

# La RFID au service de l'analyse du parcours muséal des visiteurs

Francis Jambon, Nadine Mandran et Christian Perrot \*



L'étiquette radiofréquence est dissimulée dans cette carte distribuée au visiteur à la billetterie.  
© Muséum-Département du Rhône

\* Francis Jambon (francis.jambon@imag.fr) est maître de conférences à l'université Joseph Fourier  
Nadine Mandran (nadine.mandran@imag.fr) est ingénieure statisticienne au CNRS  
Christian Perrot (christian.perrot@imag.fr) est ingénieur en informatique au CNRS  
Laboratoire LIG - Équipe MultiCom  
BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9  
www-clips.imag.fr/multicom

Analyser le parcours des visiteurs tout au long d'une exposition n'est pas chose aisée. Les auteurs montrent comment la technique de l'identification radiofréquence (RFID) peut apporter une aide significative à cette analyse et quels en sont les résultats, les limites et les perspectives.

MultiCom est une équipe de recherche pluridisciplinaire du laboratoire d'Informatique de Grenoble – UMR 5217 (ex CLIPS-IMAG) dont la thématique de recherche est la conception et l'évaluation des systèmes interactifs. Au sein de cette thématique, nous nous intéressons aux méthodes et techniques permettant l'étude de l'activité des utilisateurs en interaction avec leur environnement.

Dans le cadre de l'exposition *Ni vu, ni connu. Paraître, apparaît, disparaître* présentée au muséum du département du Rhône du 8 novembre 2005 au 2 juillet 2006, et en collaboration avec le service informatique du muséum, le centre Érasme et la société Tagproduct, nous avons mis en place un dispositif d'analyse du parcours des visiteurs de cette exposition. Ce projet, financé en partie par la région Rhône-Alpes dans le cadre de l'appel d'offres Émergence (IMERA) avait pour but de réaliser un démonstrateur, à la fois méthodologique et technologique, de l'analyse automatisée du parcours muséal basé sur la technologie de l'identification radiofréquence (RFID).

## Objectifs de l'étude

Actuellement, la mesure de l'affluence à une exposition peut s'effectuer de nombreuses façons. La technique la plus immédiate est le comptage des entrées,

grâce à la billetterie ou au passage d'un portillon par exemple. Cette technique, précise et peu complexe à mettre en œuvre, offre cependant des résultats limités : seul le nombre de visiteurs entrants est compté, et ni le parcours, ni le temps de visite ne peuvent être déterminés. Il est possible de multiplier le nombre de points de comptage, par exemple en entrée et sortie de chaque salle, les données obtenues sont alors plus précises et l'affluence des salles peut être déterminée. Cependant, les visiteurs ne peuvent être distingués les uns des autres, ce qui empêche *a priori* d'évaluer les parcours et temps de visite.

Il est également possible de recueillir les observations informelles des personnels du musée (guides, animateurs, gardiens, agents d'accueil...) sur le comportement des visiteurs. On obtient alors des informations qualitatives concernant par exemple les zones d'affluence et une estimation approximative des parcours et temps de visite. Plus formellement, le recueil de témoignages ou le résultat d'entretiens permet de connaître le parcours du visiteur et de déterminer par exemple son niveau d'intérêt ou son degré de satisfaction pour l'exposition. Cette technique permet d'obtenir des informations qualitatives très complètes mais seul un nombre restreint de visiteur est interrogé. De plus, elle ne permet pas de s'affranchir des déviations entre le perçu et le réel, cas par exemple du temps de visite et du parcours.

Si l'on s'intéresse plus particulièrement au parcours des visiteurs, la géo-localisation utilisant les réseaux sans fil WiFi offre des perspectives intéressantes. Il est notamment possible de déterminer avec une précision de l'ordre du mètre le parcours du visiteur sur l'ensemble de la surface d'une exposition. Cependant, cette technologie demande un investissement important d'infrastructure WiFi : il est en effet nécessaire d'avoir au moins trois bornes WiFi à portée radio du visiteur. De plus, chaque visiteur doit être équipé d'un dispositif actif (contenant une batterie devant être rechargée) qui peut être un assistant personnel ou un boîtier dédié, dont la dimension et la masse sont proches de celles d'un petit téléphone mobile. Le coût par boîtier est important, rendant la généralisation de cette technique pour l'ensemble des visiteurs difficile. Enfin, cette géo-localisation est perturbée si des objets non perméables aux ondes sont déplacés dans le champ des antennes WiFi, imposant alors un calibrage du système.

