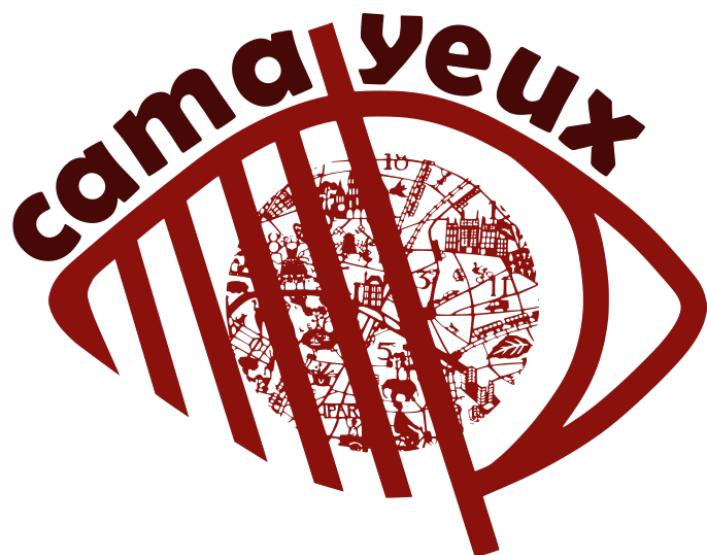

Rapport

Cartographie pour les daltoniens et malvoyants



HUGO BOULZE, RIDLEY CAMPBELL, ANOUK SCHLEICH,
MARIE STRETTI (CHEF DE PROJET)

Commandité par LAURIE GOBLEZ et encadré par FRANCIS DHEE

Février-Mai 2019

Table des matières

1 Contexte du projet	3
1.1 Commanditaires	3
1.2 Présentation de l'outil Cartoviz	3
1.3 La cartographie pour tous	3
1.4 Aspects financiers	4
1.5 Aspects sociaux	4
2 Objectifs du projet - Reformulation du besoin	4
2.1 Objectifs du projet	4
2.2 Contraintes	5
2.3 Recueil du besoin - Acteurs	5
3 Analyse fonctionnelle - Solutions proposées	7
3.1 Aide daltoniens	7
3.2 Aide malvoyants	10
4 Étude technique et Perspectives	17
4.1 Étude technique	17
4.2 Perspectives	18
5 Organisation et suivi du projet	19
5.1 Risques	19
5.2 Planning	21
5.3 Livrables	23
5.4 Nom et logo	23
6 Conclusion	24
7 Glossaire	24
8 Annuaire	25
9 Bibliographie	25

1 Contexte du projet

1.1 Commanditaires

Ce projet est commandité par Mme Laurie Gobled, géomaticienne au département des systèmes d'information à l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France (IAU). Cet organisme procède aux études, enquêtes et recherches concernant l'aménagement et l'urbanisme en Île-de-France. Chaque année, l'IAU travaille sur un «sujet d'atelier». Cette année, le thème porte sur : «Changement de regard – Changement de perspective». Le projet mené s'inscrit dans ce thème et porte sur l'accessibilité à la cartographie aux personnes daltoniennes et aux personnes présentant des troubles de la vision.

Notre professeur référent à l'ENSG est M Francis Dhée, professeur de cartographie ayant soutenu une thèse intitulée *Amélioration de la carte topographique pour les daltoniens*, support sur lequel nous nous sommes appuyés pour l'accessibilité aux cartes pour les daltoniens.

1.2 Présentation de l'outil Cartoviz

L'IAU travaille en partie sur la cartographie interactive avec un outil développé en interne : Cartoviz, se basant sur des cartes développées en partenariat avec ESRI France. Ces cartes sont augmentées avec de la datavisualisation qui leurs confère une richesse des enjeux et des dynamiques territoriales. En effet, une des spécificités de Cartoviz est le bandeau donnant des statistiques sur les données demandées, lorsque l'on clique sur la carte. Cet outil rassemble plusieurs productions en libre accès. Par exemple :

- Cumul des nuisances et pollutions environnementales : carte portant sur l'identification de zones de multi-exposition, également appelées «points noirs environnementaux»
- Baignade Interdite : application ayant pour objectif d'informer le grand public sur les territoires potentiellement touchés par les inondations par débordements directs de rivières

L'outil que nous devons développer devra être intégré au site web de l'IAU et non à Cartoviz. En effet, la compréhension du modèle de données de Cartoviz étant assez complexe, nous ne devons pas travailler avec celui-ci et l'IAU désire séparer ces deux services.

1.3 La cartographie pour tous

D'après l'Observatoire Régional de la Santé, 1,7 million de personnes en France souffrent de troubles de la vision, et 900 000 sont des malvoyants moyens. Parmi cette population, 80% d'entre eux utilisent internet, mais seulement 10% des sites Web leurs sont aujourd'hui facilement accessibles. D'autre part, 2,7 millions de français sont daltoniens et la grande majorité d'entre eux ne se doutent pas qu'ils le sont.

Dans un souci d'accessibilité pour tous, l'IAU voudrait élargir l'accès à certaines de ses cartes aux personnes daltoniennes et malvoyantes. En effet, la plupart des cartes sont souvent conçues avec des couleurs difficilement différenciables par des personnes sujettes à des altérations de la vision des couleurs. Par exemple, l'association du rouge, de l'orange et du vert, très fréquente sur les cartes de Cartoviz, pose problème pour ces personnes.

Nous avons donc étudié les altérations de la couleur les plus courantes. Nombreuses sont liées à un dysfonctionnement d'un des trois canaux de couleur¹. On parle alors de daltonisme.²

D'autre part, il existe de nombreux autres troubles très spécifiques de la vision (DMLA, cataracte, glaucome ...). De ce fait, il sera difficile de traiter tous ces cas dans le délai de temps imparti. Par conséquent, nous nous concentrerons donc à adapter la carte pour des personnes malvoyantes de manière générale, c'est-à-dire des personnes voyant très flou mais aptes à lire des cartes. Ainsi, ce projet permettra à l'institut de proposer une application cartographique accessible aux personnes daltoniennes grâce à des représentations graphiques optimisées, ainsi

1. cf Figure 1 et 2

2. cf glossaire page 24 pour prendre connaissance des différents termes scientifiques utilisés par la suite.

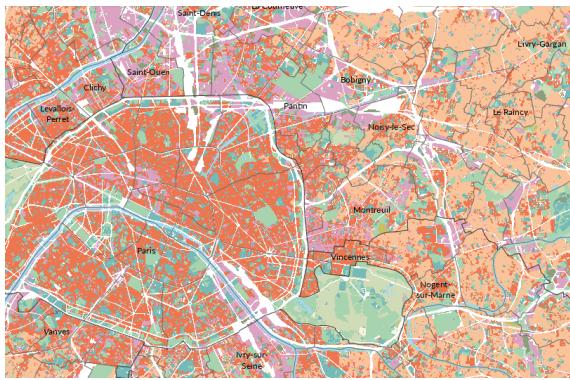


FIGURE 1 – Carte vue par un utilisateur non daltonien

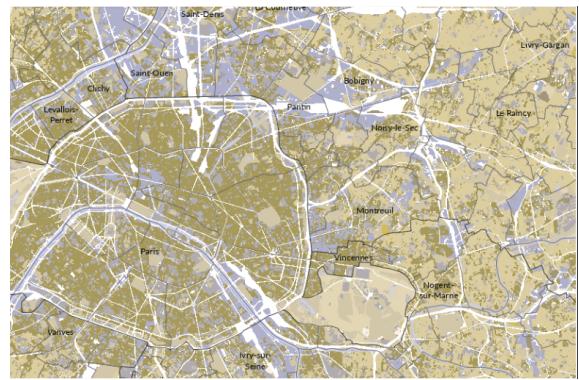


FIGURE 2 – Même carte vue par une personne daltonienne (protanopie)

qu'aux personnes malvoyantes grâce à une aide vocale, une aide à la prise de décision liée à une variation de couleurs des bords de la carte et à une mise en évidence des données recherchées.

1.4 Aspects financiers

Nous travaillons à l'école donc nous n'avons pas besoin de local ou de matériel supplémentaire.

L'accès aux données géographiques ne nécessitent aucun frais car ce sont des Opendata, fournies par l'IAU. Notre commanditaire nous impose de travailler avec des solutions ESRI et en particulier ArcGIS Online. Une licence de ce type est accessible pour quatre personnes et coûte environ 2 500\$ par an. Grâce au compte de l'école nous avons pu nous passer de ces frais.

Tous nos rendez-vous et présentations auront lieu en Île-de-France, soit à l'ENSG, soit à l'IAU. Disposant tous les quatre de Pass-Navigo, nous n'avons pas de frais de déplacement à prévoir.

Nous estimons le temps d'analyse à quatre jours à la hauteur de six heures par jour. Cela revient donc à 96 heures de travail. Le nombre d'heures de développement est estimé à 250 heures.

