



UNIVERSITÉ
DE NAMUR

University of Namur

Institutional Repository - Research Portal Dépôt Institutionnel - Portail de la Recherche

researchportal.unamur.be

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES À FINALITÉ SPÉCIALISÉE EN SOFTWARE ENGINEERING

Contribution à l'adaptation dynamique d'interfaces Android pour personnes âgées

Dieudonné, Amélie

Award date:
2021

Awarding institution:
Universite de Namur

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Download date: 03. Jul. 2025

UNIVERSITÉ DE NAMUR
Faculté d'informatique
Année académique 2020-2021

**Contribution à l'adaptation dynamique
d'interfaces Android pour personnes âgées**

Dieudonné Amélie



Maître de stage : Vincent Englebert

Promoteur : _____ (Signature pour approbation du dépôt - REE art. 40)
Vincent Englebert

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de
Master en Sciences Informatiques.

Contribution à l'adaptation dynamique d'interfaces Android pour personnes âgées

Amélie Dieudonné

Résumé

La population mondiale ne cesse de vieillir. Ce fait démographique est connu depuis plusieurs dizaines d'années. Cependant dans un monde ultra-connecté comme le nôtre, où de nombreux services et outils ne sont accessibles que via le numérique, la place de cette tranche de la population semble être oubliée. En effet, le vieillissement induit l'apparition d'un très grand nombre de dégradations des facultés, notamment des troubles de la vue telle que la cataracte et la presbytie. Alors que les smartphones de type « Android » constituent la technologie en pleine croissance, cette dégradation des facultés oculaires n'est pas prise en compte par leurs interfaces. Ce mémoire a pour but de faciliter l'accès à cette technologie en adaptant dynamiquement les interfaces « Android » aux problèmes oculaires des personnes âgées.

Contribution to the dynamic adaptation of Android interfaces for the elderly

Amélie Dieudonné

Abstract

The world's population keeps getting older. This demographic fact has been known for decades. However, in an ultra-connected world like ours, where amounts of services and tools can only be accessed digitally, the place of this aging population seems to be forgotten. As a matter of fact, aging leads to the appearance of a large degree of damage, especially ocular disorders such as cataract and presbyopia. While « Android » smartphones constitute the fastest growing technology, this degradation of the eye faculties isn't taken into account by its interfaces. This Master thesis aims to facilitate the access to this technology by dynamically adapting the « Android » interfaces to the ocular disorders of elderly people.

Remerciements

Je tiens à remercier Mr Englebert, professeur à l'Université de Namur et promoteur de mon mémoire pour avoir supervisé et encadré mes recherches et pour son temps précieux qu'il m'a consacré afin de mener à bien ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à mes proches pour leur soutien et leur participation aux différentes phases de tests de la librairie Silverkit.

Finalement, je remercie mes amis, Florian et Margaux Barthel, qui m'ont gentiment apporté leur aide pour la relecture de ce mémoire.

Table des matières

1	Introduction	7
2	Android	9
2.1	Généralités	9
2.2	Backend	10
2.3	Frontend	11
3	État de l'art	15
3.1	Apport de ce mémoire	21
4	Mise en contexte	22
4.1	Vieillessement de la population	22
4.2	Augmentation de la place du numérique et de l'utilisation des smartphones	26
4.3	Les personnes âgées et le numérique	28
4.4	Framework Silverkit	30
4.5	Objectifs	34
4.5.1	Portée du mémoire	34
4.5.2	Étapes du mémoire	34
5	Élaboration de la librairie Silverkit	36
5.1	Détection des événements d'interaction	36
5.1.1	Détection des événements de clics	37
5.1.2	Récupération des délimitations des vues	40
5.2	Enregistrement des données brutes	41
5.2.1	Données des événements de clics	42
5.2.2	Données des délimitations des vues	43
5.2.3	Données hardware du smartphone	43
6	Collecte des données	44
6.1	Choix de l'application « jouet »	44
6.2	Méthode de relevé des données	46

7	Heuristique corrective	48
7.1	Mesures proposées	48
7.2	Solutions éventuelles	49
8	Visualisation et analyse des données	51
8.1	Visualisation des résultats	51
8.1.1	Individu 1	52
8.1.2	Individu 2	54
8.1.3	Individu 3	56
8.1.4	Individu 4	58
8.1.5	Individu 5	60
8.1.6	Individu 6	62
8.1.7	Individu 7	64
8.2	Analyse des résultats	66
8.2.1	Analyses individuelles	66
8.2.2	Analyse transversale	70
9	Développement des tactiques correctives	72
9.1	Procédé	72
9.1.1	Tactique corrective liée au contraste des couleurs	74
9.1.2	Tactique corrective liée à la taille des éléments	76
9.1.3	Tactique corrective liée au centre de gravité des clics	78
9.1.4	Exemple de l'application des tactiques	80
9.2	Difficultés et contraintes	81
10	Itérations et application des tactiques correctives	82
10.1	Itérations et résultats	82
10.1.1	Individu 1	83
10.1.2	Individu 2	86
10.1.3	Individu 3	89
10.1.4	Individu 4	92
10.1.5	Individu 5	95
10.1.6	Individu 6	98
10.1.7	Individu 7	101
10.2	Analyse des résultats	104
10.3	Résultats	110
10.3.1	Efficacité des tactiques	110
10.3.2	Liens troubles oculaires - tactiques	110
10.3.3	Efficacité de Silverkit	111
11	Perspectives	112

12 Conclusion	113
Annexes	114

Chapitre 1

Introduction

Depuis plusieurs décennies, la population mondiale ne cesse de vieillir. En outre, les prévisions montrent que la croissance de cette tranche de la population sera d'autant plus importante dans les années à venir, jusqu'à voir le nombre de personnes de plus de 80 ans tripler d'ici 2050. Dans un second temps, le numérique prend une place de plus en plus importante dans nos vies car un bon nombre de services et d'outils, parfois même essentiels, se digitalisent. L'utilisation du numérique constitue donc aujourd'hui un net avantage au quotidien, cependant un grand nombre de personnes âgées peinent encore à y accéder.

Deux grands aspects peuvent expliquer la difficulté d'accès des personnes âgées au numérique. D'une part, il y a la révolution technologique qui a bouleversé le mode de vie des générations passées. Cette révolution a engendré une fracture numérique rendant difficile l'adaptation de cette tranche de la population à cette société ultra-numérisée. D'autre part, les personnes sachant utiliser ces technologies voient, avec l'âge et le temps, leurs facultés d'adaptation régresser. Ce deuxième aspect est d'autant plus inquiétant qu'il ne disparaîtra pas au fil des générations comme la fracture numérique. Il est donc important que le numérique s'adapte et trouve des solutions afin de garantir son accessibilité aux personnes âgées.

Plusieurs points peuvent expliquer la difficulté du numérique à s'adapter à cette tranche de la population :

- Premièrement, les personnes âgées peuvent présenter une grande variété de dégradations de leurs facultés (oculaires, motrices, cognitives...) ainsi que différents niveaux d'avancement de ces dégradations. Il est donc très compliqué d'adapter correctement l'interface à chaque individu.
- Deuxièmement, cette adaptation dépend fortement du type d'appareil utilisé. En effet, les techniques d'interaction sont différentes entre un ordinateur (utilisation d'une souris ou d'un « touchpad », principalement des actions de clics) et un smartphone (actions de « swipe », « scroll », « hold » avec le doigt) par exemple, ce qui rends compliqué de trouver une solution « cross-plateforme ».
- Troisièmement, vient la question de la faisabilité technique de l'adaptation du numérique à ces dégradations. Comment est-il possible de dis-

cerner avec précision les difficultés des individus afin de leur proposer une interface adaptée ? Comment est-il possible de rendre une interface accessible aux personnes âgées sans trop impacter son aspect esthétique pour qu'elle puisse rester utilisable par les individus plus jeunes ? Quelles sont les limites techniques des différentes plate-formes numériques vis-à-vis de cette problématique ? Un grand nombre de questions restent donc en suspens pour ce qui est de la mise en oeuvre de cette adaptation.

- Finalement, de nos jours, les personnes âgées sont encore impactées par la fracture numérique des générations passées, peu de personnes âgées utilisent donc le numérique actuellement. De plus, un grand nombre de difficultés sont présentes afin de rendre le numérique accessible à cette tranche de la population. Les entreprises ont donc actuellement peu d'intérêts (même si celui-ci grandit au fur et à mesure des années), au point de vue marketing, à prendre en compte cette tranche de la population dans leurs produits ou services.

Malgré tous ces points, il est cependant intéressant, voire nécessaire, actuellement mais d'autant plus dans les prochaines années, d'inclure cette tranche de la population lors du développement de services ou d'outils numériques. En effet, notre population assimile de plus en plus le numérique et il est important de se rappeler que nous finirons tous par vieillir.

Le but de ce mémoire est de, par le développement d'une librairie, rendre les interfaces pour smartphones de type « Android » utilisables à la fois par les personnes âgées et le reste de la population. Pour cela, nous misons sur l'adaptation dynamique des interfaces aux problèmes des utilisateurs en fonction des divers événements relevés lors de l'interaction. Étant donné la problématique de la variété des éventuelles dégradations des facultés des individus, nous nous concentrons principalement sur les dégradations oculaires. Nous essayerons donc de répondre à cette question : « Comment adapter dynamiquement une interface Android aux régressions des facultés oculaires des personnes âgées ? »

Chapitre 2

Android

Afin de mieux comprendre et appréhender les différents aspects techniques évoqués dans ce mémoire, il est nécessaire de passer en revue certains points liés au développement sur Android. Dans cette section, nous allons tout d'abord présenter certaines informations générales utiles pour la compréhension globale du développement sur ce système d'exploitation. Nous allons ensuite expliquer certains aspects liés au « backend » et au « frontend » qui sont à prendre en considération lors du développement du framework Silverkit.

2.1 Généralités

Lors du développement sur le système d'exploitation Android, il est important de savoir qu'une application est morcelée en un ensemble d' « activités ». Une activité fournit une fenêtre dans laquelle l'application peut afficher une interface utilisateur. Il existe une activité principale qui sera la première activité démarrée lors du lancement de l'application. Chaque activité peut en démarrer une autre afin d'effectuer certaines actions [1]. Par exemple, une activité principale d'une simple application consistant en la gestion d'e-mail peut afficher la boîte de réception des e-mails. De part l'appui d'un bouton « + » situé dans cette activité, une autre activité s'ouvrira permettant ainsi, par exemple, la rédaction d'un e-mail.

La figure 2.1 illustre les différentes étapes du cycle de vie d'une activité. Lors du premier lancement de l'activité ou quand celle-ci a été fermée, c'est la méthode « onCreate() » qui sera appelée. C'est dans cette méthode que nous allons lier le layout de l'interface de l'activité à son « backend ». Il est cependant très important de noter que si l'on souhaite récupérer des informations sur une vue de l'activité telle que sa taille (si celle-ci est dynamique) ou sa position, il sera impossible de le faire dans cette méthode car les vues de l'interface ne seront pas encore générées. Le framework Silverkit devra donc « override » la méthode « onFocusChanged() », qui est appelée dès que l'interface est générée, afin de récupérer l'entièreté des informations des vues qui lui sont utiles.

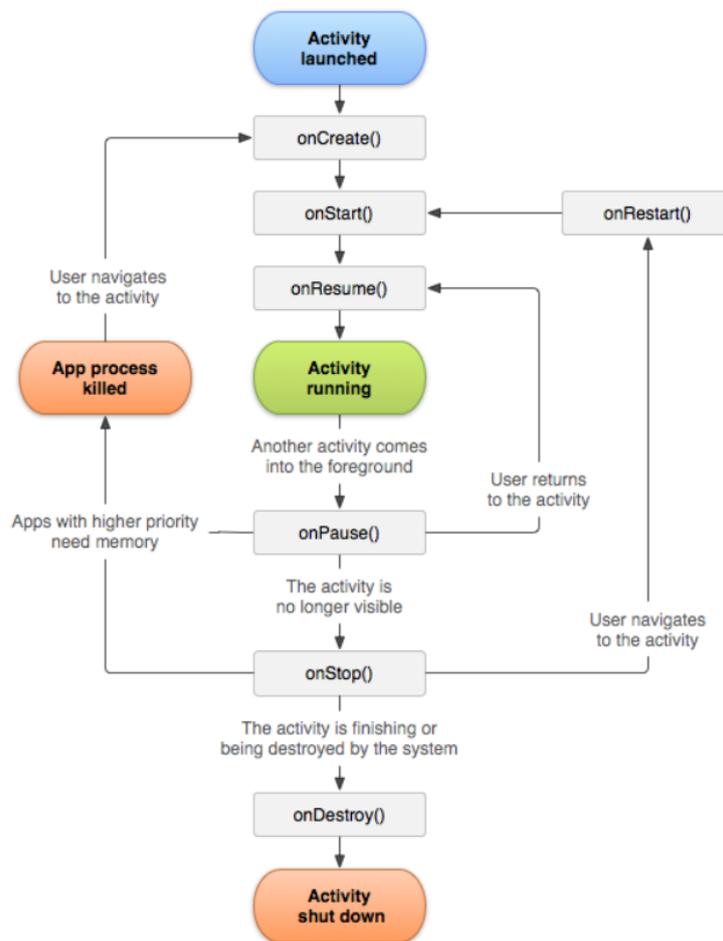


FIGURE 2.1 – Cycle de vie d'une activité

Le développement sur Android utilise le langage de programmation « Java » ou plus couramment « Kotlin » pour sa partie « backend » et le langage XML pour la partie « frontend ». Le framework Silverkit utilisera le langage « Kotlin » étant donné que celui s'impose désormais comme le langage usuel sur ce système d'exploitation.

2.2 Backend

Comme expliqué dans le point précédent, c'est dans la méthode « onCreate() » que nous lions le « backend » au « frontend » de l'activité. Afin de pouvoir manipuler une vue, nous allons devoir récupérer l'élément graphique de cette vue. Pour ce faire, dans le code XML de celle-ci, il sera nécessaire de lui attribuer un identifiant. Cet identifiant sera ensuite utilisé dans le « backend » afin de, par exemple, lier à un bouton le lancement d'une nouvelle activité ou même changer la couleur d'une vue comme illustré aux figures 2.1 et 2.2.

Listing 2.1 – Code XML d’un simple bouton présent dans le fichier `activity_main.xml`

```
<Button
    android:id="@+id/button"
    android:layout_width="40dp"
    android:layout_height="40dp"
    android:background="@color/red"
/>
```

Listing 2.2 – Méthode `onCreate()` de l’activité associé au layout du bouton au listing 2.1

```
override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
    super.onCreate(savedInstanceState)
    setContentView(R.layout.activity_main)

    button.setBackgroundColor(Color.BLUE)
}
```

Il est cependant important de noter que si cette activité finissait par se fermer ou perdre son focus, par exemple suite à l’ouverture d’un dialogue ou à cause de la fermeture de l’application, toutes les modifications appliquées dynamiquement sur les vues seront supprimées. En effet, au prochain démarrage de l’activité, la méthode « `onCreate()` » utilisera le « frontend » de la vue « hardcodé » dans le code XML pour de nouveau générer l’affichage. Si des modifications ont lieu sur les attributs des différentes vues, et si l’activité doit se souvenir de ces modifications même après la fermeture de l’application ou après avoir perdu le focus, ces informations devront être sauvegardées et restaurées au prochain lancement.

2.3 Frontend

Le layout de l’interface d’une activité est donc composée d’un ensemble de vues. Ces vues peuvent s’imbriquer les unes par rapport aux autres et une vue principale contient généralement l’ensemble des vues de l’interface. Mis-à-part cette vue principale, toutes les vues possèdent donc ce qu’on appelle des vues « parents ». La figure 2.2 et le listing 2.3 illustrent un exemple de layout d’interface pour une activité, la vue « `ImageView` » possède comme parent la vue « `LinearLayout` » qui, elle-même, possède la vue « `RelativeLayout` » (la vue principale) comme parent.

Dans le « frontend » de l’interface, chaque vue peut posséder un ensemble d’attributs spécifiant :

- sa position relative à son parent : `layout_gravity`
- sa couleur : `background`
- sa taille : `layout_width` et `layout_height`
- la position de son contenu : `gravity`
- la distance minimale entre le bord de la vue et son contenu : `padding`
- la distance minimale entre la vue et les autres vues : `layout_marginTop` (`marginTop` = seulement en haut de la vue)

Listing 2.3 – Code XML de l'exemple à la figure 2.2

```
<RelativeLayout
  xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
  android:layout_width="match_parent"
  android:layout_height="match_parent"
  android:gravity="center"
>
  <LinearLayout
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="vertical"
    android:padding="10dp"
  >
    <ImageView
      android:layout_width="120dp"
      android:layout_height="120dp"
      android:src="@drawable/ic_list"
    />
    <Button
      android:layout_width="60dp"
      android:layout_height="wrap_content"
      android:text="Add"
      android:layout_marginTop="10dp"
      android:background="@color/gray"
      android:layout_gravity="start"
    />
  </LinearLayout>
</RelativeLayout>
```

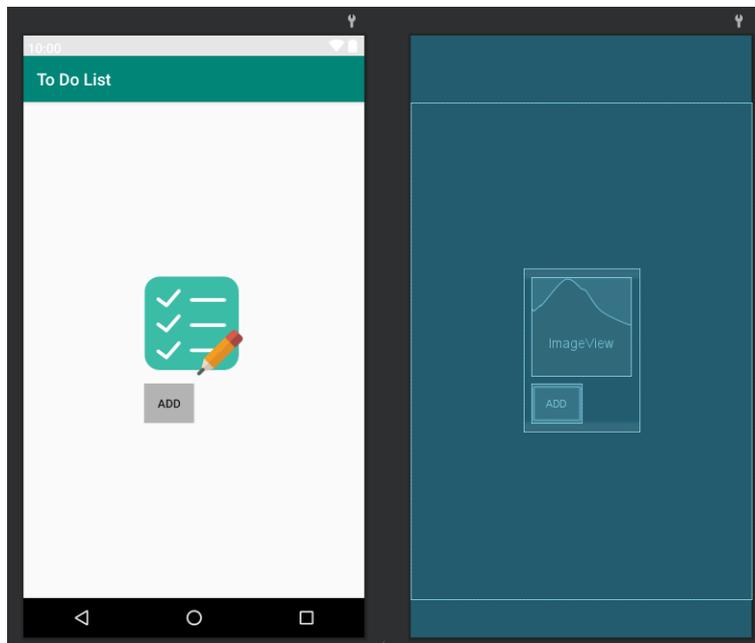


FIGURE 2.2 – Exemple de frontend d'une interface

Les valeurs des attributs de taille `layout_width` et `layout_height` peuvent soit être un entier spécifiant une taille fixe en dp [2], soit être une valeur spéciale indiquant que la vue aura une taille dynamique. La valeur spéciale `wrap_content` indique que la vue enveloppera son contenu et prendra donc la taille de ce qu'elle contient et la valeur spéciale `match_parent` signifie que la vue s'étendra au maximum jusqu'à atteindre la même taille que la taille de sa vue parent [3].

Certaines vues comme « `RelativeLayout` » spécifie des vues généralement utilisées dans le but d'en contenir d'autres et de gérer leurs agencements, celles-ci s'appellent des « `ViewGroup` » [4]. Ainsi plusieurs vues de ce genre existent et chacune possède des propriétés spéciales. Voici 2 « `ViewGroup` » très utilisés lors du développement Android :

- `RelativeLayout` [5] : Ce « `ViewGroup` » agence ses vues enfants en utilisant des positions relatives. La position de chaque vue peut donc être spécifiée relativement aux vues frères (qui se trouve au même niveau dans le `RelativeLayout`) telle que « à gauche de » ou « en dessous de » telle autre vue voire même en fonction de leur parent (le `RelativeLayout`) comme « centrée », « alignée à gauche »...

Dans un `RelativeLayout`, si les positions relatives sont mal spécifiées, une vue peut recouvrir une autre vue ou se faire recouvrir à son tour comme à la figure 2.3.

- `LinearLayout` [6] : Ce « `ViewGroup` » agence ses vues enfants sous forme linéaire suivant une orientation, horizontale ou verticale. Les vues enfants se placeront donc les unes à côtés des autres ou les unes en dessous des autres.

Dans un `LinearLayout`, les vues enfants ne peuvent se superposer mais la modification des attributs d'une seule vue peut impacter la position des autres sur l'interface. La figure 2.4 illustre ce fait.

D'autres vues de type layout existent telles que « `AbsoluteLayout` », « `GridLayout` », « `ConstraintLayout` », « `CoordinatorLayout` », « `GridLayout` » et d'autres. Cependant, celles-ci ne seront pas explicitées dans le cadre de ce mémoire.

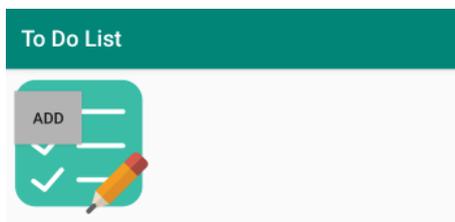


FIGURE 2.3 – Exemple de 2 vues placées dans un `RelativeLayout` sans spécification des positions

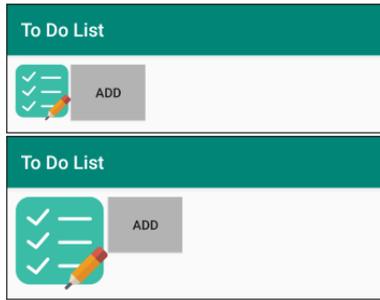


FIGURE 2.4 – Exemple d’augmentation de la taille d’une vue dans un Linear-Layout poussant ainsi l’autre vers la droite

Chapitre 3

État de l'art

Dans ce chapitre il sera question d'effectuer l'état de l'art des différents travaux réalisés dans le but d'améliorer l'adaptation des interfaces aux problèmes de vues des personnes âgées.

Jeff Johnson et Kate Finn, avec leur livre « Designing User Interfaces for an Aging Population » [7], décrivent les différents problèmes de vues apparaissant avec l'âge et le temps ainsi que leurs impacts sur la vision de l'interface utilisateur. Ils fournissent aussi un ensemble de « guidelines » à prendre en compte lors de la création d'interfaces afin de faciliter l'utilisation de celles-ci par des utilisateurs possédant des troubles visuels.

Dans leur ouvrage, Johnson et Finn spécifient que la réduction de l'acuité visuelle des individus diminue dès la fin de l'adolescence et ne cesse de diminuer au fur et à mesure des années jusque l'âge de 50 ans, où celle-ci décroît de manière encore plus accentuée. Il identifie plusieurs problèmes de vues apparaissant avec l'âge. Ces dégradations oculaires peuvent aussi se combiner et rendre le discernement des éléments de l'interface beaucoup plus complexe que si ces troubles étaient présents un à un.

- Tout d'abord, la difficulté à voir de près, plus communément appelée la presbytie rends difficile le discernement des éléments de l'interface comme le montre la figure.
- Avec l'âge apparaît aussi une diminution de la vision périphérique, les utilisateurs ont du mal à voir les éléments où ils ne sont pas directement en train de regarder comme sur la figure. Une vision périphérique réduite augmente le risque que des personnes manquent des messages d'erreur, des avertissements ou d'autres informations qui apparaissent loin de l'endroit où elles regardent.
- Une dégénérescence maculaire peut quant à elle troubler la vision centrale empêchant donc l'individu de voir l'interface où son regard se pose.
- Une diminution de la perception de la lumière peut aussi apparaître avec le temps. Les individus auront donc besoin d'une lumière plus intense pour discerner les éléments.
- Avec l'âge peut venir aussi un trouble du discernement des couleurs rendant l'individu moins sensible aux contrastes des couleurs.

- De même, avec le temps, l'exposition constante aux rayons ultra-violet fait que le cristallin et la cornée de nos yeux prennent une teinte jaunâtre. Ces individus peuvent avoir des difficultés à distinguer le bleu du vert.
- Une sensibilité accrue à l'éblouissement, causée par une cataracte et autres déformations accumulées sur la cornée et le cristallin, peut aussi rendre compliqué le discernement des éléments de l'interface car l'utilisateur peut être ébloui par l'écran. Cela signifie qu'il est possible que le contraste d'un écran soit trop élevé pour certaines personnes âgées.

Un ensemble de « guidelines » sont ensuite proposées pour la création d'interfaces afin de faciliter l'utilisation de celles-ci par des utilisateurs possédant des troubles visuels. Un ensemble de « guidelines » pour les troubles auditifs, cognitif, moteurs et de la parole sont aussi exposés.

Summary of Vision Guidelines	
3.1 Maximize legibility of essential text	<ul style="list-style-type: none"> ■ Use large fonts. ■ Use plain fonts. ■ Use mixed case. ■ Make text enlargeable. ■ Make information easy to scan. ■ Use plain backgrounds. ■ Use static text. ■ Leave plenty of space.
3.2 Simplify: Remove unnecessary visual elements	<ul style="list-style-type: none"> ■ Present few calls to action. ■ Keep graphics relevant. ■ Don't distract. ■ Minimize clutter.
3.3 Visual language: Create an effective graphical language and use it consistently	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maintain visual consistency. ■ Make controls prominent. ■ Indicate strongly, not subtly. ■ Change links on hover. ■ Mark visited links or not? ■ Label redundantly.
3.4 Use color judiciously	<ul style="list-style-type: none"> ■ Use color sparingly. ■ Mix colors carefully. ■ Use distinguishable link colors. ■ Combine color with other indicators. ■ High contrast. ■ Adjustable contrast.
3.5 Position important content where users will start looking	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lay elements out consistently. ■ Place important info front and center. ■ Make error messages obvious.
3.6 Group-related content visually	<ul style="list-style-type: none"> ■ Group related items.
3.7 Take care when relying on scrolling	<ul style="list-style-type: none"> ■ Minimize vertical scrolling. ■ Don't require horizontal scrolling.
3.8 Provide text alternatives for nontext content	<ul style="list-style-type: none"> ■ Supplement images and videos with text.

FIGURE 3.1 – Summary of Vision Guidelines

Eduardo Machado, Deepika Singh, Federico Cruciani, Liming Chen, Sten Hanke, Fernando Salvago, Johannes Kropf et Andreas Holzinger ont publié en 2018 un article intitulé « A Conceptual framework for Adaptive User Interfaces for older adults » [8]. Cet article présente un framework conceptuel pour le développement d'une interface utilisateur adaptative pour une application Web en prenant en compte les problèmes liés à la perte de vision et les problèmes cognitifs des utilisateurs. La figure 3.2 présente la méthodologie de leur solution.

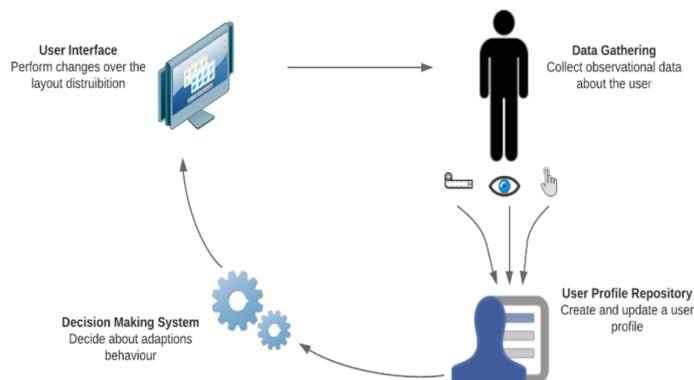


FIGURE 3.2 – Architecture d'un système d'interface utilisateur web adaptatif

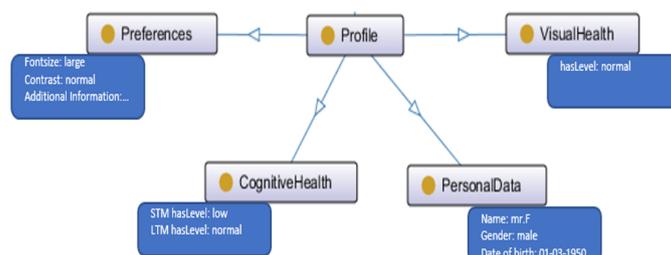


FIGURE 3.3 – Exemple de profil utilisateur enregistré

Le module de collecte de données « écoute » sans interruption les dispositifs d'entrée pour obtenir des mesures physiologiques. Ce module est composé de deux sous-modules qui fonctionnent dans des threads séparés, à savoir un module de charge cognitive et un module de perte de vision. Le module cognitif utilise un eyetracker pour regarder la dilatation de la pupille et la direction du regard en temps réel. Il vise à estimer dans quelle zone de l'interface utilisateur l'utilisateur est en surcharge cognitive, c'est-à-dire quand l'utilisateur a des difficultés à comprendre un concept. Le module de perte de vision quant à lui mesure l'état de la vue en mesurant en temps réel la distance entre l'utilisateur et l'écran. S'il détecte un principe de perte de vision, il le communique au profil utilisateur 3.3. Le module de décision prendra ensuite des décisions afin de modifier l'interface web à l'utilisateur. Si l'utilisateur est trop près de l'interface il augmentera la taille de celle-ci.

Michela Ferron, Nadia Mana, Ornella Mich, Christopher Reeves et Gianluca Schiavo [9] ont suivi la piste de l'interaction multimodale pour l'utilisation de smartphone par des utilisateurs malvoyants et des personnes âgées. Le but de ce projet intitulé « ECONOME » est de combiner la gestuelle d'une seule main et la voix lors de l'interaction avec un appareil mobile. En figure 3.4 se trouve les 2 prototypes utilisés, le smartphone pour les personnes malvoyantes et la tablette pour les personnes âgées. Les différentes gestes et commandes vocales associés utilisés dans le projet sont illustrés à la figure 3.5.



FIGURE 3.4 – Prototype du projet ECONOME

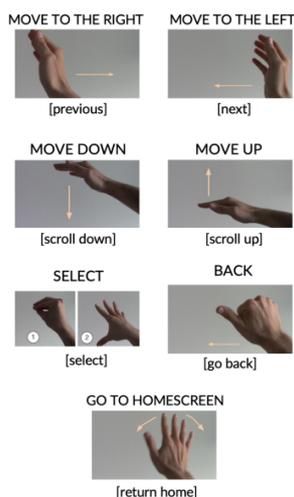


FIGURE 3.5 – Gestes et commandes vocales qui leur sont associées

Les résultats de l'étude montrent que les utilisateurs, autant les personnes malvoyantes que les personnes âgées, ont tendance à tenir trop loin l'appareil rendant difficile la détection du mouvement des lèvres de l'individu. Les 2 types d'utilisateurs ont aussi tendance à effectuer leur mouvements en dehors du champ de la caméra, ceux-ci n'étant donc pas repérés. Les utilisateurs ont aussi du mal à se souvenir des différents gestes à effectuer et surtout des gestes combinés. L'appareil montre également peu de retour à l'utilisateur quant à la reconnaissance de la commande ou du geste effectué précédemment et l'état de l'appareil (micro et caméra activée...). Globalement, l'interaction multimodale appliquée aux smartphones est possible mais de nombreux challenges restent encore à être étudiés.

Michaela Bacíková et Jaroslav Porubän ont publié 2 articles intéressants [10] dont le but est de prouver qu'il est tout à fait possible de créer une nouvelle interface, voire une toute nouvelle application, depuis un DSL généré à partir de l'extraction de connaissance sur le domaine d'une application de base. La figure 3.6 montre l'interface de base ainsi que le DSL généré à partir de celle-ci et la figure 3.7 illustre la nouvelle interface générée depuis ce DSL.

Cette solution fonctionne bien pour les applications de type formulaires mais il est spécifié que pour des applications plus complexes et plus structurées, un travail manuel ultérieur sera nécessaire.

```

Person → "Person" Name Surname Age Gender FavouriteColor
Name → "Name" (STRING)
Surname → "Surname" (STRING)
Age → "Age" (STRING)
Gender → "Gender" ("man" | "woman")
FavouriteColor → "Favourite color" ("red"? "blue"? "green"? "yellow"? )

```

The screenshot shows a standard Windows-style dialog box titled "Person". It contains the following elements:

- Name:** A text input field.
- Surname:** A text input field.
- Age:** A text input field with the value "0" and a small spinner control to its right.
- Gender:** Two radio buttons labeled "man" (selected) and "woman".
- Favourite color:** Four checkboxes labeled "red", "blue", "yellow", and "green", all of which are currently unchecked.
- Buttons:** "OK" and "Cancel" buttons at the bottom.

FIGURE 3.6 – Interface de base et DSL généré grâce à l'extraction des connaissances depuis cette interface

The screenshot shows a more modern-looking window titled "Enter a person". It has a header "Enter your personal information" and the following fields:

- Name*:** Text input with "Michaela" and a green checkmark.
- Surname*:** Text input with "Bačíková" and a green checkmark.
- Age*:** Text input with "29" and a green checkmark.
- Gender*:** A dropdown menu showing "Female" with a green checkmark.
- Favourite colors*:** A group of checkboxes:
 - Blue*:** Checked (green checkmark).
 - White*:** Unchecked.
 - Yellow*:** Checked (green checkmark).
 - Green*:** Unchecked.

FIGURE 3.7 – Nouvelle interface générée depuis le DSL

Enes Yigitbas, André Hottung, Sebastian Mansfield Rojas, Anthony Anjorin, Stefan Sauer et Gregor Engels ont publié en 2018 un article intitulé « Context and Data-driven Satisfaction Analysis of User Interface Adaptations Based on Instant User Feedback » [11]. Cet article a pour but d'adapter les interfaces grâce à des feedback de l'utilisateur. Ils utilisent une application Android d'envoi d'e-mail pour illustrer leur idée.

La figure 3.8 présente leur architecture. Le composant Monitor surveille diverses informations contextuelles recueillies via des capteurs et des caméras intégrés sur la plate-forme mobile telles que l'humeur de l'utilisateur via son expression faciale, le niveau de luminosité ambiante, âge de l'utilisateur, expérience de l'utilisateur, niveau de batterie... Les informations contextuelles sont ensuite analysées via le composant Analyser et le composant Plan décide si les règles d'adaptation de l'interface utilisateur correspondent à la situation actuelle du contexte d'utilisation. Si tel est le cas, le composant Exécuter est chargé d'exécuter les opérations d'adaptation de l'interface utilisateur sur l'élément géré via les Effectors. Les Effectors représentent des opérations concrètes d'adaptation de l'interface utilisateur telles que la disposition ou l'adaptation des modalités qui sont appliquées à l'interface utilisateur.

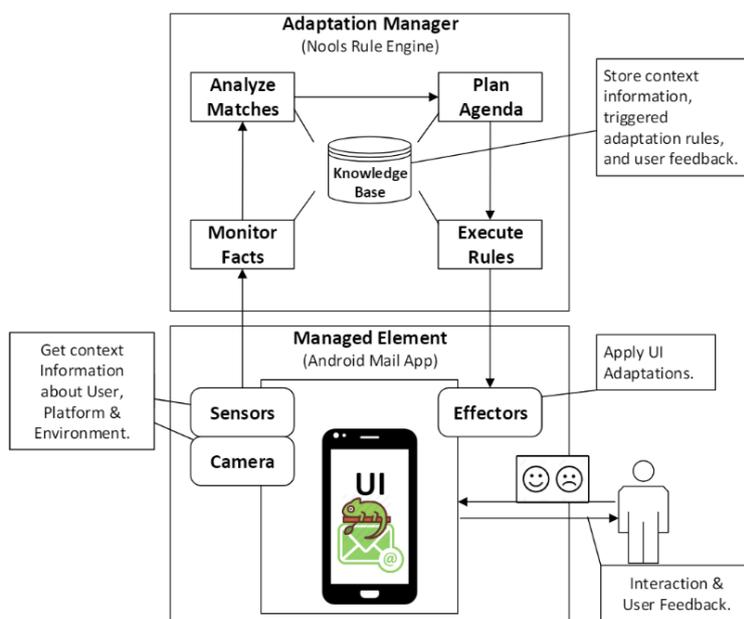


FIGURE 3.8 – Tests « on-the-fly » des fonctionnalités d'adaptation de l'interface utilisateur

Les utilisateurs pourront, en utilisant l'application, valider ou invalider les différentes adaptations appliquées sur l'interface. Il est cependant spécifié qu'il faut faire attention à la fréquence à laquelle on demande les différents feedback à l'utilisateur. Une fréquence trop élevée pourrait ennuyer l'utilisateur et résulter en une méthode d'évaluation assez intrusive. La figure 3.9 illustre un exemple de demande de feedback des adaptations réalisées à l'utilisateur.

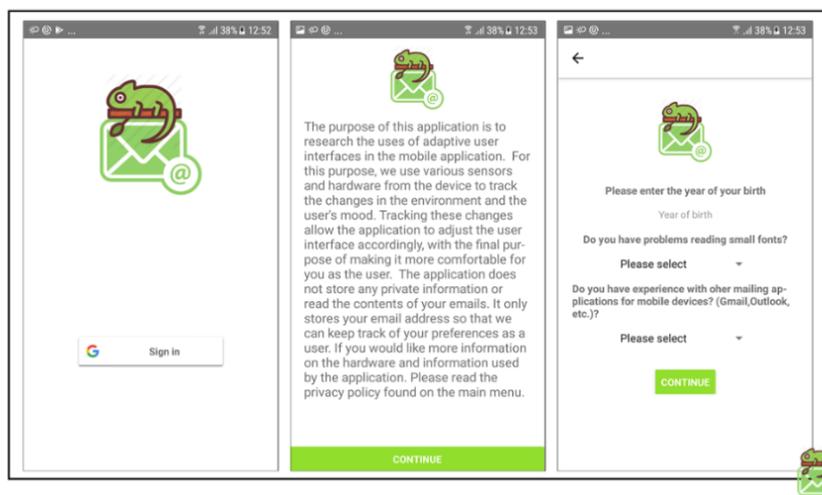


FIGURE 3.9 – Exemple de demande de feedback des adaptations

3.1 Apport de ce mémoire

Ce mémoire propose une solution unique et une approche nouvelle à cette problématique :

- Beaucoup d'articles et de travaux ne se limitent qu'à des solutions théoriques comme par exemple des « guidelines » ou des recommandations à respecter lors de la création d'interface afin qu'elles soient adaptées aux personnes âgées. Silverkit ne s'arrête pas à la théorie et propose une solution pratique à cette problématique.
- D'autres articles proposent des solutions d'adaptations mais ces solutions restent assez générales et globalisent les problèmes de vues comme étant un seul trouble. Elles ne s'adaptent donc pas précisément aux troubles oculaires spécifiques de l'utilisateur.
- Certains autres articles proposent la création d'interfaces adaptées aux personnes âgées mais celles-ci restent statiques et n'évoluent pas de manière dynamique en fonction des événements d'interaction.
- Silverkit est un projet pouvant s'appliquer facilement à tous types d'applications mobiles, même celles déjà existantes, et à tous domaines rien qu'en intégrant la librairie dans son code. Elle n'a pas à récolter de données sur les domaines d'application comme en utilisant un DSL par exemple. Elle n'a pas non plus besoin de matériels supplémentaires comme des capteurs de mouvements pour l'interaction multimodale.
- Aucun travail ni projet trouvé n'utilise l'analyse des événements d'interaction avec le smartphone, comme les différents clics effectués.
- Silverkit possède aussi une adaptation entièrement automatisée ne demandant ainsi aucun travail supplémentaire à l'utilisateur. Il ne devra pas apprendre de nouveaux gestes ou commandes vocales, ni garder son visage dans le champ de vision de sa caméra ni même interrompre son utilisation pour répondre à des feedbacks.

Chapitre 4

Mise en contexte

Dans cette section nous allons tout d'abord aborder l'un des faits démographiques les plus impactant de ces dernières années ; le vieillissement de la population. Nous allons ensuite nous concentrer sur l'accroissement de la place du numérique dans nos vies et plus particulièrement celle des smartphones ainsi que l'impact de cette réalité sur cette population vieillissante.

4.1 Vieillessement de la population

Selon le Rapport sur l'état de la population mondiale des Nations Unies réalisé en 2019 [12], d'ici 2050, une personne sur six sera âgée de plus de 65 ans (16%) contre une personne sur onze (9%) en 2019. De surcroît, le nombre de personnes âgées de plus de 80 ans devrait aussi tripler [13]. Ces chiffres ne sont pas anodins et montrent un net vieillissement de la population mondiale. Le pourcentage de personnes âgées croît donc au fur et à mesure des années et ce phénomène ne date pas d'aujourd'hui, comme le montrent les pyramides des âges [14] présentées aux figures 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4.

Les causes de ce vieillissement de la population sont diverses [15]. Le « vieillissement par le bas » explique l'augmentation du pourcentage de personnes âgées par une diminution du taux des naissances. Cette diminution est due à la présence d'un taux de fécondité inférieur au seuil de simple remplacement des générations. La population diminue donc petit à petit car le taux de mortalité devient plus élevé que le taux de natalité. Il existe aussi le « vieillissement par le haut » qui explique ce vieillissement par la diminution du taux de mortalité due à une augmentation de l'espérance de vie de la population. Les avancées dans le domaine des soins médicaux, une meilleure hygiène de vie, la disponibilité d'une alimentation plus équilibrée et l'amélioration des conditions de vie en général en sont les causes majeures [16]. Finalement, comme troisième cause du vieillissement, nous avons l'histoire démographique et politique liée à la Seconde Guerre Mondiale. Juste après celle-ci a eu lieu un renouveau démographique appelé le « baby boom », l'ensemble de ces personnes devraient prendre leur retraite entre 2006 et 2025 créant donc ainsi un « papy boom » [17].

