

Revue des Interactions Humaines Médiatisées

Journal of Human Mediated Interactions

Rédacteurs en chef

Sylvie Leleu-Merviel & Khaldoun Zreik

Vol 19 - N°1/ 2018



© europa, 2018
15, avenue de Ségur,
75007 Paris - France
<http://europa.org/RIHM>
rihm@europa.org

Revue des Interactions Humaines Médiatisées

Journal of Human Mediated Interactions

Rédacteurs en chef / *Editors in chief*

- Sylvie Leleu-Merviel, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Laboratoire DeVisu
- Khaldoun Zreik, Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe

Comité éditorial / *Editorial Board*

- Thierry Baccino (Université Paris8, LUTIN - UMS-CNRS 2809, France)
- Karine Berthelot-Guiet (CELSA- Paris-Sorbonne GRIPIC, France)
- Pierre Boulanger (University of Alberta, Advanced Man-Machine Interface Laboratory, Canada)
- Jean-Jacques Boutaud (Université de Dijon, CIMEOS, France)
- Aline Chevalier (Université Paris Ouest Nanterre La Défense, CLLE-LTC, France)
- Yves Chevalier (Université de Bretagne Sud, CERSIC -ERELLIF, France)
- Didier Courbet (Université de la Méditerranée Aix-Marseille II, Mediasic, France)
- Viviane Couzinet (Université de Toulouse3, LERASS, France)
- Milad Doueihy (Université de Laval - Chaire de recherche en Cultures numériques, Canada)
- Pierre Fastrez (Université Catholique de Louvain, GReMS, Belgique)
- Pascal Francq (Université Catholique de Louvain, ISU, Belgique)
- Bertrand Gervais (UQAM, Centre de Recherche sur le texte et l'imaginaire, Canada)
- Yves Jeanneret (CELSA- Paris-Sorbonne GRIPIC, France)
- Patrizia Laudati (Université de Valenciennes, DeVisu, France)
- Catherine Loneux (Université de Rennes, CERSIC -ERELLIF, France)
- Marion G. Müller (Jacobs University Bremen, PIAV, Allemagne)
- Marcel O'Gormann (Univerity of Waterloo, Critical Média Lab, Canada)
- Serge Proulx (UQAM, LabCMO, Canada)
- Jean-Marc Robert (Ecole Polytechnique de Montréal, Canada)
- Imad Saleh (Université Paris 8, CITU-Paragraphe, France)
- André Tricot (Université de Toulouse 2, CLLE - Lab. Travail & Cognition, France)
- Jean Vanderdonckt (Université Catholique de Louvain, LSM, Blgique)
- Alain Trognon (Université Nancy2, Laboratoire InterPsy, France)

Revue des Interactions Humaines Médiatisées

Journal of Human Mediated Interactions

Vol 19 - N°1 / 2019

Sommaire

Editorial

Sylvie LELEU-MERVIEL, Khaldoun ZREIK (rédacteurs en chef) 1
Michel LABOUR et Hachimi ABBA (rédacteurs invités)

E-MOTION, un dispositif pour connaître l'expérience émotionnelle des visiteurs dans un musée

E-MOTION, a device to explore the visitors' emotional experience in a museum
Daniel SCHMITT, Johann SAINT-MARS, Florence RAYMOND 1

Activité de serious gaming en formation de management d'équipe : réflexions autour des émotions suscitées et retours d'expériences

Serious gaming activity in team management training : reflections on emotions and debriefing
Lydia MARTIN, Julian ALVAREZ 29

Quel rôle de la communication dans le management de la créativité en conception architecturale ? Application à un contexte pédagogique

What role does communication play in the management of creativity in architectural design? Application to a pedagogic context
Smail KHAÏNNAR 47

De la trace mémorielle à sa médiatisation : l'exemple du parcours patrimonial évolutif de la Fosse d'Arenberg à Wallers

From memory trace to its mediatization : the case study of a heritage guided tour at Fosse d'Arenberg (Waller, France)
Virginie BLONDEAU, Fanny BOUGENIES, Sylvie LELEU-MERVIEL 69

Editorial

Ce numéro de la *Revue des Interactions Humaines Médiatisées* est à nouveau un numéro atypique dans la production de la revue. En effet, les quatre articles proviennent tous du même laboratoire, le laboratoire DeVisu (Design Visuel et Urbain) de l'Université Polytechnique Hauts-de-France. C'est donc une sorte de revue de quelques travaux en cours dans cette unité de recherche. Le numéro a été coordonné par Michel Labour et Hachimi Abba, qui ont effectué tout le travail de reviewing et de supervision scientifique. Nous les remercions pour l'exigence dont ils ont fait preuve dans ce travail et nous leur laissons tout de suite le soin de présenter le numéro.

En vous souhaitant à toutes et à tous une très bonne lecture.

Sylvie LELEU-MERVIEL et Khaldoun ZREIK
Rédacteurs en chef

La médiation culturelle et pédagogique repose sur la création de liens qu'elle fait émerger dans une situation donnée. Comment tisse-t-elle ces liens afin de mener à bien un projet de médiation ? Une manière d'appréhender une telle question serait de considérer la médiation comme indissociable de la communication. Dans ce cas, comment comprendre la nature de cette indissociabilité ? Plus précisément quelles compétences, quelles techniques émergent lorsque les phénomènes de médiation et de communication se rencontrent et s'alimentent mutuellement. C'est dans cette optique que nous proposons quatre études qui cherchent à répondre à ces questions à partir d'analyses de données de terrain.

Le premier article rend compte d'expérimentations qui conduisent à proposer un dispositif mobile de déclaration des émotions, capable de localiser les visiteurs pendant leur parcours, tout en restant non-invasif (pas d'installation dans l'espace ou de capteurs sur les visiteurs). Leur dispositif, nommé E-Motion, permet de connaître les états émotionnels qualifiés et quantifiés des visiteurs durant leur parcours de visite dans un musée.

Le deuxième article porte sur l'impact du serious gaming sur les pratiques du manager dans des situations de travail. Pour ce faire, est analysée une série de sessions sur un simulateur d'hélicoptère dans un programme de formation au management d'équipe. Les objectifs pédagogiques étant la constitution d'une équipe, la répartition des rôles et les responsabilités, la définition d'une stratégie, la gestion du risque et du stress, et l'apprentissage organisationnel et communicationnel. Leurs observations ont porté sur 16 sessions avec une rencontre de 44 cadres volontaires d'un grand groupe industriel un mois après l'expérimentation.

Le troisième article s'interroge sur le rôle que jouerait la communication dans le management de la créativité en conception architecturale dans un contexte pédagogique. L'hypothèse avancée est que pour stimuler ses performances créatives,

il existe une certaine forme de communication du concepteur qui occuperait une dimension centrale dans l'acte créatif. Les résultats mettent en évidence la présence de trois dimensions, ayant chacune trois facettes, formant une logique globale relative au rôle d'une communication propre au management de la créativité chez des étudiants-concepteurs.

Le dernier article examine la question de la trace mémorielle et de sa médiatisation en donnant l'exemple du parcours patrimonial évolutif de la Fosse d'Arenberg à Wallers. Le Bassin minier Nord-Pas de Calais (France) a été inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO en 2012. Le défi est de faire apparaître la figure du mineur, à travers les derniers témoins vivants de cette industrie, particulièrement le récit de leur expérience de la mine, au sein du parcours patrimonial. L'étude interroge la pertinence de tels témoignages lors d'un parcours de visite. La méthode de recherche utilisée s'appuie sur le protocole V.I.A.G.E.

Nous remercions chaleureusement le comité de rédaction, le comité de lecture pour son travail rigoureux et les auteurs pour leur contribution à la réflexion. Nous vous invitons à en juger par vous-même en découvrant les différentes communications qui sont regroupées au sein de ce numéro spécial de RIHM.
Bonne lecture.

Michel LABOUR et Hachimi ABBA

E-MOTION, un dispositif pour connaître l'expérience émotionnelle des visiteurs dans un musée

E-MOTION, a device to explore the visitors' emotional experience in a museum

Daniel SCHMITT (1), Johann SAINT-MARS (2), Florence RAYMOND (3)

(1) Université Polytechnique Hauts-de-France, EA 2445 - DeVisu - Laboratoire en Design et Visuel Urbain, F-59313 Valenciennes, France
daniel.schmitt@uphf.fr

(2) Société d'Accélération du Transfert de Technologie, SATT Nord, France
johann.saint-mars@uphf.fr

(3) Palais des Beaux-Arts de Lille, France
fraymond@mairie-lille.fr

Résumé. E-Motion permet de connaître les états émotionnels qualifiés et quantifiés des visiteurs durant leur parcours de visite dans un musée. Nous explicitons la méthode qui nous conduit à proposer un dispositif mobile de déclaration des émotions, capable de localiser les visiteurs pendant leur parcours, tout en restant non-invasif (pas d'installation dans l'espace ou de capteurs sur les visiteurs). Ce dispositif permet de visualiser la dynamique des valences déclarées par les visiteurs. Il a été testé en situation écologique au Palais des Beaux-Arts de Lille. Nous exposons les résultats et discutons les limites, les perspectives et les nouvelles orientations qu'ils suscitent.

Mots-clés. Musée, expérience de visite, émotions.

Abstract. E-Motion allows us to know the verbalised and quantified emotional states of visitors during their visit to a museum. We explain the method that led us to propose a mobile device to indicate visitor emotions and able to spatially locate them during their visit while remaining non-invasive (there were no installation in the museum nor sensors put on visitors). This device had been tested in an ecological situation at the *Palais des Beaux-Arts* of Lille. We analyse the results and discuss the perspectives and the new orientations that they suggest.

Keywords. Museum, visitor experience, emotions.

1 Introduction

Pourquoi vouloir mener des expériences sur la relation visiteurs-œuvres au sein d'un musée tel que le Palais des Beaux-Arts de Lille ? La question faussement anodine est en réalité assez provocante. Interroger le lieu grâce à ses visiteurs, creuser les notions de plaisir mais aussi de déplaisir et d'indifférence face aux œuvres qui y sont conservées, questionne en profondeur le statut même de l'œuvre d'art et, par effet de ricochet, le statut de ceux et celles qui la conservent et la mettent en lien avec les regardeurs. Considérer qu'il existerait et qu'il existe plusieurs catégories de relations du public à une même œuvre, au-delà de la portée universelle qu'elle est censée porter, est une posture plus copernicienne qu'on le soupçonnerait dans la vie d'un musée beaux-arts. Comprendre que l'œuvre peut ne pas être comprise, aimer l'idée que l'œuvre parfois peut ne pas être aimée, ou que telle autre le serait davantage au-delà des canons de la discipline, remet en question non pas la légitimité même de l'œuvre - quoique - mais davantage le discours ou les discours qui en émanent. Intégrer des expériences visiteurs à la stratégie générale d'un musée tel que le Palais des Beaux-Arts de Lille permettrait-elle d'objectiver les intentions d'accrochage et les partis pris des responsables de collections ? Là n'est sans doute pas le but.

