



HAL
open science

Propriétés visuelles de bas niveau des interfaces de jeu vidéo et expertise des joueurs

Loïc Caroux

► **To cite this version:**

Loïc Caroux. Propriétés visuelles de bas niveau des interfaces de jeu vidéo et expertise des joueurs. Actes de la 28ième conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Oct 2016, Fribourg, Suisse. pp.126-133, 10.1145/3004107.3004114 . hal-01383843

HAL Id: hal-01383843

<https://hal.science/hal-01383843>

Submitted on 19 Oct 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Propriétés visuelles de bas niveau des interfaces de jeu vidéo et expertise des joueurs

Loïc Caroux

CLLE, Université de Toulouse, CNRS, UT2J

Toulouse, France

loic.caroux@univ-tlse2.fr

RESUME

Cette étude a pour but de montrer comment les propriétés visuelles de bas niveau des interfaces de jeux vidéo, et en particulier de leurs arrière-plans, influencent la performance des joueurs dans une tâche typique de jeu vidéo (tâche de tir), et comment leur expertise des jeux vidéo d'action module cette influence. Nous avons conçu une expérimentation où étaient manipulées la complexité de l'arrière-plan, la difficulté de la tâche et l'expertise des joueurs. Les résultats ont montré que la performance des joueurs était dégradée par la difficulté de la tâche et que cette dégradation était atténuée chez les joueurs experts, du fait d'habiletés attentionnelles renforcées. Par contre, la dégradation de la performance causée aussi par la complexité de l'arrière-plan n'était pas modulée par l'expertise des joueurs. Des recommandations de conception basées sur la manipulation des propriétés visuelles des interfaces sont proposées pour faire varier le challenge dans les jeux vidéo d'action.

Mots Clés

Interfaces visuelles ; attention visuelle ; tâche de tir ; jeux vidéo d'action ; challenge.

ABSTRACT

The goal of the present study is to investigate how the low-level visual features of video game interfaces, and in particular their backgrounds, influence players' performance in a typical video game task (a shooting task), and how their action video game expertise modulates this influence. We designed an experiment in which background complexity, task difficulty and player expertise were manipulated. Results showed that players' performance was impaired by task difficulty and that this impairment was attenuated for expert players, because of their enhanced attentional skills. However, even if players' performance was also impaired by background complexity, this impairment was not modulated by player expertise. Design recommendations based on manipulations of the interfaces' visual features are

proposed to establish the level of challenge in action video games.

Author Keywords

Visual interfaces; visual attention; shooting task; action video games; challenge.

ACM Classification Keywords

H.5.2. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): User interfaces.

INTRODUCTION

L'engagement et le plaisir ressenti du joueur dans un jeu vidéo sont fortement liés au challenge proposé par le jeu [5]. Contrairement aux systèmes interactifs classiques plutôt utilisés dans un cadre de productivité, la tâche ne doit pas être simplifiée au maximum pour faciliter l'interaction. Elle doit être adaptée aux capacités et aux attentes des joueurs pour maintenir élevée leur motivation [14].

En général, les concepteurs de jeu vidéo font varier le challenge en agissant sur la difficulté de la tâche à réaliser. Plusieurs études ont montré que les éléments tels que le nombre d'ennemis à toucher ou éviter, la vitesse de déplacement des ennemis ou encore leur niveau d'intelligence artificielle ont un impact sur la difficulté de la tâche de jeu [1]. Cependant, peu d'études ont évalué comment les propriétés visuelles de l'interface de jeu peuvent être aussi utilisées pour moduler la difficulté de la tâche de jeu [12].

Les jeux vidéo sont des environnements virtuels qui présentent des environnements dynamiques complexes. Les informations présentées sont nombreuses et évoluent dans le temps. Elles peuvent être présentées sous différentes modalités sensorielles mais la modalité visuelle reste généralement privilégiée [15]. Classiquement, les interfaces visuelles des jeux vidéo sont constituées d'une scène d'action principale qui contient les objets avec lesquels le joueur doit interagir (par ex. avatars, ennemis ou cibles). Cette scène d'action est superposée à un arrière-plan qui peut être complexe et en mouvement (par ex. décors, paysages). Puis un affichage tête-haute qui fournit des informations contextuelles associées à la situation de jeu en cours (par ex. score, points de vie) peut être superposé à cet ensemble [8].

Comme il est détaillé dans l'état de l'art, plusieurs études ont eu pour but de comprendre comment les différentes caractéristiques de ces interfaces visuelles peuvent influencer la performance et l'expérience du joueur. Cependant, peu d'études se sont intéressées à l'influence des propriétés visuelles de bas niveau de ces interfaces,

comme les couleurs, les contrastes, ou encore la luminance. Pourtant, plusieurs champs de recherche en psychologie et en ergonomie cognitive ont comme objet d'étude les processus perceptifs et attentionnels des humains face à des environnements visuels complexes et certains des résultats obtenus dans ce cadre pourraient être très utiles pour une conception optimale des interfaces de jeux vidéo [8].

