



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



KIWI
KNOWLEDGE, INFORMATION
and WEB INTELLIGENCE



UFR MATHÉMATIQUES ET
INFORMATIQUE

Penser l'informatique autrement

UFR MATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE
UNIVERSITÉ DE LORRAINE
MASTER SCA

ANALYSE DE COMPORTEMENT
DES VISITEURS ET
ÉVALUATION DE
L'EXPÉRIENCE MUSÉALE
RAPPORT DE PROJET TUTORÉ

Auteurs :

Lorène GRAS
Mohamed BENTAYEB
Evan GIRET

Encadrant :

S. CASTAGNOS

Année 2016-2017

Table des matières

1	Introduction	3
2	État de l’art des méthodes de suivi	5
2.1	Contexte	5
2.2	Techniques de localisation	7
2.3	Discussion des différentes méthodes	12
3	Conception des outils nécessaires à l’étude	14
3.1	Materiels et Methode	14
3.2	Maquettes de l’application	16
3.3	Résultats	17
3.4	Améliorations	20
4	Analyse statistique des résultats	23
4.1	Analyse des données démographiques	23
4.2	Analyse avec hypothèses	27
4.3	Observations	35
4.4	Discussion des résultats	39
5	Conclusion	41

Remerciements

Tout d'abord, nos remerciements les plus sincères vont à notre tuteur, Sylvain Castagnos, pour nous avoir guidé et encouragé tout au long de ce projet. Il s'est montré disponible lorsque nécessaire et a su nous prodiguer de précieux conseils.

Nous tenons également à remercier les membres de l'équipe KIWI avec lesquels nous avons travaillé pour leur aide ainsi que les membres du LIST pour leur collaboration.

Nous souhaitons enfin remercier le Muséum-Aquarium de Nancy mais aussi tout son personnel pour nous avoir bien accueilli et permis de mener à bien nos expériences.

Chapitre 1

Introduction

Les musées sont les piliers de la culture. Ils sont les vitrines de l'héritage des peuples, permettent de conserver et partager l'histoire, les savoir-faire et les œuvres de l'humanité. Par leurs caractères universels, intemporels et permanents, les musées sont confrontés à l'évolution des sociétés. A l'ère du numérique, les musées doivent conjuguer passé et modernité afin d'offrir des expériences toujours plus riches en adoptant les habitudes nouvelles de l'Homme. Les nouvelles technologies ont la capacité d'apporter un renouveau dans la façon de percevoir les œuvres, de comprendre les expositions et de visiter les lieux culturels. C'est à cette intersection que le projet européen CrossCult trouve sa place : échafauder un pont entre la réalité de la visite et l'immensité des informations qu'apporte le virtuel.

L'un des éléments primordiaux de ce projet est de réussir à fournir des recommandations aux visiteurs durant leurs expériences de visite, c'est-à-dire des œuvres intéressantes à découvrir et des propositions de chemins optimaux pour maximiser leur satisfaction globale, tout cela en fonction des préférences singulières de chacun. Et c'est pour parvenir à ce but que nous sommes intervenus : étudier la satisfiabilité des visiteurs afin de recommander un parcours personnalisé.

Pour fournir des recommandations de parcours adaptées aux préférences des visiteurs ainsi qu'à divers facteurs humains inhérents à la prise de décision (fatigue, tolérance à la foule, tolérance à la distance, tolérance à l'intrusion technologique...), il faut mettre en place un corpus de données comprenant des données de comportements exploratoires au sein d'un musée et coupler ces données aux retours d'expérience des visiteurs relatifs à leur visite. De cette manière, des modèles d'apprentissage automatique permettant de prédire des chemins maximisant la satisfaction globale des visiteurs pourront être conçus.

Notre rôle à travers ce projet tutoré était de mettre au point une solution fonctionnelle permettant de tracer le parcours des personnes visitant un musée

en étudiant la précision des technologies existantes pour y parvenir. Cela afin que la conception des modèles de recommandation adaptés aux contraintes muséales soit optimisée. En parallèle, nous devons mettre en place une étude sur la perception qu'ont les visiteurs de leur expérience muséale.

Pour pouvoir tracer un parcours précis d'un individu en intérieur, il faut relever le défi de la localisation en intérieur. Celle-ci possède un certain nombre de solutions dont aucune n'est optimale et universelle, et il a fallu discriminer chaque solution selon les contraintes du projet. Nous verrons cela dans la partie relative à l'état de l'art. Nous vous présenterons ensuite la démarche adoptée en expliquant les choix que nous avons fait sur les technologies utilisées ainsi que les résultats concrets de ce projet avec quelques perspectives d'améliorations. Enfin, nous consacrons toute une partie sur une analyse détaillée des données récoltées et nous terminerons par une discussion et une conclusion dans le but de répondre aux problématiques de notre étude.

Chapitre 2

État de l’art des méthodes de suivi

À travers cet état de l’art, nous avons pris connaissance des différents systèmes de recommandation, des types de profil de visite dans des musées ou encore de la place de l’informatique dans ces derniers. Pour débiter nos travaux, la lecture du mémoire de stage de recherche de P.-E. Osche [7] nous a apporté quelques informations essentielles concernant les méthodes de suivi dans le parcours des musées. En effet, ce rapport a représenté un bon moyen de plonger au cœur du sujet en introduisant les problématiques essentielles du projet CrossCult qui sera présenté dans la partie suivante. Son mémoire avait enfin évoqué l’utilité de réaliser une expérimentation par le Loria¹ et plus précisément l’équipe Kiwi afin de récolter des données de visite dans le cadre de la recommandation de parcours personnalisés. La finalité de cette expérimentation serait double :

- Apprendre à utiliser des technologies de localisation, technologies réutilisables pour des expérimentations futures ;
- Récolter des données afin de valider ou invalider le modèle de recommandation [8] des parcours de visite dans les musées, proposant de prendre en compte plusieurs facteurs humains pour la recommandation.

2.1 Contexte

Le projet CrossCult est un projet européen inclue dans un plus large projet nommé H2020 (Horizon 2020). C’est un projet fédérateur qui implique de nombreux acteurs issus de 7 pays européens (Grèce, Italie, Luxembourg, Malte, Espagne, Royaume-Unis et France). Le consortium regroupe 11 partenaires principaux dont des universités, des laboratoires de recherche, différents instituts, une entreprise privée et un musée. Il y a également 14 partenaires associés dont 2 musées archéologiques, 5 villes et 5 PME (petites et moyennes entreprises).

1. Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications : <http://www.loria.fr/fr/>

2.1.1 Les objectifs du projet CrossCult

Les objectifs du projet sont multiples :

- La recherche en sciences humaines en prenant en compte les différentes interprétations des mêmes faits historiques selon les individus ainsi que de leurs réalités sociales et de leurs profils cognitifs / émotionnels qui sont propres à chacun (méta-histoire) ;
- L’innovation :
 - en créant une base de connaissances sémantiques qui intègrent un ensemble illimité de ressources et de sites patrimoniaux numériques ;
 - en utilisant les nouvelles technologies pour faire des lieux intelligents et des villes. Évaluer l’impact des technologies de géolocalisation, de la réalité augmentée, des réseaux sociaux et des applications mobiles éducatives ;
 - en proposant des expériences personnalisées et contextuelles et fournir des expériences interactives aux individus et aux groupes, en tenant compte de leurs profils cognitifs / émotionnels ainsi que de leurs caractéristiques temporelles et spatiales.
- L’exploitation des résultats du projet pour de nouvelles expériences culturelles en concevant des modèles commerciaux.

2.1.2 Les systèmes de recommandation

Les systèmes de recommandation permettent de proposer aux utilisateurs des recommandations adaptées à leur profil et leurs besoins [3]. L’intérêt des systèmes de recommandation est le traitement d’une grande quantité d’informations, plus que ce dont est capable un être humain. Mais pour parvenir à fonctionner correctement, les systèmes de recommandation nécessitent de se baser sur des modèles de comportement des utilisateurs. A l’heure actuelle, il n’existe pas de recommandations de séquences [2, 6] qui tiennent compte de tous les facteurs humains inhérents [4] à la prise de décision, mais uniquement des recommandations ponctuelles à un instant t relativement aux préférences des utilisateurs.

C’est pour étayer le système de recommandation de parcours dans un musée et le confronter à des données réelles qu’une étude devait être mise en place dans un lieu touristique local. Il était nécessaire d’obtenir une technique de géopositionnement afin d’automatiser la récolte de données auprès de visiteurs réels.

L’utilisation d’une technologie de géolocalisation ayant une réelle influence sur les modèles de comportement des visiteurs d’un musée [5], il serait intéressant qu’à partir de la connaissance de l’influence de ces technologies de géolocalisation, nous puissions proposer des recommandations maximisant la satisfaction des visiteurs sans nuire à leur expérience de visite [1].

Avant de débiter l’expérimentation, un état de l’art sur les méthodes de

suivi et de localisation dans un contexte général de localisation en intérieur comme en extérieur et dans un contexte plus spécifique de visite muséale était nécessaire pour à terme, proposer des recommandations personnalisées.

La technologie idéale de suivi de parcours dans un musée doit :

- être indépendante du lieu de mesure et d'autres technologies qui peuvent être amenées à manquer ou à être dysfonctionnelles (comme par exemple le Wi-Fi) ;
- discriminer précisément la position du visiteur sur la durée complète de la visite ;
- être satisfaisante pour les contraintes telles que la consommation énergétique du smartphone du visiteur ou le port additionnel de matériel par le visiteur.

2.2 Techniques de localisation

Dans cette section seront présentées les différentes solutions existantes pour la géolocalisation en intérieur. Peu importe la méthode de localisation intérieure envisagée, elle s'appuiera forcément sur la possession d'un appareil qui peut faire office de récepteur du côté du visiteur pour le suivi de parcours en musée. Chacune des différentes technologies a été examinée pour choisir la plus appropriée au suivi de parcours dans le Muséum-Aquarium de Nancy et dans l'ensemble des musées. Ces technologies utilisent des méthodes de localisation très différentes, qui peuvent être le plus souvent complémentaires. Aucune de ces solutions n'est parfaite et il est important de garder à l'esprit cette complémentarité, car des moyens existent déjà pour coupler certaines de ces technologies entre elles.

2.2.1 Le Global Positionning System (GPS)

Pour le GPS, L'appareil du visiteur capte simultanément les signaux codés en provenance de plusieurs satellites situés à des distances différentes du lieu d'observation.

Chaque satellite émettant des signaux dans des champs définis, l'intersection de la réception de 3 signaux permet donc de localiser le récepteur de ces signaux de manière précise en 2 dimensions (sur la surface de la terre). La présence d'un quatrième satellite permet de récupérer l'altitude. Et si l'objectif est de suivre une personne en mouvement, il faut multiplier le nombre de satellites.

La précision de la localisation dépend des performances des horloges des satellites et de leur synchronisation, de la connaissance du décalage de temps entre l'horloge du récepteur et celles des satellites, ainsi que de la connaissance des paramètres susceptibles d'influer sur la vitesse de propagation des ondes.

Mais le GPS rencontre des difficultés dans certaines zones géographiques, et n'est pas optimisé pour la localisation intérieure due notamment à la perte de signal dans des lieux couverts et la non prise en compte des différents niveaux

ou étages qu'il peut y avoir dans un bâtiment.

2.2.2 Le positionnement par Wi-fi

Nous avons effectué quelques recherches sur le positionnement par Wi-Fi ou Wi-Fi positioning system (WPS). Ce système de localisation est utilisé lorsque le GPS n'est pas adapté et permet, grâce à la détection d'un réseau Wi-Fi, de localiser un appareil tel qu'un smartphone. La méthode d'empreinte ainsi que l'intensité du signal reçu (RSS ou Received Signal Strength) définissent la technique de positionnement. L'empreinte est constituée du RSS, du SSID (Service Set Identifier) du point d'accès ainsi que de l'adresse MAC du routeur lié au point d'accès Wi-Fi.

L'appareil qui reçoit un ping (et donc une empreinte de la position du point d'accès) va faire l'association entre l'empreinte et sa position. L'appareil consulte ensuite une base de données distante pour faire l'association entre l'empreinte et la position. Plus il y a de positions enregistrées dans la base de données, plus le positionnement sera précis. La précision du positionnement dépend du nombre de positions enregistrées dans la base de données. Mais cette technologie manque quand même de précision pour des positionnements fins.

Toutefois, l'utilisation du Wi-Fi n'est pas sans avantages puisque l'empreinte d'une position devient unique au monde grâce à l'utilisation des SSID et permet de se localiser dans la plupart des lieux publics et commerces.

2.2.3 La Near Field Communication (NFC) grâce à la RFID (Radio Frequency Identification)

La RFID permet de détecter si un objet se trouve dans un certain périmètre autour d'un lecteur de tags (étiquettes électroniques). L'étiquette RFID est composée d'une puce reliée à une antenne, placé dans un support. Elle est lue par un lecteur qui capte et transmet l'information. Le lecteur peut-être un smartphone en l'occurrence.