L'objectif initial de cette expérience réside dans le fait de pouvoir construire une cartographie émotionnelle du parcours des visiteurs. En tant que chercheurs et responsables des collections, nous pensons que la cartographie émotionnelle du parcours des visiteurs pourrait *a minima* accompagner l'évolution de l'espace muséal en invitant les équipes à réfléchir plus collectivement et de manière plus transversale sur la proposition artistique et intellectuelle du musée.

2 Le contexte de cette étude

S'agit-il d'une étude de public de plus ? Nous ne le pensons pas. Certes, depuis plus d'un siècle, les études de public dont Bernard Schiele (2014) a retracé l'histoire, ont cherché à comprendre les visiteurs à travers leurs comportements, leurs attentes et parfois leurs déceptions. Elles ont aussi cherché à améliorer l'écriture des textes, la réception et le design des expositions, l'efficacité des dispositifs de médiation, la performance des programmes d'éducation (pour une bibliographie des études, cf. Elliott & Loomis, 1975 ; Screven & Gessner, 1988 ; Eidelman, Roustan & Goldstein, 2007). Ces études ont mis en œuvre de nombreuses méthodes : sondage de fréquentation, observation en salle, observation participante, questionnaires et entretiens pré-visite, en cours de visite ou post-visite... Néanmoins, malgré cette forte tradition de recherche, l'expérience de visite en tant que dynamique cognitive et émotionnelle reste mal connue (Kirchberg & Tröndle, 2012 ; Schmitt & Aubert, 2016) notamment parce qu'il est scientifiquement difficile d'identifier ce que les visiteurs pensent et ressentent pendant leur parcours de visite. Interroger les visiteurs pendant leur parcours interrompt la dynamique de visite, tandis qu'interroger les visiteurs en fin de parcours ne permet pas de retrouver la précision de la relation vécue durant le parcours.

Des chercheurs comme Dufresne-Tassé *et al.* (1998, 2014) contournent en partie les difficultés avec la méthode *Thinking Aloud* où l'on enregistre les pensées verbalisées des visiteurs dans le cours de leur visite. Davallon, Gottesdiener et Poli (2000) puis Schmitt et Aubert (2016) utilisent les traces photographiques et vidéo de l'activité des visiteurs pour documenter le souvenir et stimuler des états de remémoration. Ces méthodes produisent des descriptions précises de l'activité des visiteurs, de leur vécu et de leurs émotions de sorte qu'il est possible de reconstituer

le « monde » intérieur des visiteurs sur toute la durée de la visite. En revanche, la technicité et le temps nécessaire à l'analyse de ces enquêtes les réservent plutôt à des professionnels de la recherche. Dans cette étude, nous aimerions pouvoir construire une cartographie émotionnelle du parcours des visiteurs tout en proposant aux professionnels des musées une méthode facile à mettre en œuvre.

2.1 La SATT Nord, promoteur du projet

La SATT Nord (Société d'Accélération du Transfert de Technologie), a pour vocation de faciliter le transfert de technologies et de connaissances de la recherche publique vers les entreprises. Elle a soutenu le projet M4X (*Motion, Mood Mapping, sense Making Experience*) porté par le laboratoire DeVisu de l'Université Polytechnique Hauts-de-France, avec pour objectif de concevoir un outil permettant d'identifier les émotions situées des visiteurs. Cet outil pourrait servir à réaliser des diagnostics de l'expérience proposée par les musées à partir de l'expérience effectivement vécue par les visiteurs. Les institutions pourraient s'appuyer sur ces diagnostics pour arbitrer des décisions, pour imaginer de nouvelles expériences, des parcours, des installations, des dispositifs, etc. Au-delà des musées, cet outil présenterait un intérêt applicatif pour l'analyse de l'activité humaine en général. Elle pourrait être appréciée dans les domaines où l'activité d'un acteur a une influence importante sur un groupe, sur un processus, sur une décision. Le secteur hospitalier, ou encore la sûreté et la défense pourraient, par exemple, être concernés.

2.2 Le Palais des Beaux-Arts de Lille pour terrain d'étude

Les études des publics au Palais des Beaux-Arts de Lille répondent aujourd'hui à deux caractéristiques principales. D'une part, peu d'études des publics ont été menées en dehors des événements de programmation (expositions temporaires, cartes blanches à un commissaire d'exposition, etc.). Ces études ponctuelles présentent un biais temporel à l'étude des publics parce que la proposition événementielle joue un rôle de catalyseur de fréquentation. D'autre part, et parallèlement, le musée s'est engagé depuis 2012 à étudier ses publics et ses non-publics dans le cadre de comités d'usagers ou *focus groups*. Afin de mieux comprendre les attentes déclenchées ou non déclenchées par le Palais des Beaux-Arts, l'objectif visé est de réussir à travailler de manière plus fine et plus partagée un état des lieux des propositions actuelles et futures portées par le musée, tant d'un point de vue muséographique, éditorial ou numérique. Accompagné par l'EDHEC de Lille (École des hautes études commerciales) et de son département en marketing culturel dans cette volonté de réaliser des diagnostics plus précis, le musée a choisi d'examiner chacun de ses grands projets inscrits dans son Projet scientifique et culturel (PSC) par des comités d'usagers spécifiques (internes, externes, experts, visiteurs réguliers, visiteurs en devenir, de tout âge) dont les résultats peuvent infléchir les grandes intentions d'évolution du musée et ses dispositifs. Ces deux manières de procéder - enquêtes des publics dans le cadre d'expositions temporaires et *focus groups* pour mieux concevoir les grandes étapes de la transformation d'un lieu, posent en creux la question des enquêtes des publics menées de manière plus large sur une année de programmation, enquêtes souvent onéreuses et complexes à mettre en œuvre et dont les résultats peuvent être plus difficilement exploitables. Dans ce contexte, le Palais des Beaux-Arts a accueilli, d'abord avec curiosité puis avec un vif intérêt, le projet M4X afin de mieux comprendre les notions d'attraction, d'indifférence et de plaisir des visiteurs, que peu d'enquêtes quantitatives parviennent à cerner.

3 Cadre épistémologique et pratique

3.1 Un cadre épistémologique en SIC qui prend en compte les émotions

Nous souhaitons identifier la dynamique émotionnelle des visiteurs au cours de leur visite. Cette intention repose sur le fait remarquable que les émotions des visiteurs sont positives lorsqu'ils font l'expérience de « comprendre » quelque chose dans l'espace du musée et inversement, leurs émotions deviennent négatives au fur et à mesure qu'ils ne réussissent pas à comprendre le sens de ce qui leur est présenté. Pour un segment de visite donné, plus les visiteurs déclarent « comprendre » quelque chose, plus ils déclarent être « contents ». Inversement, moins ils réussissent à établir des relations avec les expôts (œuvres ou dispositifs), moins ils disent « comprendre » et moins ils déclarent être « contents ». Cette relation entre cognition et émotion a été clairement identifiée chez les jeunes visiteurs dans un centre de culture scientifique (Schmitt, 2015) puis vérifiée chez les adultes dans les musées (Schmitt, 2017). John Dewey avait déjà envisagé, il y a plus d'un siècle, l'expérience comme une interaction transformatrice entre le sujet et son environnement avec l'émotion pour processus dynamique situé qui déclenche une intrigue et une enquête (Boucema, 2017). L'état émotionnel des visiteurs renseigne la qualité de la construction d'une relation ou d'un lien qui leur convient ou qui fait sens pour eux. Connaître une série d'états émotionnels au cours de la visite permettrait à des professionnels des musées, de reconstituer le parcours des visiteurs et la dynamique émotionnelle vécue en rapport avec les œuvres avec lesquelles ils ont réussi à établir des relations.

Cette recherche s'appuie sur un cadre éactionniste dont nous avons montré la fécondité pour la recherche en SIC (Schmitt, 2018). L'approche éactive a été initiée entre les années 1970 et 1990 par Humberto Maturana et Francisco Varela (1980). C'est à partir de cette approche que Varela a construit la théorie de l'éaction (Varela, Thompson & Rosch, 1993). Depuis, cette théorie a fait l'objet de développements dont Stewart, Gapenne & Di Paolo (2010) ont fait une synthèse. L'idée fondamentale du paradigme éactionniste est que tout acteur agit dans un environnement avec ce qui fait sens pour lui tout en collaborant à l'émergence de cette chose signifiante pour lui à travers sa constitution physiologique, son histoire, ses connaissances, ses attentes... Ce monde « éacté » vécu et chargé de sens est en quelque sorte « produit » par des perceptions, des actions et des émotions (Di Paolo, 2005, p. 445). Du point de vue de l'éaction, la perception est aussi quelque chose que nous faisons, et non quelque chose qui nous arrive (Hutchins, 2010, p. 446). L'exemple de l'éponge est souvent cité : la douceur de l'éponge ne se trouve pas dans l'éponge. On balaie du regard, on déplace la pulpe de ses doigts, on écoute les différences sonores que cela produit, on obtient des réactions sous forme de sensations et ainsi des fragments de monde émergent à travers une exploration sensorimotrice, une structure biologique et une histoire (Myin, 2003). Dans la perspective de cet article, l'information est une construction à la fois interne et relationnelle des organismes vivants : c'est une *in-formation*, une dynamique sensorimotrice, entre un organisme et un environnement, qui est signifiante pour lui et qui engage ses émotions.

Pour représenter la vaste palette des émotions humaines, des recherches récentes suggèrent d'utiliser un espace à 4 dimensions avec les composantes : plaisir (evaluation-pleasantness), force (potency-control), éveil (arousal) et imprévisibilité (unpredictability), (Fontaine *et al.*, 2007). Néanmoins, pour une première recherche qui vise à recueillir et identifier les émotions en cours de visite, nous retenons un espace à 2 dimensions qui, comme l'a montré James Russell (1979, 1980), peut

représenter nos affects dans la plupart des cas. Sur l'axe horizontal, la valence caractérise l'état de plaisir ou de déplaisir de la personne tandis que sur l'axe vertical, l'*arousal* caractérise son état d'activité ou de passivité. Selon Russell, tout mot qualifiant une émotion peut être défini comme une combinaison de plaisir et d'activation (*arousal*). Dans les musées, nous cherchons à identifier et cartographier des émotions comme le plaisir, le déplaisir, l'étonnement, la surprise, l'indifférence, l'implication, la fatigue, l'ennui, le dégoût... pour lesquelles le modèle circulaire en deux dimensions semble suffisant *a priori*. Il permet de représenter les émotions les plus courantes déclarées par les visiteurs dans un musée des beaux-arts au cours de leur expérience de visite et semble ainsi proposer une base de travail en rapport avec nos recherches.