De manière plus expérimentale, des techniques d'analyse d'enregistrements vidéo des salles permettent de

reconstituer le parcours des visiteurs. Ces techniques, lorsqu'elles sont automatisées souffrent d'importantes limites techniques et sont peu fiables. Lorsque ce traitement est manuel, le coût du dépouillement se révèle prohibitif, en effet, le temps d'analyse peut être significativement plus important que le temps de prise de vue. Ces techniques sont donc réservées à des études ponctuelles à vocation de recherches. En outre, ces techniques imposent de s'assurer du strict respect de la vie privée lors de l'utilisation de ces enregistrements vidéo.

Notre objectif était de définir puis valider une méthodologie d'analyse des parcours des visiteurs basée sur la technique de l'identification radiofréquence. En effet, cette technique semblait une bonne solution car sa difficulté de mise en œuvre est proche de celle du comptage des passages aux portillons, et les résultats attendus sont proches de ceux obtenus avec l'analyse vidéo, sans en avoir *a priori* les problèmes de fiabilité, et en simplifiant ceux liés au respect de la vie privée. Plus précisément, nous avons cherché à mettre en œuvre une méthodologie adaptée à l'installation *in situ* dans un musée pendant une longue durée (plusieurs semaines) de manière à pouvoir effectuer des évaluations longitudinales sur l'ensemble des visiteurs sans échantillonnage prédéterminé. De plus, nous nous sommes attachés à rendre le protocole le plus transparent possible vis-à-vis de la scénographie de manière à ne pas perturber le déroulement habituel des visites. La technique de l'identification radiofréquence est principalement quantitative et n'a pas pour objectif de remplacer des études qualitatives. Au contraire, comme nous le verrons dans la suite de l'article, elle permet d'enrichir ces dernières de données exemptes d'erreur d'interprétation d'origine humaine (sans pour autant s'abstraire des problèmes techniques) et de recouper les résultats obtenus.

## Mise en place

L'identification radiofréquence est composée de deux éléments distincts : une « étiquette » portée par le visiteur sous la forme d'une carte (de la taille d'une carte postale), et un ensemble de lecteurs disposés sur le parcours de l'exposition. Pour cette expérimentation, le rôle des lecteurs était de lire, à distance, le numéro unique inscrit dans chaque étiquette et sans action explicite du visiteur, permettant ainsi de déterminer à quel moment, quel visiteur, est passé à quel endroit. Nous avons utilisé des étiquettes dites « passives » ne contenant pas d'alimentation électrique

(pile ou batterie), ayant de fait une très faible épaisseur, et pouvant ainsi être dissimulées dans les cartes distribuées à la billetterie du musée. Le numéro unique de chaque étiquette permet de connaître le parcours de chaque visiteur (pour plus d'information sur la technologie des étiquettes radiofréquence, voir l'article de Christian Perrot, « L'apport de la technologie RFID en muséographie », paru dans *la Lettre de l'OCIM* n°99 de mai-juin 2005).