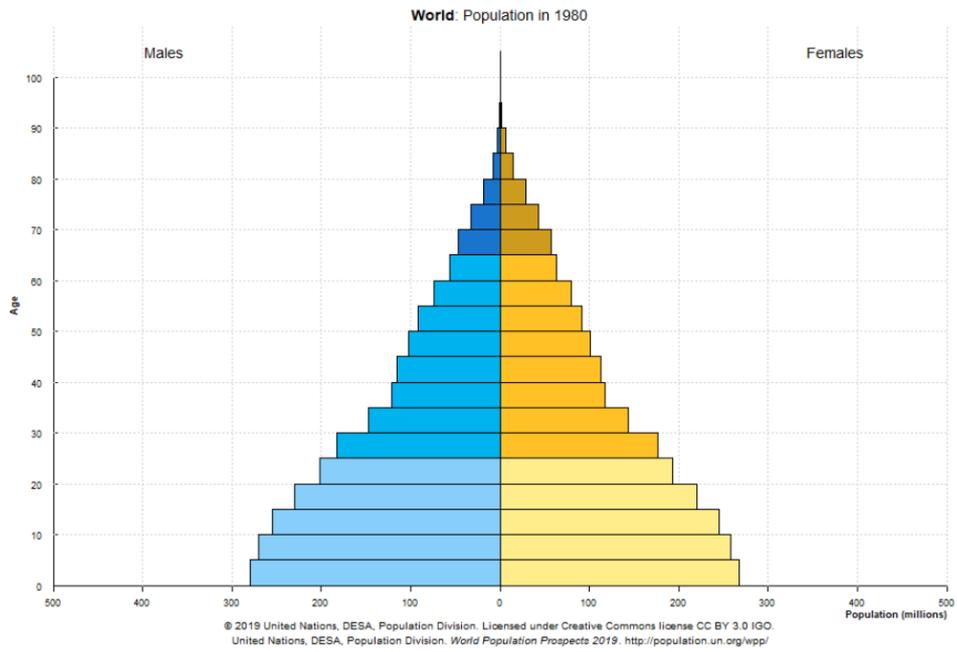


FIGURE 4.1 – Pyramide des âges de l'année 1980 au niveau mondial

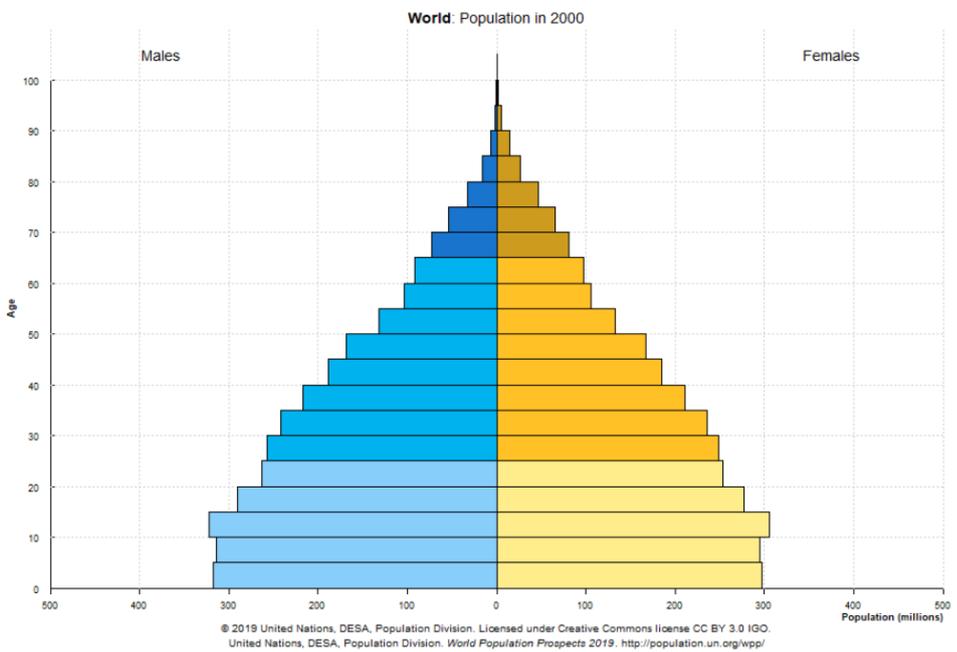


FIGURE 4.2 – Pyramide des âges de l'année 2000 au niveau mondial

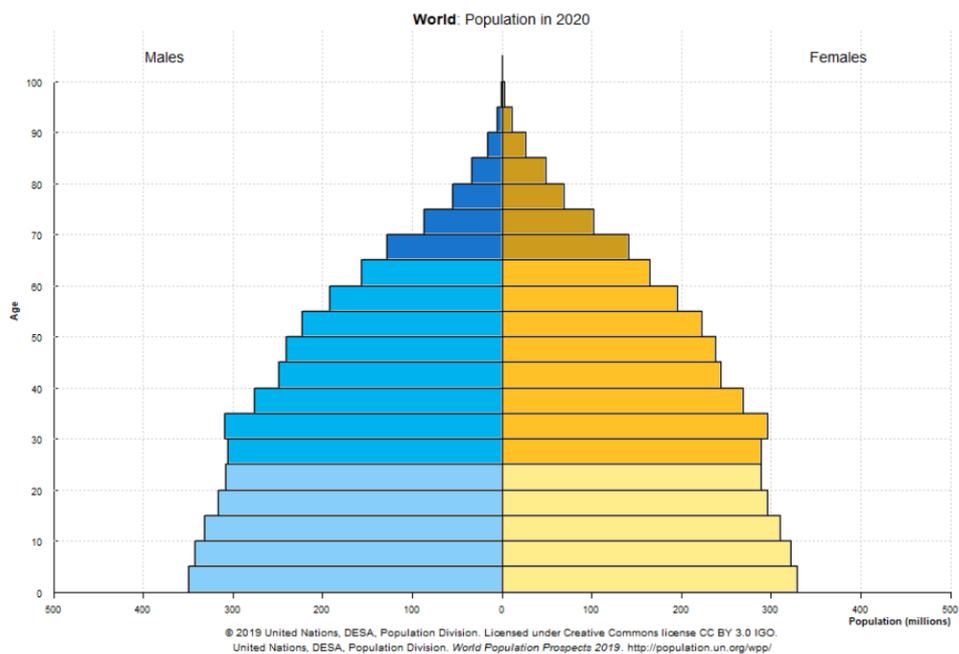


FIGURE 4.3 – Pyramide des âges de l’année 2020 au niveau mondial

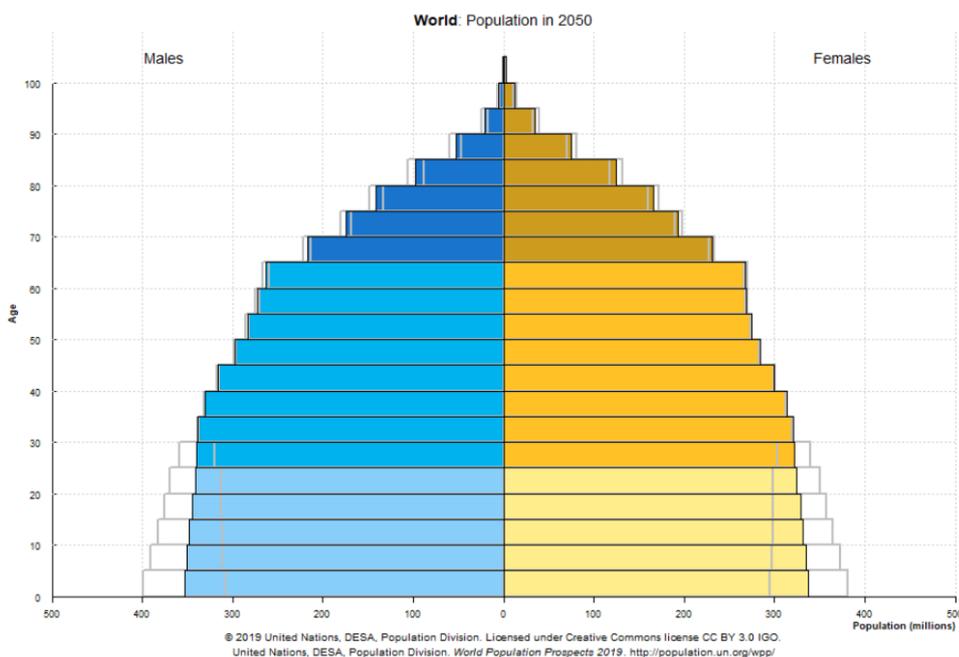


FIGURE 4.4 – Pyramide des âges de l’année 2050 au niveau mondial

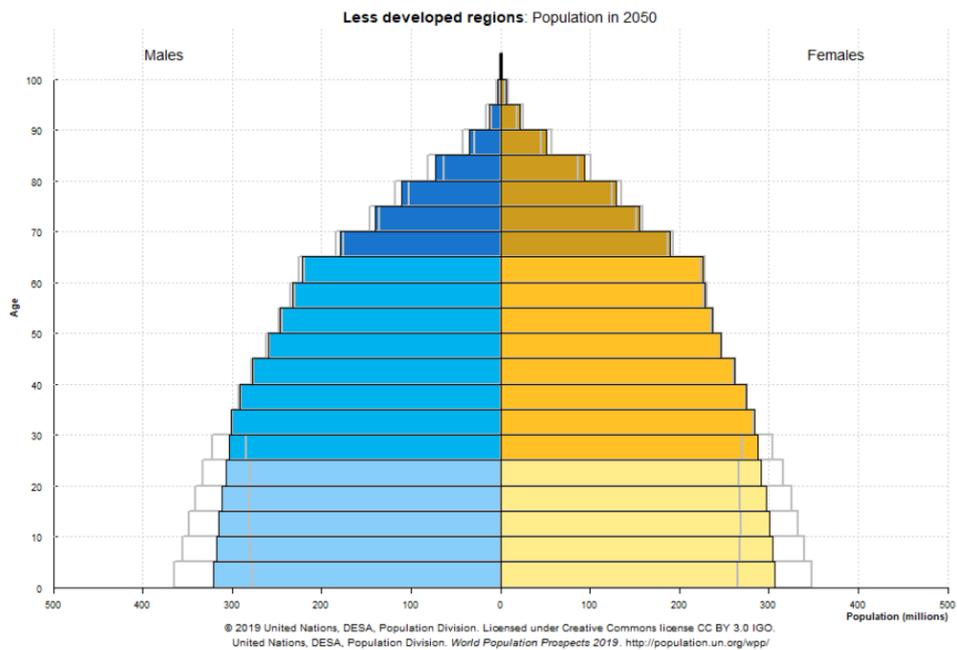


FIGURE 4.5 – Pyramide des âges de l’année 2050 des pays les « moins » développés

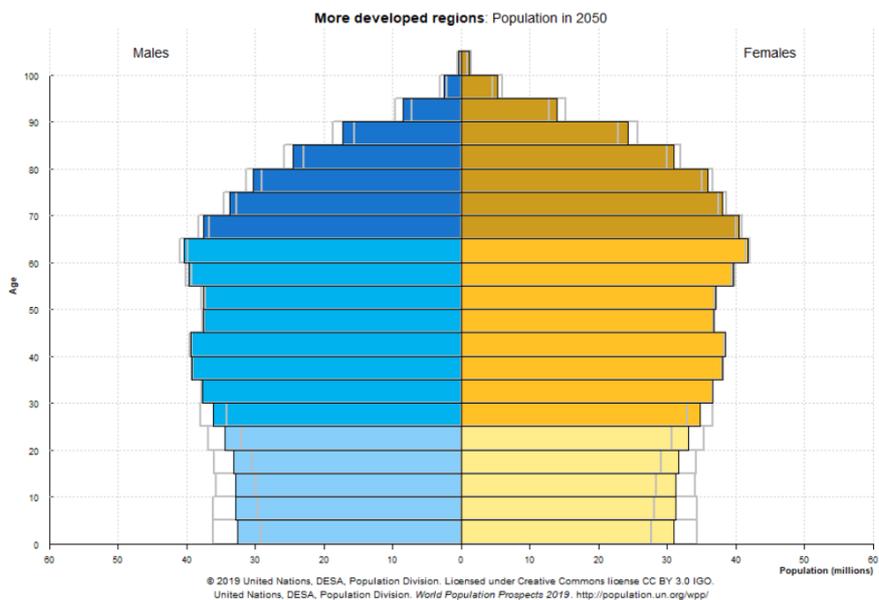


FIGURE 4.6 – Pyramide des âges de l’année 2050 des pays les « plus » développés

Les chiffres des précédentes pyramides sont néanmoins à contextualiser puisqu'il existe une grande différence entre les pays les « moins » développés [18] et les « plus » développés en reprenant les termes des Nations Unies. Les pyramides des figures 4.5 et 4.6 montrent en effet un vieillissement de la population beaucoup plus important du côté des pays les plus développés. Les critères [19] définissant la limite entre pays les « moins » et les « plus » développés sont principalement les revenus, les ressources humaines et la vulnérabilité économique et environnementale de chaque pays. Les pays les « plus » développés possèdent plus de moyens financiers, de ressources humaines et moins de vulnérabilité entraînant un « vieillissement par le haut » beaucoup plus important. De même, le « vieillissement par le bas » est accentué de part le taux de natalité par 1000 habitants de seulement 10.5 [20] contre 19.7 [21] pour les pays les « moins » développés. Finalement, le « baby boom » observé à la fin de la guerre s'est déroulé principalement dans les pays occidentaux [22] c'est-à-dire en grande partie en Europe, aux États-Unis, au Canada et en Australie [23] ce qui résultera en un « papy boom » dans ces pays qui sont considérés comme faisant partie des « plus » développés selon les Nations Unies.

Le vieillissement de la population est donc un phénomène mondial mais touchant d'autant plus les pays considérés comme « plus » développés selon le Comité des Politiques de Développement (CPD) des Nations Unies.

4.2 Augmentation de la place du numérique et de l'utilisation des smartphones

D'un autre côté, le numérique prend une place de plus en plus importante dans nos vies. En janvier 2012, 30% de la population mondiale utilisait internet et 22% était inscrite sur les réseaux sociaux [24]. Ces chiffres sont passés respectivement à 60% et 49% en 2020 [25]. Toujours en 2020, une quantité phénoménale de données étaient échangées chaque minute [26] comme le montre la figure 4.7. L'utilisation des réseaux sociaux constitue une part importante de ces données. Sur Facebook, 147 000 photos et 150 000 messages sont envoyés toutes les 60 secondes. Sur Instagram, il s'agit de 347 222 stories. L'application Tik Tok est quant à elle téléchargée 2704 fois et plus de 500 heures de vidéos sont « uploadées » sur Youtube. Tout cela toutes les minutes créant ainsi une montagne de nouvelles informations numériques.

La pandémie de la COVID-19 a aussi contribué à augmenter ce nombre [26]. En effet, le télétravail a engendré une utilisation importante des logiciels nécessaires aux réunions virtuelles tels que Teams et Zoom qui comptent plus de 260 000 nouveaux utilisateurs. Pendant les périodes de confinements de nombreuses personnes ont aussi cherchés à s'occuper ce qui a engendré une explosion des services de vidéos à la demande comme Netflix.

Mais ce n'est pas tout. Le web est aussi utilisé pour de nombreuses autres raisons tout aussi essentielles telles que garder le contact avec nos proches en utilisant Whatsapp, la recherche d'un emploi avec LinkedIn, l'achat de marchandises avec Amazon, la livraison de nourriture avec Deliveroo et Uber Eats mais aussi la gestion de nos données financières avec les applications bancaires telles que Easy Banking, la gestion de notre identité avec ItsMe, voire même comme

phone est d'autant plus présent au sein des 18 économies les plus avancées avec une moyenne de 76 %, pour 17 % de simples téléphones portables. En comparaison, dans les économies dites « émergentes » cette moyenne atteint 45 % pour 13 % de mobiles classiques [27]. Les smartphones sont donc très utilisés à travers le monde mais d'autant plus au sein des économies les plus avancées avec comme leader la Corée du Sud où 95 % de la population possèdent un smartphone.

Les smartphones doivent leur popularité à leur particulière utilité. En effet, ils permettent un accès direct à internet et cela peu importe où nous nous trouvons. Pour donner quelques chiffres, 73 % des connexions effectués à internet se font à partir d'un smartphone, 23,5 % à partir d'un téléphone qui n'est pas intelligent et 3,6 % depuis des tablettes ou des routeurs. En outre, plus de 91 % de l'ensemble des utilisateurs internet se connectent sur le web à partir d'un smartphone [28]. Il en va sans dire que le smartphone est la technologie la plus utilisée pour l'accès à internet ce qui donne à ce type d'appareils un énorme succès et rends leur utilisation très ancrée dans notre mode de vie.

L'ensemble de ces chiffres démontre donc que le numérique est en pleine expansion et prend de plus en plus de place dans nos vies en allant jusqu'à atteindre des services et des outils dont l'accès nous est essentiel pour notre vie en société. L'appareil le plus utilisé pour l'accès à ces différents services et outils numériques, dont un grand nombre se trouve sur internet, est le smartphone. Ce type d'appareils possède donc une popularité croissante au niveau mondial mais d'autant plus dans les pays décrit comme « les plus développés ».

4.3 Les personnes âgées et le numérique

Dans cette société ultra-numérisée vient la question de la place des personnes âgées. Selon une étude des Petits Frères des Pauvres de 2016 effectuée en France [29], un quart des plus de 60 ans n'utilise jamais internet. Mais ce n'est pas pour cela que les personnes âgées sont contre l'utilisation du numérique. En effet, en 2017, 8 seniors sur 10 estiment que le numérique améliore le quotidien, 4 sur 10 sont suréquipés en smartphone, ordinateur et tablette, et même 70% possèdent un smartphone et un ordinateur.

Les avantages du numérique pour les personnes âgées sont indéniables : communication avec leurs proches, informations, divertissement, achats en ligne permettant de rester à domicile... Le numérique offrent tout un ensemble de services et d'outils de valeurs pour cette tranche de la population. Le plus important est d'ordre social, les messageries, emails et réseaux sociaux permettent aux personnes âgées de développer leur lien social et de se sentir plus relié à la société palliant ainsi au sentiment de solitude [29]. Ce sentiment d'autant plus présent ces derniers temps avec l'arrivée de la COVID-19 déconseillant fortement les contacts avec cette tranche de la population et entraînant de nombreux confinements. Le numérique est aussi un moyen de loisir et de divertissement permettant de combattre l'ennui et remplir le temps libre. De plus, internet fait aussi gagner du temps pour tout ce qui est démarches administratives et les encourage ainsi à être plus autonomes.

Malgré tous ces avantages, de nombreuses personnes âgées ont des difficultés à utiliser le numérique et de ce fait ne l'utilise pas ou peu. Une des causes peut être la fracture numérique engendrée par la révolution technologique qui

a bouleversé le mode de vie des générations passées. Cette fracture entraîne des difficultés d'adaptation de cette tranche de la population à cette société ultra-numérisée. En outre, en France, 26,7 % des personnes de 60-74 ans et 67,2 % des personnes de 75 ans et plus sont en situation d'illectronisme [30]. L'illectronisme étant un néologisme qui désigne le manque ou l'insuffisance de connaissances nécessaires à l'utilisation des outils électroniques.[31]. D'autres part, la cause peut être le fait que les personnes sachant utiliser ces technologies, avec l'âge et le temps, voient leurs facultés d'adaptation régresser. Nous allons ici nous concentrer sur ce second aspect car celui-ci, contrairement au premier, continuera dans le temps. En effet, la fracture numérique se résorbera au fur et à mesure des générations là où le problème de la régression des facultés d'adaptation des personnes âgées restera d'actualité.

Ces régressions des facultés peuvent se traduire numériquement par une baisse de la précision des clics sur l'interface, une augmentation du temps de réaction entre le stimulus et l'action, des actions de swipe ou de scroll hasardeuses, un tremblement du pointeur de la souris voir même l'abandon d'une tâche [32]. La cause de ces régressions peut aussi provenir de différents facteurs tels que [32] :

- Un changement de version du système d'exploitation ou une mise à jour du système : l'utilisateur éprouve quelques difficultés à s'habituer. Il peut « se perdre » dans l'interface car il n'arrive plus à trouver comment effectuer telle ou telle action ou accéder à telle ou telle fonctionnalité. Cela peut résulter en l'ouverture et la fermeture de fonctionnalités de manière incessantes.
- Un problème oculaire : une dégénérescence oculaire, une cataracte, une hypertension oculaire, une perte de contraste, une mauvaise perception des couleurs et autres peuvent, par exemple, entraîner une baisse de la précision des clics à cause du manque de vision ou à la difficulté à distinguer le contour des éléments constituant l'interface. Une difficulté à lire le texte de l'interface peut aussi résulter en une mauvaise compréhension du logiciel ou du système.
- Une dégradation de la mémoire (mémoire de travail, procédurale, sémantique, épisodique) : la difficulté à se remémorer un stimulus augmente le temps de réaction. L'utilisateur peut cliquer sur une fonctionnalité et avoir des difficultés à se rappeler pourquoi il a effectué cette action. Il peut aussi avoir des difficultés à se diriger dans l'interface à cause d'une mauvaise interprétation de celle-ci. L'ensemble des actions effectuées sur l'interface peuvent donc avoir une allure erratique.
- Un problème de dyspraxie qui peut avoir de multiples causes : dégénérescence de type Parkinson, arthrite, tendinite... L'utilisateur peut avoir des difficultés à tenir un smartphone, à cliquer sur un élément de l'interface ou à effectuer des actions de swipe et de hold que ce soit via le toucher ou par l'utilisation d'une souris. Cela résulte en une baisse de la précision des clics voire à une mauvaise compréhension par l'interface des actions voulues par l'utilisateur. Par exemple, une action de hold peut être considérée comme un clique suite à un tremblement résultant en une interruption de l'action.
- Une modification dans l'environnement de l'utilisateur : changement de dispositif, de posture, une perte d'attention, doublage de l'interactivité

avec une aide vocale... L'utilisateur peut se retrouver perdu. Suite à un changement de dispositif, il peut rencontrer des difficultés à comprendre et à s'appropriier le nouveau dispositif instauré. Une interactivité doublée par une aide vocale engendre l'apprentissage d'une nouvelle manière d'interagir avec des services ou outils dont l'utilisateur avait l'habitude. De même, l'ensemble de ces modifications dans l'environnement de l'utilisateur peut entraîner une mauvaise utilisation de l'interface, comme l'activation d'une fonctionnalité non souhaitée, voire une utilisation erratique de celle-ci.

En résumé, les personnes âgées sont sujettes à un ensemble de régressions de leurs facultés pouvant impacter fortement leurs interactivités avec les services et outils numériques dans un monde où le numérique règne en maître et où il est donc plus qu'important d'y garder une accessibilité.

4.4 Framework Silverkit

Le framework Silverkit est un projet démarré par Vincent Englebert, Claire Lobet-Maris et Wim Vanhoof [33]. Il a pour vocation d'apporter une solution à la problématique de la régression des facultés d'adaptation des personnes âgées entraînant des difficultés d'interaction avec le numérique, en se concentrant plus particulièrement sur les applications pour smartphone. Un premier rapport technique concernant la méthodologie du framework et des idées de patterns correctifs d'utilisabilité [32] et un deuxième rapport technique présentant la vision architecturale de la plateforme [34] ont été produits.

Le framework prendra la forme d'une librairie mise à disposition du développeur pour doter une application des fonctionnalités d'adaptabilité souhaitées. Celui-ci sera basé sur les applications natives sous Android. Ce choix est motivé par la part de marché qu'occupe actuellement Android et le moindre coût d'acquisition des appareils compatibles Android. Les aspects technologiques seront décrits pour le langage Kotlin qui s'impose désormais comme le langage usuel sur ce système d'exploitation [32].

L'idée principale de ce framework est de parer à ces régressions des facultés en adaptant dynamiquement l'interface mobile au fur et à mesure de l'utilisation de celle-ci par l'utilisateur. Pour ce faire, les événements d'interaction pertinents se déroulant entre l'interface et l'utilisateur devront être récupérés. Cela peut être l'ensemble des données de clics, les différents temps de réaction entre l'apparition des stimuli et l'action de l'utilisateur, les éventuels abandons de tâches voire les actions de swipe et de scroll. L'ensemble de ces informations seront ensuite analysées et pourront mener à un diagnostic concluant en la présence ou non d'éventuels problèmes d'interactions. En fonction des problèmes observés, des tactiques correctives seront dynamiquement appliquées sur l'interface toute les x périodes de temps. L'efficacité des différentes tactiques appliquées sera ensuite analysée. Une tactique corrective ayant un impact positif sur les problèmes d'interaction de l'utilisateur sera maintenue voire même amplifiée. Une tactique corrective n'ayant pas d'impact ou un impact négatif sera tout simplement annulée et la correction apportée à l'interface sera supprimée. Un cycle sera ainsi mis en place entre observation des événements d'interaction, analyse de ces événements et application ou révision des tactiques correctives

précédemment appliquées. L'idée serait que ce cycle, engendrant une adaptation dynamique de l'interface, arrive à mener l'application à un état d'utilisabilité le plus optimal possible avec l'utilisateur. Silverkit espère ainsi apporter à cette tranche de la population un soutien à leurs besoins en termes d'interactivité en palliant aux régressions de leurs facultés d'adaptation.

Aux figures 4.8 et 4.9, 2 diagrammes de flux démontrant, de manière assez générique, le fonctionnement envisagé par le framework.

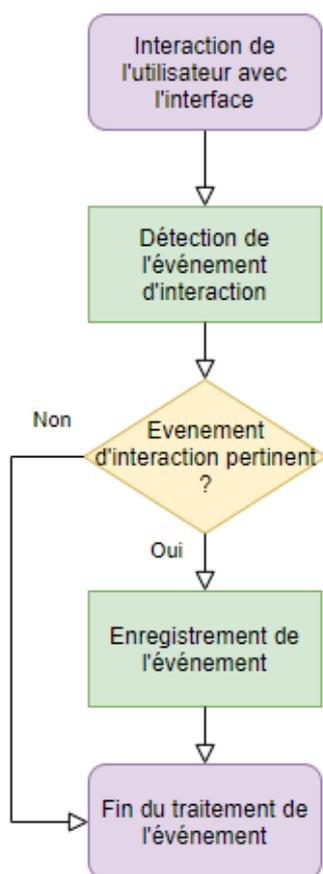


FIGURE 4.8 – Diagrammes de flux démontrant la gestion des événements d'interaction avec l'interface

La vision architecturale de Silverkit est particulièrement ambitieuse dans la mesure où elle propose de recueillir des informations transversales à différentes applications sur un même smartphone pour un utilisateur donné, mais également une collecte de données anonymisées sur un serveur afin d'extraire une connaissance plus large des problèmes d'accessibilité lors du vieillissement [34]. Le développement de Silverkit se déroulera donc en plusieurs phases [34] :

Phase 1 : Le framework est conçu pour une version donnée d'une seule application.

Phase 2 : Les phases 2.a et 2.b sont deux alternatives menant à la phase 3.

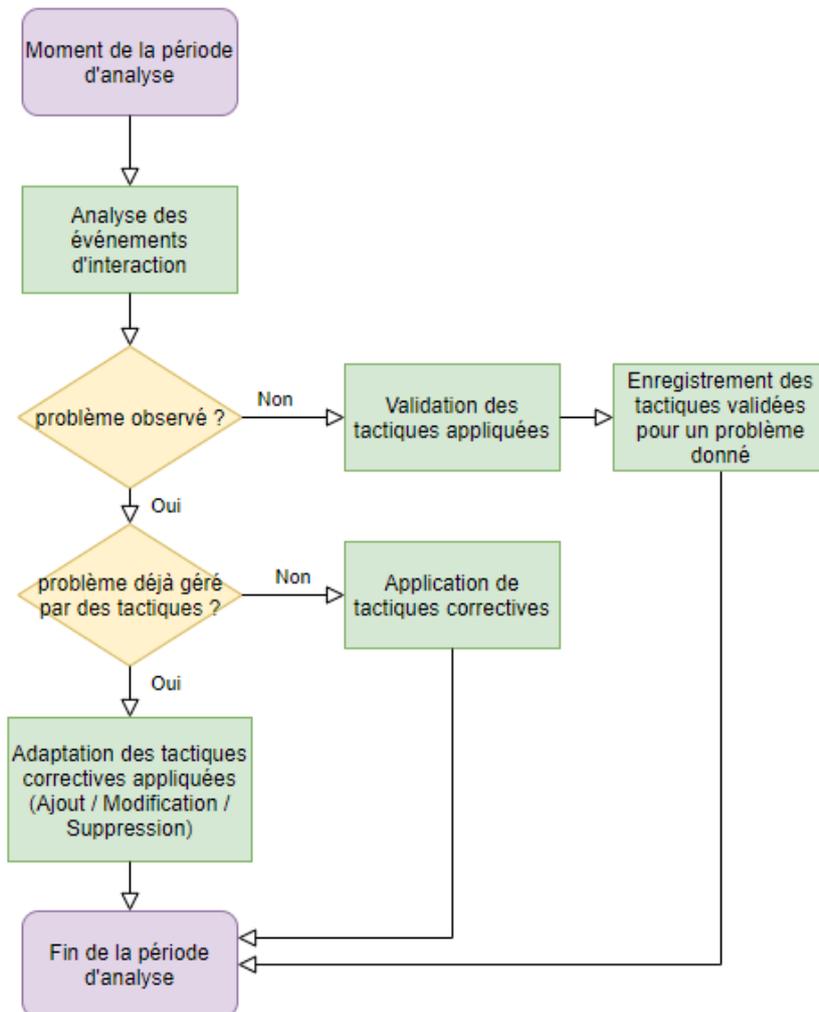


FIGURE 4.9 – Diagrammes de flux démontrant l’application des tactiques correctives

- **Phase 2.a** : Le framework est conçu pour offrir une gestion transverse à plusieurs versions d’une même application.

- **Phase 2.b** : Le framework est conçu pour offrir une gestion transverse à plusieurs applications pour une même version.

Phase 3 : Le framework généralise l’approche transverse à la fois pour différentes versions et différentes applications.

Phase 4 : Le framework est capable de communiquer des données anonymisées à un serveur central pour analyse.

Phase 5 : Le framework est capable de profiter d’informations produites par le serveur central pour améliorer les tactiques en cours.

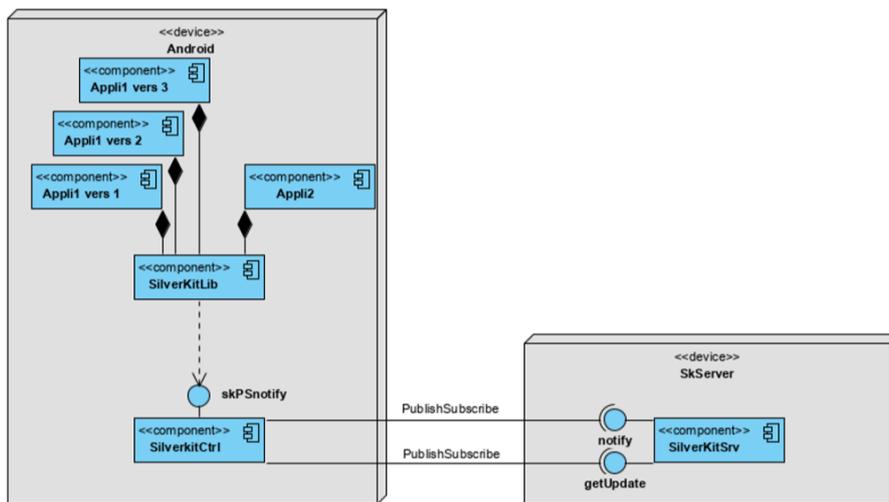


FIGURE 4.10 – Architecture des composants de Silverkit

Comme la figure 4.10 tirée du rapport 2 [34] le montre, l'architecture de Silverkit s'articule sur plusieurs couches. La première couche est l'application proprement dite (App_i) qui est développée avec les outils usuels dans le monde Android. La deuxième couche (SilverkitCtrl) est un service hébergé sur le smartphone et qui dispose de sa propre base de données locale. Celle-ci va recenser toutes les informations relatives au profil de l'utilisateur ainsi que les différentes mesures remontées par les applications au cours du temps et de leurs versions successives. La nécessité de disposer d'informations transversales aux applications et à leurs versions entraîne la présence de ce composant. Il pourra en outre être le gage que des informations liées à la vie privée ne seront pas communiquées en dehors de l'espace du smartphone. Enfin, la troisième couche (SilverKitSrv) consiste en un serveur unique pour tous les utilisateurs et leurs applications. Sa vocation est de collecter des données anonymisées sur les usages des utilisateurs afin d'affiner la connaissance du problème et corriger les heuristiques correctives. Les échanges avec ce composant seront cruciaux puisqu'ils peuvent rapidement dévoiler des indices sur l'identité des utilisateurs ou des données sensibles.

4.5 Objectifs

L'objectif de ce mémoire est de démarrer le développement de ce framework et de s'atteler à la phase 1, c'est-à-dire le concevoir pour une version donnée d'une seule application. Nous allons pouvoir mettre en pratique l'idée théorique du framework et voir les éventuelles difficultés techniques liées au développement dans le but de valider, invalider ou nuancer l'applicabilité de celui-ci dans un contexte réel.

La librairie à développer devra donc repérer les éventuelles difficultés d'interaction liées aux régressions des facultés de l'utilisateur et, en fonction, adapter de manière itérative l'interface afin de lui permettre une interaction optimale. Optimale, c'est-à-dire adaptée au mieux à la dégradation de ses capacités/aptitudes. L'aspect itératif apportant une adaptabilité dynamique de l'interface aux fluctuations possibles des régressions mais aussi une adaptation plus discrète évitant ainsi une évolution drastique de l'interface.

4.5.1 Portée du mémoire

Le virus de la COVID-19 a fortement impacté les relations sociales depuis plus de 2 ans maintenant. De nombreux confinements ont été mis en place et il est fortement déconseillé de rentrer en contact avec les personnes à risque, dont en autres les personnes âgées. L'épisode COVID nous a donc empêcher d'associer un grand nombre de personnes âgées à notre démarche. De plus, les utilisateurs peuvent présenter une grande variété de dégradations potentielles de leurs capacités/aptitudes ce qui rend le diagnostic des problèmes observés plus que complexe.

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous concentrerons donc sur les régressions des facultés uniquement oculaires des utilisateurs. Cela permettra, d'une part, à un plus grand nombre de personnes de participer aux tests. Même si la tranche d'âge ne sera pas toujours respectée, les facultés oculaires des utilisateurs seront impactées ce qui permettra quand même un relevé de données adéquat. D'autre part, la variété des régressions sera ainsi minimisée ce qui nous permettra de nous concentrer sur l'exactitude de notre diagnostic des régressions en fonction des problèmes oculaires observés.

4.5.2 Étapes du mémoire

Étape 1 : Élaboration de la librairie Silverkit.

La première étape va être de développer cette librairie. Elle nous permettra de détecter les différents événements d'interaction effectués par l'utilisateur sur l'interface et de les enregistrer de manière locale sur le smartphone de l'utilisateur.

Étape 2 : Collecte des données.

La deuxième étape sera d'appliquer cette librairie à une application mobile « jouet » afin de pouvoir échantillonner différents événements d'interaction et pouvoir collecter des données à analyser. Une méthodologie de relevé des données devra être choisie et l'application « jouet » devra

être utilisée par un ensemble d'utilisateurs possédant des dégradations de leurs capacités/aptitudes entraînant des difficultés lors de l'interaction. Cette application est qualifiée de « jouet » car elle sera spécifiquement choisie pour les tests. Elle possédera en effet peu de fonctionnalités et le principe de celle-ci sera simple évitant ainsi de nous éparpiller dans la complexité de l'application et de plutôt nous concentrer spécifiquement sur l'utilisateur et les tactiques à appliquer. Des applications plus complexes pourront être utilisées quand les bases du framework seront posées.

Étape 3 : Heuristique correctrice.

La troisième étape évoquera l'heuristique sur laquelle notre analyse et nos corrections se reposeront. Cette heuristique comprends les différentes mesures que nous allons effectuer ainsi que les solutions envisagées en fonction des différents problèmes observés.

Étape 4 : Visualisation et analyse des données.

La quatrième étape sera de visualiser et d'analyser en fonction de notre heuristique l'ensemble des données récoltées afin de déceler et proposer des solutions aux éventuels problèmes d'interaction de chaque utilisateur. Les solutions prendront la forme de tactiques correctives appliquées aux éléments de l'interface comme par exemple l'agrandissement d'un bouton, une augmentation du contraste de couleurs entre les éléments voire même une augmentation de la taille du texte.

Étape 5 : Développement des tactiques correctives.

La cinquième étape s'attelle à implémenter les tactiques envisagées par l'heuristique pour parer aux problèmes d'interaction de chaque utilisateur. L'applicabilité de ces tactiques sera discutée ainsi que les différentes difficultés et contraintes techniques rencontrées.

Étape 6 : Itérations et application des tactiques correctives.

La sixième étape consiste à réitérer les étapes 2 et 4 afin d'évaluer l'impact que les tactiques correctives, que l'on aura appliquées, ont sur les problèmes d'interaction de l'utilisateur et, en fonction, les adapter. Un impact positif d'une correction résulterait en son maintien, voire son accentuation si le problème diminue mais persiste. Un exemple d'accentuation serait de continuer d'augmenter la taille d'un bouton alors que celle-ci avait déjà été augmentée. Un impact négatif, quant à lui, résulterait en une diminution de la correction précédemment appliquée. L'application de ces tactiques se fera automatiquement par la librairie, en fonction des problèmes observés lors de l'analyse, toutes les x périodes de temps.

Le but de cette sixième phase est d'arriver à lier problèmes d'interaction et corrections précises à appliquer afin qu'au fur et à mesure des itérations, on arrive à affiner la connaissance du problème et qu'on puisse ainsi corriger les heuristiques correctives. Chaque problème d'interaction aura de ce fait sa ou ses corrections associées qui auront été validées et qui permettront ainsi d'optimiser l'interactivité des utilisateurs.

Chapitre 5

Élaboration de la librairie Silverkit

Cette section est consacrée à la première étape de ce mémoire, le développement du framework Silverkit. Le framework Silverkit prendra donc la forme d'une librairie afin que l'accès à ses fonctionnalités et donc l'incorporation du framework puisse être réalisé par les développeurs dans n'importe quelle application pour smartphone. Pour rappel, cette librairie sera développée pour le système d'exploitation Android en Kotlin comme expliqué dans la section 4.4. Le choix du langage Kotlin repose sur le fait que celui-ci s'impose désormais comme le langage usuel sur ce système d'exploitation. L'idée ici serait donc de développer une librairie Android. Afin de mieux comprendre comment nous allons procéder, veuillez vous référer à la section 2 de ce document montrant comment fonctionne le développement sur Android, et plus particulièrement sur Android Studio, l'IDE utilisé pour le développement de notre librairie.

La première étape de cette section se concentrera sur la détection des événements d'interaction qui nous sont pertinents effectués entre l'utilisateur et l'interface. La deuxième étape consiste en l'enregistrement de ces événements pertinents de manière locale sur le smartphone de l'utilisateur afin de pouvoir, par après, les analyser.

5.1 Détection des événements d'interaction

Les événements d'interaction qu'il nous faut détecter dans le cadre des problèmes oculaires sont principalement l'ensemble des clics effectués sur l'interface. En effet, un problème oculaire comme une dégénérescence oculaire, une cataracte, une hypertension oculaire, une perte de contraste, une mauvaise perception des couleurs et autre entraînent une baisse de la précision des clics à cause du manque de vision ou à cause de la difficulté à distinguer le contour des éléments constituant l'interface. Les événements de clics sont donc les plus pertinents à détecter dans le cadre de ce mémoire.

La première étape est de trouver un moyen pour détecter et relever les différents événements de clics effectués sur l'interface. Une interface Android étant

composée d'un ensemble de vues dotées d'un contour (visible ou non), il nous faut trouver un moyen de repérer les coordonnées (x,y) des clics effectués sur ces différentes vues. Une vue peut être un widget, un layout ou tout autre type d'éléments pouvant être ajoutés à l'interface.

Cependant, afin de mesurer la précision des clics, les coordonnées des événements de clics seuls ne nous suffiront pas. Il est aussi nécessaire de recueillir les délimitations de l'ensemble des éléments de l'interface. En effet, comment pourrions-nous conclure qu'un clic effectué sur une vue à une telle coordonnée, n'était pas destiné à cette vue mais à la vue se trouvant juste à côté ?

5.1.1 Détection des événements de clics

L'interface d'une application mobile est donc composée d'un ensemble de vues. Une vue peut être un widget, un layout ou tout autre type d'éléments pouvant être positionné sur l'interface. Ces vues peuvent se superposer et remplissent toutes une surface rectangulaire (même si visuellement la vue possède un contour circulaire). Chaque vue possède aussi un identifiant unique à chaque activité de l'application mobile. La figure 5.1 montre un exemple d'agencement des différentes vues de l'interface d'une activité de l'application.

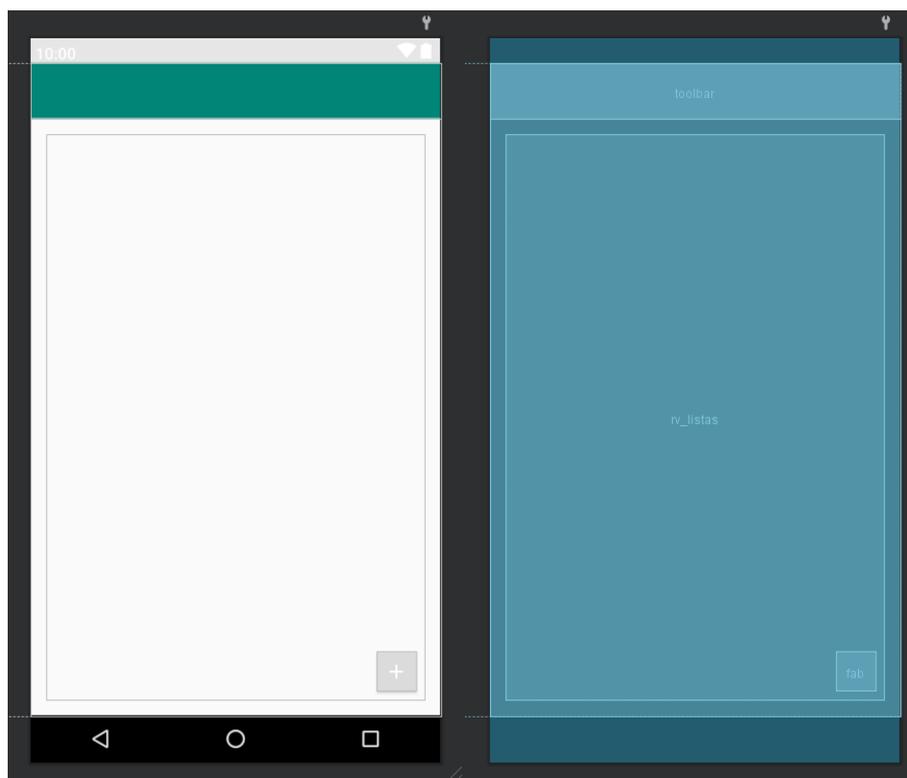


FIGURE 5.1 – Exemple d'agencement des différentes vues d'une interface

Quand un utilisateur effectuera une action de clic sur l'interface, il appuiera donc sur une vue de celle-ci. Chaque vue de l'interface est en réalité une classe héritant de la superclasse *View*. L'idée ici est de spécialiser les classes de ces vues afin d'obtenir un ensemble de vues ayant les mêmes propriétés que celles de bases d'Android mais que nous pouvons personnaliser et adapter à nos besoins.

Dans le cas qui nous intéresse ici, c'est-à-dire dans le cas où nous souhaitons relever les événements de clics, une méthode présente dans la superclasse *View* intitulée *onTouchEvent* [35] nous est particulièrement utile. Cette fonction, étant héritée par toutes les vues, est en effet appelée à chaque fois qu'une vue sera touchée par l'utilisateur. L'idée va donc être d'override cette méthode afin de capter les événements de clics effectués sur chacune des vues que l'on aura spécialisées et les enregistrer. Bien entendu, le code permettant d'enregistrer les événements de clics ne sera pas réécrit dans chaque vue spécialisée. Nous créerons une interface appelée *SkTools* contenant l'ensemble de nos outils Silverkit. Il nous suffira donc d'appeler une méthode présente dans cette interface pour effectuer l'enregistrement.