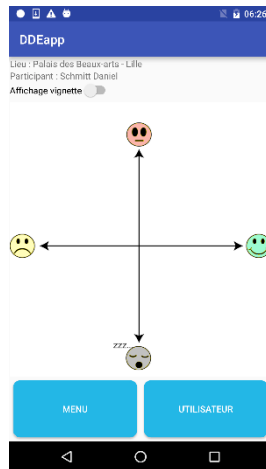


Figure 1. Capture d'écran, l'espace valence-arousal proposé par Russell (1980) adapté aux besoins du projet

3.2 Contraintes techniques du projet M4X

Le projet M4X vise à concevoir et réaliser une solution permettant la compréhension de l'expérience muséale à partir des états émotionnels déclarés et localisés des visiteurs. Si la déclaration des émotions ne présente pas de difficulté majeure, en revanche la localisation des visiteurs dans un milieu fermé et couvert comme les musées ne va pas de soi. Les matériaux de construction font obstacle à la propagation de certains signaux, dont notamment les ondes radios émises par le système GPS. Pour que la solution respecte la situation écologique d'usage, à la fois des visiteurs et des institutions muséales, nous avons précisé les conditions nécessaires ci-dessous :

- La solution permet d'enregistrer des données relatives à l'état émotionnel déclaré d'un visiteur dans le cours de sa visite ;
- La solution est non-invasive : elle n'impose pas de modification de l'environnement comme la pose d'émetteurs, de capteurs, de récepteurs, etc. ;
- La solution a une taille réduite, au plus de la taille d'une main ;
- La solution n'introduit pas de biais significatif connu dans l'expérience de visite ;
- La solution automatise la géolocalisation, le visiteur n'effectue aucun geste spécifique, sauf celui d'indiquer son état émotionnel ;

- La solution est flexible et peut s'adapter à différents environnements (hôpitaux, universités, entreprises, etc.).

Actuellement, de nombreuses solutions de géolocalisation en milieu intérieur utilisent la technologie Wi-Fi (normes IEEE 802.11). Les ondes lumineuses (infrarouge) et sonores (ultrason et infrason) ont été envisagées. Mais ce type de solutions nécessite de quadriller l'environnement avec des bornes d'émission ou de réception, ce qui ne répond pas à la contrainte d'une solution non-invasive. D'autre part, même si une approche nœud à nœud basée sur la communication entre plusieurs dispositifs mobiles peut être envisagée, l'utilisation d'ondes a été écartée pour des raisons de sécurité. En effet, les musées sont majoritairement équipés de systèmes de détection volumétrique (ultrasonique, infrarouge ou radio) dont le fonctionnement pourrait être perturbé par notre solution. Ainsi, pour résoudre la question de la localisation en milieu fermé, nous avons concentré nos recherches sur l'utilisation de la photographie et des centrales inertielle parce que d'une part, nous espérons aboutir à un système de localisation fiable et précis par l'hybridation de ces deux technologies et d'autre part, ces deux technologies ne demandent pas de modifications de l'infrastructure.

3.3 La solution matérielle et logicielle E-MOTION

Nous retenons le principe du smartphone (Huawei Nexus 6P), une solution matérielle familière aux visiteurs qui ne nécessite pas d'apprentissage ergonomique. Dans notre cas, le système d'exploitation est un Android 6.0. Pour la localisation, nous ajoutons un renvoi d'angle à 45° (Apexel CL-39B) devant l'objectif photographique du smartphone qui forme une sorte de périscope, de façon à ce que le visiteur puisse déclarer ses émotions sur le smartphone tenu horizontalement, tandis que ce dernier prend automatiquement et silencieusement des prises de vues de l'environnement. La résolution de l'appareil photographique du smartphone joue un rôle important dans la reconnaissance des lieux photographiés. Ici l'appareil photographique affiche une résolution de 12,3 mégapixels.



Figure 2. *Le renvoi d'angle à 45° devant l'objectif permet de tenir le smartphone horizontalement tout en prenant des prises de vues de l'environnement*

Dans la suite de cet article, E-MOTION désigne l'application logicielle qui permet aux visiteurs de déclarer leurs états émotionnels ressentis au cours de la visite et aux chercheurs, d'identifier les lieux où ont été déclarées ces émotions. Le « dispositif E-MOTION » correspond à l'ensemble constitué par le smartphone et l'application logicielle.

L'appareil photographique du smartphone est sollicité par l'application E-MOTION à intervalle régulier pour localiser le visiteur tout au long de sa visite. Le

visiteur muni du dispositif E-MOTION peut déclarer à tout moment son état émotionnel dans un espace à deux dimensions valence – *arousal* comme proposé par Russell. Pour chaque état émotionnel déclaré, le visiteur indique un point P dans l'espace valence-*arousal* de l'application E-MOTION qui est traduit en coordonnées (x, y). Pour chaque point P indiqué, une fenêtre apparaît et propose 3 qualifications de l'état émotionnel vraisemblable relatif au point P déclaré par le visiteur. Le nombre de 3 qualifications résulte d'un compromis : proposer suffisamment de choix sur une même page sans exiger une surcharge cognitive de la part des visiteurs. Si les 3 premières qualifications proposées sur la page 1 de la fenêtre ne conviennent pas au visiteur, il peut consulter la page 2 et faire défiler les pages jusqu'à trouver une qualification qui lui convienne. Plus on tourne les pages, plus les qualifications s'éloignent du point choisi initialement. Pour cela, une distance euclidienne entre le point sélectionné et les coordonnées (x_c , y_c) des concepts référencés est utilisée :

$$d = \sqrt{(x_c - x)^2 + (y_c - y)^2}$$

Les concepts les plus proches du point sélectionné sont ceux qui possèdent la distance euclidienne la plus courte. Au cours de cette saisie, on récupère l'ensemble des valeurs suivantes :

- Les coordonnées (x, y) du point du repère valence - *arousal* exprimées en pourcentage dans un intervalle [-100, +100] ;
- Le qualificatif de l'émotion sélectionné par l'utilisateur ;
- L'instant t associé à cette déclaration (en nombre de millisecondes depuis EPOCH¹).

Enfin, comme le dispositif E-MOTION enregistre automatiquement des prises de vue datées de l'environnement via l'appareil photographique du smartphone, il est possible de localiser le parcours des visiteurs par reconnaissance d'images.

3.4 Paramétrage du dispositif E-MOTION

L'application nécessite une phase de paramétrage notamment concernant la fréquence de capture des images. En effet, un enchaînement de prises de vues est réalisé entre l'ouverture et la fermeture de l'application E-MOTION. Le temps qui sépare 2 enregistrements est le principal paramètre technique à fixer avant cette expérimentation. La vitesse moyenne de déplacement des visiteurs dans les musées nous a conduit à fixer le temps inter-images à 2 secondes. Il s'agit d'un compromis entre la fiabilité des localisations et la consommation énergétique du dispositif.

Un corpus des états émotionnels vécus par des visiteurs a été rassemblé et organisé en « étiquettes » comme par exemple « j'aime bien », « je trouve ça beau ». Ce corpus provient des verbalisations de l'expérience des visiteurs dans différents musées, recueillies au cours d'entretiens réalisés en reviviscence stimulée (Schmitt, 2012) (Schmitt et Aubert, 2016). Il s'agit de verbalisations des émotions qui correspondent véritablement à des situations de visite. Nous avons ensuite disposé chaque étiquette dans l'espace valence – *arousal* du dispositif E-MOTION. La validité du placement initial n'a pas beaucoup d'importance dans la mesure où le placement des étiquettes est dynamique et se stabilise avec l'utilisation faite par les visiteurs. Ce point sera discuté plus loin. A ce stade du projet, notre corpus des émotions ne recense pas toutes les émotions vécues dans un musée, mais une partie significative des émotions déclarées par les visiteurs enquêtés. C'est pourquoi, si le visiteur n'a pas trouvé de qualification qui convienne à son état émotionnel après avoir consulté

¹ En informatique, il s'agit d'une date arbitraire qui sert de repère fixe dans le temps.

3 pages, soit 9 étiquettes, nous lui proposons d'enregistrer l'expression de son choix et ainsi, d'enrichir notre corpus des états émotionnels.

4 Méthodologie et protocole expérimental

Lors d'une première expérimentation réalisée en juillet 2017 au Palais des Beaux-Arts à Lille, nous souhaitons :

1. Évaluer l'échantillon des visiteurs enquêtés,
2. Évaluer l'usage, l'ergonomie du dispositif E-MOTION,
3. Valider la prise de vue photographique comme principe de localisation des visiteurs,
4. Éprouver le placement des étiquettes et le mécanisme de consolidation dynamique du corpus des émotions,
5. Étudier la relation du public avec les œuvres à travers les déclarations des états émotionnels situés.



Figure 3. *Visiteurs équipés du dispositif E-MOTION au Palais de Beaux-Arts de Lille*
(Photo 2017 Daniel Schmitt)

4.1 Évaluer l'échantillon des visiteurs enquêtés

Afin d'évaluer l'échantillon des visiteurs participant à l'expérience au Palais des Beaux-Arts de Lille, nous avons comparé les chiffres fournis par le musée avec ceux des visiteurs enquêtés selon les critères en vigueur dans les musées : provenance géographique, primo-visite, distribution des âges.

4.2 Évaluer l'usage et l'ergonomie du dispositif E-MOTION

Au cours d'un entretien post-visite, nous avons demandé aux visiteurs de décrire leur expérience avec le dispositif E-MOTION quand ils déclarent un état émotionnel et quand ils font un choix parmi les qualifications émotionnelles suggérées.

4.3 Évaluer le principe de la prise de vue photo pour localiser les visiteurs

Pour chaque déclaration faite par les visiteurs, le dispositif E-MOTION enregistre automatiquement des prises de vues photographiques de l'environnement. En général les œuvres dans un musée sont uniques et il est donc assez facile de reconnaître le lieu de la prise de vue, en particulier pour le personnel du musée. Cependant, toutes les images obtenues automatiquement ne permettent pas de reconnaître l'environnement. Une partie de l'image reconnaissable peut être masquée par d'autres visiteurs, l'image peut être sur- ou sous-exposée, floue, bougée. L'échelle des plans peut être inadaptée, trop proche ou trop loin de l'objet reconnaissable, enfin elle peut ne pas contenir des éléments à même de nous permettre d'identifier le lieu comme des images du sol ou du plafond. Nous souhaitons comptabiliser la proportion de photos dans plusieurs catégories afin d'obtenir des pistes d'amélioration du dispositif. Ces catégories peuvent être les suivantes : inexploitable (absence de photo, absence d'objet reconnaissable, dégradation de l'image, etc.) ou exploitable avec un gradient de dégradation (floue, partielle, trop éloignée, trop proche, comportant des reflets, sous-exposée, surexposée, etc.).