Il y a 3 catégories d'étiquettes RFID :

- Les étiquettes en lecture seule, non modifiables ;
- Les étiquettes « écriture une fois, lecture multiple ». La puce a une mémoire vierge sur laquelle il est possible d'écrire un numéro particulier propre à l'utilisateur final. Une fois ce numéro écrit, il ne peut plus être modifié ;
- Les étiquettes en « lecture réécriture ».

Par ailleurs, il existe deux grandes familles d'étiquettes RFID :

- Les étiquettes actives reliées à une source d'énergie embarquée (pile, batterie, etc.). Les étiquettes actives possèdent une meilleure portée mais leur coût est plus élevé et leur durée de vie restreinte ;
- Les étiquettes passives utilisant l'énergie propagée à courte distance par le signal radio de l'émetteur. Ces étiquettes à moindre coût sont géné-

ralement plus petites et possèdent une durée de vie quasi-illimitée. En contrepartie, elles nécessitent une quantité d'énergie non négligeable de la part du lecteur pour fonctionner.

La NFC (Communication en Champ Proche : CCP en français) est une extension des cartes de proximité utilisant la radio-identification (RFID). La NFC utilise les étiquettes passives de la RFID à trois modes de fonctionnement différents. Ces modes sont l'émulation de carte, le mode peer-to-peer et le mode lecteur. C'est ce dernier qui serait intéressant pour le suivi de parcours dans un musée. En effet, le mode lecteur permet au mobile de lire des tags pour récolter des informations pratiques ou lancer une action de manière automatique sur un smartphone. Un tag NFC peut être programmé de façon à envoyer une information aux appareils situés dans son champ d'action, sans que les possesseurs de ces dits appareils aient à intervenir. En plaçant des puces dans la zone de visite, le parcours d'une personne pourrait être déterminé. Mais la courte portée des puces (10 cm) est un frein à la géolocalisation. Cependant, on retiendra que cette solution ne nécessite pas de connexion internet, consomme très peu d'énergie en comparaison aux technologies Bluetooth et Wi-Fi et permet de rendre ludique la visite du musée en déclenchant de manière automatique des actions lorsque l'on s'approche de points d'intérêt².

Le NFC fonctionne bien pour diverses applications comme l'obtention d'informations, la billetterie d'événement, le paiement d'articles, la validation des titres de transports, la domotique, etc. Mais si l'on veut s'intéresser à des problématiques de micro-localisation en intérieur, le Bluetooth peut apporter des solutions.

2.2.4 Les Beacons avec le Bluetooth

Avec la dernière version du Bluetooth (4.0) à qui l'on attribue différents sigles comme BLE (Bluetooth Low Energy) ou Bluetooth Smart, la micro-localisation est envisageable.

Un des grands inconvénients que possédait le Bluetooth était sa consommation d'énergie trop élevée. Le BLE règle ce soucis en fournissant une amélioration significative de la consommation électrique : 0,5 microampère en veille et 15 milliampères pendant un transfert de données. Ces valeurs se rapprochent beaucoup de la consommation électrique des puces RFID. Certains appareils utilisant le BLE et alimentés avec une pile bouton ont une autonomie qui se compte en mois.

De nouveaux composants logiciels comme les Beacons s'appuient sur les dernières versions du Bluetooth et peuvent prétendre répondre au problème de micro-localisation. Les Beacons sont des balises qui émettent un signal singulier par l'intermédiaire du Bluetooth. Lorsqu'un appareil capte le signal Bluetooth émis par le Beacon, il sait, grâce aux informations transmises à travers le signal,

2. Un point d'intérêt dans un musée est un endroit qui présente certains objets ou certaines œuvres auxquels les visiteurs peuvent s'intéresser. Un musée possède donc de nombreux points d'intérêt autour desquels les visiteurs se rendent.

avec quelle balise il communique. L'appareil peut estimer la distance qui le sépare de la balise en analysant la puissance du signal reçu.

La micro-localisation est possible en positionnant plusieurs balises à différents endroits dans une pièce ou dans un bâtiment. Grâce à un calcul de triangulation, la position de l'appareil dans la pièce peut être estimée avec plus ou moins de précision. Cette précision est formalisée de manière différente selon les constructeurs des Beacons. La solution d'Apple nommée iBeacon répertorie 3 catégories de précision :

- Immédiate : le Beacon se situe à moins de 0,5 m de l'appareil ;
- Near : le Beacon se situe entre 0,5 et 2 m de l'appareil ;
- Far : le Beacon se situe entre 2 et 50 m de l'appareil.

Les Beacons sont cependant majoritairement utilisés pour répondre à des questions liées à la proximité et non pas à la localisation en intérieur. Comme au début de ce projet tutoré nous avons travaillé pendant 2 mois avec des Beacons du constructeur Estimote, nous avons pu étudier plus profondément le mode de fonctionnement des Beacons que les solutions de localisation en intérieur évoquées précédemment.

Les Beacons Estimote ont une portée de 200 mètres mais de manière générale, avec les interférences, la portée ne dépasse pas 70 mètres. Avec les paramètres par défaut, l'autonomie est de 3 ans mais certains types de beacons peuvent être alimentés et peuvent fonctionner pendant une longue période de façon indéterminée. La version du Bluetooth qui est utilisée est le BTS, qui permet d'économiser de la batterie et de contourner le pairing : le téléphone peut se connecter à plusieurs Beacons à la fois.

Pour différencier les Beacons, il y a 3 informations essentielles contenues dans les signaux de chaque Beacons : l'UUID (unique selon le constructeur), le Minor, et le Major. Les Beacons n'émettent pas en permanence, ils émettent des vagues de fréquence. La détection du signal est proportionnelle à la valeur de la fréquence, ce qui signifie que plus la fréquence est élevée, plus la détection est fiable. La portée et la stabilité du signal dépendent de deux facteurs : l'intervalle minimum (fréquence) et la puissance du signal. La fréquence correspond au nombre de fois où le Beacon émet dans un laps de temps défini qui est de 950 millisecondes par défaut. Par exemple, un iPhone va capter deux signaux par seconde si on règle cette fréquence sur 490 millisecondes. Le calcul de la proximité entre l'appareil qui reçoit et le Beacon se fait de cette manière : l'appareil lit une valeur appelée RSSI (indicateur de puissance du signal reçu). L'appareil examine ensuite la puissance mesurée (Measured Power) fournie dans les données émis par le Beacon. Cette puissance mesurée (appelée parfois Tx selon les nomenclatures) est la moyenne du RSSI reçu à 1 mètre de distance. En comparant cette puissance mesurée avec le vrai RSSI, l'appareil peut calculer et estimer sa distance par rapport au Beacon. Selon plusieurs facteurs (orientation du téléphone, interférences, distance du Beacon), la mesure sera plus ou moins précise. Pour combler ces imprécisions et ajuster les signaux, Apple a développé

un algorithme de réduction de bruit.

Cette solution en pleine émergence semblait pouvoir répondre à une problématique de suivi de parcours dans un musée. En multipliant le nombre de Beacons dans un bâtiment et en se basant sur un calcul de triangulation, la micro-localisation indoor semblait à portée de main. Mais nos expériences nous ont confronté à l'imprécision de cette technologie et surtout, le contexte nous a amenés à travailler sur le magnétisme, le LIST³ concentrant déjà leurs recherches sur les Beacons.

2.2.5 Le magnétisme

Les champs magnétiques, qui induisent des forces d'attraction et de répulsion entre les objets, résultent des courants électriques et moments magnétiques⁴ des particules élémentaires fondamentales qui constituent les matériaux de chaque objet.

Le magnétisme permet une précision non négligeable pour la localisation en intérieur. Pourtant, cette technologie est très peu utilisée dans ce domaine malgré ses nombreux avantages. Pour la localisation en intérieur, le magnétisme peut être exploité de différentes façons. Il est d'une part possible d'utiliser le champ magnétique environnant, d'autre part d'utiliser des capteurs émettant un champ magnétique.

Pour la première solution, il s'agit de mesurer les champs magnétiques présents dans un espace donné afin d'établir une "cartographie" du champ magnétique de cet espace. Encore une fois, chaque objet présent dans l'environnement est composé de matériaux qui possèdent un champ magnétique propre. Aucune installation ou élément supplémentaire n'est nécessaire à son bon fonctionnement. Les champs magnétiques sont mesurés grâce à un magnétomètre. Les téléphones actuels ou "smartphones" sont dotés pour la grande majorité de magnétomètres, qui servent initialement pour la détection des mouvements de rotation autour d'un axe perpendiculaire au plan de l'écran. Mais ils peuvent également servir à mesurer les champs magnétiques environnants. C'est une équipe de recherche qui a mis au point la solution Indoor Atlas⁵ qui permet d'effectuer la cartographie d'un lieu par ses champs magnétiques. Cette solution a pour avantage d'être fonctionnelle sur tous les étages d'un bâtiment. Elle ne nécessite pas d'installation particulière, l'origine du signal étant "naturelle". Cela permet également son utilisation dans des lieux très divers. Le magnétisme souffre très peu des contraintes liées à l'architecture des bâtiments. Il est en outre suffisamment précis pour tracer le parcours d'une personne dans un espace fermé.

3. Luxembourg Institute of Science and Technology : <https://www.list.lu/fr/>

4. En physique, le moment magnétique est une grandeur vectorielle qui permet de caractériser l'intensité d'une source magnétique

5. <http://www.indooratlas.com/>

La deuxième solution consiste à utiliser des réseaux de capteurs émettant des champs magnétiques en permanence. Ces capteurs sont placés à différents endroits connus sur la surface de localisation. Chaque capteur émet à une fréquence déterminée, et le magnétomètre mesure les différents signaux environnants. En corrélant la puissance des différents signaux mesurés et la position des capteurs, le système peut déterminer où se trouve le magnétomètre. Cette technologie est utilisée dans les systèmes produits par Polhemus et Ascension Technology Corporation⁶.

2.3 Discussion des différentes méthodes

Chaque technologie disposant d'avantages comme des inconvénients, vous trouverez un récapitulatif à la table 2.1.

Au terme de cet état de l'art, notre travail a consisté à réaliser une étude utilisateur pour étudier les facteurs expliquant la satisfaction des visiteurs dans les musées tout en développant en parallèle une application permettant de collecter des traces de localisation grâce au magnétisme. Le consortium CrossCult se chargeant déjà d'étudier la précision des deux technologies prometteuses pour la géolocalisation en intérieur que sont les beacons et le Wi-Fi, nous avons estimé qu'il était nécessaire de donner une place au magnétisme dans ce projet.

Malgré notre choix fait sur l'utilisation du magnétisme dans la création d'une application de géolocalisation, notre travail d'expérimentation s'est en premier lieu articulé autour de l'étude des Beacons et de leur exploitation en tant que base de système de localisation intérieur. Comme expliqué dans la partie traitant de la technologie Bluetooth, nous avons démarré le projet en effectuant différents tests avec ces petits boîtiers. Par la suite, nous avons participé aux essais avec les Beacons réalisés par le LIST et le Loria au Muséum-Aquarium de Nancy en même temps que nous effectuions nos tests pour le magnétisme. Ces essais consistaient à positionner des QR codes au sol, à mesurer précisément la taille des salles, des vitrines et des positions des beacons dans ces salles. Les beacons de différentes marques ont ensuite été positionnés dans tout le musée. Plusieurs tests auxquels nous avons participé ont ensuite été réalisés avec une application développée par le LIST, au Luxembourg. Dans un premier temps, chaque personne a pris un téléphone et a réalisé un parcours seule dans tout le musée. Les chemins variaient d'un utilisateur à l'autre. A chaque QR code sur le sol rencontré, il fallait le scanner pour avoir une position précise associée au timestamp et il fallait rester à la même position pendant 10 secondes pour obtenir le nombre de Beacons que le téléphone détectait à proximité. Ce test a été effectué sur 5 ou 6 personnes. Dans un deuxième temps, 4 sujets ont dû effectuer un parcours simultanément. Ils devaient scanner les QR codes en même temps pour voir si les téléphones se parasitaient les uns les autres lors

6. <https://www.ascension-tech.com/>

Technologie	Inconvénients	Avantages
Le GPS	difficultés dans certaines zones géographiques, perte de signal dans des lieux couverts, non prise en compte des différents niveaux ou étages qu'il peut y avoir dans un bâtiment	les données de latitude et de longitude offrent un positionnement dans le monde entier non relatif à un lieu
Le Wi-Fi	manque de précision pour des positionnements fins, Wi-Fi pas toujours disponible partout	empreinte d'une position qui est unique au monde
Le NFC	courte portée des puces	ne nécessite pas de connexion internet, consomme très peu d'énergie, permet de rendre ludique la visite du musée
Les beacons	répond à des questions liées à la proximité	en plein essor, longue durée de vie, utilise les dernières versions du bluetooth
Le magnétisme	peu connu et donc peu d'expérimentations	Aucune installation nécessaire pour son fonctionnement, peu de contraintes liées à l'architecture des bâtiments

TABLE 2.1 – Tableau récapitulatif des technologies de géolocalisation

de la recherche des Beacons. Enfin, des sujets ont fait un parcours individuel dans lequel ils devaient continuer à se déplacer sans attendre 10 secondes après le scan de chaque QR code. De cette manière, le LIST et le Loria pourront vérifier la précision des Beacons et comparer les performances avec la solution par magnétisme que nous avons proposée. L'analyse statistique des résultats suite à cette expérimentation avec les Beacons arrivera dans quelques mois.

