler une acoustique. »*

- \* Si j'utilise un sniper dans une petite pièce, j'entendrai le tir du sniper à l'intérieur de cette petite pièce avec la réverb et toute l'acoustique impliquée dans cet espace. Si je tire dans le désert, j'entendrai la réverbération d'un espace ouvert en plein air, complètement différente de celle de la pièce que je viens de décrire. (SD3)*
- \* Pour moi, les principaux problèmes du son relèvent de l'acoustique, c'est quelque chose qui n'a pas encore été fait d'une très bonne manière, simplement parce que c'est très lourd pour le processeur. (SD8)*
- \* Intégrer un son dans le monde correctement, je pense que ça reste encore une sorte de Graal d'y arriver. (SD2)*
- \* Qu'est-ce que tu peux te permettre ? Les reverb à réponses impulsionnelles sont souvent coûteuses en ressource, donc peut-être uniquement sur des sons courts, les reverbs algorithmiques sont intéressantes car elles peuvent être modifiées rapidement pour s'adapter à l'environnement. (SD8)*

- \* *Faire du ray-cast sur les murs et ensuite obtenir la manière dont les sons sont réfléchis : je pense que ça fait une grosse différence avec juste une simple reverb pour la pièce. Ça te donne encore plus de contexte sur la proximité des murs. (SD4)*
- \* *Généralement, les sons forts sont différents, difficiles à faire en sorte qu'ils sonnent bien dans une reverb. Il est essentiel d'enregistrer les sons forts dans le monde réel. (SD8)*
- \* *Il ne faut pas se concentrer pas sur Glock-reverb-Canyon mais plutôt considérer pistolet-reverb-Canyon, c'est la queue de reverb que tous les pistolets utiliseront. Si tu ajoutes un nouvel environnement, il suffit d'ajouter pistolet-Arctic-tundra au lieu de le faire pour chaque modèle spécifique. (SD9)*

### **b) Choix de spatialisation**

#### ▶ Placement d'un point d'écoute propre au FPS

« Ce que j'entends est ce qu'entends mon avatar. »

- \* *Donc tes armes ont plus de graves et de mécaniques, tes pas sonnent différemment, et ta propre voix doit être assez différente. (SD9)*
- \* *Tous les détails de la mécanique de l'arme, c'est quelque chose que j'entendrais uniquement si j'ai l'oeil dans le viseur, et alors on aurait un "shkling-shkling" super proche. Ce qui pourrait changer aussi si j'ai l'oeil dans le viseur c'est que ce serait plus fort que si je tire à la hanche. (SD4)*
- \* *À partir du moment où l'arme vibre dans à travers la tête, elle ne sonne pas vraiment comme un enregistrement typique d'une arme, pour ce faire il faut amener toute l'expérience sonore un peu plus proche et personnelle. (SD7)*
- \* *Dans les TPS, tu places l'auditeur un peu derrière l'avatar, mais plus près de lui que la caméra, sinon quand tu la tournes pour regarder sur le côté, le microphone se trouverait dans le mur. Dans les FPS, point d'écoute et point de vue correspondent parfaitement. (SD4)*

► Spatialisation exagérée

« En règle générale, il s'agit d'une version améliorée et exagérée de la vie réelle. »

- \* Un FPS compétitif ça signifie généralement avoir 60 images par seconde et un moteur fluide, ce qui implique donc de faire du contrôle de voix et avoir une façon simple de spatialiser les sons. **(SD1)**
- \* Les game designers vont nous dire qu'ils veulent que cette capacité soit entendue à cette distance, celle-ci à telle distance... On retrouve beaucoup ça dans les jeux compétitifs. **(SD2)**
- \* La réalité n'est pas toujours le meilleur modèle, je pense que c'est plutôt la lisibilité. **(SD7)**
- \* Si t'es dans une ville et que tu entends un hélicoptère, tu ne peux pas vraiment dire d'où il vient alors même qu'il est bien modélisé parce qu'il est réel. Il y a tellement de réflexions venant de différents objets, tu es toujours en train de chercher autour de toi et là l'hélicoptère se pointe et tu es en mode « Attends il vient de là-bas ? ». **(SD6)**
- \* Il s'agit de répondre aux attentes du public, ils ne savent peut-être pas ce qu'est la réalité, mais ils l'ont apprise, soit par les médias d'information, soit par les films. **(SD1)**
- \* Il y a des attentes de la part des joueurs, à quelle distance on peut entendre les choses, comment elles sonnent. Si vous prenez l'espace des jeux de tir, il y a un langage qui s'établit. **(SD4)**