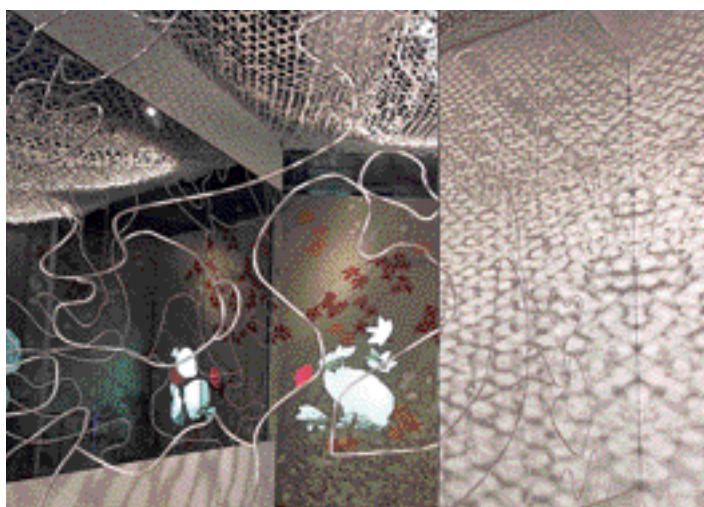
L'identification radiofréquence était déjà mise en œuvre au sein de l'exposition *Ni vu, ni connu* afin d'enrichir le parcours du visiteur d'une expérience sur la vie publique/vie privée vis-à-vis des paparazzi. Un des objectifs de l'exposition était de faire réagir le visiteur sur le fait qu'il était suivi tout au long de sa visite et photographié à son insu. Nous avons donc utilisé certains des dispositifs mis en place pour la réalisation de cette scénographie. La carte (contenant l'étiquette radiofréquence) distribuée aux visiteurs avec leur billet servait aux deux usages : enrichir le parcours et évaluer le parcours. Du point de vue méthodologique, le double usage de la carte avait l'intérêt de masquer le dispositif d'évaluation par un autre usage tangible. Ainsi, le visiteur n'avait pas le sentiment d'être « pisté » et le risque qu'il modifie son comportement (et ainsi biaise l'évaluation) était donc très faible.

Il convient d'indiquer ici, que les visiteurs étant suivis à leur insu et que des informations indirectement nominatives (pseudonymes et adresses de courrier électronique) étant enregistrées le temps de la visite, une déclaration auprès de la CNIL (Commission nationale de l'Informatique et des Libertés) a été

faite. À l'occasion de cette demande, la CNIL a souhaité être partenaire pour connaître la perception et l'avis des visiteurs sur leur suivi par la technologie des étiquettes radiofréquence. Si aucune information nominative n'est recueillie, une déclaration CNIL n'est pas nécessaire car nous n'identifions pas les visiteurs, nous nous contentons de les distinguer les uns des autres. En effet, le numéro unique de chaque étiquette permet de reconnaître le parcours de chaque visiteur, mais comme il n'est relié à aucune donnée personnelle, il ne nous est pas possible de connaître avec précision son identité. De plus, les numéros des étiquettes ne sont pas connus avant leur distribution à la billetterie. En outre, la fonction permettant d'inscrire des informations dans l'étiquette n'a pas été utilisée. Ceci permet notamment de contribuer à garantir, à la source, le respect de la vie privée.

L'expérience vie publique/vie privée se déroulait en quatre temps :

- à l'entrée, le visiteur se voyait remettre une carte comportant sur une face un texte incomplet et sur l'autre face était dissimulée une étiquette radiofréquence. Le **premier lecteur** était placé à cet endroit, il permettait d'enregistrer l'heure du début de visite, au moment où l'agent d'accueil remettait son ticket d'entrée et sa carte au visiteur. Ce lecteur n'était pas indispensable à la scénographie, il a été ajouté pour l'évaluation des temps de parcours ;
- à la fin du premier niveau de l'exposition, une borne interactive incitait le visiteur à donner son avis sur un objet mystérieux. Afin d'avoir un indice, le visiteur devait disposer la carte près d'un élément complétant le texte de celle-ci. À ce moment, l'étiquette radiofréquence était lue par un **deuxième lecteur** et l'heure de passage notée. Sur cette borne, le visiteur pouvait laisser son pseudonyme et son adresse de courrier électronique afin d'avoir, plus tard, la signification exacte de l'objet mystère. Ces informations étaient enregistrées ;
- au second niveau, dans un espace restreint dédié aux paparazzis, le parcours conduisait le visiteur à emprunter un passage obligé. Ainsi, il était identifié grâce à sa carte et photographié (par des paparazzis virtuels). On obtenait ainsi la photographie du visiteur, associée à son pseudonyme et à son heure de passage. Le **troisième lecteur**, disposant d'antennes à longue portée, était dissimulé dans ce passage ;
- à la fin de l'exposition, on incitait le visiteur à placer sa carte dans une dernière borne. À ce moment, une page de journal virtuelle était affichée. Celle-ci comportait la photographie du visiteur et un texte