Chapitre 3

Conception des outils nécessaires à l'étude

Pendant le déroulement du projet tutoré s'est formée une collaboration entre le Loria et le Muséum-Aquarium de Nancy (MAN). A l'issue de plusieurs rendez-vous auxquels nous avons assistés, le musée a rapidement accepté de mettre à notre disposition l'entièreté de leurs locaux à des fins expérimentales. En effet, le Muséum-Aquarium de Nancy accorde une grande importance à instaurer de nouvelles technologies pour enrichir l'expérience muséale des visiteurs et c'est donc avec enthousiasme qu'ils ont accepté de collaborer avec nous pour nos tests et la distribution des questionnaires.

Initialement, nous devions réaliser une application de suivi de parcours qui permettrait de récolter des données de visite et ceci, afin de vérifier la cohérence des données de parcours avec les retours d'expérience de visite. Le développement d'une telle application aurait engendré la conception d'une étude utilisateur au sein du Muséum-Aquarium de Nancy, étude au cours de laquelle les visiteurs auraient eu à installer une application mobile récoltant leurs données de parcours.

3.1 Matériels et Methode

3.1.1 Indoor Atlas et le magnétisme

Pour réaliser l'application mobile de suivi de parcours utilisant le magnétisme comme technique de positionnement, nous avons cherché des solutions existantes pouvant être implémentées. Nous nous sommes tournés vers la technologie Indoor Atlas. En effet, cette dernière propose une technologie de positionnement géo-magnétique hybride. En créant un compte sur le site d'Indoor Atlas, il est possible d'installer une application mobile permettant de cartographier le magnétisme de zones qui ont été renseignées au préalable sur leur site internet.

Par exemple, lorsque nous avons voulu tester cette technologie au Loria pour déterminer si elle pouvait nous permettre d’atteindre nos objectifs dans le suivie de parcours de visiteurs, nous avons dû importer le plan de l’étage dans lequel nous souhaitions effectuer les tests de positionnement à l’aide du magnétisme.

Au terme de ces tests, nous avons constaté la précision satisfaisante du positionnement utilisant le magnétisme en comparaison aux autres solutions, notamment celle des beacons que nous avons testé précédemment. Vous trouverez en Annexe 1 un screen de nos tests au Loria sur l’application permettant de calibrer le magnétisme d’une zone. Nous nous sommes donc orientés vers cette technologie qui proposait un plugin Cordova, facilitant ainsi le développement d’une application mobile se basant sur cette solution de micro-localisation en intérieur.

3.1.2 Cordova

Pour concevoir l’application mobile, nous avons dû en premier lieu nous familiariser avec le framework¹ Cordova. Nous n’avions jamais programmé avec Cordova ni fait d’application mobile pour certains d’entre nous. Apache Cordova est un framework permettant de développer des applications hybrides². Cette technologie est donc un moyen efficace pour développer une application mobile et correspond parfaitement aux attentes de notre projet. Ainsi, nous avons appris à développer avec Cordova par le biais de tutoriels et en s’entraînant indépendamment du projet. Une fois les bases de Cordova maîtrisées, nous avons pu commencer le développement de l’application.

3.1.3 Le questionnaire

Le questionnaire a été réalisé en collaboration avec les membres de l’équipe Kiwi qui travaillaient avec nous pour ce projet, avec le Muséum-Aquarium de Nancy et avec les membres du LIST qui interviennent également pour le projet CrossCult.

Ce questionnaire avait pour but d’obtenir :

- des données démographiques permettant d’établir les profils des visiteurs ;
- des données indicatrices de la satisfaisabilité des visiteurs à l’issue de leur visite à l’Aquarium ;
- des données avec lesquelles vérifier la pertinence des facteurs qui prennent en compte différents aspects humains pour la recommandation de parcours personnalisés.

1. Un framework désigne en programmation informatique un ensemble d’outils et de composants logiciels à la base d’un logiciel ou d’une application. Il établit les fondations d’un logiciel ou son squelette.

2. Une application hybride est une application utilisant le navigateur web intégré du support et les technologies Web pour fonctionner sur différents OS (iOS, Android, Windows Phone, etc.).

3.2 Maquettes de l'application

Avant de se lancer dans le développement d'une application, nous avons réalisé des maquettes. Cette étape est importante car elle permet de visualiser graphiquement le résultat de notre application. Ainsi, le Muséum-Aquarium de Nancy, nos partenaires au Luxembourg et l'équipe Kiwi du Loria ont commenté nos différentes propositions d'interface. Les maquettes ont été réalisées sur le site cacao.com disponible gratuitement.

Lors des différentes réunions, nous avons noté certaines instructions du MAN et de notre tuteur M.Castagnos, à savoir :

- respecter la charte graphique appliquée sur le site internet du MAN ;
- insérer les 5 logos des entités suivantes : la Métropole de Nancy, le MAN, l'Université de Lorraine, l'équipe Kiwi et le Loria ;
- ajouter une page d'informations pour davantage de renseignements sur le projet et les finalités de l'expérimentation ;
- intégrer le texte qui aura été écrit, modifié et vérifié par le MAN et l'équipe Kiwi.

En Annexe 2 se trouve la première version de la maquette respectant ces consignes. Nous avons créé 3 pages pour l'application :

- une page pour le lancement de l'application, présentant les logos des différents acteurs du projet ;
- une page informant l'utilisateur sur le contexte de l'application et son implication dans ce projet ;
- une page pour le parcours du visiteur et sur lequel il a un retour en direct sur sa position dans le musée.

Pour respecter la charte graphique du MAN, nous avons intégré des éléments comme le fond pour les pages, les couleurs (gris et une couleur vive telle que l'orange) et le papillon qui est présent sur le site.

Concernant cette première maquette, nous avons eu quelques retours. Les logos étaient trop grands et prenaient beaucoup trop d'importance sur la page ce qui n'est pas utile. L'application devait garder un aspect ludique et attractif. Il fallait donc réduire le côté institutionnel de l'application. Il nous a été conseillé également de rendre plus attrayant la page d'accueil pour que l'utilisateur souhaite poursuivre sur la page suivante mais aussi de rendre plus concis le texte introductif.

Suite à ces remarques, nous avons fait les modifications nécessaires. Vous pouvez visualiser cette deuxième maquette en Annexe 3. La page d'accueil a été adaptée, les logos ont été réduits et un titre a été mis en place pour donner un intérêt à l'usage de l'application.

Nous avons continué à travailler sur la maquette. Parallèlement, nous avons appris à utiliser le framework Cordova qui nous a permis de réaliser des interfaces plus esthétiques que celles proposées ultérieurement. Nous avons donc proposé

une nouvelle version de la maquette qui fut la dernière suite à la confirmation du MAN. Vous trouverez la maquette finale en Annexe 4.

Nous avons choisi de mettre une petite bannière en haut de la page d'accueil avec les logos. Cela permet de rendre visible les acteurs de ce projet tout en étant discret. Puis nous avons ajouté une image prise sur le site de l'aquarium pour enjoliver cette page. Nous avons ajouté un titre également "Etude du parcours muséale" qui permet d'indiquer au visiteur ce que nous allons étudier, à savoir, son parcours lors de sa visite. Ensuite, nous avons ajouté comme convenu le texte introductif avec une page d'informations. Nous avons aussi travaillé les boutons pour qu'ils soient plus modernes et plus attrayants que ceux de nos précédentes propositions. Enfin, nous avons respecté le design pour la dernière page où se trouve le plan. Nous avons donc assemblé l'esthétisme, la charte graphique du MAN, les informations essentielles et les éléments utiles au développement de l'application dans cette dernière maquette.

3.3 Résultats

3.3.1 Application mobile

Pour notre projet, nous avons développé une application mobile avec Cordova. Nous vous avons présenté précédemment les différents outils que nous avons utilisés pour concevoir cette application. Nous allons vous présenter maintenant ce que nous avons produit avec ces technologies.

Interface et connexion à Indoor Atlas

Nous avons développé et respecté parfaitement la maquette pour la page d'accueil ainsi que la page d'informations. Nous l'avons conçu avec les fonctionnalités de Cordova.

Concernant la page du plan où l'on relève le parcours, cela était plus compliqué à concevoir que les pages précédentes. Nous devons tout d'abord faire le lien avec Indoor Atlas pour afficher le plan. Nous avons donc cherché à comprendre comment fonctionne Indoor Atlas pour intégrer le plan dans notre code et ainsi pouvoir faire de la localisation en intérieur. Grâce à leur Plugin, nous avons suivi un exemple faisant le lien entre Cordova et Indoor Atlas. Suite à de nombreuses recherches, nous avons réussi à afficher le plan sur la page. Dans l'application, nous localisons l'endroit du MAN en faisant le lien avec Google Map dans notre code. Il y a donc la carte de Google Map qui s'affiche à l'ouverture de la page du plan et le curseur de localisation se place par défaut aux données de latitude et longitude qui correspondent à l'Aquarium de Nancy. Puis Indoor Atlas superpose le plan de l'Aquarium sur la carte de Google Map.

Pour ce qui est de l'interface, il y a eu quelques modifications car Indoor Atlas proposait dans son exemple l'affichage de la carte avec trois boutons pour

pouvoir tracer le parcours d'un visiteur. Nous avons donc dû nous adapter et intégrer ces trois boutons servant à "se positionner", à "commencer" les visites et à "s'arrêter". Vous pouvez visualiser l'écran en question en Annexe 5.

Le calibrage

Le visiteur commence par cliquer sur "se positionner". Un point bleu va alors apparaître sur l'écran qui lui montrera où il se trouve dans le musée. Ensuite, lorsqu'il sera prêt pour faire sa visite, il cliquera sur "commencer". Quand sa visite est terminée, le visiteur peut cliquer sur "arrêter". Il peut visualiser sa position sur la carte à tout instant.

Pour ce faire, il faut d'abord calibrer le plan de l'aquarium. En effet, pour que Indoor Atlas récupère la position du visiteur, il faut placer des points préalablement sur la carte. Nous avons donc utilisé l'application mobile d'Indoor Atlas, Map Creator 2, servant à calibrer les plans de l'aquarium. Nous avons été sur place, nous avons placé les points de repère pour la calibration et nous avons relié ces points caractérisant un chemin possible du visiteur en se déplaçant dans le musée. Sachant que l'application était un test et une première ébauche dans le but d'être réutilisée pour un prochain projet, nous avons préféré nous limiter au rez-de-chaussée et s'assurer d'avoir un rendu fonctionnel. Nous avons donc parcouru tout le rez-de-chaussée et calibré tous les points nécessaires pour l'étape de calibration du magnétisme.

A la fin de cette étape, le visiteur pouvait être localisé sur la carte du MAN. Lorsque l'utilisateur a terminé sa visite, il peut passer au questionnaire.

Le questionnaire

Nous avons établi un questionnaire dans le but de relever la satisfaction des visiteurs suite à leur parcours dans le musée. Suite aux nombreux retours des participants de ce projet concernant le questionnaire, nous avons un document recensant toutes les questions que nous pouvions poser avec les différentes modalités de réponse. Nous avons sélectionné 12 questions essentielles pour faire le questionnaire en version électronique. Nous ne pouvions pas faire un questionnaire trop long et cela devait être simple d'utilisation. Pour faire ce questionnaire, nous avons utilisé Google Form car cela nous semblait plus simple que de réaliser un questionnaire sur Cordova. Nous avons donc mis un lien vers un Google Form recueillant les réponses des visiteurs.

Recueil des données

Nous pensions dès le début de ce projet, en choisissant la technologie d'Indoor Atlas, que nous pourrions facilement recueillir les données et analyser les données du parcours des visiteurs via l'interface web d'Indoor Atlas. Cependant, leurs prestations ont changé entre le moment où nous avons choisi cette

technologie et le moment où nous avons développé l'application. Nous ne pouvions plus recueillir les données et les analyser à temps. Nous avons donc dû trouver une solution assez rapidement pour remédier à cela. Le service d'Indoor Atlas nous a proposé d'utiliser Proximi.io que nous tâcherons d'expliquer plus en détail dans la section "Améliorations". Ce service étant payant, nous n'avons pas d'autre choix que de développer rapidement une solution pour récupérer les données fournies par l'application. Nous avons alors créé une base de données en ligne, Firebase³. Notre application envoie dans cette base les informations nécessaires pour localiser la personne. Nous envoyons un numéro à six chiffres à caractère unique permettant d'identifier le visiteur, un timestamp, la latitude et la longitude. Une fois que toutes les données sont dans cette base, elles peuvent être téléchargées en format .json. Nous avons donc toutes les informations nécessaires pour tracer le parcours du visiteur avec notre application. A présent, il faut faire le lien entre ces données et les réponses au questionnaire pour un même visiteur.