1.5 Aspects sociaux

Au sein de notre équipe de quatre, nous apportons chacun nos connaissances sur le sujet, que ce soient des connaissances théoriques comme de l'expertise pratique. En effet, Hugo a des facilités pour programmer, Ridley apporte un réel plus en trouvant des solutions créatives, Anouk est force de propositions et Marie est particulièrement douée dans le style et le design. De plus, nous avons tous les quatre suivis des cours de Web, de WebMapping et de cartographie, et nous sommes tous compétents dans ces matières. En complément, nous venons chacun d'une filière différente (CPES Torcy, CPGE MP, Licence, CPGE BCPST) ce qui rend nos points de vue sur le sujet très divers. La cohésion du groupe est bien et la mixité homme-femme ne peut être qu'un plus. Nous nous sommes vite répartis le travail, nous nous complétons bien et nous nous tirons vers le haut.

2 Objectifs du projet - Reformulation du besoin

2.1 Objectifs du projet

L'objectif est de créer un site de géovisualisation, permettant de consulter des Webmaps (cartes en ligne) spécifiques, adaptées aux daltoniens et aux personnes malvoyantes. Le site que nous développerons sera accessible depuis celui de l'IAU et devra comporter les fonctionnalités suivantes :

- Une carte avec des représentations graphiques adaptées aux différents types de daltonisme

- Une aide à la prise de décision, pour que l'utilisateur puisse mettre en évidence (surbrillance, entourer...) un objet ou une famille d'objets en différentes couleurs
Exemple : le site Web met en évidence les arrêts de métro les plus proches de l'endroit où je veux me rendre par un effet de clignotement
- Une variation de teinte des bords de la carte en fonction de la densité d'éléments présents
Exemple : je me promène à Paris et je cherche des restaurants : le bord de la carte dans la direction où il y en a le plus sera coloré
- Une aide vocale
Exemple 1 : l'utilisateur dit "zoom" et l'ordinateur zoom sur la carte
Exemple 2 : lorsque l'utilisateur passe sur un objet, une voix artificielle lit les informations relatives à cet objet

2.2 Contraintes

L'IAU et ESRI travaillent en étroite collaboration, c'est pourquoi nous devons utiliser des solutions ESRI. En d'autres termes, nous devrons réaliser des cartes sur ArcGIS, qui grâce à ArcGIS Online peuvent être intégrées à un site Web. De plus, le choix des données étaient imposé, à savoir la couche des projets d'aménagement du territoire pour les daltoniens et la couche des gares (métro, RER) pour les malvoyants.

La deuxième contrainte est de développer au moins un cas pour chaque fonctionnalité (variation de couleur, mise en évidence d'objets, bords de la carte, aide vocale). Ces fonctionnalités demanderont de la recherche de faisabilité, notamment les outils de lecture et de reconnaissance vocale. Il revient à nous de décider dans quels cas nous souhaitons investir le plus de temps.

Pour ce qui est de la contrainte de temps, nous avons d'une part un comité de pilotage le 13 mars et nous devons rendre le rapport d'analyse le 18 mars. Nous devons présenter notre projet lors de notre soutenance à l'ENSG le 13 mai et lors d'une présentation dans le hall de l'école le 15 mai. D'autre part, nous avons des suivis de gestion de projet le 18 mars, 16 avril et 6 mai. Nous serons emmenés à présenter notre travail à l'IAU à la fin de notre projet et sûrement lors d'une deuxième présentation au mois de septembre.

2.3 Recueil du besoin - Acteurs

Les utilisateurs finaux du projet sont les personnes daltoniennes et les personnes malvoyantes, utilisant le site de l'IAU. Lors de notre visite à l'Institut, notre commanditaire a évoqué l'Institut National des Jeunes Aveugles (INJA) et l'association de l'Union des Malvoyants de France. Nous prévoyons d'entrer en contact avec ces deux organismes afin de discuter de la pertinence des solutions que nous proposerons vis-à-vis de leurs besoins. Nous leur présenterons alors une première version de notre projet afin d'avoir des retours de leur part et des idées d'améliorations. Pour le moment, nous utilisons des applications smartphone telles que EyeVue, NaturalReader et ChromaticVisionSimulator pour simuler des troubles de la vision et le daltonisme, mais un retour de personnes daltoniennes et malvoyantes sera une validation plus solide de nos fonctionnalités. Ces retours nous aideront donc lors des phases d'analyse, de proposition et de recettes.

Pour schématiser les besoins du commanditaire, nous avons élaboré un diagramme de cas d'utilisation.

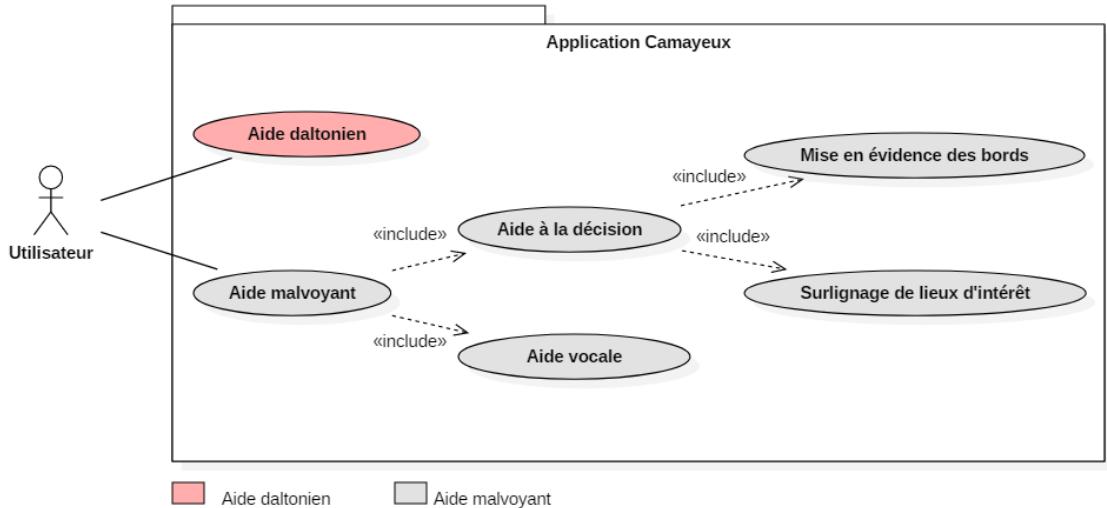


FIGURE 3 – Diagramme de cas d'utilisation CamaYeux

L'utilisateur correspond à une personne daltonienne ou malvoyante. L'application propose quatre fonctionnalités réparties sur les deux Webmaps. Une est destinée pour la Webmap des daltoniens et propose une représentation graphique adaptée (couleur, symbologie, ...). Les trois autres sont à destination de la Webmap des malvoyants, comprenant une aide à la décision (qui rassemble la mise en évidence des bords de la carte et la surbrillance de lieux d'intérêt) et une aide vocale.

Pour le recueil des besoins, nous avons eu l'opportunité de rencontrer avec notre commanditaire, Charles Coudour, instructeur de locomotion à l'INJA. Cette rencontre fut très enrichissante et nous a fait découvrir différents aspects du monde des malvoyants. Nous avons pu tester des lunettes simulant diverses déficiences visuelles. Nous avons alors pris conscience de la multitude de déficiences visuelles existantes et que chaque personne concernée "voit" le monde et vit son handicap différemment. Pour tendre vers une solution parfaite, il faudrait un agencement des outils, spécialisé pour chaque type et intensité de handicap. Suite à cette rencontre, et après accord avec notre commanditaire, nous avons recentré notre projet sur les daltoniens et sur les personnes malvoyantes de manière générale et apte à lire des cartes. Nous avons pu constater que la lecture de carte avec une déficience visuelle fatigue très vite. Ainsi, de nombreux malvoyants utilisent le braille et la vision de façon alternée et/ou simultanée pour moins se fatiguer les yeux. Notre site de géovisualisation se doit donc de faciliter la lecture des Webmaps aux personnes vivant avec de tels troubles de la vision. Les outils proposés n'ont pas l'ambition de répondre à l'ensemble des pathologies, mais ils doivent permettre, à un grand nombre de malvoyants moyens de pouvoir lire des Webmaps. Par exemple, ces cartes ne seront pas adaptées aux personnes utilisant exclusivement le braille.

Nous avons programmé une version bêta de notre outil et avons créé un questionnaire permettant d'avoir des retours construits.³ Cette version bêta devra être diffusée par notre commanditaire à Charles Coudour et à un de ses contacts dans le milieu de l'édition des livres pour malvoyants. La version bêta sera également diffusée par l'IAU. De notre côté, nous avons fait tester notre outil à une personne daltonienne et à une étudiante qui souhaite devenir professeur des écoles pour des enfants malvoyants et qui a eu une première expérience professionnelle avec ceux-ci lors d'un stage. De plus, nous avons eu de nombreux retours constructifs de Francis Dhée. Cette phase de recettes n'est pas encore terminée puisque nous n'avons pas eu d'évaluation de personnes réellement concernées. Il faudra analyser les réponses et remarques du questionnaire liées à notre version bêta et améliorer ainsi le site.

3. [Lien Questionnaire](#)

3 Analyse fonctionnelle - Solutions proposées

Nous sommes chargés de la partie IHM (Interface Homme-Machine). En effet, nous développerons des fonctionnalités qui s'adapteront par la suite au schéma de données cartographiques de l'IAU.

