

---

# Évaluation exploratoire d'une calibration camouflée pour l'interaction oculaire

*Exploratory assessment of a camouflaged calibration process for gaze interaction*

**Alexis Clay**

Immersalis Consulting & ESTIA Institute of Technology & E-Konbini  
Bidart, France  
alexis@immersalis-consulting.com

## RÉSUMÉ

*Eye tracking and gaze interaction has become a rather popularized modality for mono-user desktop environments. We are working towards using gaze as a complementary interaction modality for public, multi-user tactile displays; a use case which rises several preliminary and blocking issues. In this paper, we focus on one of those preliminary issues: the system's calibration, which must be performed for each user. We present an exploratory evaluation for a shorter, degraded calibration process camouflaged in an animated loading screen.*

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Empirical studies in HCI.**

## KEYWORDS

*Eye tracking; gaze interaction; multimodal interaction; user evaluation; calibration.*

---

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

*IHM'19 Extended Abstracts, December 10–13, 2019, Grenoble, France*

© 2019 Copyright held by the owner/author(s).

## RÉSUMÉ

L'oculométrie est une technique permettant de mesurer le regard d'un utilisateur, et se démocratise aujourd'hui comme modalité d'interaction. Notre objectif final est d'intégrer le regard comme modalité complémentaire au tactile sur des bornes de commande de plats préparés. Plusieurs verrous préliminaires doivent cependant être débloqués dans notre contexte d'usage public, dont la problématique de calibration de l'oculomètre, étape aujourd'hui trop longue et intrusive. Nous focalisons dans cet article sur cette problématique de calibration, et présentons une évaluation exploratoire d'une calibration dégradée, camouflée au sein d'un écran de chargement.

## MOTS CLÉS

Oculométrie; interaction par le regard; multimodalité; évaluation utilisateur final; calibration.

## INTRODUCTION

L'entreprise E-Konbini conçoit, développe, loue et installe des distributeurs automatiques de plats préparés en barquettes. L'originalité de ces distributeurs est qu'ils séparent les processus de commande et de livraison (voir figure 1). La commande de plats peut s'effectuer via une borne à écran tactile, située non loin du distributeur (voir figure 2); ou en ligne, par ordinateur ou smartphone. La distribution des plats est ensuite assurée par un automate réfrigéré séparé de la borne de commande.

Notre objectif général est d'enrichir l'expérience utilisateur de la borne de commande en y intégrant des interactions oculaires. L'oculométrie (désignée par la suite sous son terme anglais *eye tracking*) est une technologie qui s'est largement développée ces 10 dernières années. Initialement utilisée pour observer et analyser des comportements humains (marketing, ergonomie...) [2, 3], elle devient aujourd'hui une technique grand public d'interaction, notamment sur le marché du jeu vidéo sur PC. Nous avons identifié pour notre cas d'usage particulier (borne de commande publique où des utilisateurs se succèdent) quatre verrous préliminaires à lever avant de passer à une potentielle conception du système multimodal : le positionnement physique de l'oculomètre (*eye tracker*), son acceptabilité, l'apprentissage de son utilisation, et enfin la calibration de chaque utilisateur successif.

Dans cet article, nous présentons une évaluation exploratoire centrée sur cette dernière problématique de calibration. Chaque personne possède des caractéristiques oculaires propres; l'étape de calibration d'un eye tracker permet au système de définir un modèle oculaire de l'utilisateur, ce qui permet une estimation optimale du regard. Dans une calibration classique pour l'interaction oculaire (par exemple avec un Tobii 4C), l'utilisateur doit fixer successivement six points à l'écran pour que le système puisse former un modèle oculaire complet. Une telle calibration dure de vingt à trente secondes, et vient interrompre la tâche de prise de commande; elle est donc inadaptée à notre cas d'usage. Des pré-tests rapides ont immédiatement écarté la possibilité de conserver la calibration



FIGURE 1: borne de commande tactile (à droite) et automate de distribution (en orange à gauche)