Changement de méthode pour le questionnaire

Pour faire le lien entre les données récoltées du parcours d'un visiteur et ses réponses au questionnaire, nous devons intégrer le formulaire au code. Nous avons utilisé JotForm⁴, un générateur de formulaire qui propose de recueillir les données dans le drive de l'adresse Gmail indiquée. Nous avons donc intégré dans notre code le formulaire. Nous avons ajouté à ce code, un champ caché où nous envoyons l'identifiant du visiteur pour associer son parcours au formulaire. Les réponses des visiteurs identifiés sont répertoriées dans un fichier Google Sheet.

Tests

Une fois le développement terminé, nous avons effectué plusieurs tests au MAN. Après quelques ajustements, notre application s'est montrée fonctionnelle. Le visiteur peut effectuer sa visite au rez-de-chaussée avec l'application. L'application récupère les données du parcours qui sont recueillies dans Firebase et les réponses au questionnaire sont associées dans le Google Sheet. Nous avons testé uniquement sur Android. Pour les prochains tests, il faudra tester sous d'autres systèmes notamment sous iPhone.

Le développement de notre application montre qu'il est possible de faire une étude sur le parcours muséale d'un visiteur en utilisant le magnétisme qui révèle être une technologie pertinente. Notre projet étant limité en temps, il n'était pas faisable de mettre en place une étude complète avec l'application. Nous avons donc fait une étude en parallèle sur la satisfaction globale des visiteurs dans un musée.

3. Nous donnons plus de renseignements dans notre étude de faisabilité.

4. Nous donnons plus de renseignements dans notre étude de faisabilité.

3.3.2 Mise en place d'un questionnaire papier

Nous avons également réalisé une étude au Muséum-Aquarium de Nancy par l'intermédiaire d'un questionnaire papier. Ce questionnaire visait à mesurer la satisfaction des visiteurs à l'issue de leur visite à travers différents facteurs, mais aussi à aborder la problématique des nouvelles technologies qui ont une grande importance dans le projet CrossCult. A l'issue de ce questionnaire, nous avons testé différentes hypothèses qui peuvent être retrouvées dans le chapitre "Analyse statistique des résultats" de ce rapport. Vous trouverez en Annexe 6, la première version du questionnaire que nous avons soumis au MAN et à l'équipe Kiwi.

Nous avons sélectionné 24 questions qui ont pour but d'apporter des réponses en lien avec les différents facteurs maximisant la satisfaction d'un visiteur à l'issue d'une visite. Nous avons également intégré les logos représentant les différents acteurs de ce projet mais aussi un texte introductif expliquant le contexte de l'étude.

Suite aux échanges avec le MAN, nous avons reformulé certaines questions et revu certaines modalités. Nous avons aussi ajouté le logo de l'Université de Lorraine, enlever certaines décorations qui prenaient de la place et déplacer les questions personnelles à la fin du questionnaire. Vous trouverez la version finale du questionnaire en Annexe 7.

Après convenance avec Lucile, directrice adjointe du Muséum-Aquarium de Nancy et notre interlocutrice principale, nous avons réalisé notre étude pendant deux jours complets. Nous avons distribué et recueilli 111 questionnaires au total. Les résultats de cette étude sont disponibles dans la partie "Analyse statistique des résultats". Par ailleurs, nous souhaitons une nouvelle fois remercier le Muséum-Aquarium de Nancy pour nous avoir bien accueilli et fourni le nécessaire pour le bon déroulement de notre étude.

3.4 Améliorations

Notre application Android, d'un point de vue technique, permet de suivre le parcours d'un utilisateur et d'enregistrer ses données de parcours durant sa visite au rez-de-chaussée de l'Aquarium de Nancy. A l'issue de la visite, les personnes peuvent remplir le questionnaire intégré directement à l'application grâce à Jotform. Les données de parcours sont enregistrées dans une base de données en ligne nommée Firebase et sont associées aux réponses du questionnaire. A travers la rédaction d'une étude de faisabilité, nous avons proposé des pistes d'améliorations concernant le développement de notre application ainsi que l'utilisation d'autres technologies complémentaires au magnétisme.

3.4.1 Améliorations de l'application

Une amélioration possible serait de permettre au visiteur de pouvoir visionner son parcours en ligne une fois la visite passée. Cela offrirait un réel intérêt aux différents visiteurs de participer à l'expérimentation.

L'installation d'une application Android passe par l'exécution d'un fichier d'extension .apk. Le problème qui apparaît pour les expérimentation est donc de devoir fournir cet APK aux visiteurs de manière rapide et non invasive. Après quelques recherches, nous proposons de publier l'application sur le Play Store et de générer un QR code qui renverrait sur la page de téléchargement de l'application.

L'utilisation de Firebase, malgré ses avantages techniques, limite le nombre d'enregistrements à 100 dans sa version gratuite. Soit il faut payer pour continuer à profiter de la solution Firebase en obtenant ainsi un nombre illimité d'enregistrements, soit il faut développer une solution de stockage ce qui est beaucoup plus long.

De la même manière que pour Firebase, Jotform limite le nombre de réponses au questionnaire à 100 utilisateurs par mois. Une nouvelle fois, soit il faut payer, soit il faut développer sa propre solution ou passer à une solution alternative gratuite si elle existe.

Pour l'instant, l'application stocke les données de parcours dans une base de données. Pour pouvoir analyser ces données, il faudrait dans un premier temps trouver une solution afin de retracer le parcours de chaque visiteur grâce à l'ordre dans lequel ont été faites les différentes mesures et grâce aux données de latitude et longitude du parcours stockées la base de données. Ensuite, l'information caractérisant le temps qui s'est écoulé entre chaque point peut-être extraite, temps qui est disponible dans les données de la base. On peut ressortir facilement les temps de pause des visiteurs, la durée totale de sa visite, le temps passé dans chaque zone ou face à des points d'intérêt, etc.

Enfin, notre dernière piste d'amélioration concerne le calibrage des points de magnétisme. En évoquant Indoor Atlas, nous avons précisé qu'il était possible de cartographier le magnétisme d'une zone donnée. Cette étape de calibration permet à un visiteur de se positionner dans cette zone grâce aux magnétomètres de son téléphone.

Sur l'application permettant le calibrage, il faut placer différents points de passages ou "waypoints" de sorte à recouvrir le maximum de surface la zone à cartographier. La personne en charge des mesures doit ensuite physiquement se déplacer dans l'aquarium en s'arrêtant à chaque point de passage et en effectuant différents chemins. Pour l'instant, seul le rez-de-chaussée de l'aquarium est mesuré et il serait judicieux de procéder à une cartographie intégrant plus de "waypoints" pour améliorer la précision de la geolocalisation. Plus les mesures

du magnétisme sont nombreuses, moins il y a d'erreur de positionnement.

3.4.2 Proximi.io et l'alliance des technologies de géolocalisation

Proximi.io⁵ est une solution de géolocalisation qui nous a été proposée par le support technique d'Indoor Atlas durant des échanges de mails. Proximi.io se place comme médiateur des technologies de géolocalisation et propose de coupler l'ensemble des différents types de mesure afin de profiter de leur complémentarité. Pour maximiser la précision du géopositionnement, ils proposent d'allier les données de beacons et du magnétisme d'Indoor Atlas, deux solutions dont l'une est utilisée par le LIST et est en train d'être approfondie, et l'autre continuera d'être utilisée suite à nos travaux.

Proximi.io propose aussi un plugin Cordova et sur leur web application, tout est expliqué pour gérer les différentes sources de mesure (on peut importer les points de calibration et les cartes d'Indoor Atlas, répertorier les différents beacons et leur place dans l'environnement de mesure, etc). Cette technologie peut donc être envisagée à l'avenir, de notre point de vue, afin d'obtenir une précision fiable de la géolocalisation en incluant et croisant les données de plusieurs solutions de positionnement en intérieur à la fois.

5. <https://proximi.io/>

Chapitre 4

Analyse statistique des résultats

A l'issue de la distribution des questionnaires au Muséum-Aquarium de Nancy, nous avons recueilli un ensemble de 111 réponses. Les données récoltées ont été réparties sur plus de 40 colonnes correspondantes aux différentes modalités de réponses, certaines effacées car jugées non pertinentes pour l'analyse.

C'est le logiciel R, version i386 3.3.3, qui a été utilisé pour l'analyse statistique ainsi que le package Rcmdr qui bénéficie d'une interface graphique. Certaines lignes inappropriées ont été écartées. Ces lignes étaient soit non renseignées, soit avaient un format non adapté pour le traitement statistique.

L'analyse statistique des données sera divisée en deux parties. La première portera sur les données démographiques tels que le sexe, l'âge, les données permettant de répondre à des questions sur les fréquences de visite de l'Aquarium, la satisfaction globale liée à la visite ou encore les autres musées visités par les individus interrogés. Cette partie permettra d'obtenir une représentation globale des profils des visiteurs qui ont répondu au questionnaire. La deuxième partie portera sur la validation ou non des hypothèses en lien avec les préférences et caractéristiques des visiteurs et ceci, afin de mieux appréhender les facteurs humains sous-jacents à la prise de décision dans un parcours de visite.

4.1 Analyse des données démographiques

4.1.1 Répartition homme / femme

Parmi les 111 personnes interrogées, nous avons eu 67 femmes et 42 hommes (nous avons prévu un champ « autre » pour les personnes qui ne souhaitent pas indiquer leur sexe). Cela représente une proportion de 60% de femmes et

40% d'hommes, des chiffres proches de la mixité sans pour autant l'atteindre. Deux personnes n'ont pas souhaité indiquer leur sexe.

4.1.2 L'âge des visiteurs

L'âge moyen des individus est de 36 ans. Le boxplot en figure 4.1 offre une meilleure représentation de la répartition des âges. On peut voir que 50% des individus ont un âge compris entre 23 et 45 ans. La personne la plus âgée a 72 ans et la plus jeune en a 9.

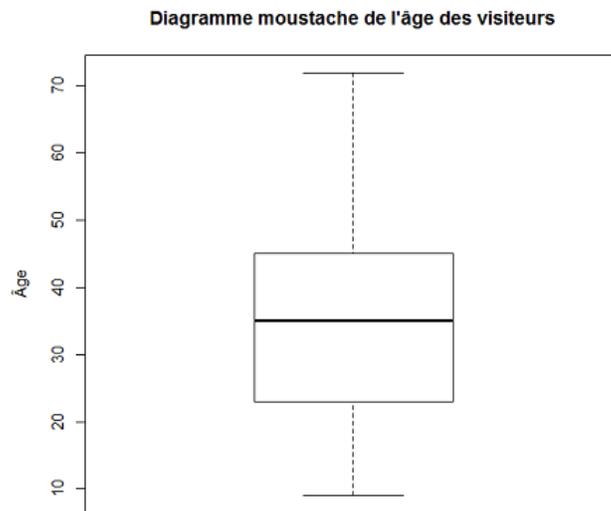


FIGURE 4.1 – Boxplot représentant la répartition des âges des personnes interrogées

4.1.3 Types de musées visités

Les réponses proposées étaient "Archéologie", "Contemporain", "Histoire naturelle", "Beaux-Arts", "Autres" et "Aucun".

La question étant à choix multiples, cocher une proposition équivaut à répondre "oui" (en rose) et ne pas cocher la proposition équivaut à répondre "non" (en jaune). Nous avons choisi de représenter les données sur la figure 4.2 en ordonnées comme étant en fréquences. Il y a par exemple 45% des interrogés qui disent visiter des musées d'histoire naturelle et il y a donc 82% des questionnés qui ont affirmé visiter d'autres types de musées, car 18% d'entre eux ont coché "aucun".

Nous avons répertorié à côté l'ensemble des 16 réponses alternatives proposées pour "Autre" comme les musées d'histoire médiévale, les musées sur la mécanique, les musées sur la santé ...

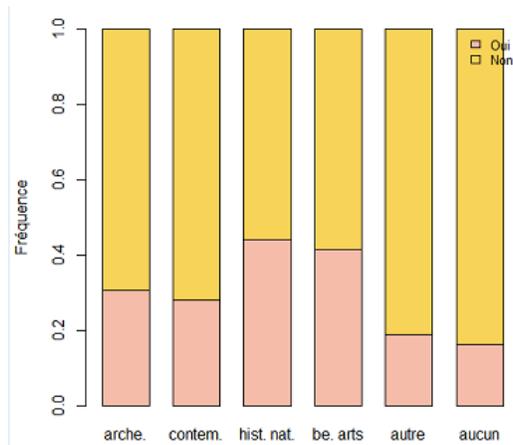


FIGURE 4.2 – Diagramme en bâtons présentant les réponses aux types de musées visités

4.1.4 L’humeur, la satisfaction globale et la satisfaction liée à la variété des espèces proposées

Pour mesurer ces 3 variables, une échelle de 5 modalités était proposée pour chacune des 3 questions. Une modalité de 1 correspondait à l’extrême négatif et une modalité de 5 à l’extrême positif.

