



**HAL**  
open science

## L'animation 3D comme support au code de la route. Intérêt pour les candidats sourds

Sébastien Laurent, Laurence Paire-Ficout, Stéphane Argon, Jean-Michel  
Boucheix

### ► To cite this version:

Sébastien Laurent, Laurence Paire-Ficout, Stéphane Argon, Jean-Michel Boucheix. L'animation 3D comme support au code de la route. Intérêt pour les candidats sourds. 9ème conférence de Psychologie Ergonomique (EPIQUE): Ergonomie des technologies pour le développement des compétences, Jul 2017, DIJON, France. 9 p. hal-01768968

**HAL Id: hal-01768968**

**<https://hal.science/hal-01768968>**

Submitted on 17 Apr 2018

**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.

## L'animation 3D comme support au code de la route. Intérêt pour les candidats sourds

### **Laurent Sébastien**

Univ Lyon, IFSTTAR, TS2, LESCOT, F-69675, LYON, France  
sebastien.laurent@ifsttar.fr

### **Paire-Ficout Laurence**

Univ Lyon, IFSTTAR, TS2, LESCOT, F-69675, LYON, France  
laurence.paire-ficout@ifsttar.fr

### **Stéphane Argon**

Univ Bourgogne, LEAD- CNRS UMR 5022 F-21065, DIJON, France  
Stephane.Argon@u-bourgogne.fr

### **Boucheix Jean-Michel**

Univ Bourgogne, LEAD- CNRS UMR 5022 F-21065, DIJON, France  
jean-michel.boucheix@u-bourgogne.fr

---

### **RÉSUMÉ**

La réussite à l'examen du code de la route est un facteur facilitant l'insertion sociale et professionnelle. Avec un taux de réussite largement inférieur aux candidats entendants, les individus sourds éprouvent de nombreuses difficultés. Le matériel actuel composé d'images statiques ne serait pas compatible avec des habiletés temporelles dégradées dues à l'absence d'audition. La présente étude s'intéresse au bénéfice d'un matériel dynamique basé sur des animations 3D dans une tâche de prise de décision. Les résultats mettent en évidence de meilleures prises de décision avec le matériel animé par rapport au matériel statique, notamment chez les candidats sourds.

### **MOTS-CLÉS**

Code de la route; Animation 3D; Surdité; Temporalité; Situation dynamique

---

## 1 INTRODUCTION

En raison de l'absence d'audition et des difficultés de communication orale, les personnes sourdes ont depuis longtemps été mises à l'écart d'un certain nombre de métiers ou d'activités. La conduite automobile correspond à l'une d'entre elle. Jusqu'à la loi de 2005, un examen médical et psychiatrique demeurait obligatoire en cas de surdité profonde dans le but de vérifier l'absence d'une éventuelle « arriération mentale ». Pourtant, l'audition dans un contexte de conduite automobile n'est pas fortement impliquée contrairement à la vision qui est majoritairement sollicitée. A l'inverse, l'absence d'audition rendrait les personnes sourdes moins sensibles aux possibles distractions provoquées par les stimuli sonores tels que les téléphones (Paire-Ficout & Borgetto, 2012). De plus, la surdité et l'utilisation précoce et soutenue de la langue des signes favoriseraient la plasticité cérébrale développant respectivement une vision périphérique plus étendue (Dye, Baril & Bavelier, 2007) ainsi qu'une meilleure sensibilité aux mouvements (Bosworth & Dobkins, 2002) qu'en l'absence de pratique de cette langue. En situation de conduite, ces habiletés peuvent devenir des avantages en conduite. Par exemple, un sourd serait plus à même de détecter des usagers vulnérables comme un piéton traversant soudainement la route ou un cycliste dépassant par la droite. Si la possibilité des sourds à pouvoir conduire en sécurité est aujourd'hui davantage acceptée, ces personnes rencontrent toujours des obstacles dans l'obtention du permis de conduire. Ces difficultés ne proviendraient pas de l'examen pratique ou de la tâche de conduite proprement dite, mais plutôt de l'examen théorique, c'est-à-dire de l'examen du code de la route (Paire-Ficout & Borgetto, 2012).