4.4 Évaluer le placement dynamique du corpus des étiquettes

Nous souhaitons évaluer la qualité du placement du corpus des émotions. Chaque déclaration modifie et ajuste le placement des étiquettes dans l'espace valence – *arousal*. Lorsqu'un point P est déclaré et qu'une étiquette A est choisie pour qualifier un état émotionnel, ce choix enrichit une liste de points associés à cette étiquette A. Cette liste de coordonnées permet le calcul d'un point moyen pour chaque étiquette. Ce point moyen, utilisé par l'application pour le calcul des distances est donc consolidé au fur et à mesure des déclarations. Nous avons demandé aux visiteurs si d'une part, les mots proposés correspondaient bien à leur état émotionnel et d'autre part nous avons voulu vérifier l'optimisation du placement des étiquettes au fur et à mesure de l'usage du dispositif E-MOTION. Dans l'affirmative, les visiteurs devraient accéder de plus en plus rapidement à une qualification – une étiquette, qui convient à leurs émotions. Pour le vérifier, nous avons mis en place un indicateur qui comptabilise le nombre de pages tournées sur la fenêtre qui propose des étiquettes, qualifications des états émotionnels. Ce compteur est initialisé chaque fois qu'un point de l'écran est sélectionné et que la fenêtre apparaît. Nous observerons donc l'évolution de cette variable au fur et à mesure des déclarations réalisées sur l'ensemble de l'expérience.

4.5 Rendre compte de la relation public-œuvres

Le dispositif E-MOTION enregistre la déclaration de l'état émotionnel d'un visiteur en relation avec une œuvre. Lors du cumul des déclarations des visiteurs, on constate une diversité de valences importante : certaines œuvres sont plébiscitées, majoritairement appréciées, d'autres sont mal-aimées, certaines ne suscitent pas d'état émotionnel remarquable, enfin d'autres sont ignorées. Nous pensons que l'analyse des émotions déclarées ainsi que l'absence de déclaration pourraient apporter de nouveaux éclairages sur l'expérience des visiteurs dans les musées et des éléments de décision pour les conservateurs en charge des expositions temporaires ou permanentes.

4.6 Scénario de l'expérience

Nous avons laissé aux visiteurs la liberté d'utiliser le dispositif E-MOTION à leur gré (durée d'utilisation, nombre d'œuvres considérées, etc.) afin de ne pas introduire de biais significatif dans leur visite. Deux critères ont guidé la sélection des

participants : 1) le visiteur devait pouvoir lire et comprendre les étiquettes des états émotionnels. 2) le visiteur devait être volontaire et disponible. Il pouvait conserver les accessoires qu'il souhaitait (veste, sac, audioguide, etc.). En revanche l'expérience E-MOTION se limitait à certaines salles du musée. Les visiteurs avaient pour consigne de faire des déclarations de leurs états émotionnels quand ils en éprouvaient le souhait. Nous avons également renseigné le nom, prénom, tranche d'âge, nationalité, primo-visiteur, origine géographique des visiteurs. À l'issue de l'expérience, nous recueillons des informations sur la facilité d'usage du dispositif E-MOTION.

5 Résultats et discussion

5.1 Échantillon des visiteurs et périmètre d'expérimentation

107 personnes francophones ont participé à l'expérience E-MOTION menée au mois de juillet 2017 au Palais des Beaux-Arts de Lille. L'échantillon des visiteurs participant à cette expérience ne se superpose pas strictement aux fréquentations moyennes des visiteurs du Palais des Beaux-Arts de Lille pour les années 2016 et 2017. La saisonnalité estivale explique très vraisemblablement la sous-représentation des visiteurs lillois associée à une légère sur-représentation des visiteurs étrangers et des primo-visiteurs dans notre échantillon. Nous n'avons pas de raison de penser que les *Non Connus* se concentreraient sur l'une ou l'autre de ces catégories.

	Expérience E-MOTION	Fréquentation habituelle du Palais des Beaux-Arts 2016 – 2017 avec un degré de confiance fixé à 95 %
Métropole Lilloise	31 %	41,2 % ± 0,4
France, hors métropole lilloise	39 %	38,4 % ± 0,4
Étranger	22 %	20,3 % ± 0,4
NC	8 %	
Primo-visiteurs	53 %	49,7 % ± 0,2

Figure 4. Comparaison de l'échantillon des visiteurs participants à l'expérience e-motion avec la répartition de la fréquentation annuelle du Palais des Beaux-Arts de Lille

En ce qui concerne l'âge des visiteurs, la population enquêtée est répartie sur sept tranches d'âge entre 10 et 80 ans. Le Palais des Beaux-Arts ne procède pas au même découpage des âges, de sorte qu'il ne nous est pas possible de comparer la population enquêtée avec la distribution des visiteurs habituels. La figure 6 ci-dessous illustre cette répartition. Toutes les tranches d'âge participent à l'expérience à l'exception des moins de 10 ans. Cette tranche d'âge représente 2,3 % des visiteurs du Palais des Beaux-Arts de sorte que l'absence des 0 - 10 ans n'est pas critique à ce stade de l'étude.

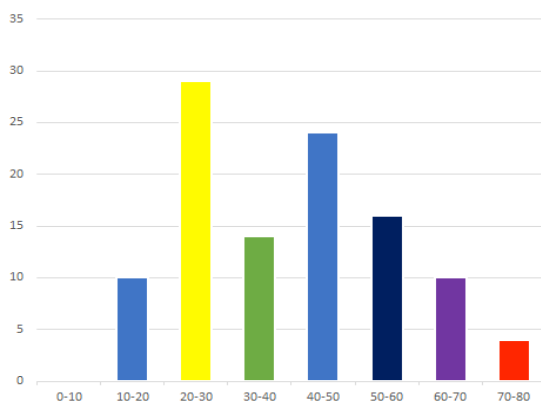


Figure 5. *Nombre de visiteurs enquêtés par tranche d'âge durant l'expérience E-MOTION*

Ainsi, vu à travers les critères de provenance géographique, de primo-visite et de répartition des âges, notre échantillon est cohérent avec la fréquentation habituelle du musée sans pour autant être strictement représentatif de la fréquentation moyenne des visiteurs sur une année complète. L'échantillon des visiteurs présente une qualité acceptable pour mettre en perspective les résultats obtenus en rapport avec les usages habituels du musée. De plus, cet échantillon présente des qualités suffisantes pour évaluer l'usage d'un dispositif, valider la prise de vue comme principe de localisation du visiteur, éprouver le placement dynamique du corpus des émotions et la relation du public avec certaines œuvres.

L'application a été testée au Palais de Beaux-Arts de Lille dans 4 salles du département des Peintures (niveau +1) et une salle du département Moyen Âge et Renaissance (niveau -1). En excluant les œuvres placées très en hauteur, nous avons recensé 51 œuvres ou groupes d'œuvres exploitables avec le dispositif E-MOTION dans les salles « Peintures » et 26 œuvres exploitables dans les salles consacrées au Moyen Âge et à la Renaissance. Les photographies de repérage ont été réalisées à une distance d'environ 2 mètres. Lorsque les tableaux sont de petite dimension, nous avons photographié des groupes d'œuvres. Cette étude a permis de recueillir 1103 déclarations d'état émotionnel qualifié et situé provenant de 107 visiteurs. En moyenne, chaque visiteur a fait 10,3 déclarations parmi un ensemble de 77 œuvres.

5.2 Usage et acceptabilité du dispositif E-MOTION

L'expérimentation avait pour premier objectif d'évaluer l'usage du dispositif E-MOTION. 92,5% des visiteurs ont déclaré que l'outil E-MOTION était facile d'utilisation. Le dispositif E-MOTION présente une bonne acceptabilité du point de vue de son usage, de son ergonomie. Néanmoins 6 visiteurs sur 107 ont exprimé des réserves : opposition pour des raisons éthiques à la déclaration des émotions, difficulté à comprendre les qualifications des émotions (corpus), en particulier pour les jeunes visiteurs (âge < 20 ans), corpus trop limité pour d'autres, pas assez nuancé, difficulté d'usage avec l'audioguide, etc. Il faut également noter que cette bonne acceptabilité exprime le rapport du visiteur avec l'outil et ne permet pas de préjuger de la qualité des résultats obtenus. Ce n'est pas parce que les visiteurs déclarent que l'outil est facile d'utilisation qu'il est fiable. Précisément, la facilité à déclarer des émotions avec ce dispositif ne signifie pas que la déclaration est bien en

accord avec un vécu émotionnel. D'autres approches sont mises en œuvre pour évaluer cette dimension.

5.3 La prise de vue photo comme principe de localisation des visiteurs

En relation avec les 1103 déclarations obtenues sur le terrain de l'expérience, nous disposons de 874 photos qui permettent de réaliser une reconnaissance visuelle de l'œuvre, soit un pourcentage de 79,2% de photos exploitables. La fiabilité du dispositif renseigne la plupart des œuvres ou groupes d'œuvres qui ont donné lieu à déclaration. Ces résultats sont largement suffisant pour réaliser des analyses sur les relations des visiteurs aux œuvres. Dans l'ensemble, le principe d'une localisation des visiteurs à partir de prises de vue automatiques et un miroir d'angle donne déjà en l'état de bons résultats.

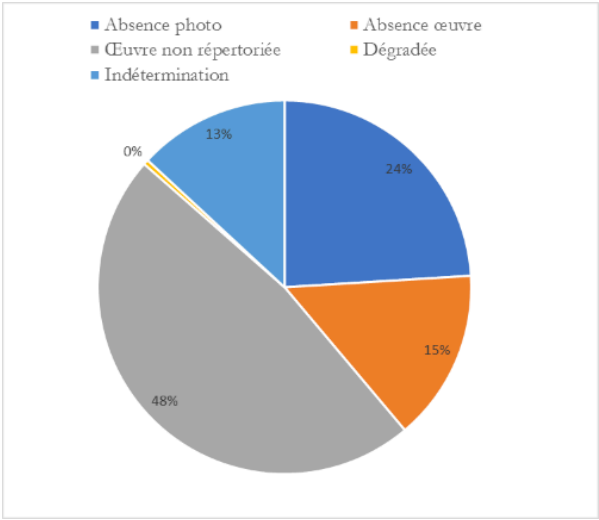


Figure 6. Répartition catégorisée des photos inexploitable issue de l'application E-MOTION