	Minimum	Maximum	Moyenne
Humeur	1	5	4.636
Satisfaction globale	3	5	4.718
Variété des espèces	2	5	4.409

TABLE 4.1 – Tableau récapitulatif des données récoltées sur l’humeur, la satisfaction globale et la variété des espèces

D’après le tableau récapitulatif 4.1, les interrogés ont été très satisfaits de leur visite. Sur l’ensemble des 111 questionnés, nous n’avons observé que des notes égales ou supérieures à 3 concernant la satisfaction globale liée à la visite, ce qui est très positif.

De plus, nous avons observé un lien entre l’humeur et la satisfaction globale. Avec un test de corrélation de Pearson, nous avons obtenu une p-value égale à 0.00293 et un coefficient de corrélation de 0.281, ce qui montre qu’il y a bien une corrélation entre ces 2 variables, ce qui était fortement prévisible.

Pour l’ensemble de la suite de l’analyse, il aurait été intéressant d’avoir des résultats un peu plus faibles pour ces 3 variables et proches de la moyenne (2.5) pour avoir des profils de personnes mécontentes, satisfaites ou très satisfaites de leur visite.

4.1.5 Fréquence de venue à l'Aquarium

Les fréquences de venue à l'Aquarium étaient réparties en 3 modalités. La première modalité correspondait à "Au moins une fois par mois", la deuxième modalité à "Plusieurs fois par an" et la troisième et dernière modalité à "Moins d'une fois par an".

	Total des effectifs
Au moins une fois par mois	0
Plusieurs fois par an	6
Moins d'une fois par an	36

TABLE 4.2 – Effectifs des modalités de réponses pour les fréquences de venue à l'Aquarium

Parmi les 111 personnes questionnées, 42 avaient déjà visité l'Aquarium auparavant, ce qui représente 38% de l'échantillon. Parmi ces 42 personnes, 86% le visitent une fois par an et 14% plusieurs fois par an. Aucune des personnes interrogées n'a affirmé venir visiter l'aquarium au moins une fois par mois.

4.1.6 La (les) motivation(s) liée(s) à la visite

Pour la question énumérant les différentes motivations possibles de la visite à l'Aquarium, 5 modalités étaient proposées au visiteur. Celui-ci pouvait cocher plusieurs réponses entre "Sortie en Famille / entre ami(e)s", "Programmation du moment", "Météo", "Sortie Scolaire", "Tarif / Gratuit" et "Autre". Une représentation en diagramme bâton des réponses a été effectuée dans la figure 4.3 en mettant cette fois-ci les effectifs en ordonnée.

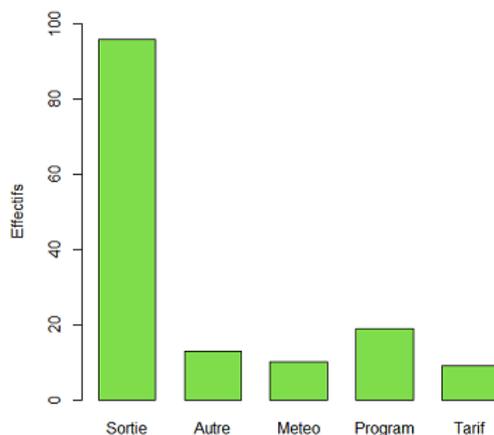


FIGURE 4.3 – Diagramme présentant les motivations liées à la visite de l'aquarium

Parmi les 111 personnes interrogées, 95 d'entre eux ont souhaité visiter l'aquarium à l'occasion d'une sortie en famille ou entre ami(e)s, ce qui représente 86%. Aucune des personnes interrogées n'a visité l'aquarium dans le cadre d'une sortie scolaire, puisque nous n'avons pas fait passer les questionnaires à des dates où des sorties scolaires étaient attendues. Entre autre, 20 personnes (18%) ont indiqué être venues pour la programmation du moment, et une dizaine (9%) pour le tarif proposé par le Muséum-Aquarium de Nancy.

4.2 Analyse avec hypothèses

Pour cette partie, nous allons donc présenter les résultats qui tentent de répondre à différentes hypothèses émises à travers le questionnaire.

Ces hypothèses ont pour but de trouver des liens entre variables pouvant expliquer les décisions des visiteurs. A terme, en ayant une bonne compréhension du visiteur et de ses préférences, nous pourrions lui recommander de meilleurs parcours et maximiser sa satisfaction. En apportant des réponses à ces hypothèses, nous pouvons donc fournir quelques informations prenant en compte les aspects psychologiques, physiologiques, physiques et sociaux permettant de comprendre le visiteur.

Pour tester les hypothèses, nous avons regroupé l'ensemble des réponses aux questions en lien avec les hypothèses et avons traité ces groupes de données avec différents tests et procédés statistiques. Pour ces différents tests, nous avons opté pour un seuil d'acceptabilité de l'hypothèse nulle fixé entre 0.05 et 0.95.

Voici les différentes hypothèses formulées :

1. Les personnes qui font habituellement des pauses ont tendance à avoir une faible tolérance à la distance ;
2. Les personnes qui affirment être prêtes à rater une œuvre importante pour éviter la foule ont une plus faible tolérance à la foule que les personnes qui affirment ne pas vouloir rater une œuvre importante ;
3. Les personnes qui affirment ne pas vouloir installer une application mobile à l'occasion d'une visite dans un musée sont en moyenne plus âgées que les personnes souhaitant installer une application mobile ;
4. Il y a un lien entre avoir une tolérance élevée à la distance et estimer avoir parcouru une petite distance durant la visite au musée ;
5. Il y a un lien entre se rendre généralement à un musée par intérêt pour un type précis d'œuvre et avoir trié dans les premiers "ne pas rater les œuvres que je voulais voir" ;
6. Il y a un lien entre ressentir de la fatigue à l'issue de la visite et estimer avoir parcouru une grande distance pendant la visite ;
7. Il y a un lien entre se rendre généralement dans un musée pour découvrir le plus d'œuvres possibles et avoir trié dans les premiers "voir des œuvres variées" ;

8. Les personnes âgées ressentent plus de fatigue et estiment avoir parcouru une plus grande distance à l'issue de la visite que les jeunes ;
9. Il y a un lien entre le fait d'affirmer qu'une application mobile est inappropriée dans un contexte muséal et le fait d'affirmer refuser l'installation d'une application mobile si un musée le proposait ;
10. Il y a une différence significative de la gêne liée à la foule ressentie à l'issue d'une visite en fonction du nombre de personnes présentes dans l'aquarium.

4.2.1 Les personnes qui font habituellement des pauses ont tendance à avoir une faible tolérance à la distance

Deux groupes de réponses ont été utilisés :

- tolérance à la distance (question 12 du questionnaire) des personnes affirmant faire habituellement des pauses (question 14) ;
- tolérance à la distance des personnes qui affirment ne pas faire habituellement de pauses.

La question 12 proposait une échelle de 5 modalités allant de 1 à 5, 5 signifiant une forte tolérance à la distance. Pour vérifier la normalité de la distribution des deux échantillons, un test de Shapiro a été réalisé. Pour les deux groupes, la p-value obtenue était significativement inférieure au seuil fixé de 0.05. La distribution des deux groupes ne suivait donc pas la loi normale.

Pour comparer la moyenne entre deux groupes issus d'une même population, nous avons effectué le test de Wilcoxon non-paramétrique qui est un test alternatif au test de Student ; Test de Wilcoxon : p-value : $0.0077 < 0.05$. Il y a bien une différence significative de la tolérance à la distance selon si les personnes ont tendance à faire des pauses ou non durant leur visite. À la table 4.3, il y a les moyennes de la tolérance à la distance pour les deux groupes.

	Moyenne de la tolérance à la distance
Pause	3.87
Non Pause	4.42

TABLE 4.3 – Moyenne de la tolérance à la distance selon si le visiteur fait des pauses ou non

On peut en conclure que les personnes faisant régulièrement des pauses durant leur visite ont une plus faible tolérance à la distance.

4.2.2 Les personnes prêtes à rater une oeuvre importante pour éviter la foule ont une plus faible tolérance à la foule que les personnes ne voulant pas rater une oeuvre importante

L'ensemble des réponses a été classé en deux groupes. Dans un groupe sont regroupées les réponses concernant la tolérance à la foule (question 10) et les personnes affirmant être prêtes à rater une oeuvre importante pour éviter la foule (question 11). Dans l'autre groupe sont rassemblées les réponses concernant la tolérance à la foule pour les personnes ne souhaitant pas rater une oeuvre importante pour éviter la foule. Dans le boxplot en figure 4.4, nous pouvons observer un écart important de tolérance à la foule entre les deux groupes.

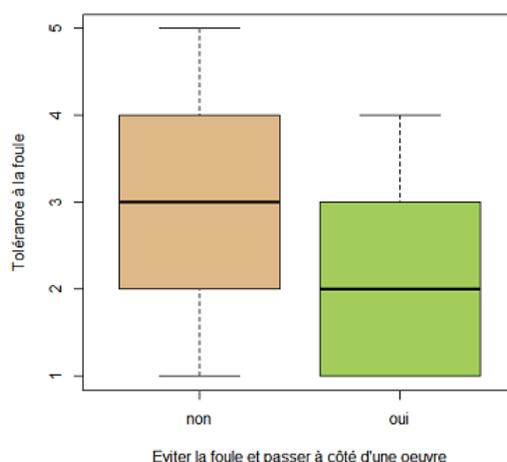


FIGURE 4.4 – Boxplot présentant les données de tolérance à la foule selon si l'on est prêt à rater une oeuvre importante pour éviter la foule ou non

Pour tester l'hypothèse, et comme les données de tolérance à la foule ne suivaient pas la loi normale, nous avons effectué un test de Wilcoxon. Pour ce test, nous avons obtenu une p-value très significativement inférieure au seuil fixé de 0.05, ce qui signifie qu'il y a bien une différence significative de tolérance à la distance selon si l'on est prêt à rater une oeuvre importante pour éviter la foule ou non. Parmi les répondants, 37 personnes (41%) se disaient prêtes à rater une oeuvre importante afin d'éviter la foule, contre 53 personnes (56%) dans l'autre cas.

D'après le tableau 4.4, nous observons bien une différence au niveau de la tolérance à la foule entre les deux groupes. La question proposait 5 modalités allant de 1 à 5, 5 signifiant une forte tolérance à la foule.

	Moyenne de la tolérance à la foule
Rater une oeuvre et éviter la foule	2.05
Ne pas rater une oeuvre et ne pas éviter la foule	3.02

TABLE 4.4 – Moyenne des tolérance à la foule selon si le visiteur est prêt à rater une oeuvre ou non

4.2.3 Les personnes ne voulant pas installer une application mobile à l’occasion d’une visite dans un musée sont en moyenne plus âgées que les personnes souhaitant installer une application mobile

Nous avons séparé les âges (question 18) en deux groupes, selon si les visiteurs souhaitaient installer une application mobile (question 16) ou non.

Dans le boxplot en figure 4.5, nous pouvons voir que les moyennes sont proches, mais la moyenne d’âge des personnes ayant répondu oui est plus élevée que la moyenne d’âge des personnes ayant répondu non. A priori, il ne semble pas y avoir de différence d’âge entre les deux groupes.

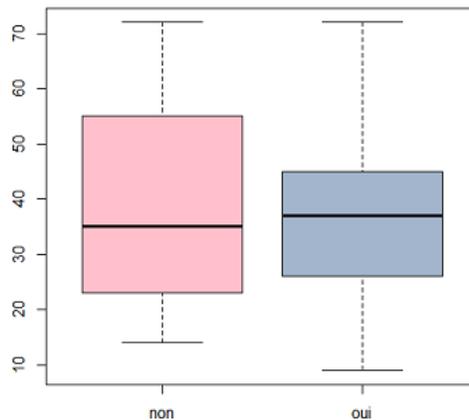


FIGURE 4.5 – Boxplot des âges des personnes ayant répondu oui ou non à la question de l’installation d’une application dans un contexte de visite muséale

Notons qu’il y a tout de même 50% des “non” qui ont un âge compris entre 23 et 55 ans, contre 50% des “oui” qui ont un âge compris entre 25 et 45 ans. Comme le groupe des individus qui ont répondu “non” a un âge qui ne suit pas la loi normale (p-value de 0.01 au test de shapiro), nous avons dû effectuer un test non-paramétrique, même si le groupe des individus qui ont répondu “oui” ont un âge qui suit la loi normale (p-value de 0.385). Pour le test de Wilcox, la p-value est de 0.70, comprise entre les deux seuils. Cela valide donc les observations dans le boxplot, des données indiquant qu’il ne semblait pas y

avoir de différence significative de l'âge entre les deux groupes.

Les personnes ont donc répondu oui ou non à l'installation d'une application dans un contexte de visite muséale indépendamment de leur âge, là où nous émis l'hypothèse que les personnes âgées étaient réticentes à cette idée.

