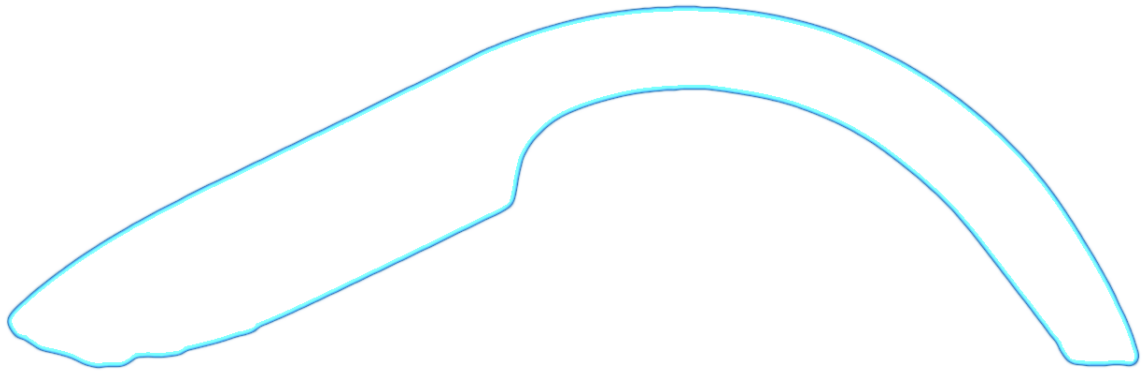


Arc Mouse de Microsoft



Lara Laamari (†), Ambrine Douhane (§)

Scipers : [288602] (†), [282708] (§)

Cours : MICRO - 423

Professeur : Pavel Kejik

Date : 9 juin 2022

EPFL

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Avant-propos	1
1.2	Contexte	1
1.3	Problématique	1
2	État de l’art	2
2.1	Mouvement	2
2.1.1	Souris à dessous mécanique	2
2.1.2	Souris optique	2
2.1.3	Souris laser	3
2.1.4	Souris Blue Track	3
2.2	Molette	3
2.2.1	Molette optique	3
2.2.2	Molette à potentiomètre rotatif	4
2.2.3	Molette inductive	4
2.2.4	Molette à technologie capacitive projetée	4
3	Design extérieur	6
3.1	Emballage	6
3.1.1	Proposer un packaging visible	6
3.1.2	Séduir le consommateur	7
3.1.3	Avoir un emballage résistant	7
3.1.4	Informar la clientèle	7
4	Caractéristiques techniques	8
4.1	Considérations macroscopiques préliminaires	8
4.1.1	Dimensions	8
4.1.2	Performances et champ d’utilisation	8
4.1.3	Prise en main	8
4.2	Éléments importants et leurs principes de fonctionnement . . .	9
4.2.1	Système de détection optique	9
4.2.2	PCB	10
4.2.3	Zone de détection capacitive	11
4.2.4	Alimentation par piles	11
4.2.5	Système de détection bluetooth	12
4.2.6	Armature générale et son système de mémoire de forme	13
4.3	Matériaux et méthodes de production	14
4.3.1	Armature	14
4.3.2	Vis	15
4.3.3	Surface capacitive	15
5	Interface et logiciel	17
5.1	Mouse Keyboard Center (MKC)	17
5.2	Mousinfo	17
5.3	Touche mouse practice	18
5.4	Critique logiciel	19

6	Conclusion	20
7	Appendix	23

Table des figures

1	Courbe de la proportion d'internautes dans la population mondiale, en fonction du temps	1
2	Système de détection à dessous mécanique [4]	2
3	Système de détection laser [5]	3
4	Système de détection Blue Track [6]	3
5	Principe de détction par potentiomètre rotatif	4
6	Principe de détection capacitive	5
7	Emballage Microsoft Arc Mouse - Souris Arc	6
8	Évalution de la taille de la souris, comparée à une main adulte	9
9	Système de détection optique, composé d'une LED (à gauche) et d'un capteur d'intensité lumineuse (à droite)	10
10	Schéma du circuit électrique pour la détermination du courant d'alimentation de la LED	10
11	Circuit imprimé	11
12	Surface capacitive de l'Arc Mouse, à gauche la surface complète, au milieu la surface découverte et à droite le connecteur	11
13	a. Bouton bluetooth sur le dessous de l'Arc Mouse à gauche, b. l'actionneur mécanique activé lorsque l'on appuie sur ce bouton au centre et c. le capteur mécanique à droite	12
14	Structure de l'armature intérieure vue de dessous	13
15	Mouvement de l'aimant et actionnement de l'interrupteur. De droite à gauche a. mouvement de l'aimant en actionnant, b. mouvement de la partie cuivré lors de l'actionnement , c. actionnement de l'interrupteur	13
16	Structure de l'armature extérieur, vue de haut à droite et vue de bas à droite	14
17	Arc Mouse	14
18	Vis standard du système d'assemblage	15
19	[14]	16
20	Interface de l'application Mouse Keyboard Center	17
21	Microsoft Mouse diagnostic	18
22	Interface d'accueil "Touche Mouse practice"	18
23	Interface "Touche Mouse practice" avec les différentes fonctionnalités	19
24	Complément de la Figure 23	19
25	Inventaire de la visserie	23
26	Data sheet de l'Arc Mouse [12]	24

Liste des tableaux

1	Dimensions mesurées (en millimètres) sur la souris au repos et en marche	8
---	--	---

2	Performances dans la détection du mouvement en fonction du type de surface - avec (+++) et (- - -) respectivement les notes maximale et minimale	8
3	Recherche du courant d'alimentation de la LED	10
4	Mesure des grandeurs de l'armature	14
5	Mesure des grandeurs de 10 vis	15
6	Application Arc Mouse	17
7	Récapitulatif Arc Mouse (mise en page inspiré de [16])	20

1 Introduction

1.1 Avant-propos

Dans le cadre du cours d'Analyse de Produits et Systèmes dispensé par M. Pavel Kejik, le présent rapport propose de l'étude d'une souris Arc Mouse de Microsoft, en particulier les résultats expérimentaux obtenus par reverse engineering (ou rétro-ingénierie) de cette souris.

1.2 Contexte

Aujourd'hui, la Banque Mondiale estime que 56,7% de la population mondiale utilise Internet, soit presque 4.47 milliards d'individus [2]. La tendance globale est une augmentation importante (cf. Figure 1) et pérenne de l'utilisation d'Internet, notamment grâce à la forte démographie des populations en voie de développement comme l'Inde ou encore le Nigéria.

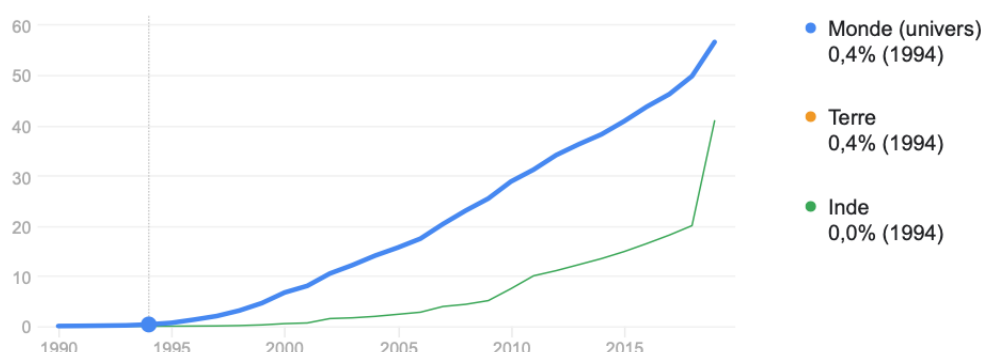


FIGURE 1 – Courbe de la proportion d'internautes dans la population mondiale, en fonction du temps

Parmi ces nouveaux internautes, s'il est vrai qu'une grande partie n'utilise Internet que sur son smartphone, une part importante utilise un ordinateur fixe et est donc amenée à utiliser une souris.

Intéressant de noter aussi que, s'il est vrai que le clavier des ordinateurs diffère selon où l'on se situe sur le globe (AZERTY en France, QWERTZ en Suisse et en Allemagne, QUERTY en aux États-Unis...), ce n'est pas le cas pour la souris d'ordinateur qui est la même partout. D'ailleurs, les droitiers et les gauchers utilisent aussi, généralement, les mêmes souris et quand les uns consacrent l'index au clic gauche et le majeur au clic droit, les autres font l'inverse.

1.3 Problématique

L'étude s'établit dans l'optique de répondre à des questions d'optimisation de la souris. Une souris classique peut être confrontée à des soucis d'encrassage de la molette de souris avec de la poussière, à consommation élevée d'énergie, de précision de conversion des déplacements mécaniques en déplacements sur l'écran, ainsi que de prix. Nous verrons donc comment ces paramètres peuvent être réglés, par l'intermédiaire d'une étude de cas d'une souris jugée performante. Nous tenterons ensuite de proposer des clés d'amélioration pour les souris.

2 État de l'art

La souris d'ordinateur est un instrument qui se trouve à l'interface entre l'utilisateur et le logiciel. Elle permet de modifier la position du curseur sur l'écran, mais également de faire dérouler (ou scroll) une page. Les mécanismes scientifiques utilisés dépendent beaucoup de l'âge de la souris, mais aussi de sa marque.