Quant au reste des images, sur un total des 229 photos inexploitable, 55 déclarations de l'émotion n'ont pas pu être reliées à une prise de vue réalisée par le smartphone dans un intervalle de temps suffisamment court (de l'ordre de la seconde), ce qui représente 24 % des photos inexploitable et 6 % du total des prises de vues réalisées. L'absence de ces photos peut s'expliquer par des problèmes techniques matériel ou logiciel : appareil photo indisponible, mauvaise manipulation, mise en mode économie d'énergie, etc. Parmi les photos inexploitable, 34 ne comportaient aucune œuvre, 109 comportaient une œuvre non répertoriée, 30 images ne permettaient pas de déterminer l'objet de la déclaration. Une seule photo est fortement sous-exposée et ne permet pas de reconnaître le lieu, ce qui signifie que les caméras des smartphones produisent aujourd'hui en mode automatique des images d'une qualité technique suffisante pour localiser les visiteurs. On peut résoudre assez facilement la question des 55 photos ne pouvant pas être reliées à la déclaration et des 109 photos qui comportaient des œuvres non référencées, ce qui dans notre cas porterait, dans le meilleur des cas, à 94,1% le

pourcentage de photos exploitables pour une reconnaissance visuelle. Dans le cadre de notre étude, le choix de l'appareil photographique du smartphone équipé d'un renvoi d'angle apparaît comme une excellente réponse à la localisation des visiteurs. En revanche, la reconnaissance de l'œuvre et de la localisation du visiteur a été faite image par image par des chercheurs. C'est une opération fastidieuse (env. 10 photos / h / personne) qui demande à être automatisée à l'aide de logiciels. 31% des photos exploitables (267 sur 874 photos) présentent une excellente qualité pouvant facilement être reconnues par des logiciels de reconnaissance d'image. À l'opposé, 6% des photos exploitables (52 photos) sont très fortement dégradées, mais toujours humainement reconnaissables et donc classées dans la catégorie « exploitable ». Il s'agit de cas limites où la reconnaissance automatique des images sera quasi-impossible. Il reste donc 63% de photos exploitables comportant une dégradation légère que l'on peut catégoriser selon le type de dégradation observée sur l'image. La répartition de photos floues, partielles, sombres, éloignées, proches ou comportant un reflet est décrite sur le graphique ci-dessous :

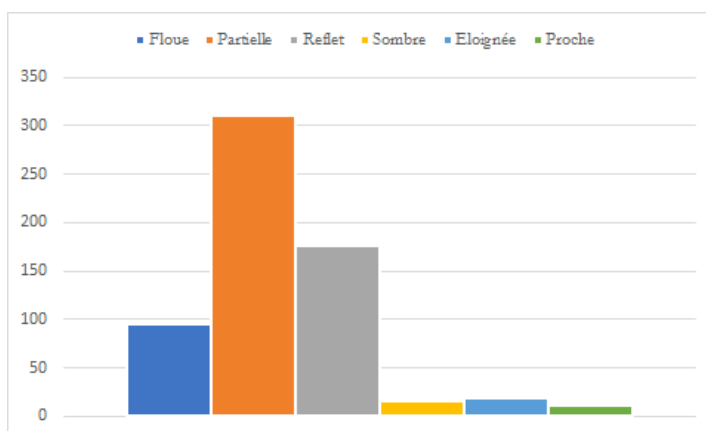


Figure 7. *Dégradations constatées et catégorisées sur les photos exploitables*

La fréquence d'apparition des images floues diminuera avec l'augmentation de la sensibilité des capteurs (diaphragme plus fermé, profondeur de champ plus étendue) et/ou des smartphones permettant de bloquer la mise au point de l'objectif sur sa distance hyperfocale. Pour améliorer la qualité des photographies à fournir aux algorithmes de reconnaissance d'image, on doit se concentrer sur les photos ne présentant qu'une partie de l'œuvre, ainsi que sur la présence de reflets sur les œuvres. Si on ne peut pas vraiment agir sur les reflets dus à l'éclairage des salles du musée, en revanche on peut envisager de changer l'objectif pour des focales plus courtes qui permettraient d'embrasser un champ plus large de façon à avoir statistiquement plus d'éléments à reconnaître. Ici, c'est la résolution des capteurs qui permettra d'obtenir des prises de vues pouvant être reconnues par des algorithmes. La technologie des capteurs photo évolue dans un sens favorable et devrait diminuer sensiblement les difficultés rencontrées dans les prochaines années.

5.4 Évaluation du corpus et du mécanisme de consolidation

Le corpus initial présent dans le dispositif E-MOTION est constitué de 72 concepts issus de travaux antérieurs sur l'expérience de visiteurs de musées, verbalisée lors d'entretiens réalisés en reviviscence stimulée (Schmitt, 2012). Ce

corpus est donc « situé » au sens de qu'il est produit dans la situation que l'on veut étudier. Dans un premier temps, ces concepts ont été positionnés sur le repère valence - arousal en laboratoire. Ce positionnement initial a permis de débiter rapidement les expérimentations. C'est le mécanisme de consolidation intégré au dispositif E-MOTION qui permet ensuite d'obtenir un corpus plus étendu et adapté au contexte de l'expérience. Ce mécanisme effectue un repositionnement automatique des concepts au fur et à mesure que les visiteurs utilisent le dispositif. La position des concepts initialement mis à disposition du visiteur est présentée dans la figure 8 ci-dessous.

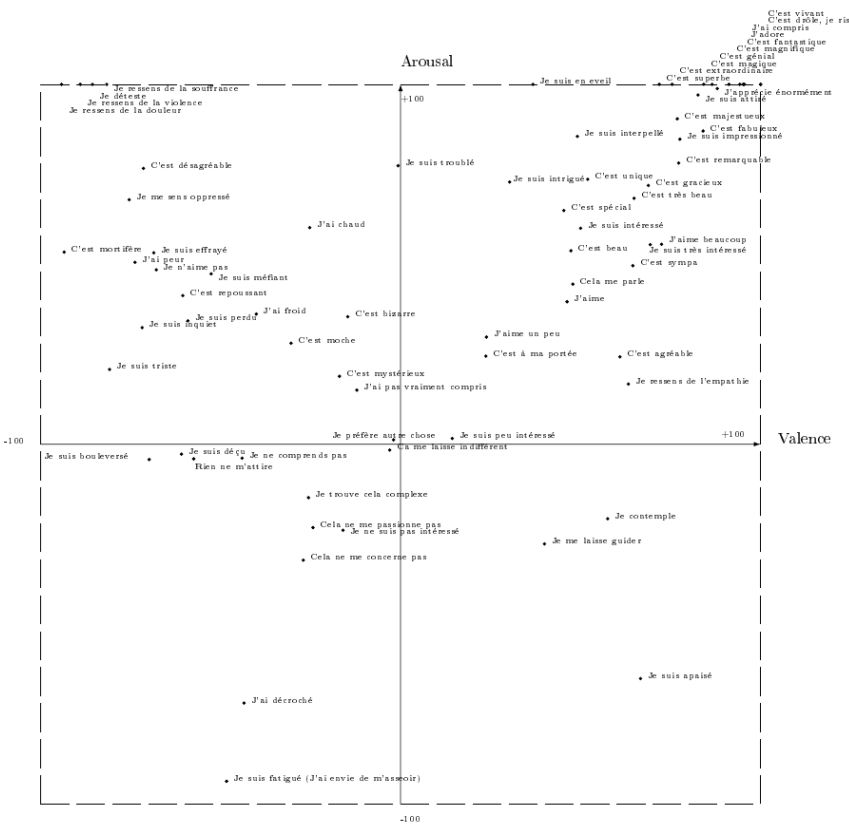


Figure 8. Positionnement initial dans le repère valence – arousal de 72 émotions issues des travaux de Schmitt (2012)

Évaluation du corpus des émotions

Nous avons interrogé les personnes enquêtées sur la pertinence du corpus avec la question ouverte : « les mots proposés correspondaient-ils à votre état émotionnel ? ». Nous avons construit une évaluation de l'impression subjective globale à propos des concepts présents et de leur apparition dans les fenêtres de l'application E-MOTION. Plus de la moitié des visiteurs considère que les concepts présents étaient suffisants pour exprimer leurs états émotionnels. Précisément, 56% des visiteurs ont déclaré trouver un concept approprié au moins les 3/4 du temps. Mais 36 % des visiteurs n'ont pas trouvé facilement le concept qui correspondait à

leur émotion. Le chiffre entre parenthèse correspond au nombre de visiteurs ayant invoqué cette raison : *il n'y a pas assez de mots ou de nuances* (15), *j'ai choisi des concepts par défaut* (9), *le corpus contient des mots étranges* (7), *le vocabulaire est inadapté* (6), *le vocabulaire n'est pas assez précis ou détaillé* (4), *il y a trop de mots* (2). Considérant que le corpus s'enrichit au fur et à mesure des déclarations, ce résultat paraît acceptable pour débiter l'expérience. En revanche le corpus n'est pas adapté, suffisant, ou assez précis pour une fraction significative des visiteurs. De plus, le manque de nuances peut conduire les visiteurs à faire des choix par défaut. Il s'agit là d'une question importante pour nous : la qualité des qualificatifs de l'expérience, le nombre de ces qualificatifs, leur position dans un espace valence – *arousal* reste une question complexe et cette expérience n'indique pas ce qu'il y aurait lieu de faire, mais elle recommande d'améliorer le corpus en qualité, nombre et position sans préciser ce que serait la bonne qualité d'un corpus, le nombre idéal des qualificatifs et la bonne position de ces qualificatifs.

■ Oui ■ 3/4 du temps ■ Moitié du temps ■ Non ■ nc

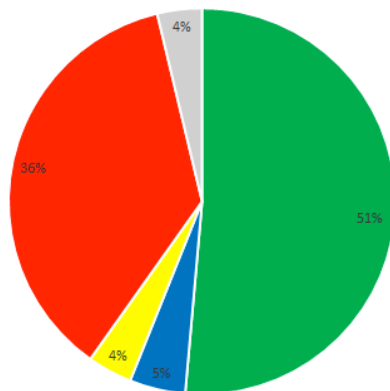


Figure 9. Adéquation du corpus (en nombre de visiteur) : les mots proposés correspondaient-ils à votre état émotionnel ?

Évaluation du positionnement des concepts

Pour évaluer la dynamique de positionnement des concepts sur le repère valence-*arousal* au cours de l'expérimentation, nous repérons les coordonnées des concepts en début et en fin d'expérimentation. Chaque coordonnée correspond à un point moyen calculé à partir de l'ensemble des valeurs saisies par les visiteurs pour un concept. 58 étiquettes sur 72 au total ont été déplacées tout en restant dans le même quadrant. Le positionnement initial dans les quatre quadrants semble conforme à la réalité du terrain pour 80,6% des étiquettes. De manière générale, on constate que les étiquettes sont restées dans leur quadrant d'origine et ainsi la densité des étiquettes sur chacun des quadrants est restée stable. Pour le reste, on observe 10 mouvements inter-quadrant et 4 étiquettes qui n'ont pas été utilisées. Comme le suggèrent certains visiteurs, si le corpus des étiquettes est incomplet, le positionnement final des étiquettes nous invite à concentrer nos efforts sur la moitié inférieure de l'espace valence - *arousal* qui comporte peu d'étiquettes. Par ailleurs la

concentration de concepts située autour du point (+100, +100) s'est réduite. Les étiquettes placées initialement dans cette zone ont été replacées de manière plus uniforme dans le même quadrant. De façon générale, les étiquettes ont été dispersées et réparties dans l'ensemble de l'espace valence – *arousal*. Le mécanisme dynamique du placement des étiquettes du corpus des états émotionnels a donc contribué à positionner chaque étiquette en fonction des pratiques des visiteurs enquêtés.