L'examen du code de la route implique d'une part, une solide connaissance du français écrit pour comprendre des énoncés ayant des constructions grammaticales et syntaxiques complexes (Paire-Ficout & Borgetto, 2012). De tels énoncés ne sont pas adaptés à des candidats présentant un faible niveau en lecture, ce qui est le cas de la majorité des sourds (Marschark & Hauser, 2008). D'autre part, le matériel utilisé pour l'apprentissage et pour l'examen repose sur des images statiques (i.e scènes routières) associées aux questions. Ce matériel ne semble pas adapté à certaines situations notamment pour transmettre les informations caractéristiques d'une situation dynamique telle qu'un dépassement ou une insertion sur autoroute. Les notions de vitesse, de distance, de temps de déplacement ne sont pas illustrées à partir d'une image statique. Ces informations sont

pourtant nécessaires à la compréhension de telles situations routières car elles permettent l'élaboration de représentations spatio-temporelles précises, la construction d'un modèle mental robuste et ainsi des prises de décision correctes.

Des auteurs ont montré qu'en raison de l'absence d'input auditif, les sourds présenteraient des habiletés temporelles dégradées (Conway et al., 2009). Selon l'hypothèse de l'échafaudage auditif » (i.e Auditory Scaffolding Hypothesis) les sons constituent un signal qui garantit le développement de l'attention temporelle et séquentielle, comme la durée, l'ordre des événements et le séquençage (Conway et al. 2009). Un lien intime existe entre la cognition auditive et les processus temporel et séquentiel. Dans des conditions de privation auditive, l'échafaudage auditif est absent entraînant ainsi une perturbation des capacités cognitives de séquençage.

L'apprentissage des règles du code de la route requiert la mobilisation d'habiletés temporelles. Ces habiletés permettent d'évaluer puis de planifier l'évolution spatio-temporelle d'une situation. Dans une situation d'insertion sur rond-point, par exemple, elles permettent au conducteur d'estimer la vitesse de déplacement des véhicules sur le rond-point pour décider s'il a le temps ou non de s'insérer. En cas de présentation statique il est nécessaire de se représenter mentalement ce dynamisme, ce qui est plus coûteux cognitivement. Les habiletés temporelles sont davantage mises à contribution alors qu'elles sont déficitaires chez les sourds.

A l'inverse, l'animation permet d'illustrer les changements physiques dans un espace-temps, tels que la vitesse ou le mouvement (Lowe, 1999). En ce sens, elle transmet les informations manquantes du format statique. Cet outil pourrait donc s'avérer plus efficace chez les sourds en transmettant, certes, les informations temporelles mais surtout en compensant leurs difficultés temporelles. Comme expliquées dans de précédentes études pour les individus ayant des difficultés spatiales, l'animation agirait également chez les sourds telle une prothèse cognitive pour supporter leurs habiletés temporelles (Cronbach & Snow, 1977 ; Höffler & Leutner, 2011). D'après ce constat, l'objectif de l'étude est ainsi de tester l'hypothèse selon laquelle, l'animation, en transmettant des informations temporelles et spatiales, compenserait les difficultés temporelles des sourds afin de leur permettre d'élaborer des représentations spatio-temporelles en adéquation avec la compréhension de situations dynamiques du code de la route.

## 2 METHODE

### 2.1 Participants

Quarante-cinq personnes ont participé à l'expérience dont 21 personnes sourdes ou malentendantes ( $\mu = 32$ ,  $\sigma = 11$ ) ainsi que 24 personnes entendant ( $\mu = 20$ ,  $\sigma = 4$ ). Les participants étaient en apprentissage du code de la route ou avaient récemment réussi l'examen. Ils ont participé volontairement et ont été rémunérés pour leur participation.