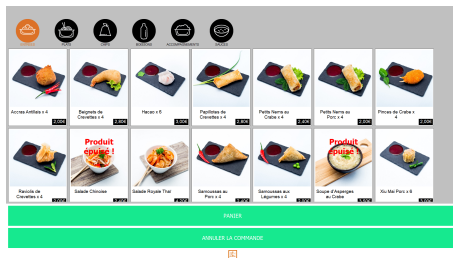
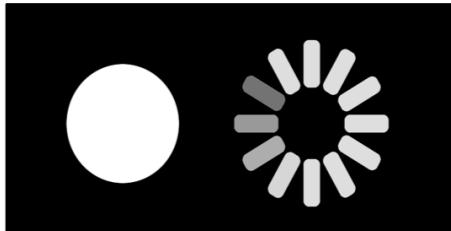
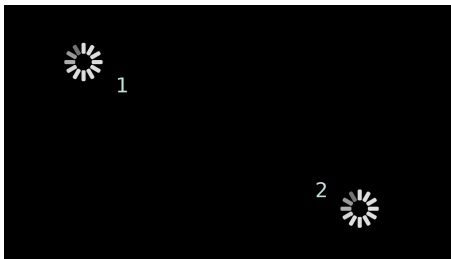


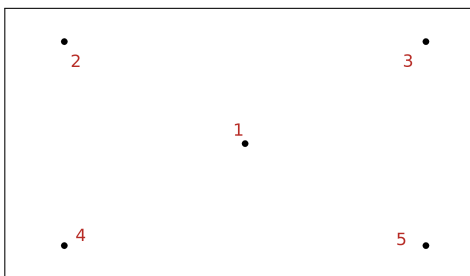
FIGURE 2: Exemple de l'écran de sélection des plats à la borne.



**FIGURE 3: Stimuli pour la calibration.** Gauche : "rond blanc", droite : "spinner".



**FIGURE 4: Montage illustrant une calibration en deux points (affichés successivement, dans l'ordre indiqué) utilisant le stimulus "spinner".**



**FIGURE 5: Montage illustrant la phase de mesure. Le système n'affiche qu'un point à la fois, pendant 10 secondes, dans l'ordre donné dans l'image.**

d'une unique personne pour mesurer toute une population, le manque de précision engendré (souvent de plusieurs centimètres sur un écran) invalidant un usage même pour des interactions grossières. Une calibration par utilisateur est donc bien nécessaire, mais le processus actuel est trop long et intrusif. Nous cherchons donc ici à évaluer ici l'utilisation d'une calibration dégradée (en un ou deux points, et d'une durée de 5 à 8 secondes) et camouflée dans un écran de chargement, en faisant l'hypothèse qu'un écran de chargement bien choisi retiendra le regard de l'utilisateur sur les points de calibration.

### ÉTAT DE L'ART

Un état de l'art sur l'usage de l'eye tracking pour des affichages publics, ayant mené à l'identification de la calibration comme verrou préliminaire, a été publié dans la précédente édition de cette conférence [1].

### PROCESSUS EXPÉRIMENTAL

*Objectifs.* L'objectif de l'expérimentation est d'explorer la pertinence d'une calibration à la fois dégradée (en un ou deux points - voir exemple figure 4) et camouflée dans un écran de chargement. De nombreuses inconnues entrent ici en compte, que nous n'avons pas cherché à évaluer individuellement : notamment, l'attention visuelle portée par les sujets à l'écran de chargement ; la précision obtenue avec une calibration à la fois dégradée et camouflée ; et dans une moindre mesure, l'acceptabilité de l'eye tracking pour l'interaction auprès du grand public. Notre objectif était plus d'obtenir de premiers retours sur une ébauche de système, pour ensuite potentiellement réorienter nos choix de conception. Un questionnaire et les observations de l'évaluateur nous ont permis d'avoir des retours quant aux questions d'attention visuelle et d'acceptabilité. L'enregistrement de mesures oculaires nous a permis d'évaluer la précision du système.