Par ailleurs, des recherches récentes ont montré que les habiletés attentionnelles des joueurs de jeu vidéo peuvent être différentes en fonction de leur expertise. En particulier, plusieurs études ont montré que le fait de jouer régulièrement à des jeux vidéo d'action (par ex. jeux de tir, de course ou de plates-formes) augmente certaines habiletés attentionnelles comme les habiletés spatiales ou temporelles [3,6]. Les résultats de ces recherches pourraient être utilisés par les concepteurs de jeux qui font appel aux habiletés attentionnelles du joueur afin de proposer un challenge optimal pour chaque type d'expertise.

L'objectif de la recherche présentée dans cet article est de comprendre comment les propriétés visuelles de bas niveau d'une interface visuelle de jeu vidéo peuvent influencer la performance des joueurs, et comment l'expertise des joueurs peut moduler cette influence. Plus particulièrement, notre étude se concentre sur une partie des interfaces classiques des jeux vidéo : les arrière-plans. Le but est d'étudier expérimentalement l'influence de la complexité visuelle des arrière-plans et de la difficulté de la tâche sur la performance de jeu à une tâche typique des jeux vidéo (tâche de tir), en fonction de l'expertise des joueurs.

ETAT DE L'ART

Influence des choix de conception des interfaces visuelles sur la performance des joueurs

Plusieurs études ont montré comment des caractéristiques des interfaces visuelles prises de manière isolée peuvent influencer la performance et l'expérience des joueurs, et comment elles peuvent être utilisées par les concepteurs pour optimiser les interactions joueur-jeu vidéo.

Certaines études se sont intéressées à des critères globaux de l'interface comme le point de vue affiché à l'écran (vue en 1^{ère} personne ou en 3^e personne) [2], les qualités graphiques du jeu [11], ou encore l'affichage en 3D stéréoscopique [16]. D'autres se sont intéressées à des critères plus locaux concernant la nature ou l'organisation des éléments des affichages tête-haute [7].

Enfin, certaines études ont cherché à comprendre l'influence des caractéristiques visuelles des arrière-plans sur la performance des joueurs. A notre connaissance, les facteurs qui peuvent avoir une influence sur la performance sont la couleur [20], la luminosité [13], le mouvement [9], ainsi que la complexité visuelle [12] des arrière-plans.

La section suivante détaille les concepts liés à l'influence de la complexité visuelle des arrière-plans sur le comportement des individus, et en particulier sur la performance des joueurs.

Influence de la complexité visuelle des arrière-plans sur la performance des joueurs

La complexité d'une scène visuelle est caractérisée par la densité des informations visuelles qu'elle présente. Une scène visuelle est complexe quand il y a un excès d'information dans celle-ci, et que la « variabilité » de l'information est élevée [4]. La complexité d'une scène visuelle a généralement une influence négative sur différentes tâches qui impliquent de repérer et d'utiliser des éléments visuels dans une scène, comme lors d'une interaction avec un jeu vidéo [12].

Lors de l'exploration de scènes visuelles, l'attention de l'observateur ne se déplace pas de manière aléatoire. Deux types de guidage attentionnel coexistent [18]. Le guidage « ascendant », plutôt réactif, est régi par les propriétés visuelles de la scène perçue. Le guidage « descendant » dépend quant à lui des buts et des connaissances de l'individu. Généralement, ces deux modes de guidage sont activés simultanément et interagissent pendant la perception d'une scène. Lorsqu'une scène visuelle est complexe, elle contient beaucoup d'éléments visuels susceptibles de guider l'attention de manière plutôt ascendante. Lors d'une tâche réalisée pour atteindre un but, la complexité visuelle d'une scène ou d'un arrière-plan peut perturber le guidage descendant, et a pour conséquence une dégradation de la performance à cette tâche.

Seules deux études à notre connaissance avaient pour but de montrer l'influence de la complexité visuelle sur la performance à une tâche de tir, telle qu'elle peut exister dans un jeu vidéo [10,12]. Jie et Clark [12] ont utilisé un jeu expérimental dans lequel les joueurs devaient tirer sur des objets superposés à un arrière-plan complexe. Ces objets apparaissaient de manière aléatoire et les joueurs devaient tirer le plus rapidement possible. Les auteurs ont montré que la performance de tir (temps pour toucher les cibles) était plus faible lorsque la complexité visuelle était plus grande. Dans l'étude de Caroux et al. [10], les participants devaient repérer et toucher le plus rapidement possible une cible affichée parmi plusieurs objets distrayants superposés sur des arrière-plans de différents niveaux de complexité. Ces auteurs ont également montré des temps de réponse plus longs pour toucher la cible lorsque l'arrière-plan était plus complexe.

Les habiletés de contrôle du guidage attentionnel peuvent toutefois être modulées par certains facteurs internes aux individus. Certains facteurs sont liés à l'expertise de l'individu dans une tâche particulière, notamment l'expertise des jeux vidéo d'action.