2.1 Mouvement

2.1.1 Souris à dessous mécanique

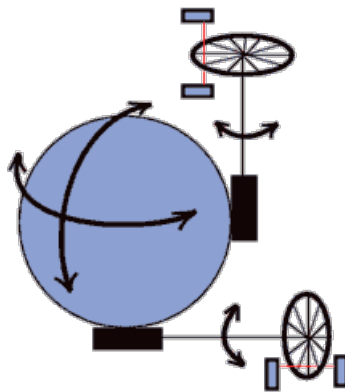


FIGURE 2 – Système de détection à dessous mécanique [4]

La souris à dessous mécanique dispose d'une bille sur laquelle tournent 2 rouleaux. Les rouleaux sont liés à un disque cranté entre une diode et une photodiode. Ce disque laisse passer la lumière par séquence ce qui renvoie un bit à l'ordinateur qui peut ensuite déduire la position et la vitesse de la souris.

Elle a pour avantages de coûter peu cher et de consommer une faible quantité de courant pour fonctionner. En revanche, elle est très sensible à la poussière et demande un entretien pour cela, et a une assez faible précision dans la conversion des mouvements.

2.1.2 Souris optique

La souris optique propose de détecter une translation sur un plan (le bureau) à l'aide d'un système optique. Pour cela, une LED éclaire la surface avec un angle de 45° pendant qu'une caméra filme le dessous de la souris (cf Figure 4). Un processeur de signaux numériques ou microcontrôleur se charge ensuite d'analyser les images successives, les comparer et en déduire le mouvement qui a eu lieu.

La souris optique est peu chère et aucune accumulation de poussière n'a lieu au fil du temps. Elle est cependant très gourmande en énergie et ne fonctionne pas sur toutes les surfaces. Les caractères transparents et réfléchissants des surfaces rendent parfois l'analyse des données captées par la caméra impossible.

2.1.3 Souris laser

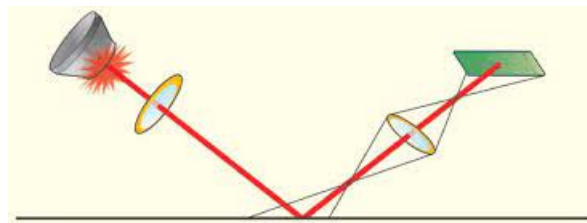


FIGURE 3 – Système de détection laser [5]

La souris laser est une version améliorée de la souris optique. Le principe est globalement le même, mis à part que la source de lumière est désormais un laser. Cela a pour conséquence d'obtenir un faisceau lumineux plus focalisé et avec une plus haute intensité.

Cela se traduit par une qualité des acquisitions améliorée, une haute précision de conversion du mouvement et une diversité accrue des surfaces sur lesquelles elle peut être utilisée, le tout avec une faible consommation énergétique.

2.1.4 Souris Blue Track

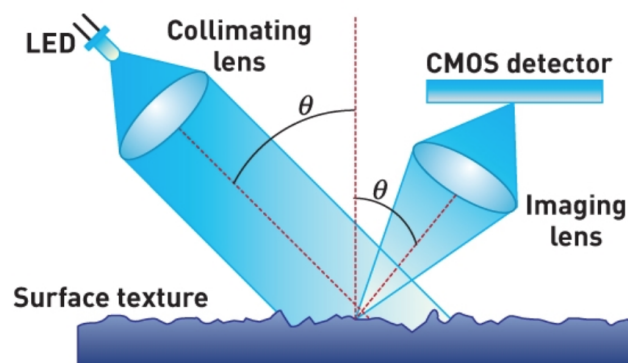


FIGURE 4 – Système de détection Blue Track [6]

La souris Blue Track est la technologie la plus récente récente. Elle aussi s'appuie sur le principe de projection de lumière, ici avec une LED, avec un angle important d'incidence par rapport à la normale. La lumière utilisée est bleue ce qui permet un meilleur contraste (longueur d'onde plus faible) et une réduction du bruit.

Ce type de souris est très précis car assez peu contraint par le bruit environnant. Il est également insensible à la poussière, peut s'utiliser sur un grand nombre de surfaces et consomme modérément. La souris BlueTrack est cependant assez onéreuse.

2.2 Molette

2.2.1 Molette optique

Le principe de détection du mouvement d'une molette optique ressemble à celui de la détection du mouvement par une souris à dessous optique. Un laser projette de la lumière sur une roue ajourée. Derrière cette roue sont

placés deux capteurs optiques. Le signe de la phase entre les deux signaux captés définit le sens de rotation. La position de la molette détermine, elle, le passage ou l'occlusion de la lumière, donc une information sur sa position peut être récupérée et traitée.

2.2.2 Molette à potentiomètre rotatif

Le principe de fonctionnement d'une molette à potentiomètre rotatif s'appuie sur une variation de position qui entraîne variation de résistance, ce qui implique une variation de tension. Comme montré en Figure 5, un potentiomètre rotatif est fait d'une résistance variable qui, pour un même courant injecté, implique une chute de tension qui varie proportionnellement à la valeur de la résistance. Cette tension est le "read-out" de notre molette, c'est à dire que sa mesure permet de remonter jusqu'à la position de la molette.

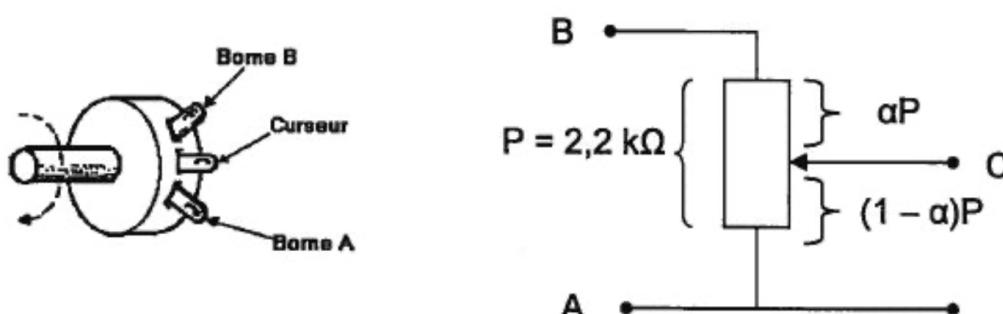


FIGURE 5 – Principe de détection par potentiomètre rotatif

Dans le cas des potentiomètres rotatifs à multi-courants, pour permettre de tourner la molette à 360°, la résistance est construite en spirale.

2.2.3 Molette inductive

Dans le cas de la molette inductive, deux pièces se distinguent : un rotor (ici, la molette) et un stator (ici, la partie intérieure fixe). C'est la variation de position angulaire qui entraîne une variation de l'inductance mutuelle entre le rotor et le stator, ceci impliquant une variation tension induite. Là encore, la quantité de read-out est la tension.

2.2.4 Molette à technologie capacitive projetée

Le principe de base de ce type de molette est le suivant : des capacités sont placées sous l'écran dont les valeurs varient selon la position du doigt. Cette technologie est également utilisée dans la conception des écrans tactiles récents. Plus précisément, un réseau de lignes X-Y constituent une grille d'électrodes, et les intersections X-Y sont ensuite balayées en continu pour détecter la position du doigt du fait de la variation du champ électrique locale qu'un contact occasionne. Bien qu'il faille un courant systématiquement pour détecter la position du doigt sur la partie tactile de la souris, il n'empêche que sa consommation reste raisonnable.

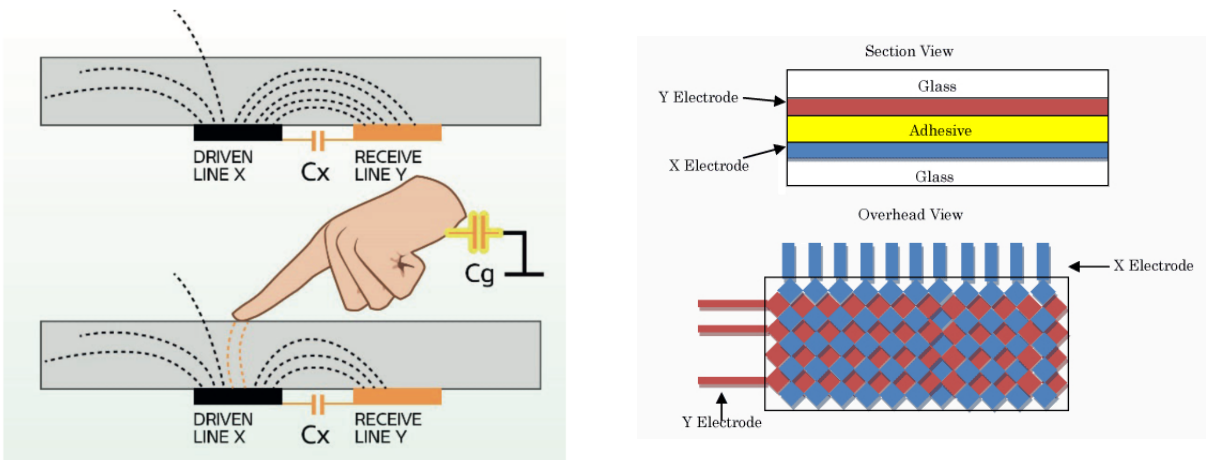


FIGURE 6 – Principe de détection capacitive

3 Design extérieur

3.1 Emballage

La première interaction du client avec le produit acheter se fait par l’emballage de la souris. En particulier en magasin, si l’objet n’est pas disposé sans emballage, la première interaction se fait par la taille, la forme et les images sur l’emballage. Il s’agit donc d’un point crucial pour l’attractivité du produit. En supermarché, la prise de decision d’un client ne dure pas plus de 30s, en revanche, une fois qu’il prend le produit dans la main, il y a une forte probabilité qu’il l’achète. Dans le monde IT et multimédia, cette prise de décision est plus longue, mais le principe de l’importance de la première impression reste le même. Sachant que les achats se font de plus en plus via des plateformes de vente en ligne, la présentation du produit en ligne est également très importante.