L'entrée de l'exposition, jeux de miroirs, de transparences, de reflets et de lumière

© Muséum-Département du Rhône/Bruno Lapray

indiquant qu'une personnalité (le visiteur lui-même) avait visité le muséum incognito mais que des paparazzis l'avaient photographiée. La suite du discours expliquait comment le visiteur avait été tracé tout au long de sa visite à son insu. Il lui était ensuite demandé si ces informations devaient être conservées ou non. Le **quatrième lecteur** était placé dans cette dernière borne, et permettait ainsi de mémoriser la fin de la visite. Il est à noter que le visiteur n'était pas obligé de laisser sa carte.

Le placement des lecteurs, à passage obligé ou non, nous était imposé par la scénographie de l'exposition, à l'exception du premier qui a été ajouté spécifiquement pour l'évaluation. De facto, ce placement définit un découpage de l'exposition en trois zones. Les données à analyser reflètent les passages du visiteur d'une zone à l'autre. Notre expérimentation n'étant qu'un démonstrateur, nous nous sommes contentés d'un faible nombre de lecteurs. De manière plus générale, le placement des lecteurs est fortement lié aux questions que l'on se pose sur une exposition donnée. À partir d'une base consistant à placer un lecteur à l'entrée et un deuxième à la sortie, la densité des lecteurs et leur emplacement (aux passages entre les salles ou devant des bornes interactives ou objets sur lesquels on se focalise) doivent être définis en accord avec la scénographie et les objectifs de l'évaluation.

Les données de notre expérimentation ont été récoltées sous la forme de traces informatiques contenant, pour chaque passage, la date, l'heure, l'identification du lecteur concerné et le numéro de l'étiquette lue. Une même étiquette ne pouvant être utilisée que deux fois le même jour, celle-ci correspond donc à un visiteur unique pour une journée. Ces données étaient téléchargées quotidiennement depuis le serveur informatique du musée vers notre laboratoire. Les interactions effectuées par le visiteur

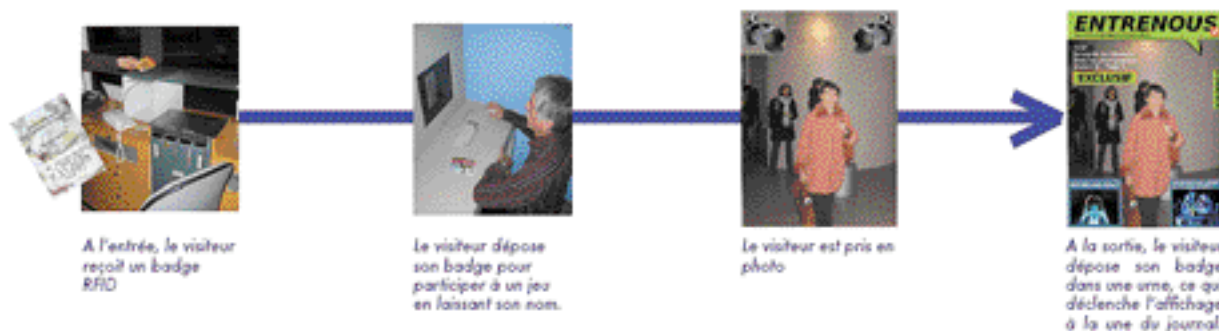
sur les deux bornes interactives étaient également enregistrées et associées au numéro de l'étiquette.