La carte ArcGIS de base est très détaillée et dans des teintes assez semblables (nuances de gris, de vert...). Par souci de lisibilité, nous avons créé une carte épurée, c'est-à-dire une carte avec les limites des départements d'Île-de-France, les cours d'eau et les noms et limites de communes que lorsque le zoom est assez grand. Cela permet d'avoir juste les informations les plus importantes pour arriver à se situer sans trop surcharger la carte.

3.1 Aide daltoniens

3.1.1 Analyse

Cette partie du projet consiste à développer une fonctionnalité pour les daltoniens, qui s'affichera sous la forme d'un petit menu et permettra à l'utilisateur de choisir des représentations graphiques qu'il parvient à différencier facilement. Ses choix se répercuteront directement sur la carte. Nous avons décidé de garder les trois principaux types de daltonisme qui surviennent en cas d'absence d'un récepteur sensible à une couleur, c'est à dire la protanopie, la deutéranopie et la tritanopie.

Lorsque l'utilisateur choisit un de ces trois types de daltonisme, la carte s'adapte en conséquence. Si les choix pré-configurés ne conviennent pas, un quatrième choix est possible : celui de personnaliser soi-même les couleurs avec les paramètres personnalisables. Bien entendu, un seul choix peut être activé à la fois. Le retour à la vision "normale" s'effectue en cliquant sur le bouton "carte initiale".

Le diagramme d'activité de cette partie est présenté en Figure 4. Comme précisé ci-dessus, au clic de l'utilisateur, celui-ci a quatre possibilités : choisir de mettre la carte conforme à la protanopie, à la deutéranopie ou à la tritanopie, ou bien activer les paramètres personnalisables. Puisqu'il ne peut y avoir qu'un seul choix, tout clic sur une option désactive les autres. Une fois le choix fait, l'association des couleurs propres à chaque option est appliquée à la carte. Marie dirigera cette partie.

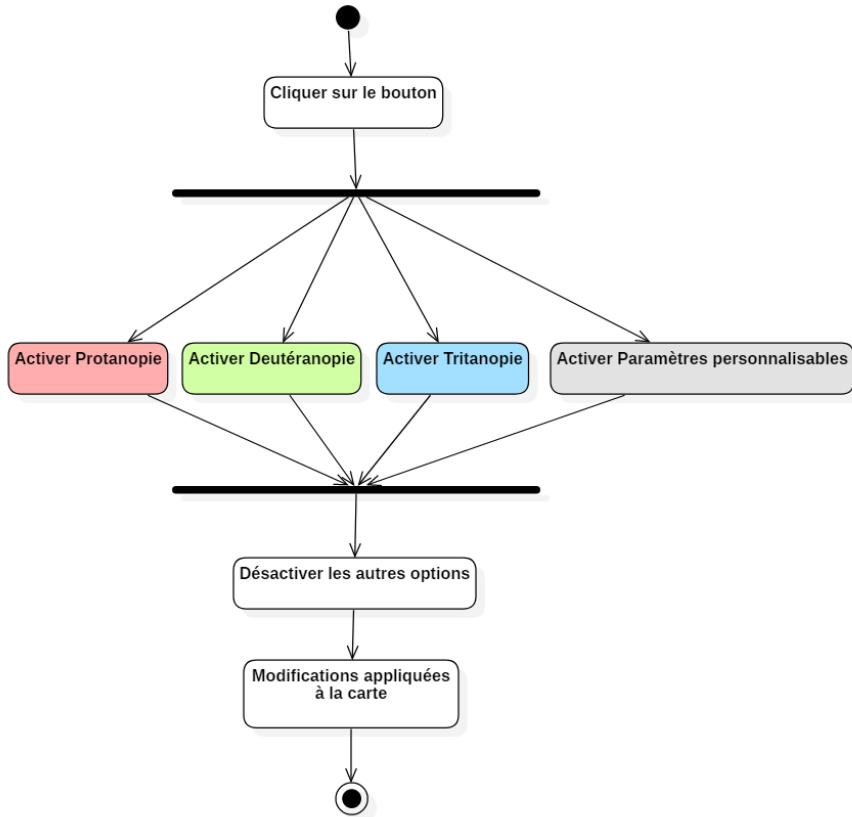


FIGURE 4 – Diagramme d’activité de l’aide pour les daltoniens

Les figures 5 et 6 sont les deux exemples visuels auxquels nous avons pensé pour la fonctionnalité d'aide aux daltoniens. Ils sont réalisables en HTML/JavaScript. Nous avons finalement choisi la version volet, car cela est plus lisible grâce à son contraste important entre le fond blanc et le texte noir.



FIGURE 5 – Aperçu de la version "widget" de l'aide aux daltoniens

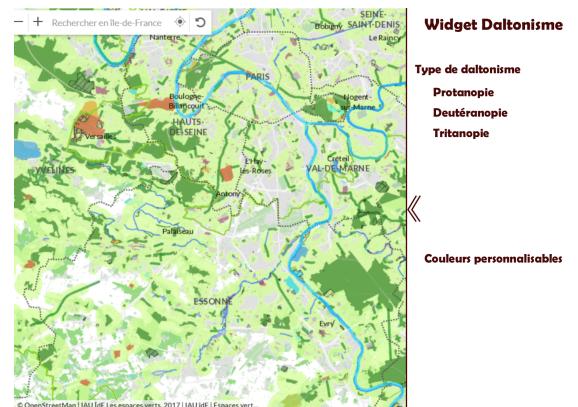
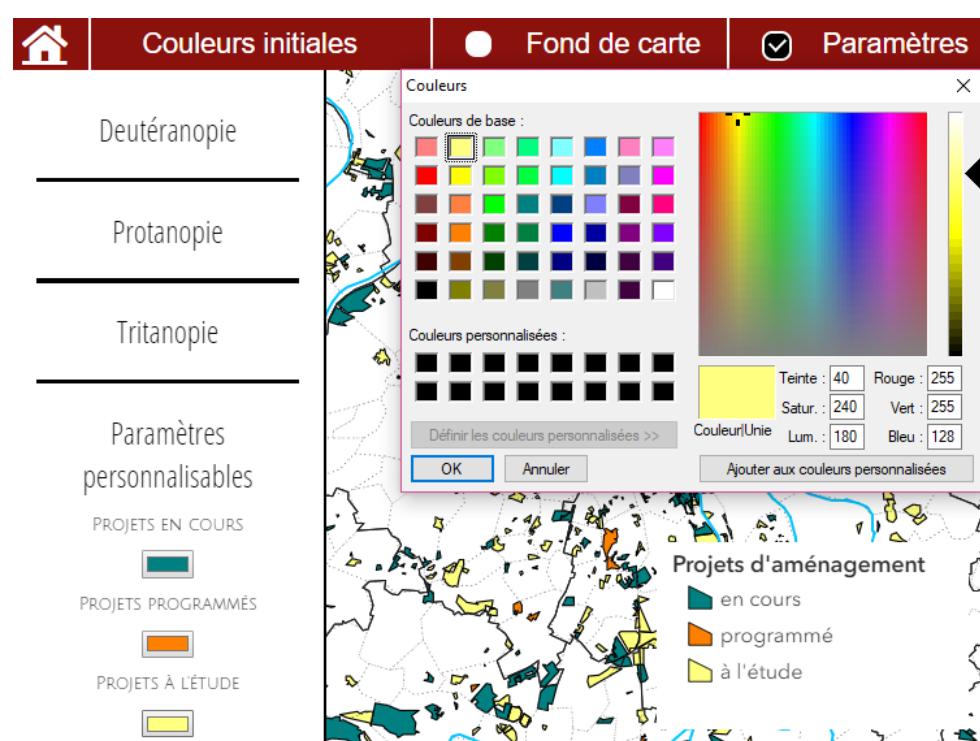
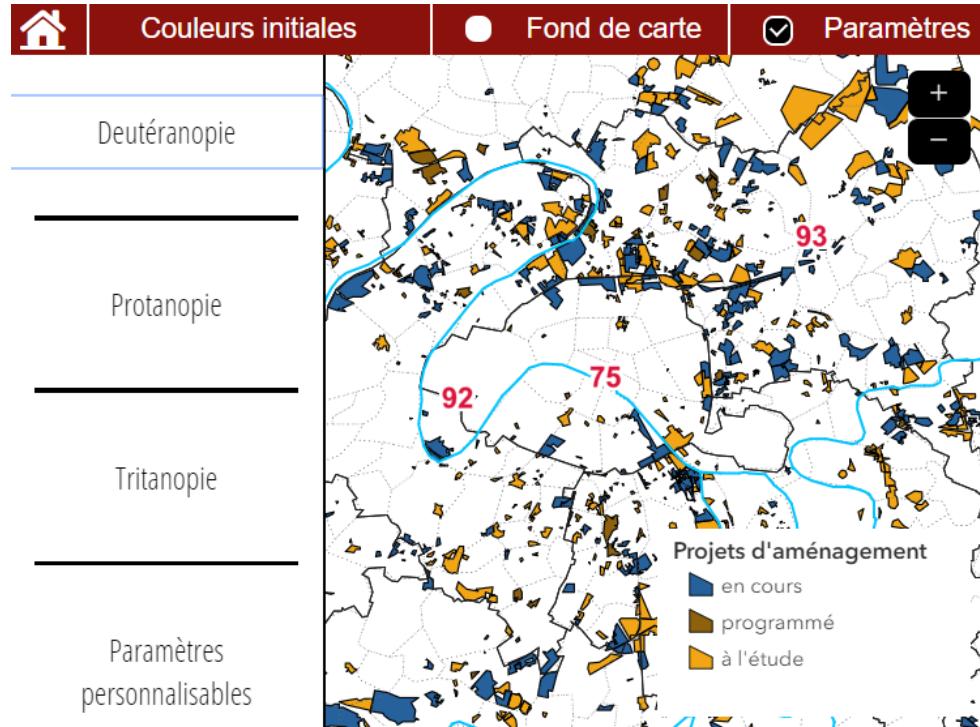