► Spatialisation réaliste

« Je tiens à ce que tout soit perçu comme étant très crédible. »

- \* Aujourd'hui, grâce aux technologies modernes, tu peux recréer les conditions d'un son provenant d'un coin de rue, de derrière mur ou d'une porte fermée... **(SD1)**
- \* Représenter les pièces et les espaces de la même manière que la technologie de réfraction de la lumière le fait avec le ray tracing, être capable d'obtenir un modèle

*naturaliste de réflexion de la pièce, des réverbérations. C'est un grand pas en avant dans la technologie audio qu'on est en train de faire. (SD9)*

- \* Certains jeux ont fait beaucoup de calculs hors ligne pour l'obstruction et l'occlusion, et tu peux probablement faire de bonnes choses. Mais ça dépend, si ton monde est destructible alors le calcul hors ligne est probablement plus délicat. (SD8)*
- \* Il permet également un positionnement extrêmement précis. Dans Hunt, les gens font du wall bang, ils tirent à travers les murs simplement en entendant des pas, et c'est assez précis. (SD4)*

### **c) Restitution et diffusion des espaces**

#### **▶ Question de la diffusion**

*« Il y aura beaucoup de collaboration entre Wwise et Dolby à l'avenir. »*

- \* Ce qu'il faut faire, c'est prendre le temps de voir comment cela se traduit sur un casque stéréo, un casque avec une HRTF, une barre de son, un système surround, si le son est différent sur une Xbox, une PlayStation ou un PC... (SD6)*
- \* En termes de spatialisation, il s'agit soit d'une solution matérielle, avec des haut-parleurs, soit d'une solution logicielle, avec du filtrage. (SD3)*
- \* [Si on est dans une configuration basée sur des haut-parleurs], on a pas besoin d'atténuer ou de filtrer. Si un son est censé sortir de là, il sortira de ce haut-parleur et mon oreille se chargera naturellement de l'atténuation et de la réponse en fréquence pour moi. (SD7)*
- \* Les techniques les plus simples sont les systèmes HRTF ou HRIR. Ce que tu essaies de faire, c'est de représenter l'idée qu'un son est émis à partir d'une solution basée sur des haut-parleurs. On applique les caractéristiques de filtrage dues à la façon dont ton oreille réagit au son pour te donner la conviction psychoacoustique que le son provient de là si tu portes un casque par exemple. (SD7)*

► Débat sur le binaural

« Pour chaque personne qui dit « Je n'aime pas les HRTF », je peux parler à des gens qui disent « C'est génial ». »

- \* À l'heure actuelle, je ne joue pas vraiment avec le binaural activé, je n'en tire aucun avantage. **(SD2)**
- \* Les gens préféreraient le son binaural qui n'avait pas de HRTF, donc en quelque sorte le plugin déformait un peu trop le son. Ils préféreraient utiliser la version sans filtre appliqué, certainement parce qu'elle était plus claire, plus lisible. **(SD3)**
- \* Ça dépend surtout de la façon dont les filtres sont utilisés. Je pense qu'il faut trouver un moyen qui ne soit pas trop destructif pour les sons. Les HRTF peuvent devenir laides parce que les filtres charcutent les sons. **(SD9)**
- \* En termes de gameplay, le son doit être clair, et si tu appliques trop de filtres, si tu simules trop de choses, peut-être que ça rend les sons moins clairs. **(SD1)**
- \* C'est vraiment la base du défi, essayer de faire un filtre générique qui sonne bien pour la plupart des gens. Mais il y aura toujours des gens pour qui ça ne marchera pas. **(SD9)**
- \* Les HRTF n'ont jamais marché sur moi je ne sais pas pourquoi. C'est un peu comme lorsque j'ai de nouvelles lunettes, il faut un certain temps pour que mes yeux s'habituent à ce que quelque chose traduise le monde et je me bats beaucoup, j'ai des maux de tête, mais je finis par céder. **(SD7)**
- \* Dans les FPS, on pourrait faire la même chose, on peut savoir exactement où tu regardes, où se trouve ton oreille, on peut donc utiliser la hauteur et la rotation. **(SD4)**
- \* C'est incroyable d'entendre la différence et de donner aux joueurs une idée précise de la provenance des sons et des sources sonores qui les émettent. C'est un outil très utile. **(SD3)**
- \* Le binaural est intéressant. **(SD9)**