*Conditions de test.* Nous avons évalué 6 conditions, réparties en deux variables expérimentales : le nombre de points de calibration et le stimulus utilisé. Nous avons ainsi évalué une calibration en un unique point (au centre de l'écran), d'une durée de 5 secondes environ et en deux points (en haut-gauche et bas-droite de l'écran), plus précise mais d'une durée de 8 secondes environ. Nous avons utilisé trois stimuli différents : un simple rond blanc s'étrécissant jusqu'à disparaître en environ 2 secondes (stimulus "rond blanc" - voir figure 3, gauche) ; une roue animée de chargement, que l'on trouve régulièrement sur les sites web ou applications mobiles (stimulus "spinner" - voir figure 3, droite) ; et enfin un personnage animé mangeant un gâteau de riz (stimulus "personnage"). La figure 4 illustre la condition d'une calibration en 2 points avec le stimulus "spinner".

*Système et déroulé.* Nous avons réalisé un système reprenant la conception de la borne de commande, utilisant un écran 23 pouces en mode paysage muni d'un eye tracker Tobii X2-30. L'écran était monté sur un bras articulé pour en ajuster facilement la hauteur par rapport au sujet. Une application spécifiquement développée présentait le déroulé suivant : les sujets étaient d'abord amenés devant



**FIGURE 6: Résultat pour une calibration en un point, stimulus "cercle blanc".** Les points noirs représentent les consignes de fixation (cf figure 5). Les points verts foncés représentent la moyenne des mesures relatives à la consigne considérée, tous participants de cette condition confondus. Les ellipses vertes représentent la dispersion des mesures autour de cette moyenne, en X et en Y. Une capture d'écran de l'interface actuelle de prise de commande a été placée en fond pour référence.



**FIGURE 7: Résultat pour une calibration en deux points, stimulus "cercle blanc".**

un écran noir, et prévenus que le système subirait un "temps de chargement"; en réalité, un écran de calibration déclenché par l'évaluateur (voir figure 4). Après complétion de ce "chargement", le système affichait l'interface de prise de commande (identique à la figure 2). L'évaluateur expliquait alors au sujet l'objectif réel de l'expérience, soit l'évaluation de la précision de l'eye tracker. Il lançait ensuite une phase de mesures sur cinq points successifs, aux positions connues : d'abord au centre (coordonnées relatives en (0.5, 0.5) de la largeur et hauteur de l'écran), puis sur les coins de l'écran ((0.1, 0.1); (0.1,0.9); (0.9, 0.1); (0.9, 0.9)) (voir figure 5). Le sujet avait pour tâche de fixer successivement chacun des points. Chaque point était mesuré pendant 10 secondes, donnant environ 300 mesures par point et par sujet.

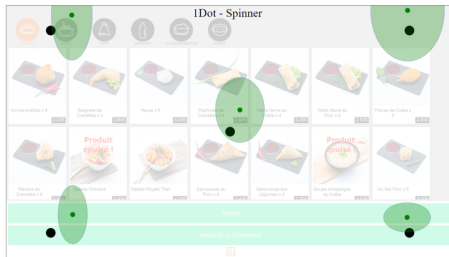
*Sujets et passations.* Les recrutements et passations ont été effectués pour atteindre l'objectif de 120 sujets, soit 20 pour chaque condition étudiée. Les sujets ont été recrutés parmi les clients d'un supermarché exotique disposant d'un distributeur automatique E-Konbini, nous permettant de sonder directement la population des utilisateurs finaux du distributeur. Nous avons limité le passage pour chaque sujet à une unique condition, pour un temps de passation de 3 minutes; ce qui nous a permis d'effectuer notre recrutement "en continu" au fil des passations. 154 sujets ont ainsi été recrutés au cours de cinq demi-journées d'expérimentation. Douze sujets ayant participé à l'expérimentation préliminaire ont été retirés. 5 sujets ont décidé d'arrêter l'expérimentation en apprenant que leur regard était capturé par le système. 17 sujets ont dû également être retirés, le système n'arrivant pas à les mesurer pour des raisons diverses (taille trop extrême, luminosité parasite, lunettes à trop forte correction... etc.).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