4.2.4 Il y a un lien entre avoir une tolérance élevée à la distance et estimer avoir parcouru une petite distance durant la visite au musée

Nous avons rassemblé dans un tableau les données de tolérance à la distance (question 12) et les données d'estimation de la distance parcourue à l'issue de la visite au sein de l'aquarium (question 5).

En effectuant un test de corrélation de Pearson, en précisant que les données étaient par paires (les réponses de chaque ligne correspondent à un même individu), nous avons obtenu une p-value de 0.012, en dehors du seuil compris entre 0.05 et 0.95. Cela signifie donc que les deux variables ne sont pas indépendantes et qu'il existe un lien. Le coefficient de corrélation était de 0.297, cela indique que c'est un lien positif et que les variables augmentent ensemble. Des personnes ayant une tolérance élevée à la distance ont donc eu tendance à estimer avoir parcouru une petite distance durant leur visite à l'aquarium.

4.2.5 Il y a un lien entre se rendre généralement à un musée par intérêt pour un type précis d'œuvre et avoir trié dans les premiers "ne pas rater les œuvres que je voulais voir"

Comme la question 15 de notre questionnaire proposait de trier par ordre d'importance différentes modalités de réponses, nous voulions voir si l'apparition fréquente de "ne pas rater les œuvres que voulais voir" dans les premières positions (2ème modalité de réponse de la question 15) était liée à l'affirmation de se rendre généralement à un musée par intérêt pour un type précis d'œuvre (question 9). Ces deux variables sont proches car elles mettent en avant le fait de porter un intérêt à certaines œuvres et donc d'avoir une raison particulière de venir visiter le musée en question.

De manière prévisionnelle, nous attendions un coefficient de corrélation négatif car si il existait réellement un lien entre ces deux variables, cela signifierait donc que les personnes qui ont classé en premier "ne pas rater les œuvres que je voulais voir" ont attribué une note élevée au fait de se rendre au musée par intérêt pour un type précis d'œuvre.

En effectuant un test de corrélation de Pearson, nous avons obtenu une p-value de 0.084 comprise dans le seuil d'acceptabilité de l'hypothèse nulle. Cela signifie donc qu'il n'existe pas de lien entre ces deux variables qui apparaissent donc comme étant indépendantes. Cependant, nous pouvons noter que le coefficient de corrélation obtenu à l'issue du test est de -0.20. Même si le lien est trop faible pour qu'on affirme qu'il existe réellement, une partie de l'hypothèse est tout de

même validée.

4.2.6 Il y a un lien entre ressentir de la fatigue à l'issue de la visite et estimer avoir parcouru une grande distance pendant la visite

En regroupant les données de la fatigue ressentie (question 6 du questionnaire) avec les données de l'estimation de la distance parcourue (question 5 du questionnaire), nous avons donc essayé d'observer s'il existait un lien entre ces deux variables.

En effectuant un test de corrélation de Pearson, nous avons observé une p-value significativement inférieure à 0.05 et un coefficient de corrélation de 0.34. Cela signifie donc qu'il existe un lien entre la fatigue ressentie à l'issue de la visite et le fait d'estimer avoir parcouru une grande distance ou non durant la visite à l'aquarium. Les personnes qui se sentent fatiguées ont donc tendance à estimer avoir parcouru une grande distance, à l'opposé des personnes qui se sentent plus en forme.

4.2.7 Il y a un lien entre se rendre généralement dans un musée pour découvrir le plus d'œuvres possibles et avoir trié dans les premiers "voir des œuvres variées"

Comme la question 15 de notre questionnaire proposait de trier par ordre d'importance différentes modalités de réponse, nous voulions voir si l'apparition fréquente dans les premières positions de "voir des œuvres variées" (3ème modalité de réponse de la question 15) était liée à l'affirmation de se rendre généralement à un musée pour découvrir le plus d'œuvres possibles (question 9). Ces deux variables, contrairement à l'hypothèse qui tentait de trouver un lien entre "se rendre généralement à un musée par intérêt pour un type précis d'œuvre" et avoir trié dans les premiers "ne pas rater les œuvres que je voulais voir", s'appuient sur la curiosité du visiteur. Une nouvelle fois, nous attendions un coefficient de corrélation négatif pour des raisons similaires à celles expliquées plus haut pour l'hypothèse semblable. En effectuant le test de corrélation de Pearson, nous avons obtenu une p-value de 0.46 et un coefficient de corrélation de -0.082. Notre hypothèse selon laquelle il existe un lien entre ces deux variables est donc rejetée, même si nous observons tout de même un coefficient de corrélation négatif, mais trop faible pour être significatif.

4.2.8 Les personnes âgées ressentent plus de fatigue et estiment avoir parcouru une plus grande distance à l'issue de la visite que les jeunes

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons regroupé les données liées à l'âge, la fatigue ressentie et l'estimation de la distance parcourue. Nous avons ensuite effectué un test de corrélation de Pearson entre les variables

voulues. Dans le tableau 4.5, nous pouvons voir qu'il n'y a aucun lien entre l'âge et la fatigue ressentie à l'issue de la visite ainsi qu'entre l'âge et l'estimation de la distance parcourue à l'issue de la visite à l'aquarium.

	p-value	Coefficient de corrélation
corrélacion âge-fatigue	0.6535	-0.044
corrélacion âge-distance	0.07	0.18

TABLE 4.5 – Récapitulatif des corrélations entre l'âge et la fatigue et la distance

Si les personnes âgées avaient réellement tendance à se sentir plus fatiguées, par exemple, alors on aurait observé un coefficient de corrélation plus négatif. Il en est de même pour la distance, pour laquelle nous avons observé un coefficient de corrélation positif, loin de notre hypothèse de départ donc.

4.2.9 Il y a un lien entre affirmer qu'une application mobile est inappropriée dans un contexte muséal et refuser l'installation d'une application mobile si un musée le proposait

Pour cette hypothèse, nous avons regroupé les données en 4 groupes distincts, selon si les répondants affirment vouloir installer une application dans un contexte muséal (question 16 du questionnaire) et selon si les répondants pensent que l'utilisation d'une application mobile dans un contexte muséal (modalité 5 de la question 13) est inappropriée ou non.

Ces 4 groupes ont permis de réaliser un tableau de contingence 4.6 présentant les effectifs des réponses de chacune des deux modalités des deux variables.

Inappropriée			
oui		non	
installer application			
oui	non	oui	non
3	14	55	19

TABLE 4.6 – Récapitulatif des effectifs des réponses pour les questions mesurant l'acceptabilité d'une application

En effectuant un test du khi-deux permettant de tester l'indépendance entre les deux variables, nous avons obtenu une p-value très significativement inférieure au seuil fixé à 0.05, ce qui signifie qu'il existe un lien très fort entre les deux variables. Les personnes qui répondent oui à l'installation de l'application ont donc tendance à répondre non au fait qu'une application est inappropriée. Il est intéressant de noter qu'il y a 19 personnes (21%) qui ont répondu non au fait qu'une application est inappropriée dans un contexte de visite muséale mais

qui ont affirmé refuser d'installer une application à l'issue d'une visite dans un musée si on leur proposait.

4.2.10 Il y a une différence significative de la gêne liée à la foule ressentie à l'issue d'une visite en fonction du nombre de personnes présentes dans l'aquarium

Pendant que nous faisons passer les questionnaires à l'aquarium, nous relevons le nombre de personnes présentes dans l'aquarium pour chaque questionnaire rendu en prévision d'établir un lien entre le nombre de personnes présentes et la gêne liée à la foule ressentie durant la visite (question 4 du questionnaire). Ensuite, nous avons établi arbitrairement selon les observations 3 catégories du nombre de visiteurs présents en même temps à l'aquarium :

1. Faible affluence, moins de 50 visiteurs présents à l'aquarium ;
2. Affluence modérée, entre 50 et 100 visiteurs présents à l'aquarium ;
3. Forte affluence, plus de 100 visiteurs présents à l'aquarium.

Nous avons ensuite séparé en 3 groupes les données liées à la gêne ressentie par la foule durant la visite selon le nombre de visiteurs présents.

	Nombre d'individus dans le groupe
1- Faible affluence	37
2- Affluence modérée	34
3- Forte affluence	40

TABLE 4.7 – Nombre d'individus dans chaque groupe des affluences du musée de l'Aquarium

Comme nous pouvons le voir dans le tableau 4.7, nous avons 3 groupes dont la taille des échantillons est équilibrée.

Sur le boxplot 4.6 permettant d'avoir une représentation de la gêne ressentie à l'issue de la visite selon les groupes, nous n'observons qu'une très faible différence entre les groupes 1 et 2.

Si 50% des données de la gêne liée à la foule pour le groupe 1 sont situées entre 4.5 et 5, 50% des données sont situées entre 4 et 5 pour le groupe 2. Cependant, la moyenne observée de la gêne liée à la foule est la même pour les deux groupes, très proche de 5 ce qui signifie très peu de gêne ressentie.

Concernant le groupe 3, nous observons la même répartition des données que pour le groupe 2 mais la moyenne a un peu baissé. En effet, les gens qui ont visité l'aquarium pendant ce que nous avons considéré une période de forte affluence ont en moyenne ressenti plus de gêne liée à la foule que les 2 autres groupes.

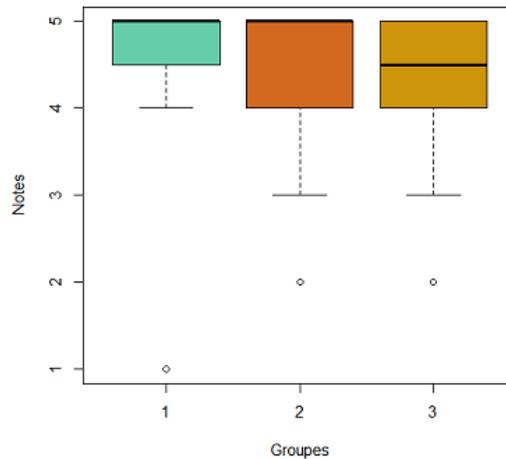


FIGURE 4.6 – Boxplot de la répartition de la gêne liée à la foule ressentie durant la visite selon l’affluence de l’aquarium

4.3 Observations

La faiblesse de l’observation d’un lien entre la gêne liée à la foule et l’affluence d’un musée peut venir de plusieurs raisons. Peut-être qu’il n’y avait pas assez de monde dans le musée, peut-être que les personnes interrogées avaient une forte tolérance à la foule, peut-être que leur visite n’a pas assez duré longtemps pour qu’elles soient réellement gênées par la foule. La meilleure solution serait de multiplier les observations en distribuant le questionnaire dans des musées présentant de très fortes affluences de visite.

Il y a des réponses au questionnaire que nous n’avons pas encore traitées jusqu’à maintenant. Par exemple, que privilégient les visiteurs durant leur visite dans un musée ? Considèrent-ils en majorité que l’utilisation d’une application mobile dans un contexte de visite muséale soit utile pour des jeux ludiques ?

4.3.1 Utilité et installation d’une application mobile dans un musée

Différentes modalités étaient proposées au visiteur pour la question récoltant des informations sur l’utilité d’une application mobile du point de vue des visiteurs (question 13 du questionnaire). Ces modalités, au nombre de 5, leur proposaient des débuts de réponse concernant l’utilité ou non d’une application mobile pour un musée. Les modalités étant à choix multiples, nous avons considéré qu’une réponse cochée équivalait à ”oui” alors qu’une réponse non cochée équivalait à ”non”.

Dans le diagramme en bâtons en figure 4.7, 60% des répondants considèrent donc qu’une application dans un musée serait utile pour recevoir des informa-

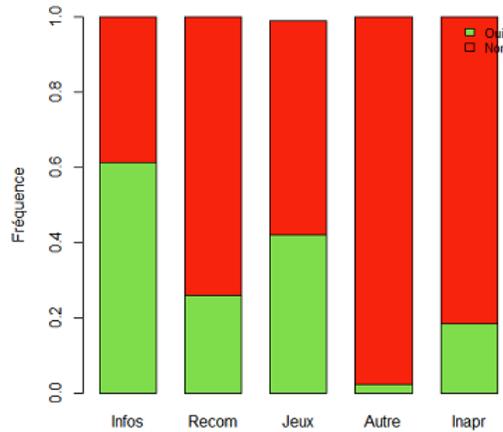


FIGURE 4.7 – Diagramme en bâtons montrant la répartition en fréquence des réponses pour l'utilité d'une application

tions supplémentaires sur les œuvres. 25% d'entre eux pensent qu'une application serait utile pour recevoir des recommandations de parcours en fonction de leurs préférences pendant que 40% pensent qu'une application mobile serait utile pour enrichir la visite avec des jeux ludiques.

Une seule personne a coché "Autre" et a proposé qu'une application serait utile pour "observer l'animal / peinture / œuvre malgré la foule".

Il est enfin intéressant de noter que 17 interrogés sur les 91 (19%) considèrent qu'une application mobile est inappropriée dans un contexte de visite muséale. Parmi les réponses proposées, nous avons notamment eu "supprime l'interaction avec le musée", "gâche l'appréciation du musée" ou encore "pas dans un musée pour regarder sur son téléphone, autant acheter un livre".