Dans le but d’évaluer la qualité de l’emballage de l’Arc Mouse par Microsoft visible dans la Figure 7, 4 critères principaux peuvent être définis :

- Proposer un packaging visible
- Séduire le consommateur
- Avoir un emballage résistant
- Informer la clientèle



FIGURE 7 – Emballage Microsoft Arc Mouse - Souris Arc

3.1.1 Proposer un packaging visible

En grande surface, les clients sont exposés à une grande diversité de produits, tous misant à attirer l’attention du consommateur. Il est pour cela primordial que l’objet à vendre attire l’œil et soit mis en valeur, par la forme de l’emballage ou encore la couleur.

L’emballage de l’Arc Mouse noire se limite au noir est blanc, hormis le logo de Microsoft. Il s’agit d’un emballage très sobre, montrant uniquement une image de l’objet sur fond blanc, accompagné seulement du nom de l’objet et de la marque sur la face avant. Ceci implique que dans un grand rayon de magasin, ce ne sera pas le premier emballage à attirer l’attention de la clientèle, puisqu’il n’y a pas de stimuli coloré, ni de taille, puisque l’emballage est de petite taille et de forme rectangulaire standart. Malgré la sobriété de ce design, le contraste fort entre le noir et le blanc met bien en valeur la souris d’ordinateur, et lui donne en revanche une allure élégante.

3.1.2 Séduire le consommateur

Une fois l'attention du client attirée sur l'objet en question, l'étape suivante est de séduire le consommateur. Il doit susciter l'envie d'acheter le produit. Les deux points les plus importants sont la pertinence du message et l'impression véhiculée par l'emballage.

Dans le cas de l'Arc Mouse, le message véhiculé est en effet très pertinent, puisqu'il consiste uniquement dans le nom de l'objet. Il n'y a pas de légende explicite ajoutant qu'il s'agit d'une souris d'ordinateur, mais une traduction du nom "Arc Mouse" en Anglais en "Souris Arc" en Français. Ceci combiné avec l'image est suffisant pour la compréhension de quel objet il s'agit. Ajouter une légende supplémentaire pourrait être perçu comme superflu.

Sur l'avant de l'emballage, il n'y a aucune information technique concernant le produit, qui le ferait se distinguer de la concurrence. Ceci conforte dans l'idée que l'emballage vise à séduire par l'élégance et la simplicité de la souris, mais attire moins par les caractéristiques techniques.

3.1.3 Avoir un emballage résistant

Lors de la vente en ligne ou en magasin, un emballage qui protège suffisamment l'objet est très important, en particulier lors du transport pour éviter d'endommager la marchandise.

L'Arc Mouse est emballée dans un contenant en carton rigide rectangulaire. Dans le carton la souris est L'Arc mouse est très peu protégée au sein de l'emballage, hormis un carton pour la maintenir en place, et qu'elle ne bouge pas dans tous les sens. Lors de transport du producteur aux magasins ou bien jusqu'à l'utilisateur, l'emballage de l'arce mouse devrait être protégé additionnellement.

3.1.4 Informer la clientèle

Un client qui cherche une information précise sur le produit et plus susceptible à être attiré par un objet si cette information est directement mise en évidence sur l'emballage.

L'arc mouse qui mise sur la sobriété et la simplicité de l'emballage ne présente aucune information technique sur l'avant de l'emballage. Sur le dos de l'emballage, les informations sur la souris sont : "Ultra-portable mouse that curves to turn on and flattens to turn off, and features a touch-scroll plane to easily navigate up-and-down or side-to-side with either hand". Les informations sont centrées sur la prise en main et l'utilisation. Ceci vise donc une clientèle qui n'est pas intéressée par la rapidité de réponse de la souris (gamers par exemple).

4 Caractéristiques techniques

4.1 Considérations macroscopiques préliminaires

4.1.1 Dimensions

Cette souris est très épurée, on l’a dit. Elle est aussi ultra portable et s’utilise sans câble, les informations sont transmises à l’ordinateur par norme Bluetooth [13]. Ses dimensions au repos et en position pliée sont répertoriées dans le Tableau 1. Par ailleurs, elle pèse 83 g.

TABLE 1 – Dimensions mesurées (en millimètres) sur la souris au repos et en marche

Position	Longueur	Largeur	Hauteur
Repos	130	55	12
Marche	110	55	32

4.1.2 Performances et champ d’utilisation

Des tests ont été opérés avant d’ouvrir la souris afin de juger ses performances.

D’abord, nous avons voulu déterminer si la souris était capable de détecter un mouvement sur toutes les surfaces, car c’est un des arguments de vente.

TABLE 2 – Performances dans la détection du mouvement en fonction du type de surface - avec (+++) et (- - -) respectivement les notes maximale et minimale

Bois foncé	Bois clair	Tissu (coton)	Fer peint
+++	++	++	+++
Verre (écran d’ordinateur)		Verre (fenêtre)	Plastique
++		+++	+++

Aussi, nous avons testé la portée du bluetooth, et l’ordinateur détecte la souris à plus de 35 m, ce qui est bien supérieur à ce qu’on peut exiger d’une souris, car un facteur évident limite la distance d’utilisation d’une souris et l’ordinateur : la taille de l’écran et la vision d’un homme.

Nous avons conscience que ces performances sont un peu bisaisées car nous testons la souris neuve, ce qui explique qu’elles semblent excellentes. Il serait pertinent de réitérer les tests une fois la souris utilisée quelques mois, pour voir si la souris continue de tenir ses promesses ou si elle décline.

4.1.3 Prise en main

Il est clair que l’Arc Mouse est très légère et propose à l’utilisateur une expérience nouvelle, de part sa forme et à la manière dont on l’uilise. Le scroll même s’il est pas nécessairement intuitif car il diffère de ce que l’on peut voir sur les souris traditionnelles, est agréable : il n’est pas cranté et il peut être appliqué sur toute la surface capacitive. Ainsi, il suffit seulement de glisser un doigt sur cette surface pour voir une page défiler. Un point faible

de cette surface réside cependant dans l'apparition rapide de tâches de gras à interface mate doigts/souris. Cela constitue un bémol dans l'esthétisme global.

S'agissant du clic, son bouton est invisible mais le son qu'il fait quand il est activé est satisfaisant. Rien de particulier d'autre n'est à noter.

Aussi, comme on peut le voir sur l'image de la Figure 8, du fait de sa faible largeur (55 mm), la souris ne propose pas assez de place pour poser tous les doigts d'une main. Aussi, comme elle est creuse en dessous, il est difficile de la manoeuvrer, notamment latéralement. En effet, c'est généralement la pression appliquée par le pouce d'une part, et l'annulaire et auriculaire d'autre part, qui permet de bien saisir l'objet, or là c'est impossible.



FIGURE 8 – Évaluation de la taille de la souris, comparée à une main adulte

4.2 Éléments importants et leurs principes de fonctionnement

Les pièces sont reliées les unes aux autres soit par collage, soit par soudure, soit par l'intermédiaire des vis (cf inventaire en Figure 25). En séance de laboratoire, nous avons eu un mal certain à désolidariser les pièces et à en faire un inventaire. Il n'empêche que nous avons pu identifier six aspects ou parties intéressants à étudier :

- le système de détection optique (cf Figure 9)
- le PCB (ou printed circuit board)
- la zone de détection capacitive
- la zone d'alimentation par piles
- le système de détection bluetooth
- l'armature générale et son système de mémoire de forme

4.2.1 Système de détection optique

Afin de connaître la consommation de la souris, nous faisons l'hypothèse que la majorité du courant consommé par la souris lorsque qu'elle est en marche est dû à l'utilisation du système de détection optique. Pour quantifier ce courant, nous alimentons la souris avec un courant grandissant et voyons à quel seuil la LED s'allume. C'est ce seuil qui définira le courant d'alimentation.

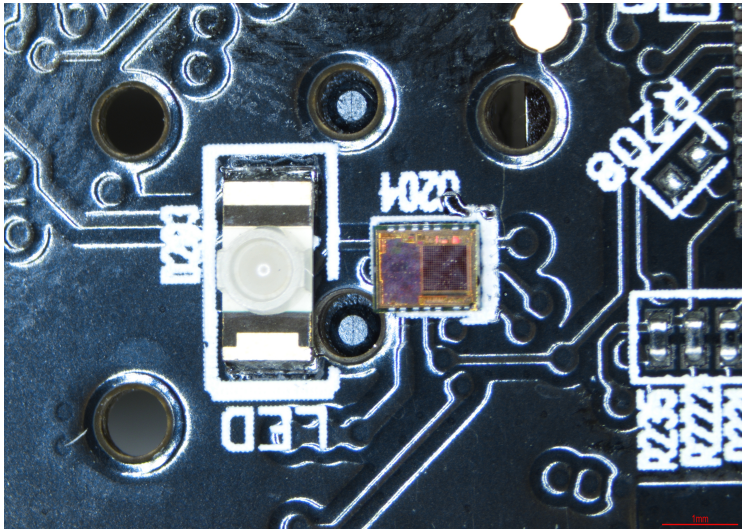


FIGURE 9 – Système de détection optique, composé d’une LED (à gauche) et d’un capteur d’intensité lumineuse (à droite)

Nous reproduisons le circuit donné en Figure 10 avec une source de tension continue qui va varier en intensité et une résistance R de valeur $100\,\Omega$. Les résultats obtenus sont répertoriés dans le Tableau 3.