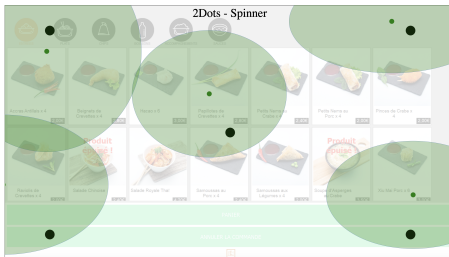
*Attention visuelle.* Pour chaque passage, l'évaluateur notait de 0 à 2 l'attention visuelle portée à l'écran de chargement (0-"ne regarde pas", 1-"fixe ponctuellement", 2-"fixe tout du long"). Il était demandé au sujet de s'auto-noter selon la même échelle, et enfin de reconnaître visuellement le stimulus qui lui avait été présenté (rond blanc, spinner ou personnage). Ces mesures nous ont donné les résultats suivants :

- l'attention visuelle selon l'évaluateur est à peu près constante quelle que soit la condition (moyennes de 1,4/2 à 1,6/2), excepté la condition "spinner, 2 points" (moyenne de 1/2).
- l'attention visuelle en auto-notation est la plus basse pour le stimulus "spinner", que ce soit sur une calibration à un point (0,38/2) ou à deux points (0,7/2).
- les utilisateurs se souviennent principalement du stimulus "personnage" (91% de reconnaissance) que du rond blanc (19%) ou du "spinner" (57%).

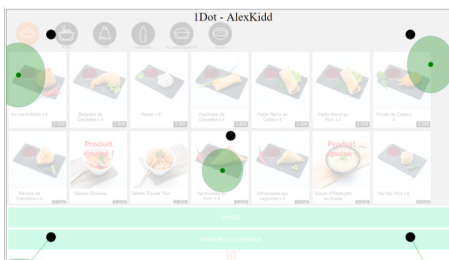
A la lumière des retours informels de la part des sujets, nous interprétons ces premiers résultats de la façon suivante : le symbole "spinner", largement reconnu comme un symbole de chargement, entraîne



**FIGURE 8: Résultat pour une calibration en un point, stimulus "spinner".**



**FIGURE 9: Résultat pour une calibration en deux points, stimulus "spinner".**



**FIGURE 10: Résultat pour une calibration en un point, stimulus "personnage".**

un désintérêt immédiat; l'utilisateur cesse de fixer l'écran pour laisser traîner son regard alentour. Ce stimulus a donc l'effet inverse de celui recherché. Le rond blanc et le personnage donnent tous deux des résultats satisfaisants selon l'observateur, mais les sujets se souviennent peu du premier, alors qu'ils se souviennent bien du second.

*Précision des mesures.* Pour chaque condition, nous avons calculé pour chacun des cinq points de mesure la moyenne et l'écart-type des mesures tous participants de cette condition confondus. Nous pouvons ainsi représenter visuellement pour chaque point le décalage moyen (offset) et la dispersion des mesure autour du point mesuré. Les valeurs obtenues sont visualisables sous forme d'ellipses sur les figures 6 à 11. Ces visualisations permettent quelques observations. Tout d'abord, une calibration en deux points n'améliore pas forcément la précision des mesures obtenues. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'une animation plus longue provoque un désintérêt de la part du sujet, qui regarde alors ailleurs avant que la calibration ne soit terminée. Le spinner à ce titre offre les plus mauvais résultats, ce qui vient confirmer notre interprétation du paragraphe précédent. Ensuite, le stimulus "personnage" offre la meilleure précision. La condition "personnage, un point de calibration" notamment, présente des mesures avec une faible dispersion, résultat malheureusement contrebalancé par un décalage important de la mesure moyenne.

*Acceptabilité.* Chaque sujet était instruit du véritable but de l'expérience et du fonctionnement de l'eye tracker après la phase de calibration (et donc avant la phase de mesures). Sur les 154 participants à l'expérience, seuls 5 ont exprimé une aversion à l'oculométrie après que la technologie leur avait été présentée. Ces 5 sujets ont chacun eu une réaction forte et émotionnellement marquée, aucun n'ayant accepté de continuer l'expérience; citant leur ressenti qu'un tel système, une fois implanté, serait une nouvelle atteinte à la vie privée.