Pour que cela soit plus claire, voici un exemple au listing 5.1. Un widget pouvant être ajouter à une interface Android est un bouton. La classe de ce bouton appelée *AppCompatButton* hérite, comme toutes les vues, de la superclasse *View*. Nous pouvons donc spécialiser cette classe pour notre librairie Silverkit et override la méthode *onTouchEvent* afin d'enregistrer l'événement de clic effectué sur cette vue en appelant une méthode de notre interface *SkTools*. L'ensemble des vues spécialisées pour la librairie posséderont le même nom que les vues de bases d'Android avec le préfixe « Sk ». Dans ce cas-ci la vue spécialisée sera donc appelée *SkButton*.

Listing 5.1 – Classe spécialisée *SkButton*

```
class SkButton : AppCompatActivity, SkTools {  
  
    override fun onTouchEvent(ev: MotionEvent): Boolean {  
        // Methode de notre interface SkTools enregistrant  
        // l'evenement de clic  
        toolOnTouch(this, ev)  
        // Appel de la fonction onTouchEvent de la classe  
        // View afin de gerer l'evenement de clic  
        return super.onTouchEvent(ev)  
    }  
}
```

« *AppCompat* » est une librairie extrêmement connue et utilisée en Android étant donné qu'elle permet à des applications utilisant une ancienne version d'API Android, et surtout des widgets du Material Design, de pouvoir utiliser les nouvelles API développées. Par exemple, selon la documentation [36], la classe *AppCompatButton* est en faite un *Button* prenant en charge les fonctionnalités compatibles des anciennes versions de la plate-forme Android comme par exemple le changement de teinte dynamique de sa couleur. De plus, dans les versions ultérieures d'Android, lorsque nous utilisons la classe *Button*, nous utilisons en faite la classe *AppCompatButton*. Ceci ne s'applique pas seulement à la classe *Button* mais à un grand nombre de vues Android. Nous avons donc fait le choix dans ce mémoire d'étendre le plus possible les classes de types *App-*

Compat afin de donner à la librairie une couverture beaucoup plus optimale des différentes versions d'Android.

Voici, l'ensemble des vues spécialisées par notre librairie [37] :

— AbsListView	— NumberPicker
— AbsSeekBar	— ProgressBar
— AbsSpinner	— QuickContactView
— ActionMenuView	— RadioButton
— AutoCompleteTextView	— RadioGroup
— Button	— RatingBar
— CalendarView	— RecyclerView
— CheckBox	— RelativeLayout
— CheckedTextView	— ScrollView
— Chronometer	— SearchView
— CompoundButton	— SeekBar
— ConstraintLayout	— Spinner
— DatePicker	— StackView
— EditText	— Switch
— ExpandableListView	— TableLayout
— FloatingActionButton	— TableRow
— GridLayout	— TabWidget
— GridView	— TextClock
— HorizontalScrollView	— TextSwitcher
— ImageButton	— TextView
— ImageSwitcher	— TimePicker
— ImageView	— ToggleButton
— LinearLayout	— VideoView
— ListView	— ViewAnimator
— MediaController	— ViewFlipper
— MultiAutoCompleteTextView	— ViewSwitcher

Cette liste ne comprend pas l'ensemble des vues d'Android mais possède déjà un grand nombre de celles-ci. Elle pourra être complétée au fur et à mesure du développement de cette librairie.

Les développeurs n'auront plus qu'à utiliser nos classes spécialisées lors de la création de l'interface de leurs applications afin de bénéficier des services proposés par notre librairie. Le code au listing 5.2 illustre un exemple d'utilisation.

Listing 5.2 – Affichage XML d'un FloatingActionButton spécialisé par Silverkit

```
<com.amelie.silverkit.widgets.SkFloatingActionButton
    android:id="@+id/fab"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_gravity="bottom|end"
    app:srcCompat="@drawable/ic_add_24dp"
    app:backgroundTint="@color/light_gray"
    app:fabSize="mini"
/>
```

5.1.2 Récupération des délimitations des vues

Comme mentionné dans l'introduction de la section, pour récupérer la précision des différents clics leurs coordonnées ne nous suffiront pas. Les délimitations de l'ensemble des vues de chaque activité de l'application sont nécessaires. Grâce à ces délimitations nous pourrons ainsi calculer les distances entre les contours des vues et les coordonnées des différents clics comme le montre la figure 5.2.

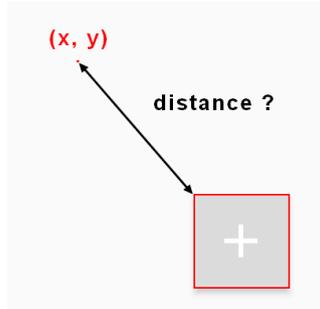


FIGURE 5.2 – Distance entre un clic et les délimitations d'une vue

L'ensemble des délimitations des vues de l'entièreté de l'application devront être récupérées. Pour ce faire, à chaque ouverture d'une activité de l'application par l'utilisateur, une méthode de notre librairie devra donc être appelée. Cette méthode initialisera notre librairie en enregistrant les délimitations de toutes les vues spécialisées se trouvant dans cette activité. Il sera nécessaire de passer en argument de cette méthode l'activité afin de récupérer l'ensemble des vues de celle-ci.

Intuitivement, il serait logique que l'appel à cette méthode se fasse dans la fonction *onCreate*, *onStart* ou *onResume* de l'activité [38], ces fonctions étant appelées à chaque création, ouverture ou retour de celle-ci respectivement. Cependant, lors de l'appel de ces fonctions, les vues de l'activité ne sont pas encore placées sur l'interface rendant la récupération de leurs délimitations impossible. L'appel à cette fonction devra se faire dans une méthode appelée après le rendu des vues et donc de l'interface de l'activité. La fonction *onWindowFocusChanged* [38] est une fonction appelée quand la fenêtre de l'activité gagne ou perd le focus. La fenêtre de l'activité gagne le focus lors du démarrage de celle-ci et perd le focus lors du lancement d'un dialogue ou d'une autre activité par exemple. L'ensemble des vues de l'activité sont donc correctement rendue lorsque celle-ci appelle cette méthode. Nous pouvons, de ce fait, appeler la méthode d'initialisation de notre librairie dans la méthode *onWindowFocusChanged* dans chaque activité, comme le montre ce code :

Listing 5.3 – Récupération des délimitations des vues

```
override fun onWindowFocusChanged(hasFocus: Boolean) {  
    // Recuperation des delimitations des vues specialisees  
    // par Silverkit presentes dans l'activite  
    SkInit().init(this)  
    super.onWindowFocusChanged(hasFocus)  
}
```

Les avantages de procéder de cette manière sont multiples. D'une part, l'ensemble du procédé est morcelé par activité. Si l'enregistrement de l'ensemble des délimitations des vues de l'application avait lieu d'une traite, lors du premier lancement de celle-ci par l'utilisateur, la charge pour le CPU ne serait pas négligeable. Celle-ci serait d'autant plus importante selon la taille de l'application en terme d'activités et de nombre de vues totales. Cela engendrerait un ralentissement de l'appareil sinon pas une fermeture anticipée de l'application pour cause de surcharge du CPU. D'autre part, l'intégralité des vues spécialisées seront correctement enregistrées pour les futures analyses. En effet, une application Android étant composée d'activités elles-mêmes composées de vues, les vues sont générées et créées visuellement lors du lancement de l'activité qui lui est associée. Si nous voulions enregistrer d'une traite l'ensemble des délimitations au premier lancement de l'application, un grand nombre de vues ne seraient pas encore générées et la récupération de leurs délimitations seraient donc impossible.

Les désavantages de ce morcellement par activité sont, d'une part, qu'à chaque fois qu'une activité gagne ou perd le focus, cette fonction d'initialisation sera appelée. Lors de l'appel à cette méthode, la librairie devra, de ce fait, vérifier si les délimitations des vues de cette activité ont été enregistrées ou ne l'ont pas encore été et si un enregistrement devra donc avoir lieu. La liste des activités dont les vues ont déjà été parcourues sera sauvegardée dans les « shared preferences » de l'application. Les « shared preferences » sont utilisées lorsque l'on souhaite sauvegarder de petites quantités d'information à propos des préférences de l'utilisateur comme dans ce cas-ci. En vérifiant la présence du nom de l'activité dans la liste d'activités sauvegardée, nous pourrions empêcher la méthode d'à nouveau gérer cette activité. D'autres part, les développeurs ne devront pas oublier d'initialiser cette méthode dans chacune des activités créées. Un oubli résulterait en l'impossibilité du calcul de la précision des clics pour l'activité oubliée.

5.2 Enregistrement des données brutes

Maintenant que les outils de notre librairie Silverkit sont mis en place, c'est-à-dire appelés à chaque événement de clics et ouverture d'activités, nous allons pouvoir nous atteler à sauvegarder les informations récupérées. La sauvegarde de ces informations se fera grâce à l'utilisation d'une base de données SQLite [39]. Cette base de données sera, pour cette phase, sauvegardée en local sur le téléphone de l'utilisateur.

L'utilisation d'une base de données SQLite nous est intéressant étant donné le nombre accru de données que nous allons devoir sauvegarder sur le smartphone de l'utilisateur mais surtout la nécessité ultérieure de faire des requêtes sur ces données. En effet, lors de la phase d'application des tactiques, la librairie devra accéder aux données de la base de données de l'utilisateur et effectuer des requêtes sur celles-ci afin de les analyser et d'appliquer de manière automatique les tactiques correctives. L'utilisation de bases de données textuelles, sans formatage particulier, comme les fichiers « Comma-Separated Values » rendrait particulièrement compliquée cette phase. De plus, les bases de données sont plus évolutives ce qui engendrera moins de difficulté lors de l'évolution du framework.

5.2.1 Données des événements de clics

À chaque clic sur une de nos vues spécialisées, la fonction *toolOnTouch* de la boîte à outils de notre librairie sera appelée. Celle-ci relèvera un ensemble d'informations à propos du clique :

- **L'identifiant de la vue.** Le développeur peut spécifier à chaque vue un identifiant permettant de la reconnaître parmi tous les éléments de l'interface. Un exemple d'application de cet identifiant de vue est présent au listing 5.2.
- **Les coordonnées du clic.**, c'est-à-dire les coordonnées du clic par rapport à l'écran du téléphone en pixels.
- **Le type de la vue.** Par exemple : RECYCLERVIEW, BUTTON, FAB, LINEARLAYOUT, ...
- **Le nom de l'activité dans laquelle se trouve la vue.** En Android, une activité correspond à une page de l'application.
- **Le timestamp du clic.** Le timestamp du clic est le moment précis où l'utilisateur a effectué le clic. Format du timestamp : AAAA-MM-JJ HH :MM :SS.SS.SSS

L'ensemble de ces informations concernant les événements de clics seront enregistrées dans une table de la base de données de l'utilisateur. Chaque ligne représentant un événement de clic et chaque colonne spécifiant, respectivement, l'identifiant du clic, l'identifiant de la vue cliquée, son type, son activité, la coordonnée X du clic, la coordonnée Y du clic et son timestamp. La figure 5.3 vous illustre un exemple de contenu pour de cette table.

ID	VIEW_ID	VIEW_TYPE	VIEW_ACTIVITY	CLICK_X	CLICK_Y	TIMESTAMP
Fil...	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre
1	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	923	2276	2021-07-09 20:11:38.625
2	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2325	2021-07-09 20:11:42.65
3	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	993	2315	2021-07-09 20:11:47.736
4	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2293	2021-07-09 20:11:51.189
5	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	966	2272	2021-07-09 20:11:54.012
6	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	965	2205	2021-07-09 20:11:57.087
7	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2257	2021-07-09 20:11:58.446
8	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2291	2021-07-09 20:12:01.167
9	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	956	2332	2021-07-09 20:12:04.253
10	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2304	2021-07-09 20:12:06.01
11	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2259	2021-07-09 20:12:10.789
12	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	962	2188	2021-07-09 20:12:15.313

FIGURE 5.3 – Exemple de contenu de la table de la base de données contenant les événements de clics

5.2.2 Données des délimitations des vues

Grâce à l'appel dans chaque activité de notre méthode *init*, l'ensemble des délimitations des vues spécialisées par notre librairie présentes dans l'application pourront être sauvegardées. Étant donné que les surfaces occupées par les différentes vues sur l'interface sont toujours de forme rectangulaire, nous pouvons les positionner grâce à 2 points ; le coin supérieur gauche et inférieur droit de la vue.

La méthode *init* de notre librairie prends en argument l'activité actuelle, celle dont nous voulons récupérer les différentes délimitations des vues. Grâce à l'activité, nous allons pouvoir récupérer le contenu graphique de son interface et de ce fait l'ensemble de ces vues sur lesquelles nous pourrons ensuite itérer. Dans le cas où la vue est une vue de la librairie Silverkit, ses coordonnées seront enregistrées. Voici les différentes informations relevées :

- L'identifiant de la vue.
- Le nom de l'activité dans laquelle se trouve la vue.
- La coordonnée X du coin supérieur gauche.
- La coordonnée Y du coin supérieur gauche.
- La coordonnée X du coin inférieur droit.
- La coordonnée Y du coin inférieur droit.
- La couleur de base de la vue (null si elle est transparente).
- La largeur de base de la vue.
- La hauteur de base de la vue.

De la même manière que les données des événements de clics, les délimitations seront sauvegardées dans une table de la base de données, différentes de celles des événements de clics. Chaque ligne de cette table représente une vue et chaque colonne spécifie, respectivement, l'identifiant de la ligne, ainsi que, respectivement, l'ensemble des informations citées plus hauts. Voici un exemple de contenu de la table contenant les délimitations des vues de l'application spécifiées par la librairie Silverkit :

ID	VIEW_ID	VIEW_ACTIVITY	TOP_LEFT_X	TOP_LEFT_Y	BOTTOM_RIGHT_X	BOTTOM_RIGHT_Y	BASE_COLOR	BASE_SIZE_WIDTH	BASE_SIZE_HEIGHT
1	rv	MainActivity	48	333	1032	2352	NULL	984	1440
2	fab	MainActivity	888	2208	1008	2328	-2368549	120	120

FIGURE 5.4 – Exemple de contenu de la table de la base de données contenant les délimitations des vues

5.2.3 Données hardware du smartphone

La taille de l'écran du smartphone de l'utilisateur en pixels sera aussi sauvegardées dans une table contenant les informations de l'appareil nécessaires à l'analyse des données.

Chapitre 6

Collecte des données

Le framework Silverkit étant maintenant développé, nous pouvons entamer la deuxième étape de ce mémoire; la collecte de données. Durant cette étape, nous allons choisir une application « jouet » permettant de mettre en pratique notre librairie. Une fois cette application trouvée, nous pourrons ensuite spécifier une méthode de relevé des données dans le but d'échantillonner des événements d'interaction réalisés par des utilisateurs possédant divers dégradations oculaires. Cette étape nous permet donc de collecter des données afin de, par la suite, pouvoir analyser l'applicabilité et l'efficacité du framework.

6.1 Choix de l'application « jouet »

Dans un premier temps, il est donc nécessaire de trouver une application « jouet » permettant de mettre en pratique notre librairie. Le choix de cette application n'est pas anodin car celle-ci doit posséder une interface propice au relevé des données. En effet, une application possédant une interface avec une taille de police élevée, des boutons de taille démesurée ou des éléments trop facilement utilisables ne permettra pas de mettre en évidence les éventuels problèmes d'interaction qui nous intéressent. De même, pour les premiers tests, l'application ne devrait pas posséder trop de fonctionnalités ou avoir un fonctionnement trop complexe car ceci impactera effectivement l'interaction mais les problèmes relevés seront des problèmes de compréhension de manière globale et non pas des problèmes d'interaction liés à la régressions des capacités humaines.

L'application choisie devrait être une application pour laquelle nous pouvons disposer du code. Nous pourrons ainsi modifier son interface, son fonctionnement et y intégrer notre librairie. Nous allons pour cela utiliser le store F-Droid afin de trouver une application propice à nos critères. F-Droid [40] est un catalogue installable d'applications libres et open-source pour la plateforme Android. Notre choix s'est porté sur une application appelée « To Do List » dont le github est accessible ici <https://github.com/Webierta/ToDoList>.

L'application « To Do List » permet, comme son nom l'indique, la gestion simple et rapide de listes de tâches. Celle-ci possède peu de fonctionnalités (ajout / modification / suppression et tri des listes), ce qui, pour les premiers tests de notre librairie, nous est particulièrement avantageux. Le principe de l'application est de même assez simple ce qui permettra une explication et compréhension rapide de celui-ci par des personnes âgées. L'application possède donc tous les critères qui nous sont nécessaires pour la première phase de tests.

Cette application possède 2 inconvénients. L'un est son interface beaucoup trop claire et lisible ce qui, lors de son utilisation par des utilisateurs possédant des dégradations oculaires, engendrerait peu de difficultés d'interaction. En effet, la taille de la police utilisée est très grande et le contraste entre les couleurs des différents éléments de l'interface est assez élevé ce qui permet donc de bien distinguer les contours de tous les éléments. Peu de difficultés d'interaction pourront être observées et de ce fait relevées par notre librairie ce qui ne nous donnerait pas assez de données nécessaires à l'application de tactiques correctives. L'autre est le fait que le « floating action button », ou « fab », en bas à droite ne permet pas une gestion incrémentale de sa taille pour la phase d'application des tactiques car ce type de widget n'en possède que 2.

Pour pallier à ces inconvénients, une légère modification de l'interface de l'application est donc nécessaire. La taille de la police sera réduite de 24 à 17 sp. Les boutons seront colorés en gris clair apportant ainsi un contraste moindre entre le fond blanc et le contour des boutons rendant donc leur distinction plus complexe. Le « fab » sera remplacé par un bouton simple. Voici un avant-après suite aux changements réalisés sur l'interface de l'application :

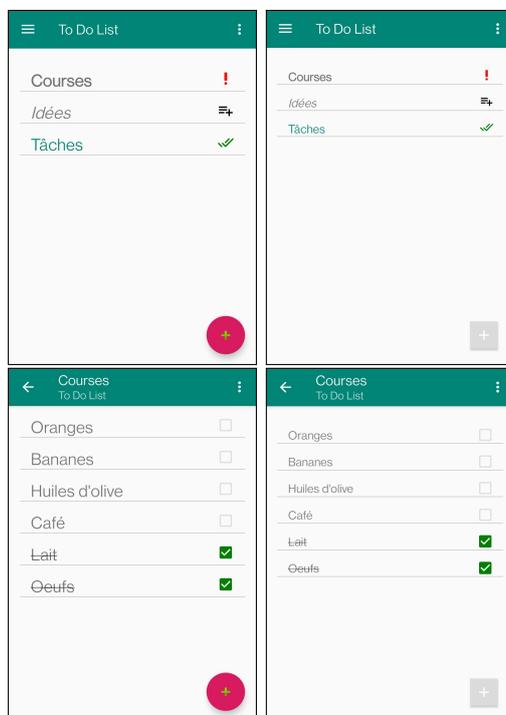


FIGURE 6.1 – Changements de l'interface de l'application « To Do List »

L'application « To Do List » possède un ensemble de fonctionnalités listées ci dessous :

- Ajout d'une liste
- Suppression d'une liste
- Suppression de l'ensemble des listes
- Tri des listes par ordre alphabétique
- Tri des listes par statut
- Arrangement des listes parmi l'ensemble des listes
- Renommage de la liste
- Cocher tous les éléments de la liste
- Décocher tous les éléments de la liste
- Vider la liste (supprimer tous ses éléments)
- Ajout d'un élément dans la liste
- Arrangement des éléments parmi l'ensemble des éléments de la liste
- Toggle l'état de l'élément (réalisé/Non réalisé)
- Suppression d'un élément de la liste

Il serait néanmoins plus judicieux de dégrossir la charge de travail en nous concentrant sur une seule de ces fonctionnalités pour le moment. Une fois l'efficacité de la méthode prouvée, de plus en plus de fonctionnalités pourront être ajoutées et les événements autour de celles-ci analysés nous permettant ainsi, au final, de couvrir toute l'application.

Nous nous concentrerons donc pour le moment sur la fonctionnalité d'ajout de liste où l'utilisateur devra appuyer sur le bouton « + » se trouvant tout en bas à droite de la première activité pour ajouter une liste.

6.2 Méthode de relevé des données

Un certain nombre d'expériences devront donc être réalisées sur un ensemble de personnes présentant des régressions de leurs facultés d'adaptation. Cette phase aurait dû se dérouler auprès des personnes concernées par la problématique, c'est-à-dire la tranche de la population présentant ces régressions de facultés. Cependant, avec la COVID-19, ces personnes ne sont malheureusement pas très accessibles. La tranche d'âge des individus appartenant au panel de tests sera donc un peu plus étendue.

Dans ce cas-ci, nous nous concentrons sur les régressions des facultés oculaires des individus et plus particulièrement la précision des clics de ceux-ci. Une manière de mesurer ces régressions serait de demander aux utilisateurs possédant des problèmes oculaires d'effectuer un certain nombre de clics sur le bouton d'ajout de liste en changeant la distance entre leurs yeux et l'interface. À chaque distance et pour chaque personne, un certain nombre de coordonnées de clics seront donc relevées. Ces données seront ensuite analysées afin de mesurer la précision des différents clics et leurs éventuels liens avec les problèmes oculaires de l'individu.

Chaque utilisateur devra retirer ses lunettes correctives et sera ensuite convié à se positionner perpendiculairement à un mètre de mesure allant de 0 à 50 cm, ses yeux positionnés dans l'allongement vertical du niveau 0. Le smartphone avec l'application « To Do List » lui sera ensuite tendu et celui-ci sera invité

à effectuer 10 clics avec l'appareil positionné à 10 cm de distance de ses yeux. Il réitérera cela aux 20 cm, aux 30, aux 40 et finalement aux 50 cm. Chaque utilisateur effectuera, de ce fait, un total de 50 clics sur l'interface. Voici une image illustrant la méthodologie :

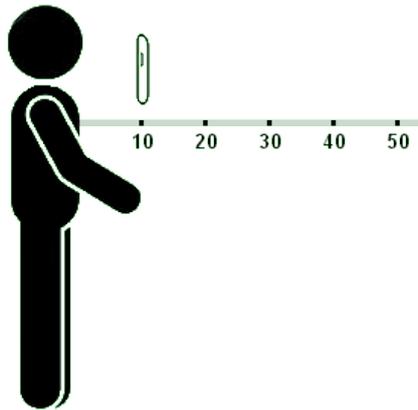


FIGURE 6.2 – Méthodologie de tests

Entre chaque clic, le sujet sera aussi convié à déplacer son bras afin de ne pas influencer ou régler son prochain clic sur le précédent. Il ne pourra donc pas se reposer sur sa mémoire motrice et on obtiendra, de ce fait, des résultats les plus réalistes possibles. Ce fait simplifiera grandement l'analyse des données par la suite. De plus, cette méthodologie a été choisie afin de collecter un nombre de clics assez conséquents permettant ainsi l'acquisition d'un nombre élevé de données sur les interactions de chaque utilisateur.

Chapitre 7

Heuristique corrective

Afin de pouvoir analyser les données que nous allons récolter, nous nous reposerons sur une heuristique. Cette heuristique proposera différentes mesures permettant de déceler la dégradation des problèmes oculaires dans le temps, et apportera aussi des solutions, sous forme de tactiques correctives, pouvant y pallier. Cette section reprend différentes idées évoquées dans le rapport technique n°1 du framework Silverkit [32].

7.1 Mesures proposées

Le premier rapport technique de Silverkit [32] propose différents moyens de mesures en ce qui concerne la précision des différents clics effectués sur l'interface. Les problèmes oculaires engendrant une vision trouble de l'interface ou une mauvaise distinction des éléments, ils auront un impact sur cette précision. Il est donc intéressant pour nous d'évaluer celle-ci au moyen de diverses mesures. Il est important de noter que nous considérons un clic effectué dans un rayon de distance ne dépassant pas un seuil δ d'un widget, comme étant destiné à ce widget. Ce seuil a été fixé arbitrairement au dixième de la largeur (ou de la hauteur si la hauteur est plus petite) de la taille de l'écran.

Distance du bord

La première mesure pouvant nous servir est la distance des différents clics par rapport au contour des éléments de l'interface. La tendance des clics à se distancer du bord peut être mesurée en 3 phases :

- **Phase 1** : Transformer chaque évènement en la distance minimale de (x,y) par rapport au bord du widget.
- **Phase 2** : Agréger ces distances par clusters C_i de taille N et réduits à la moyenne de leurs composantes :

$$\mu_i = \frac{\sum_{d_j \in C_i} d_j}{N}$$

- **Phase 3** : Créer une observation lorsque la distance entre 2 valeurs μ_i et μ_j avec $|i-j| = \delta$ est supérieure à un seuil σ . On fait ici l'hypothèse, que les distances décroissent et que l'utilisateur clique de plus en plus près du bord.

Le ratio d'erreurs

Le principe consisterait à dénombrer le nombre de clics à l'intérieur de la surface et ceux en dehors. Le rapport technique émet des réserves par rapport à cette mesure étant donné qu'il peut s'avérer difficile de dénombrer ces derniers avec précision car l'intention du clic pourrait concerner un autre widget. L'application d'une tactique corrective sur le mauvais widget pourrait s'avérer contreproductive.

Cette mesure n'est cependant pas inutilisable grâce à l'instauration du seuil de distance autour d'un widget δ . En effet, un clic effectué à l'intérieur de ce seuil sera considéré comme destiné à ce widget étant donné sa proximité avec les délimitations de celui-ci. Nous pouvons vraisemblablement conclure qu'il a été effectué dans le but d'atteindre cette vue, il pourra donc être comptabilisé dans le ratio d'erreurs de celle-ci.

Le centre de gravité

Agréger les mesures par clusters séquentiels d'évènements d'une longueur $N : C_{i:1\dots m}$ et $\#C_i = N$ afin d'observer l'évolution du centre de gravité de chaque cluster C_i . Créer une observation lorsque la distance entre les centres de gravité de deux C_i, C_j avec $|i - j| = \delta$ est supérieure à un seuil σ . Cette mesure indique donc un déplacement significatif du centre de gravité des clics.

Nous pouvons regarder si le sens du déplacement est constant ou aléatoire et donc s'il pourrait indiquer une certaine forme de pathologie. Nous pouvons aussi comparer ce centre de gravité au centre du widget et au ratio d'erreurs afin de voir si ce déplacement impacte d'une manière non négligeable la précision de l'interaction avec les éléments de l'interface.

7.2 Solutions éventuelles

La détection d'une baisse de la précision des clics quelle qu'elle soit, ne peut indiquer précisément le problème oculaire engendrant cette baisse. Celui-ci peut être dû à la difficulté à distinguer les contours du widget à cause d'un problème de contraste des couleurs ou à la difficulté à distinguer le widget de part sa taille minimale. Nous ne pouvons donc pas savoir si la meilleure tactique corrective à appliquer serait l'augmentation de la taille du widget ou l'augmentation du contraste entre le fond et sa couleur afin de mieux distinguer ses contours.

D'un point de vue technique, il est cependant beaucoup plus simple de modifier la couleur d'un widget que de modifier sa taille. En effet, le changement de la taille d'un widget peut avoir des répercussions sur le layout de l'interface et plus particulièrement sur la position, la taille voir même la visibilité des autres éléments. Les widgets peuvent ne plus avoir de place et se positionner à un autre emplacement, minimiser leur taille voire être recouvert par le widget dont la taille a été augmentée. Il y a donc beaucoup de contraintes nécessaires afin de pouvoir faire fonctionner cette tactique corrective.

L'idée va donc être, dans un premier temps, d'évaluer le contraste entre la couleur du widget et le fond et, si celui-ci n'est pas suffisant, l'augmenter afin de mieux distinguer le widget. Cette augmentation se fera en jouant sur le niveau de clarté de la couleur. En effet, un changement total de manière

arbitraire de la couleur du widget pourrait impacter l'expérience utilisateur (un joli bouton vert fluo au milieu d'une interface sobre impacterait fortement le visuel de l'application) et donc, indirectement, l'aspect marketing de celle-ci et les volontés esthétiques des développeurs. La modification totale des couleurs est donc à proscrire. Si cette variation de clarté de la couleur du widget ne fonctionne pas ou si le problème persiste, il sera nécessaire de jouer prudemment sur la taille de celui-ci. Le layout devra donc être conçu de manière adéquate par le programmeur si cette tactique est utilisée.

Enfin, si nous repérons un déplacement du centre de gravité des clics alors que les autres mesures restent normales ou si ce déplacement du centre est supérieur à un certain seuil, nous pourrions songer à attirer l'attention dans le sens opposé avec un décalage inverse à la direction du centre de gravité. Ceci serait possible en décalant l'icône ou le texte au sein du widget sans en affecter la surface.

Chapitre 8

Visualisation et analyse des données

Les données ayant été récoltées grâce à la méthode décrite dans le chapitre 6.2, il est maintenant temps de les visualiser et de les analyser en fonction de notre heuristique afin de tirer des conclusions pour chaque utilisateur. Cette phase d'analyse a pour but de repérer les différentes dégradations des facultés oculaires des individus et d'identifier les tactiques les plus adéquates à appliquer pour « corriger » ces dégradations. Données brutes présentes en annexes.

8.1 Visualisation des résultats

Comme mentionné au point précédent, la situation sanitaire actuelle ne nous permet pas de rencontrer un grand nombre de personnes se trouvant dans la tranche d'âge visée par notre recherche. La méthode de relevé des données a donc été appliquée à un ensemble de personnes entre 21 et 77 ans possédant des troubles visuels de toutes sortes et de toutes intensités. La répartition homme / femme a été amenée la plus proche possible du 50-50. Le COVID n'a pas permis le relevé des données dans un même endroit pour tous les individus mais des dispositions ont été prises pour que les données soient relevées dans les conditions les moins variées possibles. L'ensemble des données ont été relevées avec un smartphone de type One Plus série Nord possédant une taille d'écran de 1080 x 2400 pixels :



FIGURE 8.1 – One Plus Nord

8.1.1 Individu 1

Données utilisateurs

Âge : 23

Sexe : M

Problèmes oculaires **loin** :

— Myopie (gauche : -6 | droite : -8)

— Astigmatisme (gauche : -2.25 175° | droite : -1 10°)

FIGURE 8.2 – Individu 1 - Données utilisateurs

Données numériques

Ratio d'erreurs : 0.14

Distance moyenne du bord : 25.86 pixels

Centre de gravité : (941.68, 2266.94)

Distance entre le centre de gravité et le centre du widget : 6.23 pixels

FIGURE 8.3 – Individu 1 - Données numériques

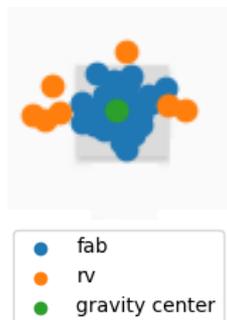


FIGURE 8.4 – Individu 1 - Positions des clics

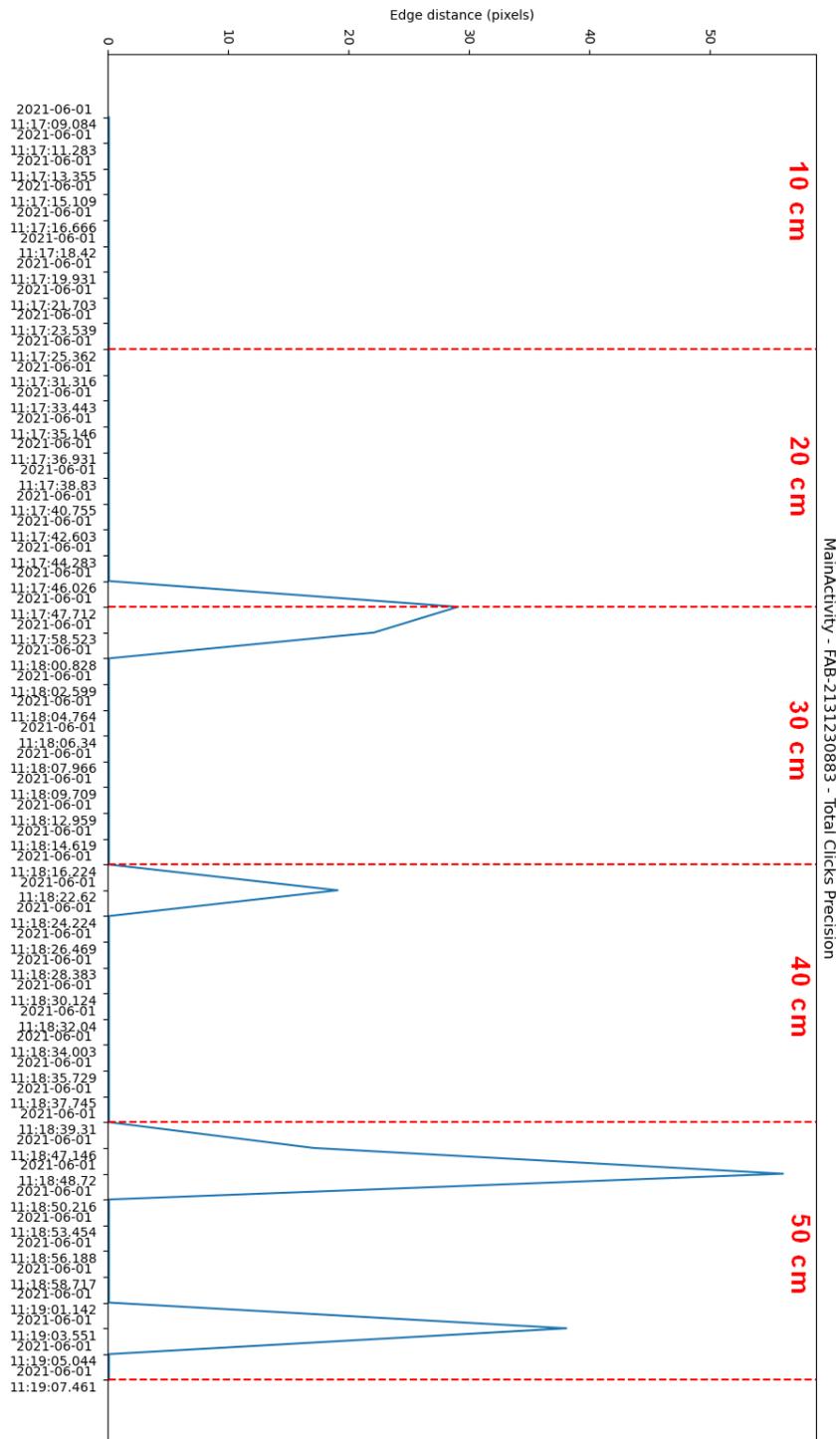


FIGURE 8.5 – Individu 1 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

8.1.2 Individu 2

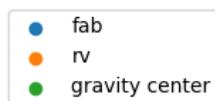
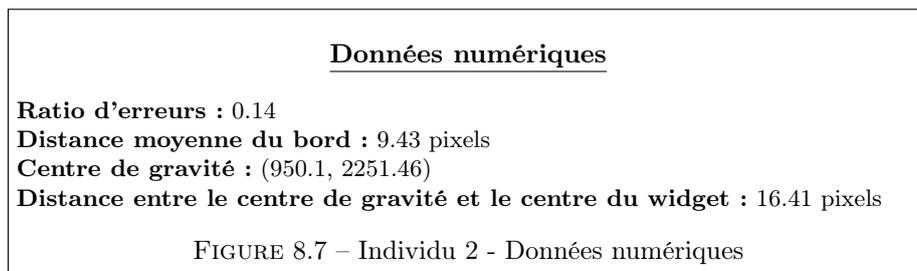
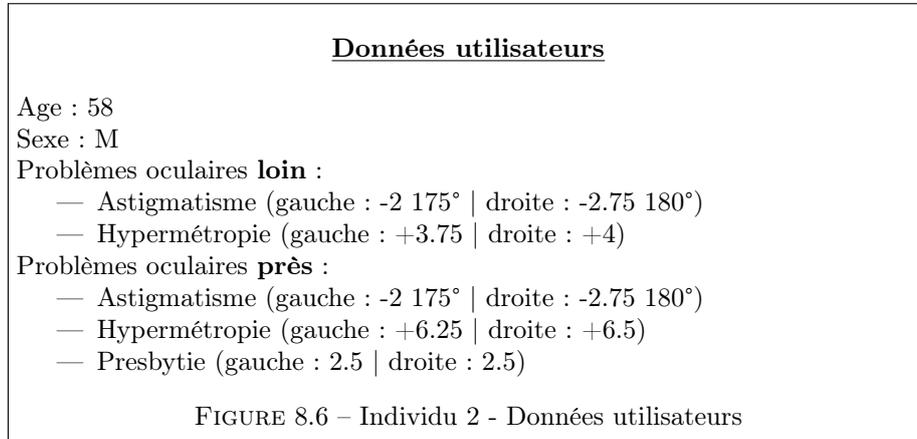


FIGURE 8.8 – Individu 2 - Positions des clics

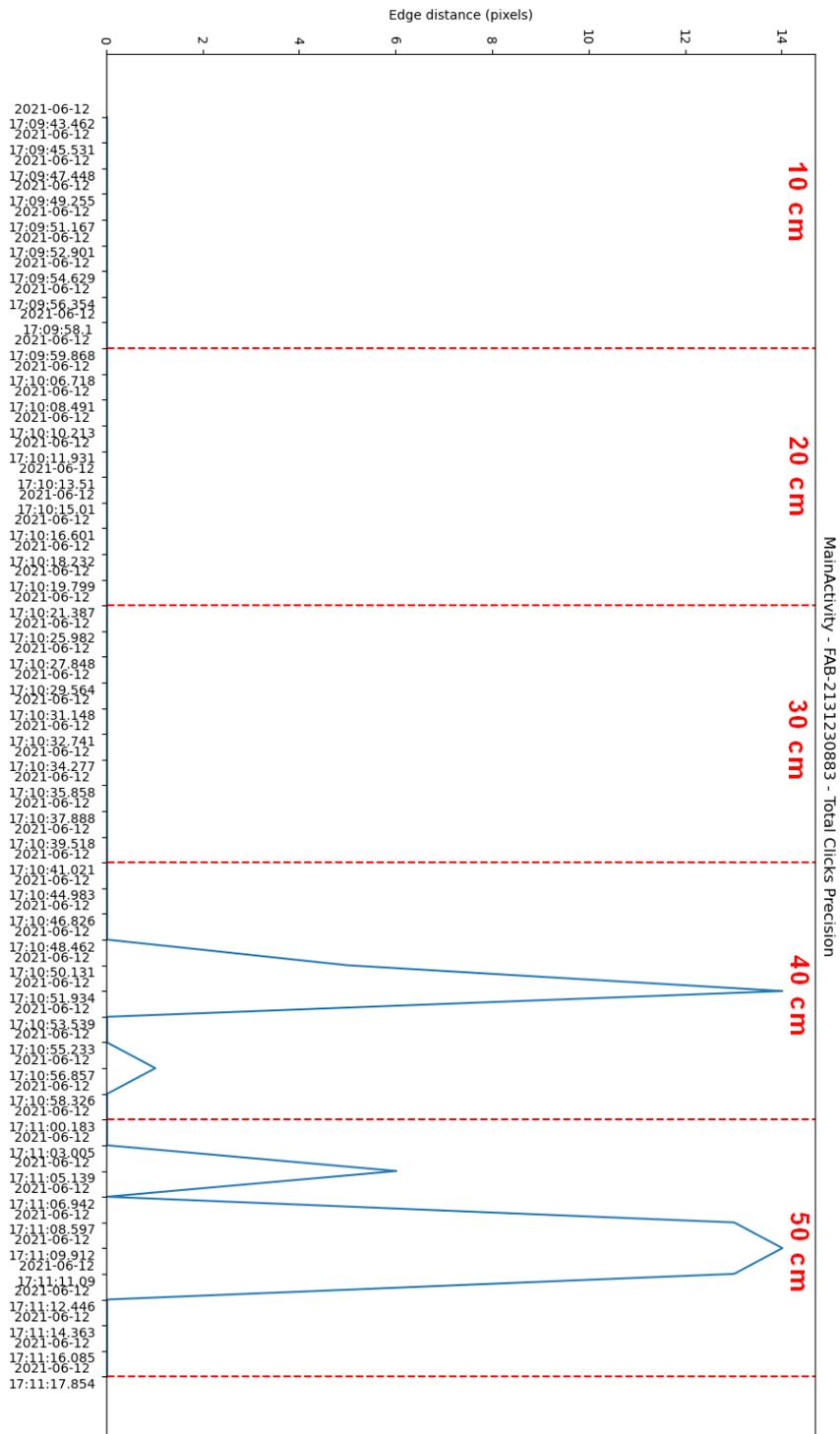


FIGURE 8.9 – Individu 2 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

8.1.3 Individu 3

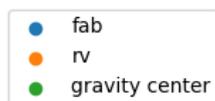
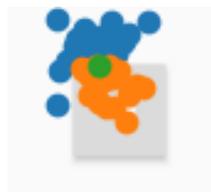
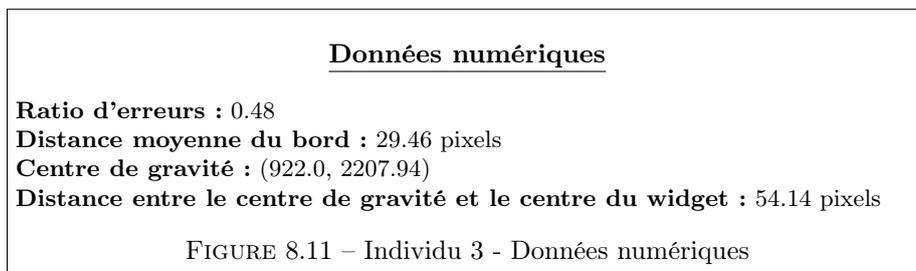
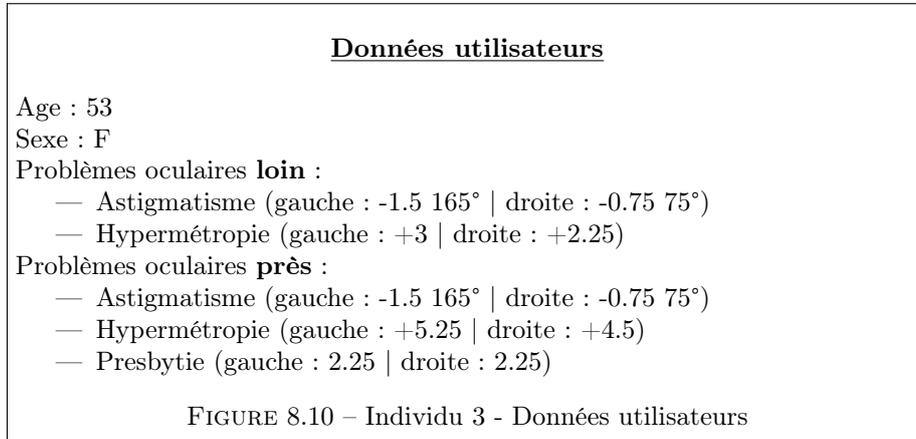