- \* *Il y a plus de budget alloué et d'attention portée au son, parce qu'on peut résoudre beaucoup de problèmes avec le binaural. Ça était le game design d'une très bonne manière. (SD4)*
- \* *Le binaural c'est super bien et important, nous en faisons beaucoup nous-mêmes car il peut vraiment te faire comprendre le monde d'une manière naturelle. (SD8)*

▶ Vers une solution individualisée

« Tu sais ce truc d'HRTF individualisées est une idée intéressante. »

- \* *Les nouvelles consoles le permettent, elles disent "Hé, vous pouvez faire ceci maintenant et appliquer ça". De même, les logiciels évoluent, c'est bien plus simple de mettre ça en place et de faire le rendu des sons. (SD4)*
- \* *Nous avons également envisagé de créer sa propre HRTF. À mon avis, cela devrait devenir une norme, c'est comme ajuster la luminosité, c'est à peine visible. (SD3)*
- \* *Avec toutes les technologies de scan qui existent dans les téléphones de nos jours, je pense que bientôt les gens pourront modéliser en quelque sorte l'HRTF de leur tête. (SD9)*
- \* *Ça ne peut fournir qu'une image claire de la scène audio pour l'utilisateur. Parce que la forme des oreilles est différente d'une personne à l'autre. Je pense que ça pourrait être très intéressant et bénéfique pour la spatialisation. (SD1)*

### 3. Notion de menace

- \* *Il est évident que les tirs ennemis sont plus importants ou plus menaçants pour toi que les tirs amis. (SD7)*
- \* *Les choses qui peuvent te menacer ou te nuire d'une manière ou d'une autre doivent avoir la priorité sur celles dont ce n'est pas le cas. (SD6)*

### **a) Informations par le sound design**

▶ Information player déterminantes pour le gameplay

*« Il a besoin d'avoir assez d'informations basées sur les retours auditifs pour lui permettre de jouer de manière compétitive. »*

- \* *Le pire qui puisse arriver est que tu entendes un son et que tu te prennes une balle. C'est pas très bon. (SD7)*
- \* *Dans un FPS purement compétitif, tous les sons qu'on joue devraient avoir des indices en eux. (SD2)*
- \* *« Ok le sniper m'a tiré dessus, où est-il, ok c'est ce mec là-bas, ok je l'ai eu ». Je peux alors prendre mes décisions et déterminer comment je veux résoudre ce problème, si je veux riposter, fuir ou trouver un meilleur abri. (SD7)*
- \* *Lorsque tu fais glisser ton chargeur [pour recharger], c'est là que tu obtiens tes munitions. Tu peux alors annuler l'animation. Si tu annules l'animation avant que l'action ne se produise, tu n'auras pas de munitions dans ton arme. Donc beaucoup de gens, dès qu'ils entendent cela, passent à une autre arme pour maximiser leur temps. (SD2)*
- \* *Tu veux entendre que quelque chose se rapproche, que si tu écoutes un peu plus, tu aies la possibilité de te dire "Merde, c'était pas loin", d'avoir un peu plus de temps de réaction. C'est plus intéressant pour le gameplay. (SD7)*
- \* *Les gens passent des centaines d'heures dans ces jeux, donc plus tu joues, plus tu peux faire comme dans Matrix : tu peux commencer à voir le code et comment les choses sont construites, et ce qui se passe de certaines façons. Ça devient lisible. (SD8)*