Evolution des habiletés attentionnelles en fonction de l'expertise du joueur

Plusieurs études ont récemment montré que les joueurs ont des habiletés perceptives et attentionnelles différentes selon leur expertise des jeux vidéo. Plus précisément, l'expertise des jeux vidéo d'action impliquerait des habiletés attentionnelles renforcées [3,6]. Ceci est lié au fait que les jeux vidéo d'action affichent des environnements visuels et sonores très complexes et dynamiques qui requièrent de la part des joueurs des

réponses très rapides et précises. La plupart des études ont également montré que ces évolutions sont le résultat de l'entraînement à ce type de jeu vidéo. Les habiletés attentionnelles augmentent avec le temps passé à jouer. On peut noter ici que les habiletés de guidage attentionnel descendant, comme l'attention sélective, l'attention divisée ou l'attention soutenue, ont été montrées comme plus grandes chez les joueurs experts de jeu vidéo d'action [21]. Cependant, aucune recherche n'a montré à notre connaissance l'impact de l'expertise des jeux vidéo d'action sur les habiletés de guidage ascendant.

PRESENTATION DE L'ETUDE

L'objectif l'étude est de comprendre comment les propriétés visuelles de bas niveau d'une interface visuelle de jeu vidéo, et en particulier de son arrière-plan, peuvent influencer la performance des joueurs, et comment l'expertise des joueurs peut moduler cette influence.

Nous avons conçu une expérimentation dans laquelle les participants devaient réaliser une tâche de tir qui impliquait un guidage attentionnel descendant. Les participants devaient repérer et toucher à l'aide d'un curseur un objet cible présenté parmi plusieurs objets distracteurs qui partageaient des critères visuels (couleur et taille) avec la cible. Cette tâche pouvait être facile ou difficile en fonction de la quantité de critères visuels partagés par la cible et les distracteurs. En effet, il a été largement montré dans la littérature que la recherche visuelle d'une cible est plus difficile si elle partage des critères visuels saillants avec des distracteurs (par ex. chercher une cible grande et rouge parmi des distracteurs grands et bleus, ou petits et rouges) que lorsqu'elle n'en partage pas (par ex. chercher une cible grande et rouge parmi des distracteurs petits et bleus) [17].

Ces objets étaient superposés à un arrière-plan faiblement ou fortement complexe visuellement. Bien que cet arrière-plan ne possédât aucune information nécessaire à la tâche de tir, il était conçu de telle manière que dans la condition la plus complexe, l'attention pouvait être attirée par les éléments visuels de l'arrière-plan et que le guidage attentionnel descendant du joueur soit perturbé.

Enfin, l'expertise des joueurs aux jeux vidéo d'action est aussi étudiée. Deux groupes de personnes (joueurs experts et non-joueurs) ont participé à l'étude pour évaluer comment cette expertise modulait l'influence de la complexité visuelle de l'arrière-plan et de la difficulté de la tâche sur la performance à la tâche.

Deux hypothèses ont été testées. La première hypothèse était que la performance à la tâche est dégradée par la difficulté de la tâche, mais que cette dégradation est atténuée chez les joueurs experts, du fait d'un guidage attentionnel descendant mieux contrôlé et plus efficace.

La deuxième hypothèse était que la performance à la tâche est dégradée par un arrière-plan fortement complexe, qui active le guidage attentionnel ascendant et perturbe le guidage descendant, mais que cette dégradation est atténuée chez les joueurs experts du fait d'un guidage attentionnel ascendant mieux contrôlé et moins perturbant.

METHODE

Participants

Un total de 504 volontaires (281 hommes et 223 femmes) âgés en moyenne de $M = 23,9$ ans (écart-type $ET = 7,9$) ont participé à l'étude. Tous les participants avaient une vision normale ou corrigée et n'étaient pas atteints de daltonisme. Les participants, de profils divers, ont été recrutés sur la base du volontariat, par le biais de réseaux de connaissances notamment. Le grand nombre de participants a été obtenu grâce à l'implication de plusieurs expérimentateurs dans le recrutement et le recueil de données.

Les participants étaient séparés en 2 groupes basés sur leur expertise des jeux vidéo d'action. Un groupe était composé de joueurs experts ($N = 252$). L'autre groupe était composé de non-joueurs ($N = 252$). L'expertise était déterminée en fonction du nombre hebdomadaire moyen d'heures passées à jouer à des jeux vidéo d'action au cours des 6 derniers mois. Un participant était considéré comme joueur expert si le nombre moyen était de 4 heures ou plus par semaine. Un participant était considéré comme non-joueur si le nombre moyen était égal à 0 (i.e. le participant n'a pas joué à des jeux vidéo d'action au cours des 6 derniers mois).

Matériel

Le matériel était constitué d'un ensemble de scènes visuelles statiques (taille : 800 x 600 pixels) présentées sur un écran d'ordinateur (exemples en figure 1). Chacune des scènes était composée de 25 créatures qui représentaient une cible de la tâche de tir parmi 24 distracteurs. Ces créatures étaient superposées à un arrière-plan de complexité visuelle variable. La conception des créatures et des arrière-plans s'est basée sur le matériel utilisé par Caroux et al. [10].

La cible et les distracteurs de la tâche de tir étaient choisis parmi 4 versions d'une même créature. Les 4 versions variaient par la couleur, bleue (couleur à l'écran selon le modèle TSV : Teinte = 228, Saturation = 74, Valeur = 25-84) ou rouge (TSV : 7, 74, 25-84), et la taille, grande (64 x 64 pixels) ou petite (64 x 32 pixels). Des exemples de ces créatures sont présentés dans la figure 1.