Une étude qualitative sous forme d'entretiens sur un échantillon de visiteurs a également été effectuée pendant cette exposition. Il était alors possible de croiser les résultats qualitatifs de ces entretiens, c'est-à-dire les perceptions du visiteur, avec les résultats quantitatifs du parcours objectif de ces mêmes visiteurs. Techniquement aisément réalisable, ce croisement n'a pu être réalisé pour des raisons déontologiques. En effet, il aurait été nécessaire de recueillir le consentement explicite des visiteurs concernés et d'effectuer préalablement une seconde déclaration auprès de la CNIL, plus spécifique du fait de ce croisement de données à caractère personnel.

## Hypothèses et résultats

Le principe de l'analyse des parcours consiste à inférer les déplacements des visiteurs à partir des passages de cartes détectés à certains points de l'exposition. Pour cela, nous avons fait l'hypothèse qu'il n'est distribué qu'une carte par visiteur et par jour, et que les visiteurs ne s'échangent pas les cartes. Cette hypothèse, relativement fiable, était assurée par la méthodologie, au sens où les cartes ne devaient être récupérées dans la borne interactive située à la sortie qu'en fin de journée et remises en circulation, si besoin, seulement le lendemain.

Une étude préliminaire nous a néanmoins révélé un certain nombre de données *a priori* incohérentes. En particulier, certains passages étaient manifestement manquants (par exemple, l'absence de passage à l'accueil), certains déplacements étaient supposés impossibles (par exemple, le retour à l'accueil en fin de visite), et enfin, certains passages étaient comptés plusieurs fois. Ces incohérences ont plusieurs causes.



Le parcours des visiteurs  
© MultiCom

Des anomalies techniques (fautes de détection) expliquent les passages manquants, des erreurs concernant le protocole expérimental (re-distribution des cartes le même jour ou visiteurs rendant leur carte à l'accueil) expliquent les déplacements supposés impossibles. Enfin, les visiteurs ont parfois fait demi-tour dans l'exposition, ce qui explique certains passages comptés plusieurs fois. Les données des deux premiers cas ont été retirées de l'étude de manière à garantir la cohérence des analyses. Les passages multiples, qui font référence au comportement effectif du visiteur, ont été considérés comme valides.

Le premier niveau d'analyse des données a permis de connaître le nombre de visiteurs par jour et le nombre d'utilisations des bornes. Le nombre de visiteurs peut déjà être obtenu par la billetterie, mais ce n'est pas le cas pour l'utilisation effective des bornes interactives. Ce résultat est d'autant plus intéressant qu'il permet de distinguer les personnes, et ainsi de déterminer le nombre de sessions de jeu par utilisateur distinct. Sur la période des trois semaines de l'expérimentation, 492 cartes ont été distribuées à l'accueil, dont 19 n'ont pas été détectées, sans raison apparente. Parmi les visiteurs, près de 67 % ont utilisé la borne interactive de jeu et d'information. Une majorité d'entre eux l'a utilisée plusieurs fois. Ceci indique que, pour cette exposition, la borne interactive de jeu et d'information a effectivement été utilisée par un nombre important de visiteurs.

Les données obtenues ont également permis de valider les technologies utilisées dans la scénographie. Par exemple, la prise de photographie automatique « flashes des paparazzis » n'a pas fonctionné dans 23 % des cas. Ainsi, l'évaluation du parcours a eu comme effet indirect de montrer que le type de technologie utilisée, qui est l'un des éléments essentiels du scénario n'était pas suffisamment au point. En conséquence, lors du redéploiement au muséum de Grenoble d'un dispositif similaire, nous avons utilisé un nouveau type d'antenne qui a permis d'atteindre un niveau de détection proche de 100 %. Concernant la récupération des cartes, au total 88 % ont été restituées, dont 83 % ont été insérées dans la borne interactive de sortie prévue à cet effet. Ainsi, seulement 5 % des cartes ont été rendues à l'accueil, sans doute les visiteurs n'ont-ils pas vu l'urne de sortie, ce qui indique que l'information n'était peut-être pas suffisamment explicite et/ou que la borne était mal positionnée. En outre, ce comptage estime le taux de perte des cartes à presque 12 %. Cette information permet d'évaluer le nombre de cartes à fabriquer pour une exposition de ce type, et le coût associé.