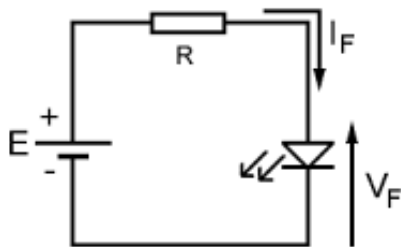


FIGURE 10 – Schéma du circuit électrique pour la détermination du courant d’alimentation de la LED

TABLE 3 – Recherche du courant d’alimentation de la LED

E [V]	I_F [mA]	LED allumée ?
0.1	0	non
0.2	0	non
0.5	0	non
0.7	0	non
0.8	15	oui
1	17	oui

Le courant d’alimentation est donc $I = 15\text{ mA}$. On observe un saut dans le comportement à partir de ce seuil. En effet, pour un courant inférieur, la LED est bloquante, au-delà, elle est passante. $I = 15\text{ mA}$ est un courant classique d’alimentation pour une LED, le résultat n’a rien de surprenant.

4.2.2 PCB

Le PCB de cette souris est tout à fait classique. Des fils électriques ont été creusés par wet etching sur un wafer en silicium. Des dipôles actifs et passifs, en particulier des résistances ont été placées, peut-être par pick-n-place sur cette board, puis soudées. Il est difficile de trouver de la documentation sur

l'utilité de chaque élément, nous avons contacté le bureau parisien de Microsoft, mais un employé chargé de recherche et développement nous a répondu que Microsoft avait classé les documents (data sheet précise, plans du PCB, rapports descriptifs) comme confidentiels.

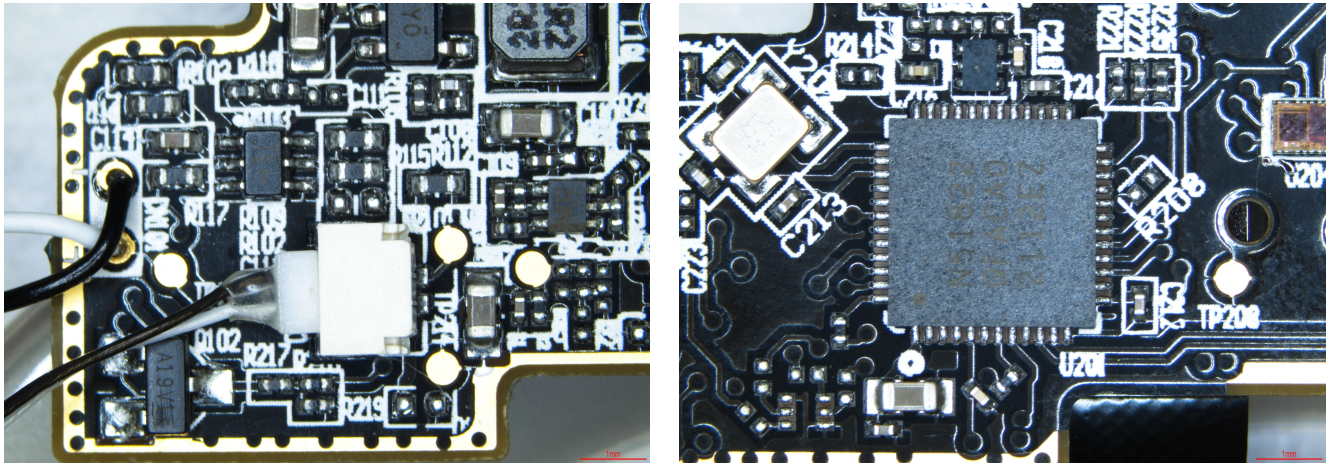


FIGURE 11 – Circuit imprimé

4.2.3 Zone de détection capacitive

La partie de détection capacitive de l’Arc Mouse s’étend sur toute la surface avant de la souris (voir Figure 12). Le principe de fonctionnement est celui décrit dans la section 2.2.4. En effet, on retrouve bien le quadrillage de fils cuivrés superposés. La surface capacitive est extrêmement fine, et s’intègre donc bien à la souris, en étant collée sous la surface de la coque supérieure de la partie avant. La surface est ensuite relayée au reste de la partie électrique avec le connecteur illustré en Figure 12.

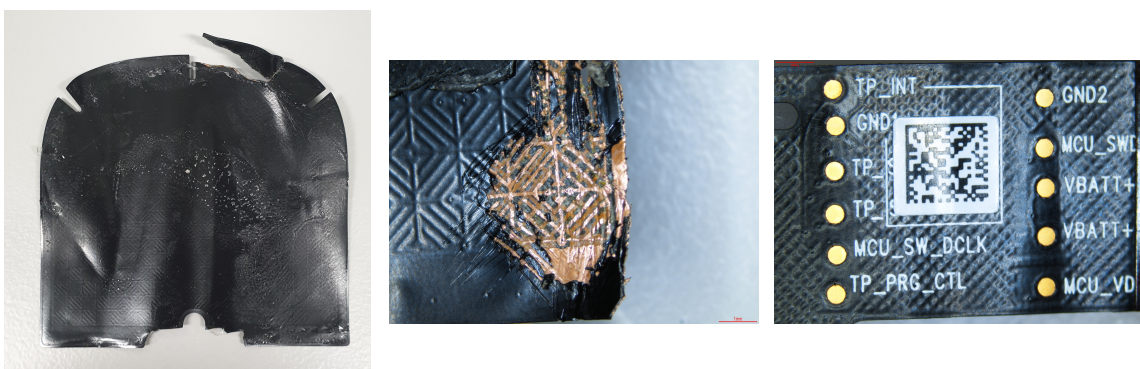


FIGURE 12 – Surface capacitive de l’Arc Mouse, à gauche la surface complète, au milieu la surface découverte et à droite le connecteur

La technologie de détection capacitive sur cette souris d’ordinateur permet de réaliser des gestes bien plus complexes qu’uniquement scroller comme avec une molette standard. Certaines de ces fonctionnalités sont décrites dans la section 5.

4.2.4 Alimentation par piles

L’Arc Mouse Microsoft est alimentée par deux piles AA. Ceci comprend des avantages mais aussi des inconvénients.

En utilisation de bureau et à domicile, une souris alimentée par câble peut avoir des avantages liés à la rapidité de réponse supérieure à une souris sans

fil et l'avantage de ne pas avoir à être rechargée ni de changer de piles. Pour une personne qui bouge avec une souris, qui voyage avec ou qui travaille dans un espace restreint où un câble pourrait être encombrant, une souris sans fil est préférable.

Dans les souris sans fil, on trouve les rechargeables ou les souris à piles comme l'Arc Mouse. La batterie rechargeable à l'avantage d'être moins polluante et de ne pas obliger l'utilisateur à renouveler systématiquement les piles.

Les souris à pile gagnent en revanche en autonomie et en légèreté face aux souris rechargeables, et il n'est pas nécessaire de devoir attendre que la charge se termine pour l'utiliser. Pour l'Arc Mouse qui vise à être portable, légère et utilisable également pendant les voyages, les piles sont donc une bonne option.

4.2.5 Système de détection bluetooth

L'Arc Mouse Microsoft doit être connectée manuellement la première fois à un appareil, puis la connexion se fait de manière automatique lors de l'allumage avec les appareils enregistrés.

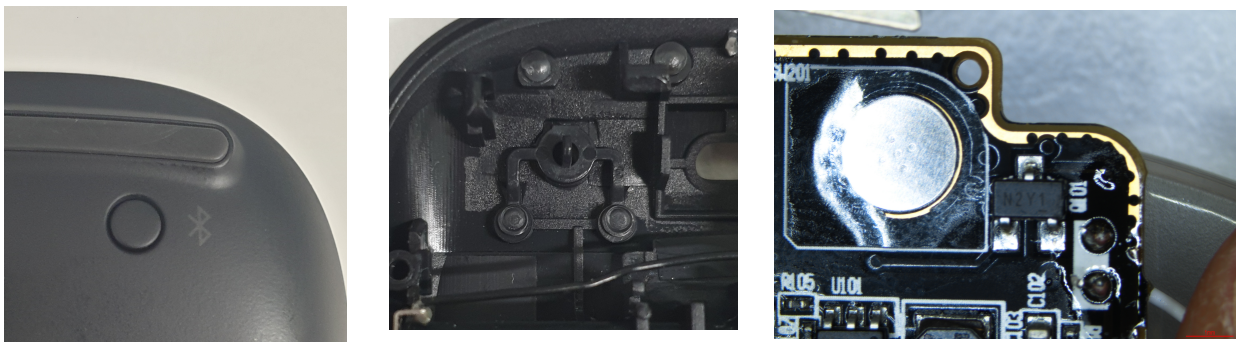


FIGURE 13 – a. Bouton bluetooth sur le dessous de l'Arc Mouse à gauche, b. l'actionneur mécanique activé lorsque l'on appuie sur ce bouton au centre et c. le capteur mécanique à droite

Pour connecter l'Arc Mouse, il faut appuyer sur le bouton bluetooth visible en Figure a. 13, qui fait pression sur l'actionneur mécanique en Figure b. 13, et qui actionne finalement le capteur mécanique en Figure c. 13, lequel est relié au reste du système électrique de la souris. Actionner le bouton est un petit peu délicat dû à sa petite taille, mais puisque l'utilisation est unique, ce n'est pas un grand défaut, permet de ne pas l'actionner de manière involontaire.

La portée du bluetooth est de plus de 30m, ce qui est largement suffisant pour tout type d'utilisation de souris d'ordinateur.