Deux arrière-plans de complexité visuelle faible et forte ont été conçus (figure 1). Ils étaient composés d'éléments extraits du jeu vidéo « Child of Eden » (Ubisoft, 2011). L'arrière-plan de faible complexité n'était composé que d'une trame neutre de couleur principale verte (TSV : 120, 100, 10-70). L'arrière-plan de forte complexité était composé de cette même trame neutre sur laquelle étaient dispersés de manière régulière des objets abstraits (TSV : 120, 50-100, 40-100). Ces objets recouvraient 25 % de la surface de l'arrière-plan.

Plan expérimental et procédure

La difficulté de la tâche (facile ou difficile) et la complexité visuelle de l'arrière-plan (faible ou forte) étaient manipulées en intra-participants. L'expertise des jeux vidéo d'action (joueur expert ou non-joueur) était manipulée en inter-participants.

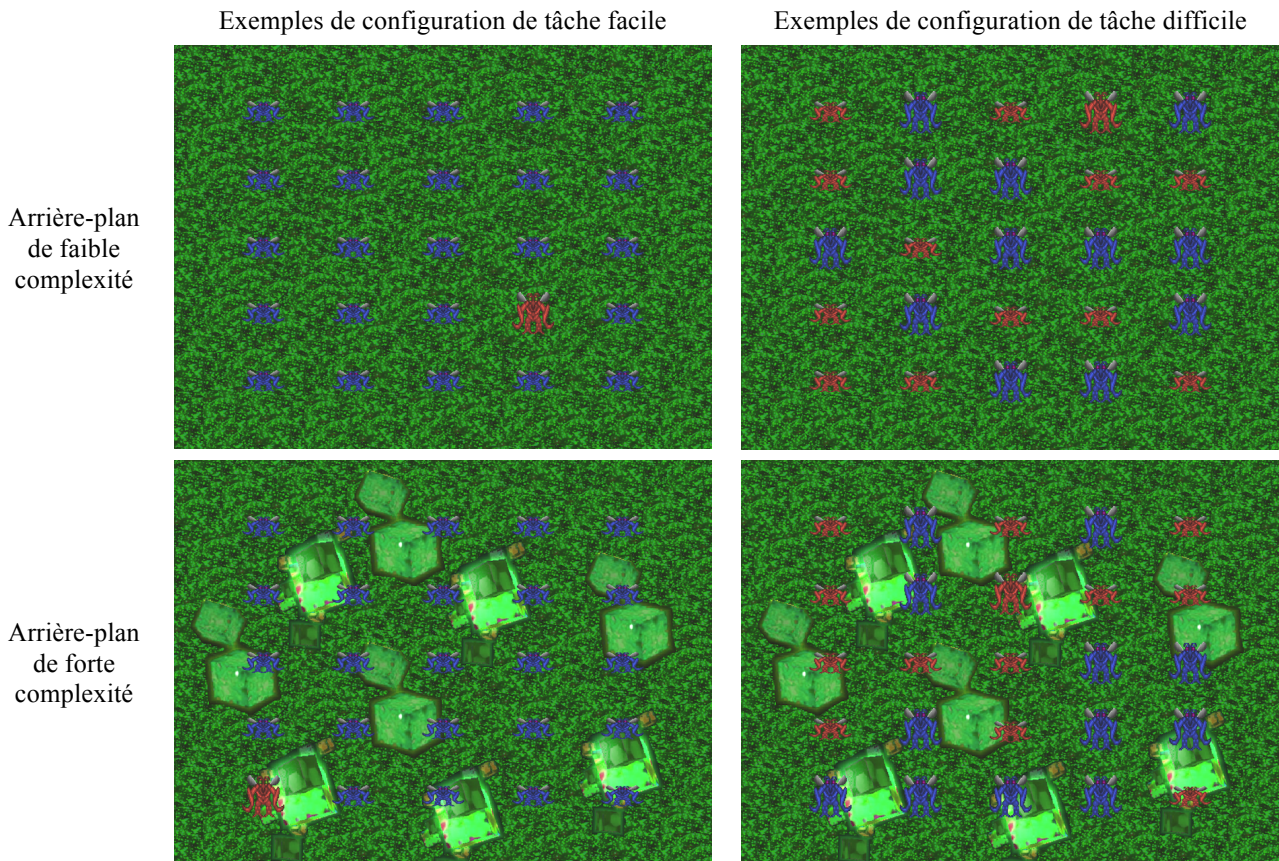


Figure 1. Arrière-plans utilisés dans l'expérimentation, avec différents exemples de configurations de cibles et de distracteurs en fonction de la difficulté de la tâche.

La tâche était présentée aux participants comme un jeu où ils devaient repérer et toucher le plus rapidement possible des cibles à l'aide d'un curseur. Le dispositif de pointage utilisé pour contrôler le curseur à l'écran était une souris classique d'ordinateur. La position du curseur au début de chaque essai n'était pas contrôlée.

Chaque participant devait réaliser 16 essais, divisés en 4 blocs de 4 essais. Chaque bloc d'essais correspondait à une cible particulière qui combinait une couleur (bleu ou rouge) et une taille (grande ou petite) particulières, de telle manière que toutes les combinaisons couleur \times taille étaient présentées. La cible était identique pour tous les essais du bloc (par ex. cible grande et rouge). La cible à toucher dans les essais d'un même bloc était présentée une seule fois avant le premier essai du bloc. Le temps de présentation de la cible n'était pas limité. La consigne donnée au participant était qu'il pouvait démarrer quand il le souhaitait.