Événement/Visiteur	Nombre	Pourcentage
Accueil (total : 492, dont 19 non lus)	473	100 %
Borne de jeu <i>plusieurs utilisations</i>	316 231	66,8 % 48,8 %
Prise de photographie <i>plusieurs fois pris en photographie</i>	364 142	77 % 30 %
Badge rendu <i>badge dans la borne de sortie</i> <i>badge à l'accueil</i>	418 394 24	88,4 % 83,3 % 5,1 %
Badge non rendu	55	11,6 %

Comptage des événements

Le deuxième niveau d'analyse des données s'est focalisé sur les types de parcours. On entend par type de parcours le cheminement des visiteurs dans l'exposition.

Il existe quatre principaux types de parcours :

- les parcours complets, où les visiteurs ont utilisé les deux bornes interactives mises à leur disposition ;
- les parcours minimum sont ceux effectués par les visiteurs sans utilisation de la borne interactive de jeu ;
- les parcours imprévus, où les visiteurs ne rendent pas leurs cartes ou les déposent à l'accueil ;
- les parcours incomplets, où des problèmes techniques se sont produits, c'est le cas en l'absence de déclenchement de la photographie par exemple.

Ainsi, nous avons déterminé que près de la moitié des visiteurs a effectué un parcours complet tel qu'il était prévu par le scénario. Ce résultat permet déjà de valider celui-ci. Environ 17 % des visiteurs ont effectué un parcours minimum, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas utilisé la borne interactive de jeu et d'information mise à leur disposition. Les parcours imprévus existent pour seulement 11 % des visites. En outre, un quart des parcours présente des problèmes techniques, principalement liés au dispositif automatique de prise de photographie. Dans ce dernier quart, même si les visiteurs ont utilisé les bornes interactives, l'absence de photographie ne leur a pas permis de vivre complètement la scénographie prévue.

Ici, la technique de l'identification radiofréquence a permis une détection efficace des parcours des visiteurs, y compris des parcours non identifiés *a priori* et a mis en lumière les problèmes techniques liés à la technologie utilisée.

Événement/Visiteur	Nombre	Pourcentage
Parcours complet (accueil, jeu, photographie et sortie)	219	46,3 %
Parcours minimum (accueil, photographie et sortie)	80	16,9 %
Parcours imprévu (accueil, jeu, photographie et sortie à l'accueil)	17	3,6 %
badge non rendu	37	7,8 %
Parcours incomplet (non déclenchement de photographie)	118	25 %
autres cas	2	0,4 %

Typologie des parcours

Le troisième niveau d'analyse s'est focalisé sur le temps de visite. Afin d'analyser ces temps, nous nous sommes limités aux visiteurs ayant réalisé un parcours complet. En effet, l'évaluation du temps de visite nécessite un événement d'entrée (passage à l'accueil) et un événement de sortie (carte rendue dans la borne interactive de sortie). De plus, le passage à la borne interactive de jeu était nécessaire pour évaluer le temps passé dans la première partie de l'exposition. D'un point de vue méthodologique, le filtrage que nous avons effectué peut apporter un biais car sont systématiquement exclus de notre étude les visiteurs n'ayant pas utilisé la borne interactive de jeu et d'information. Il n'est pas possible de préciser si ce filtrage surestime ou sous-estime le temps de visite.

Le temps moyen d'une visite est d'environ une heure. Entre l'accueil et la borne interactive de jeu et d'information, les visiteurs passent en moyenne plus d'une demi-heure. Cette partie consacrée au camouflage animal et humain a donc plus retenu l'attention des visiteurs. Ce résultat a permis de valider le comportement supposé des visiteurs. En effet, avant même l'ouverture de l'exposition, les scénographes pensaient que les visiteurs passeraient plus de temps dans cette première partie, la plus dense, de

*Ni vu, ni connu*. Le temps d'utilisation de la borne interactive a également été estimé. Un visiteur interagit avec celle-ci pendant un temps moyen de presque trois minutes et demi. Les visiteurs restent environ un quart d'heure dans les deux autres parties de l'exposition.