Le remplacement dynamique des étiquettes des états émotionnels fait l'hypothèse qu'en moyennant l'ensemble des placements d'une étiquette dans l'espace valence – *arousal* par l'ensemble des visiteurs, on devrait arriver à un placement statistique stabilisé et pertinent pour la plupart des visiteurs. Cette hypothèse prend appui sur l'idée qu'il y aurait pour chaque qualification des émotions, un point unique et partagé par les visiteurs dans l'espace valence – *arousal*. Il s'agit en quelque sorte d'une relation bijective entre la verbalisation d'une émotion et un point dans un espace en deux dimensions dont les axes sont la valence et l'*arousal*. Si cette hypothèse est fondée, en partant d'un corpus ajusté dynamiquement au fur et à mesure de l'expérience des visiteurs, chaque visiteur n+1 devrait trouver le placement des étiquettes plus rapidement que le visiteur n. En pratique, il devrait consulter moins de propositions avant de trouver celle qui lui convient. Nous avons conservé le nombre de pages consultées par les visiteurs avant de valider une étiquette en rapport avec un point P déclaré dans l'espace valence – *arousal*. Le graphique ci-dessous montre l'évolution du nombre de pages consultées au cours des déclarations successives réalisées lors cette expérimentation.

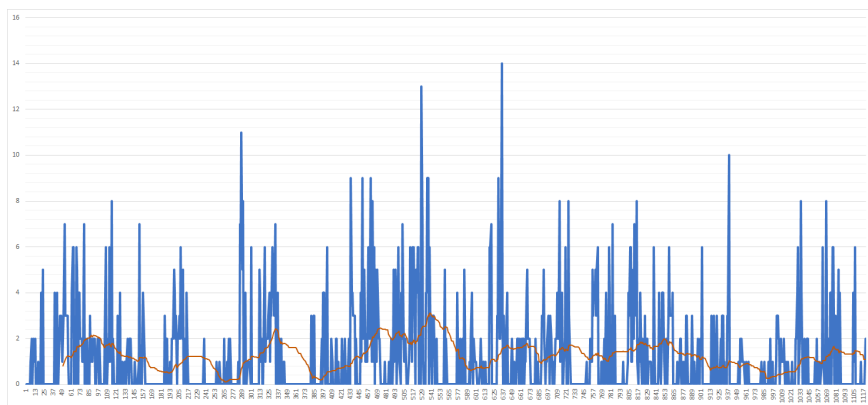


Figure 10. Évolution du nombre de pages tournées au cours des déclarations successives. La courbe rouge représente la moyenne mobile sur 50 valeurs. Elle ne semble pas baisser significativement

La courbe rouge correspond à une courbe de tendance représentant la moyenne mobile sur des séries de 50 valeurs. Ce graphique ne permet pas d'affirmer une tendance nette à l'amélioration de l'accessibilité des étiquettes. L'hypothèse d'une relation bijective entre la qualification d'une émotion et un point dans l'espace valence – *arousal* ne peut pas être confirmée par cette expérience. De plus, au cours des entretiens avec les visiteurs, nous avons réalisé qu'ils utilisaient parfois le dispositif E-MOTION d'une façon que nous n'avions pas anticipée. En effet, lorsque

les visiteurs ne trouvaient pas de concept approprié à leur ressenti dans les pages proposées, ils ne faisaient pas toujours un choix par défaut ou renonçaient à la déclaration. Dans certains cas, les visiteurs sélectionnaient un nouveau point au voisinage du point initial afin de se voir proposer de nouveaux concepts. Connaître le nombre de sélections réalisées dans un voisinage avant validation du concept permettrait de mieux comprendre cette notion d'accessibilité. Ce deuxième indicateur, ainsi qu'une augmentation du nombre de pages de concepts proposées pourraient permettre de mieux évaluer les apports du mécanisme spécifique utilisé pour le repositionnement des concepts.

Évaluation de la distribution des déclarations

Nous cherchons à savoir si pour une œuvre donnée, les déclarations des visiteurs tendent à se regrouper dans l'espace valence – *arousal*. Cette question est cruciale puisqu'elle conditionne le développement et l'optimisation de l'outil E-MOTION dans sa forme actuelle. On parlera de « constance » dans les déclarations, lorsqu'une œuvre peut être qualifiée de façon homogène par un ensemble significatif de visiteurs. Pour vérifier la constance dans les liaisons du public à une même œuvre, nous commençons par étudier les œuvres les plus citées par les visiteurs.

Dans un premier temps, nous quadrillons l'espace valence – *arousal* avec des intervalles de 20 unités. Nous obtenons un tableau de 10 x 10 cellules. Puis pour un tableau A, nous plaçons le nombre de déclarations par unité de cellule. Cette méthode fait apparaître la distribution des déclarations des visiteurs pour un tableau donné. Dans le cas des tableaux *L'Ascension des Élus* et *La chute des damnés* de Dirk Bouts, 56 % des déclarations se concentrent dans 10 % de cellules contiguës. De plus, les concepts déclarés dans les zones V9A10 sont les suivants : c'est magique (2), je suis impressionné (1), c'est extraordinaire (1) et en V9A9 : je suis très intéressé (3), je suis attiré (2), je suis impressionné (2), c'est remarquable (1). Cet ensemble de déclarations placées dans une proximité géographique de l'espace valence – *arousal* présente une signification cohérente.



Figure 11. *L'Ascension des Élus* et *La chute des damnés* de Dirk Bouts. Cumul des déclarations des visiteurs dans un espace valence-arousal (photos © RMN-Grand Palais, Jean-Gilles Berizzi)

Nous pouvons maintenant vérifier pour d'autres œuvres, si le couple concentration des déclarations dans l'espace valence – *arousal* et signification est toujours cohérent et s'il permet de discriminer les œuvres. Nous avons retenu le groupe d'œuvres *La Sainte Famille*, *La Tête de Moine* et *Sainte Marie Madeleine* (anonymes) pour laquelle le cumul de la valence déclarée est similaire à *L'Ascension des Élus* et *La chute des damnés* de Dirk Bouts. Elle est quantitativement appréciée par les visiteurs enquêtés de la même façon. Dans le cas du groupe des œuvres *Sainte Famille*, *Tête de Moine* et *Sainte Marie Madeleine*, seulement 30 % des déclarations se concentrent dans 10 % de cellules contiguës. Certes, on distingue une concentration de déclarations dans la zone V9A8, mais celle-ci est moins dense que celles correspondant aux œuvres de Dirk Bouts. Les concepts déclarés dans la cellule V9A8 : c'est beau (2), j'aime beaucoup (1) et c'est gracieux (1) présente néanmoins une signification cohérente. Comparé aux œuvres précédentes de Dirk Bouts, tout se passe comme si le ressenti majoritaire s'est déplacé vers le bas de l'espace valence – *arousal*, donc une appréciation positive mais avec moins d'intensité. Nous avons appréhendé le groupe d'œuvre comme une seule œuvre dans la mesure où la prise de vue photographique ne permet pas de discriminer ce qui est prise en compte, mais de situer la déclaration. S'il est hautement vraisemblable que la déclaration des émotions est bien en relation avec ce point de l'espace du musée, en revanche, nous ne savons pas précisément ce sur quoi porte la déclaration des visiteurs. Ainsi, il est possible que la dispersion observée des déclarations résulte du regroupement des œuvres, comme elle peut résulter de l'impossibilité de situer ses émotions avec constance.

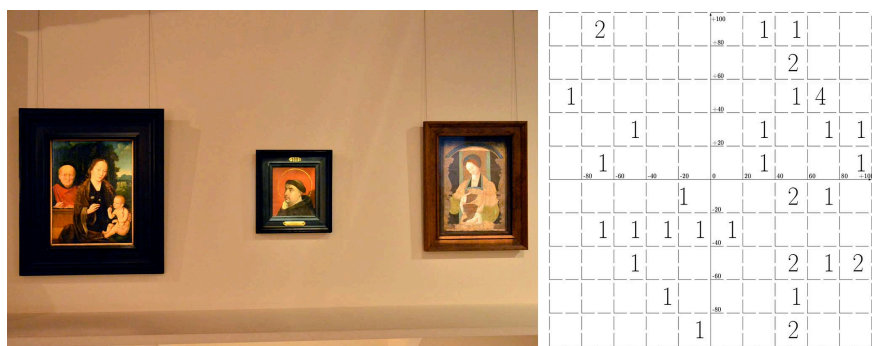


Figure 12. *La Sainte Famille*, *La Tête de Moine* et *Sainte Marie Madeleine* (anonymes). Cumul des déclarations des visiteurs dans un espace valence-arousal (photo 2017 Daniel Schmitt)

Le cas des œuvres pour lesquelles on observe un cumul de valences majoritairement négatif doit être également abordé. Peu d'œuvres sont déclarées majoritairement négatives et ce résultat ne devrait pas surprendre dans la mesure où l'institution muséale fait son possible pour que les œuvres soient justement appréciées par les visiteurs. Néanmoins le groupe *Sainte Famille* de Frans Floris et *Tarquin et Lucrèce* de Jan Massys répond à ce critère. Cependant, nous n'avons que 13 déclarations négatives et cela rend l'interprétation délicate d'autant plus que ce type de profil n'est que « majoritairement » négatif. Pour le groupe *Sainte Famille* et *Tarquin et Lucrèce*, aucune zone contiguë déclarée ne semble se distinguer significativement.



Figure 13. *La Sainte Famille de Frans Floris et Tarquin et Lucrèce de Jan Massys. Cumul des déclarations des visiteurs dans un espace valence-arousal (photo 2017 Daniel Schmitt)*

Tout se passe comme si, lorsque les visiteurs réussissent à se lier à une œuvre, lorsqu'ils trouvent quelque chose qui leur plaît ou qu'ils comprennent, il leur est alors plutôt facile de situer leur émotion dans un espace valence – *arousal*, d'indiquer un point qui est signifiant pour eux. Ce point ou plus exactement cette surface, pourrait être relativement partagée pour un ensemble de visiteurs. Les concepts qui accompagnent les déclarations présentent également une signification homogène. En revanche, lorsque les visiteurs n'apprécient pas une œuvre ou qu'ils ne la comprennent pas, il semble beaucoup plus difficile de situer leurs émotions dans un espace valence – *arousal* et de qualifier leurs émotions. La distribution ne permet pas de faire émerger des consensus entre visiteurs. Si la distribution des déclarations positives laisse penser que nous pourrions poursuivre et développer l'idée d'un profil relation-œuvre pour toutes les œuvres dans un contexte et que ce profil correspond à un couplage des grandeurs de valence et d'*arousal*, il n'en va pas de même pour la distribution des déclarations négatives. Pour les œuvres associées à des déclarations de valence négative, d'autres modalités devront être imaginées afin d'obtenir des résultats plus homogènes.