Chacun des 4 essais d'un bloc représentait une condition expérimentale différente (difficulté de la tâche \times complexité de l'arrière-plan). Lorsque la tâche était facile, la cible était présentée parmi des distracteurs qui ne partageaient aucun critère visuel de couleur ou de taille avec la cible (par ex. une cible grande et rouge parmi des distracteurs petits et bleus). Lorsque la tâche était difficile,

la cible était présentée parmi des distracteurs qui partageaient avec la cible un critère visuel de couleur ou de taille (par ex. une cible grande et rouge parmi certains distracteurs grands et bleus et d'autres petits et rouges) (exemples en figure 1). Au total, chaque condition expérimentale était répétée 4 fois pour chaque participant.

L'ordre de présentation des blocs d'essais ainsi que l'ordre de présentation des essais à l'intérieur de chaque bloc étaient contrebalancés. Chacun des 4 blocs d'essais était présenté dans un ordre aléatoire, donc différent pour chaque participant. De même, à l'intérieur de chaque bloc, chacun des 4 essais (représentant une condition expérimentale différente) était aussi présenté dans un ordre aléatoire. Ceci impliquait que la position de la cible parmi les distracteurs et la position des distracteurs eux-mêmes changeaient entre chaque essai d'un même bloc (leurs positions étaient pseudo-aléatorisées). Les éventuels effets d'ordre étaient donc annulés.

Mesures dépendantes

La première mesure dépendante de performance des participants à la tâche de tir était le temps moyen nécessaire pour tirer sur chaque cible. Le temps mesuré démarrait au moment où la scène visuelle apparaissait à l'écran et terminait au moment où le participant cliquait sur la cible.

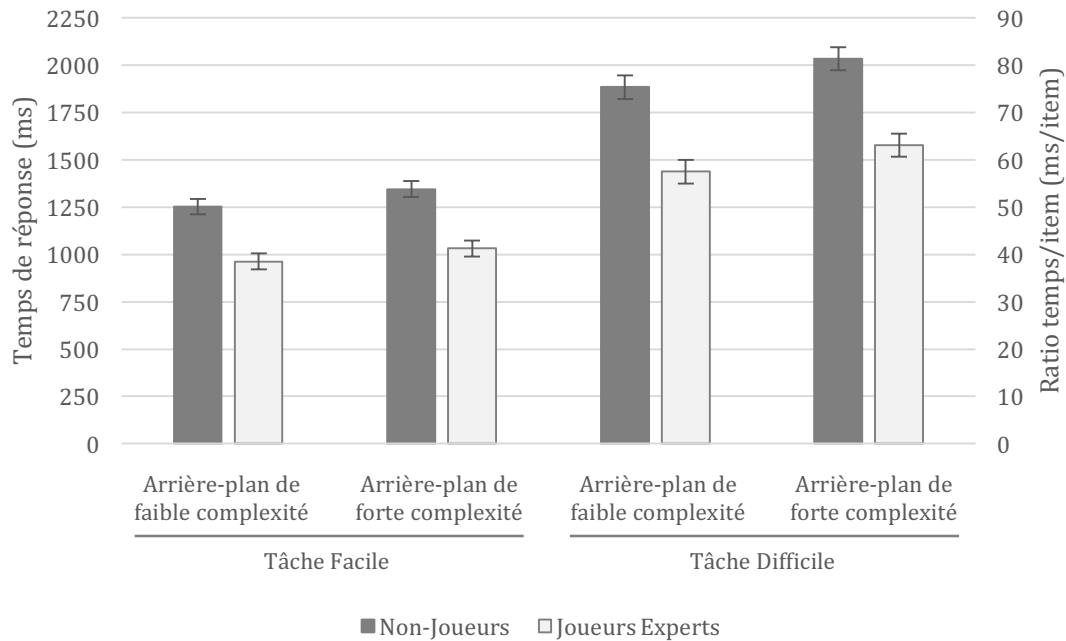


Figure 1. Temps de réponse moyen (en ms) et ratio temps/item moyen (ms/item) pour toucher chaque cible dans les différentes conditions de difficulté de la tâche, de complexité visuelle de l'arrière-plan et d'expertise du joueur. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95%.

La deuxième mesure dépendante de performance était le ratio temps/item. Cet indicateur basé sur les temps de réponse des participants est régulièrement utilisé dans la littérature [19] pour montrer les variations d'efficacité de la recherche visuelle indépendamment du nombre de distracteurs affichés. Il est calculé simplement en divisant le temps de réponse de chaque essai par le nombre d'items à l'écran (1 cible + 24 distracteurs, soit 25 items dans l'étude présente).

Ces variables ont été analysées en utilisant des ANOVA pour mesures répétées avec la difficulté de la tâche et la complexité visuelle de l'arrière-plan en facteurs intra-participants et l'expertise des jeux vidéo d'action en facteur inter-participants.