### 2.2 Matériel

L'expérimentation est une tâche de prise de décision, de type « j'y vais/je n'y vais pas » ou « je dépasse/je ne dépasse pas ».

Quatre types de situations routières dynamiques ont été choisies : *le dépassement*, *l'intersection*, *l'insertion sur rond-point* ainsi que *l'insertion sur autoroute* (cf. figure 1). Des vidéos 3D ont été mises au point en s'appuyant sur les normes réelles employées lors de la conception des routes (e.g., type de ligne centrale ou de rive).

Chaque situation est déclinée en quatre versions de façon à entraîner deux réponses « *oui* » et deux « *non* ». Parmi les deux réponses « *oui* », l'une est dite *simple* (la décision à prendre n'est pas ambiguë : le véhicule d'en face est loin, il est possible de doubler), l'autre *complexe* (la décision est ambiguë, le véhicule est plus proche, mais assez loin pour pouvoir envisager de dépasser).

Deux formats ont été comparés. Le format *animé* qui correspond à la vidéo présentée dans son ensemble et le format *séquentiel-statique*, qui correspond à 3 images statiques extraites de la vidéo : la première image de l'animation, celle du milieu ainsi que la dernière.

### 2.3 Procédure

Chaque présentation consistait en l'affichage successif, d'une question telle que « Je peux doubler la voiture ? » pendant 6 secondes puis du stimulus pendant 8 secondes quel que soit le format (i.e., 2.66s x 3 pour le format statique). A la fin de chaque présentation, la question initialement posée était réaffichée avec deux possibilités de réponse : « *oui* » avec appui sur la touche Q et « *non* » avec appui sur la touche M pour 50% des participants et inversement pour les 50 % autres. La question restait affichée à l'écran jusqu'à ce que le participant appuie

sur une touche. La touche de réponse ainsi que le temps de décision étaient enregistrés.

### 3 RESULTATS

En raison de temps de décision trop inconstants, 2 participants sourds n'ont pas été pris en compte dans l'analyse des données des temps de décision. Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les temps de décision et le nombre d'erreurs.

#### 3.1 Temps de décisions

Un effet significatif du facteur Groupe a été mis en évidence,  $F(1, 41) = 22.64, p < .001, \eta^2 = .36$ , avec des temps de décision significativement plus élevés chez les participants sourds que chez les entendants (cf. figure 1). Le facteur Complexité,  $F(1, 41) = 13.41, p = .001, \eta^2 = .25$ , est également significatif avec des temps de décision dans la condition complexe significativement plus élevés que dans la condition simple.

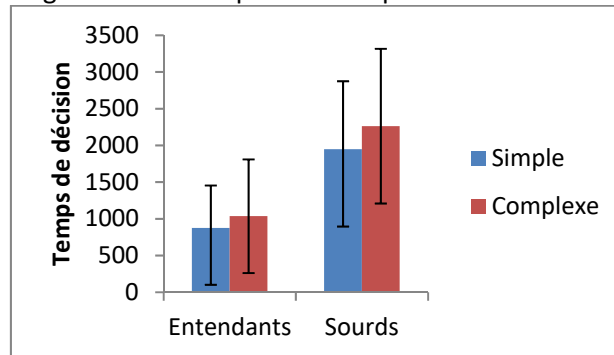


Figure 1 Temps de décision moyen selon le Groupe (entendants, sourds) et la Complexité (simple, complexe)

#### 3.2 Nombre d'erreurs

Le facteur groupe est significatif avec un nombre d'erreurs plus élevé chez les sourds que chez les entendants,  $F(1, 43) = 7.26, p < .01, \eta^2 = .23$ . Le facteur Complexité est significatif avec un nombre d'erreurs dans la condition complexe plus élevé que dans la condition simple,  $F(1, 43) = 62.86, p < .001, \eta^2 = .59$ . Le facteur Format est significatif avec un nombre d'erreurs dans le format séquentiel-statique plus élevé que dans le format animé,  $F(1, 43) = 4.39, p < .05, \eta^2 = .09$ . L'interaction Format x Complexité est significative :  $F(1, 43) = 4.62, p < .05, \eta^2 = .09$ , le nombre d'erreurs dans le format animé est moins important que dans le format séquentiel-statique notamment dans la condition complexe (cf. figure 2). L'interaction entre le groupe et le format n'est