5.5 Visualiser le cumul des valences déclarées par les visiteurs

Cette fois, il ne s'agit pas de vérifier la distribution et la cohérence des déclarations, mais de visualiser le cumul des valences déclarées par l'ensemble des visiteurs. La signification associée à la valence n'entre pas en ligne de compte, donc une déclaration négative conserve toute sa validité quelle que soit la signification que le visiteur lui accorde. Pour obtenir une représentation des relations visiteurs-œuvres, nous prenons en compte, pour chaque œuvre, le nombre d'individus ayant fait une déclaration, le signe et l'intensité de la valence. Cumuler les valences déclarées pour chaque œuvre paraît une solution intéressante pour prendre en compte le nombre d'individus concernés et l'intensité de cette grandeur. Cependant, en additionnant des valences positives et négatives, on peut obtenir une valeur proche de 0 si par exemple deux catégories de nombreux visiteurs avaient des ressentis émotionnels de valence hédonique opposée. Pour ne pas perdre d'information, il convient donc de réaliser un cumul par intervalle et introduire la

notion de seuil correspondant à la limite des ressentis émotionnels « neutre ». Le graphique ci-dessous présente le cumul pour chaque œuvre, des valences négatives en bleu, positive en rouge. Nous appelons « neutralité » la bande comprise entre deux seuils fixés arbitrairement à -20 et +20.

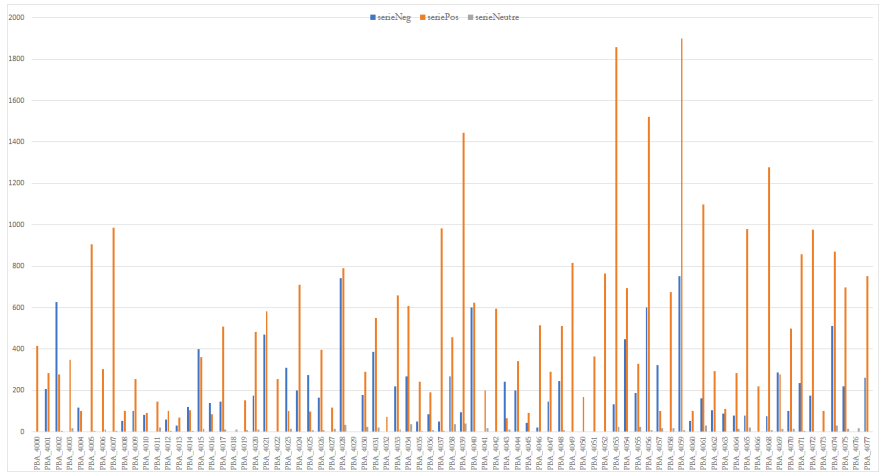


Figure 14. Cumul des valences déclarées par les visiteurs par unité d'œuvre

Cette approche quantitative des valences déclarées nous permet de formuler plusieurs remarques. Pour certaines œuvres, les déclarations sont presque exclusivement positives, comme pour *Le Concert dans l'œuf* d'après Jérôme Bosch ou pour le *Dénombrement de Bethlém* de Pieter Brueghel le Jeune, deux tableaux importants de la collection du Palais des Beaux-Arts de Lille.



Figure 15. *Le Concert dans l'œuf* d'après Jérôme Bosch et *Le Dénombrement de Bethlém* de Pieter Brueghel le Jeune recueillent presque exclusivement des déclarations positives (photos © RMN-Grand Palais, Stéphane Maréchalle et René-Gabriel Ojéda)

Dans une moindre mesure, on identifie aussi des œuvres qui ont essentiellement des déclarations négatives. C'est le cas comme nous l'avons vu pour *Sainte Famille* de Frans Floris et *Tarquin et Lucrece* de Jan Massys ou encore *Le Calvaire*

(anonyme). Il est important de garder à l'esprit que des déclarations négatives comme des déclarations positives signifient qu'il s'est bien passé quelque chose entre le visiteur et l'œuvre et à ce titre, les déclarations négatives conservent toute leur valeur expérientielle auxquelles le musée doit être attentif.

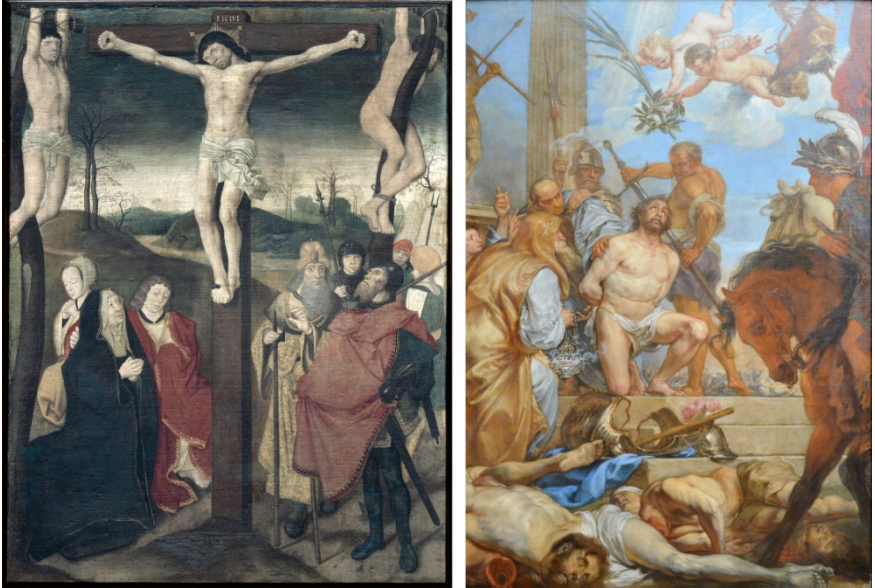


Figure 16. *Le Calvaire* (anonyme) recueille essentiellement des déclarations négatives. *Le Martyre de Saint Maurice et de ses Compagnons*, Jan dit Lange Jan Boeckhorst recueille autant de déclarations positives que négatives dont la moyenne arithmétique masquerait le contraste (photos © RMN-Grand Palais Hervé Lewandowski, Jacques Quecq d'Henripret)

On remarque également que certains tableaux comme *Le Martyre de Saint Maurice et de ses Compagnons*, de Jan dit Lange Jan Boeckhorst, recueillent des pics positifs et négatifs d'importance similaire. Cela confirme le danger à lire la relation émotionnelle aux œuvres à partir d'une moyenne arithmétique de la valence. Il faut au contraire conserver et observer la distribution des déclarations. Un tableau qui rassemble des déclarations fortement négatives et positives à la fois semble produire une émotion « radicale » qui vient compléter les catégories « positives » et « négatives ».

Enfin, nous avons aussi noté que certaines œuvres sont quasi-absentes des déclarations émotionnelles des visiteurs. Par exemple, les œuvres *Paramor* de Jean-Luc Verna et le *Buste présumé d'un seigneur de Houplin* (anonyme) ou le dos de triptyques n'ont pas fait l'objet de déclaration. En fixant un seuil à 30 % du nombre de déclarations moyenne par visiteur (10,3), c'est-à-dire un seuil fixé légèrement au-dessus de 3 déclarations, on peut identifier les œuvres que l'on considère comme peu citées. 14 œuvres sont situées en dessous de ce seuil, ce qui correspond à 18,2 % du total des œuvres référencées. Cette absence de déclaration pourrait être un indicateur intéressant de la relation visiteurs-œuvres. A ce stade du projet et compte tenu de la méthode, nous ne pouvons pas préciser ce que recouvre l'absence de déclaration. On pourrait parler d'« indifférence », mais cela reste à

confirmer. Quoi qu'il en soit, les œuvres qui ne sont pas déclarées pourraient devenir un sujet d'étude en lui-même afin de préciser ce que recouvre cette absence de déclaration. Des raisons techniques pourraient être invoquées comme la lisibilité de l'œuvre, son éclaircissement, placement ou contexte ainsi que des raisons culturelles comme un sujet de l'œuvre gênant, les difficultés à mobiliser un savoir adéquat ou l'absence de connaissances, l'incompréhension...



Figure 17. *Paramor* de Jean-Luc Verna et le Buste présumé d'un seigneur de Houplon (anonyme) (photos 2017 Daniel Schmitt)

Certes l'absence de déclaration à propos du dos des triptyques ou d'œuvres en mauvais état n'est pas réelle une surprise pour les professionnels des musées. Néanmoins en l'absence d'entretiens, on ne peut pas préjuger des raisons pour lesquelles les visiteurs n'ont pas fait de déclaration. L'absence est probablement significative, mais d'autres méthodes devront compléter cette approche.

5.6 Visualiser la dynamique émotionnelle de la relation visiteurs-œuvres

Si l'on considère un groupe de visiteurs, la relation entre les émotions vécues et le placement dans un espace valence - *arousal* semble présenter d'autant moins de constance que la relation est négative. Selon l'analyse des données de l'étude, l'une des causes semble résider dans la difficulté à évaluer ses émotions selon l'axe de l'*arousal*. La déclaration des émotions selon l'axe de la valence (plaisir déplaisir) ne présente pas de difficulté. En revanche, pour des raisons qui restent à éclaircir, des personnes non-entraînées éprouvent des difficultés à évaluer la composante *arousal* (état d'activité ou d'éveil) de leurs émotions.

Néanmoins, en ne conservant que la composante de la valence, il est tout à fait possible de catégoriser une partie hautement significative de la relation des visiteurs aux œuvres. Il peut être intéressant de représenter la dynamique de cette relation. Cette fois, pour un tableau A donné, nous identifions les déclarations faites par les visiteurs qui ont déclaré une émotion pour ce tableau A ainsi que leurs déclarations n-1 et n+1. Donc tous les visiteurs retenus ont déclaré leur émotion pour le tableau A. En revanche, nous avons conservé la situation naturelle de visite, les visiteurs étaient libres de leur parcours et du moment de leurs déclarations. Donc les déclarations n-1 et n+1 de ces visiteurs concernent vraisemblablement des tableaux

différents. Cette méthode permet de lire la dynamique émotionnelle des visiteurs qui partagent le fait d'avoir déclaré le tableau A sans pour autant avoir vu les mêmes œuvres en $n-1$ et $n+1$. Il s'agit en quelque sorte de « l'effet contextuel » du tableau. Ainsi le *Dénombrement de Bethléem* semble générer des émotions fortes et positives tandis que *Le Martyre de Saint Maurice et de ses Compagnons* semble induire des émotions contrastées chez les visiteurs.