RESULTATS

Les réponses prématurées (temps de réponses inférieurs à 100 ms) ou trop tardives (temps de réponse supérieurs à 5000 ms) ont été exclues de l'analyse. Les réponses avec erreur, c'est-à-dire celles où les participants touchaient un distracteur au lieu de la cible, étaient aussi exclues de l'analyse. Elles étaient très peu nombreuses et représentaient moins de 0,3 % de l'ensemble des essais. Ceci s'explique par un « effet plafond » dû à des contraintes faibles pour réaliser la tâche. La cible était toujours présente et le temps de réponse du participant n'était pas limité (seule la consigne verbale demandait au participant de toucher le plus rapidement possible la cible). Au total, le nombre d'essais exclus représentait en moyenne 3,8 % du nombre total d'essais par participant (min = 0 %, max = 12,5 %).

Les résultats des ANOVA étant identiques pour les deux mesures dépendantes, ils ne sont reportés qu'une seule fois dans les paragraphes qui suivent.

La figure 2 montre que la difficulté de la tâche avait une influence sur les temps de réponse et les ratios temps/item, $F(1, 502) = 1234,04, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,71$. Les temps de réponse et les ratios étaient plus longs lorsque la tâche était difficile ($M = 1732$ ms, $ET = 554$; $M = 69,3$ ms/item, $ET = 22,1$) que lorsqu'elle était facile ($M = 1148$ ms, $ET = 370$; $M = 45,9$ ms/item, $ET = 14,8$). La complexité visuelle de l'arrière-plan avait aussi une influence sur les temps de réponse et les ratios temps/item, $F(1, 502) = 64,21, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,11$. Les temps de réponse et les ratios étaient plus longs lorsque la complexité de l'arrière-plan était forte ($M = 1496$ ms, $ET = 561$; $M = 59,9$ ms/item, $ET = 22,4$) que lorsqu'elle était faible ($M = 1383$ ms, $ET = 370$; $M = 55,3$ ms/item, $ET = 21,7$).

L'interaction entre la difficulté de la tâche et la complexité visuelle de l'arrière-plan était aussi significative, $F(1, 502) = 4,96, p < 0,05, \eta_p^2 = 0,01$. Les temps de réponse et les ratios temps/item étaient plus largement allongés par l'arrière-plan de forte complexité lorsque la tâche était difficile ($M = 1660$ ms, $ET = 551$; $M = 66,4$ ms/item, $ET = 22,1$ pour la condition de complexité faible ; $M = 1804$ ms, $ET = 547$; $M = 72,2$ ms/item, $ET = 21,9$ pour la condition de complexité forte), que lorsque la tâche était facile ($M = 1107$ ms, $ET = 361$; $M = 44,3$ ms/item, $ET = 14,4$ pour la condition de complexité faible ; $M = 1188$ ms, $ET = 374$; $M = 47,5$ ms/item, $ET = 15,0$ pour la condition de complexité forte).

Enfin, la figure 2 montre que l'expertise des jeux vidéo d'action du participant avait aussi une influence sur les temps de réponse et les ratios temps/item, $F(1, 502) = 184,44, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,27$. Les temps de réponse étaient plus longs pour les non-joueurs ($M = 1628$ ms, $ET = 596$; $M = 65,1$ ms/item, $ET = 23,8$) que pour les joueurs experts ($M = 1252$ ms, $ET = 434$; $M = 50,1$ ms/item, $ET = 17,4$).

L'interaction entre l'expertise des jeux vidéo d'action et la difficulté de la tâche était significative, $F(1, 502) = 20,41$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,04$. Les temps de réponse et les ratios temps/item étaient moins allongés par la tâche difficile pour les joueurs experts ($M = 997$ ms, $ET = 238$; $M = 39,9$ ms/item, $ET = 9,5$ pour la tâche facile ; $M = 1507$ ms, $ET = 436$; $M = 60,3$ ms/item, $ET = 17,4$ pour la tâche difficile) que pour les non-joueurs ($M = 1298$ ms, $ET = 414$; $M = 51,9$ ms/item, $ET = 16,6$ pour la tâche facile ; $M = 1958$ ms, $ET = 568$; $M = 78,3$ ms/item, $ET = 22,7$ pour la tâche difficile).

Par contre, l'interaction entre l'expertise des jeux vidéo d'action et la complexité visuelle de l'arrière-plan n'atteignait pas le seuil de significativité, $F(1, 502) < 1$. L'interaction entre les trois facteurs manipulés n'atteignait pas non plus le seuil de significativité, $F(1, 502) < 1$.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'objectif de notre étude était de comprendre comment les propriétés visuelles de bas niveau d'une interface visuelle de jeu vidéo, et en particulier de son arrière-plan, peuvent influencer la performance des joueurs, et comment l'expertise des joueurs peut moduler cette influence.

La première hypothèse était que la performance à la tâche est dégradée par la difficulté de la tâche, mais que cette dégradation est atténuée chez les joueurs experts. L'hypothèse a été vérifiée. Conformément aux précédentes études qui utilisaient des tâches similaires [17], les temps de réponses et les ratios temps/item étaient plus longs lorsque la cible et les distracteurs partageaient un critère visuel de couleur ou de taille que lorsqu'ils ne partageaient aucun de ces deux critères. De plus cette augmentation des temps de réponses et des ratios était atténuée pour les joueurs experts de jeux vidéo d'action par rapport aux temps de réponses des non-joueurs. Ce résultat est en accord avec les études qui ont montré que les joueurs experts ont des habiletés perceptives et attentionnelles renforcées par rapport à celles des non-joueurs [3]. Cette différence de performance à la tâche selon l'expertise peut être expliquée par le fait que les joueurs experts avaient un guidage attentionnel descendant plus efficace que celui des non-joueurs.