▶ Encoder de nombreuses informations dans le son

*« Il y a beaucoup de choses que tu peux comprendre uniquement par l'écoute. »*

- \* *La distance des bruits de pas dans un jeu compétitif c'est toujours quelque chose, genre combien de temps les entends tu. En règle générale tu te dirais « Non on les*

*entends pas autant ». Mais dans le jeu tu as besoin de distance plus grande pour avoir la possibilité de réagir. (SD1)*

\* *Lorsqu'il s'agit de bruits de pas, il y a toujours des informations. Si tu entends quelqu'un sur du bois, tu sais que cette personne se trouve probablement dans une maison. Si tu entends du verre s'écraser, tu sais qu'il se trouve probablement près de la fenêtre brisée. (SD9)*

\* *Parfois en tant que joueur tu peux être un peu perdu pour savoir si les sons de pas qui approchent proviennent d'amis ou d'ennemis. Ça ce sont des retours qui ont besoin d'être clairs pour le joueur. (SD3)*

\* *Il y a un filtrage ennemi/ami basé sur les bruits de pas et les sons d'armes. On peut leur donner une couleur sonore différente, des hauteurs différentes, leur appliquer des filtres en temps réel comme EQ, du gain, tout ça on peut le faire. (SD1)*

\* *Tu peux avoir le même personnage dans les deux équipes donc ils doivent être filtrés différemment. C'est une sorte de grammaire sonore de l'allié et de l'ennemi. (SD2)*

\* *Les sons de retour lorsqu'on a touché, popularisés par la série des Call of Duty, en gros les hit markers : est-ce que j'ai touché, est-ce que je lui ai tiré dans la tête... (SD1)*

▶ Sonifier les informations

*« Et parfois, il faut penser d'abord au retour du son, plutôt qu'à la façon dont il va effectivement sonner. »*

\* *Les FPS sont très rapides et il n'y a pas de temps mort, vous ne pouvez pas perdre votre temps à essayer de décoder chaque signal. (SD9)*

\* *Tu peux souligner des éléments. Tu sais tous ces effets psycho-acoustique comme jouer des graves pour signifier qu'un menace approche. (SD4)*

\* *Peut-être que tu peux assigner un certain type d'information à une certaine plage de fréquence que tu apprendrais à écouter. (SD8)*

- \* *Donc ce sont ce genre de choses à propos de trouver la manière la plus rapide de transmettre l'information appelant à une réaction, parce qu'il y a tellement d'informations dans un jeu multijoueur. (SD7)*

### **b) Rendre efficace le sound design par le mixage**

#### ▶ Garder un mix clair

- \* *Il y a des milliers de sons qui envoient des requêtes en permanence, l'audio a généralement une vitesse d'horloge élevée, parce que tu veux travailler en temps réel, et donc ça crée un monstre, je préférerais limiter cela plutôt en amont du côté du jeu si possible. (SD3)*
- \* *S'il y a des personnes qui marchent tu peux en entendre un. Tu peux aussi en entendre un deuxième, ton cerveau arrive à les distinguer. Mais dès qu'il y a une troisième personne, ça devient « des pieds ». (SD4)*
- \* *On joue un son, il n'y a pas une équivalence exacte avec ce qui se déroule mais c'est suffisamment crédible et les joueurs adhèrent. (SD1)*
- \* *Chaque arme à feu va faire du son mais tu ne veux pas entendre chacune d'entre elles. (SD2)*
- \* *La performance va de manière évidente être liée à une bonne stratégie de mixage. S'il y a 63 autres personnes tirant des coups de fusils, tu entendras le bon son, celui qui est pertinent pour toi, qui représente un danger pour toi, ou en tout cas qui devrait te faire réagir. (SD7)*
- \* *Utilise des filtres pour que les joueurs puissent distinguer des choses quand la scène sonore est en désordre. (SD3)*
- \* *Un mixage clair et net aide les joueurs, donc ton sound design doit avoir des transitoires percutantes, qui entrent en scène, puis s'évanouissent, ne s'attardent pas. (SD2)*