FIGURE 6 – Aperçu de la version "volet" de l'aide aux daltoniens

3.1.2 Résultat

Finalement nous obtenons ce rendu en mode "volet". Lorsque l'on active la check-box "Paramètres" un volet apparaît en proposant les trois types de daltonisme principaux (Deutéranopie, Protanopie et Tritanopie) ainsi que des paramètres personnalisables. Pour les trois troubles de daltonisme, nous avons choisi pour chaque type, les couleurs les plus distinguables par les personnes atteintes de ce trouble. Si les couleurs choisies par défaut ne conviennent pas à l'utilisateur, il a la possibilité de choisir le mode paramètres personnalisables. Dans ce cas l'utilisateur peut

choisir lui-même les couleurs pour les différentes classes grâce à une palette de couleurs. De plus, nous avons rajouté une légende qui se met à jour en fonction des couleurs choisies. Paramétriser personnellement les couleurs de la carte peut également servir à des personnes non daltoniennes qui souhaiteraient mettre en avant une famille d'objets bien précise par rapport à d'autres (ex : mettre en avant seulement les parcs par rapport à l'ensemble de l'occupation du sol).



La maison permet de retourner à la page d'accueil et "fond de carte" permet d'afficher le fond de carte de base ArcGIS non épuré. Nous nous sommes dit qu'il pouvait être utile de pouvoir

activer le fond de carte non épuré car si l'utilisateur a besoin de se situer assez précisément, il ne le pourrait pas seulement avec le fond de carte épuré. Cette option est également présente pour l'aide aux malvoyants.

3.2 Aide malvoyants

Cette partie du projet comporte les trois autres fonctionnalités, spécifiques aux malvoyants : Surbrillance, Cadre et Voix (SCV).

3.2.1 Analyse

- La première partie (S) est dédiée à la mise en évidence d'un ou plusieurs types d'objets recherchés, tels que des lieux d'intérêt. Par exemple, lorsque l'utilisateur effectue une recherche des stations de métro, ces dernières se mettront en évidence. Le fond de carte deviendra éventuellement plus clair pour mieux visualiser les lieux d'intérêt. Hugo s'occupera de cette fonctionnalité.
- La deuxième partie (C) concerne la coloration des bords de l'écran. Nous utiliserons notamment le rapport de Charlotte Hoarau, ancienne élève du Master Carthagéo, qui étudie comment "implémenter une solution graphique inspirée de la méthode Framy et consistant à ajouter un cadre coloré à l'image cartographique visualisée par l'utilisateur". La couleur et la largeur de ces bords devront retranscrire les résultats de requêtes spatiales. Cela permettra de rendre compte de la densité des objets sur la carte (ex : pharmacies, restaurants) et donc de guider la lecture aux personnes malvoyantes. Ridley travaillera sur cette partie.
- La troisième partie (V) consiste à étudier les différentes possibilités de commande et de lecture vocale. Dans un premier temps, nous utiliserons la fonctionnalité de commande vocale, c'est-à-dire que c'est l'utilisateur, muni d'un micro, qui parle à l'ordinateur. Ce dernier réagit en conséquence. Par exemple, lorsque le mot "Nord" est prononcé, la carte se déplace pour afficher la partie plus au Nord ou lors de la prononciation du mot zoom, un zoom est effectué sur la carte. Dans un second temps, nous explorerons la fonctionnalité de lecture du texte lorsque l'on clique ou survole un objet sur la carte. La voix lira le texte "RER-A Noisy-Champs" et pourra ajouter des informations supplémentaires : "direction Marne-la-Vallée et Paris, ouverture 5h-23h30". Anouk sera la responsable de cette partie.

Les deux parties S et C peuvent être résumées en une "aide à la décision".

La figure 9 est le diagramme d'activité de cette deuxième partie du projet. Contrairement à l'aide pour les daltoniens, l'utilisateur peut choisir plusieurs options en parallèle.

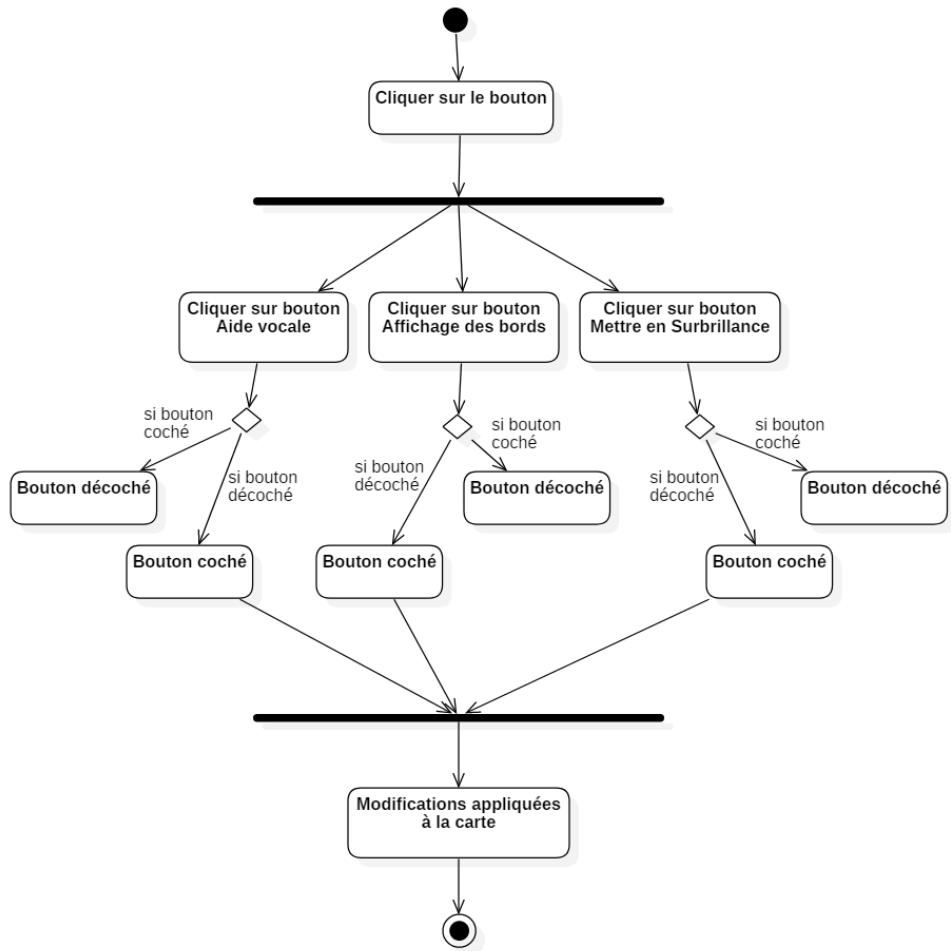


FIGURE 9 – Diagramme d'activité de l'aide SCV

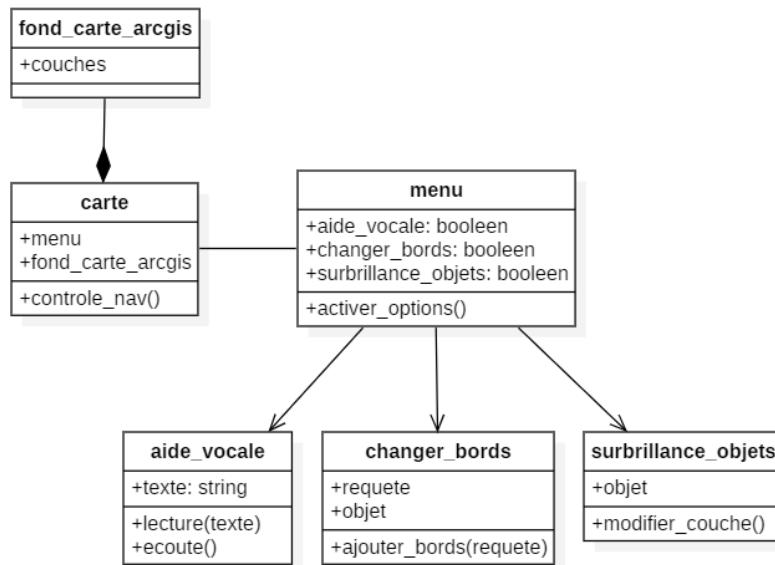


FIGURE 10 – Diagramme de classe SCV

Le diagramme de classe de l'outil SCV contient une classe *carte* qui nécessite un fond de carte ArcGIS. Le menu regroupe trois options : la surbrillance des objets, le changement de bords et l'aide vocale.

Les figures 11 et 12 sont deux exemples visuels pour l'outil SCV auxquels nous avons pensé.