La deuxième hypothèse était que la performance à la tâche est dégradée par un arrière-plan fortement complexe, mais que cette dégradation est atténuée chez les joueurs experts. Cette hypothèse n'a pas été entièrement vérifiée. Les temps de réponse mesurés et les ratios temps/item étaient plus longs lorsque l'arrière-plan était de forte complexité par rapport à lorsqu'il était de faible complexité. Ce résultat est en accord avec la littérature [10]. Il peut être expliqué par le fait qu'un arrière-plan qui présente une densité visuelle d'informations forte sollicite particulièrement le guidage attentionnel ascendant du joueur et perturbe par conséquent le guidage descendant.

Cependant, il n'y avait pas de différence de dégradation de la performance par la complexité de l'arrière-plan entre les joueurs experts et les non-joueurs. Ce résultat signifierait que le guidage attentionnel ascendant n'opérerait pas différemment en fonction de l'expertise du joueur, contrairement au guidage descendant. Autrement dit, le

fait de jouer régulièrement à des jeux vidéo d'action permettrait d'améliorer seulement une partie des habiletés attentionnelles des joueurs. Les habiletés liées au guidage attentionnel descendant seraient renforcées, comme l'a montré la littérature [3], mais pas celles liées au guidage ascendant.

Applications pour la conception des jeux vidéo

Les résultats obtenus dans cette étude peuvent être utilisés en termes de recommandations à destination des concepteurs d'environnements virtuels comme les jeux vidéo. Cette étude a montré qu'en complément des autres éléments sur lesquels les concepteurs s'appuient pour créer du challenge dans le jeu, les propriétés visuelles des interfaces, et en particulier des arrière-plans, peuvent aussi être manipulées. De plus, la prise en compte de l'expertise du joueur est déterminante quand les habiletés perceptives et attentionnelles du joueur sont impliquées, comme par exemple dans les jeux vidéo d'action.

Les propriétés visuelles de l'interface peuvent être modifiées pour faire varier la difficulté d'un jeu vidéo d'action. Augmenter la complexité visuelle de la tâche comme celle de l'arrière-plan augmente la difficulté du jeu. Toutefois, puisque le guidage attentionnel descendant des joueurs experts est plus efficace que celui des non-joueurs, les concepteurs devraient modifier plus fortement les propriétés visuelles des objets liés à la tâche si le jeu s'adresse à des joueurs experts. Par contre, modifier plus fortement les propriétés visuelles des informations qui ne sont pas liées à la tâche (comme celles contenues dans les arrière-plans) et qui font appel au guidage attentionnel ascendant, serait inefficace.

Conclusion et perspectives

L'étude présentée dans cet article a montré que la manipulation des propriétés visuelles des interfaces de jeu vidéo peut influencer la performance du joueur. Plus précisément, la performance dans une tâche de tir peut être dégradée par la complexité visuelle d'un arrière-plan, en accord avec les précédentes recherches qui ont étudié l'influence des caractéristiques visuelles de l'arrière-plan sur la performance humaine. Même si l'expertise des joueurs permettait d'atténuer la dégradation de la performance causée par la difficulté de la tâche, l'étude n'a pas permis de montrer que cette expertise permettait aussi d'atténuer la dégradation causée par une plus forte complexité visuelle de l'arrière-plan. Les résultats présents s'ajoutent à ceux des précédentes recherches qui ont montré l'influence des caractéristiques visuelles des interfaces sur la performance du joueur et qui ont montré que les concepteurs de jeux vidéo pouvaient modifier ces caractéristiques pour moduler le challenge dans un jeu.

Des études supplémentaires restent nécessaires pour explorer ces questions de recherche dans des environnements plus proches des jeux du commerce. Le matériel utilisé dans notre étude était volontairement minimaliste pour étudier le plus finement possible les phénomènes liés au guidage attentionnel dans des environnements tels qu'ils peuvent exister dans les jeux vidéo. Les prochaines expérimentations devraient utiliser des environnements visuels plus variés, qui représentent

des univers en deux dimensions mais aussi en trois dimensions, et avec des tâches plus diverses.

Enfin, notre étude ne s'intéressait qu'à la performance des joueurs. Or, une des spécificités des interactions joueur-jeu vidéo est que le but recherché par le joueur relève souvent du divertissement et du plaisir de jouer. Des études supplémentaires devraient être menées afin d'évaluer l'influence des propriétés visuelles des interfaces sur l'expérience subjective du joueur, en complément de sa performance.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie les étudiants de licence en psychologie de l'Université Toulouse Jean Jaurès qui ont participé au recrutement des participants et au recueil des données.