#### ▶ Gestion de la dynamique

« La règle de base est généralement la suivante : ce qui est plus fort te tuera le plus vite »

- \* *Pour avoir toujours plus de plaisir de jeu, la dynamique est quelque chose que je mettrais en haut dans la liste en général, toujours essayer d'avoir un mix avec une grande dynamique. (SD8)*
- \* *Dans Counter-Strike, les équipes se précipitent, il y a le premier contact, très bruyant, et puis c'est soudainement plus calme, parce que ça devient un jeu du chat et de la souris. (SD4)*
- \* *Il est donc plus important d'entendre plus fort, donc d'entendre un lance-grenade, une mitrailleuse proche, c'est évidemment plus important que d'entendre les ambiances. (SD7)*
- \* *Les choses bruyantes, qui sont généralement dangereuses, ont la priorité dans le mix. Alors que les ambiances sont coupées presque immédiatement lorsqu'un son fort se produit. (SD9)*
- \* *Il se trouve qu'en tirant avec une AR15 dans la vraie vie, on ne remarque pas les arbres et tous les autres éléments car elle prend toute la place. Le HDR donne l'impression que le son est joué plus fort qu'il ne l'est en réalité. (SD1)*
- \* *Bien sûr, il existe des normes, comme la norme de mixage à -23 LUFS mesurés sur 30 minutes, issue de la recommandation EBU R128. C'est en tout cas ce que Sony et Microsoft ont établi comme ligne directrice pour le mixage. (SD2)*

### **c) Priorisation des sons**

#### ▶ Nécessité de la priorisation

*« Essayer de faire du sens parce que les jeux de tir ont tendance à perte chaotique. »*

- \* *Si tu es en train de te battre mais que tu ne comprends pas ce qui se passe à cause du « mur de son », trop d'informations arrivent en même temps, évidemment que là ce serait un défi. (SD4)*
- \* *Je pense qu'il est toujours bon de jouer le moins de son possible, pour citer de surcharger et créer potentiellement un plafond de bruit. (SD8)*
- \* *C'est un orchestre très fragile - écoute ça, bien, maintenant écoute ça, ça c'est important, ça non, maintenant écoute ceci... (SD7)*

- \* *S'il y a des pas ennemis dans les parages c'est comme un mix normal. Mais au moment où ils s'approchent ça deviendra beaucoup plus important afin d'avoir une chance de réagir. (SD3)*
- \* *Si l'information n'est pas pertinente, je ne pense pas qu'il soit nécessaire de la jouer dans une perspective purement compétitive. Si elle n'ajoute rien aux informations que vous recevez, je dirais que dans un jeu purement compétitif, vous devriez la supprimer. (SD2)*

▶ Méthode de priorisation

« La priorisation c'est dire « Ça c'est important, ça l'est moins, et ça c'est juste du vent ». »

- \* *On a besoin d'un bon système de gestion ici en mode est-ce que c'est mon son, est-ce une menace pour moi : ces sons ont une plus haute priorité. (SD8)*
- \* *Le coup de feu était un cinq ou la capacité ultime était un cinq, et d'autres choses comme une boucle ou quelque chose de cosmétique n'étaient pas aussi importants. (SD2)*
- \* *Lors d'un combat d'équipe, tu entendas quasiment que les transitoires des coup de feu, pas la queue, mais si tu es au stand de tir, tu entendas le son complet. (SD2)*
- \* *Si un sniper tire loin de toi, ce n'est pas important. Dès qu'il se retourne et qu'il te vise, la priorité augmente drastiquement – de même avec les bruits de pas. (SD6)*
- \* *En fonction du niveau de menace, déterminé par le code du jeu, comme "cette arme est la plus proche du joueur et peut faire le plus de dégâts", ils mixent dynamiquement le volume et l'atténuent plus ou moins agressivement selon la menace. (SD1)*
- \* *Lorsque des vétérans de la Seconde Guerre mondiale ont vu "Il faut sauver le soldat Ryan", ils se sont dit "Mon Dieu, c'est exactement le même son" et Gary Rydstrom leur a répondu "Non, ce n'est pas le cas, mais c'est exactement le son dont vous vous souvenez, parce que votre cerveau était dans un tel état de panique : "Putain, il y a une mitrailleuse et mon ami est en feu", reste n'avait pas d'importance, votre cerveau l'avait déjà filtré". (SD7)*