FIGURE 8.12 – Individu 3 - Positions des clics

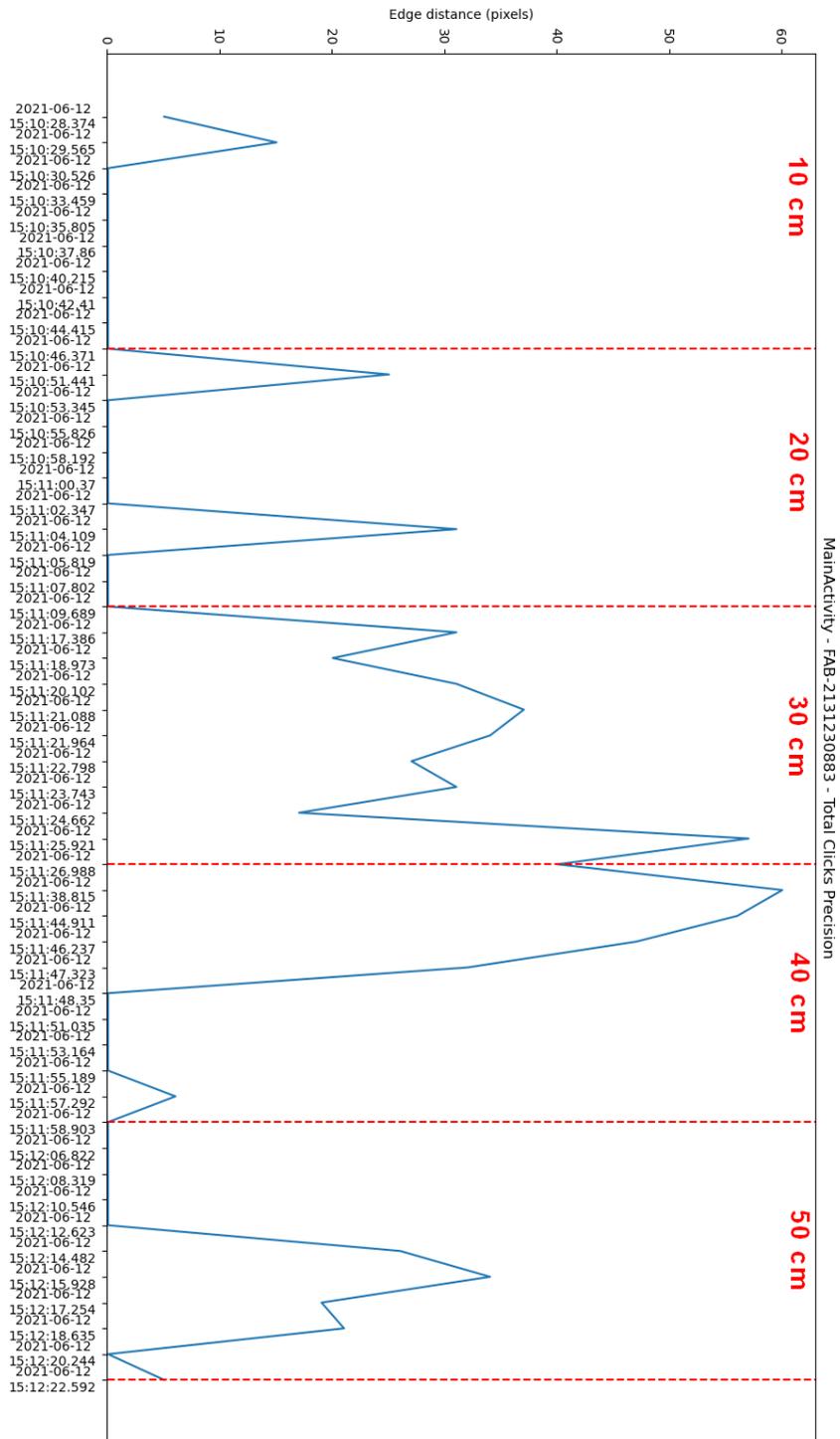


FIGURE 8.13 – Individu 3 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

8.1.4 Individu 4

Données utilisateurs

Age : 22

Sexe : F

Problèmes oculaires **loin** :

— Myopie (gauche : -2.75 | droite : -2)

— Astigmatisme (gauche : -1.25 170° | droite : -1 165°)

FIGURE 8.14 – Individu 4 - Données utilisateurs

Données numériques

Ratio d'erreurs : 0.12

Distance moyenne du bord : 15.83 pixels

Centre de gravité : (946.02, 2270.24)

Distance entre le centre de gravité et le centre du widget : 1.05 pixel

FIGURE 8.15 – Individu 4 - Données numériques

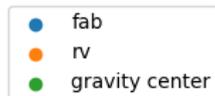


FIGURE 8.16 – Individu 4 - Positions des clics

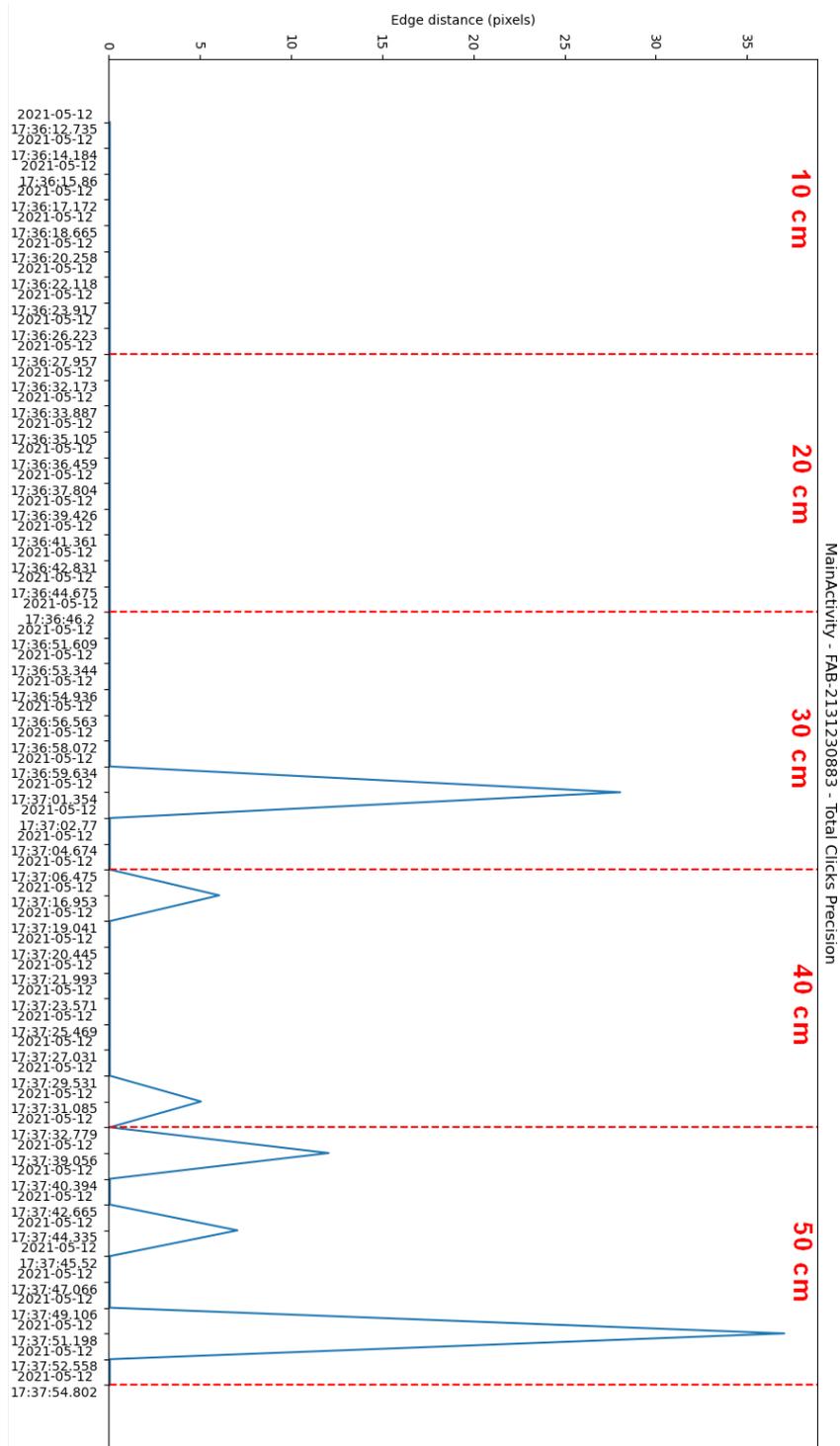


FIGURE 8.17 – Individu 4 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

8.1.5 Individu 5

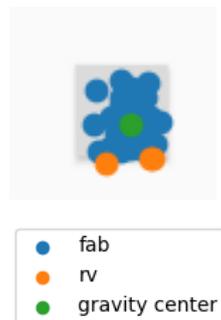
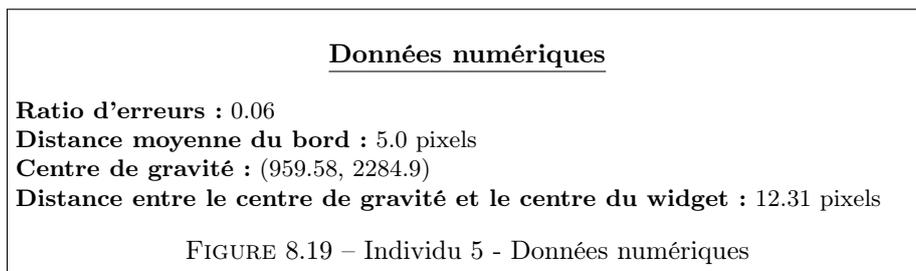
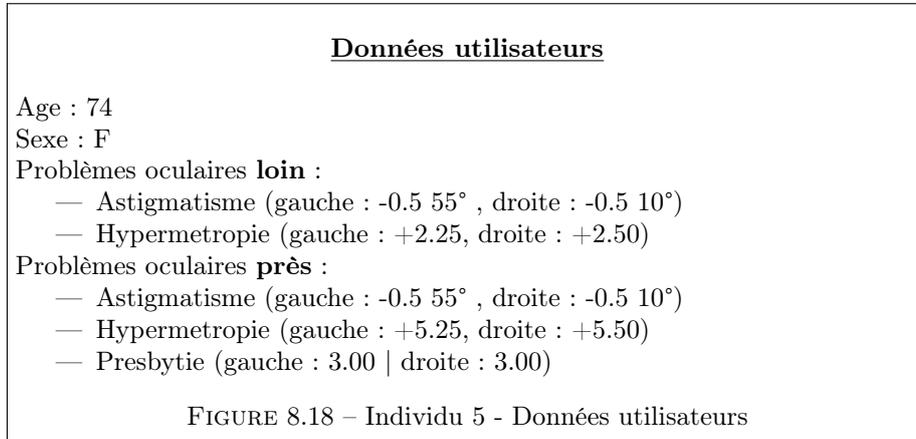


FIGURE 8.20 – Individu 5 - Positions des clics

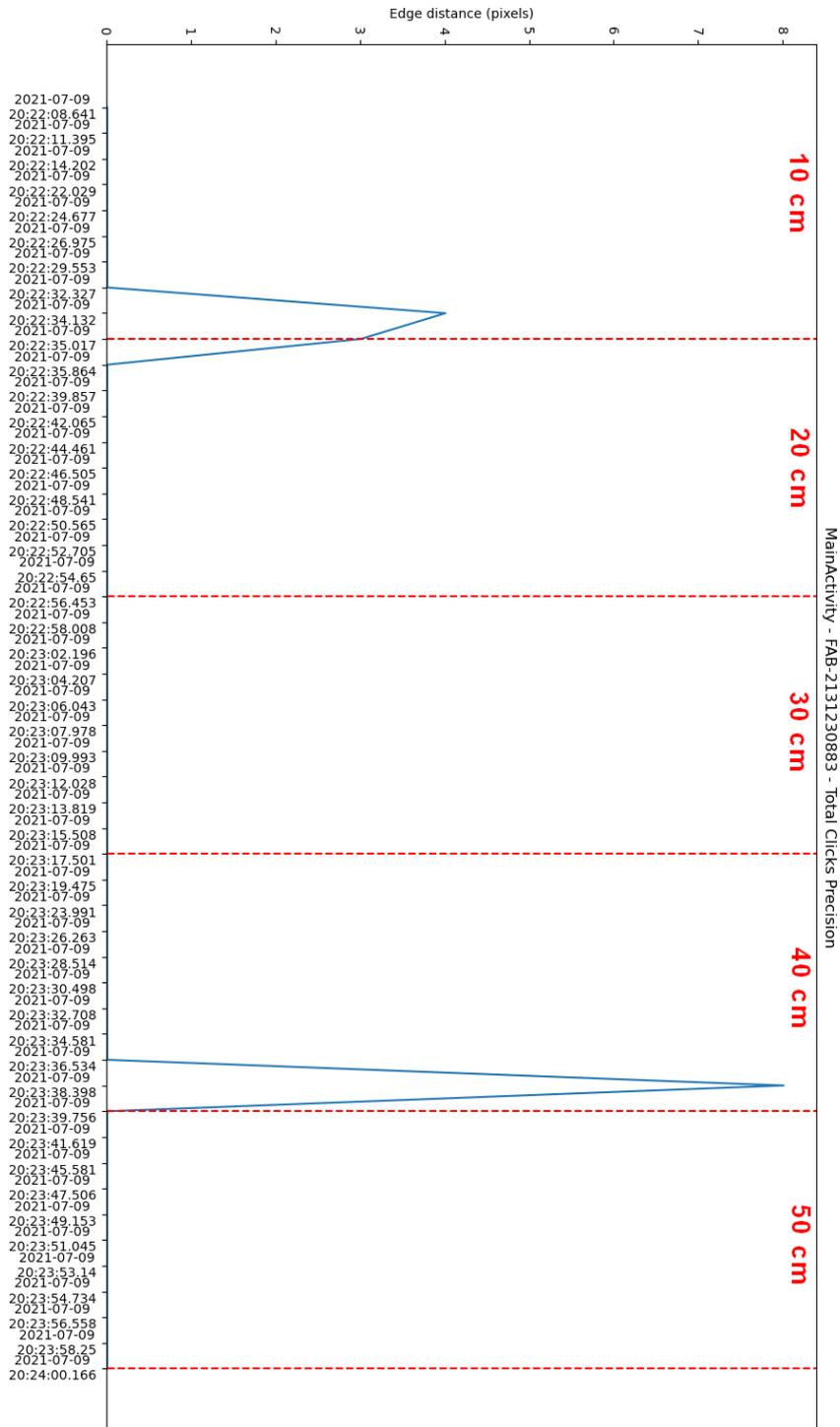


FIGURE 8.21 – Individu 5 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

8.1.6 Individu 6

Données utilisateurs

Age : 21
Sexe : M
Problèmes oculaires **loin** :
— Myopie moyenne

FIGURE 8.22 – Individu 6 - Données utilisateurs

Données numériques

Ratio d'erreurs : 0.0
Distance moyenne du bord : 0 pixel
Centre de gravité : (951.64, 2246.48)
Distance entre le centre de gravité et le centre du widget : 21.21 pixels

FIGURE 8.23 – Individu 6 - Données numériques

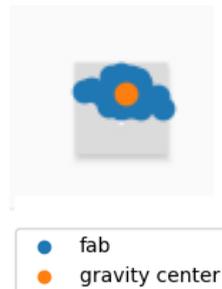


FIGURE 8.24 – Individu 6 - Positions des clics

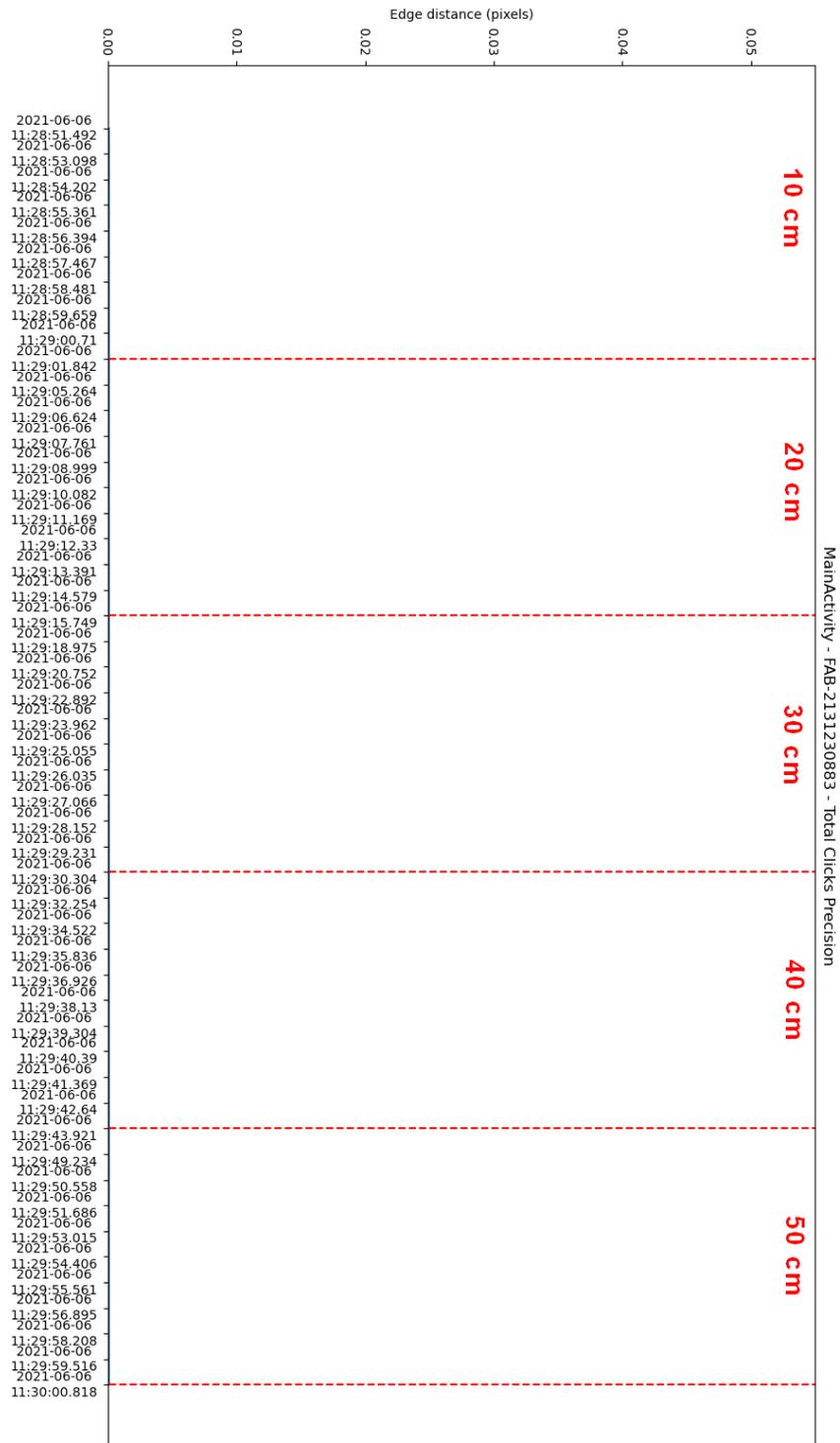


FIGURE 8.25 – Individu 6 - Précisions des clics
Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
(0 signifie clic effectué sur le bouton)

8.1.7 Individu 7

Données utilisateurs

Age : 77

Sexe : M

Problèmes oculaires **loin** :

— Opération de la cataracte aux 2 yeux

Problèmes oculaires **près** :

— Astigmatisme (gauche : -0.5 75° , droite : -0.5 115°)

— Hypermétropie (gauche : $+3$, droite : $+3$)

FIGURE 8.26 – Individu 7 - Données utilisateurs

Données numériques

Ratio d'erreurs : 0.14

Distance moyenne du bord : 11.71 pixels

Centre de gravité : (966.28, 2272.28)

Distance entre le centre de gravité et le centre du widget : 17.77 pixels

FIGURE 8.27 – Individu 7 - Données numériques

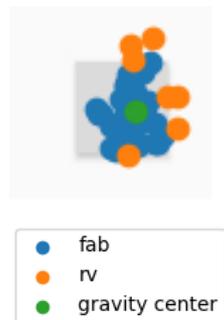


FIGURE 8.28 – Individu 7 - Positions des clics

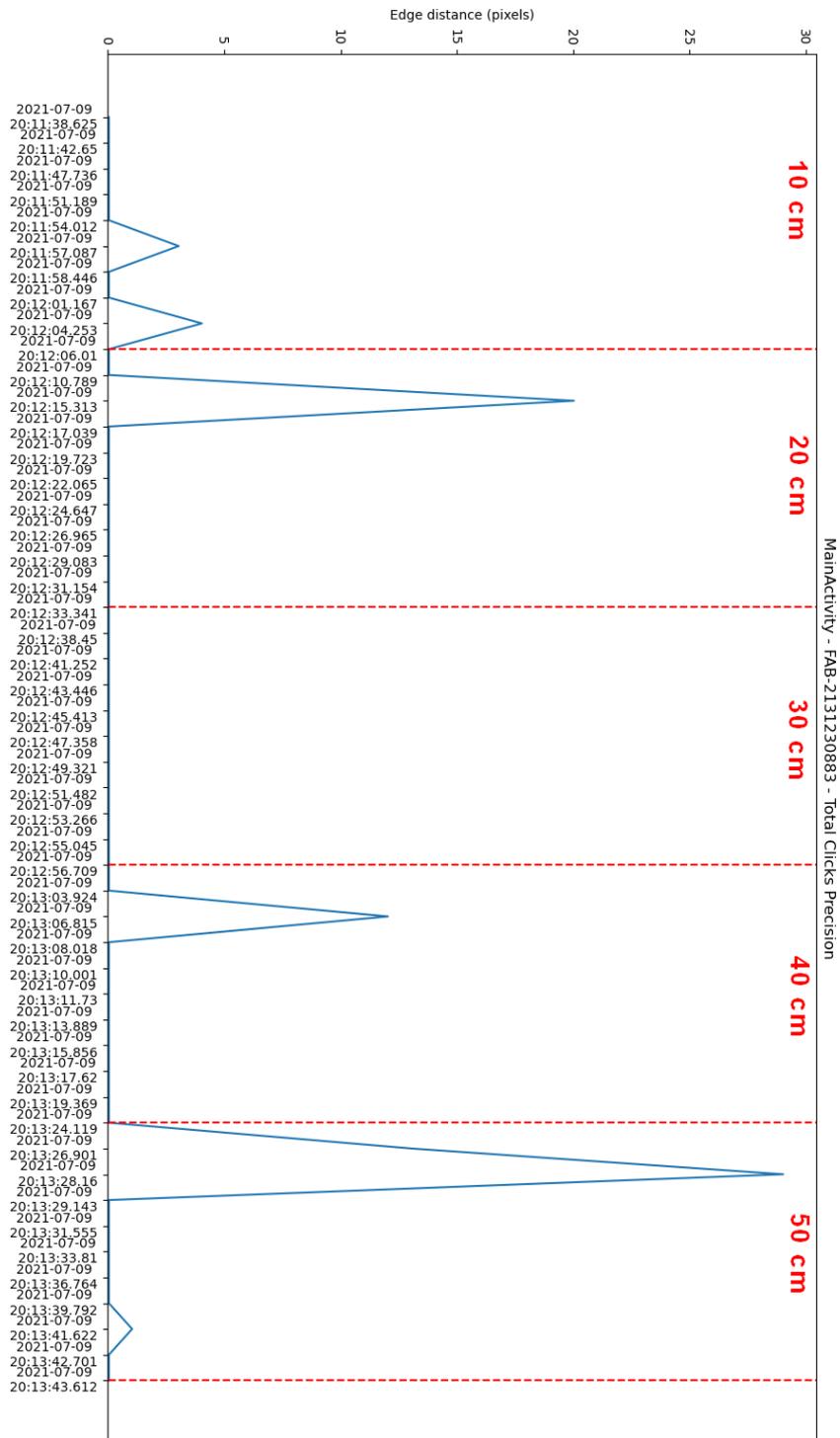


FIGURE 8.29 – Individu 7 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

8.2 Analyse des résultats

8.2.1 Analyses individuelles

Individu 1

Commentaires de l'individu : « J'ai du mal à voir le bouton à cause de la distance. Mais c'est surtout mon doigt que je ne vois pas bien car le bouton je sais qu'il est en bas à droite de l'écran »

L'individu 1 est un homme assez jeune (23 ans), il possède une myopie élevée ainsi qu'un faible astigmatisme.

Le centre de gravité de ses clics est assez proche du centre du widget (6 pixels) ce qui montre un bon équilibre des différents clics effectués.

Le ratio d'erreurs est un ratio plutôt bon (0.14), un peu plus d'un clic sur 10 est effectué à côté du widget et la moyenne de la distance du bord des clics « raté » est de 26 pixels ce qui est bon mais cependant pas négligeable. Les clics effectués en dehors de la zone du widget forment bizarrement une « croix ». En effet, les clics se concentrent à gauche, à droite et sur le haut du widget mais aucun n'est présent en dessous.

L'individu a tendance à rater ses clics lors du changement de distance entre le smartphone et ses yeux avec 2 clics échoués au passage des 30 cm, 1 au passage des 40 et 2 au passage des 50. La plus grande baisse de précision a cependant lieu lors des clics effectués aux 50 cm ce qui peut être expliqué par les problèmes de myopie de l'individu.

Globalement, l'utilisateur possède une bonne précision des clics mais éprouve de plus en plus de difficultés à garder cette précision lors de l'éloignement du smartphone. Le phénomène de clics en « croix » est à observer afin de voir si celui-ci est une coïncidence ou s'il peut indiquer la présence d'une pathologie. Une légère correction du bouton est donc nécessaire mais le centre de gravité est assez optimal pour ne pas en nécessiter.

Individu 2

Commentaires de l'individu : Aucun commentaire

L'individu 2 est un homme de 58 ans, il possède un astigmatisme et une hypermétropie de loin comme de près avec une hypermétropie un peu plus grande de près. Cet individu possède aussi une presbytie moyenne.

Étrangement, malgré la difficulté plus imposante de l'individu à voir de près de par une hypermétropie plus accentuée et une presbytie, celui-ci a échoué l'entièreté de ses clics aux 40 et 50 cm de distance du smartphone. Le rapport d'erreurs est cependant peu élevé et la distance entre ses clics échoués et le bord du widget est très minime avec une moyenne de 9,43 pixels.

Cet utilisateur a tendance à cliquer vers le haut du widget car le centre de gravité de ses clics se situe 16 pixels plus haut que le centre du widget.

Globalement, cet utilisateur possède une bonne précision de ses clics et

lorsque ceux-ci échouent, ils échouent non loin du widget. La baisse de la précision est plus importante lorsque le smartphone est loin malgré des troubles visuels plus importants de près. Ce fait est à observer enfin de voir si celui-ci est une coïncidence ou s'il reste constant. Une légère correction est donc nécessaire autant sur le bouton que sur le centre de gravité.

Individu 3

Commentaires de l'individu : « Le bouton est de plus en plus flou au fur et à mesure de la distance. Après comme je sais où le bouton se situe je savais environs où cliquer. »

L'individu 3 est une femme de 53 ans. Elle possède un léger astigmatisme de loin comme de près, une hypermétropie moyenne de loin mais plus importante de près ainsi qu'une presbytie moyenne.

La ratio d'erreurs des clics effectués est très important (0.48) avec une distance moyenne entre les clics et le bord du widget de 29.5 pixels mais cette moyenne comprenant des valeurs pouvant aller jusqu'à 60 pixels. Deux clics sur 10 ont échoué lorsque le smartphone était à une distance de 10 cm comme aux 20 cm, 9 clics sur 10 ont échoué aux 30 cm, 6 / 10 aux 40 cm et 5 / 10 aux 50 cm. La précision de l'individu est donc mauvaise peu importe la distance avec le smartphone mais particulièrement importante aux 30, 40 et 50 cm.

Le centre de gravité des clics est situé en dehors de la zone du widget avec une distance avec le centre de widget de 54 pixels. La grande partie des clics a été effectuée en particulier sur la partie haute du widget et se décalant légèrement vers la gauche. À voir si le sens de ce décalage est une coïncidence ou non. Le centre de gravité n'est donc pas du tout optimal.

Globalement, cet utilisateur possède une très mauvaise précision surtout à partir d'une distance de 30 cm entre ses yeux et le smartphone. Une correction importante est donc nécessaire pour cet utilisateur. Le centre de gravité est quant à lui très peu optimal et nécessiterait de même une correction.

Individu 4

Commentaires de l'individu : « Les contours du bouton sont distinguables de près comme de loin mais plus le bouton est loin plus il faut se concentrer pour le toucher correctement. »

L'individu 4 est une femme de 22 ans possédant un léger astigmatisme de loin et une myopie moyenne de loin.

Le ratio d'erreurs de l'individu est plus que convenable avec un score de 0.12. La distance moyenne entre le bord du widget et les clics échoués est de 15 pixels. Ces 2 scores montrent une très bonne précision de l'individu. Un clic a échoué aux 30 cm, 2 aux 40 cm et 3 aux 50 cm montrant une difficulté à cliquer de plus en plus grande au fur et à mesure de l'éloignement du bouton. Ce fait peut être expliqué par des troubles oculaires touchant principalement la vision lointaine de l'individu.

Le centre de gravité est décalé du centre du widget de seulement 1 pixel. Celui-ci est donc très convenable.

Globalement, l'individu possède une très bonne précision même si l'éloignement du smartphone génère une plus grande occurrence d'erreurs. Une très légère correction peut donc être apportée afin de faciliter la distinction du widget à distance. Le centre de gravité, quant à lui, ne nécessite aucune correction.

Individu 5

Commentaires de l'individu : « Le rond est toujours en bas à droite alors je sais où il est pour cliquer. »

L'individu 5 est une femme de 74 ans. Elle possède un astigmatisme de près comme de loin très léger, une hypermétropie moyenne plus importante de près ainsi qu'une presbytie importante.

Malgré ses problèmes de vues, l'individu possède une très bonne précision avec un ratio d'erreurs de seulement 0.06 et une distance moyenne entre les clics échoués et le bord du widget de seulement 5 pixels. Sur les 3 clics échoués, 1 était effectué aux 10 cm, 1 aux 20 cm et 1 aux 40. Deux des 3 clics ont échoués à une distance faible ce qui peut être expliqué par les problèmes de vue important de près de l'individu.

Le centre de gravité des clics est situé en bas à droite à une distance de 12 pixels du centre du widget. Les 3 seuls clics échoués ont d'ailleurs été effectués en dessous du widget.

Globalement, l'individu éprouve très peu de difficultés à cliquer sur le widget malgré ses problèmes de vues. Une très légère correction apporté au bouton pourrait néanmoins apporter une aide pour les clics effectués à une distance proche. Le centre de gravité peut aussi nécessiter d'une légère correction.

Individu 6

Commentaires de l'individu : « L'éloignement du smartphone ne me pose pas vraiment de problème pour cliquer sur le bouton. »

L'individu 6 est un homme de 21 ans. Il possède une myopie moyenne de loin.

Le ratio d'erreurs de cet individu est de 0.0, il est donc excellent. Aucun clic n'a été effectué en dehors du widget.

Le centre de gravité des clics est à 21.21 pixels en haut légèrement à droite du centre du bouton. L'entière des clics a été effectuée dans la partie supérieure du bouton. Une observation du phénomène serait intéressante.

Globalement, cet individu possède une extrêmement bonne précision mais ses clics ne sont dirigés que vers le haut du widget. Une correction du centre de gravité n'est donc pas de refus.

Individu 7

Commentaires de l'individu : « J'ai été opéré de la cataracte alors pour moi c'est facile de voir le bouton. »

L'individu 7 est un homme de 77 ans. Il a été opéré de la cataracte aux 2 yeux et possède un astigmatisme insignifiant ainsi qu'une hypermétropie de près moyenne.

Le ratio d'erreurs de l'individu est convenable avec un score de 0.14. Deux clics ont échoués aux 10 cm de distance, 1 aux 20 cm, 1 aux 40 cm et 3 aux 50 cm. Les 3 clics échoués aux 10 et 20 cm peuvent provenir de l'hypermétropie de près de l'individu. La distance moyenne entre les clics échoués et le contour du widget est de 12 pixels ce qui est peu.

Pour ce qui est du centre de gravité, la plupart des clics ont été effectués du coté droit du widget avec un déplacement du centre de gravité de 17.77 pixels par rapport au centre du widget.

Globalement, la précision de l'individu est correcte même si une légère correction du bouton peut améliorer le ratio d'erreurs. Une correction du centre de gravité peut aussi être réalisée. Le déplacement vers la droite des clics est à observer afin de voir s'il est constant ou s'il s'agit d'une coïncidence.

8.2.2 Analyse transversale

N°	Distances				
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm
1	0	1	2	1	3
2	0	0	0	3	4
3	2	2	9	6	5
4	0	0	1	2	3
5	1	1	0	1	0
6	0	0	0	0	0
7	2	1	0	1	3
Total :	5	5	12	15	18

TABLE 8.1 – Nombre de clics en dehors des limites du widget par individu et par distance avec le smartphone

N°	Troubles oculaires				
	Myopie	Astigmatisme	Hypermétropie	Presbytie	Cataracte opérée
1	x	x			
2		x	x	x	
3		x	x	x	
4	x	x			
5		x	x	x	
6	x				
7		x	x		x

TABLE 8.2 – Troubles oculaires des différents individus

N°	Distance entre le centre de gravité et le centre du widget (pixels)	Direction du centre de gravité par rapport au centre du widget
1	6.23	Haut et gauche
2	16.41	Haut et droite
3	54.14	Haut et gauche
4	1.05	Bas et gauche
5	12.31	Bas et droite
6	21.21	Haut et droite
7	17.77	Bas et gauche

TABLE 8.3 – Informations sur le centre de gravité des différents individus

N°	Ratio d'erreurs	Distance moyenne par rapport au bord du widget (pixels)
1	0.14	25.86
2	0.14	9.43
3	0.48	29.46
4	0.12	15.83
5	0.06	5.0
6	0.0	0.0
7	0.14	11.71

TABLE 8.4 – Ratio d'erreurs et distance moyenne du bord de chaque individu

Observations :

1. Le nombre de fautes augmente avec la distance peu importe les problèmes de vues (8.1)
2. Toutes les personnes ayant fait des fautes aux 10 cm ont 53 ans ou plus et sont atteintes d'astigmatisme et d'hypermétropie (8.1, 8.2)
3. Les personnes atteintes de myopie ont fait la plupart de leur fautes à partir des 30 cm (8.1, 8.2)
4. 2 personnes presbytie sur les 3 testées ont échoués des clics dans les 10 et 20 premiers centimètres (8.1, 8.2)
5. Globalement, plus le ratio d'erreurs augmente plus la moyenne des distances avec le bord du widget augmente également. (8.4)
6. Aucune logique ou pattern ne semble s'appliquer en ce qui concerne la position du centre de gravité ou la direction de son déplacement. (8.3)
7. Sur les 3 personnes ayant le plus de précision dans leurs clics, 2 ont moins de 23 ans. (8.4)
8. L'individu 3 a échoué 9 de ses clics à 30 cm de distance pour ensuite diminuer à 6 aux 40 cm et à 5 aux 50 cm. Rien n'explique ce phénomène pour le moment.

Hypothèse sortant de l'analyse :

1. Le nombre de fautes augmente avec la distance peu importe les problèmes de vues des utilisateurs
2. L'astigmatisme et l'hypermétropie engendre une baisse de la précision dès 10 cm de distance avec le smartphone.
3. La myopie baisse la précision à partir d'une distance de 30 cm avec le smartphone.
4. La presbytie engendre une baisse de la précision des clics dans les 10 et 20 cm de distance avec le smartphone.
5. Plus le ratio d'erreurs augmente, plus la moyenne des distances avec le bord du widget augmente également.
6. Malgré leurs problèmes de vues, les plus jeunes ont tendance à avoir un meilleur niveau de précision.
7. La position du centre de gravité des clics et son sens de déplacement semblent être aléatoire.

Chapitre 9

Développement des tactiques correctives

Dans cette section, nous allons développer les différentes tactiques correctives en fonction de l'heuristique d'analyse de la section 7. Le but de cette section est de présenter le procédé concret de l'application de ces tactiques sur l'interface d'une application. Nous allons expliquer les différentes étapes du procédé et les choix effectués pour ensuite discuter les difficultés et contraintes techniques rencontrées.

9.1 Procédé

Le procédé d'application des tactiques correctives sur l'interface est représenté sous forme d'un diagramme de flux à la figure 9.1. Ce procédé est démarré à chaque lancement d'activité par l'utilisateur suite à la contrainte 1. À chaque activité est associé un timestamp indiquant le moment de la dernière application des tactiques pour celle-ci. Si la dernière période d'analyse de l'activité date d'il y a plus de 5 jours, une nouvelle période d'analyse sera démarrée. Cette durée de 5 jours a été choisie arbitrairement étant donné que quelques jours ne suffiront pas à collecter assez de données pour l'analyse et un intervalle trop élevé n'apporterait pas une fréquence d'adaptation assez soutenue pour l'utilisateur.

À chaque période d'analyse, l'ensemble des vues spécialisées par notre librairie présente dans l'activité analysée sont récupérées. Pour chacune, nous vérifions si le nombre d'événements d'interaction effectués dans le but d'interagir avec cette vue (les clics effectués sur celle-ci et autour de celle-ci dans un rayon fixe arbitraire équivalent à 10% de la largeur de l'écran) est assez grand pour appliquer d'éventuelles tactiques. Si ce nombre est assez élevé (arbitrairement, minimum 5 clics réalisés depuis la dernière analyse), nous pouvons analyser ces événements d'interaction et appliquer les tactiques correctives sur cette vue en fonction des données d'analyse ainsi récupérées. Si une période d'analyse avait déjà eu lieu précédemment, les nouvelles données d'analyse seront comparées aux anciennes afin d'évaluer l'impact de l'application des éventuelles précédentes tactiques sur l'interaction et les adapter en conséquence.

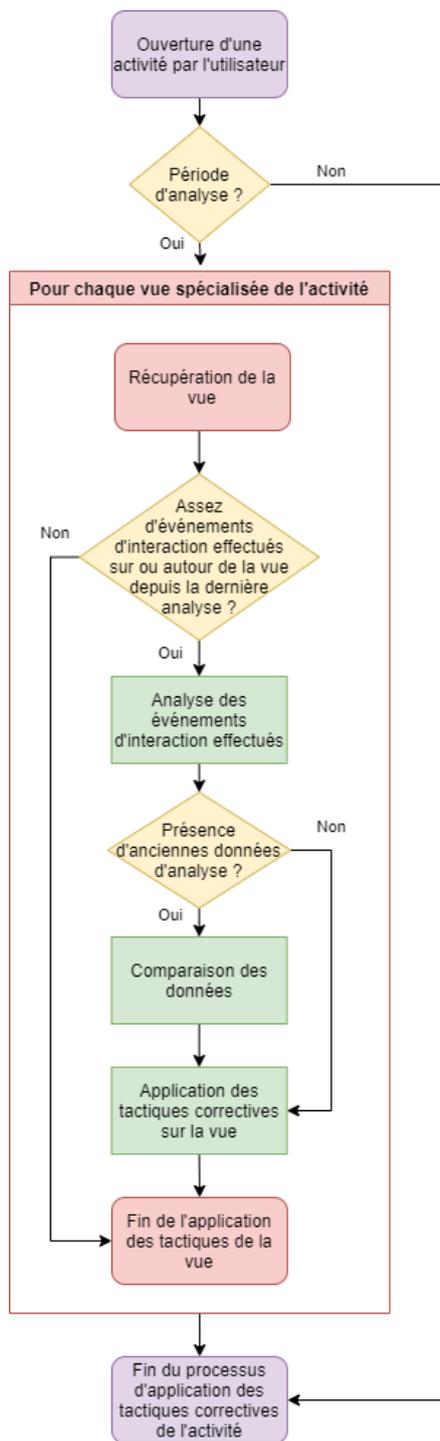


FIGURE 9.1 – Diagramme de flux représentant le procédé d’application des tactiques

Ce procédé permet une application morcelée des tactiques sur l'entièreté de l'application et principalement sur les activités les plus utilisées par l'utilisateur empêchant ainsi une utilisation non-optimale du CPU de l'appareil. La totalité des vues spécialisées par notre librairie présente dans l'activité seront traitées efficacement. De plus, les anciennes données des précédentes analyses de la vue sont récupérées afin de pouvoir être comparées avec les nouvelles ce qui permet un suivi pertinent des différentes tactiques appliquées.

Chaque tactique possède aussi un procédé d'application différent en fonction de la correction à appliquer et de l'heuristique d'analyse de la section 7. Les différents procédés d'application des 3 tactiques considérées dans le cadre de ce mémoire sont présents aux figures 9.2, 9.4 et 9.6 .

9.1.1 Tactique corrective liée au contraste des couleurs

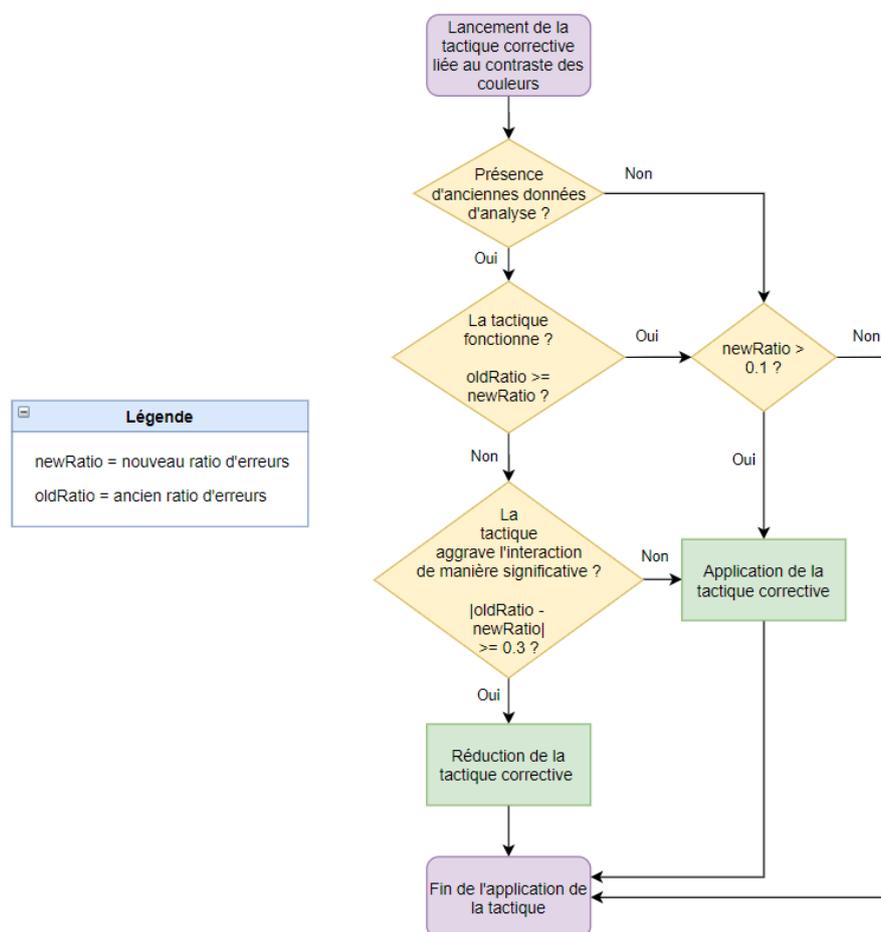


FIGURE 9.2 – Diagramme de flux représentant le procédé d'application de la tactique liée au contraste des couleurs

La figure 9.2 présente le procédé d'application de la tactique liée au contraste des couleurs. Cette tactique est appliquée en premier lieu lorsque l'utilisateur éprouve des difficultés à appuyer de manière précise sur le bouton. Elle permettra à l'utilisateur de mieux détecter les contours de la vue en ajoutant du contraste entre la couleur de celle-ci et son fond. La figure 9.3 illustre un exemple démontrant la différence entre un contraste de couleurs faible et un contraste élevé. L'idée de cette tactique est donc d'éclaircir ou d'assombrir la vue en fonction de la couleur de son fond. Nous nous basons ici seulement sur le ratio d'erreurs de l'utilisateur afin de déterminer si cette correction doit être appliquée ou non.