Il est lui aussi réalisable en HTML/JavaScript. Le design est le même que pour l'aide aux daltoniens, seules les options changent. Les trois textes sont soumis aux mêmes spécifications que précédemment.



FIGURE 11 – Aperçu de la version "widget" de l'aide aux malvoyants

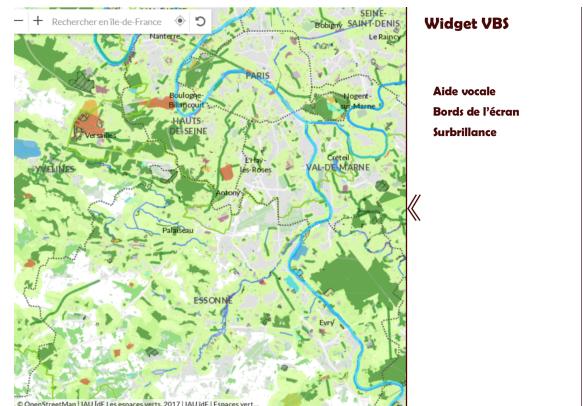


FIGURE 12 – Aperçu de la version "volet" de l'aide aux malvoyants

Nous intégrerons également la possibilité d'afficher une loupe autour de l'icône de la souris ce qui permettra d'agrandir l'affichage de l'écran à son voisinage. De plus, lors de l'activation de l'outil SCV, la police subira un ensemble de changements (taille, contraste, ...) dans le but d'augmenter la lisibilité générale.

3.2.2 Résultats

Lorsque l'on ouvre la page "Malvoyants", le bandeau en haut de la page propose les différentes fonctionnalités. Elles peuvent être activées seules ou simultanément car elles sont toutes compatibles entre elles. Comme pour la page "Daltoniens", l'utilisateur peut afficher le fond de carte ESRI derrière le fond de carte épuré et revenir à la page d'accueil grâce à l'icône maison. De plus il peut accéder à une fiche d'aide expliquant les différentes fonctionnalités en cliquant sur le point d'interrogation.

Rechercher (anciennement "Surbrillance")

L'outil permet de rechercher et de mettre en évidence un objet ou un groupe d'objets. Nous faisons clignoter l'objet en jaune clair puis en bleu foncé pour une meilleure visibilité. L'intérêt du clignotement est qu'il attire l'oeil de la personne malvoyante. Dans le cas d'une recherche concernant un seul objet, la carte se déplace pour centrer la carte sur cet élément ce qui permet ainsi à l'utilisateur de ne pas se perdre sur la carte.

L'outil est activé lorsque l'utilisateur clique sur le bouton "Rechercher". Nommer le bouton "Surbrillance" n'aurait pas été pertinent car il n'évoque pas grand chose pour un utilisateur lambda. De plus, la fonctionnalité "Surbrillance" agit uniquement sur des objets recherchés par l'utilisateur d'où la décision de nommer la fonctionnalité "Rechercher".

Lorsque l'utilisateur clique sur ce bouton "Rechercher", un volet apparaît et lui permet d'afficher les 3 actions possibles. Il peut décider d'afficher l'ensemble des gares d'une ligne de RER (bouton "RER") ou de métro (bouton "M"), ou bien de rechercher une gare en fonction de son nom (bouton "Crayon"). Il est important de préciser que les options de recherche peuvent varier en fonction des données représentées (ici les gares). L'objectif n'était pas de faire une liste exhaustive des objets à rechercher (on aurait pu afficher les gares des lignes des Transilien, Tramway,...) mais d'implémenter le mécanisme pour afficher ces objets aux personnes malvoyantes.

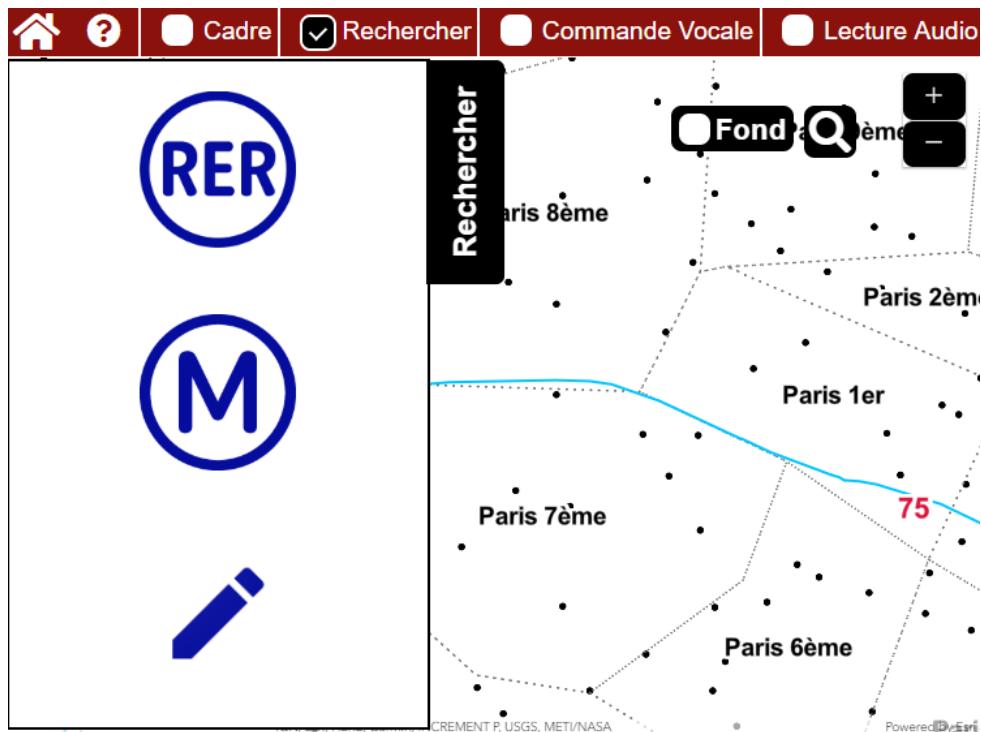


FIGURE 13 – Fonctionnalité "Rechercher" - Menu

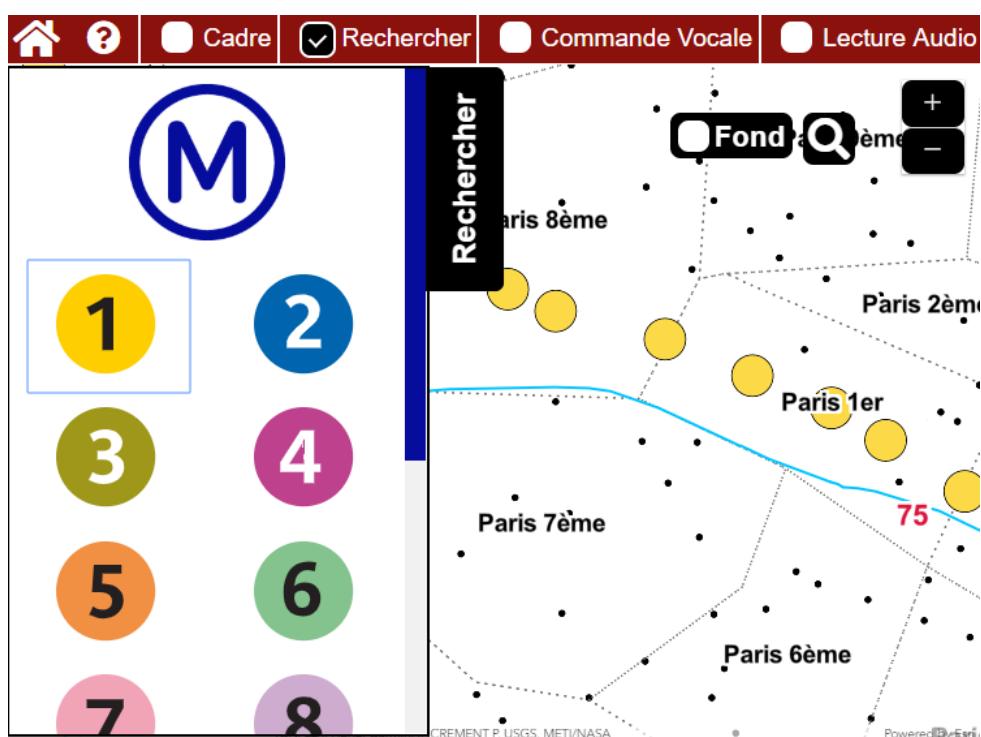


FIGURE 14 – Fonctionnalité "Rechercher" - Recherche des gares de la ligne de Métro 1