BIBLIOGRAPHIE

1. Maria-Virginia Aponte, Guillaume Levieux, and Stéphane Natkin. 2011. Measuring the level of difficulty in single player video games. *Entertainment Computing* 2: 205–213. <http://doi.org/10.1016/j.entcom.2011.04.001>
2. Sangwon Bae, Haein Lee, Hyejin Park, Hanju Cho, Joonah Park, and Jinwoo Kim. 2012. The effects of egocentric and allocentric representations on presence and perceived realism: Tested in stereoscopic 3D games. *Interacting with Computers* 24: 251–264. <http://doi.org/10.1016/j.intcom.2012.04.009>
3. Daphne Bavelier, C. Shawn Green, Alexandre Pouget, and Paul Schrater. 2012. Brain plasticity through the life span: Learning to learn and action video games. *Annual Review of Neuroscience* 35: 391–416. <http://doi.org/10.1146/annurev-neuro-060909-152832>
4. Melissa R. Beck, Maura C. Lohrenz, and J. Gregory Trafton. 2010. Measuring search efficiency in complex visual search tasks: Global and local clutter. *Journal of Experimental Psychology: Applied* 16: 238–250. <http://doi.org/10.1037/a0019633>
5. Elizabeth A. Boyle, Thomas M. Connolly, Thomas Hailey, and James M. Boyle. 2012. Engagement in digital entertainment games: A systematic review. *Computers in Human Behavior* 28: 771–780. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2011.11.020>
6. Elizabeth A. Boyle, Thomas Hailey, Thomas M. Connolly, et al. 2016. An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education* 94: 178–192. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.003>
7. Loïc Caroux and Katherine Isbister. 2016. Influence of head-up displays' characteristics on user experience in video games. *International Journal of Human-Computer Studies* 87: 65–79. <http://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2015.11.001>
8. Loïc Caroux, Katherine Isbister, Ludovic Le Bigot, and Nicolas Vibert. 2015. Player–video game interaction: A systematic review of current concepts. *Computers in Human Behavior* 48: 366–381. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.066>
9. Loïc Caroux, Ludovic Le Bigot, and Nicolas Vibert. 2013. Impact of the motion and visual complexity of the background on players' performance in video game-like displays. *Ergonomics* 56: 1863–1876. <http://doi.org/10.1080/00140139.2013.847214>
10. Loïc Caroux, Ludovic Le Bigot, and Nicolas Vibert. 2015. Impairment of shooting performance by background complexity and motion. *Experimental Psychology* 62: 98–109. <http://doi.org/10.1027/1618-3169/a000277>
11. Kajal T. Claypool and Mark Claypool. 2007. On frame rate and player performance in first person shooter games. *Multimedia Systems* 13: 3–17. <http://doi.org/10.1007/s00530-007-0081-1>
12. Lie Jie and James J. Clark. 2008. Video game design using an eye-movement-dependent model of visual attention. *ACM Transactions on Multimedia Computing Communications and Applications* 4, 3: article 22, 1–16. <http://doi.org/10.1145/1386109.1386115>
13. Igor Knez and Simon Niedenthal. 2008. Lighting in digital game worlds: Effects on affect and play performance. *Cyberpsychology & Behavior* 11: 129–137. <http://doi.org/10.1089/cpb.2007.0006>
14. Thomas W. Malone and Mark R. Lepper. 1987. Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. In *Aptitude, learning, and instruction: III. Conative and affective process analysis*, Richard E. Snow and Marshall J. Farr (eds.). Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 223–253.
15. Kay M. Stanney, Mansoor Mollaghasemi, Leah Reeves, Robert Breaux, and David A. Graeber. 2003. Usability engineering of virtual environments (VEs): Identifying multiple criteria that drive effective VE system design. *International Journal of Human-Computer Studies* 58: 447–481. [http://doi.org/10.1016/s1071-5819\(03\)00015-6](http://doi.org/10.1016/s1071-5819(03)00015-6)
16. Jari Takatalo, Takashi Kawai, Jyrki Kaistinen, Göte Nyman, and Jukka Häkkinen. 2011. User experience in 3D stereoscopic games. *Media Psychology* 14: 387–414. <http://doi.org/10.1080/15213269.2011.620538>
17. Thomas L. Thornton and David L. Gilden. 2007. Parallel and serial processes in visual search. *Psychological Review* 114: 71–103. <http://doi.org/10.1037/0033-295x.114.1.71>
18. Antonio Torralba, Aude Oliva, Monica S. Castelano, and John M. Henderson. 2006. Contextual guidance of eye movements and attention in real-world scenes: The role of global features in object search. *Psychological Review* 113:

766–786. <http://doi.org/10.1037/0033-295x.113.4.766>

19. Jeremy M. Wolfe. 1998. What can 1 million trials tell us about visual search? *Psychological Science* 9: 33–39. <http://doi.org/10.1111/1467-9280.00006>
20. S. Wolfson and G. Case. 2000. The effects of sound and colour on responses to a computer game. *Interacting with Computers* 13: 183–192. [http://doi.org/10.1016/S0953-5438\(00\)00037-0](http://doi.org/10.1016/S0953-5438(00)00037-0)
21. Sijing Wu and Ian Spence. 2013. Playing shooter and driving videogames improves top-down guidance in visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics* 75: 673–686. <http://doi.org/10.3758/s13414-013-0440-2>