4.2.6 Armature générale et son système de mémoire de forme

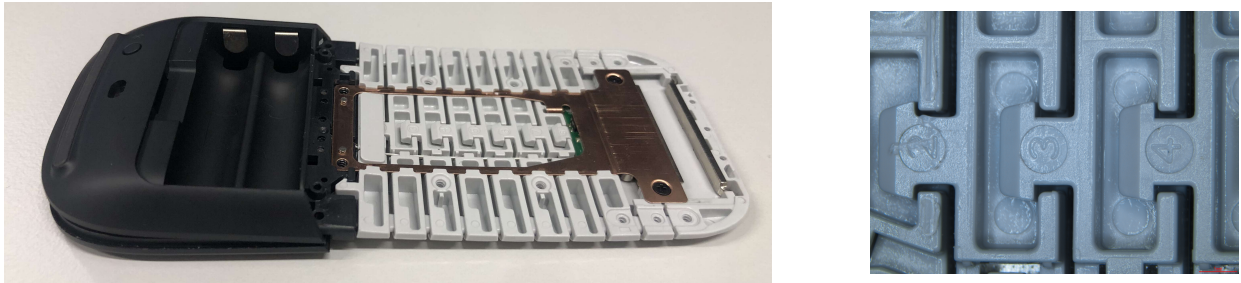


FIGURE 14 – Structure de l'armature intérieure vue de dessous

La souris est divisée en deux parties : la partie avant qui contient les composants électriques, et la partie arrière qui compose le squelette de la souris. Il est constitué de vertèbres en plastique, emboîtées les une dans les autres comme on peut les voir dans la Figure 14. La partie cuivrée du dessous de la souris fait partie du mécanisme de maintien en position allumée de la souris. La partie cuivrée est fixée à un aimant qui se situe entre le plastique et la partie cuivrée, et qui peut se déplacer sur un rail vers l'avant comme montré dans la Figure a. 15. Une fois la souris allumée, l'aimant permet de maintenir la souris courbée lors de l'utilisation. Lorsque l'utilisateur aplatit et donc éteint la souris, l'aimant retourne à sa position initiale, maintenu en place par la rigidité de la monture.

L'interrupteur qui allume et éteint la souris est purement mécanique. Comme on peut le voir dans la Figure b. 15, lorsque la partie cuivrée vient appuyer contre l'interrupteur, elle le maintient dans la position illustrée en Figure c. 15. Finalement, lorsque la souris est éteinte, l'interrupteur se redresse. Les câbles partant de l'interrupteur sont directement reliés à la source (les piles) et alimentent ou non le système en fonction de l'état éteint ou allumé.

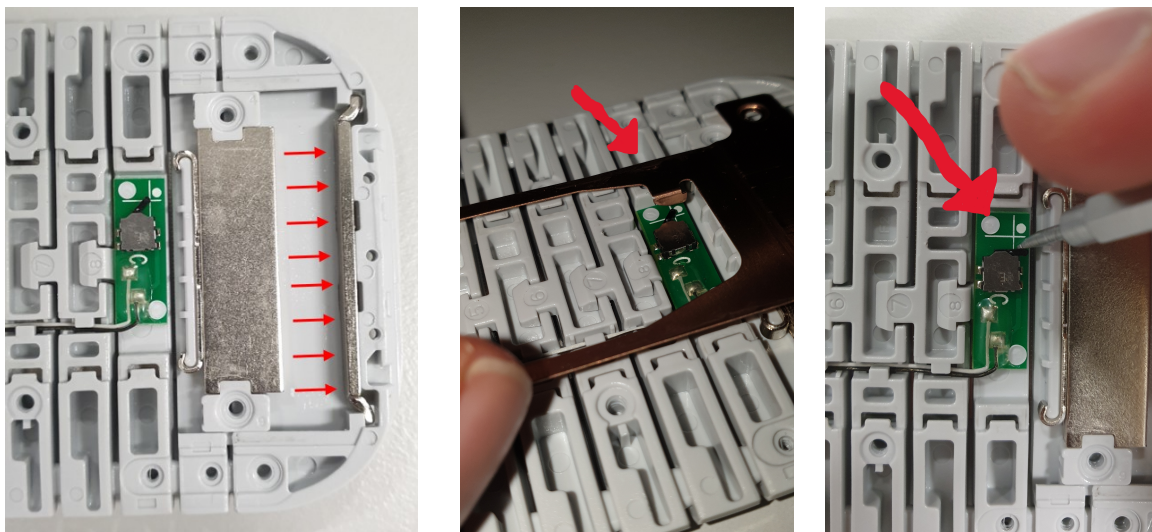


FIGURE 15 – Mouvement de l'aimant et actionnement de l'interrupteur. De droite à gauche a. mouvement de l'aimant en actionnant, b. mouvement de la partie cuivrée lors de l'actionnement, c. actionnement de l'interrupteur

Le squelette est renforcé en haut et bas par des parties fines et flexibles en aluminium comme illustré en Figure 16. Ceci solidifie la souris, sans lui rajouter un grand poids.



FIGURE 16 – Structure de l’armature extérieure, vue de haut à droite et vue de bas à droite

Finalement, le squelette est recouvert de caoutchouc, pour un touché agréable pour l’utilisateur et protéger l’interieur comme montré en Figure 17.



FIGURE 17 – Arc Mouse

4.3 Matériaux et méthodes de production

Différents types de matériaux sont utilisés pour la conception de cette souris. Les principaux composants sont passés en revus et décrits dans cette section, ainsi que la méthode qui nous a permis de les identifier.

4.3.1 Armature

L’armature de la souris est la partie qui constitue son corps. Elle est faite d’un matériau plastique, identifié à la l’oeil nu. Pour définir précisément de quel matériau il s’agit, nous avons procédé à une étude de la masse volumique. Son volume a été estimé en plongeant la pièce dans un verre d’eau et en observant le niveau de l’eau augmenter, et a masse a été trouvée simplement à l’aide d’une balance. Les résultats sont donnés dans le Tableau 4.

TABLE 4 – Mesure des grandeurs de l’armature

Famille de matériaux	Masse	Volume	Masse volumique
Plastique	83 g	90 cm ³	0.922 g.cm ⁻³

Nous en déduisons qu’il s’agit de polyéthylène haute densité, qui est un matériau classique pour la construction de canoës-kayaks ou encore d’emballages de produits détergents. [3]

4.3.2 Vis

Quelques vis ont été utilisées pour les fixations de deux pièces rigides. L’une d’entre elles est montrée ci-dessous en Figure 18.



FIGURE 18 – Vis standard du système d’assemblage

Pour déterminer le matériau de cette vis, plusieurs tests ont été effectués. D’abord, il est évident qu’il s’agit d’un métal, par ses aspects gris, solide, dur, brillant, rigide et froid au toucher. Ensuite, en démontant la souris, nous avons remarqué que les vis étaient aimantées car elles restaient collées au tourne-vis, une fois les avoir extraites de la pièce où elle avaient été enfoncées. Il s’agit donc d’un matériau magnétique. De nouveau, pour déterminer le matériau précis, l’étude de la masse volumique est utilisée. Cette méthode discriminante est assez probante lorsque les mesures sont précises, cependant une vis a un volume très petit, ce qui pourrait porter atteinte à la précision de la mesure. Pour cette raison, nous utilisons 10 vis pour la mesure. Les résultats obtenus sont donnés dans le Tableau 5

TABLE 5 – Mesure des grandeurs de 10 vis

Famille de matériaux	Masse	Volume	Masse volumique
Métal	21 g	2.7 cm ³	7.78 g.cm ⁻³

L’inox (ou acier inoxydable) semble être le matériau de ces vis à en croire la masse volumique de 8 g.cm⁻³ en moyenne. Cet alliage inventé par Harry Brearley [10] est connu pour ses propriétés mécaniques intéressantes, et le fer qu’il contient le rend magnétique. Aujourd’hui, il n’est pas rare de retrouver ce matériau pour la production de vis. Sur les sites de Leroy Merlin [7], Jumbo [9] ou Hornbach [8], qui sont des références en la matière, une offre de vis en inox est toujours disponible.

4.3.3 Surface capacitive

Le principe de détection capacitif utilise la conductivité naturelle du corps humain comme déjà énoncé en Section 2.2.4.

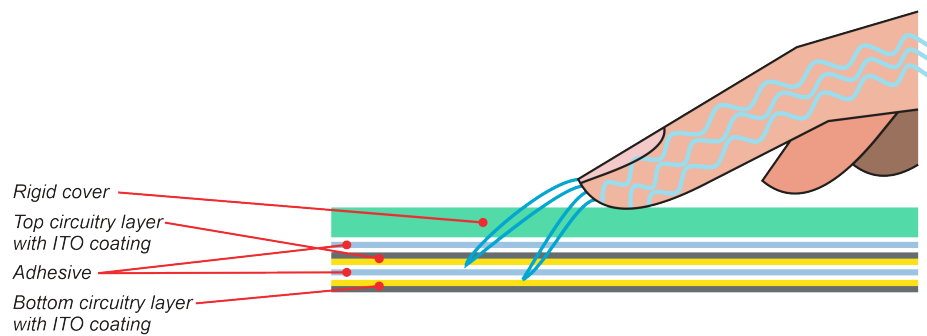


FIGURE 19 – [14]

Pour que cela fonctionne, le choix des matériaux est crucial. La couche supérieure doit être conductrice. Dans le cas de l’Arc Mouse, il s’agit d’une fine couche de PET noir, recouvrant une fine couche d’oxyde d’indium-étain (ITO). Le circuit de détection capacitif (montré en Figure 12) et ensuite collé en dessous de la couche en PET noire. Il est composé de deux quadrillages en fils de cuivre, séparés par une couche d’adhésif.