pas mise en évidence,  $F(1, 43) = 1.41, p > .05, \eta^2 = .03$ . En revanche, les comparaisons planifiées pour chaque groupe de population révèlent moins d'erreurs dans le format animé que dans le format séquentiel-statique chez les sourds uniquement,  $t = 1.786, p < .05$ .

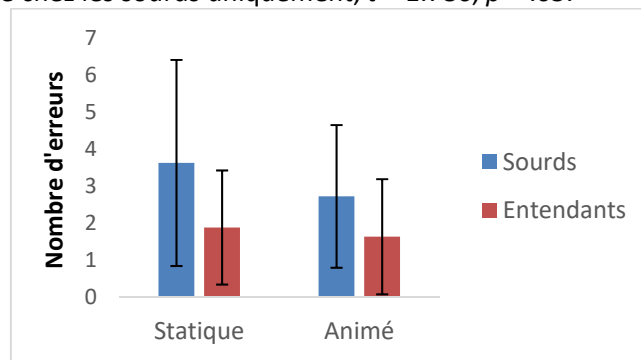


Figure 2 Nombre d'erreurs moyen selon le Format (statique-séquentiel, animé) et le Groupe (sourds, entendants)

#### 4 DISCUSSION

Conformément à nos attentes, les résultats ont révélé un nombre d'erreurs plus faible avec le format animé qu'avec le format séquentiel-statique dans les deux groupes. Ces résultats sont cohérents avec les travaux sur l'animation qui montrent que cette dernière permet de guider et d'accompagner la construction du modèle mental afin d'aboutir à une représentation mentale plus précise (Boucheix & Guignard, 2005). Les ressources cognitives seraient davantage allouées au raisonnement et non pas à l'élaboration d'inférences débouchant sur des représentations imprécises ou erronées. De plus, le dynamisme de l'animation rend le matériel d'apprentissage plus attractif que des images statiques. L'attention du candidat serait plus facilement déployée, ce dernier serait plus concentré et motivé au cours de l'apprentissage (Groff, 2013). Bien que l'interaction format x groupe ne soit pas significative, l'avantage du format animé est plus important chez les sourds que chez les entendants. Il est possible que la taille de l'échantillon empêche l'apparition de l'interaction. Des effectifs plus importants permettraient une plus grande puissance statistique et de mettre à jour l'interaction. La variabilité chez les participants présentant des profils très différents est également toujours importante, ne favorisant pas l'apparition d'effet significatif. Même si ce résultat doit être consolidé, il est cohérent avec des études antérieures (Cronbach & Snow, 1977 ; Höffler & Leutner, 2011). Les informations temporelles

transmises par l'animation rendent cette dernière d'autant plus utile chez des individus ayant des difficultés dans ce domaine.

Les résultats ont également montré de moins bonnes performances dans les versions complexes que simples dans les deux groupes. Des véhicules positionnés à une distance intermédiaire (i.e, ni trop proche, ni trop éloignée) rendent la prise de décision plus complexe, plus ambiguë. La compréhension de la situation serait plus coûteuse en ressources cognitives. L'allongement des temps de décision et l'augmentation du nombre d'erreurs en témoignent. Plus précisément, l'interaction entre le format et la complexité montre que l'avantage de l'animation se révèle plus important lorsque les décisions sont complexes. Plus une situation est complexe et plus sa compréhension nécessite des représentations spatio-temporelles fines dont la précision dépendra de la quantité d'informations temporelles et spatiales transmises. Comme l'explique Hegarty en 1992, l'un des avantages majeurs de l'animation est justement qu'elle permet de transmettre de façon continue des informations temporelles et spatiales. C'est pourquoi l'animation sera plus efficace à la compréhension d'une situation complexe que simple dans laquelle les informations temporelles et spatiales seront moins primordiales.