Concernant la question 16 du questionnaire qui demandait si les personnes seraient prêtes à installer une application mobile pour enrichir leur expérience de visite à travers des recommandations d'œuvres personnalisées ou des jeux ludiques, nous avons observé que 33 personnes (36%) refuserait d'installer l'application, ce qui représente le double de personnes qui jugeaient inappropriée une application mobile dans un contexte muséal.

Parmi les réponses reçues en lien avec le refus d'installer une application, nous avons eu "pas de 3G, peur de pubs", "pas de téléphone au musée", "je préfère profiter des œuvres" ou encore "trop de smartphone au quotidien". Les personnes interrogées sont pour l'instant un tiers à être réticentes à l'idée d'installer une application mobile censée enrichir leur expérience de visite muséale. Ces chiffres seront sûrement amenés à évoluer avec le temps, surtout si l'on insiste bien sur l'utilité d'une telle application.

Installation d'une application

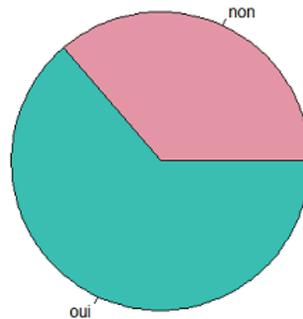


FIGURE 4.8 – Diagramme en secteurs montrant la répartition des réponses pour l'installation d'une application

4.3.2 Facteurs importants lors d'une visite

La question 15 proposant 7 modalités à trier selon l'importance qu'accordaient les visiteurs à ces différentes modalités. Ces dernières se basaient sur une partie des facteurs proposés par Pierre-Edouard dans son mémoire comme par exemple la tolérance à la fatigue, la tolérance à la foule...

Une modalité qui était prioritaire par rapport aux 6 autres avait un chiffre de 1 qui lui était attribué. A contrario, une modalité associée au chiffre 7 était jugée comme étant la moins importante aux yeux du visiteur. Les répondants n'étaient pas obligés d'associer un chiffre à toutes les modalités, ce qui explique que nous avons des échantillons de tailles différentes pour chaque modalité.

Modalités	Nombre de réponses
Apprendre	87
Eviter la foule	80
Voir des oeuvres variées	87
Ne pas être fatigué	79
Ne pas les rater les oeuvres que je voulais voir	85
Rester en groupe et échanger	80
Voir suffisamment d'oeuvres importantes	85

TABLE 4.8 – Nombre de réponses par modalité à la tâche de tri

A travers le tableau 4.8 présentant le nombre de réponses reçues à chaque modalité, nous pouvons déjà observer que certaines modalités ont reçu plus de réponses que d'autres, ce qui indique déjà que pour certaines modalités, certains visiteurs n'ont pas souhaité associer de chiffres car ils n'accordaient pas d'im-

portance à la modalité en question.

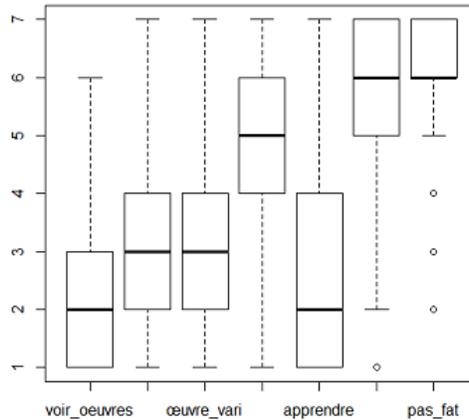


FIGURE 4.9 – De la gauche vers la droite : voir suffisamment d’œuvres intéressantes, ne pas rater les œuvres que l’on souhaitait voir, voir des œuvres variées, éviter la foule, apprendre, rester en groupe, ne pas être fatigué

Dans le boxplot 4.9, nous pouvons voir que deux modalités ressortent en priorité. "Apprendre" et "voir suffisamment d’œuvres intéressantes" sont les deux facteurs considérés comme étant les plus importants durant une visite par l’ensemble des personnes questionnées, avec des moyennes qui sont respectivement de 2.46 et de 2.2.

Ne pas être fatigué et rester en groupe pour échanger sont quant à eux les deux derniers avec des moyennes qui sont de 6.076 et de 5.588.

Modalités	Nombre de fois numéro 1
Apprendre	34
Eviter la foule	5
Voir des oeuvres variées	11
Ne pas être fatigué	0
Ne pas les rater les oeuvres que je voulais voir	15
Rester en groupe et échanger	1
Voir suffisamment d’œuvres importantes	29

TABLE 4.9 – Fréquences d’apparition en première position des modalités de tri

Malgré le fait que "Apprendre" ait une moyenne plus basse que "Voir suffisamment d’œuvres intéressantes", il apparaît que c’est la modalité qui a été la plus choisie en numéro 1 avec 34 choix.

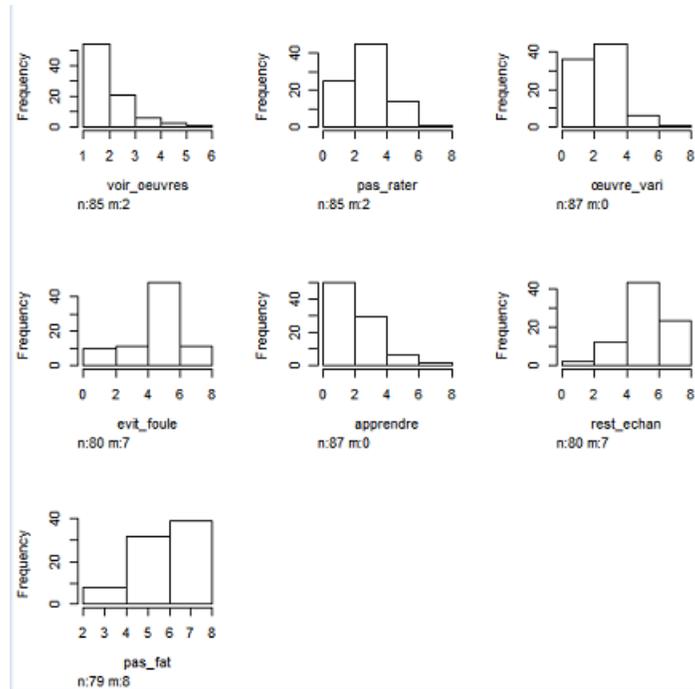


FIGURE 4.10 – Histogrammes des modalités de tri des facteurs jugés importants par les visiteurs durant une visite

Dans l’histogramme en figure 4.10, nous voyons nettement que ”Apprendre” et ”Voir suffisamment d’œuvres intéressantes” se démarquent des autres facteurs. ”Ne pas rater les œuvres que je voulais avoir” a souvent été choisi mais cependant souvent en 3 ou 4ème position.

A l’issue du tri effectué par les différents répondants au questionnaire il est important de noter que la modalité ”Voir des œuvres variées” fait référence au critère ”besoin en diversité”[4, 6] déjà bien connu dans la communauté des systèmes de recommandation. Cette modalité est souvent apparue importante aux yeux des interrogés et est donc un critère de taille à prendre en compte pour les systèmes de recommandation.

4.4 Discussion des résultats

A travers les conclusions des tests d’hypothèses précédents, nous avons fourni un début de réponse sur la pertinence des facteurs proposés par Pierre-Edouard dans son mémoire et avons retrouvé certains facteurs comme notamment le besoin de diversité. Le modèle utilisateur[8] qui a été proposé est une proposition de représentation et l’utilité de ces différentes dimensions n’a pas été encore dé-

montrée. A terme, le souhait est d'inférer ces caractéristiques utilisateurs sur la base de leur parcours dans les musées et leurs retours d'expérience de visite. La prochaine étape est de trouver des corrélations entre des comportements exploratoires et les réponses à des questionnaires de visite à travers une application mobile.

A l'issue de l'analyse, nous avons aussi observé que la modalité « apprendre des choses au cours de ma visite » est apparue la plus souvent en première position dans la tâche de tri des facteurs les plus pertinents durant une visite du point de vue des interrogés. Ce critère d'apprentissage, probablement lié à la nouveauté et à la diversité peut être considéré comme un facteur à part entière à intégrer dans le modèle de recommandation existant.

Cependant, les résultats que nous avons observés sont à prendre avec des pincettes car ils présentent un biais dû au manque de variabilité des réponses. En effet, la grande majorité des interrogés ont tous répondu des modalités élevées aux questions sur l'humeur, sur la fatigue ressentie, sur la satisfaction globale, sur la tolérance à la foule ou encore la tolérance à la distance, le tout à l'issue de la visite. Il serait intéressant de faire passer ce questionnaire à des horaires de très forte affluence, dans des musées plus grands et dans lesquels il y a par exemple des œuvres très importantes. Cela permettrait de couvrir un panel plus large de réponses et d'avoir ainsi des réponses plus variées.

Chapitre 5

Conclusion

Ce projet tutoré nous a permis d'être les acteurs d'une situation réelle et concrète et de mettre en application nos divers connaissances acquises au cours de notre cursus en Sciences Cognitives.

Nous avons, tout d'abord, commencé par faire un état de l'art de chaque méthode de géolocalisation en intérieur afin de localiser les visiteurs dans un musée. Nous nous sommes alors intéressés à ce domaine que nous ne connaissions pas et qui s'est avéré très intéressant. A travers cet état de l'art, nous avons acquis des connaissances théoriques sur les différentes méthodes de localisation. Nous sommes arrivés à la conclusion qu'il était intéressant de tester le magnétisme pour un projet tel que CrossCult. Cette méthode est, en effet, très efficace pour la localisation en intérieur. De plus, aucun membre du projet n'avait envisagé cette méthode et c'est pourquoi nous nous sommes proposés de la tester pour l'appliquer au cours de projet tutoré.

Nous avons ensuite travaillé sur la conception d'une application mobile afin de pouvoir relever le parcours des visiteurs grâce au magnétisme. Nous avons donc mis en place un système fonctionnel permettant de relever la localisation d'un visiteur et de relever son parcours dans une base de données. N'ayant jamais conçu d'application mobile ni même utilisé les technologies nécessaires à sa conception, cette partie a donc été bénéfique et formatrice pour l'ensemble du groupe. Avec la documentation et l'étude de faisabilité que nous avons réalisées, nous espérons que notre technologie sera utilisée pour récolter des données de visites dans une expérimentation future.

Enfin, nous avons mis en place une étude au Muséum-Aquarium de Nancy afin de tester la validité des facteurs humains sur différents aspects. Nous avons rassemblé un corpus de données des différentes expériences de visite et suite à une analyse approfondie des données recueillies, nous avons obtenu des résultats très intéressants. Cette étude permet d'avoir une première base quant à la satisfaction globale des visiteurs dans un musée et permet d'avoir un avis sur les attentes des visiteurs pour un projet tel que CrossCult.

Ces mises en oeuvre, encadrées par une problématique plus globale de recommandations personnalisées optimales dans le cadre des visites muséales, nous ont apporté beaucoup de connaissances théoriques et techniques sur différents domaines en lien avec notre formation. Nous sommes chanceux d'avoir eu l'occasion de participer, au cours de notre première année de Master, à un projet européen d'une telle envergure. Nous sommes reconnaissants envers les différents responsables, notamment notre tuteur, qui nous ont laissés la liberté de faire nos recherches et nos expériences tout en nous ayant intégré au coeur de ce projet ambitieux.

Bibliographie

- [1] Ido Beja, Joel Lanir, and Tsvi Kuflik. Examining factors influencing the disruptiveness of notifications in a leisure mobile context. *Human Computer Interaction*, page 32, 2015.
- [2] G. Bonnin. *Vers des systemes de recommandation robustes pour la navigation Web : inspiration de la modélisation statistique du langage*. phdthesis, Université de Nancy 2, April 2010.
- [3] S. Castagnos. *Modélisation de comportements et apprentissage stochastique non supervisé de stratégies d'interactions sociales au sein de systèmes temps réel de recherche et d'accès à l'information*. phdthesis, Université Nancy 2, November 2008.
- [4] Nicolas Jones. *User Perceived Qualities and Acceptance of Recommender Systems : The Role of Diversity*. PhD thesis, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, July 2010.
- [5] Joel Lanir, Tsvi Kuflik, Eyal Dim, and Alan J. Wecker. The influence of a location-aware mobile guide on museum visitors' behavior patterns. *Interacting with Computers*, 25(6) :443–460, 2013.
- [6] Amaury L'Huillier, Sylvain Castagnos, and Anne Boyer. Modéliser la diversité au cours du temps pour détecter le contexte dans un service de musique en ligne. *Revue des Sciences et Technologies de l'Information*, 2016.
- [7] P.-E. Osche. *Recommandation de parcours dans les musées*. Master's thesis, UFR Mathématiques et Informatique de Nancy, 2016.
- [8] P.-E. Osche, S. Castagnos, A. Napoli, and Y. Naudet. Walk the line : Toward an efficient user model for recommendations in museums. *SMPA*, 2016.