5 Interface et logiciel

Les fonctionnalités de la souris Arc Mouse peuvent être modifiées et personnalisées à l’aide de l’application : ”Centre Souris et Claviers” fournis par Microsoft accessories [15]. Le package est composé de plusieurs sous-applications, qui ciblent l’utilisation des souris et clavier Microsoft. Les applications centrées sur la souris sont présentées dans le tableau 6

Application	Rôle
Updater	Mise à jours des fonctionnalités de l’Arc Mouse
MKCHelper	Information relative à l’application MKC ”Mouse Keyboard Center”
Mouse Keyboard Center (MKC)	Centre de souris et de clavier Microsoft : Réglage des fonctionnalité par défaut de l’arc mouse (Section 5.2)
Mousinfo	Information relative à la position du curseur de souris, et de l’état des boutons de l’Arc Mouse (Section 5.2)
Spotlight	Illumination uniquement d’un point sur l’écran (pour des présentations), l’intensité étant réglable par le scroll de la souris
Touche mouse practice	Entraînement guidé de l’utilisation des fonctionnalités Arc Mouse (Section 5.3)

TABLE 6 – Application Arc Mouse

5.1 Mouse Keyboard Center (MKC)

L’application Mouse Keyboard Center est là pour modifier les réglages de base sur les fonctionnalités de l’Arc Mouse. On peut ici modifier les fonctionnalités de base (détaillé Section 5.3). Les différentes combinaisons de doigt peuvent ici être modifiées suivant les désirs de l’utilisateur.

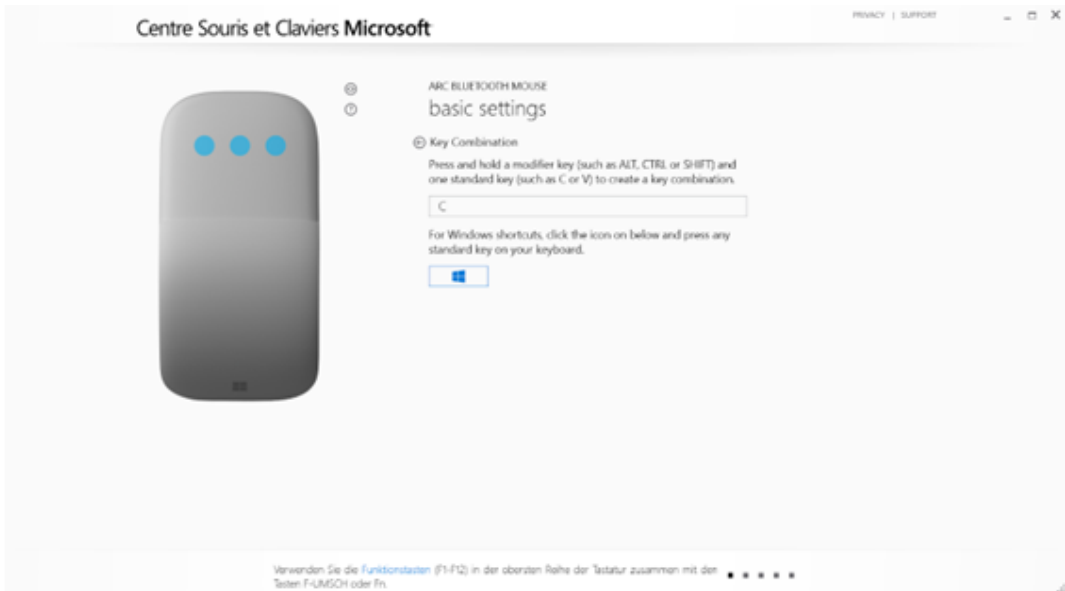


FIGURE 20 – Interface de l’application Mouse Keyboard Center

5.2 Mousinfo

L’application Mousinfo est là pour un but uniquement informatif. Elle fournit des informations techniques sur la souris, comme la qualité de fonctionnement, ou encore la localisation actuelle en pixel du curseur sur l’écran. Ceci

peut être utile pour des informations concernant la souris, mais aussi pour l'analyse de données par exemple.

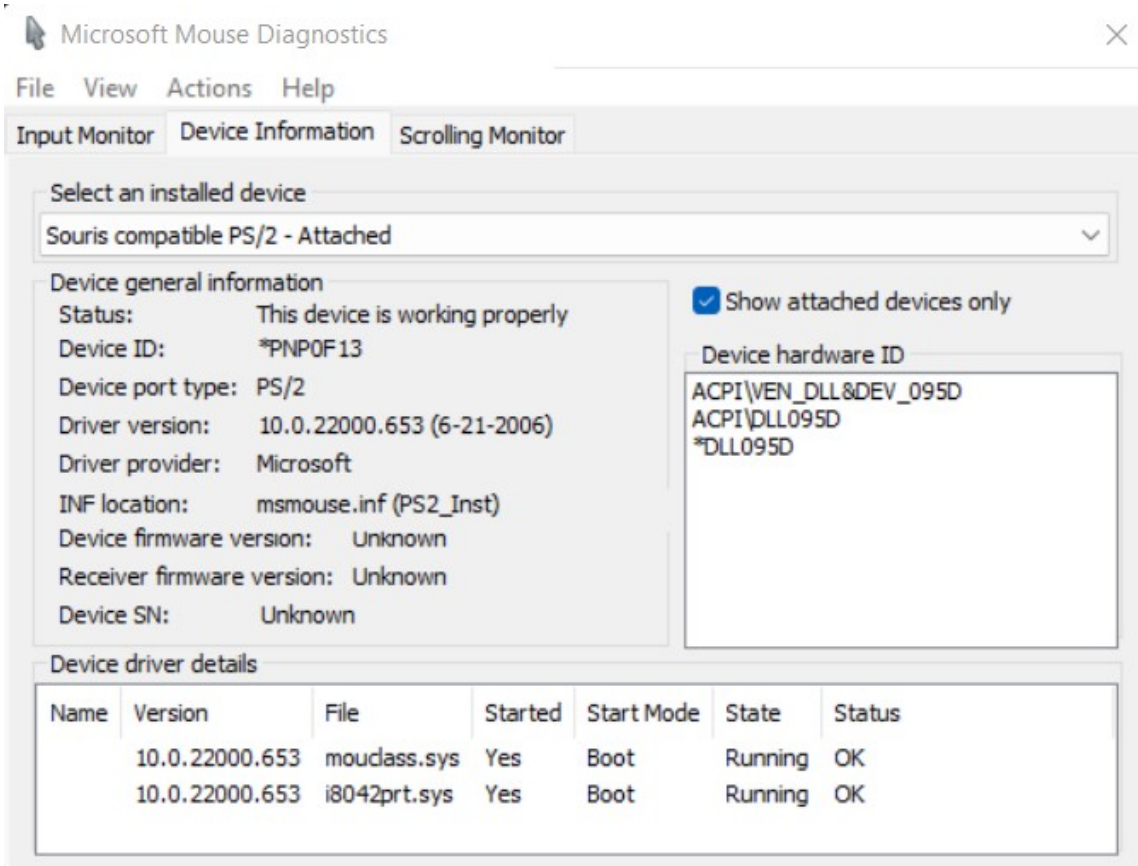


FIGURE 21 – Microsoft Mouse diagnostic

5.3 Touche mouse practice

L'interface d'entraînement de l'Arc Mouse est introduite par la question de quelle main on choisit pour manier la souris comme on peut voir Fig. 22.

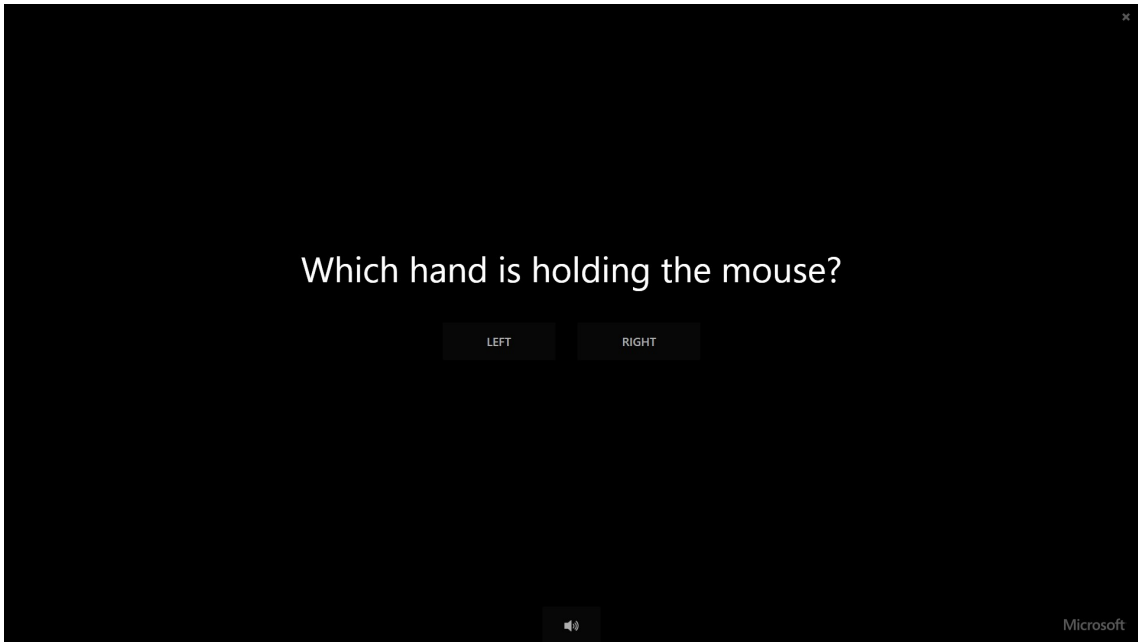


FIGURE 22 – Interface d'accueil "Touche Mouse practice"

Par la suite, l'application nous redirige vers une page où l'utilisateur apprend à connaître les huit mouvements de base qui peuvent être effectués avec l'Arc Mouse, accompagné des clics droit et gauche et du scroll de base. Les fonctionnalités qu'on peut retrouver sur un touchpad d'ordinateur standard comme le zoom ou le scroll sont intuitives. Les gestes plus compliqués comme le "Hide

app command” à trois doigts sont illustrés sur l’application grâce à l’image en haut à gauche sur Fig. 23. L’interface est simple et utile, et les multiples fonctionnalités de l’Arc Mouse la distinguent des modèles plus standards de souris d’ordinateur.