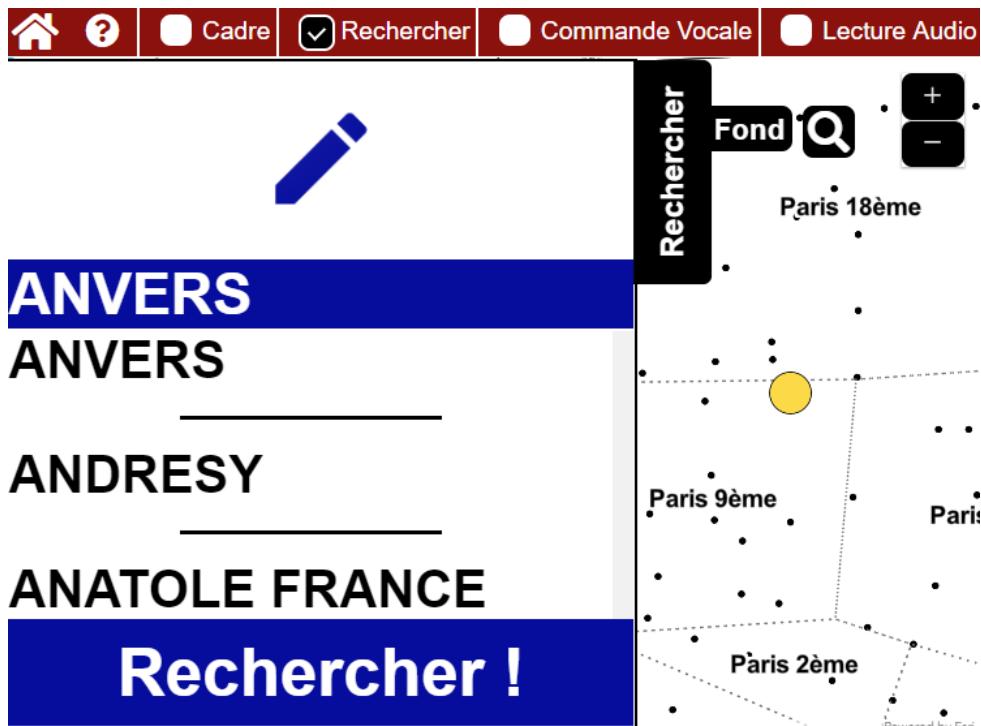


FIGURE 15 – Fonctionnalité "Rechercher" - Recherche de la gare "Anvers"

Il reste un petit problème de style. En effet lorsque l'on ouvre la recherche et que l'on clique sur la barre bleue pour entrer les lettres pour trouver la gare souhaitée et que l'on ne sélectionne pas de gare, alors le volet ne se referme pas correctement.

Cadre

La fonctionnalité "Cadre" permet de connaître, d'un coup d'oeil, dans quelle direction se trouve le plus d'objets. Le cadre est en réalité découpé en 4 barres (en haut, en bas, à droite, à gauche) qui changent de couleur en fonction de la densité d'objets se trouvant dans leur direction (nord, sud, est, ouest). Plus il y a d'objets dans une direction, plus ce côté du cadre sera dans des tons foncés. Inversement, plus les tons sont clairs, moins il y a d'objets. Les objets, dans notre cas, les gares, sont positionnés selon leurs coordonnées exprimées en projection Lambert 93 dans les bases de données d' Île-de-France Mobilités. Ces coordonnées sont ensuite comparées aux coordonnées de l'emprise actuelle de la carte. Si la coordonnée en X du point est inférieur à la borne ouest de l'emprise actuelle, le point sera compté à l'ouest, et de même pour les autres directions. Un filtre sur la distance est aussi appliqué : en partant du centre de l'emprise, tous les points se trouvant au-delà d'une distance seuil ne seront pas pris en compte. Bien entendu, on ne compte ici que les objets en-dehors de la vue actuelle de la carte. Donc si une gare se trouve à l'extérieur de l'emprise de la carte, et à l'intérieur du cercle d'un rayon fixé, elle sera affectée à une direction. Le schéma ci-dessous explique les conditions d'attribution des points.

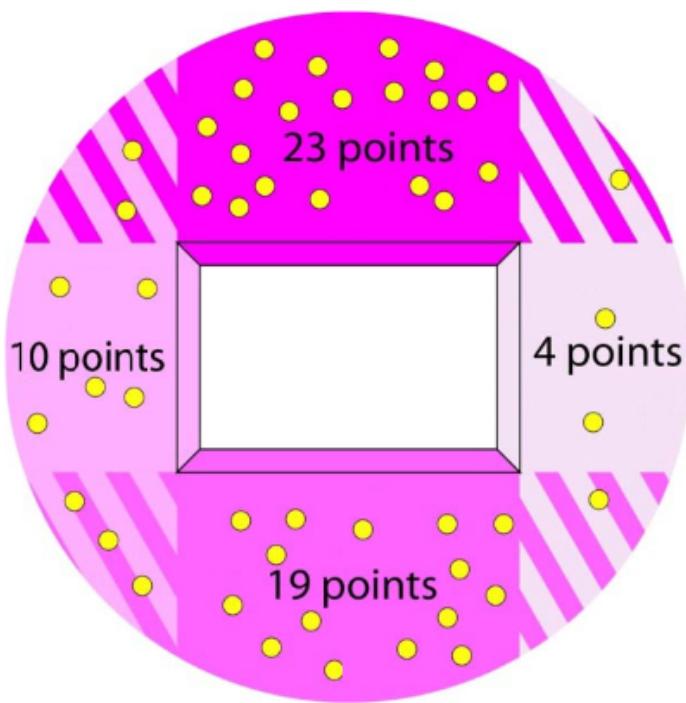


FIGURE 16 – Fonctionnalité "Cadre" - C. Hoarau, *Cartographie sur Dispositif Mobile*, 2009

Chaque point est ainsi attribué à une des 4 directions cardinales, et la barre correspondante est incrémentée de 1 à chaque fois. Le nombre total de gares trouvées est affiché au centre de la barre correspondante (voir fig.17).

Pour les points qui sont dans les diagonales, au nord-ouest par exemple, les deux cadres concernés (nord et ouest) sont incrémentés de 0,5.

Une fois que tous les points ont été comptabilisés, des couleurs sont attribuées à chaque cadre, en fonction de la densité de points dans une direction par rapport au nombre total de points pris en compte. La variable utilisée pour représenter plus de points est bien la valeur et non la couleur : on passe du jaune clair au rouge foncé. De cette façon, des personnes daltoniennes peuvent aussi identifier tout de suite les côtés aux couleurs plus intenses.

Le cadre est également compatible avec la fonctionnalité "Rechercher". En effet, lorsque cette dernière est activée, le cadre ne prendra en compte que les gares sélectionnées lors de la recherche, comme les gares d'une ligne de métro (voir fig.18).

Nous avons rencontré quelques problèmes, notamment autour des coordonnées des gares. En effet, celles-ci sont annoncées dans la base de données d'Île-de-France Mobilités comme étant en Lambert II, non pas en Lambert 93. Afin de projeter les coordonnées de l'emprise de la carte qui sont en WGS84, nous avons dû utiliser la librairie Proj4js. La difficulté a surtout été d'utiliser les différentes fonctions de ArcGIS Online 4.11, qui pour certaines d'entre elles retournaient des coordonnées en pixels ou en WGS84.

Il reste un problème que nous n'avons pas réussi à résoudre dans le temps imparti, qui est de tourner le numéro du cadre de gauche dans l'autre sens.