Figure 18. *Tableau A, Le Dénombrement de Bethléem et les émotions déclarées avant, pendant et après ce tableau. Le Dénombrement de Bethléem semble induire des émotions fortes et positives chez les visiteurs*



Figure 19. *Tableau B, Le Martyre de Saint Maurice et de ses Compagnons et les émotions déclarées avant, pendant et après ce tableau. Le Martyre de Saint Maurice et de ses Compagnons semble induire des émotions fortes chez les visiteurs, positives ou négatives, sans neutralité*

Cette approche est assez intéressante puisqu'elle donne à lire la dynamique vécue des visiteurs en relation avec les œuvres et cela pourrait ouvrir des pistes intéressantes quant à l'organisation d'un parcours, de la distribution des œuvres, des relations entre les œuvres.

6 Conclusion

L'objectif initial de cette expérience était de pouvoir obtenir une cartographie du parcours des visiteurs avec leurs états émotionnels qualifiés et quantifiés devant

des œuvres et ce, en réduisant autant que possible les biais liés au dispositif d'enquête. De ce point de vue, l'expérience réalisée au Palais des Beaux-Arts de Lille ouvre des perspectives intéressantes. En effet, en nous appuyant sur des outils et des technologies déjà employées par les visiteurs comme les smartphones, nous avons vu que le dispositif E-MOTION est bien accepté et correctement utilisé dans la plupart des cas. Les questions éthiques soulevées peuvent être résolues par l'anonymat des déclarations. L'incompatibilité avec d'autres systèmes comme les audioguides, visioguides etc. tendront à s'atténuer s'il devait y avoir une généralisation des smartphones comme guide de visite. Il ne s'agit pas de munir tous les visiteurs d'un dispositif comme E-MOTION, mais uniquement certains visiteurs de façon à avoir un retour significatif sur l'expérience des visiteurs.

Nous avons montré que le dispositif photographique était efficace pour localiser les déclarations des visiteurs dans le musée, mais pas encore efficient. La localisation des visiteurs a été faite visuellement à partir de photographies. Il existe certes déjà des algorithmes de reconnaissance des images, mais l'automatisation de l'opération de reconnaissance demandera encore des efforts de développement technique pour fonctionner dans un musée.

La base dynamique du corpus des émotions nous semble également une piste intéressante pour obtenir des retours détaillés et utiles sur la relation visiteurs-œuvres sans mise en œuvre d'entretiens post-visite. Cette base dynamique reste à consolider, à enrichir. Cependant, plus on enrichira la base du corpus, plus les étiquettes disponibles seront nombreuses et plus il faudra de temps pour déclarer une émotion, ce qui pourrait introduire une surcharge cognitive dans l'expérience de visite. Il pourrait être alors envisagé de proposer un corpus stabilisé couvrant la majeure partie des déclarations des visiteurs sans être exhaustif.

Selon cette étude, l'espace de déclaration des émotions en tant qu'espace en deux dimensions - la valence et l'*arousal* - ne semble pas totalement adapté à renseigner finement les émotions des visiteurs d'une façon qui soit fiable. Nous avons vu que si les visiteurs réussissent à établir une relation, il leur est assez facile de la situer dans l'espace 2D et les qualificatifs sont alors assez regroupés. L'outil E-MOTION est alors facile d'usage, il permet de déclarer ses émotions assez précisément. En revanche, lorsque les visiteurs ne réussissent pas à établir des relations, le dispositif avec son espace 2D ne permet pas d'identifier précisément en quoi l'œuvre n'est pas appréciée. Il n'y a pas de distribution homogène dans les déclarations et en particulier, l'*arousal* semble introduire une sérieuse difficulté à la déclaration. Pour les œuvres associées à des déclarations de valence négative, d'autres modalités devront être imaginées afin d'obtenir des résultats plus homogènes.

En revanche, la dynamique émotionnelle dans un parcours à partir de la valence seule est une piste à prendre au sérieux. Il reste à montrer que cette notion est pertinente et qu'elle permet de faire des prédictions ou en tout cas, elle permet d'augmenter la qualité de l'expérience de la visite. Nous ne savons pas très bien ce que signifie l'absence de déclaration. Nous avons fait l'hypothèse que cela correspondait à une forme d'indifférence, mais cette hypothèse, si elle est confirmée par les prochaines expériences, doit mobiliser toute notre attention. En effet, la définition même des musées exige que les visiteurs puissent établir une relation avec les œuvres et non éprouver une forme d'indifférence, sauf si cela relève d'une stratégie volontaire de la part des visiteurs pour gérer leur capital d'attention.

Le point délicat soulevé au cours de cette expérience concerne la dispersion des déclarations pour les valences négatives. Les visiteurs n'ont pas de mal à déclarer des émotions et à les qualifier lorsqu'il se passe quelque chose entre eux et

l'œuvre. Tout se passe comme si, lorsque le visiteur réussit à établir une relation avec une œuvre, il lui est ensuite facile de qualifier cette relation, de la déclarer et de la situer précisément dans un espace relativement bien partagé par un collectif. En revanche, lorsque le visiteur ne réussit pas à se relier aux œuvres, la déclaration de l'émotion est difficile à placer notamment selon l'axe de l'*arousal*. Ce point n'est pas anodin, car cela pourrait signifier que la qualité de la déclaration faite par les visiteurs pourrait varier en fonction de l'espace déclaré. Une déclaration positive serait plus fiable qu'une déclaration négative par exemple.

Ce point renvoie aussi à la pertinence d'un espace 2D valence – *arousal*. Est-ce que cet espace 2D est adéquat à la question de la relation aux œuvres d'un musée ou aux dispositifs d'un centre de culture scientifique ? Cet espace est-il plus discriminant que la valence prise seule ? Faut-il simplement imaginer un espace hybride avec seulement l'axe de la valence pour les dimensions négatives et une surface valence – *arousal* pour les valeurs positives ? Faut-il renoncer à l'espace valence – *arousal* pour l'étude de la relation auto-déclarée des visiteurs avec les œuvres et recourir à des représentations graphiques comme des pictogrammes, smileys, emojis ?

Les premiers résultats sont très encourageants : ils montrent des saillances jusque-là inconnues des chercheurs et des responsables de collections. Il faudrait demain les comparer aux autres métiers du musée, surveillance et médiation afin d'élargir l'analyse des premières données à intégrer dans les futures propositions scénographiques et éditoriales du lieu. Comment alors faire saisir aux publics que l'expérience des visiteurs et ses émotions ont davantage été prises en compte dans les nouveaux parcours du musée, devenant alors à son tour une nouvelle proposition d'émotions à analyser ?

7 Remerciements

Nous remercions vivement la SATT Nord (Société d'Accélération du Transfert de Technologie) pour son soutien financier, Gaylord Bauden Hamerel (SATT Nord) pour son accompagnement, le personnel du Palais des Beaux-Arts de Lille et du laboratoire DeVisu de l'Université Polytechnique Hauts-de-France qui ont rendu possible la mise en œuvre de ce projet et les relecteurs anonymes qui, de par leur analyse critique précise et généreuse, ont largement participé à la rédaction finale de cet article.

Bibliographie

- Boucema, S. (2017). Expérience, émotions et enquête chez John Dewey. Dans J.-M. Barbier et M. Durand, *Encyclopédie d'analyse des activités*, 867-875, PUF.
- Davallon, J., Gottesdiener, H. & Poli, M.-S. (2000). Le concept de visiteur expert. *Museum International*, vol.52 , n°208, p. 60-64.
- Di Paolo, E. (2005). Autopoiesis, adaptivity, teleology, agency. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, vol. 4, 429-452.
- Dufresne-Tassé, C., O'Neill, M.-C., Sauvé, M. & Marin-Robitaille, D. (2014). Un outil pour connaître de minute en minute l'expérience d'un visiteur adulte. *Revista Museologia e Interdisciplinaridade*, vol. 3, n°6.
- Dufresne-Tassé, C., Sauvé, M., Wetzl-Fairchild, A., Banna, N., Lepage, Y. & Dassa, C. (1998). Pour des expositions muséales plus éducatives, accéder à

l'expérience du visiteur adulte. Développement d'une approche. *Revue canadienne de l'éducation*, vol. 23, n°3, 302-315.

Eidelman, J., Roustan, M. & Goldstein, B. (2007). *La place des publics. De l'usage des études et recherches par les musées*. La Documentation française.

Elliott, P. & Loomis, R. (1975). Studies of visitor behavior in museums and exhibitions ; an annotated bibliography of sources primarily in the english language. Washington : Smithsonian Institution, Office of museums programs.

Fontaine, J., Scherer, K., Roesch, E. & Ellsworth, P. (2007). The world of emotions is not two-dimensional. *Association for Psychological Science*, vol. 18, n°12, 1050-1057.

Hutchins, E. (2010). Enaction, imagination, and insight. Dans J. Stewart, O. Gapenne, & E. Di Paolo, *Enaction. Toward a new paradigm for cognitive science*, 425-450. MIT.

Kirchberg, V. & Tröndle, M. (2012). Experiencing exhibitions: a review of studies on visitor experiences in museums. *Curator*, vol. 55, n°4, 435-452.

Maturana, H. & Varela, F. (1980). *Autopoiesis and cognition*. Dordrecht : D. Reidel Publishing Company.

Myin, E. (2003). An account of color without a subject? *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 26, n°1, 42-43.

Russell, J. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 39, n°6, 1161-1178.

Russell, J. (1979). Affective space is bipolar. *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 37, n°3, 345-356.

Schiele, B. (2014). Les études de visiteurs. Dans *Les musées et leurs publics*, 7-69. Presses de l'Université du Québec.

Schmitt, D. (2018). L'énaction, un cadre épistémologique fécond pour la recherche en SIC. *Les cahiers du numérique*, 93-112.

Schmitt, D. (2017). Saisir l'expérience des publics dans les musées : comment construit-on du sens lors d'une visite ? Dans J.-M. Barbier et M. Durand, *Encyclopédie de l'analyse des activités*. PUF.

Schmitt, D. (2015). Ce que « comprendre » signifie pour les jeunes visiteurs dans un centre de culture scientifique. Dans P. Chavot et A. Masseran, *Les cultures des sciences en Europe. 2. Dispositifs, publics, acteurs, institutions*, 225-238. Presses Universitaires de Nancy. Questions de communications, série actes, n°25.

Schmitt, D. (2012). Expérience de visite et construction des connaissances : le cas des musées de sciences et des centres de culture scientifique. Thèse de doctorat. Strasbourg : Université de Strasbourg.

Schmitt, D. & Aubert, O. (2016). REMIND, une méthode pour comprendre la micro-dynamique de l'expérience des visiteurs de musées. *RIHM, Revue des Interactions Humaines Médiatisées*, vol. 17, n°2, 43-70.

Screven, C. & Gessner, K. (1988). *International Laboratory for Visitor Studies ; Bibliography and abstracts* (éd. Seconde). Milwaukee, Wisconsin: International Laboratory for Visitor Studies.

- Stewart, J., Gapenne, O. & Di Paolo, E. (2010). Enaction: toward a new paradigm for cognitive science. MIT.
- Varela, F., Thompson, E. & Rosch, E. (1993). *L'inscription corporelle de l'esprit*. Seuil.