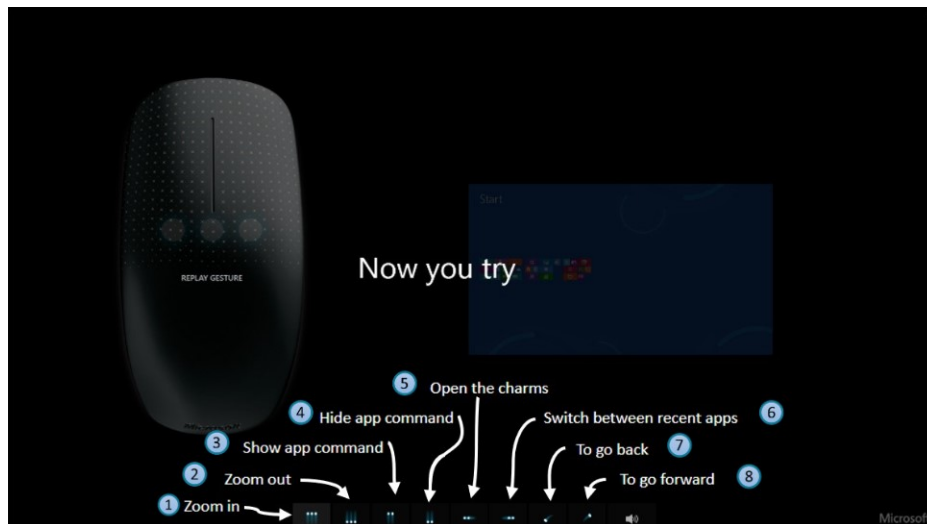


FIGURE 23 – Interface ”Touche Mouse practice” avec les différentes fonctionnalités

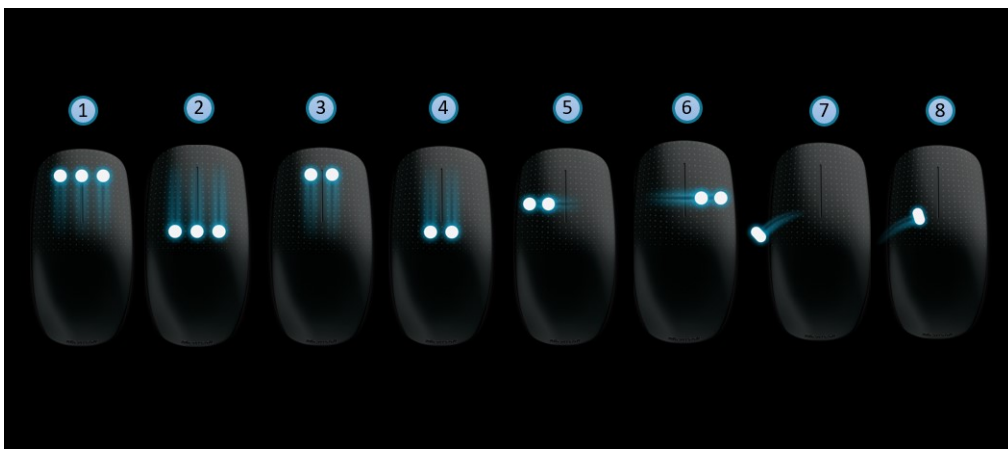


FIGURE 24 – Complément de la Figure 23

5.4 Critique logiciel

Les différentes applications de l’Arc Mouse sont simples, élégantes et semblent bien fonctionner. Elles donnent une bonne vue d’ensemble à l’utilisateur des fonctions de l’Arc Mouse, et comment s’en servir. Cependant, même si les applications sont plutôt satisfaisantes dans l’ensemble, il y a un point négatif qui mérite d’être notifié.

L’utilisateur a besoin de six applications différentes pour utiliser et régler l’Arc Mouse. Pour la simple utilisation d’une souris, ceci semble disproportionné, d’autant plus que certaines applications n’ont pas beaucoup de fonctionnalités en elles-mêmes. Par exemple, l’apprentissage des gestes pour l’utilisation de l’Arc Mouse dans l’application “Touche Mouse practice” pourrait sans doute être combinée avec l’application “Mouse Keyboard Center”, pour apprendre puis régler les fonctions de la souris.

6 Conclusion

Cette étude a permis de comprendre les différents paramètres qui interviennent dans la conception d’un objet technique, ici une souris d’ordinateur. L’Arc Mouse est une souris qui n’est pas confrontée aux problèmes d’engrassement ou de haute consommation. Dans le Tableau 7, les performances de l’Arc Mouse que nous avons pu déterminer sont résumées.

Général	
Type de capteur de mouvement	Optique Blue Track
Type de capteur de défilement	Capacitif
Interface de l’appareil	Bluetooth
Objectif	Voyage
Technique	
Type de boutons	Bouton pressés
nombre de boutons	2
Molette	oui
Type de défilement	Toucher
Direction de défilement	Vertical / Horizontal
Traits	
Aussi pour les gauchers	oui
Design compact	oui
Design ergonomique	oui
Compatible MAC, Windows et Linux	oui
Résolution de mouvement personnalisable	oui
Bouton de souris programmable	oui
Connectivité	
Connexion	sans fil
Porté maximale	30m
USB requis	non
Conception	
Facteur de forme	Ambidextre
Coloration de surface	Monotone
Couleurs disponibles	Bleu Cobalt / Noir / Platine / Bleu Glacier / Bordeaux / Lilas / Rose Clair / Rouge Coquelicot / Vert Sauge
Dimensions	
Poids	83 [g]
Largeur	55 [mm]
Longueur	130 [mm]
Hauteur	12 [mm]
Puissance	
Source d’énergie	Batteries
Type de batterie	R6/AA
Station de recharge	non
Nombre de batteries prise en charge	2
Batteries incluses	oui

TABLE 7 – Récapitulatif Arc Mouse (mise en page inspiré de [16])

Un point négatif de l'étude est de ne pas avoir compris le fonctionnement du PCB, qui nous aurait aiguillé sur toute l'électronique de la souris. Sinon, pour des élèves ingénieurs, il est toujours très satisfaisant de toucher de ses mains et d'essayer de comprendre un objet technique, nous avons pris beaucoup de plaisir en laboratoire à faire cela.

Références

- [1] Allied Market Research, *Global Optical Fiber Market by Mode : Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2018 - 2025* [Internet]. <https://www.alliedmarketresearch.com/optical-fiber-market>
- [2] Banque Mondiale - Data Catalog *World Development Indicators* [Internet] <https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0037712/World-Development-Indicators>
- [3] Wikipédia - *Polyéthylène haute densité* [Internet] https://en.wikipedia.org/wiki/High-density_polyethylene
- [4] Commentcamarche.net - *La souris* [Internet] <https://web.maths.unsw.edu.au/~lafaye/CCM/pc/souris.htm>
- [5] Braillard Vincent - *La souris informatique 12/30/2008* [Internet] [http://php.iai.heig-vd.ch/~lzo/optique/trd_09/Braillard%\\$20la%\\$20souris%\\$20informatique.pdf](http://php.iai.heig-vd.ch/~lzo/optique/trd_09/Braillard%$20la%$20souris%$20informatique.pdf)
- [6] Microsoft BlueTrack - under the hood - *Understanding BlueTrack Mark Mackay February 28, 2009* [Internet] <https://bit-tech.net/reviews/tech/peripherals/microsoft-bluetrack-under-the-hood/1/>
- [7] Leroy Merlin - *Quincaillerie / Cheville, vis, clou et boulon / Vis* [Internet] <https://www.leroymerlin.fr/produits/quincaillerie/cheville-vis-clou-et-boulon/vis/>
- [8] Hornbach - *Vis* [Internet] <https://www.hornbach.ch/shop/Vis/S6677/categorie.html?searchTerm=vis>
- [9] Jumbo - *Vis* [Internet] <https://www.jumbo.ch/fr/quincaillerie-et-securite/vis>
- [10] Wikipédia - *Acier Inoxydable* [Internet] https://fr.wikipedia.org/wiki/Acier_inoxydable
- [11] Swiss Inox, Centre d'Information pour les Aciers Inoxydables - *Vue d'ensemble* [Internet] <https://www.swissinox.ch/index.php?id=20&L=2>
- [12] Betchle - *Microsoft Arc Mouse* [Internet] <https://www.bechtle.com/shop/medias/5daf12902f5ba984d4339f52.pdf?>
- [13] Bluetooth - *Bluetooth® Wireless Technology* [Internet] <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/tech-overview/>
- [14] Click Touch - *Que choisir ? La différence entre les écrans tactiles capacitifs et résistifs* [Internet] <https://clicktouch.eu/fr/ecran-tactile-capacitif-vs-resistif/>
- [15] Microsoft - *Téléchargement du Centre Souris et Claviers Microsoft accessories* [Internet] <https://support.microsoft.com/fr-fr/topic/telechargement-du-centre-souris-et-claviers>
- [16] Products - *Apple Magic Mouse vs Microsoft Surface Arc Mouse* [Internet] <https://productz.com/fr/apple-magic-mouse-vs-microsoft-surface-arc-mouse/v/aRR94-522dR>