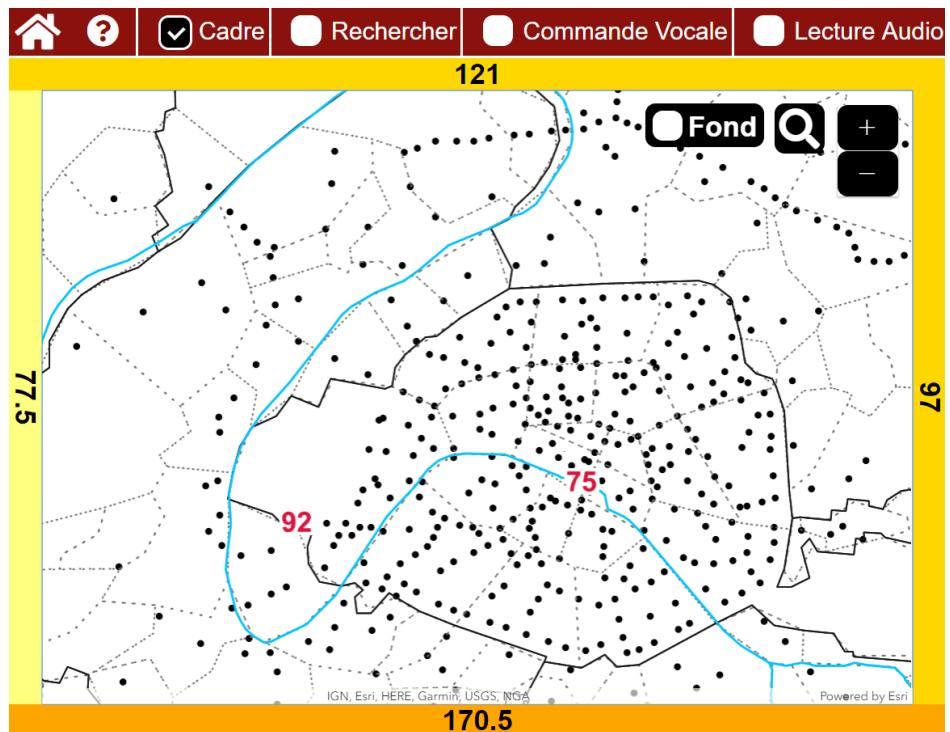


FIGURE 17 – Fonctionnalité "Cadre" activée pour l'ensemble des gares

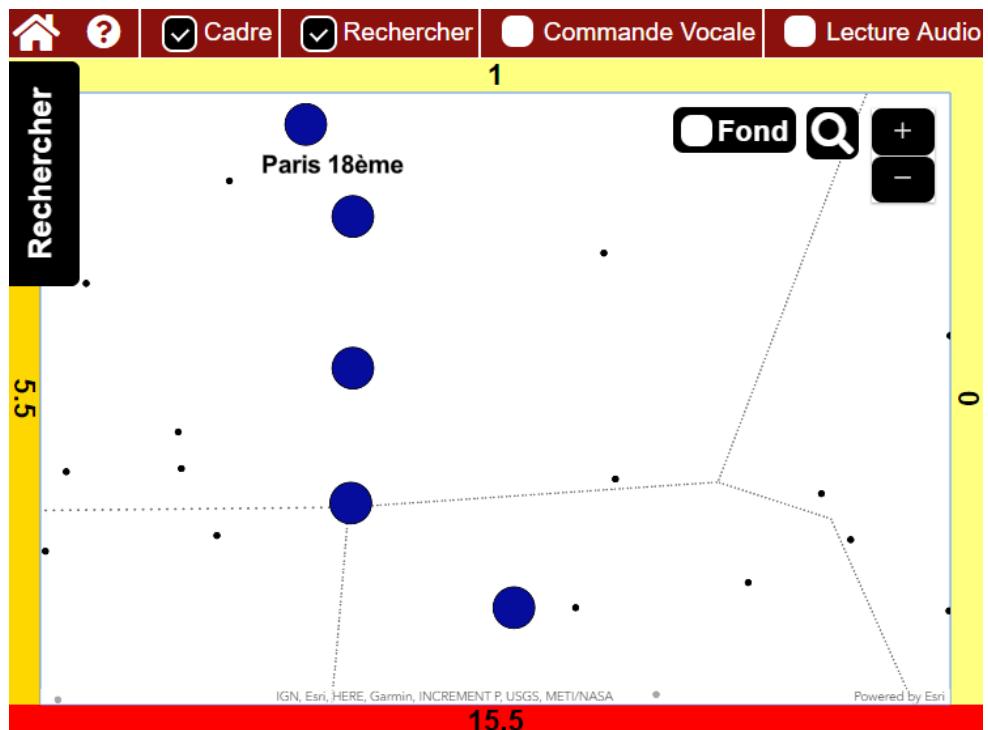


FIGURE 18 – Fonctionnalités "Cadre" et "Rechercher" activées simultanément

Aide vocale

Nous avons réalisé deux fonctionnalités pour l'aide vocale. La première est la commande vocale : c'est l'utilisateur qui parle à l'ordinateur. Pour la réaliser, nous avons utilisé annyang.js, une bibliothèque disponible sur GitHub. C'est une petite bibliothèque javascript "SpeechRecognition" qui permet aux utilisateurs de contrôler le site avec des commandes vocales.

Nous avons alors programmé plusieurs commandes :

- Niveau de zoom en disant "plus" ou "moins" en fonction du niveau de zoom actuel
- Déplacement de la carte en disant "gauche", "droite", "Nord", "Sud", etc en fonction de l'emprise actuelle
- Clic automatique sur les différents boutons en disant "Cadre", "Rechercher", etc

Il y a plusieurs façons de dire à l'ordinateur de réaliser une même chose et nous nous sommes rendus compte que la commande fonctionne mieux lorsque nous précisons les différentes commandes possibles. Ainsi, par exemple, pour déplacer la carte vers le Sud nous avons ajouté les commandes vocales "descends" , "bas", "vers le bas", "plus bas", "Sud", "vers le Sud". De même pour activer la fonctionnalité cadre, l'outil de commande vocale réagit à "cadre", "activer cadre", "voir cadre", "cocher cadre". Nous avons également testé "Est" et "Ouest", mais étant donné que ces deux mots sont trop proches phonétiquement, la commande vocale ne parvient pas à les différencier.

La commande fonctionne mieux avec un équipement adéquat tel qu'un microphone pour éviter les bruits parasites. Il faudra compléter cette fonctionnalité pour que dans l'idéal, la navigation sur notre site soit réalisable uniquement avec la commande vocale. On pourrait ainsi se passer complètement du clavier et de la souris, ce qui offre également de bonnes perspectives pour les personnes ayant des troubles de la motricité.

Une fois cette fonctionnalité terminée nous nous sommes tournés vers la lecture audio. Après de nombreuses recherches nous avons finalement trouvé une bibliothèque, meSpeak.js, et réussi à la faire fonctionner. L'ordinateur parle à l'utilisateur, il l'avertit par exemple lorsqu'une fonctionnalité est activée ou non. D'autre part, la lecture vocale dit "RER", "Métro" et "Vous recherchez une gare" lorsque l'on utilise la lecture vocale et la fonctionnalité "Rechercher" en même temps. Mais meSpeak.js n'étant pas toujours très compréhensible nous avons enregistré notre propre voix et appelons ces fichiers .wav directement pour les fonctionnalités fréquentes. Finalement le seul endroit où meSpeak.js est utilisé est lors de la recherche et la lecture des propositions de gare car il serait impensable pour nous de faire un enregistrement pour chaque gare (il y en a plus de 900!).

Outil Loupe

Nous avons intégré un outil loupe à l'aide malvoyants pour que l'utilisateur puisse avoir un zoom local de la carte. Cependant, nous savons que les malvoyants ont sûrement une loupe installée sur leur ordinateur, donc la pertinence de cet outil reste à voir. Nous avons voulu montrer qu'il était possible d'avoir une loupe activable/désactivable sur notre carte.

Note : On remarquera que pour les deux Webmaps, seules les données de l'Île-de-France sont affichées. Ainsi nous avons contraint pour les deux cartes l'emprise visible ainsi que le zoom minimal afin d'empêcher à l'utilisateur de se perdre hors de l'Île-de-France.

4 Étude technique et Perspectives

4.1 Étude technique

La contrainte technique imposée par l'IAU est l'utilisation d'une solution ESRI. Par conséquent, les cartes devront être réalisées sur le SIG ArcGIS Pro puis importées sur ArcGIS Online. Ensuite, à l'aide d'un flux, nous importerons ces données sur notre site Web. Ce dernier sera réalisé à l'aide des langages JavaScript, HTML5 et CSS.

Pour créer et tester nos outils, nous avons travaillé sur deux cartes thématiques qui ont été le fruit d'une discussion avec l'IAU lors d'une réunion. Ainsi, pour les daltoniens, la carte réalisée portera sur les projets d'aménagement en Île-de-France. Pour les malvoyants, ce seront les gares de Métro et de RER d'Île-de-France. Pour la réalisation des cartes thématiques, il est nécessaire de trouver les données à représenter. Pour ce faire, nous allons utiliser les données Opendata de l'IAU et de Île-de-France Mobilités.

Nous avons pris en main ArcGIS Online et ArcGIS API pour Javascript. Nous avons travaillé avec la dernière version, qui est la version 4.11. Pendant la phase de programmation nous avons parfois été confrontés à des problèmes de différences de version. En effet, certaines fonctionnalités des versions antécédentes n'étaient pas présentes dans la version 4.11 et vice-versa. La documentation, peu intuitive, n'est parfois pas assez exhaustive. Par exemple, nous devions changer de système de projection pour une de nos données d'entrée. Or, la possibilité de convertir les coordonnées n'existe plus dans la version 4.11 ou uniquement avec Mercator. Après de nombreuses recherches et essais nous avons finalement décidé d'utiliser Proj4js.

La reconnaissance et la commande vocale doivent être assurées par des API. Nous avons effectué un état de l'art des solutions existantes, c'est à dire des API disponibles en libre accès et libre de droits. Pour ce qui est de la commande vocale nous avons rapidement trouvé une solution avec annyang.js⁴. En effet cette bibliothèque est sur GitHub et sous licence libre. annyang.js n'a pas de dépendances, ne pèse que 2 Ko et est libre d'utilisation sous licence MIT. De plus la documentation est assez complète.

Contrairement à la commande vocale où annyang.js convient parfaitement à notre besoin, il a été plus difficile de trouver une lecture vocale. Une des solutions testée est SpeechSynthesisUtterance de l'API Web Speech. Cette solution avait l'air très simple et efficace, mais n'est plus autorisée sans activation de l'utilisateur depuis décembre 2018⁵. D'autres solutions trouvées, telles que ResponsiveVoice.js, sont gratuites sous certaines conditions, mais deviennent payantes après une certaine durée ou lorsque le site est fréquemment visité. Or, nous voulions un outil libre et utilisable par la suite par l'IAU. La seule solution gratuite et sous licence libre que nous avons trouvé est meSpeak⁶. Cette bibliothèque se trouve également sur GitHub⁷. Elle nécessite le téléchargement de quelques fichiers que nous avons donc copiés dans notre projet. MeSpeak permet de choisir différentes langues, voix et vitesses. Néanmoins le texte lu est parfois difficile à comprendre. Pour remédier en partie à ce problème, nous avons enregistré les phrases courantes nous-mêmes à l'aide d'un microphone. Ainsi, lorsque l'on recherche une gare dans l'outil "Rechercher" la première partie est bien compréhensible "vous recherchez la gare". Puis la seconde partie, lisant le nom de la gare, donc lu réellement par l'outil de MeSpeak, est peu compréhensible. Ceci peut s'expliquer en partie par la lecture de mot écrit en majuscule et sans accent. Ainsi Noisy-Champs devient "eeuh champ" et Père Lachaise devient "Peu lachaise". Cette partie devra donc être modifiée en cas de publication sur le site de l'IAU. Il faudra donc, très probablement, payer pour une API de lecture vocale plus performante.