- \* *Ça permet un tri très naturaliste des choses, ce qui, en fin de compte, améliore les performances. Cela t'aide à trier les choses qui ne sont pas dangereuses pour toi. (SD9)*
- \* *Donc le game designer va dire « cette capacité est importante comme ça, donc joue là à ce niveau ». C'est une échelle sur 5 intitulée « À quel point est important ce son ». (SD2)*

#### **4. Immersion et performance**

- \* *Être capable de créer un paysage sonore qui permette l'immersion tout en étant au service du jeu, c'est le genre d'équilibre que nous autres sound designers essayons d'atteindre. (SD9)*
- \* *Je dirais que ces deux là sont assez difficiles à faire vivre heureux dans la même pièce. (SD6)*

##### **a) Besoin d'immersion**

###### **▶ Nécessité de l'immersion**

*« Le joueur a besoin de sentir immerger dans la carte, dans l'endroit. »*

- \* *Je dirais que c'est très important. Je pense que les jeux qui sont immersifs le sont d'un point de vue sonore, mais surtout au niveau de la construction du jeu. (SD9)*
- \* *Il faut que ce soit immersif, ce qui signifie évidemment que ça doit être record avec les visuels, le thème, tout ce que le jeu englobe. (SD4)*
- \* *Parce que l'utilisateur s'assoit et prend la manette. Il ne se préoccupe pas de savoir si c'est de la musique, des dialogues, des effets sonores... Il ne se préoccupe pas de savoir si c'est le son du monde, du personnage... En fin de compte, tout doit être arrondi, agréable et immersif. Tout sort de vos haut-parleurs et il n'y a qu'un seul mix. (SD1)*
- \* *L'immersion est extrêmement fragile, vous pouvez créer le plus beau système d'ambiance ou le plus beau système de pas, mais s'il y a la mauvaise musique par-dessus, ça peut devenir immédiatement absolument pas immersif. (SD9)*

- \* *Je pense que lorsque tu es vraiment immergé alors tu comprends ce qui se déroule, c'est là que tu es immergé. (SD8)*
- \* *Bien sûr, avec l'audio, tu peux créer le théâtre de ton esprit, et en général, tu peux le faire tout le temps. Nous amenons le monde à être un endroit vivant et cohérent. (SD3)*

▶ Immersion et narration

« Je pense que l'immersion pourrait être un outil de narration non ? »

- \* *On peut également prendre Hunt : il y a cette boucle de panneaux qui se balancent dans le vent, il y a le buisson qui traverse, le tumbleweed typique... Il ne se passe rien, c'est de la narration, cela vous dit quelque chose « Oh c'est désolé », qu'il s'est passé quelque chose. (SD4)*
- \* *Vous jouez à un jeu de tir FPS et vous savez que vous êtes une femme très à la mode. Vous voulez alors ces pas délicats, qui racontent son histoire et vous immergent dans la scène à travers ses yeux. (SD6)*
- \* *Je joue avec mon avatar, mais je ne sais pas si je suis heureux. Mais mes pas peuvent me dire « Tu es un grand type, dans un grand costume en métal », le son peut tout à fait le transmettre. (SD4)*

**b) Rôle du son**

▶ Incarnation de l'avatar

« Les FPS c'est ça : tu es l'écu. En fait l'utilisateur se confond avec l'avatar. »

- \* *Les FPS sont plus exigeants en termes de spécificité, car tu vis à travers un personnage ou tu essaies de t'immerger dedans, ce qui nécessite certaines conventions spatiales. (SD1)*
- \* *Nous voulons aussi transmettre quelque chose avec les effets sonores pour avoir un impact émotionnel. On a un élément émotionnel du type "Est-ce que je tire ? Est-ce que je me fais tirer dessus ? Est-ce que c'est le seul tir que j'aurai dans tout mon jeu ?". Tout ça a un impact majeur sur la façon dont le son se développera. (SD6)*