7 Appendix

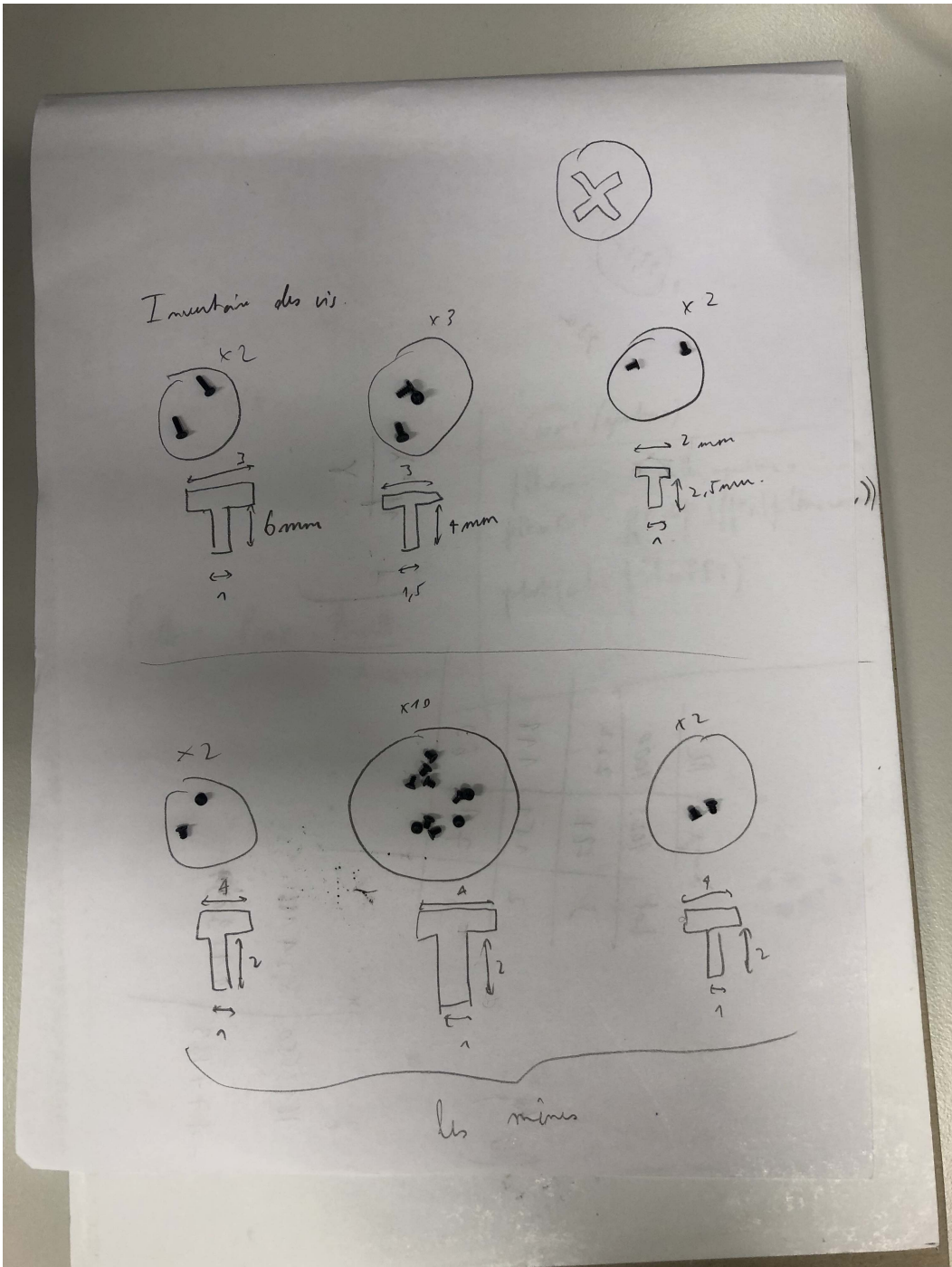


FIGURE 25 – Inventaire de la visserie

Microsoft®
Arc Mouse



Name Information	
Product Name	Microsoft® Arc Mouse
Mouse Name	Microsoft Arc Mouse
Product Dimensions	
Mouse Length	5.17 inches (131.3 millimeters)
Mouse Width	2.17 inches (55.0 millimeters)
Mouse Depth/Height	0.56 inches (14.3 millimeters)
Mouse Weight	2.91 ounces (82.5 grams) includes 2 AAA alkaline batteries; battery weight may vary
Compatibility and Localization	
Interface	Bluetooth® Low Energy compatible 4.0 / 4.1 / 4.2 / 5.0
Operating Systems¹	Operating system: Windows 10/8.1/8
Compatibility Logos	¹Device must support Bluetooth 4.0 or higher. support.microsoft.com. - Windows 10 - Bluetooth Logo
Customizable features available for Windows	- Requires Mouse and Keyboard Center software installed on a PC that meets the requirements and has one of these operating systems: - Microsoft Windows 10 / 8.1 150 MB of available hard disk space - You must accept License Terms for software download at microsoft.com/accessories/downloads. Broadband required. Added charges may apply.
Software Localization	Software Localization Microsoft Mouse and Keyboard Center software may be installed in Simplified Chinese, Traditional Chinese, English, French, German, Italian, Japanese, Korean, Brazilian Portuguese, Iberian Portuguese, Russian, or Spanish. If available, standard setup will install the software in the default OS language. Otherwise, the English language version will be installed.
Tracking Technology	
Mouse Tracking System	Microsoft-proprietary BlueTrack™ Technology
Imaging Rate	Dynamically adaptable to 4000 frames per second
X-Y Resolution	1000 points per inch (39.4 points per millimeter)
Tracking Speed	Up to 30 inches (762 millimeters) per second
Wireless Technology	
Wireless platform	Bluetooth® 5.0 Low Energy
Wireless Frequency	2.4GHz frequency range
Wireless Range	33 feet (10 meters) in open air, up to 16 feet (5 meters) in office environment typical
Bluetooth Profile Support	HID Over GATT Profile (HOGP)
Product Test and Performance	
Primary Button Life	3,500,000 actuations at no more than 2.5 actuations per second
Tail Bending Life	40,000 bending cycles
Mouse Scrolling Features	Vertical scrolling/Horizontal scrolling
Storage Temperature & Humidity	-40 °F (-40 °C) to 140 °F (60 °C) at < 5% to 65% relative humidity (non-condensing)
Operating Temperature & Humidity	32 °F (0 °C) to 104 °F (40 °C) at <5% to 80% relative humidity (non-condensing)
Power Requirements	
Battery Type and Quantity	2 AAA Alkaline batteries (included)
Battery Life	Up to 6 months
Certification Information	
Country of Manufacture	People's Republic of China (PRC)
ISO 9001 Qualified Manufacturer	Yes
ISO 14001 Qualified Manufacturer	Yes
Restriction on Hazardous Substances	This device complies with all applicable worldwide regulations and restrictions including, but not limited to: EU directive 2011/65/EU on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment and EU Registration Evaluation and Authorization of Chemicals (REACH) regulation regarding Substances of Very High Concern.
FCC ID	This Class B digital apparatus complies with Part 15 of the U.S. Federal Communications Commission (FCC) rules, Canadian ICES-003, and RSS-247. Operation is subject to the following two conditions: (1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation. Tested to comply with FCC (U.S. Federal Communications Commission) Standards. For home or office use. The term "IC:" before the certification/registration number only signifies that the Industry Canada technical specifications were met. Model number: 1791, Surface Mouse, FCC ID: C3K1791, IC ID: 3048A-1791.
Certification Information	
Agency and Regulatory Marks	- ACMA Declaration of Conformity (Australia and New Zealand) - DWLFM Certificate (Bahrain) - RSS-247 and IC ID, Certificate of Acceptance (Canada) - EIP Pollution Control Mark, EPUP (China) - CMII Certificate (China) - R&TTE Declaration of Conformity (European Union) - WEEE (European Union) - ETA Certificate (India) - VCCI and TELEC Certificates (Japan) - KCC Certificate (South Korea) - MOC Certificate (Kuwait) - SIRIM Certificate (Malaysia) - ICT Certificate (Qatar) - CITC Letter (Kingdom of Saudi Arabia) - IDA Approval (Singapore) - BSMI and NCC Certificates (Taiwan) - NTC SDCC (Thailand) - TRA Certificate (United Arab Emirates) - FCC ID, Grant of Equipment Authorization (USA)
Warranty	1 year
Windows Certification Kit (WCK)	ID: 1152921504626190590 Windows 10

Results stated herein are based on internal Microsoft testing. Individual results and performance may vary. Any device images shown are not actual size. This document is provided for informational purposes only and is subject to change without notice. Microsoft makes no warranty, express or implied, with this document or the information contained herein. Review any public use or publications of any data herein with your local legal counsel.
©2016 Microsoft Corporation. The names of actual companies and products mentioned herein may be trademarks of their respective owners.
Rev. 1609A Microsoft® Surface Arc Mouse Page 1 of 1

FIGURE 26 – Data sheet de l’Arc Mouse [12]