Annexes

Annexe 1 : Les tests du magnétisme au Loria

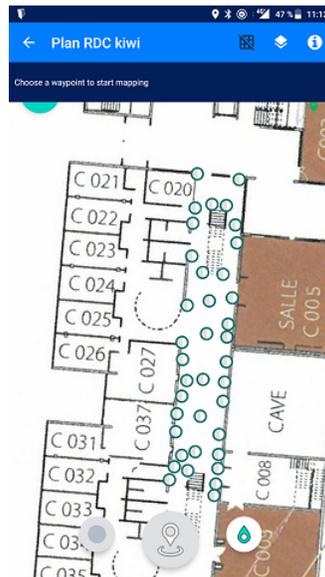


FIGURE 5.1 – Calibrage du magnétisme au Loria

Annexe 2 : Notre première maquette



FIGURE 5.2 – Notre première maquette de l'application mobile

Annexe 3 : Notre deuxième maquette



FIGURE 5.3 – La deuxième maquette de l'application mobile

Annexe 4 : Maquette finale



FIGURE 5.4 – La troisième maquette de l'application mobile

Annexe 5 : Ecran de positionnement de l'application

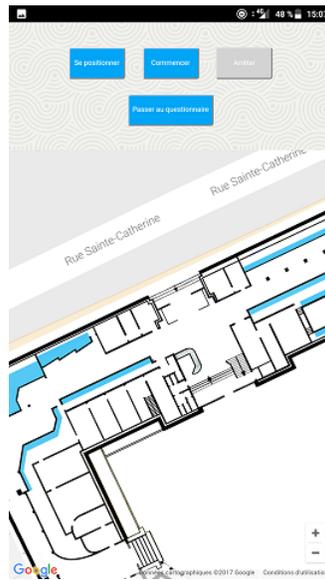
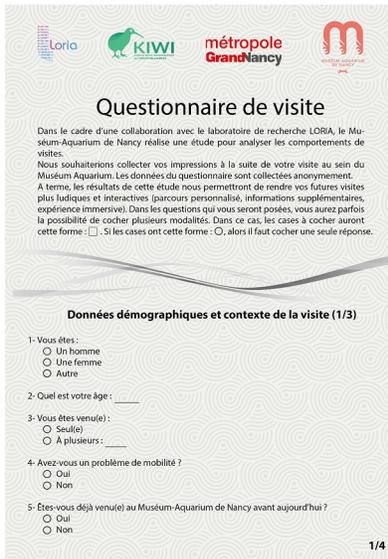


FIGURE 5.5 – Ecran de positionnement du visiteur sur l'application mobile

Annexe 6 : Première version du questionnaire



Logo Loria, KIWI, métropole GrandNancy, et M Muséum-Aquarium de Nancy.

Questionnaire de visite

Dans le cadre d'une collaboration avec le laboratoire de recherche LORIA, le Muséum-Aquarium de Nancy réalise une étude pour analyser les comportements de visites.

Nous souhaiterions collecter vos impressions à la suite de votre visite au sein du Muséum-Aquarium. Les données du questionnaire sont collectées anonymement.

A terme, les résultats de cette étude nous permettront de rendre vos futures visites plus ludiques et interactives (parcours personnalisés, informations supplémentaires, expérience immersive). Dans les questions qui vous seront posées, vous aurez parfois la possibilité de cocher plusieurs modalités. Dans ce cas, les cases à cocher auront cette forme : . Si les cases ont cette forme : , alors il faut cocher une seule réponse.

Données démographiques et contexte de la visite (1/3)

1- Vous êtes :

- Un homme
- Une femme
- Autre

2- Quel est votre âge : _____

3- Vous êtes venue(e) :

- Seule
- A plusieurs

4- Avez-vous un problème de mobilité ?

- Oui
- Non

5- Êtes-vous déjà venue(e) au Muséum-Aquarium de Nancy avant aujourd'hui ?

- Oui
- Non

1/4

FIGURE 5.6 – Première feuille de la version 1 du questionnaire



Logo Loria, KIWI, métropole GrandNancy, et M Muséum-Aquarium de Nancy.

6- Si oui, à quelle fréquence venez-vous ?

- Au moins une fois par mois
- Plusieurs fois par an
- Moins d'une fois par an

7- Qu'est-ce qui a motivé votre visite ?

- Sortie en famille / entre amis
- Sortie scolaire / universitaire
- Programmation culturelle du moment
- Météo
- Tarif-Gratuité
- Autre : _____

Votre expérience au sein du Muséum-Aquarium (2/3)

8- Votre satisfaction globale à l'issue de la visite :

9- Votre humeur du jour :

10- Avez-vous trouvé qu'il y avait une grande variété d'espèces exposées?

Trop peu d'espèces Beaucoup d'espèces différentes

11 - A quel point avez-vous été gêné(e) par la foule durant la visite ?

Très peu gêné(e) Pas du tout gêné(e)

12 - Avez-vous eu l'impression de parcourir une grande distance dans le Muséum ?

Oui Non

13 - Quel est votre niveau de fatigue à l'issue de votre visite ?

Très fatigué(e) Pas fatigué(e)

2/4

FIGURE 5.7 – Deuxième feuille de la version 1 du questionnaire



14 - Qu'est-ce-que vous avez préféré durant votre visite ?

Vos habitudes dans les musées (3/3)

Les questions suivantes concernent vos expériences passées en dehors du Museum-Aquarium.

15 - Quels type(s) de musées avez-vous l'habitude de visiter ?

- Archéologie
- Beaux-Arts
- Art contemporain
- Muséum d'histoire naturelle
- Autre(s) : _____
- Aucun

Si vous avez coché «Aucun», vous avez terminé le questionnaire et pouvez ignorer les questions suivantes.

16 - De façon générale, vous rendez-vous à un musée :
 Par intérêt pour un type précis d'oeuvre Pour découvrir le plus de genres possibles

17 - Quel est votre niveau de tolérance à la foule dans un musée ?
 Évitez systématiquement la foule La foule ne me dérange pas

18 - Pour éviter la foule, seriez-vous prêt à passer à côté d'une oeuvre d'art (ou d'un objet) qui vous intéressait particulièrement ?

- Oui
- Non

19 - Comment estimez-vous votre tolérance à parcourir des distances dans un musée ?
 Je n'aime pas marcher pendant longtemps Ça ne me dérange pas du tout

3/4

FIGURE 5.8 – Troisième feuille de la version 1 du questionnaire



20 - Vous trouvez que l'utilisation d'une application sur smartphone ou tablette dans un musée est :

- Utile pour recevoir des informations supplémentaires sur les oeuvres
- Utile pour obtenir des recommandations de parcours en fonction de mes préférences
- Utile pour enrichir la visite avec des jeux ludiques
- Autre(s) : _____
- Inadaptée : _____

21 - Habituellement, effectuez-vous des pauses régulières durant vos visites ?

- Oui
- Non

22 - Qu'est-ce-qui vous importe le plus dans un musée ? (trier par ordre d'importance, 1 étant le plus important pour vous et 7 le moins important)

- _____ : Voir suffisamment d'oeuvres intéressantes
- _____ : Ne pas rater les oeuvres que je voulais voir
- _____ : Voir des oeuvres variées
- _____ : Eviter la foule
- _____ : Apprendre des choses au cours de ma visite
- _____ : Rester en groupe et / ou échanger avec des gens
- _____ : Ne pas être fatigué(e) à l'issue de ma visite

23 - Si un musée vous le proposait, accepteriez-vous d'installer une application sur votre smartphone pour enrichir votre expérience de visite ? (recommandations d'oeuvres personnalisées, jeux ludiques...)

- Oui
- Non - Pourquoi ? _____

24 - Avez-vous des commentaires à l'issue de votre visite ?

Nous vous remercions de votre participation et du temps que vous avez consacré à répondre à ce questionnaire.

4/4

FIGURE 5.9 – Quatrième feuille de la version 1 du questionnaire

Annexe 7 : Version finale du questionnaire



Questionnaire de visite

Dans le cadre d'une collaboration avec le laboratoire de recherche LORIA, le Muséum-Aquarium de Nancy réalise une étude pour analyser les comportements de visites. Nous souhaiterions collecter vos impressions à la suite de votre visite au sein du Muséum Aquarium. Les données du questionnaire sont collectées anonymement. A terme, les résultats de cette étude nous permettront de rendre vos futures visites plus ludiques et interactives (parcours personnalisé, informations supplémentaires, expérience immersive). Dans les questions qui vous seront posées, vous aurez parfois la possibilité de cocher plusieurs modalités. Dans ce cas, les cases à cocher auront cette forme : . Si les cases ont cette forme : , alors il faut cocher une seule réponse.

Votre expérience au sein du Muséum-Aquarium (1/3)

1 - Votre satisfaction globale à l'issue de la visite :

2 - Votre humeur du jour :

3 - Avez-vous trouvé qu'il y avait une grande variété d'espèces exposées?
Peu d'espèces Beaucoup d'espèces différentes

4 - A quel point avez-vous été gêné(e) par la foule durant la visite ?
Très gêné(e) Pas du tout gêné(e)

5 - Avez-vous eu l'impression de parcourir une grande distance dans le Muséum ?
Trop grande distance Peu de distance

6 - Quel est votre niveau de fatigue à l'issue de votre visite ?
Très fatigué(e) Pas fatigué(e)

1/4

FIGURE 5.10 – Première feuille de la version finale du questionnaire



7 - Qu'est-ce que vous avez préféré durant votre visite ?

Vos habitudes dans les musées (2/3)

Les questions suivantes concernent vos expériences passées en dehors du Muséum-Aquarium.

8 - Quel(s) type(s) de musées avez-vous l'habitude de visiter ? (plusieurs réponses possibles)

Archéologie
 Beaux-Arts
 Art contemporain
 Muséum d'histoire naturelle
 Autre(s) : _____
 Aucun

Si vous avez coché «Aucun», vous pouvez passer directement à la partie 3/3.

9 - De façon générale, vous rendez-vous à un musée :

- Par intérêt pour un type précis d'oeuvres :
Pas d'accord Totalemement d'accord

- Pour découvrir le plus d'oeuvres / objets possibles :
Pas d'accord Totalemement d'accord

10 - Quel est votre niveau de tolérance à la foule dans un musée ?
J'évite systématiquement la foule La foule ne me dérange pas

11 - Pour éviter la foule, seriez-vous prêt à passer à côté d'une oeuvre d'art (ou d'un objet) qui vous intéressait particulièrement ?
 Oui
 Non

12 - Comment estimez-vous votre tolérance à parcourir des distances dans un musée ?
Je n'aime pas marcher longtemps Ça ne me dérange pas du tout

2/4

FIGURE 5.11 – Deuxième feuille de la version finale du questionnaire



13 - Vous trouvez que l'utilisation d'une application sur smartphone ou tablette dans un musée est (plusieurs réponses possibles):

Utile pour recevoir des informations supplémentaires sur les oeuvres

Utile pour obtenir des recommandations de parcours en fonction de mes préférences

Utile pour enrichir la visite avec des jeux ludiques

Autre(s) : _____

Inappropriée : _____

14 - Habituellement, effectuez-vous des pauses régulières durant vos visites ?

Oui

Non

15 - Qu'est-ce qui vous importe le plus dans un musée ? (Triez par ordre d'importance, 1 étant le plus important pour vous et 7 le moins important. Vous n'êtes pas obligé(e) de tout remplir)

____ Voir suffisamment d'oeuvres intéressantes

____ Ne pas rater les oeuvres que je voulais voir

____ Voir des oeuvres variées

____ Eviter la foule

____ Apprendre des choses au cours de ma visite

____ Rester en groupe et / ou échanger avec des gens

____ Ne pas être fatigué(e) à l'issue de ma visite

16 - Si un musée vous le proposait, accepteriez-vous d'installer une application sur votre smartphone pour enrichir votre expérience de visite ? (recommandations d'oeuvres personnalisées, jeux ludiques...)

Oui

Non - Pourquoi ? _____

Données démographiques et contexte de la visite (3/3)

- 17 - Vous êtes :
- Un homme
- Une femme
- Autre

3/4

FIGURE 5.12 – Troisième feuille de la version finale du questionnaire



18 - Quel est votre âge : ____

19 - Vous êtes venue(e) :

Seule(e)

À plusieurs : ____

20 - Avez-vous un problème de mobilité ?

Oui

Non

21 - Êtes-vous déjà venu(e) au Muséum-Aquarium de Nancy avant aujourd'hui ?

Oui

Non

22 - Si oui, à quelle fréquence venez-vous ?

Au moins une fois par mois

Plusieurs fois par an

Moins d'une fois par an

23 - Qu'est-ce qui a motivé votre visite ? (plusieurs réponses possibles)

Sortie en famille / entre amis

Sortie scolaire / universitaire

Programmation culturelle du moment

Métière

Tarif-Gratuité

Autre : _____

24 - Avez-vous des commentaires à faire à l'issue de votre visite ?

Nous vous remercions de votre participation et du temps que vous avez consacré à répondre à ce questionnaire.

4/4

FIGURE 5.13 – Quatrième feuille de la version finale du questionnaire