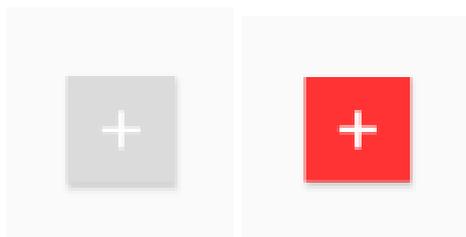


FIGURE 9.3 – Différence entre un bouton possédant un contraste de couleur faible (gauche) et un contraste élevé (droite)

L'application de la tactique démarre par son lancement. Si c'est la première fois que cette vue se fait analyser, c'est-à-dire qu'il n'existe pas encore de données d'analyse pour celle-ci, alors nous regardons simplement si le ratio d'erreurs est supérieur ou non à 0.1 (1 erreurs sur 10 clics effectués). Si c'est le cas, la tactique corrective sera appliquée, sinon aucune correction de couleurs ne sera effectuée. Dans le cas où d'anciennes données d'analyse existent, nous étudions si l'application de la tactique a été effective ou non. Pour ce faire nous regardons simplement si le nouveau ratio d'erreurs est moins élevé que l'ancien. Si c'est le cas, la tactique fonctionne, il nous suffit ensuite d'évaluer si le nouveau ratio d'erreurs est supérieur à 0.1 ou non et donc s'il est nécessaire de continuer à l'appliquer. Dans le cas contraire, si la tactique n'a pas fonctionné, nous regardons si son application a aggravé de manière significative l'interaction. Nous considérons qu'une interaction est aggravée si la différence entre l'ancien ratio d'erreurs et le nouveau est de plus de 0.3. Si la tactique n'empire pas de manière significative l'interaction, nous continuerons à l'amplifier, sinon, nous allons réduire la tactique. Une application de cette tactique consiste en un éclaircissement ou un assombrissement de sa couleur de 10 % et une réduction de celle-ci consiste en l'effet inverse.

Afin de trouver la vue utilisée comme fond, nous bouclons sur toutes les vues « parents » de la vue que nous analysons et récupérons la première possédant une couleur. Il existe cependant un cas particulier où aucune vue « parent » ne possède de couleur. Si ce cas se présente, nous considérons que la vue de fond est de couleur blanche, la couleur de base affichée comme fond par Android.

9.1.2 Tactique corrective liée à la taille des éléments

Cette tactique corrective est utilisée lorsque l'utilisateur montre des difficultés à appuyer sur la vue et que la tactique de correction liée au contraste des couleurs n'est pas effective. L'idée ici est donc d'augmenter la taille de la vue afin de rendre cette tâche plus simple à réaliser pour l'utilisateur. La figure 9.4 illustre le procédé de l'application de cette tactique.

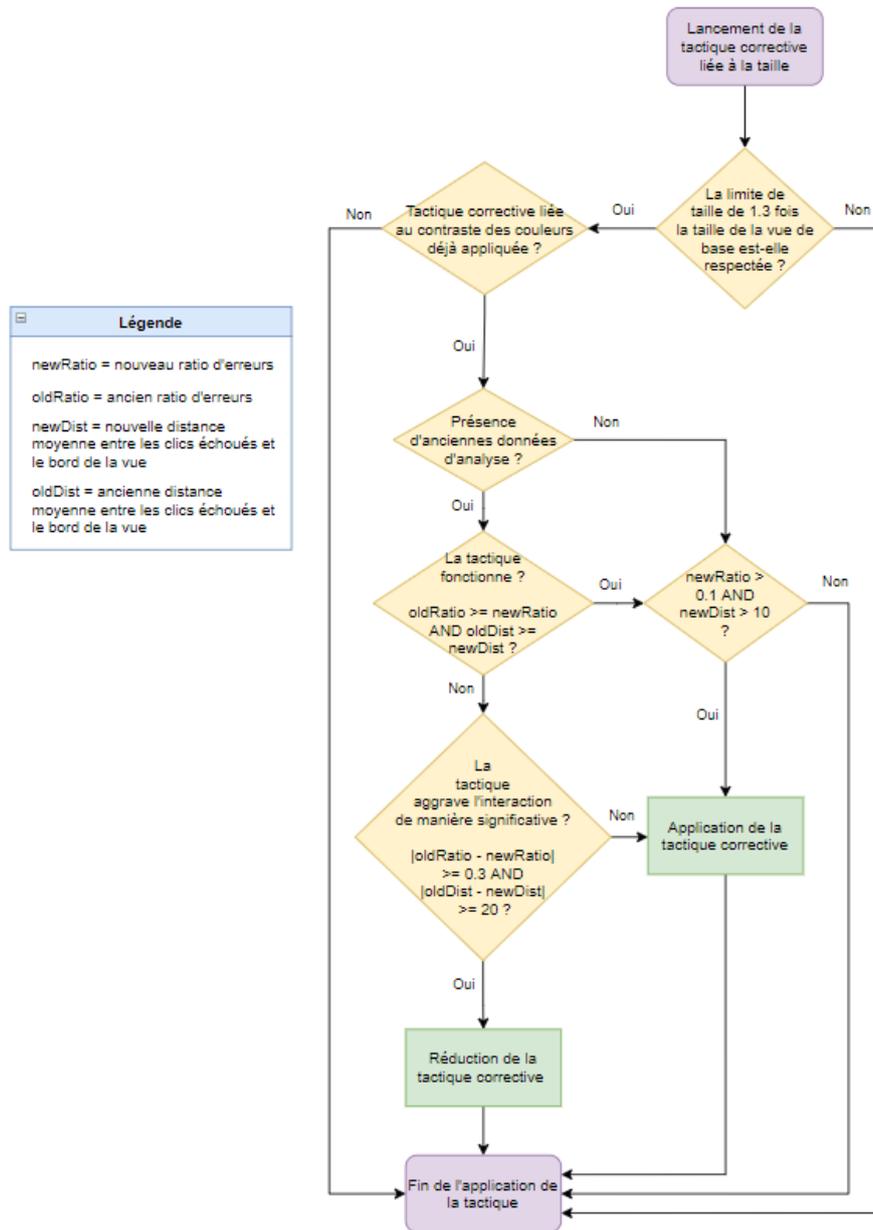


FIGURE 9.4 – Diagramme de flux représentant le procédé d'application de la tactique liée à la taille des éléments

La structure du procédé de cette tactique est très proche de celle de la tactique liée au contraste des couleurs à la figure 9.2, néanmoins, 2 conditions supplémentaires sont apparues et les différents seuils prennent maintenant en compte la distance moyenne des clics échoués par rapport au bord de la vue (exprimée en pixels). Il est en effet logique pour un utilisateur appuyant loin de la vue de voir la taille de celle-ci augmenter.

Comme expliqué au point 7.2, cette tactique de modification de la taille d'une vue est particulièrement complexe à mettre en place techniquement. Nous privilégions donc l'application de la tactique liée au contraste des couleurs sur celle-ci. Si cette tactique liée au contraste des couleurs ne suffit pas à l'utilisateur, la tactique liée à la taille des éléments pourra être appliquée moyennant une certaine limite. Cette limite est que la taille de la vue, après l'application de la tactique, ne doit pas dépasser arbitrairement 1,3 fois sa taille initiale. Si tel est le cas, la tactique ne pourra pas être appliquée sous peine d'augmenter cette taille indéfiniment impactant donc de plus en plus l'interface. Les programmeurs devront donc prendre en compte cette contrainte 5 et concevoir l'interface de manière adéquate. Un approfondissement de l'étude des contraintes liées à cette tactique peut être réalisé dans de futurs travaux.

À chaque application de cette tactique la largeur et la hauteur de la vue augmentent de 4 pixels. De même, une réduction de la tactique signifie le contraire et donc une diminution de sa largeur et hauteur de 4 pixels. Il est à noter que si la vue est limitée par les bords de l'appareil, elle ne pourra s'étendre dans la direction demandée. Par exemple, le bouton à la figure 9.5 ayant des « marges » [41] dans son code graphique 9.1, c'est-à-dire une certaine distance du bord à respecter, sa taille ne peut être étendue que ce soit vers la droite, la gauche ou le bas. Une application de cette tactique n'étendra donc sa taille que de 4 pixels vers le haut.

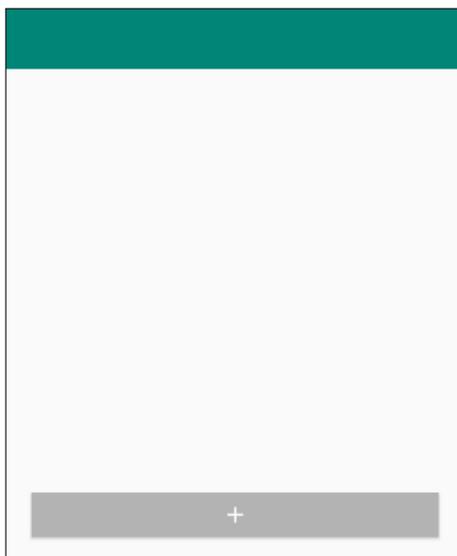


FIGURE 9.5 – Exemple de limitation de la tactique corrective liée à l'augmentation de la taille

Listing 9.1 – Code d’affichage du bouton de la figure 9.5

```

<com.amelie.silverkit.widgets.SkImageButton
    android:id="@+id/fab"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="40dp"
    android:layout_margin="24dp"
    android:src="@drawable/ic_add_24dp"
    android:background="@color/gray"
/>
    
```

9.1.3 Tactique corrective liée au centre de gravité des clics

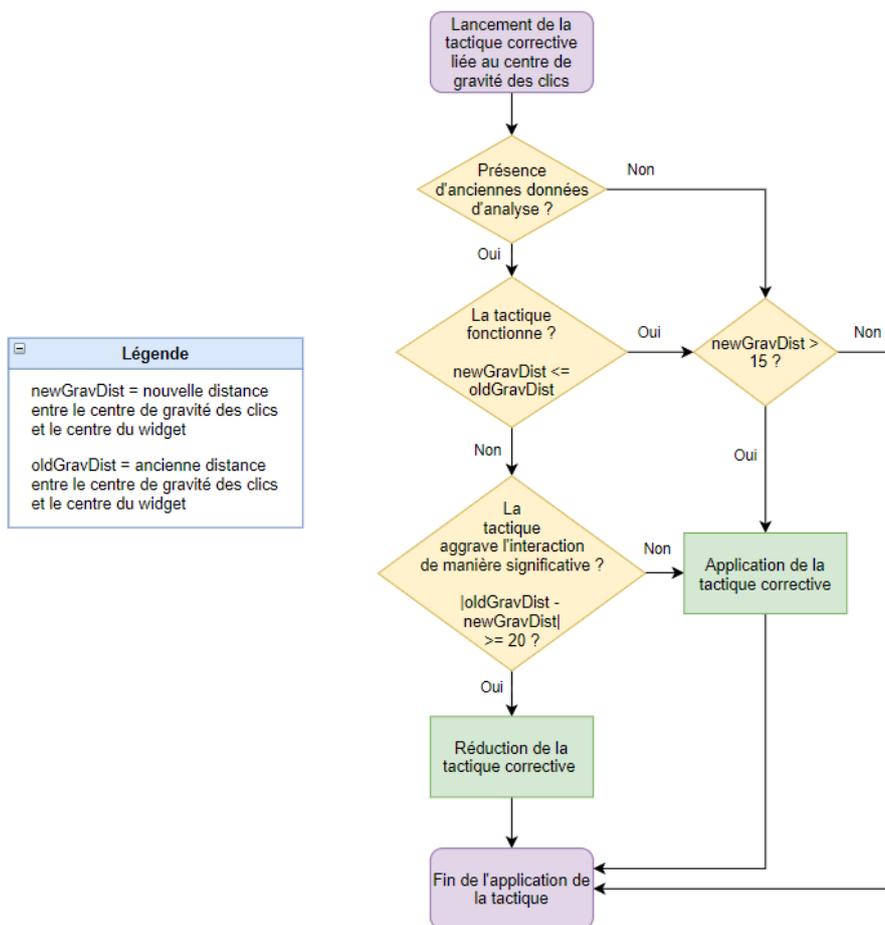


FIGURE 9.6 – Diagramme de flux représentant le procédé d’application de la tactique liée au centre de gravité des clics

La tactique corrective liée au centre de gravité des clics a pour but de recentrer les clics de l'utilisateur vers le centre du widget. En effet, un utilisateur éprouvant des difficultés à appuyer sur une vue peut voir le centre de gravité de ses clics s'éloigner du centre du widget car l'individu aura tendance à appuyer à côté de la vue ou simplement plus d'un côté que de l'autre de celle-ci. L'idée est donc d'attirer l'attention dans le sens opposé avec un décalage inverse à la direction du centre de gravité. Ceci est possible en décalant l'icône ou le texte au sein du widget sans en affecter la surface.

La structure du procédé de cette tactique 9.6 est extrêmement similaire à celle de la tactique liée au contraste des couleurs. Cependant, ici, nous considérons pour les seuils, la distance entre le centre de gravité des clics effectués sur ou autour de la vue et le centre de celle-ci. Cette distance est exprimée en pixels.

Pour appliquer cette tactique nous allons jouer sur ce qu'on appelle les « `padding`s » des vues [42]. Les « `padding`s » servent à décaler le contenu d'une vue d'un certain nombre de pixels. La propriété « `PaddingStart` » décale le contenu vers la droite, « `PaddingEnd` » vers la gauche, « `PaddingTop` » vers le bas et « `PaddingBottom` » vers le haut. Par exemple, si le centre de gravité des clics de l'utilisateur est placé en haut à droite du centre du widget, nous appliquerons un « `PaddingStart` » et un « `PaddingBottom` » sur cette vue. Chaque application de cette tactique ajoute 4 pixels aux « `padding`s » concernés et chaque réduction fait le contraire et leur enlève 4 pixels.

Une difficulté rencontrée ici est le calcul du centre de gravité si la taille de la vue est dite dynamique comme expliqué à la difficulté 6. Si nous appliquons un « `padding` » à une vue possédant une taille dynamique, ce n'est pas le contenu de celle-ci qui se déplacera, comme nous l'espérons, mais un écart entre le contenu et le bord du widget se formera ce qui modifiera la forme de la vue comme le montre la figure 9.7. Les vues possédant une taille dynamique verront donc leurs tailles transformées en taille fixe lors de l'application de cette tactique.

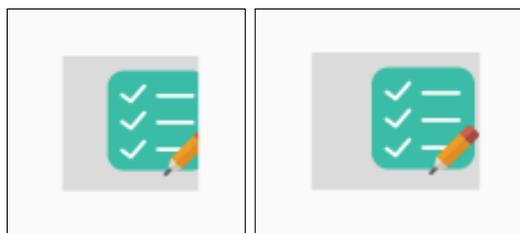


FIGURE 9.7 – Exemple de l'application d'un `paddingStart` de 30dp à une vue possédant une taille fixe (à gauche) et dynamique (à droite)

9.1.4 Exemple de l'application des tactiques

La figure 9.8 vous illustre un exemple d'application des 3 tactiques sur le même widget d'une interface. Étant donné la couleur blanche de son fond, la couleur de la vue a été assombrie. Le centre de gravité de l'utilisateur se trouvant en haut à gauche du centre du bouton, l'icône du « + » a été déplacé en bas à droite. Finalement, la taille du bouton a légèrement été augmentée permettant une plus grande surface d'appui.

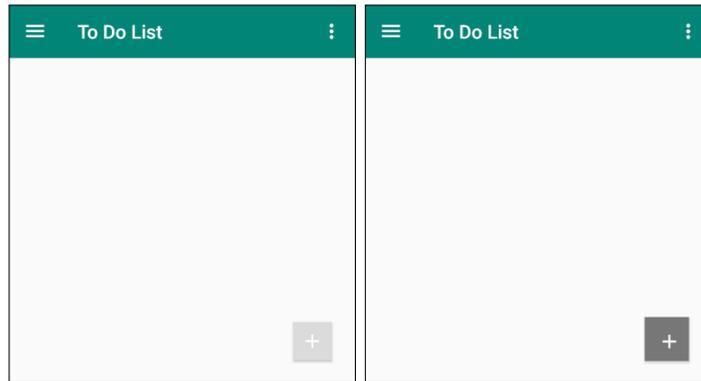


FIGURE 9.8 – Exemple de l'application des 3 tactiques sur un bouton de l'interface

9.2 Difficultés et contraintes

1. Les vues d'une activité Android sont « render » sur l'interface uniquement lorsque cette activité est lancée par l'utilisateur. Il est donc impossible de récupérer la position des vues d'une activité si celle-ci n'est pas affichée sur le smartphone. Cela nous contraint à appliquer les tactiques correctives activité par activité, lors du lancement de celle-ci par l'utilisateur.
2. À chaque lancement de l'application, les activités vont se « render » en utilisant les propriétés « hardcodée » dans l'affichage de l'interface. Les propriétés appliquées dynamiquement, comme lors de l'application de nos tactiques, vont, de ce fait, disparaître. Il nous est donc nécessaire de sauvegarder les tactiques appliquées sur chacune des vues spécialisées par notre librairie et de restaurer ces tactiques lors du lancement de chacune des activités.
3. La contrainte précédente évoque le fait qu'il est nécessaire de sauvegarder l'ensemble des tactiques appliquées à chaque vue spécialisée de chaque activité. Il est donc important d'attribuer, à chacune des vues spécialisées, un identifiant permettant de les retrouver et de leur appliquer les tactiques qui leur corresponde lors de la phase de restauration. L'application d'un tel identifiant dynamiquement sur la vue se perdrait lors du redémarrage de l'application.
4. Étant donné l'application d'une tactique permettant la modification de la taille de la vue, il est déconseillé aux programmeurs de changer dynamiquement la taille des vues spécialisées par notre librairie étant donné que ces changements seront perdus dès que l'activité aura de nouveau gagné le focus et donc que les données des tactiques sont de nouveau appliquées.
5. Les programmeurs devront prendre en compte le fait que l'ensemble des vues spécialisées par notre librairie peuvent voir leurs tailles augmenter jusqu'à 1,3 leurs tailles initiales.
6. Certains éléments de l'interface peuvent avoir une taille dite « dynamique » telle que « WRAP_CONTENT » qui limite la taille de la vue à son contenu et « MATCH_PARENT » qui étend la vue le plus possible à l'intérieur de sa vue « parent » [3]. Une vue possédant une de ces tailles devra donc voir sa taille transformée en taille dite « fixe » exprimée en DP [2], c'est-à-dire spécifiée par un entier.

Chapitre 10

Itérations et application des tactiques correctives

Dans cette section, nous allons reprendre les différentes données que nous avons récupérées pour chaque utilisateur en vue de les analyser et appliquer les tactiques. Chacun des utilisateurs sera ensuite invité à réitérer la phase de collecte des données afin de pouvoir comparer ses anciennes données et les nouvelles résultants de l'application des différentes tactiques. Deux itérations auront lieu d'affilée. Une analyse de l'impact des tactiques sur l'interaction des différents individus sera effectuée ainsi qu'une étude des éventuels liens entre les troubles oculaires et les différentes tactiques appliquées.

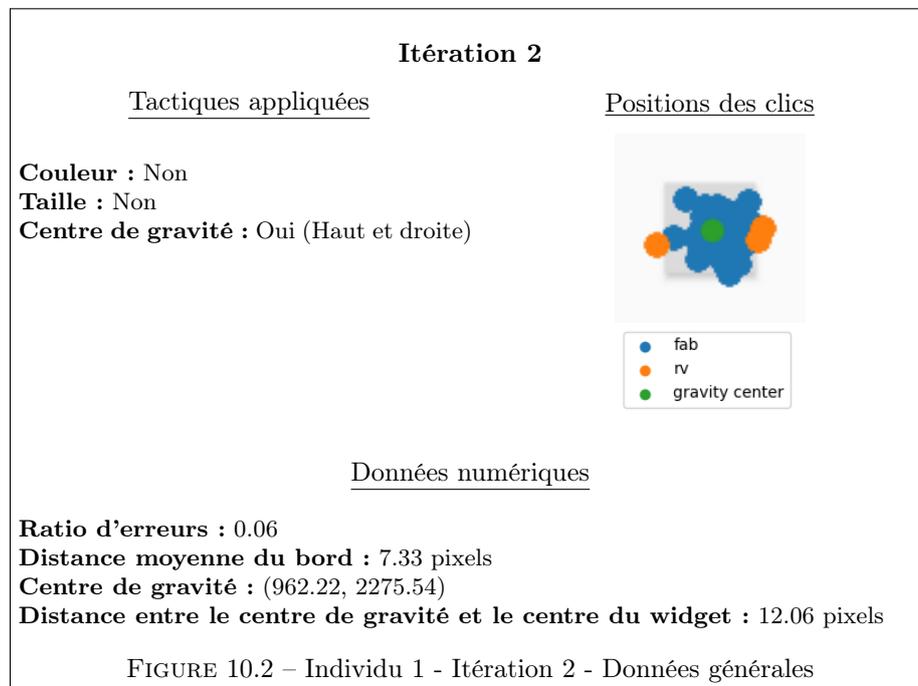
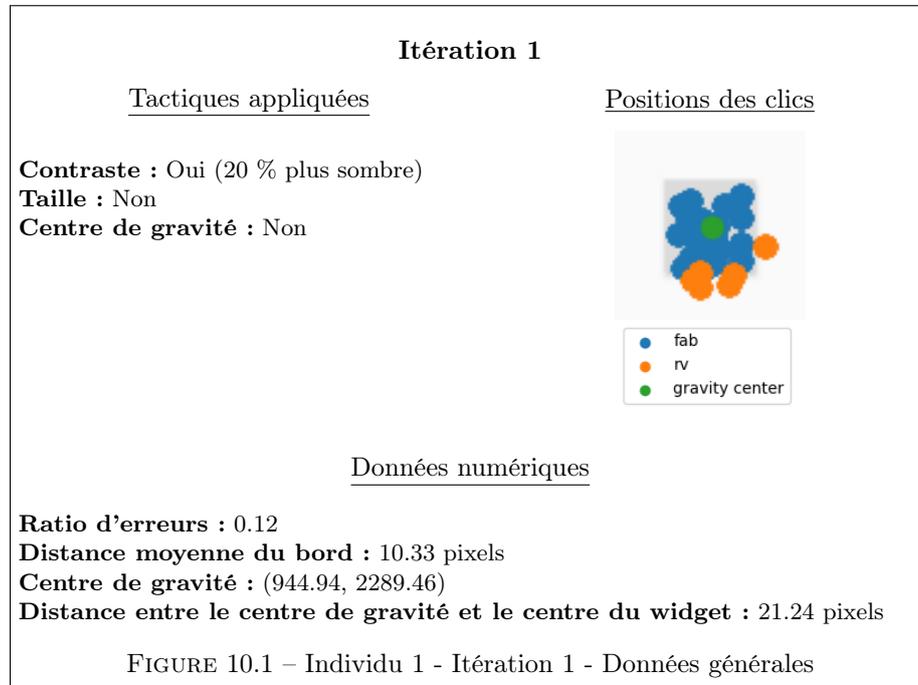
10.1 Itérations et résultats

De la même manière que dans le chapitre 6, chaque utilisateur sera invité à suivre la méthodologie de test. Cependant cette fois-ci, pour chaque utilisateur, la base de données avec ses précédentes données sera chargée dans le smartphone afin que celles-ci puissent être analysées par la librairie et résulter en l'application de tactiques correctives adaptées pour cet individu. Les données brutes de cette phase seront présentes en annexes.

Pour les phases de tests, nous n'allons pas attendre la période de 5 jours définie arbitrairement entre les différentes phases d'analyse. Un bouton sera simplement ajouté dans l'interface nous permettant ainsi d'analyser les données et d'appliquer les tactiques en un clic.

Pour rappel, lors de la première phase d'analyse, la tactique corrective liée à la taille des éléments ne sera pas appliquée afin de déterminer si un simple changement de couleur de la vue suffit à augmenter la précision des clics de l'utilisateur. Si la tactique liée aux contrastes des couleurs est assez efficace, cela nous permettra d'éviter les éventuelles difficultés techniques qui accompagnent l'application de la tactique liée à la taille.

10.1.1 Individu 1



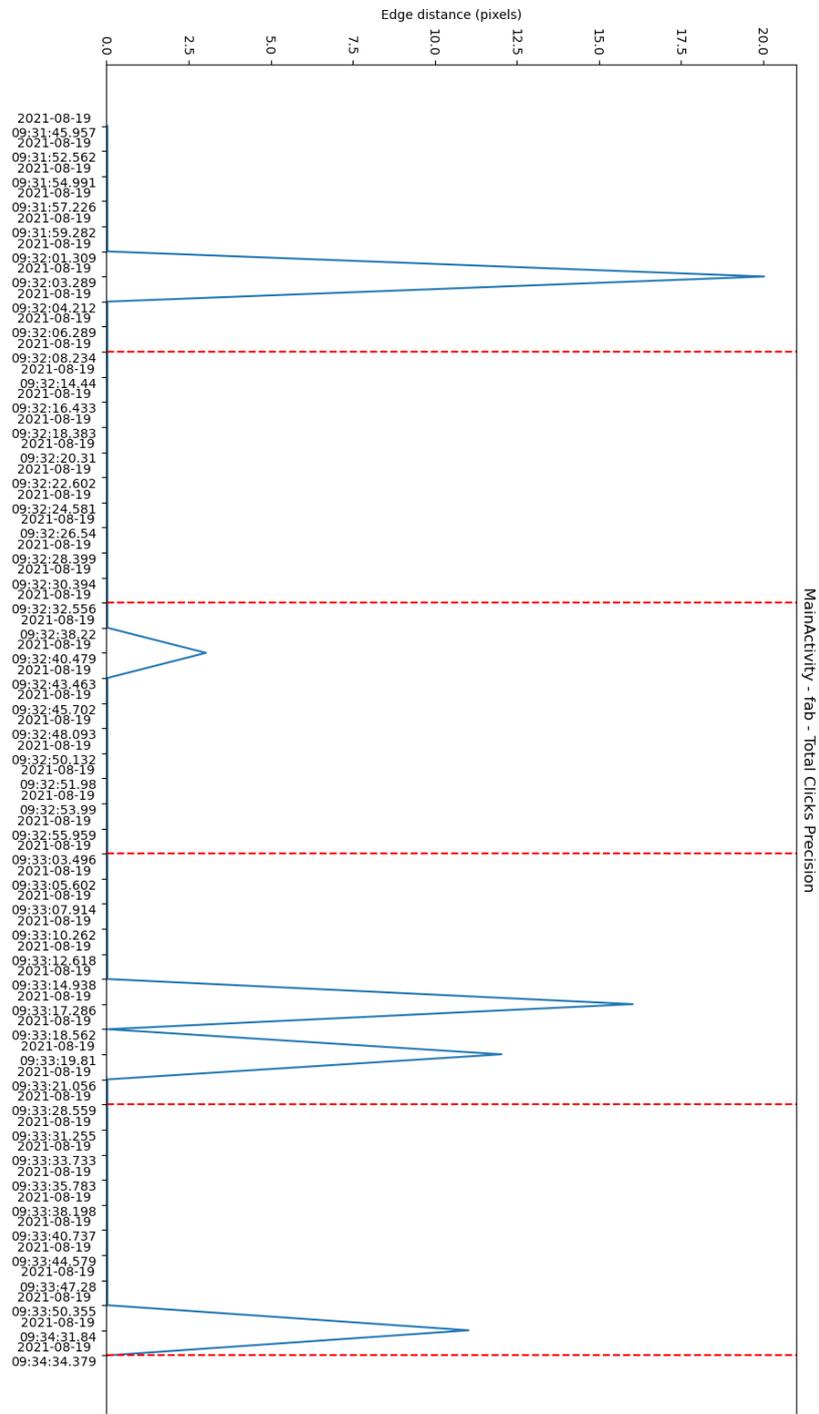


FIGURE 10.3 – Individu 1 - Itération 1 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

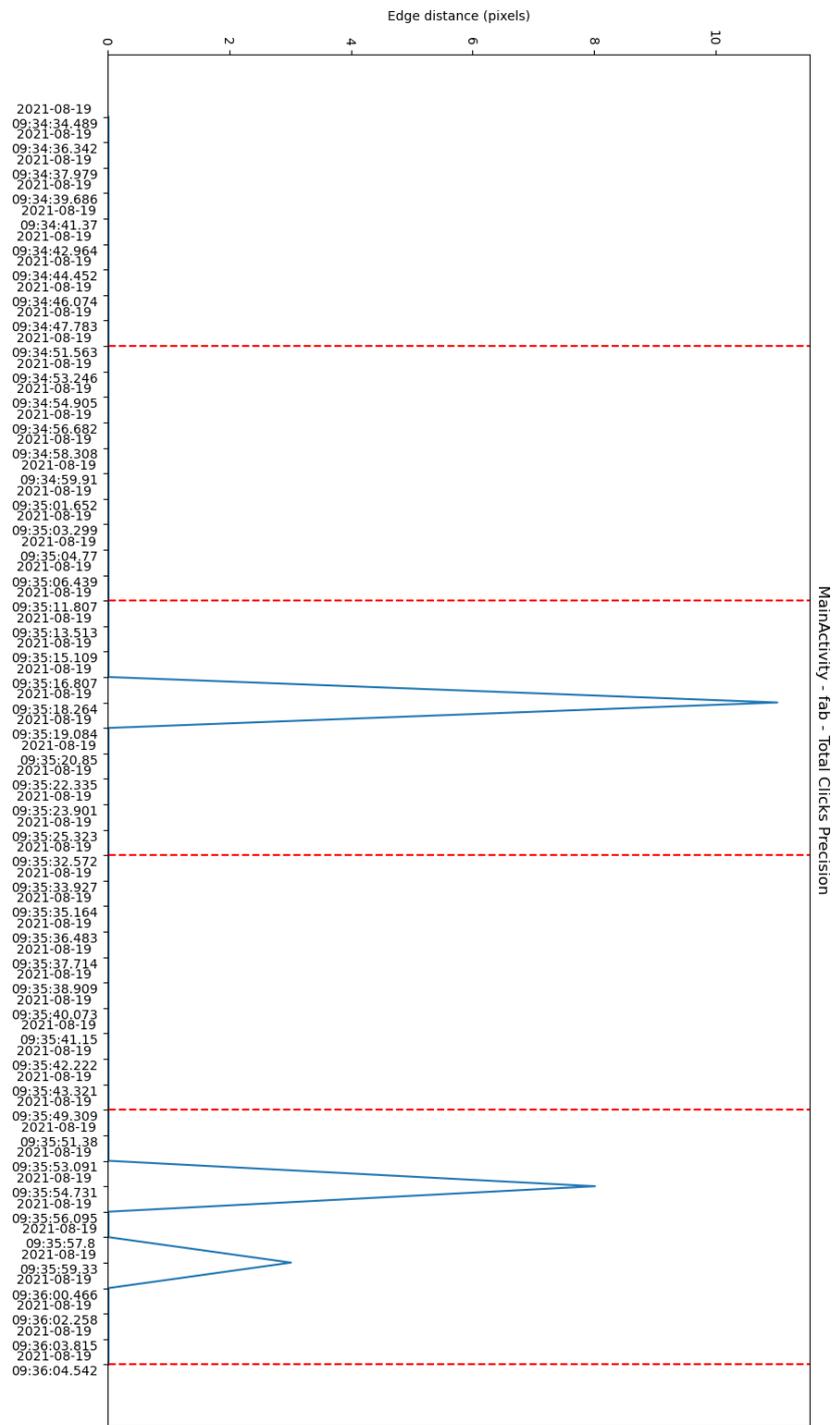
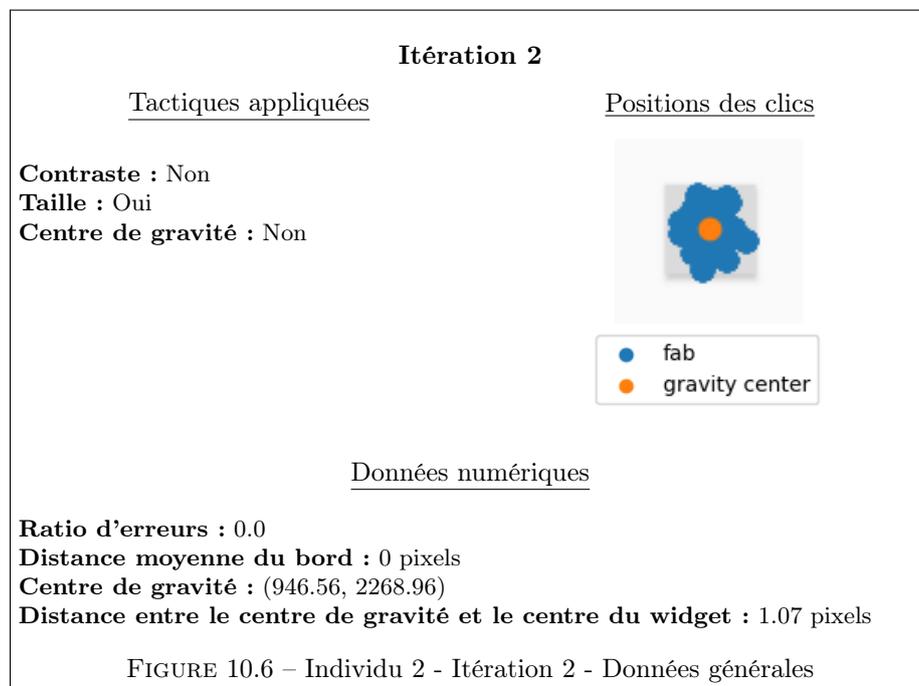
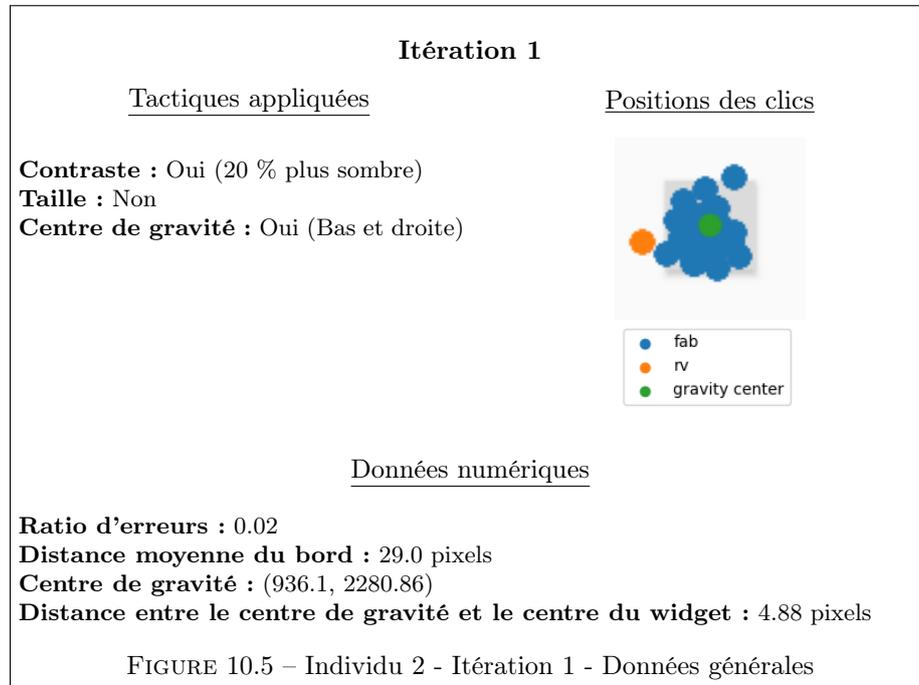


FIGURE 10.4 – Individu 1 - Itération 2 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

10.1.2 Individu 2



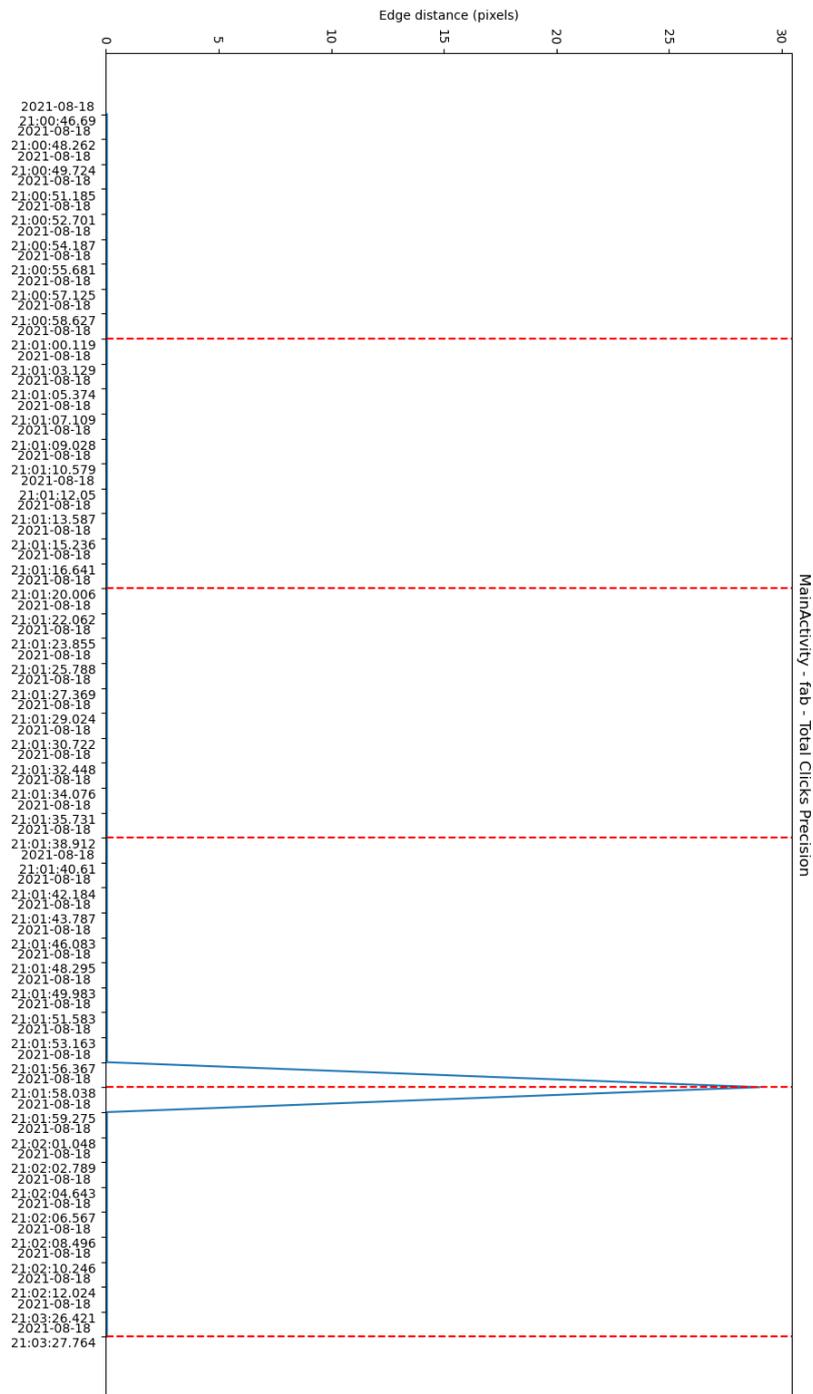
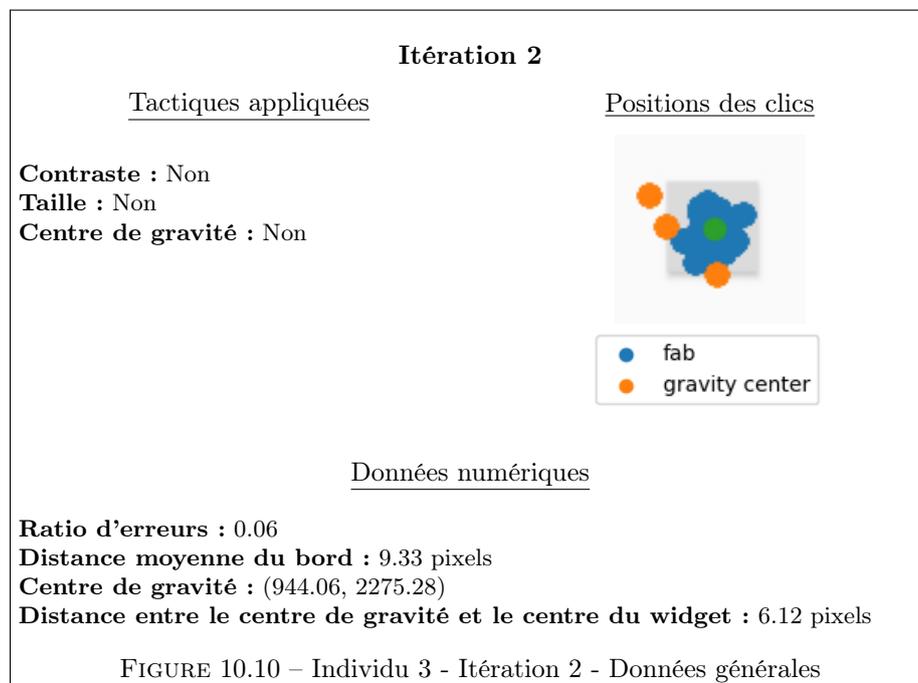
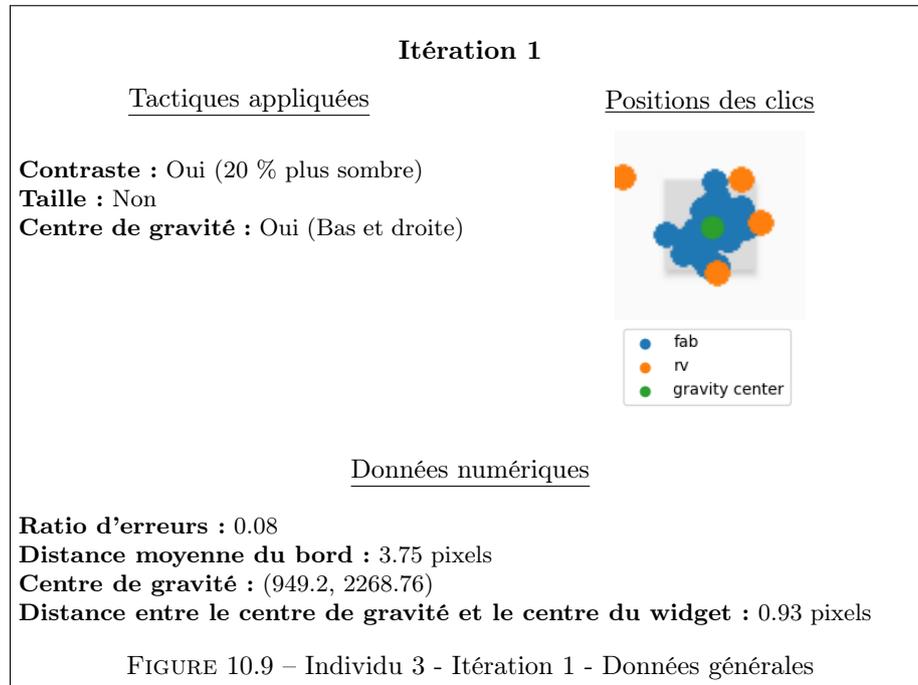