Cette analyse des temps de visite a permis de connaître avec précision les temps que les visiteurs peuvent consacrer aux différentes thématiques d'une exposition ou de manière plus large aux différents espaces proposés dans un musée, et de les comparer avec le ou les scénarii prévus de manière à valider ces derniers.

Temps (minutes)	Nombre d'individus	Moyenne	Min.	Max.	Médian
<b>Accueil et jeu</b>	<b>200</b>	<b>33.6</b>	<b>2.1</b>	<b>116.5</b>	<b>32.6</b>
Entre la borne de jeu et la sortie	200	27.9	2.7	99.4	23.5
À la borne de jeu	165	3.4	0.0	33.7	1.9
<b>Entre jeu et photo</b>	<b>207</b>	<b>13.7</b>	<b>2.3</b>	<b>46.0</b>	<b>11.7</b>
Dans le tunnel des paparazzis	123	3.2	0.0	25.5	1.2
<b>Entre la photo et la sortie</b>	<b>255</b>	<b>14.5</b>	<b>2.3</b>	<b>64.9</b>	<b>10.8</b>
Entre accueil et la photo	296	45.3	3.0	165.6	42.7

Distribution des temps de visite

## Conclusions et perspectives

En conclusion, ce projet, dont le but était de réaliser un démonstrateur, a montré qu'il est possible d'analyser le parcours de visiteurs d'un musée en conditions réelles en se basant sur la technologie des étiquettes radiofréquence. La technologie, la méthodologie ainsi que les aspects liés à la validité statistique des mesures ont pu être vérifiés. Précisons que les résultats obtenus (types et temps de parcours) sont quantitatifs par essence et doivent être recoupés avec les résultats d'enquêtes plus qualitatifs, comme les entretiens. Nous avons également montré qu'il



sortie. Notre taux de retour, de l'ordre de 88 %, rend le budget des consommables tout à fait réaliste. En outre, les évolutions technologiques prévisibles pourront faire baisser très significativement ce prix et permettre d'intégrer rapidement l'étiquette radiofréquence directement dans une carte d'abonnement ou le ticket d'entrée. Les lecteurs, les antennes et l'informatique associée sont assez onéreux mais constituent quant à eux un investissement durable car ils peuvent être réutilisés sans difficulté d'une exposition à l'autre ou même faire partie de l'infrastructure de base du musée. Par ailleurs, la technologie des lecteurs évolue rapidement, leur prix se réduit ainsi que leurs dimensions. Ils pourront sans doute à l'avenir s'intégrer dans des scénographies très compactes dans un espace de l'ordre de quelques centimètres.

est indispensable que la technologie soit intégrée très en amont et avec soin au sein de la scénographie afin de garantir une bonne fiabilité des lectures et des résultats pertinents vis-à-vis des demandes issues du musée et/ou des scénographes. De manière générale, les résultats obtenus seront d'autant plus détaillés que le nombre de lecteurs disposés dans l'exposition est important.

Le coût d'une telle analyse est également à prendre en compte. Le coût par carte était d'un peu moins de trois euros pour la petite série utilisée pour notre démonstrateur, il n'est pas encore envisageable de l'intégrer au ticket d'entrée. Il est cependant tout à fait possible de réutiliser les cartes comme nous l'avons fait en mettant à disposition une borne de

Notre équipe travaille actuellement à la fiabilisation de la lecture des étiquettes lorsque la distance est importante, afin d'obtenir des taux de détection proches de 100 % dans les passages larges que l'on peut trouver par exemple pour les portes entre les salles. Deux modes d'interaction sont à l'étude, la détection de présence d'un visiteur dans un large volume comme celui d'une salle et d'autre part la détection de son passage devant des points précis de la scénographie de manière transparente ou bien par action volontaire. Nous évaluons également la mise en œuvre du traitement automatique en temps réel des données permettant la réalisation d'un tableau de bord de la fréquentation d'une exposition. Enfin, nous nous tournons vers l'évaluation des parcours des visiteurs en extérieur, en nous basant sur des techniques de géo-localisation sans fil.