*Retours d'expérience.* Le recrutement à la volée parmi les clients du magasin nous a permis d'observer une population typique des usagers de la borne, qu'il aurait été difficile de recruter de façon plus conventionnelle (recrutement préalable et prise de rendez-vous pour la passation). Le choix de procéder à des manipulations très courtes, sur une condition unique par participant, a été un argument décisif dans notre méthode de recrutement. Le nombre total de sujets retenus (120, soit 20 par condition) nous permet d'avoir une bonne idée des précisions atteintes. L'usage d'eye tracker en condition *in vivo* est encore difficile, de nombreux facteurs venant brouiller les capacités de mesure de l'eye tracker : grande variabilité dans la taille des participants, luminosité en extérieur, port de lunettes sur lesquelles le soleil vient se refléter... la conception d'un système public devrait donc être capable d'évaluer la qualité de la mesure en début de commande afin de ne la proposer qu'au-dessus d'un certain seuil de qualité.

## CONCLUSION

Les résultats obtenus lors de l'expérimentation favorisent clairement le stimulus "personnage". En effet, celui-ci retient mieux l'attention des utilisateurs et offre de meilleurs résultats. Une calibration en un point semble également paradoxalement plus efficace, les utilisateurs se désintéressant rapidement de l'écran de chargement. Dans tous les cas, la précision obtenue ne permet pas de déterminer quel plat est regardé à un instant donné, ne laissant le champ que pour des interactions grossières (défilement automatique de l'écran lorsqu'on regarde sur un côté par exemple). Les résultats obtenus ne correspondent donc globalement pas à nos attentes. Les meilleurs résultats et les retours obtenus pour le stimulus "personnage" pourraient nous orienter vers un potentiel approfondissement de la piste d'une animation spécifique à l'écran de chargement, à condition que l'animation réalisée permette de capter le regard et de le retenir sur les points de calibration. Un effet d'habitude pourrait par contre se mettre en place chez l'utilisateur; une parade, qui risque de n'être elle-même que temporaire, serait alors de définir plusieurs écrans de chargement. Une deuxième piste serait d'utiliser le fait que le regard précède l'action, en proposant un écran de "réveil" ("Veuillez toucher le point pour continuer"). Une expérimentation serait nécessaire pour évaluer la faisabilité de cette piste.

Du point de vue de l'acceptabilité cependant, nous nous sommes aperçus que si seule une minorité de personnes rejetait l'usage de l'eye tracking (5 personnes sur les 154 sujets recrutés), ce rejet était marqué et profondément ancré dans des convictions personnelles. Notre décision finale, suite à cette expérience, est donc de revenir sur notre choix initial de camoufler la calibration de l'eye tracker. En effet, nous imaginons à présent plutôt mettre en valeur cette nouvelle expérience d'interaction en explicitant son usage dès le début de l'expérience de commande, et en laissant le choix à l'utilisateur de l'activer ou non. Passer à un usage explicite nous permet en outre d'améliorer la prise en main par des instructions ou un court tutoriel. Nous considérons également la possibilité d'un mini-jeu rapide, ajoutant ainsi un aspect ludique à la prise de commande.

## REMERCIEMENTS

L'auteur et E-Konbini remercient les clients du magasin France-Asia, qui ont gracieusement accepté de participer à cette expérimentation.

## RÉFÉRENCES

- [1] Alexis Clay. 2018. Usage de l'oculométrie comme interaction complémentaire au tactile sur bornes publiques. In *30eme conférence francophone sur l'interaction homme-machine (Industrial papers)*, AFIHM (Ed.). Brest, France, 6p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01900066>
- [2] Andrew Duchowski. 2017. *Eye tracking methodology : Theory and practice*. Springer.
- [3] Kenneth Holmqvist, Marcus Nyström, Richard Andersson, Richard Dewhurst, Halszka Jarodzka, and Joost Van de Weijer. 2015. *Eye tracking : A comprehensive guide to methods and measures*. OUP Oxford.

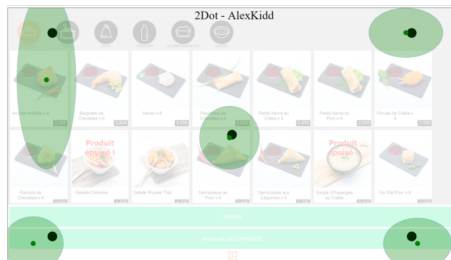


FIGURE 11: Résultat pour une calibration en deux points, stimulus "personnage".