FIGURE 10.7 – Individu 2 - Itération 1 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)



FIGURE 10.8 – Individu 2 - Itération 2 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

10.1.3 Individu 3



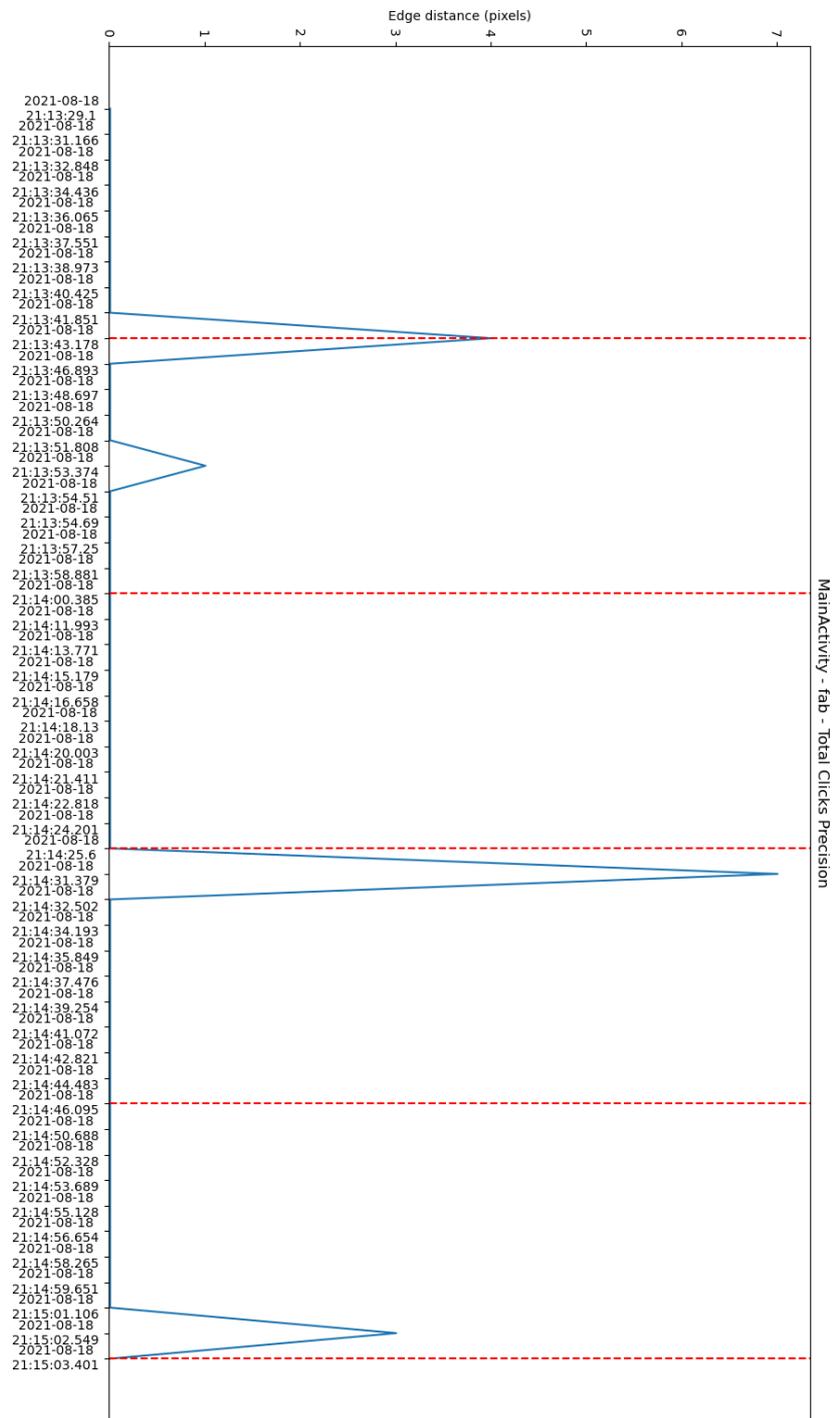


FIGURE 10.11 – Individu 3 - Itération 1 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

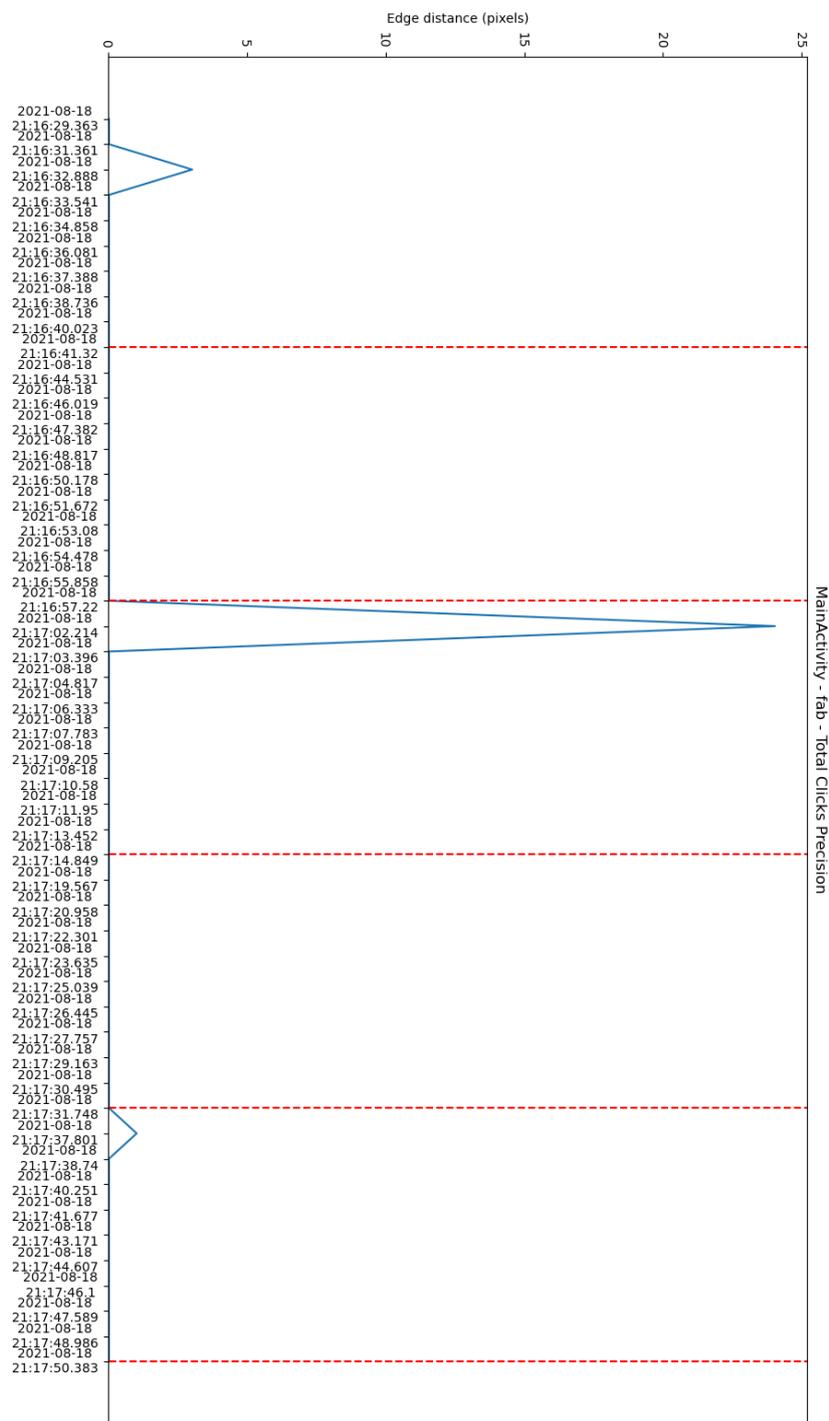
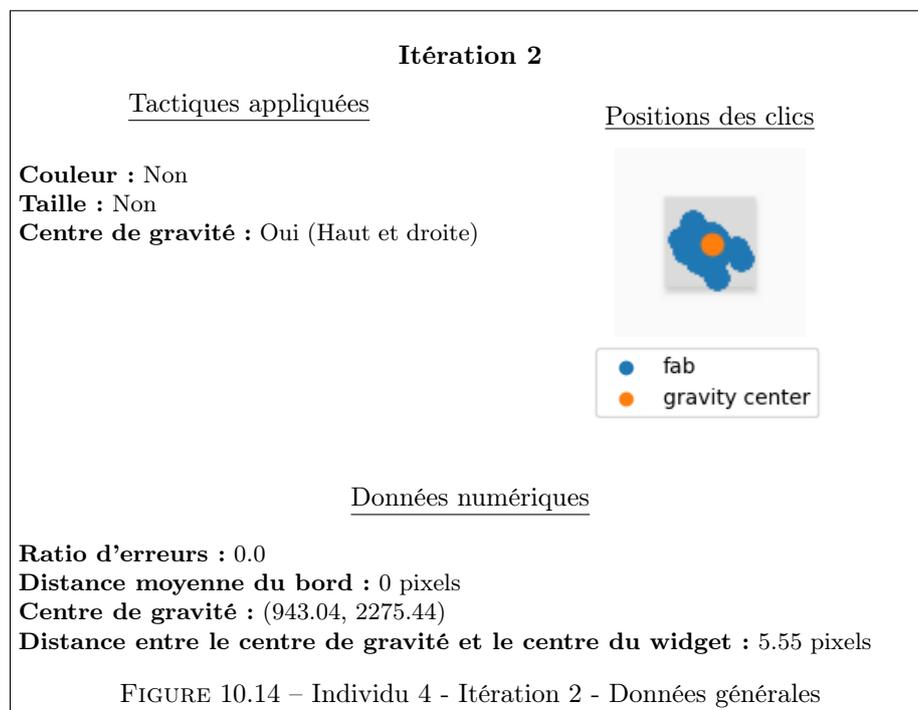
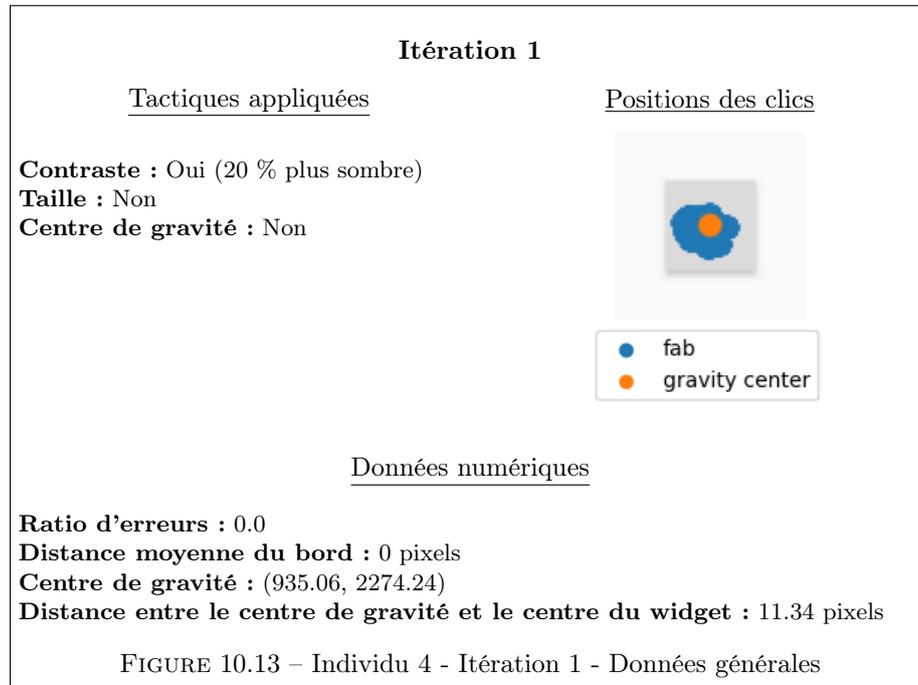


FIGURE 10.12 – Individu 3 - Itération 2 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

10.1.4 Individu 4



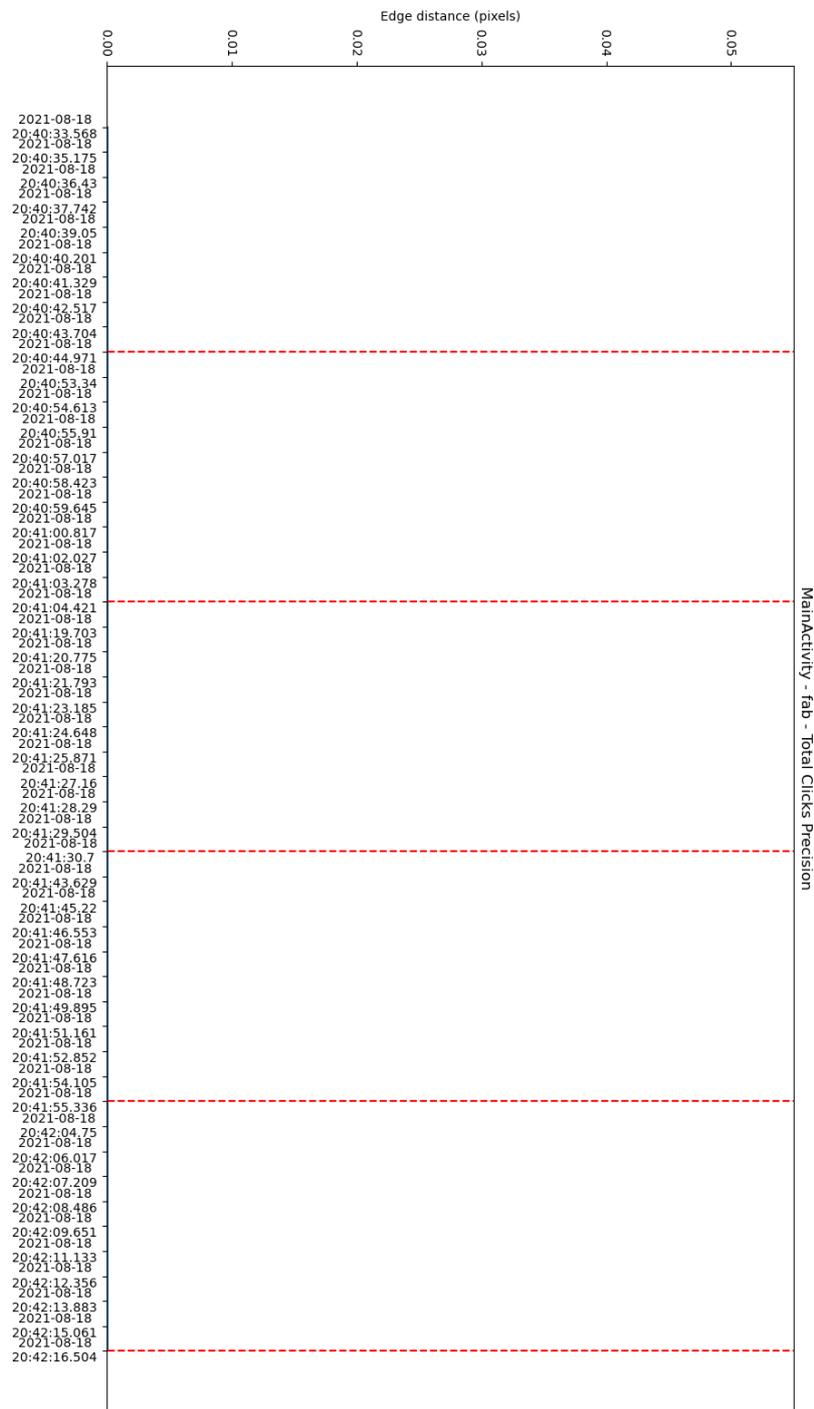


FIGURE 10.15 – Individu 4 - Itération 1 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

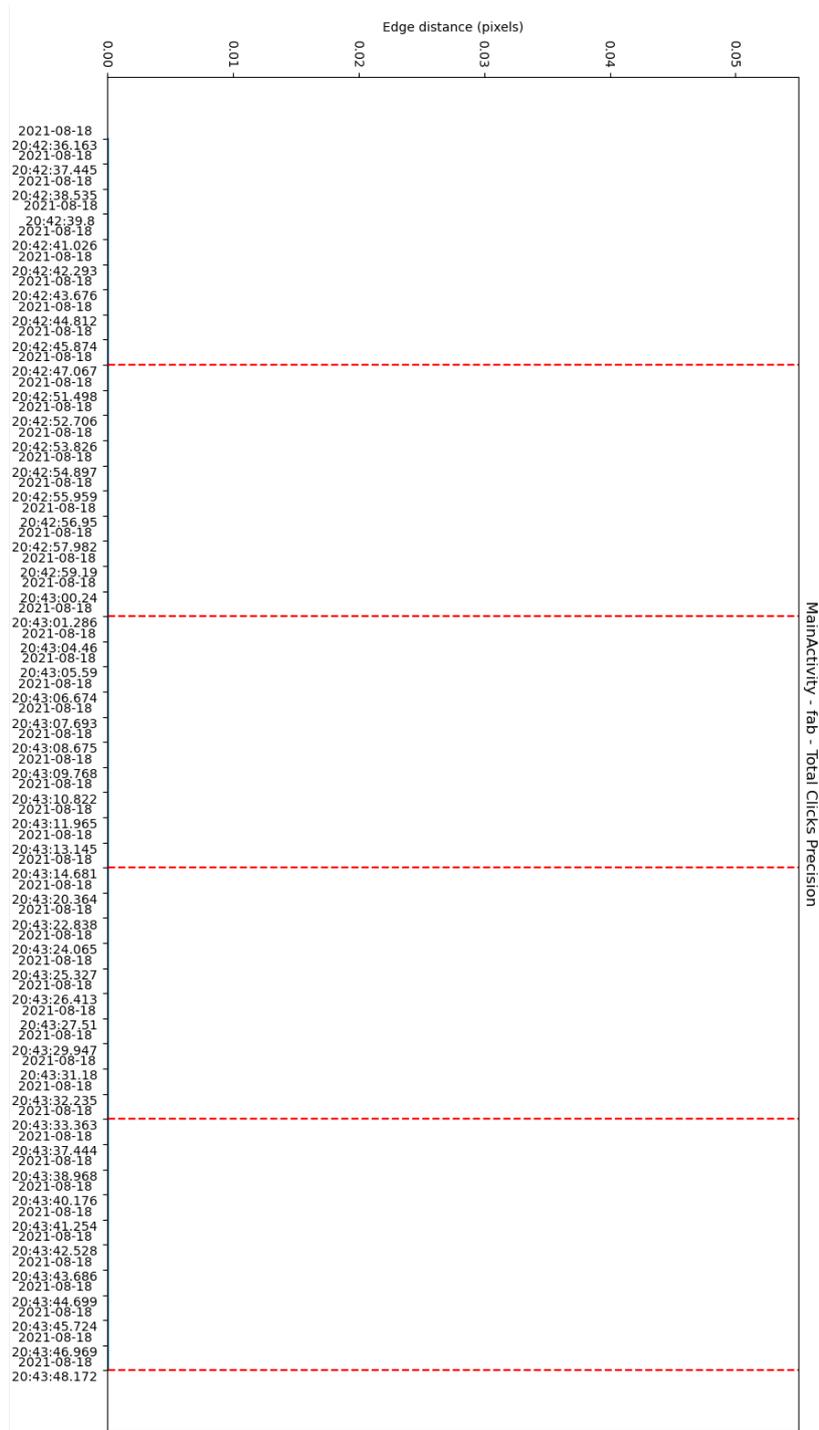
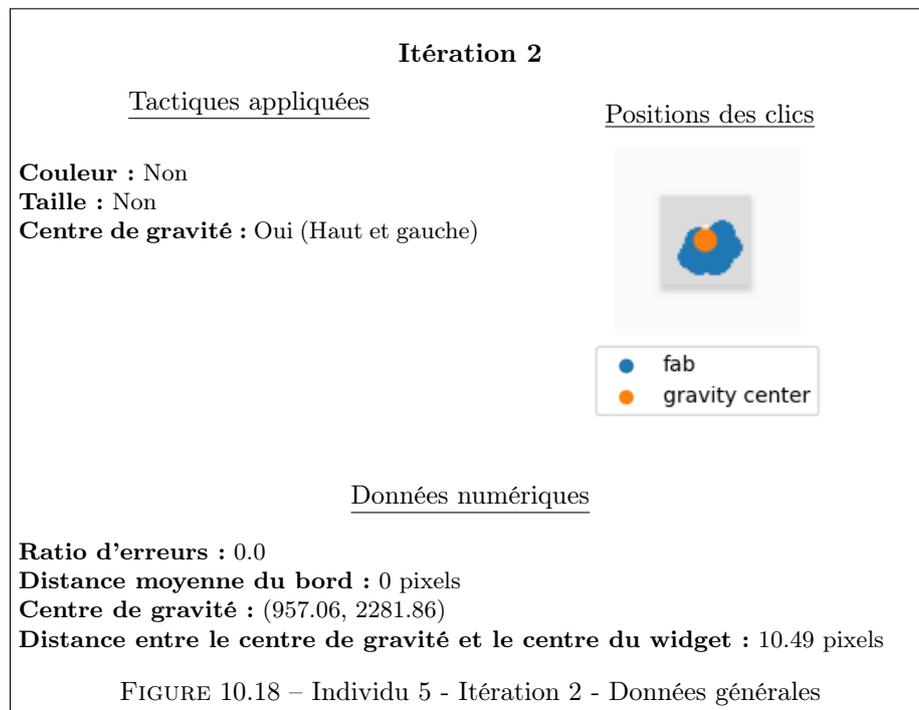
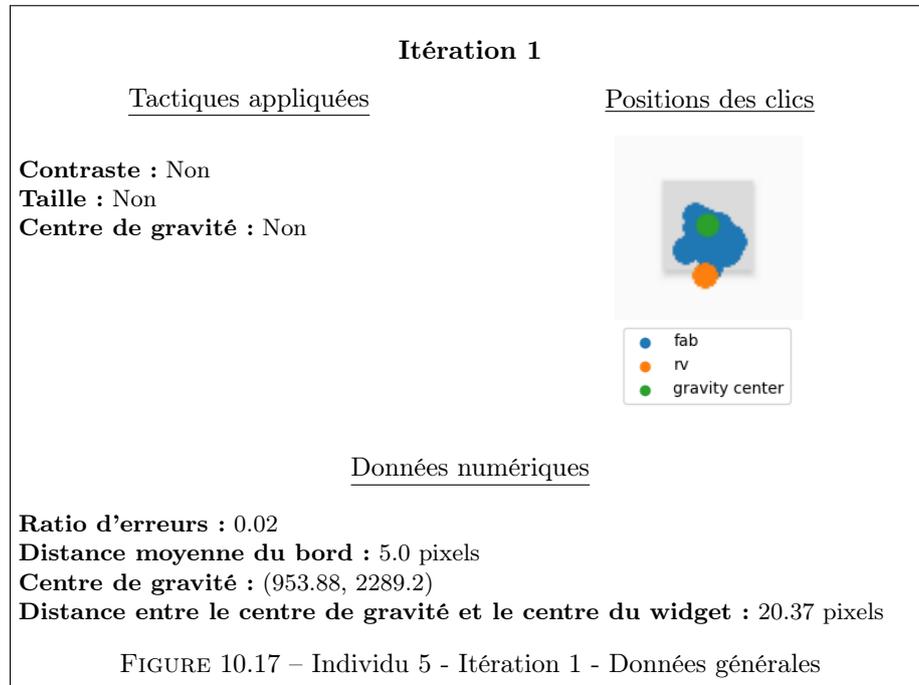


FIGURE 10.16 – Individu 4 - Itération 2 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

10.1.5 Individu 5



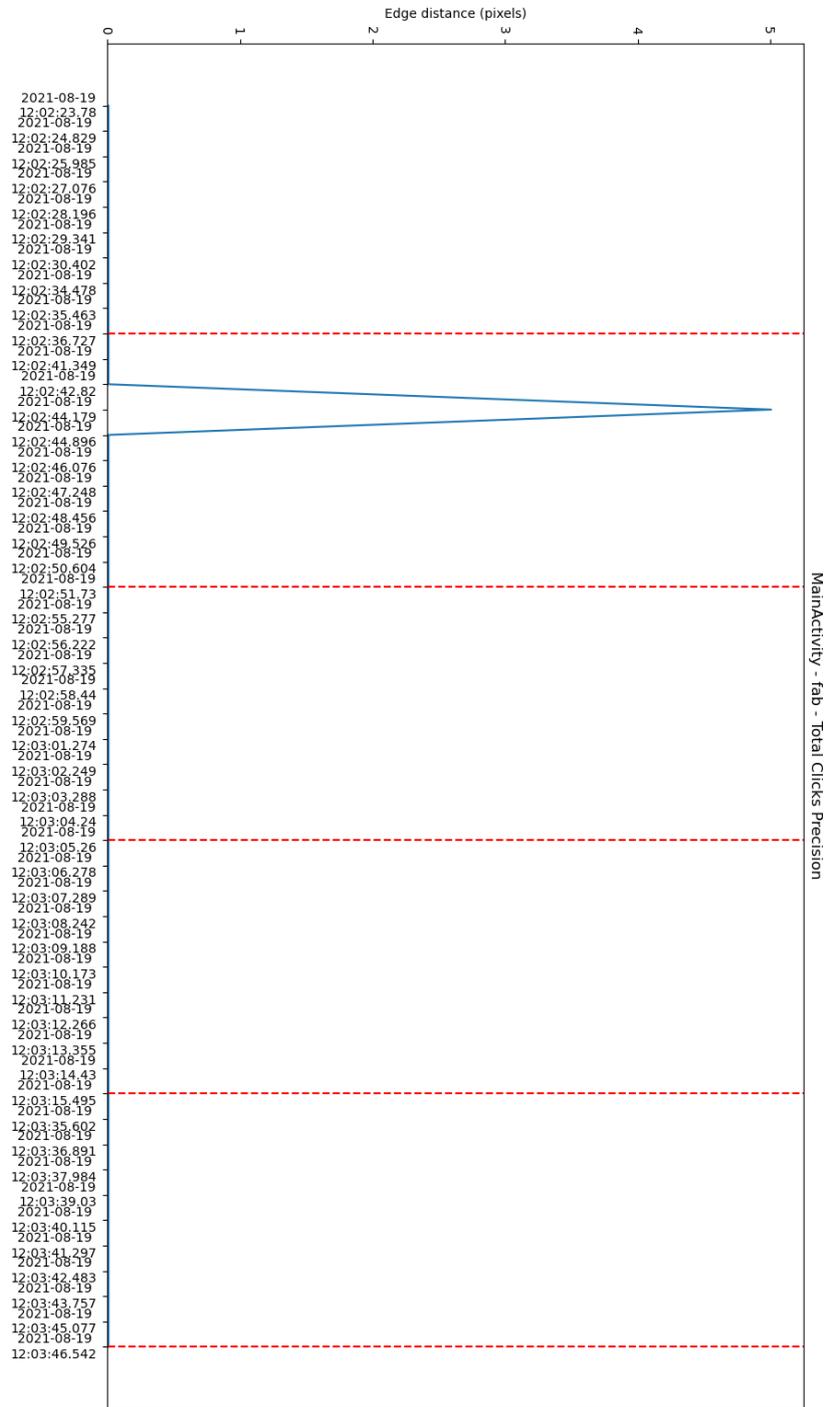
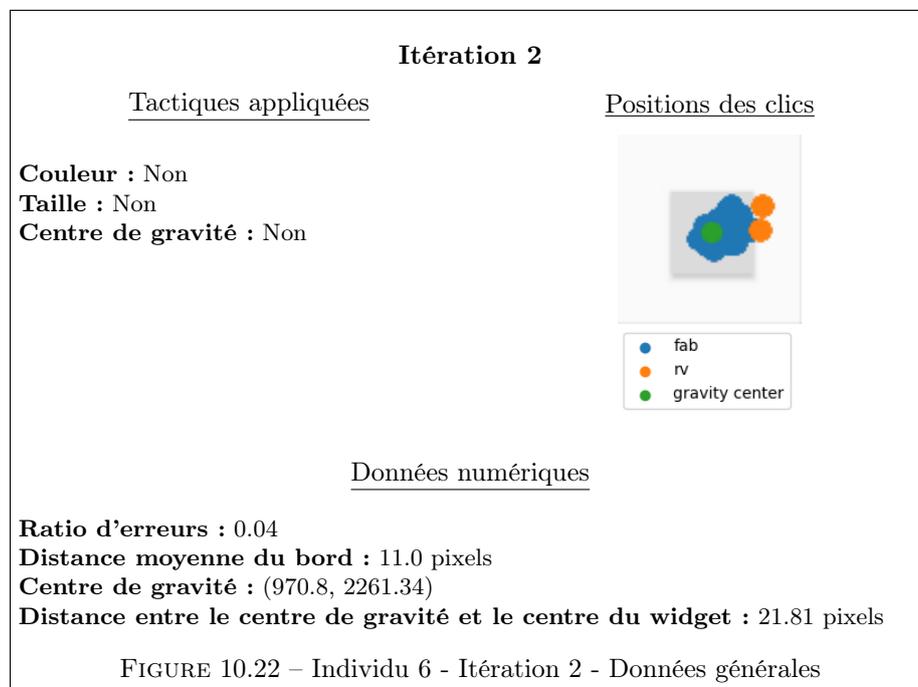
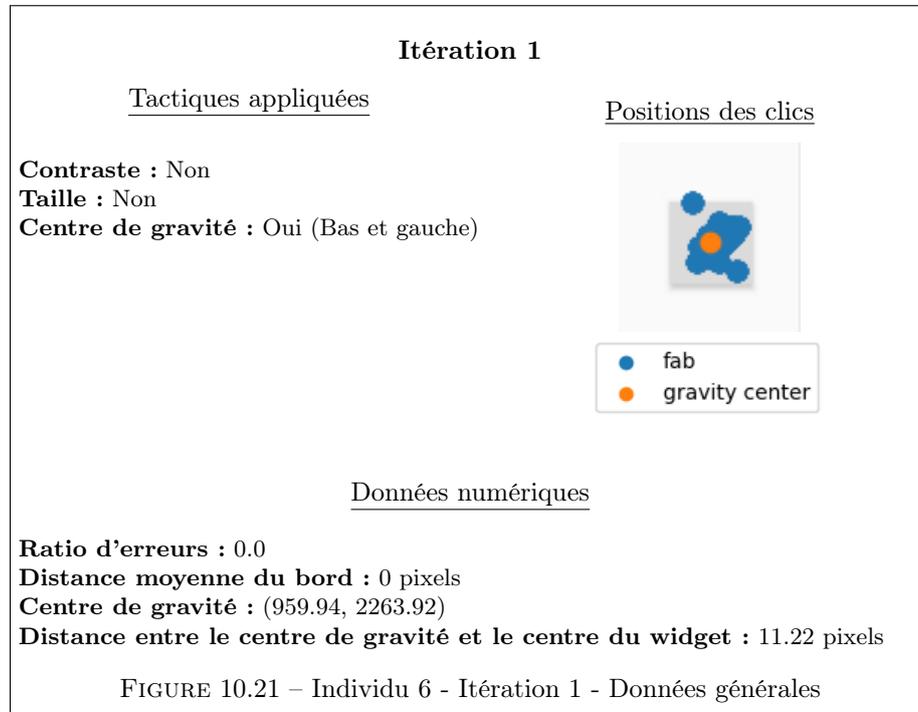


FIGURE 10.19 – Individu 5 - Itération 1 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)



FIGURE 10.20 – Individu 5 - Itération 2 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

10.1.6 Individu 6



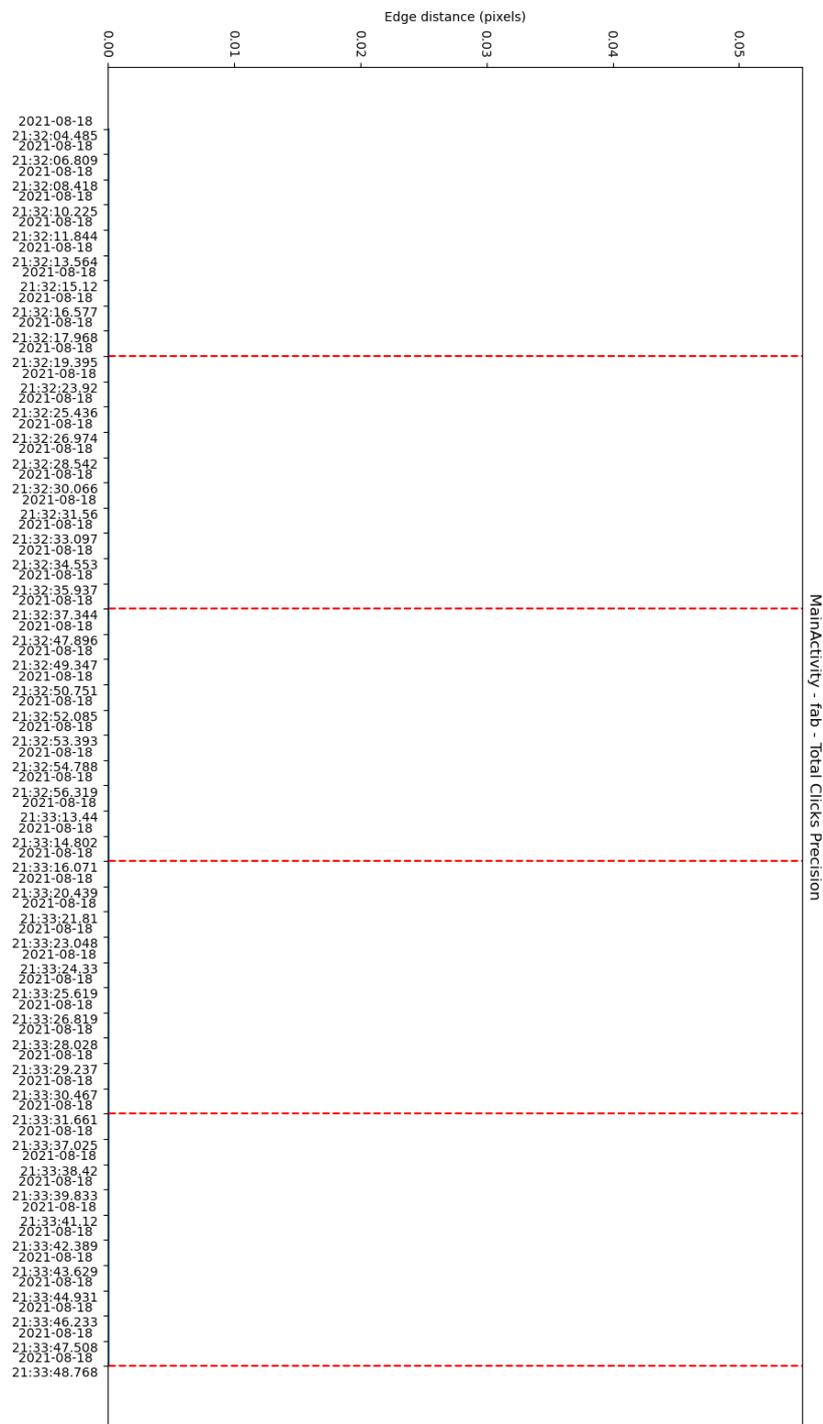


FIGURE 10.23 – Individu 6 - Itération 1 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

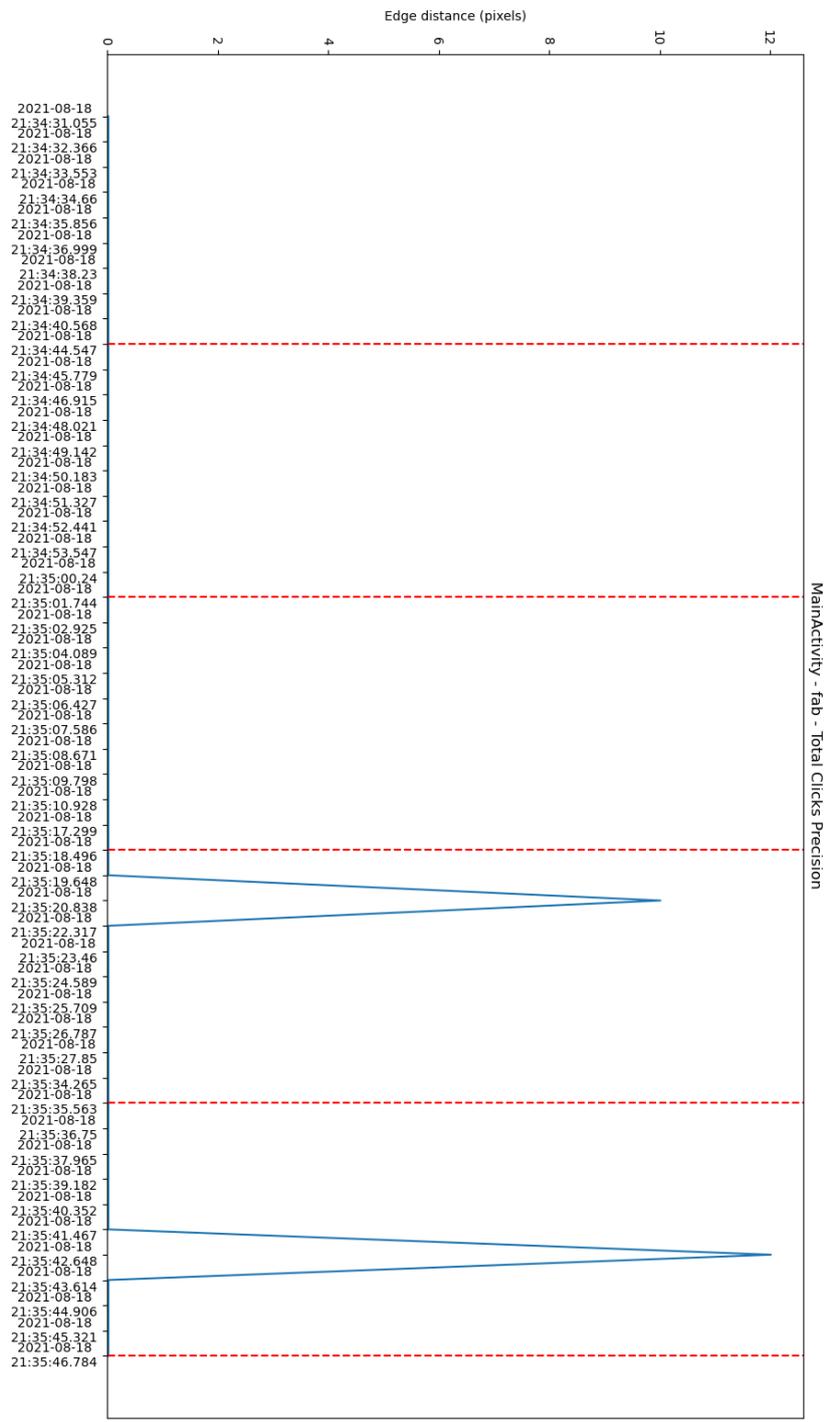
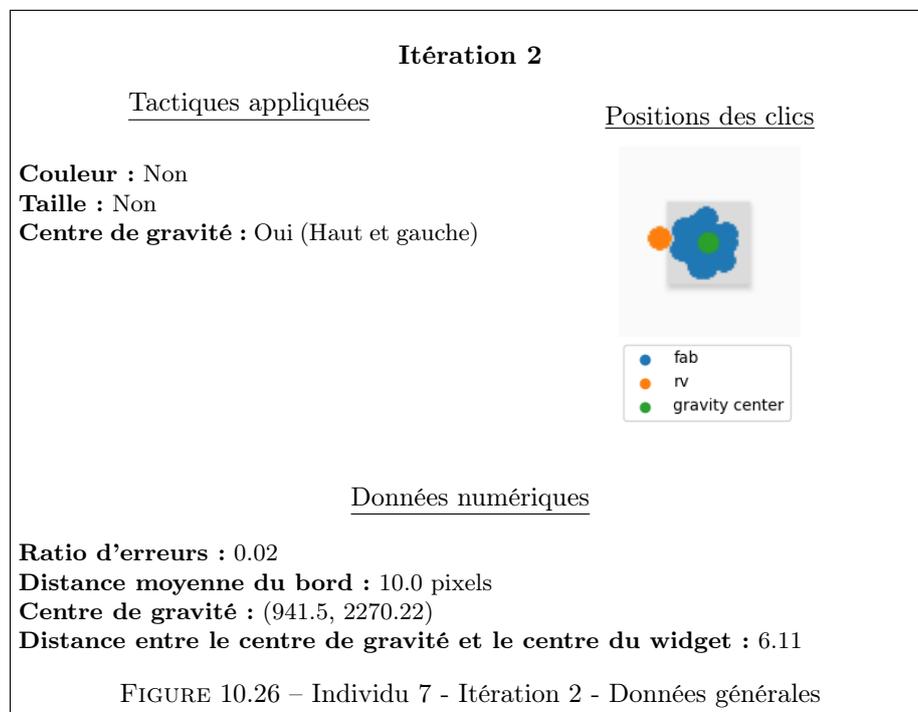
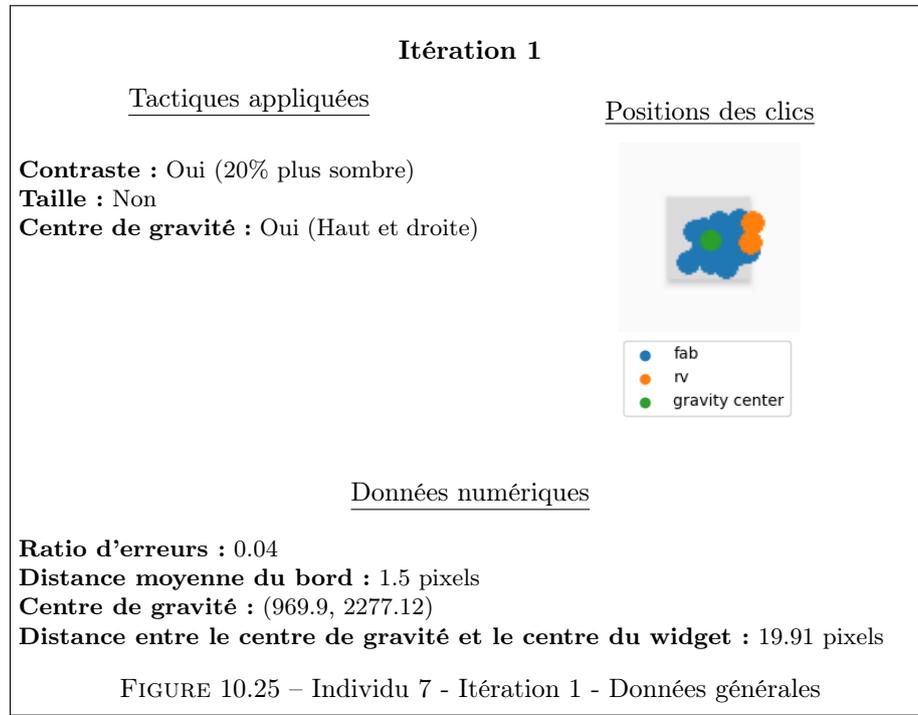


FIGURE 10.24 – Individu 6 - Itération 2 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

10.1.7 Individu 7



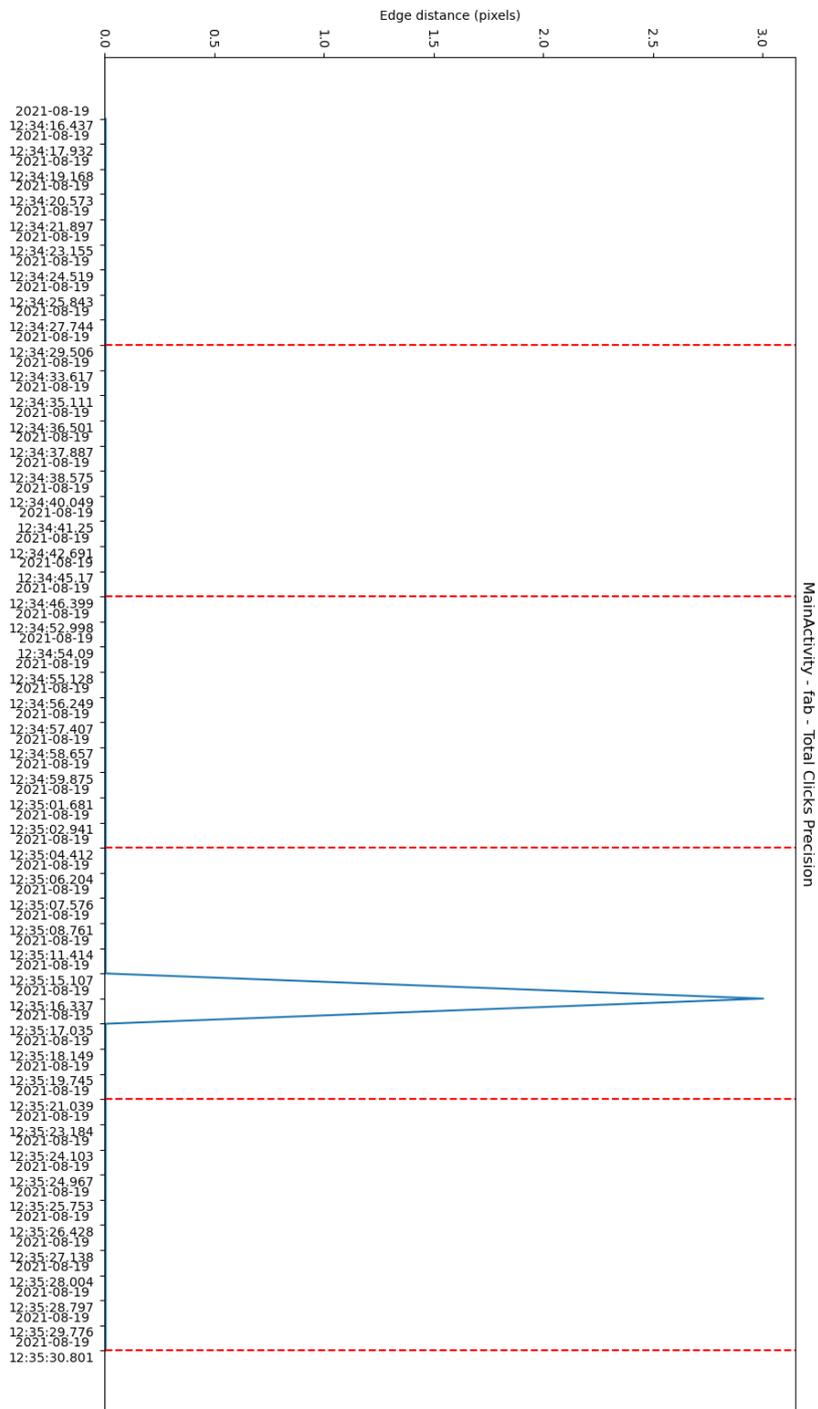


FIGURE 10.27 – Individu 7 - Itération 1 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)



FIGURE 10.28 – Individu 7 - Itération 2 - Précisions des clics
 Distance en pixels du clic par rapport au bord du bouton
 (0 signifie clic effectué sur le bouton)

10.2 Analyse des résultats

Dans cette section, la première itération est considérée comme celle réalisée au chapitre 8, les 2 suivantes proviennent de la section précédente et donc de l'application des tactiques.