A la lumière des résultats, l'apport de l'animation pour aider à appréhender certaines notions du code de la route, notamment celles qui mettent en œuvre des processus dynamiques pourrait s'avérer intéressant. Des outils d'apprentissage animés permettraient donc de mettre le candidat dans de meilleures conditions d'apprentissage et d'examen en fournissant toutes les informations nécessaires à une bonne prise de décision. Cette étude est la première à mettre en évidence un tel bénéfice auprès de candidats en difficulté tant au plan linguistique qu'au plan de certaines composantes temporelles. Au vu de l'accessibilité actuelle de l'examen pour les personnes sourdes, il est primordial de continuer à considérer cet outil comme une solution pertinente ou à déployer. Pour cela il serait intéressant d'élargir le champ d'application de l'animation en la considérant non pas, uniquement, comme un moyen de clarifier un examen peu ergonomique mais également comme un outil prometteur pour l'apprentissage du code de la route. L'enjeu dans le futur serait d'identifier parmi les 9 thèmes abordés dans le code de la route, ceux qui profiteraient au mieux des bénéfices de l'animation. Par exemple, le fait de présenter de manière progressive et dynamique les différentes étapes pour le calcul d'une distance de freinage ou d'un temps de collision permettrait de faciliter l'élaboration d'un modèle



mental précis de ces notions (Boucheix & Guignard, 2005). Dans les prochaines étapes, il s'agira de proposer des tests qui permettent de mesurer les habiletés temporelles. Une différence de performances entre les personnes sourdes et entendantes permettra de soutenir notre hypothèse d'un déficit des processus temporels chez les candidats sourds. La finalité de l'étude serait de développer et de valider un matériel abouti du code de la route utilisant l'animation quand c'est utile et comme support à l'apprentissage.

## 5 BIBLIOGRAPHIE

- Bosworth, R. G., & Dobkins, K. R. (2002). The Effects of Spatial Attention on Motion Processing in Deaf Signers, Hearing Signers, and Hearing Nonsigners, *169*, 152–169.
- Boucheix, J. M., & Guignard, H. (2005). What animated illustrations conditions can improve technical document comprehension in young students? Format, signaling and control of the presentation. *European Journal of Psychology of Education*, *20* (4), 369-388.
- Cronbach, L. J., & Snow, R. E. (1977). *Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions*. Irvington.
- Conway, C. M., Pisoni, D. B., & Kronenberger, W. G. (2009). The Importance of Sound for Cognitive Sequencing Abilities. *The Auditory Scaffolding Hypothesis*, 275–279.
- Dye, M. W. G., Baril, D. E., & Bavelier, D. (2007). Which aspects of visual attention are changed by deafness? The case of the Attentional Network Test, *45*(8), 1801–1811.
- Hegarty, M. (1992). Mental animation : inferring motion from static displays of mechanical systems. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, *18*(5), 1084.
- Groff, J. (2013). *Traitement cognitif des animations graphiques adaptées à la signalétique transport* (Doctoral dissertation, Dijon).
- Höffler, T. N., & Leutner, D. (2011). The role of spatial ability in learning from instructional animations—Evidence for an ability-as-compensator hypothesis. *Computers in Human Behavior*, *27*, 209–216.
- Marschark, M. & Hauser, P. (2008). Cognitive underpinnings of learning by deaf and hard-of-hearing student: Differences, diversity, and directions. In M. Marschark & P. C. Hauser (Eds.), *Deaf cognition: Foundations and outcomes* (pp. 3-23). New York: Oxford University Press.
- Lowe, Richard K. "Extracting information from an animation during complex visual learning." *European journal of psychology of education*. *14.2* (1999): 225-244.
- Paire-Ficout, L., & Borgetto, J. (2012). Le code de la route reste peu accessible à un grand nombre de personnes sourdes. *Les Cahiers de l'Audition*, *25*(5), 1-7.