\* La voix peut devenir agaçante, et ce que tu ne veux pas, c'est que tu détestes tin avatar. C'est la raison pour laquelle on évite généralement de le faire. Idem pour les sons d'effort. (SD3)

▶ Multipllicité des moyens d'immerger par le son

« Au final n'importe quel son peut servir l'immersion si c'est cohérent avec le game design. »

\* « C'est complètement immersif » lorsque t'es seul. Comme si j'explorais un monde complètement nouveau, tous les animaux ont des sons, ils sont tous spatialisés en 3D, je cours, j'entends le vent, j'entends les feuilles pousser, il y a une ville là-bas et j'entends des gens crier au loin... (SD6)

\* Les layers d'ambiance peuvent aussi être très importants, par exemple l'heure de la journée ou les conditions météorologiques. Si le vent souffle, cela suppose que les arbres bougent vraiment, je veux que le vent soit plus fort, car cela se passe dans un espace plus réel. (SD4)

\* Lorsque tu joues et que tu croies vraiment à tout ce que tu entends, et que tu commences à être capable de dire où se trouvait quelque chose, et ce que c'était, et que ton imagination se met à courir avec tout, alors tu sais que tu es sur une bonne piste. Fais en sorte que ce soit crédible, et quand tu crois ce que tu entends, tu es immergé. (SD9)

\* C'est presque attendu avec les améliorations technologiques et la quantité de jeux qui sortent, donc au moins pour moi ce n'est pas radicalement nouveau quand quelque chose est me fait dire « Wow ça a l'air immersif », c'est presque comme si je m'attendais à ce que ce soit immersif. (SD6)

\* Pour moi, c'est le naturalisme, le réalisme, qui rend l'immersion possible. Tous les éléments qui peuvent m'éloigner du réalisme sont les ennemis de l'immersion. (SD3)

\* Avec le son binaural, les joueurs vivraient probablement une expérience encore plus immersive dans le jeu, ils seraient encore plus proches de la réalité. (SD6)

- \* *Et vous avez les représentations du monde réel, bien sûr vous voulez être immersif et ensuite vous allez dans ce sens, le bang aussi réel que le vrai \*son d'une Winchester\* et vous obtenez un peu plus de détails et d'intérêt. (SD4)*

### **c) Incompatibilité de l'immersion et d'un gameplay compétitif**

#### ▶ Immersion sans intérêt pour le compétitif

« *Ouais je suppose que pour un jeu de tir compétitif je m'en fiche un peu que ce soit immersif. »*

- \* *Si tu prends Overwatch, ce jeu n'a pas été développé pour être immersif au premier abord, il a besoin d'être drôle et d'être compétitif. (SD2)*
- \* *Avec la compétitivité le son tend à être plus simple et clair qu'immersif ou impliqué. (SD1)*
- \* *Tu peux appliquer des filtres radio pour donner plus d'immersion, mais je pense qu'au lieu de donner de l'immersion, c'est plus difficile à comprendre. (SD3)*
- \* *Sinon, on pourrait utiliser un sinus comme hit marker, ce serait très clair, mais pas agréable. (SD9)*
- \* *Si tu prends une arme à feu, tu pourrais dire "Ok, on a juste besoin de retours", alors tu appuies sur la gachette et ça fait pouf - même moi je pourrais le faire avec ma voix. Et c'est comme "Yep, c'est un pouf, c'est bien, pang pang", tu sais qu'il tire, ok, cool. C'est un bon feedback, mais ce n'est pas très immersif, n'est-ce pas ? (SD4)*

#### ▶ Place des ambiances

« *Je dirais que les ambiances jouent le rôle le moins important, surtout dans les jeux compétitifs. »*

- \* *Je ne sais pas, les abeilles dans le buisson – ooh c'est agréable de les entendre d'aussi près lorsque rien d'autre ne se passe, mais à la première balle qui siffle à mon oreille je n'y accorde plus d'attention. (SD4)*