N°	N° itération	Distances					Total :
		10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	
1	1	0	1	2	1	3	7
	2	1	0	1	3	1	5
	3	0	0	1	0	2	3
2	1	0	0	0	3	4	7
	2	0	0	0	1	0	1
	3	0	0	0	0	0	0
3	1	2	2	9	6	5	24
	2	1	1	0	1	1	4
	3	1	0	1	0	1	3
4	1	0	0	1	2	3	6
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	0	1	0	3
	2	0	1	0	0	0	1
	3	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	1	2
7	1	2	1	0	1	3	7
	2	0	0	0	1	0	1
	3	0	0	0	0	1	1
Total :		8	7	16	20	25	

TABLE 10.1 – Nombre de clics en dehors des limites du widget par individu et par distance avec le smartphone pour les 3 itérations.

N°	N° itération	Tactique liée au contraste des couleurs	Tactique liée à la taille des éléments	Tactique liée au centre de gravité
1	2 3	20 % plus sombre		Haut et droite
2	2 3	20 % plus sombre	Augmentée de 4 pixels	Bas et droite
3	2 3	20 % plus sombre		Bas et droite
4	2 3	20 % plus sombre		Haut et droite
5	2 3			Haut et gauche
6	2 3			Bas et gauche
7	2 3	20 % plus sombre		Haut et droite Haut et gauche

TABLE 10.2 – Tactiques appliquées aux individus au début des itérations (une case vide signifie que la tactique n'a pas été appliquée)

Troubles oculaires	N° itération	Distances				
		10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm
Myopie	1	0	1	3	3	6
	2	1	0	1	3	1
	3	0	0	2	0	3
	Total :	1	1	6	6	10
Astigmatisme	1	5	5	12	14	18
	2	2	2	1	6	2
	3	1	0	2	0	4
	Total :	8	7	15	20	24
Hypermétropie	1	5	4	9	11	12
	2	1	2	0	3	1
	3	1	0	1	0	2
	Total :	7	6	10	14	15
Presbytie	1	3	3	9	10	9
	2	1	2	0	2	0
	3	1	0	1	0	1
	Total :	5	5	10	12	10
Cataracte opérée	1	2	1	0	1	3
	2	0	0	0	1	0
	3	0	0	0	0	1
	Total :	2	1	0	2	4

TABLE 10.3 – Nombre de clics en dehors des limites du widget par troubles oculaires et par itérations

N°	N° itération	Distance entre le centre de gravité et le centre du widget (pixels)	Direction du centre de gravité par rapport au centre du widget
1	1	6.23	Haut et gauche
	2	21.24	Bas et gauche
	3	12.06	Bas et droite
	Total :	39.53	Bas et gauche
2	1	16.41	Haut et droite
	2	4.88	Bas et gauche
	3	1.07	Bas et gauche
	Total :	22.36	Bas et gauche
3	1	54.14	Haut et gauche
	2	0.93	Bas et droite
	3	6.12	Bas et gauche
	Total :	61.19	Bas et gauche
4	1	1.05	Bas et gauche
	2	11.34	Bas et gauche
	3	5.55	Bas et gauche
	Total :	17.94	Bas et gauche
5	1	12.31	Bas et droite
	2	20.37	Bas et droite
	3	10.49	Bas et droite
	Total :	43.17	Bas et droite
6	1	21.21	Haut et droite
	2	11.22	Haut et droite
	3	21.81	Haut et droite
	Total :	54.24	Haut et droite
7	1	17.77	Bas et gauche
	2	19.91	Bas et droite
	3	6.11	Bas et gauche
	Total :	43.79	Bas et gauche

TABLE 10.4 – Informations sur le centre de gravité des différents individus pour chaque itération

N°	N° itération	Ratio d'erreurs	Distance moyenne par rapport au bord du widget (pixels)
1	1	0.14	25.86
	2	0.12	10.33
	3	0.06	7.33
	Total :	0.32	43.52
2	1	0.14	9.43
	2	0.02	29.0
	3	0.0	0
	Total :	0.16	38.43
3	1	0.48	29.46
	2	0.08	3.75
	3	0.06	9.33
	Total :	0.32	43.52
4	1	0.12	15.83
	2	0.0	0
	3	0.0	0
	Total :	0.12	15.82
5	1	0.06	5.0
	2	0.02	5.0
	3	0.0	0
	Total :	0.08	10.0
6	1	0.0	0.0
	2	0.0	0
	3	0.04	11
	Total :	0.04	11
7	1	0.14	11.71
	2	0.04	1.5
	3	0.02	10.0
	Total :	0.2	23.21

TABLE 10.5 – Ratio d'erreurs et distance moyenne du bord de chaque individu pour chaque itération

Hypothèses posées précédemment

1. Le nombre de fautes augmente avec la distance peu importe les problèmes de vues des utilisateurs.

Validée : Le nombre total de clics échoués à 10, 20, 30, 40 et 50 cm sont respectivement, 8, 7, 16, 20 et 25 selon la figure 10.1.

2. L'astigmatisme et l'hypermétropie engendre une baisse de la précision dès 10 cm de distance avec le smartphone.

Validée : Selon la figure 10.3, les troubles oculaires engendrant le plus d'erreurs dans les 20 premiers centimètres sont l'astigmatisme et l'hypermétropie.

3. La myopie baisse la précision à partir d'une distance de 30 cm avec le smartphone.

Validée : Sur la figure 10.3, nous pouvons voir que le nombre de clics échoués passe de 1 à 6 en arrivant aux 30 cm et ne cesse d'augmenter au fur et à mesure de la distance.

4. La presbytie engendre une baisse de la précision des cliques dans les 10 et 20 cm de distance avec le smartphone.

Validée : La figure 10.3 montre que la presbytie est le troisième trouble en terme de clic échoués dans les 10 à 20 cm.

5. Plus le ratio d'erreurs augmente, plus la moyenne des distances avec le bord du widget augmente également.

Non validée : Sur la figure 10.5, nous pouvons remarquer que le ratio d'erreurs augmente en même temps que la distance moyenne du bord pour 4 individus sur les 7 (les individus n° 1, 4, 5 et 6). Pour les 3 autres individus, ce n'est pas le cas.

6. Malgré leurs problèmes de vues, les plus jeunes ont tendance à avoir un meilleur niveau de précision.

Non validée : Sur les deux des trois individus possédant les meilleurs ratios d'erreurs totaux présents à la figure 10.5, deux ont moins de 22 ans. La deuxième personne et la quatrième personne ayant les meilleurs ratios ont cependant 74 et 58 ans respectivement.

7. La position du centre de gravité des cliques et son sens de déplacement semblent être aléatoire.

À vérifier : Les individus ont tendance à effectuer leurs clics en bas à gauche du widget sauf l'individu 5 qui les effectuent en bas à droite et l'individu 6 en haut et droite selon la figure 10.4. Sur les 6 individus atteint d'astigmatisme, 5 effectuent leurs clics en bas à gauche cependant étant donné le nombre élevé d'individu possédant un astigmatisme dans notre échantillon rien ne peut être conclu.

Autres observations

1. L'ensemble des individus de tests voient leur nombre de clics échoués décroître de manière importante au fur et à mesure des itérations, avec comme exception l'individu n°6. (10.1)
2. Sur les 7 individus, 3 ont réduit leur nombre d'erreurs à 0 après la 3ème itération. (10.1)
3. Sur les 7 individus, 1 personne n'a plus effectué une seule erreur depuis la première application des tactiques. (10.1)
4. Les individus atteints de myopie commencent à échouer leurs clics de manière significative à partir des 30 cm inclus. (10.3)
5. Les erreurs effectuées dans les 20 premiers centimètres sont réalisées principalement par des individus possédant un astigmatisme, une hypermétropie ou une presbytie voire une conjugaison de ceux-ci. (10.3)
6. L'individu possédant la cataracte opérée échoue ses clics de près et de loin mais à une distance moyenne de 30 cm aucun clic n'est échoué (10.3).
7. La tactique du centre de gravité diminue le nombre de clics échoués mais n'a pas d'impact sur la distance moyenne entre le centre de gravité des clics et le centre du widget. (10.1 et 10.4)
8. La tactique corrective liée au centre de gravité est appliquée au moins une fois pour chaque utilisateur. (10.2)
9. La tactique corrective liée à la taille est appliquée qu'une seule fois avant la troisième itération de l'individu 2. (10.2)

10.3 Résultats

10.3.1 Efficacité des tactiques

Tactique liée au contraste des couleurs :

1. Tactique ayant eu le plus gros impact autant de loin comme de près, les individus font jusque 7 fois moins d'erreurs après son application.
2. Une seule utilisation de cette tactique a été nécessaire pour les utilisateurs la nécessitant. Étant donné son efficacité, le seuil d'application est pertinent mais l'impact sur le layout de la tactique pourrait être légèrement revu à la baisse. En effet, la correction de contraste par pas de 20 % d'augmentation ou de réduction de clarté de la vue est une correction légèrement trop élevée.

Tactique liée à la taille des éléments :

1. Cette tactique a été appliquée qu'une seule fois sur l'ensemble des tests étant donné l'efficacité de la tactique liée au contraste des couleurs.
2. Cette tactique est efficace étant donné que suite à son application, l'utilisateur concerné n'a plus échoué aucun clic.

Tactique liée au centre de gravité :

1. Cette tactique est appliquée au moins une fois pour chaque utilisateur, le seuil d'application pourrait être revu à la baisse afin que cette tactique soit moins souvent appliquée.
2. Cette tactique possède un impact faible mais elle est particulièrement utile combinée à la tactique de contraste pour affiner la précision lorsque celle-ci est déjà proche du seuil d'acceptation.
3. Cette tactique du centre de gravité améliore le ratio d'erreurs mais n'a pas d'impact sur la distance moyenne entre le centre de gravité des clics et le centre du widget.

Conclusion :

Combiner les tactiques de contraste et de centre de gravité permet une augmentation importante de la précision. Dans certains cas cela ne suffira pas, il faudra donc utiliser la tactique liée à la taille en supplément pour obtenir une précision optimale.

10.3.2 Liens troubles oculaires - tactiques

- Les individus nécessitant une application de la tactique liée au contraste des couleurs sont tous atteints d'astigmatisme combiné à une myopie ou à une hypermétropie.
- Le seul individu nécessitant la tactique liée à la taille des éléments est l'individu possédant les niveaux d'astigmatisme et d'hypermétropie les plus importants de tous les individus ayant participé aux tests.

- Deux individus presbyte sur les 3 participant aux tests ont eu besoin à la fois de la tactique liée au contraste des couleurs et de la tactique liée au centre de gravité.
- Deux individus myopes sur les 3 participant aux tests ont eu besoin à la fois de la tactique liée au contraste des couleurs et de la tactique liée au centre de gravité.
- Cinq individus sur les 7 ont tendance à cliquer en bas à gauche de la vue. Cela pourrait être dû à un astigmatisme mais étant donné le nombre élevé d'individu de notre échantillon possédant ce trouble rien ne peut être conclus. À vérifier avec de plus ample tests.

10.3.3 Efficacité de Silverkit

De part ces tests, l'efficacité du framework Silverkit a été prouvée même si celui-ci nécessite quelques ajustements. En effet, la précision des clics a augmenté pour l'ensemble des individus voire atteint son optimum pour 3 individus sur les 7 étant donné que ceux-ci n'échouent plus aucun de leurs clics après seulement 1 voire 2 périodes d'analyse.

Chapitre 11

Perspectives

Le framework Silverkit développé ici nécessite quelques ajustements. Une étude plus approfondie des différents seuils d'application des tactiques correctives ainsi que du niveau d'intensité de leur application serait intéressante. De nombreux aspects techniques restent à être étudiés, notamment vis-à-vis de la tactique corrective liée à la taille des éléments et ses impacts sur le layout de l'interface, mais aussi vis-à-vis de l'application du framework sur des applications plus complexes qu'une simple application « jouet ». Il existe aussi de nombreuses autres régressions des facultés apparaissant avec l'âge, par exemple des régressions motrices ou cognitives. Silverkit pourrait être étendu afin de prendre en compte ces différentes régressions. Finalement, ce mémoire ne s'interroge que sur la phase 1 du développement du framework et de nombreuses autres phases de développement pourraient encore voir le jour.

Chapitre 12

Conclusion

Le projet Silverkit fournit une solution pertinente à la problématique de l'adaptation des interfaces Android aux régressions des facultés oculaires des personnes âgées. Son adaptation dynamique des interfaces permet de parer aux régressions des facultés oculaires jusqu'à un certain point. En effet, les tests de l'application du framework ont montrés de net résultats sur l'ensemble des participants, augmentant considérablement la précision de leurs clics. Le framework nécessite cependant quelques ajustements au point de vue des seuils d'application des tactiques correctives et de l'intensité de l'application des différentes tactiques. De plus, certains aspects techniques, notamment vis-à-vis de la tactique d'augmentation de la taille des éléments de l'interface, doivent encore être creusés afin de garder l'intégrité et la cohérence de l'interface ainsi qu'un certain niveau d'expérience utilisateur.

Annexes

ID	VIEW_ID	VIEW_TYPE	VIEW_ACTIVITY	CLICK_X	CLICK_Y	TIMESTAMP
1	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2260	2021-06-01 11:17:09.084
2	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	985	2256	2021-06-01 11:17:11.283
3	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	972	2273	2021-06-01 11:17:13.355
4	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2282	2021-06-01 11:17:15.109
5	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	927	2294	2021-06-01 11:17:16.666
6	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	974	2285	2021-06-01 11:17:18.42
7	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2286	2021-06-01 11:17:19.931
8	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2287	2021-06-01 11:17:21.703
9	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	914	2285	2021-06-01 11:17:23.539
10	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2295	2021-06-01 11:17:25.362
11	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2222	2021-06-01 11:17:31.316
12	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2278	2021-06-01 11:17:33.443
13	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2307	2021-06-01 11:17:35.146
14	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	932	2248	2021-06-01 11:17:36.931
15	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2295	2021-06-01 11:17:38.83
16	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	897	2257	2021-06-01 11:17:40.755
17	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2279	2021-06-01 11:17:42.603
18	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2261	2021-06-01 11:17:44.283
19	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2261	2021-06-01 11:17:46.026
20	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	859	2234	2021-06-01 11:17:47.712
21	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1030	2266	2021-06-01 11:17:58.523
22	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1008	2260	2021-06-01 11:18:00.828
23	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2300	2021-06-01 11:18:02.599
24	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2319	2021-06-01 11:18:04.764
25	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2269	2021-06-01 11:18:06.34
26	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2283	2021-06-01 11:18:07.966
27	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2291	2021-06-01 11:18:09.709
28	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2289	2021-06-01 11:18:12.959
29	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2261	2021-06-01 11:18:14.619
30	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2260	2021-06-01 11:18:16.224
31	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	869	2270	2021-06-01 11:18:22.62
32	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	917	2278	2021-06-01 11:18:24.224
33	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	897	2284	2021-06-01 11:18:26.469
34	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2275	2021-06-01 11:18:28.383
35	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	917	2220	2021-06-01 11:18:30.124
36	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2265	2021-06-01 11:18:32.04
37	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2259	2021-06-01 11:18:34.003
38	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	924	2249	2021-06-01 11:18:35.729
39	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2254	2021-06-01 11:18:37.745
40	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	996	2251	2021-06-01 11:18:39.31
41	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	953	2191	2021-06-01 11:18:47.146
42	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	832	2274	2021-06-01 11:18:48.72
43	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2231	2021-06-01 11:18:50.216
44	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	1004	2239	2021-06-01 11:18:53.454
45	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	897	2260	2021-06-01 11:18:56.188
46	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2248	2021-06-01 11:18:58.717
47	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	904	2279	2021-06-01 11:19:01.142
48	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	850	2280	2021-06-01 11:19:03.551
49	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	917	2267	2021-06-01 11:19:05.044
50	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2230	2021-06-01 11:19:07.461

FIGURE 12.1 – Individu 1 - Données brutes des clics de la première itération

51	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2295	2021-08-19 09:31:45.957
52	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2270	2021-08-19 09:31:52.562
53	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2306	2021-08-19 09:31:54.991
54	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2283	2021-08-19 09:31:57.226
55	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2297	2021-08-19 09:31:59.282
56	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2293	2021-08-19 09:32:01.309
57	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	933	2348	2021-08-19 09:32:03.289
58	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	958	2299	2021-08-19 09:32:04.212
59	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2298	2021-08-19 09:32:06.289
60	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2291	2021-08-19 09:32:08.234
61	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2275	2021-08-19 09:32:14.44
62	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2317	2021-08-19 09:32:16.433
63	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2281	2021-08-19 09:32:18.383
64	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2273	2021-08-19 09:32:20.31
65	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	921	2311	2021-08-19 09:32:22.602
66	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2296	2021-08-19 09:32:24.581
67	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2324	2021-08-19 09:32:26.54
68	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2311	2021-08-19 09:32:28.399
69	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2286	2021-08-19 09:32:30.394
70	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	989	2312	2021-08-19 09:32:32.556
71	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2259	2021-08-19 09:32:38.22
72	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	978	2331	2021-08-19 09:32:40.479
73	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2287	2021-08-19 09:32:43.463
74	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2276	2021-08-19 09:32:45.702
75	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2239	2021-08-19 09:32:48.093
76	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	988	2290	2021-08-19 09:32:50.132
77	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2269	2021-08-19 09:32:51.98
78	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2289	2021-08-19 09:32:53.99
79	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2278	2021-08-19 09:32:55.959
80	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	909	2239	2021-08-19 09:33:03.496
81	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2301	2021-08-19 09:33:05.602
82	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2323	2021-08-19 09:33:07.914
83	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2277	2021-08-19 09:33:10.262
84	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2266	2021-08-19 09:33:12.618
85	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	988	2255	2021-08-19 09:33:14.938
86	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	973	2344	2021-08-19 09:33:17.286
87	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	932	2328	2021-08-19 09:33:18.562
88	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	925	2340	2021-08-19 09:33:19.81
89	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2280	2021-08-19 09:33:21.056
90	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	906	2280	2021-08-19 09:33:28.559
91	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	910	2324	2021-08-19 09:33:31.255
92	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2323	2021-08-19 09:33:33.733
93	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2295	2021-08-19 09:33:35.783
94	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2282	2021-08-19 09:33:38.198
95	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	916	2242	2021-08-19 09:33:40.737
96	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	918	2255	2021-08-19 09:33:44.579
97	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	918	2278	2021-08-19 09:33:47.28
98	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	920	2234	2021-08-19 09:33:50.355
99	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1019	2295	2021-08-19 09:34:31.84
100	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	989	2228	2021-08-19 09:34:34.379

FIGURE 12.2 – Individu 1 - Données brutes des clics de la deuxième itération

101	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2249	2021-08-19 09:34:34.489
102	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2262	2021-08-19 09:34:36.342
103	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	978	2296	2021-08-19 09:34:37.979
104	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2263	2021-08-19 09:34:39.686
105	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	993	2285	2021-08-19 09:34:41.37
106	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	972	2326	2021-08-19 09:34:42.964
107	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2289	2021-08-19 09:34:44.452
108	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	975	2279	2021-08-19 09:34:46.074
109	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2280	2021-08-19 09:34:47.783
110	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	994	2265	2021-08-19 09:34:51.563
111	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	958	2266	2021-08-19 09:34:53.246
112	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2291	2021-08-19 09:34:54.905
113	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	980	2253	2021-08-19 09:34:56.682
114	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2262	2021-08-19 09:34:58.308
115	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2291	2021-08-19 09:34:59.91
116	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	967	2264	2021-08-19 09:35:01.652
117	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	983	2256	2021-08-19 09:35:03.299
118	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	1006	2263	2021-08-19 09:35:04.77
119	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	989	2279	2021-08-19 09:35:06.439
120	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	967	2242	2021-08-19 09:35:11.807
121	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2292	2021-08-19 09:35:13.513
122	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2297	2021-08-19 09:35:15.109
123	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2301	2021-08-19 09:35:16.807
124	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	877	2287	2021-08-19 09:35:18.264
125	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	897	2280	2021-08-19 09:35:19.084
126	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	974	2291	2021-08-19 09:35:20.85
127	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2305	2021-08-19 09:35:22.335
128	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2300	2021-08-19 09:35:23.901
129	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	981	2261	2021-08-19 09:35:25.323
130	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	913	2228	2021-08-19 09:35:32.572
131	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2265	2021-08-19 09:35:33.927
132	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	983	2247	2021-08-19 09:35:35.164
133	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2307	2021-08-19 09:35:36.483
134	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2313	2021-08-19 09:35:37.714
135	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	958	2274	2021-08-19 09:35:38.909
136	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2272	2021-08-19 09:35:40.073
137	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2249	2021-08-19 09:35:41.15
138	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2267	2021-08-19 09:35:42.222
139	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2237	2021-08-19 09:35:43.321
140	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2237	2021-08-19 09:35:49.309
141	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	990	2288	2021-08-19 09:35:51.38
142	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	997	2230	2021-08-19 09:35:53.091
143	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1016	2265	2021-08-19 09:35:54.731
144	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	991	2250	2021-08-19 09:35:56.095
145	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2290	2021-08-19 09:35:57.8
146	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1011	2283	2021-08-19 09:35:59.33
147	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2286	2021-08-19 09:36:00.466
148	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2306	2021-08-19 09:36:02.258
149	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	985	2314	2021-08-19 09:36:03.815
150	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2294	2021-08-19 09:36:04.542

FIGURE 12.3 – Individu 1 - Données brutes des clics de la troisième itération

ID	VIEW_ID	VIEW_TYPE	VIEW_ACTIVITY	CLICK_X	CLICK_Y	TIMESTAMP
1	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2255	2021-06-12 17:09:43.462
2	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	911	2282	2021-06-12 17:09:45.531
3	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2231	2021-06-12 17:09:47.448
4	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2295	2021-06-12 17:09:49.255
5	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2256	2021-06-12 17:09:51.167
6	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2292	2021-06-12 17:09:52.901
7	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2235	2021-06-12 17:09:54.629
8	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2281	2021-06-12 17:09:56.354
9	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2230	2021-06-12 17:09:58.1
10	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2261	2021-06-12 17:09:59.868
11	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	932	2291	2021-06-12 17:10:06.718
12	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	915	2234	2021-06-12 17:10:08.491
13	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2243	2021-06-12 17:10:10.213
14	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2267	2021-06-12 17:10:11.931
15	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2253	2021-06-12 17:10:13.51
16	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2286	2021-06-12 17:10:15.01
17	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2307	2021-06-12 17:10:16.601
18	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	1005	2267	2021-06-12 17:10:18.232
19	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	974	2259	2021-06-12 17:10:19.799
20	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2269	2021-06-12 17:10:21.387
21	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2208	2021-06-12 17:10:25.982
22	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2245	2021-06-12 17:10:27.848
23	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	958	2226	2021-06-12 17:10:29.564
24	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2208	2021-06-12 17:10:31.148
25	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2298	2021-06-12 17:10:32.741
26	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	919	2242	2021-06-12 17:10:34.277
27	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2223	2021-06-12 17:10:35.858
28	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	990	2248	2021-06-12 17:10:37.888
29	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	997	2233	2021-06-12 17:10:39.518
30	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	924	2293	2021-06-12 17:10:41.021
31	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2229	2021-06-12 17:10:44.983
32	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	997	2230	2021-06-12 17:10:46.826
33	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2249	2021-06-12 17:10:48.462
34	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	908	2203	2021-06-12 17:10:50.131
35	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	874	2255	2021-06-12 17:10:51.934
36	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2230	2021-06-12 17:10:53.539
37	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2231	2021-06-12 17:10:55.233
38	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	936	2207	2021-06-12 17:10:56.857
39	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2225	2021-06-12 17:10:58.326
40	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	967	2208	2021-06-12 17:11:00.183
41	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	995	2321	2021-06-12 17:11:03.005
42	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	974	2334	2021-06-12 17:11:05.139
43	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2236	2021-06-12 17:11:06.942
44	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	899	2195	2021-06-12 17:11:08.597
45	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1022	2209	2021-06-12 17:11:09.912
46	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	949	2195	2021-06-12 17:11:11.09
47	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2295	2021-06-12 17:11:12.446
48	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	890	2268	2021-06-12 17:11:14.363
49	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	901	2267	2021-06-12 17:11:16.085
50	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	976	2268	2021-06-12 17:11:17.854

FIGURE 12.4 – Individu 2 - Données brutes des clics de la première itération

51	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2273	2021-08-18 21:00:46.69
52	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	908	2270	2021-08-18 21:00:48.262
53	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2274	2021-08-18 21:00:49.724
54	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2280	2021-08-18 21:00:51.185
55	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2275	2021-08-18 21:00:52.701
56	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	929	2255	2021-08-18 21:00:54.187
57	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2279	2021-08-18 21:00:55.681
58	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	920	2266	2021-08-18 21:00:57.125
59	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	914	2234	2021-08-18 21:00:58.627
60	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	909	2295	2021-08-18 21:01:00.119
61	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2262	2021-08-18 21:01:03.129
62	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2298	2021-08-18 21:01:05.374
63	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	934	2307	2021-08-18 21:01:07.109
64	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	932	2272	2021-08-18 21:01:09.028
65	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2295	2021-08-18 21:01:10.579
66	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2319	2021-08-18 21:01:12.05
67	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2309	2021-08-18 21:01:13.587
68	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2291	2021-08-18 21:01:15.236
69	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2318	2021-08-18 21:01:16.641
70	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2323	2021-08-18 21:01:20.006
71	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	890	2305	2021-08-18 21:01:22.062
72	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	910	2286	2021-08-18 21:01:23.855
73	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2296	2021-08-18 21:01:25.788
74	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2303	2021-08-18 21:01:27.369
75	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	929	2281	2021-08-18 21:01:29.024
76	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2305	2021-08-18 21:01:30.722
77	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2268	2021-08-18 21:01:32.448
78	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	924	2292	2021-08-18 21:01:34.076
79	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2280	2021-08-18 21:01:35.731
80	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2297	2021-08-18 21:01:38.912
81	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	976	2288	2021-08-18 21:01:40.61
82	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	986	2310	2021-08-18 21:01:42.184
83	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2273	2021-08-18 21:01:43.787
84	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2288	2021-08-18 21:01:46.083
85	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	909	2284	2021-08-18 21:01:48.295
86	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	929	2305	2021-08-18 21:01:49.983
87	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2277	2021-08-18 21:01:51.583
88	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	915	2291	2021-08-18 21:01:53.163
89	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2318	2021-08-18 21:01:56.367
90	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	859	2288	2021-08-18 21:01:58.038
91	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	902	2262	2021-08-18 21:01:59.275
92	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2244	2021-08-18 21:02:01.048
93	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2246	2021-08-18 21:02:02.789
94	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2259	2021-08-18 21:02:04.643
95	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	980	2275	2021-08-18 21:02:06.567
96	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2277	2021-08-18 21:02:08.496
97	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2287	2021-08-18 21:02:10.246
98	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2242	2021-08-18 21:02:12.024
99	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	980	2203	2021-08-18 21:03:26.421
100	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2218	2021-08-18 21:03:27.764

FIGURE 12.5 – Individu 2 - Données brutes des clics de la deuxième itération

100	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2218	2021-08-18 21:03:27.764
101	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2222	2021-08-18 21:03:29.121
102	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	927	2278	2021-08-18 21:03:30.559
103	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2263	2021-08-18 21:03:31.944
104	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	934	2252	2021-08-18 21:03:33.376
105	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2228	2021-08-18 21:03:34.75
106	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	974	2233	2021-08-18 21:03:36.143
107	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	970	2227	2021-08-18 21:03:37.47
108	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2235	2021-08-18 21:03:38.85
109	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2248	2021-08-18 21:03:41.975
110	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	910	2272	2021-08-18 21:03:43.594
111	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2278	2021-08-18 21:03:45.058
112	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2301	2021-08-18 21:03:46.494
113	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	925	2299	2021-08-18 21:03:47.972
114	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2284	2021-08-18 21:03:49.372
115	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	927	2243	2021-08-18 21:03:50.895
116	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	924	2256	2021-08-18 21:03:52.47
117	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2283	2021-08-18 21:03:54.015
118	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2322	2021-08-18 21:03:55.531
119	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2231	2021-08-18 21:03:59.918
120	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2290	2021-08-18 21:04:01.476
121	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	967	2289	2021-08-18 21:04:02.929
122	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2313	2021-08-18 21:04:04.561
123	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	924	2272	2021-08-18 21:04:06.079
124	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2285	2021-08-18 21:04:07.651
125	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2271	2021-08-18 21:04:09.209
126	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	929	2279	2021-08-18 21:04:10.806
127	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2308	2021-08-18 21:04:12.366
128	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2257	2021-08-18 21:04:13.956
129	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	908	2256	2021-08-18 21:04:18.221
130	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2254	2021-08-18 21:04:20.015
131	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2269	2021-08-18 21:04:21.687
132	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	921	2258	2021-08-18 21:04:23.342
133	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2274	2021-08-18 21:04:24.923
134	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2310	2021-08-18 21:04:26.798
135	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2276	2021-08-18 21:04:28.591
136	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	995	2284	2021-08-18 21:04:30.508
137	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2293	2021-08-18 21:04:32.192
138	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2287	2021-08-18 21:04:33.95
139	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2261	2021-08-18 21:04:37.446
140	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	972	2263	2021-08-18 21:04:39.145
141	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	922	2256	2021-08-18 21:04:40.712
142	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	968	2258	2021-08-18 21:04:42.329
143	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2258	2021-08-18 21:04:43.913
144	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	979	2268	2021-08-18 21:04:45.458
145	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2271	2021-08-18 21:04:47.208
146	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	972	2265	2021-08-18 21:04:48.818
147	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2273	2021-08-18 21:04:50.437
148	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2257	2021-08-18 21:04:52.158
149	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2275	2021-08-18 21:04:53.356
150	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2263	2021-08-18 21:04:55.421

FIGURE 12.6 – Individu 2 - Données brutes des clics de la troisième itération

ID	VIEW_ID	VIEW_TYPE	VIEW_ACTIVITY	CLICK_X	CLICK_Y	TIMESTAMP
1	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	900	2203	2021-06-12 15:10:28.374
2	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	943	2193	2021-06-12 15:10:29.565
3	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2212	2021-06-12 15:10:30.526
4	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	913	2243	2021-06-12 15:10:33.459
5	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	908	2220	2021-06-12 15:10:35.805
6	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	921	2255	2021-06-12 15:10:37.86
7	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	917	2225	2021-06-12 15:10:40.215
8	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	901	2215	2021-06-12 15:10:42.41
9	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	918	2209	2021-06-12 15:10:44.415
10	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2263	2021-06-12 15:10:46.371
11	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	890	2183	2021-06-12 15:10:51.441
12	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	899	2211	2021-06-12 15:10:53.345
13	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2215	2021-06-12 15:10:55.826
14	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2263	2021-06-12 15:10:58.192
15	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	915	2229	2021-06-12 15:11:00.37
16	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2226	2021-06-12 15:11:02.347
17	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	930	2177	2021-06-12 15:11:04.109
18	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	915	2247	2021-06-12 15:11:05.819
19	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	915	2236	2021-06-12 15:11:07.802
20	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2219	2021-06-12 15:11:09.689
21	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	907	2177	2021-06-12 15:11:17.386
22	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	921	2188	2021-06-12 15:11:18.973
23	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	920	2177	2021-06-12 15:11:20.102
24	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	922	2171	2021-06-12 15:11:21.088
25	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	903	2174	2021-06-12 15:11:21.964
26	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	950	2181	2021-06-12 15:11:22.798
27	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	953	2177	2021-06-12 15:11:23.743
28	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	932	2191	2021-06-12 15:11:24.662
29	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	938	2151	2021-06-12 15:11:25.921
30	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	958	2168	2021-06-12 15:11:26.988
31	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	867	2148	2021-06-12 15:11:38.815
32	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	985	2152	2021-06-12 15:11:44.911
33	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	901	2161	2021-06-12 15:11:46.237
34	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	904	2176	2021-06-12 15:11:47.323
35	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	916	2220	2021-06-12 15:11:48.35
36	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2281	2021-06-12 15:11:51.035
37	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2246	2021-06-12 15:11:53.164
38	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	977	2236	2021-06-12 15:11:55.189
39	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	880	2202	2021-06-12 15:11:57.292
40	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	968	2233	2021-06-12 15:11:58.903
41	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	909	2246	2021-06-12 15:12:06.822
42	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	927	2227	2021-06-12 15:12:08.319
43	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2210	2021-06-12 15:12:10.546
44	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	920	2214	2021-06-12 15:12:12.623
45	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	927	2182	2021-06-12 15:12:14.482
46	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	892	2174	2021-06-12 15:12:15.928
47	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	869	2215	2021-06-12 15:12:17.254
48	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	867	2258	2021-06-12 15:12:18.635
49	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	906	2214	2021-06-12 15:12:20.244
50	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	929	2203	2021-06-12 15:12:22.592

FIGURE 12.7 – Individu 3 - Données brutes des clics de la première itération

51	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	991	2253	2021-08-18 21:13:29.1
52	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2280	2021-08-18 21:13:31.166
53	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2261	2021-08-18 21:13:32.848
54	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2271	2021-08-18 21:13:34.436
55	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2258	2021-08-18 21:13:36.065
56	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	967	2277	2021-08-18 21:13:37.551
57	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	989	2270	2021-08-18 21:13:38.973
58	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2285	2021-08-18 21:13:40.425
59	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2281	2021-08-18 21:13:41.851
60	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1012	2262	2021-08-18 21:13:43.178
61	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2242	2021-08-18 21:13:46.893
62	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2320	2021-08-18 21:13:48.697
63	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2320	2021-08-18 21:13:50.264
64	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2291	2021-08-18 21:13:51.808
65	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	956	2329	2021-08-18 21:13:53.374
66	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2285	2021-08-18 21:13:54.51
67	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2272	2021-08-18 21:13:54.69
68	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2268	2021-08-18 21:13:57.25
69	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2310	2021-08-18 21:13:58.881
70	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2256	2021-08-18 21:14:00.385
71	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	889	2277	2021-08-18 21:14:11.993
72	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2284	2021-08-18 21:14:13.771
73	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2273	2021-08-18 21:14:15.179
74	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	932	2284	2021-08-18 21:14:16.658
75	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	922	2294	2021-08-18 21:14:18.13
76	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2246	2021-08-18 21:14:20.003
77	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	934	2269	2021-08-18 21:14:21.411
78	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2289	2021-08-18 21:14:22.818
79	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2282	2021-08-18 21:14:24.201
80	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2266	2021-08-18 21:14:25.6
81	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	832	2201	2021-08-18 21:14:31.379
82	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	916	2284	2021-08-18 21:14:32.502
83	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	934	2277	2021-08-18 21:14:34.193
84	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2256	2021-08-18 21:14:35.849
85	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2276	2021-08-18 21:14:37.476
86	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	912	2304	2021-08-18 21:14:39.254
87	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2254	2021-08-18 21:14:41.072
88	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2285	2021-08-18 21:14:42.821
89	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2259	2021-08-18 21:14:44.483
90	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2246	2021-08-18 21:14:46.095
91	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2228	2021-08-18 21:14:50.688
92	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2279	2021-08-18 21:14:52.328
93	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2259	2021-08-18 21:14:53.689
94	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2266	2021-08-18 21:14:55.128
95	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	993	2270	2021-08-18 21:14:56.654
96	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2237	2021-08-18 21:14:58.265
97	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2210	2021-08-18 21:14:59.651
98	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	989	2242	2021-08-18 21:15:01.106
99	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	986	2205	2021-08-18 21:15:02.549
100	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2245	2021-08-18 21:15:03.401

FIGURE 12.8 – Individu 3 - Données brutes des clics de la deuxième itération

100	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2245	2021-08-18 21:15:03.401
101	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2242	2021-08-18 21:16:29.363
102	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2278	2021-08-18 21:16:31.361
103	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	885	2267	2021-08-18 21:16:32.888
104	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2293	2021-08-18 21:16:33.541
105	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	934	2311	2021-08-18 21:16:34.858
106	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2311	2021-08-18 21:16:36.081
107	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2287	2021-08-18 21:16:37.388
108	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	925	2314	2021-08-18 21:16:38.736
109	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2298	2021-08-18 21:16:40.023
110	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2288	2021-08-18 21:16:41.32
111	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	911	2286	2021-08-18 21:16:44.531
112	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2293	2021-08-18 21:16:46.019
113	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2297	2021-08-18 21:16:47.382
114	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2282	2021-08-18 21:16:48.817
115	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2286	2021-08-18 21:16:50.178
116	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2270	2021-08-18 21:16:51.672
117	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	934	2259	2021-08-18 21:16:53.08
118	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2241	2021-08-18 21:16:54.478
119	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2294	2021-08-18 21:16:55.858
120	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2274	2021-08-18 21:16:57.22
121	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	864	2224	2021-08-18 21:17:02.214
122	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	908	2285	2021-08-18 21:17:03.396
123	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	975	2284	2021-08-18 21:17:04.817
124	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2290	2021-08-18 21:17:06.333
125	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2308	2021-08-18 21:17:07.783
126	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2261	2021-08-18 21:17:09.205
127	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2254	2021-08-18 21:17:10.58
128	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2256	2021-08-18 21:17:11.95
129	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2233	2021-08-18 21:17:13.452
130	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2269	2021-08-18 21:17:14.849
131	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2245	2021-08-18 21:17:19.567
132	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2251	2021-08-18 21:17:20.958
133	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	916	2286	2021-08-18 21:17:22.301
134	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2274	2021-08-18 21:17:23.635
135	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2282	2021-08-18 21:17:25.039
136	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2266	2021-08-18 21:17:26.445
137	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2250	2021-08-18 21:17:27.757
138	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2274	2021-08-18 21:17:29.163
139	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2265	2021-08-18 21:17:30.495
140	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2267	2021-08-18 21:17:31.748
141	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	953	2329	2021-08-18 21:17:37.801
142	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	986	2251	2021-08-18 21:17:38.74
143	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2266	2021-08-18 21:17:40.251
144	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2308	2021-08-18 21:17:41.677
145	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2269	2021-08-18 21:17:43.171
146	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2263	2021-08-18 21:17:44.607
147	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2241	2021-08-18 21:17:46.1
148	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2302	2021-08-18 21:17:47.589
149	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	978	2286	2021-08-18 21:17:48.986
150	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	978	2254	2021-08-18 21:17:50.383