- \* *Elles jouent le rôle le moins important, surtout en compétitif. C'est sympa de connaître le type d'environnement dans lequel on se trouve. Mais elles sont reléguées au second plan par rapport à tous les sons de feedback. (SD1)*
- \* *Mais je pense que dans un jeu compétitif les ambiances n'ont pas de rôle à jouer. (SD7)*
  
- \* *Valorant c'est genre un jeu parfaitement compétitif, s'il y avait un option pour couper les ambiances dans le menu c'est ce que je ferais. (SD2)*
- \* *Elles étaient juste là si rien d'autre ne se produisait, histoire de s'assurer que le jeu n'est pas vide. S'il n'y a pas d'ambiances c'est là que tu remarques que quelque chose ne tourne pas rond, mais tu n'as pas forcément envie pour autant qu'elles soient là. (SD1)*
- \* *Le fait est que tu ne peux pas être absolument sans ambiance. Donc tu as besoin qu'il y ait quelque chose, que ce soit détaillé, tu as envie d'être à cet endroit. (SD4)*

#### **d) Solutions pour une cohabitation viable**

▶ Immersion et performance peuvent être liées

« Ça t'aide à être immergé, même si selon moi c'est plutôt là pour t'aider à mieux performer. »

- \* *Si tu prends Hunt c'est genre, okay fin du 19<sup>e</sup> siècle, arsenal et armes d'époques. Puis tu te dis "OK, il faut que ce soit ce pistolet". Oh, c'est une Winchester, il faut donc qu'elle corresponde à ce son. J'appelle ça le parapluie, un jeu a généralement un parapluie de choses qui l'alimentent. Il y a des sons qui s'intègrent parfaitement dans ce parapluie, et qui sont donc parfaitement crédibles. (SD4)*
  
- \* *Si ton personnage est censé être furtif, il y aura certainement quelque chose d'intégré qui dira « Ok si le personnage parle et donne telle information », ce sera scénarisé. Ça donnera sûrement quelque chose comme (en chuchotant) "Ok, je ferais mieux d'utiliser le pistolet avec un silencieux" pour donner un indice supplémentaire. (SD7)*
  
- \* *Ça pourrait être un facteur de gameplay, tu pourrais dire que tous les oiseaux disparaissent dès que l'ennemi est proche. Tu te demanderais "Qu'est-ce qui ne va*

*pas ?". Peut-être que tu pourrais perdre tous les animaux et les ambiances comme un petit indice, les choses deviennent silencieuses. On pourrait tout à fait jouer avec comme élément de gameplay. (SD4)*

▶ Solution par le réalisme

*« Le sound design autorise en quell sort d'avoir des informations aussi bien que du naturalisme pur. »*

- \* Tout ce qui est artificiel peut potentiellement ruiner l'immersion. Si tu as un paysage sonore super immersif où le joueur est invité à écouter tous les indices qui lui font prendre conscience des détails de son environnement, et que tu as une flèche qui pointe vers ton ennemi à tout moment, cela peut vraiment ruiner l'immersion. (SD9)*
- \* Tu peux transmettre cette information particulière, mais tu perdras alors beaucoup d'autres informations, et les éléments naturels qui permettent de comprendre comment le monde est fait seront perdus. (SD8)*
- \* J'essaie de faire en sorte que ces sons soient crédibles dans un certain sens. Ensuite, il faut trouver un équilibre qui permette de les entendre et de les comprendre, mais qui ne perturbe pas trop le mixage. (SD9)*
- \* Qu'il s'agisse d'un jeu compétitif ou non, je veux dire quelques soient les éléments de gameplay que le joueur doit comprendre, je les lui fais comprendre d'une manière qui semble réelle. (SD8)*
- \* Je pense que plus c'est naturel, plus le cerveau le comprendra rapidement. (SD8)*
- \* Mais la plupart des choses ont également une représentation dans le monde réel, et comme nous sommes des êtres humains, nous avons tendance à décoder le monde réel - c'est ce que nous savons faire de mieux. C'est donc un peu comme cela que fonctionne notre cerveau. Si nous utilisons ce type de sons et que nous procédons de la même manière pour comprendre les choses, cela fonctionne généralement. (SD9)*