FIGURE 12.9 – Individu 3 - Données brutes des clics de la troisième itération

ID	VIEW_ID	VIEW_TYPE	VIEW_ACTIVITY	CLICK_X	CLICK_Y	TIMESTAMP
1	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2289	2021-05-12 17:36:12.735
2	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	984	2289	2021-05-12 17:36:14.184
3	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2246	2021-05-12 17:36:15.86
4	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2272	2021-05-12 17:36:17.172
5	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2287	2021-05-12 17:36:18.665
6	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	920	2248	2021-05-12 17:36:20.258
7	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	992	2289	2021-05-12 17:36:22.118
8	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2269	2021-05-12 17:36:23.917
9	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	927	2298	2021-05-12 17:36:26.223
10	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2266	2021-05-12 17:36:27.957
11	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2253	2021-05-12 17:36:32.173
12	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2281	2021-05-12 17:36:33.887
13	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	888	2235	2021-05-12 17:36:35.105
14	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	1005	2245	2021-05-12 17:36:36.459
15	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2319	2021-05-12 17:36:37.804
16	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2298	2021-05-12 17:36:39.426
17	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2318	2021-05-12 17:36:41.361
18	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2267	2021-05-12 17:36:42.831
19	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	909	2266	2021-05-12 17:36:44.675
20	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2278	2021-05-12 17:36:46.2
21	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	922	2300	2021-05-12 17:36:51.609
22	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	975	2261	2021-05-12 17:36:53.344
23	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	908	2284	2021-05-12 17:36:54.936
24	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	996	2278	2021-05-12 17:36:56.563
25	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2229	2021-05-12 17:36:58.072
26	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2277	2021-05-12 17:36:59.634
27	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	860	2278	2021-05-12 17:37:01.354
28	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2285	2021-05-12 17:37:02.77
29	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2307	2021-05-12 17:37:04.674
30	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2279	2021-05-12 17:37:06.475
31	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	915	2334	2021-05-12 17:37:16.953
32	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2266	2021-05-12 17:37:19.041
33	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2279	2021-05-12 17:37:20.445
34	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	993	2274	2021-05-12 17:37:21.993
35	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	927	2250	2021-05-12 17:37:23.571
36	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	978	2217	2021-05-12 17:37:25.469
37	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	922	2281	2021-05-12 17:37:27.031
38	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2259	2021-05-12 17:37:29.531
39	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	883	2262	2021-05-12 17:37:31.085
40	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2269	2021-05-12 17:37:32.779
41	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	921	2196	2021-05-12 17:37:39.056
42	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2308	2021-05-12 17:37:40.394
43	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2282	2021-05-12 17:37:42.665
44	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	881	2223	2021-05-12 17:37:44.335
45	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2303	2021-05-12 17:37:45.52
46	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	997	2287	2021-05-12 17:37:47.066
47	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	996	2215	2021-05-12 17:37:49.106
48	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	963	2171	2021-05-12 17:37:51.198
49	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2289	2021-05-12 17:37:52.558
50	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	916	2256	2021-05-12 17:37:54.802

FIGURE 12.10 – Individu 4 - Données brutes des clics de la première itération

51	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2279	2021-08-18 20:40:33.568
52	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	925	2265	2021-08-18 20:40:35.175
53	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	919	2257	2021-08-18 20:40:36.43
54	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	918	2275	2021-08-18 20:40:37.742
55	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	919	2272	2021-08-18 20:40:39.05
56	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2290	2021-08-18 20:40:40.201
57	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2288	2021-08-18 20:40:41.329
58	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2269	2021-08-18 20:40:42.517
59	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2265	2021-08-18 20:40:43.704
60	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2257	2021-08-18 20:40:44.971
61	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2277	2021-08-18 20:40:53.34
62	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	921	2257	2021-08-18 20:40:54.613
63	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	927	2279	2021-08-18 20:40:55.91
64	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	929	2275	2021-08-18 20:40:57.017
65	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2277	2021-08-18 20:40:58.423
66	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	927	2281	2021-08-18 20:40:59.645
67	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2273	2021-08-18 20:41:00.817
68	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2276	2021-08-18 20:41:02.027
69	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2267	2021-08-18 20:41:03.278
70	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2275	2021-08-18 20:41:04.421
71	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2283	2021-08-18 20:41:19.703
72	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	912	2265	2021-08-18 20:41:20.775
73	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2259	2021-08-18 20:41:21.793
74	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2276	2021-08-18 20:41:23.185
75	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2293	2021-08-18 20:41:24.648
76	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2268	2021-08-18 20:41:25.871
77	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2268	2021-08-18 20:41:27.16
78	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	929	2286	2021-08-18 20:41:28.29
79	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	924	2258	2021-08-18 20:41:29.504
80	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	925	2283	2021-08-18 20:41:30.7
81	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	929	2263	2021-08-18 20:41:43.629
82	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2297	2021-08-18 20:41:45.22
83	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	916	2277	2021-08-18 20:41:46.553
84	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2265	2021-08-18 20:41:47.616
85	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2274	2021-08-18 20:41:48.723
86	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	924	2276	2021-08-18 20:41:49.895
87	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2297	2021-08-18 20:41:51.161
88	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2280	2021-08-18 20:41:52.852
89	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	921	2273	2021-08-18 20:41:54.105
90	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2279	2021-08-18 20:41:55.336
91	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2277	2021-08-18 20:42:04.75
92	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	925	2275	2021-08-18 20:42:06.017
93	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2261	2021-08-18 20:42:07.209
94	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2278	2021-08-18 20:42:08.486
95	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	922	2286	2021-08-18 20:42:09.651
96	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2269	2021-08-18 20:42:11.133
97	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2292	2021-08-18 20:42:12.356
98	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2280	2021-08-18 20:42:13.883
99	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2253	2021-08-18 20:42:15.061
100	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2267	2021-08-18 20:42:16.504

FIGURE 12.11 – Individu 4 - Données brutes des clics de la deuxième itération

100	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2267	2021-08-18 20:42:16.504
101	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2278	2021-08-18 20:42:36.163
102	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	915	2279	2021-08-18 20:42:37.445
103	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2278	2021-08-18 20:42:38.535
104	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	934	2282	2021-08-18 20:42:39.8
105	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2276	2021-08-18 20:42:41.026
106	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2248	2021-08-18 20:42:42.293
107	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2264	2021-08-18 20:42:43.676
108	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2277	2021-08-18 20:42:44.812
109	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2270	2021-08-18 20:42:45.874
110	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2261	2021-08-18 20:42:47.067
111	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2288	2021-08-18 20:42:51.498
112	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	909	2264	2021-08-18 20:42:52.706
113	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2291	2021-08-18 20:42:53.826
114	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2265	2021-08-18 20:42:54.897
115	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2274	2021-08-18 20:42:55.959
116	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2281	2021-08-18 20:42:56.95
117	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2264	2021-08-18 20:42:57.982
118	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2255	2021-08-18 20:42:59.19
119	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2269	2021-08-18 20:43:00.24
120	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2261	2021-08-18 20:43:01.286
121	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2286	2021-08-18 20:43:04.46
122	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2275	2021-08-18 20:43:05.59
123	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2291	2021-08-18 20:43:06.674
124	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	932	2288	2021-08-18 20:43:07.693
125	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2307	2021-08-18 20:43:08.675
126	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2274	2021-08-18 20:43:09.768
127	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2271	2021-08-18 20:43:10.822
128	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2276	2021-08-18 20:43:11.965
129	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2280	2021-08-18 20:43:13.145
130	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2280	2021-08-18 20:43:14.681
131	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2263	2021-08-18 20:43:20.364
132	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2255	2021-08-18 20:43:22.838
133	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2285	2021-08-18 20:43:24.065
134	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2266	2021-08-18 20:43:25.327
135	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2284	2021-08-18 20:43:26.413
136	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2282	2021-08-18 20:43:27.51
137	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2262	2021-08-18 20:43:29.947
138	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2299	2021-08-18 20:43:31.18
139	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2278	2021-08-18 20:43:32.235
140	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2269	2021-08-18 20:43:33.363
141	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	924	2241	2021-08-18 20:43:37.444
142	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	986	2288	2021-08-18 20:43:38.968
143	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2314	2021-08-18 20:43:40.176
144	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2268	2021-08-18 20:43:41.254
145	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2285	2021-08-18 20:43:42.528
146	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2268	2021-08-18 20:43:43.686
147	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2295	2021-08-18 20:43:44.699
148	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2274	2021-08-18 20:43:45.724
149	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2275	2021-08-18 20:43:46.969
150	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2268	2021-08-18 20:43:48.172

FIGURE 12.12 – Individu 4 - Données brutes des clics de la troisième itération

ID	VIEW_ID	VIEW_TYPE	VIEW_ACTIVITY	CLICK_X	CLICK_Y	TIMESTAMP
1	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2293	2021-07-09 20:22:08.641
2	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2254	2021-07-09 20:22:11.395
3	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2245	2021-07-09 20:22:14.202
4	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	984	2233	2021-07-09 20:22:22.029
5	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2276	2021-07-09 20:22:24.677
6	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	981	2279	2021-07-09 20:22:26.975
7	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2282	2021-07-09 20:22:29.553
8	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	977	2303	2021-07-09 20:22:32.327
9	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	988	2332	2021-07-09 20:22:34.132
10	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	986	2331	2021-07-09 20:22:35.017
11	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2239	2021-07-09 20:22:35.864
12	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2319	2021-07-09 20:22:39.857
13	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2282	2021-07-09 20:22:42.065
14	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2317	2021-07-09 20:22:44.461
15	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2275	2021-07-09 20:22:46.505
16	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	980	2252	2021-07-09 20:22:48.541
17	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2271	2021-07-09 20:22:50.565
18	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2284	2021-07-09 20:22:52.705
19	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	966	2295	2021-07-09 20:22:54.65
20	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	974	2255	2021-07-09 20:22:56.453
21	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2287	2021-07-09 20:22:58.008
22	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2228	2021-07-09 20:23:02.196
23	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2295	2021-07-09 20:23:04.207
24	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2260	2021-07-09 20:23:06.043
25	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2303	2021-07-09 20:23:07.978
26	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2310	2021-07-09 20:23:09.993
27	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2261	2021-07-09 20:23:12.028
28	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2260	2021-07-09 20:23:13.819
29	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	987	2276	2021-07-09 20:23:15.508
30	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2287	2021-07-09 20:23:17.501
31	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	993	2311	2021-07-09 20:23:19.475
32	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	916	2242	2021-07-09 20:23:23.991
33	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2308	2021-07-09 20:23:26.263
34	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	919	2321	2021-07-09 20:23:28.514
35	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2283	2021-07-09 20:23:30.498
36	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2299	2021-07-09 20:23:32.708
37	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2317	2021-07-09 20:23:34.581
38	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2309	2021-07-09 20:23:36.534
39	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	930	2336	2021-07-09 20:23:38.398
40	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	999	2282	2021-07-09 20:23:39.756
41	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	988	2282	2021-07-09 20:23:41.619
42	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2278	2021-07-09 20:23:45.581
43	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2275	2021-07-09 20:23:47.506
44	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	912	2286	2021-07-09 20:23:49.153
45	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2252	2021-07-09 20:23:51.045
46	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2307	2021-07-09 20:23:53.14
47	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2299	2021-07-09 20:23:54.734
48	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2321	2021-07-09 20:23:56.558
49	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2294	2021-07-09 20:23:58.25
50	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	974	2259	2021-07-09 20:24:00.166

FIGURE 12.13 – Individu 5 - Données brutes des clics de la première itération

51	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	920	2302	2021-08-19 12:02:23.78
52	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2301	2021-08-19 12:02:24.829
53	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2286	2021-08-19 12:02:25.985
54	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2286	2021-08-19 12:02:27.076
55	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2260	2021-08-19 12:02:28.196
56	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2271	2021-08-19 12:02:29.341
57	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2267	2021-08-19 12:02:30.402
58	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2265	2021-08-19 12:02:34.478
59	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2283	2021-08-19 12:02:35.463
60	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2292	2021-08-19 12:02:36.727
61	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	968	2306	2021-08-19 12:02:41.349
62	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2323	2021-08-19 12:02:42.82
63	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	946	2333	2021-08-19 12:02:44.179
64	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2299	2021-08-19 12:02:44.896
65	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2285	2021-08-19 12:02:46.076
66	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2255	2021-08-19 12:02:47.248
67	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2267	2021-08-19 12:02:48.456
68	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2288	2021-08-19 12:02:49.526
69	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	919	2299	2021-08-19 12:02:50.604
70	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	966	2272	2021-08-19 12:02:51.73
71	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2288	2021-08-19 12:02:55.277
72	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2288	2021-08-19 12:02:56.222
73	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2300	2021-08-19 12:02:57.335
74	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2279	2021-08-19 12:02:58.44
75	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2291	2021-08-19 12:02:59.569
76	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	975	2294	2021-08-19 12:03:01.274
77	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2297	2021-08-19 12:03:02.249
78	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	977	2302	2021-08-19 12:03:03.288
79	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2293	2021-08-19 12:03:04.24
80	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	968	2284	2021-08-19 12:03:05.26
81	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	981	2282	2021-08-19 12:03:06.278
82	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2303	2021-08-19 12:03:07.289
83	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	967	2294	2021-08-19 12:03:08.242
84	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	958	2292	2021-08-19 12:03:09.188
85	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2286	2021-08-19 12:03:10.173
86	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	983	2289	2021-08-19 12:03:11.231
87	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2306	2021-08-19 12:03:12.266
88	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	970	2297	2021-08-19 12:03:13.355
89	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2295	2021-08-19 12:03:14.43
90	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	974	2304	2021-08-19 12:03:15.495
91	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2290	2021-08-19 12:03:35.602
92	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2278	2021-08-19 12:03:36.891
93	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2282	2021-08-19 12:03:37.984
94	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2299	2021-08-19 12:03:39.03
95	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2275	2021-08-19 12:03:40.115
96	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	958	2282	2021-08-19 12:03:41.297
97	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2285	2021-08-19 12:03:42.483
98	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2288	2021-08-19 12:03:43.757
99	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	968	2288	2021-08-19 12:03:45.077
100	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2289	2021-08-19 12:03:46.542

FIGURE 12.14 – Individu 5 - Données brutes des clics de la deuxième itération

101	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2280	2021-08-19 12:03:49.49
102	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2275	2021-08-19 12:03:50.744
103	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2271	2021-08-19 12:03:51.908
104	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2281	2021-08-19 12:03:53.035
105	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2265	2021-08-19 12:03:54.165
106	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2266	2021-08-19 12:03:55.211
107	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2291	2021-08-19 12:03:56.281
108	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2266	2021-08-19 12:03:57.344
109	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	970	2283	2021-08-19 12:03:58.451
110	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2274	2021-08-19 12:03:59.513
111	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2270	2021-08-19 12:04:00.488
112	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2293	2021-08-19 12:04:01.622
113	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	968	2292	2021-08-19 12:04:02.699
114	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2288	2021-08-19 12:04:03.778
115	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2284	2021-08-19 12:04:04.723
116	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2275	2021-08-19 12:04:05.726
117	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2284	2021-08-19 12:04:06.729
118	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2285	2021-08-19 12:04:07.698
119	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2284	2021-08-19 12:04:08.751
120	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2269	2021-08-19 12:04:09.7
121	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2293	2021-08-19 12:04:11.251
122	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2284	2021-08-19 12:04:12.226
123	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2292	2021-08-19 12:04:13.114
124	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2286	2021-08-19 12:04:14.024
125	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	980	2278	2021-08-19 12:04:14.982
126	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2295	2021-08-19 12:04:15.884
127	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2286	2021-08-19 12:04:16.807
128	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2282	2021-08-19 12:04:17.738
129	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2282	2021-08-19 12:04:18.698
130	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	958	2287	2021-08-19 12:04:19.856
131	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2289	2021-08-19 12:04:53.225
132	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2296	2021-08-19 12:04:54.185
133	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2284	2021-08-19 12:04:55.152
134	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2288	2021-08-19 12:04:56.281
135	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	968	2276	2021-08-19 12:04:57.406
136	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2288	2021-08-19 12:04:58.505
137	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2281	2021-08-19 12:04:59.567
138	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2258	2021-08-19 12:05:00.587
139	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2282	2021-08-19 12:05:01.711
140	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2288	2021-08-19 12:05:06.566
141	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2285	2021-08-19 12:05:07.522
142	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	970	2285	2021-08-19 12:05:08.512
143	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2278	2021-08-19 12:05:09.602
144	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2295	2021-08-19 12:05:10.694
145	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2276	2021-08-19 12:05:11.648
146	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2278	2021-08-19 12:05:12.646
147	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2277	2021-08-19 12:05:13.664
148	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2279	2021-08-19 12:05:14.778
149	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2295	2021-08-19 12:05:16.55
150	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2274	2021-08-19 12:05:17.63

FIGURE 12.15 – Individu 5 - Données brutes des clics de la troisième itération

ID	VIEW_ID	VIEW_TYPE	VIEW_ACTIVITY	CLICK_X	CLICK_Y	TIMESTAMP
1	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	916	2244	2021-06-06 11:28:51.492
2	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2247	2021-06-06 11:28:53.098
3	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2225	2021-06-06 11:28:54.202
4	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	966	2236	2021-06-06 11:28:55.361
5	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	967	2256	2021-06-06 11:28:56.394
6	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2251	2021-06-06 11:28:57.467
7	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2262	2021-06-06 11:28:58.481
8	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2237	2021-06-06 11:28:59.659
9	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2259	2021-06-06 11:29:00.71
10	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2233	2021-06-06 11:29:01.842
11	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2267	2021-06-06 11:29:05.264
12	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	966	2264	2021-06-06 11:29:06.624
13	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	1001	2265	2021-06-06 11:29:07.761
14	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2248	2021-06-06 11:29:08.999
15	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2267	2021-06-06 11:29:10.082
16	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2254	2021-06-06 11:29:11.169
17	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2227	2021-06-06 11:29:12.33
18	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2235	2021-06-06 11:29:13.391
19	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2228	2021-06-06 11:29:14.579
20	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	968	2244	2021-06-06 11:29:15.749
21	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2257	2021-06-06 11:29:18.975
22	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2242	2021-06-06 11:29:20.752
23	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	932	2260	2021-06-06 11:29:22.892
24	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2253	2021-06-06 11:29:23.962
25	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2244	2021-06-06 11:29:25.055
26	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2257	2021-06-06 11:29:26.035
27	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2247	2021-06-06 11:29:27.066
28	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2231	2021-06-06 11:29:28.152
29	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	898	2245	2021-06-06 11:29:29.231
30	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	923	2251	2021-06-06 11:29:30.304
31	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2239	2021-06-06 11:29:32.254
32	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	994	2249	2021-06-06 11:29:34.522
33	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	934	2245	2021-06-06 11:29:35.836
34	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2239	2021-06-06 11:29:36.926
35	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2228	2021-06-06 11:29:38.13
36	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2221	2021-06-06 11:29:39.304
37	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2263	2021-06-06 11:29:40.39
38	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2256	2021-06-06 11:29:41.369
39	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	933	2226	2021-06-06 11:29:42.64
40	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2250	2021-06-06 11:29:43.921
41	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2235	2021-06-06 11:29:49.234
42	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2262	2021-06-06 11:29:50.558
43	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2262	2021-06-06 11:29:51.686
44	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	968	2234	2021-06-06 11:29:53.015
45	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2257	2021-06-06 11:29:54.406
46	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	907	2241	2021-06-06 11:29:55.561
47	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2257	2021-06-06 11:29:56.895
48	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2227	2021-06-06 11:29:58.208
49	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2256	2021-06-06 11:29:59.516
50	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2241	2021-06-06 11:30:00.818

FIGURE 12.16 – Individu 6 - Données brutes des clics de la première itération

51	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	921	2209	2021-08-18 21:32:04.485
52	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2269	2021-08-18 21:32:06.809
53	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2293	2021-08-18 21:32:08.418
54	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2297	2021-08-18 21:32:10.225
55	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2273	2021-08-18 21:32:11.844
56	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2261	2021-08-18 21:32:13.564
57	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2259	2021-08-18 21:32:15.12
58	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2262	2021-08-18 21:32:16.577
59	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2260	2021-08-18 21:32:17.968
60	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2281	2021-08-18 21:32:19.395
61	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2277	2021-08-18 21:32:23.92
62	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2271	2021-08-18 21:32:25.436
63	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2265	2021-08-18 21:32:26.974
64	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2254	2021-08-18 21:32:28.542
65	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2285	2021-08-18 21:32:30.066
66	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2259	2021-08-18 21:32:31.56
67	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2296	2021-08-18 21:32:33.097
68	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2284	2021-08-18 21:32:34.553
69	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	972	2265	2021-08-18 21:32:35.937
70	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2274	2021-08-18 21:32:37.344
71	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2278	2021-08-18 21:32:47.896
72	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	947	2279	2021-08-18 21:32:49.347
73	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2275	2021-08-18 21:32:50.751
74	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2262	2021-08-18 21:32:52.085
75	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2269	2021-08-18 21:32:53.393
76	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	932	2273	2021-08-18 21:32:54.788
77	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2258	2021-08-18 21:32:56.319
78	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	985	2309	2021-08-18 21:33:13.44
79	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	966	2266	2021-08-18 21:33:14.802
80	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2255	2021-08-18 21:33:16.071
81	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	977	2246	2021-08-18 21:33:20.439
82	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	966	2266	2021-08-18 21:33:21.81
83	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	976	2262	2021-08-18 21:33:23.048
84	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2269	2021-08-18 21:33:24.33
85	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2258	2021-08-18 21:33:25.619
86	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	970	2259	2021-08-18 21:33:26.819
87	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	966	2269	2021-08-18 21:33:28.028
88	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	970	2257	2021-08-18 21:33:29.237
89	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	980	2251	2021-08-18 21:33:30.467
90	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	977	2248	2021-08-18 21:33:31.661
91	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2237	2021-08-18 21:33:37.025
92	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	988	2244	2021-08-18 21:33:38.42
93	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	979	2245	2021-08-18 21:33:39.833
94	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	975	2246	2021-08-18 21:33:41.12
95	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2246	2021-08-18 21:33:42.389
96	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2253	2021-08-18 21:33:43.629
97	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2253	2021-08-18 21:33:44.931
98	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2240	2021-08-18 21:33:46.233
99	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2251	2021-08-18 21:33:47.508
100	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2278	2021-08-18 21:33:48.768

FIGURE 12.17 – Individu 6 - Données brutes des clics de la deuxième itération

101	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	981	2256	2021-08-18 21:34:31.055
102	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	963	2248	2021-08-18 21:34:32.366
103	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2266	2021-08-18 21:34:33.553
104	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	970	2257	2021-08-18 21:34:34.66
105	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2274	2021-08-18 21:34:35.856
106	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2256	2021-08-18 21:34:36.999
107	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2258	2021-08-18 21:34:38.23
108	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2265	2021-08-18 21:34:39.359
109	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2258	2021-08-18 21:34:40.568
110	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	991	2258	2021-08-18 21:34:44.547
111	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	984	2283	2021-08-18 21:34:45.779
112	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2283	2021-08-18 21:34:46.915
113	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	975	2278	2021-08-18 21:34:48.021
114	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2251	2021-08-18 21:34:49.142
115	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	989	2243	2021-08-18 21:34:50.183
116	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2271	2021-08-18 21:34:51.327
117	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2257	2021-08-18 21:34:52.441
118	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	981	2254	2021-08-18 21:34:53.547
119	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	978	2284	2021-08-18 21:35:00.24
120	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2291	2021-08-18 21:35:01.744
121	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2270	2021-08-18 21:35:02.925
122	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	998	2264	2021-08-18 21:35:04.089
123	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2261	2021-08-18 21:35:05.312
124	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	1001	2260	2021-08-18 21:35:06.427
125	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2270	2021-08-18 21:35:07.586
126	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	976	2250	2021-08-18 21:35:08.671
127	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	970	2270	2021-08-18 21:35:09.798
128	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2254	2021-08-18 21:35:10.928
129	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	974	2254	2021-08-18 21:35:17.299
130	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2285	2021-08-18 21:35:18.496
131	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	930	2278	2021-08-18 21:35:19.648
132	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1018	2264	2021-08-18 21:35:20.838
133	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	970	2283	2021-08-18 21:35:22.317
134	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	987	2260	2021-08-18 21:35:23.46
135	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	976	2258	2021-08-18 21:35:24.589
136	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2259	2021-08-18 21:35:25.709
137	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2254	2021-08-18 21:35:26.787
138	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2259	2021-08-18 21:35:27.85
139	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	975	2229	2021-08-18 21:35:34.265
140	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	992	2256	2021-08-18 21:35:35.563
141	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	980	2270	2021-08-18 21:35:36.75
142	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	985	2247	2021-08-18 21:35:37.965
143	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	1004	2265	2021-08-18 21:35:39.182
144	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2236	2021-08-18 21:35:40.352
145	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	968	2252	2021-08-18 21:35:41.467
146	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1020	2230	2021-08-18 21:35:42.648
147	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	976	2259	2021-08-18 21:35:43.614
148	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2261	2021-08-18 21:35:44.906
149	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2271	2021-08-18 21:35:45.321
150	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2247	2021-08-18 21:35:46.784

FIGURE 12.18 – Individu 6 - Données brutes des clics de la troisième itération

ID	VIEW_ID	VIEW_TYPE	VIEW_ACTIVITY	CLICK_X	CLICK_Y	TIMESTAMP
1	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	923	2276	2021-07-09 20:11:38.625
2	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	942	2325	2021-07-09 20:11:42.65
3	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	993	2315	2021-07-09 20:11:47.736
4	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2293	2021-07-09 20:11:51.189
5	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	966	2272	2021-07-09 20:11:54.012
6	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	965	2205	2021-07-09 20:11:57.087
7	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2257	2021-07-09 20:11:58.446
8	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2291	2021-07-09 20:12:01.167
9	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	956	2332	2021-07-09 20:12:04.253
10	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	955	2304	2021-07-09 20:12:06.01
11	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2259	2021-07-09 20:12:10.789
12	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	962	2188	2021-07-09 20:12:15.313
13	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	983	2286	2021-07-09 20:12:17.039
14	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2304	2021-07-09 20:12:19.723
15	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2270	2021-07-09 20:12:22.065
16	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2238	2021-07-09 20:12:24.647
17	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2262	2021-07-09 20:12:26.965
18	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2253	2021-07-09 20:12:29.083
19	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	978	2223	2021-07-09 20:12:31.154
20	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2226	2021-07-09 20:12:33.341
21	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	985	2209	2021-07-09 20:12:38.45
22	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2243	2021-07-09 20:12:41.252
23	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	980	2281	2021-07-09 20:12:43.446
24	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	1001	2304	2021-07-09 20:12:45.413
25	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2242	2021-07-09 20:12:47.358
26	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2272	2021-07-09 20:12:49.321
27	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2278	2021-07-09 20:12:51.482
28	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	967	2312	2021-07-09 20:12:53.266
29	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2268	2021-07-09 20:12:55.045
30	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2315	2021-07-09 20:12:56.709
31	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	966	2250	2021-07-09 20:13:03.924
32	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1020	2254	2021-07-09 20:13:06.815
33	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2282	2021-07-09 20:13:08.018
34	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	976	2261	2021-07-09 20:13:10.001
35	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	992	2288	2021-07-09 20:13:11.73
36	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2318	2021-07-09 20:13:13.889
37	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2292	2021-07-09 20:13:15.856
38	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	975	2260	2021-07-09 20:13:17.62
39	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2264	2021-07-09 20:13:19.369
40	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	917	2271	2021-07-09 20:13:24.119
41	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1021	2295	2021-07-09 20:13:26.901
42	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	990	2179	2021-07-09 20:13:28.16
43	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	995	2315	2021-07-09 20:13:29.143
44	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	918	2278	2021-07-09 20:13:31.555
45	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2322	2021-07-09 20:13:33.81
46	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	965	2250	2021-07-09 20:13:36.764
47	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2288	2021-07-09 20:13:39.792
48	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1009	2253	2021-07-09 20:13:41.622
49	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	976	2286	2021-07-09 20:13:42.701
50	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2305	2021-07-09 20:13:43.612

FIGURE 12.19 – Individu 7 - Données brutes des clics de la première itération

51	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2283	2021-08-19 12:34:16.437
52	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	976	2282	2021-08-19 12:34:17.932
53	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	980	2290	2021-08-19 12:34:19.168
54	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2277	2021-08-19 12:34:20.573
55	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	990	2289	2021-08-19 12:34:21.897
56	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	999	2285	2021-08-19 12:34:23.155
57	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	974	2281	2021-08-19 12:34:24.519
58	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	1000	2286	2021-08-19 12:34:25.843
59	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	981	2267	2021-08-19 12:34:27.744
60	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	993	2284	2021-08-19 12:34:29.506
61	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	997	2277	2021-08-19 12:34:33.617
62	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	998	2276	2021-08-19 12:34:35.111
63	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	1004	2285	2021-08-19 12:34:36.501
64	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1008	2271	2021-08-19 12:34:37.887
65	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	985	2277	2021-08-19 12:34:38.575
66	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	970	2279	2021-08-19 12:34:40.049
67	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2270	2021-08-19 12:34:41.25
68	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2291	2021-08-19 12:34:42.691
69	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2276	2021-08-19 12:34:45.17
70	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	961	2285	2021-08-19 12:34:46.399
71	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	952	2280	2021-08-19 12:34:52.998
72	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2249	2021-08-19 12:34:54.09
73	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2273	2021-08-19 12:34:55.128
74	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2293	2021-08-19 12:34:56.249
75	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	957	2290	2021-08-19 12:34:57.407
76	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	926	2257	2021-08-19 12:34:58.657
77	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	939	2252	2021-08-19 12:34:59.875
78	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2258	2021-08-19 12:35:01.681
79	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2272	2021-08-19 12:35:02.941
80	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	976	2264	2021-08-19 12:35:04.412
81	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2300	2021-08-19 12:35:06.204
82	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2243	2021-08-19 12:35:07.576
83	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	967	2298	2021-08-19 12:35:08.761
84	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	972	2307	2021-08-19 12:35:11.414
85	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	981	2259	2021-08-19 12:35:15.107
86	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	1011	2244	2021-08-19 12:35:16.337
87	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	991	2239	2021-08-19 12:35:17.035
88	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	980	2283	2021-08-19 12:35:18.149
89	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	949	2301	2021-08-19 12:35:19.745
90	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	975	2265	2021-08-19 12:35:21.039
91	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2278	2021-08-19 12:35:23.184
92	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2291	2021-08-19 12:35:24.103
93	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	917	2301	2021-08-19 12:35:24.967
94	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2251	2021-08-19 12:35:25.753
95	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	940	2274	2021-08-19 12:35:26.428
96	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2308	2021-08-19 12:35:27.138
97	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2286	2021-08-19 12:35:28.004
98	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	979	2267	2021-08-19 12:35:28.797
99	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	982	2288	2021-08-19 12:35:29.776
100	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	998	2274	2021-08-19 12:35:30.801

FIGURE 12.20 – Individu 7 - Données brutes des clics de la deuxième itération

101	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2268	2021-08-19 12:36:22.061
102	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2253	2021-08-19 12:36:23.518
103	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	943	2255	2021-08-19 12:36:25.055
104	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	919	2280	2021-08-19 12:36:26.658
105	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2269	2021-08-19 12:36:27.991
106	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2251	2021-08-19 12:36:41.024
107	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	929	2269	2021-08-19 12:36:44.272
108	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	925	2268	2021-08-19 12:36:46.159
109	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2256	2021-08-19 12:36:47.178
110	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	921	2276	2021-08-19 12:36:48.306
111	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	921	2270	2021-08-19 12:36:51.697
112	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	914	2252	2021-08-19 12:36:52.664
113	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	950	2282	2021-08-19 12:36:53.777
114	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2302	2021-08-19 12:36:54.943
115	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	951	2275	2021-08-19 12:36:56.099
116	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2294	2021-08-19 12:36:57.533
117	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2285	2021-08-19 12:36:58.721
118	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	967	2283	2021-08-19 12:37:00.916
119	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2265	2021-08-19 12:37:02.445
120	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	973	2253	2021-08-19 12:37:04.049
121	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	935	2270	2021-08-19 12:37:07.09
122	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	960	2256	2021-08-19 12:37:08.137
123	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2277	2021-08-19 12:37:09.383
124	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	945	2297	2021-08-19 12:37:10.606
125	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	962	2279	2021-08-19 12:37:11.851
126	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	972	2266	2021-08-19 12:37:13.126
127	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	928	2257	2021-08-19 12:37:14.397
128	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	931	2294	2021-08-19 12:37:15.556
129	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	964	2270	2021-08-19 12:37:16.736
130	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	954	2287	2021-08-19 12:37:17.85
131	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	914	2249	2021-08-19 12:37:22.378
132	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2288	2021-08-19 12:37:23.505
133	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	941	2263	2021-08-19 12:37:24.838
134	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	971	2264	2021-08-19 12:37:26.069
135	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	953	2287	2021-08-19 12:37:27.383
136	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	969	2293	2021-08-19 12:37:28.81
137	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2261	2021-08-19 12:37:30.055
138	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	956	2260	2021-08-19 12:37:32.08
139	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	938	2263	2021-08-19 12:37:34.157
140	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	936	2287	2021-08-19 12:37:35.506
141	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	909	2277	2021-08-19 12:37:37.253
142	rv	RECYCLERVIEW	MainActivity	878	2261	2021-08-19 12:37:39.391
143	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	925	2267	2021-08-19 12:37:40.044
144	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2233	2021-08-19 12:37:41.129
145	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	959	2261	2021-08-19 12:37:42.127
146	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	944	2303	2021-08-19 12:37:43.505
147	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	948	2271	2021-08-19 12:37:44.67
148	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	946	2270	2021-08-19 12:37:45.854
149	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	937	2251	2021-08-19 12:37:47.151
150	fab	IMAGEBUTTON	MainActivity	932	2243	2021-08-19 12:37:48.601

FIGURE 12.21 – Individu 7 - Données brutes des clics de la troisième itération

Bibliographie

- [1] Android Developers. Introduction to activities. <https://developer.android.com/guide/components/activities/intro-activities>, 27 décembre 2019. consulté le 15/08/2021.
- [2] Android Developers. Dp. <https://developer.android.com/reference/kotlin/androidx/compose/ui/unit/Dp>, 4 août 2021. consulté le 14/08/2021.
- [3] Android Developers. Layoutparams. <https://developer.android.com/reference/android/view/ViewGroup.LayoutParams>, 24 février 2021. consulté le 14/08/2021.
- [4] Android Developers. Viewgroup. <https://developer.android.com/reference/kotlin/android/view/ViewGroup>, 11 août 2021. consulté le 15/08/2021.
- [5] Android Developers. Relativelayout. <https://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/relative>, 18 novembre 2020. consulté le 15/08/2021.
- [6] Android Developers. Linearlayout. <https://developer.android.com/reference/android/widget/LinearLayout>, 14 juillet 2021. consulté le 15/08/2021.
- [7] Kate Finn Jeff Johnson. *Designing User Interfaces for an Aging Population*. Todd Green, 2017.
- [8] Eduardo Machado/ Deepika Singh/ Federico Cruciani/ Liming Chen/ Sten Hanke/ Fernando Salvago/ Johannes Kropf/ Andreas Holzinger. A conceptual framework for adaptive user interfaces for older adults. doi: 10.1109/PERCOMW.2018.8480407.
- [9] Michela Ferron/ Nadia Mana/ Ornella Mich/ Christopher Reeves/ Gianluca Schiavo. Designing mobile multimodal interaction for visually impaired and older adults : Challenges and possible solutions. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, 16.
- [10] Jaroslav Porubän Michaela Bacíková. Dsl-driven generation of graphical user interfaces. <https://developer.android.com/reference/kotlin/android/view/ViewGroup>, 21 août 2014. consulté le 17/08/2021.

- [11] Enes Yigitbas/ André Hottung/ Sebastian Mansfield Rojas/ Anthony Anjorin/ Stefan Sauer/ Gregor Engels. Context and data-driven satisfaction analysis of user interface adaptations based on instant user feedback. URL : <https://doi.org/10.1145/>.
- [12] Nations Unies. 2019 revision of world population prospects. <https://population.un.org/wpp/>, 2019. consulté le 14/05/2021.
- [13] Nations Unies. Les personnes âgées. <https://www.un.org/fr/sections/issues-depth/ageing/index.html>. consulté le 14/05/2021.
- [14] Nations Unies. Population pyramids. <https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Pyramid/900>, 2019. consulté le 27/07/2021.
- [15] Dumont Gérard-François. Vieillesse de la population de la France : les trois causes de son accentuation. *Population & Avenir*, 732(2) :17–19, 2017/2. doi:<https://doi.org/10.3917/popav.732.0017>.
- [16] MeFirst. La durée de vie est toujours à la hausse! <https://www.mefirst.be/fr/guide-assurance/pension/duree-de-vie.html>. consulté le 15/05/2021.
- [17] Wikipédia. Papy-boom. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Papy-boom>, 20 novembre 2020. consulté le 15/05/2021.
- [18] Nations Unies. List of least developed countries (as of 11 february 2021). https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/publication/ldc_list.pdf, 2021. consulté le 27/07/2021.
- [19] Nations Unies. Ldc identification criteria and indicators. <https://www.un.org/development/desa/dpad/least-developed-country-category/ldc-criteria.html>, 2021. consulté le 27/07/2021.
- [20] Nations Unies. More developed regions. https://population.un.org/wpp/Graphs/1_Demographic%20Profiles/More%20developed%20regions.pdf, 2021. consulté le 27/07/2021.
- [21] Nations Unies. Less developed regions. https://population.un.org/wpp/Graphs/1_Demographic%20Profiles/Less%20developed%20regions.pdf, 2021. consulté le 27/07/2021.
- [22] Wikipédia. Baby-boom. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Baby-boom>, 14 juin 2021. consulté le 27/07/2021.
- [23] Wikipédia. Occident. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Occident>, 18 juin 2021. consulté le 27/07/2021.
- [24] Simon Kemp. Digital 2012 : Global digital overview. <https://datareportal.com/reports/digital-2012-global-digital-overview>, 17 janvier 2012. consulté le 14/05/2021.
- [25] Comarketing-news. Digital report 2020 : Les chiffres du digital dans le monde. <https://comarketing-news.fr/digital-report-2020-les-chiffres-du-digital-dans-le-monde/>, 30 janvier 2020. consulté le 14/05/2021.

- [26] Paul Taquet. Internet en 2020 : les chiffres-clés sur les données échangées chaque minute sur le web. <https://www.clubic.com/pro/blog-forum-reseaux-sociaux/actualite-9343-internet-en-2020-les-chiffres-clés-sur-les-données-échangées-chaque-minute-sur-le-web.html>, 15 août 2020. consulté le 29/07/2021.
- [27] Grégoire Huvelin. De plus en plus de smartphones dans le monde, mais une répartition très inégale. <https://www.clubic.com/pro/actualite-850479-smartphones-monde-repartition-inegale.html>, 6 février 2019. consulté le 29/07/2021.
- [28] Nadine Tchepannou. Statistiques mondiales sur le mobile en 2021. <https://zenuacademie.com/marketing/marketing-mobile/statistiques-mondiales-mobile/>, 10 janvier 2021. consulté le 31/07/2021.
- [29] Institut Amelis. Internet chez les personnes âgées : usages et avantages. <https://institut.amelis-services.com/bien-vieillir/vie-sociale-fetes/internet-chez-les-seniors/>, 13 septembre 2019. consulté le 31/07/2021.
- [30] Programme santé numérique. Initiatives autre de l'inclusion numérique des personnes âgées. <https://labo.societenumerique.gouv.fr/2019/11/07/autonomie-numerique-des-personnes-agees/>, 7 novembre 2019. consulté le 31/07/2021.
- [31] LaToupie. Définition illectronisme. <https://www.toupie.org/Dictionnaire/Illectronisme.htm>. consulté le 31/07/2021.
- [32] Vincent Englebert. Patterns correctifs d'utilisabilité adaptés au vieillissement. <https://researchportal.unamur.be/fr/publications/patterns-correctifs-dutilisabilit%C3%A9-adapt%C3%A9s-au-vieillissement-ve>, 27 août 2020. consulté le 15/05/2021.
- [33] Wim Vanhoof et Simon Genin Vincent Englebert, Claire Lobet-Maris. Silverkit. <https://www.unamur.be/recherche/projets/divers/silverkit>. consulté le 02/08/2021.
- [34] Vincent Englebert. Vision architecturale de la plateforme silverkit. <https://researchportal.unamur.be/fr/publications/vision-architecturale-de-la-plateforme-silverkit>, 27 août 2020. consulté le 21/05/2021.
- [35] Android Developers. Respond to touch events. <https://developer.android.com/training/graphics/opengl/touch>. consulté le 05/08/2021.
- [36] Android Developers. Appcompatbutton. <https://developer.android.com/reference/androidx/appcompat/widget/AppCompatButton>. consulté le 05/08/2021.
- [37] Android Developers. Widget package summary. <https://developer.android.com/reference/android/widget/package-summary.html>. consulté le 21/05/2021.

- [38] Android Developers. Activity. <https://developer.android.com/reference/android/app/Activity>. consulté le 05/08/2021.
- [39] SQLite Site. Sqlite database. <https://www.sqlite.org/index.html>. consulté le 09/08/2021.
- [40] FDroid. Qu'est-ce que f-droid? <https://f-droid.org/fr/>. consulté le 15/06/2021.
- [41] Android Developers. Marginlayoutparams. <https://developer.android.com/reference/android/view/ViewGroup.MarginLayoutParams>, 24 février 2021. consulté le 14/08/2021.
- [42] Android Developers. Layouts. <https://developer.android.com/guide/topics/ui/declaring-layout#SizePaddingMargins>, 7 janvier 2020. consulté le 14/08/2021.