Parallèlement à ces aspects techniques, nous avons passé beaucoup de temps à découvrir le monde des malvoyants et nous nous sommes posés de nombreuses questions pour adapter notre outil au mieux. Ce n'était pas un projet de pur développement car il y avait une grande partie de découverte du monde des daltoniens et malvoyants et de réflexion pour adapter notre outil au mieux possible.

4.2 Perspectives

Il reste de nombreuses perspectives à notre projet. La fonctionnalité des daltoniens devrait permettre l'automatisation du nombre de classes. C'est-à-dire que lorsque l'on ajoute une couche d'objets avec neuf classes différentes alors l'outil s'adapte en proposant neuf couleurs adéquates.

A propos de la mise en évidence des objets il faudrait permettre à l'utilisateur de choisir plusieurs familles d'objets en même temps. Est-ce que le clignotement est alors la meilleure solution ? Il reste de nombreuses pistes à explorer.

Pour ce qui est du cadre nous avons implémenté un cadre avec quatre cotés et nous avons joué uniquement sur les couleurs. Il y a de nombreuses possibilités de le faire évoluer⁸. On peut faire varier l'épaisseur des cotés du cadre en fonction du nombre d'objets, à la place ou avec la

4. <https://github.com/TalAter/annyang> [Lien Annyang GitHub](#)

5. Voir <https://www.chromestatus.com/feature/5687444770914304> pour plus de détails [Lien](#)

6. <https://www.masswerk.at/mespeak/> [Lien meSpeak Documentation](#)

7. <https://github.com/kripken/speak.js> [Lien meSpeak GitHub](#)

8. cf. C.Hoarau, Cartographie sur Dispositif Mobile, 2009

couleur. Il y a également la possibilité de diviser le cadre en huit parties au lieu de quatre afin de mieux gérer les angles de la carte.

La commande vocale nécessite un enrichissement du vocabulaire pour ajouter de nouvelles fonctionnalités afin d'atteindre l'objectif de parcourir le site uniquement avec la voix. La lecture audio est peu compréhensible et devra être changée par un autre outil, probablement payant. De plus, il serait très intéressant de lire des informations lorsque l'on survole ou clique sur un objet.

De manière générale, il faut rendre le site plus "responsive". Il fonctionne actuellement sur toutes les tailles d'ordinateur d'écran supérieur à 11 pouces.

5 Organisation et suivi du projet

5.1 Risques

Risque	Type	Gravité	Occurrence	Actions préventives	Impacts	Actions correctives
Outils finaux inutile aux malvoyants	Utilité	Majeur	Forte	dialogues avec malvoyants & test	inutilité de l'outil	readapter les choix visuels
Disponibilité commanditaire	Gestion de projet	Moyen	Forte	bonne communication par mail, prévoir RDV à l'avance	manque de communication, projet ne répond pas au cahier de charge	se tourner vers d'autres interlocuteurs
Durée incertaines de certaines tâches	Gestion de projet	Mineur	Moyen	prévoir plus de temps, explorer les options	manque de temps pour certaines fonctionnalité	prioriser les tâches, demander de l'aide
Travail à 4	Humain	Mineur	Faible	bonne communication, points réguliers, 1 responsable par tâche, 1 chef de projet	mauvaise répartition, certains font plus que d'autres, travail réalisé en double	échanger les rôles

FIGURE 19 – Matrice de risques initiale

Le risque majeur identifié est la création d'un outil ne correspondant pas aux besoins des utilisateurs. Si nous n'arrivons pas à entrer en contact avec des interlocuteurs daltoniens et malvoyants, notre projet restera entièrement théorique, et pourrait donc s'écartier des réels besoins des personnes daltoniennes et malvoyantes. Nous devons donc trouver des interlocuteurs pour faire confirmer ou non les fonctionnalités de manière à les faire évoluer. Nous réaliserons un protocole de test et échangerons avec eux pour avoir un retour utilisateurs.

Un autre risque est la disponibilité de notre commanditaire. Un manque de communication avec notre commanditaire peut potentiellement mener à des pertes de temps ou des blocages à certaines étapes du projet. Ce risque est moins grave à priori mais aussi moins "contrôlable" puisque nous ne pouvons pas gérer les disponibilités de notre commanditaire. Il revient à nous de nous adapter à ces disponibilités, à travers une communication claire et une organisation rigoureuse. Pour limiter ce risque, nous prévenons notre commanditaire à l'IAU longtemps à l'avance lorsque nous souhaitons la rencontrer. De plus nous lui faisons parvenir des comptes-rendus réguliers et très détaillés pour s'assurer que nous sommes tous d'accord sur les décisions prises. Cela nous permet également de garder une trace écrite de nos échanges. Nous enverrons également des captures d'écran de nos réalisations pour vérifier les recettes. Puisque notre code sera sur un dépôt GitHub⁹, nous avons pensé à lui envoyer le lien pour qu'elle suive notre progression.

D'autre part, le risque de manque de temps n'est pas à négliger et nous devrons alors bien communiquer entre nous, s'entraider et adapter nos objectifs par rapport à notre avancement.

Par ailleurs, nous risquons de travailler sur des tâches identiques en même temps. C'est pour cela que nous avons décidé de définir un responsable pour chacune d'elles. Cela nous permettra de savoir à qui s'adresser afin de déterminer ce qui a été fait et ce qu'il reste à faire. GitHub sera un très bon moyen pour constater ce qui a déjà été codé et ce qu'il reste à implémenter.

9. <https://github.com/MarieStretti/ProjetDev> Lien GitHub

Risque	Type	Gravité	Occurrence	Actions préventives	Impacts	Actions correctives
Passer à côté du besoin	Utilité	Majeure	Forte	dialogues avec malvoyants & tests	inutilité de l'outil	réadapter les choix visuels
Disponibilité utilisateurs	Gestion de projet	Moyenne /Forte	Forte	prendre contact très tôt pour le test de l'application	projet inutile aux utilisateurs	relancer le commanditaire
Disponibilité commanditaire	Gestion de projet	Moyenne	Forte	bonne communication par mail, prévoir RDV à l'avance	manque de communication, projet ne répond pas au cahier de charge	relancer le commanditaire, création d'une vidéo explicative
Durée incertaine de certaines tâches	Fonctionnel	Moyenne	Moyen	prévoir plus de temps, explorer les options	manque de temps pour certaines fonctionnalités	prioriser les tâches, demander de l'aide
Mise en commun des travaux	Fonctionnel	Majeure	Faible	s'y prendre à l'avance	application non terminée	demander de l'aide
Travail à 4	Humain	Mineure	Faible	bonne communication, points réguliers, 1 responsable par tâche, 1 chef de projet	mauvaise répartition, certains font plus que d'autres, travail réalisé en double	échanger les rôles

FIGURE 20 – Matrice de risques finale

Au cours de notre projet, deux nouveaux risques ont été identifiés. En effet, nous souhaitions avoir des retours sur une première version bêta. Nous avons donc avancé sur notre projet (page web, guide d'installation, guide d'utilisation, questionnaire en ligne) pendant les vacances scolaires pour envoyer notre application à notre commanditaire deux semaines avant la fin du projet, c'est-à-dire le dimanche 28 avril. Mais durant cette période, la plupart de nos interlocuteurs n'étaient pas disponibles. Idéalement cette version bêta aurait dû être installée et diffusée par un service de l'IAU et nous aurions pu avoir des retours sur notre projet grâce au questionnaire en ligne. En action corrective nous avons finalement réalisé une vidéo de démonstration de notre projet pour partager notre travail, sans besoin d'installation. La phase de recettes s'est donc basée sur les retours entre nous quatre, sur ceux de Laurie Gobled et de Francis Dhée ainsi que sur ceux d'un proche daltonien et d'une étudiante. Par la suite, notre projet et le questionnaire devront être partagés sur le site de l'IAU et nous pourrons alors prendre en compte les remarques faites par les utilisateurs.

L'autre risque identifié au cours du projet est la mise en commun des travaux. Nous avons commencé à coder chacun une fonctionnalité puis nous sommes passés par une phase de mise en commun. Si cela était à refaire nous partirons sur un code de base commun plus avancé, cela nous permettrait de faciliter la mise en commun. Mais ce risque inclut également de faire en sorte que les fonctionnalités soient opérationnelles simultanément. Cette tâche était inévitable, même si nous étions partis d'un code de base commun plus abouti.

5.2 Planning

5.2.1 Diagramme de PERT

Ce diagramme synthétise les grandes étapes du projet et les dépendances entre les différentes étapes. Nous allons réaliser une phase d'analyse avant de commencer tout développement. Ensuite, nous avons besoin des données pour réaliser nos fonctionnalités. Tout au long de la phase de programmation, nous effectuerons des tests et recettes, ce qui nous amènera à contrôler notre code. A la fin de notre projet, nous rendrons l'outil de géovisualisation à notre commanditaire puis l'équipe de l'IAU s'occupera de l'intégration à leur site.

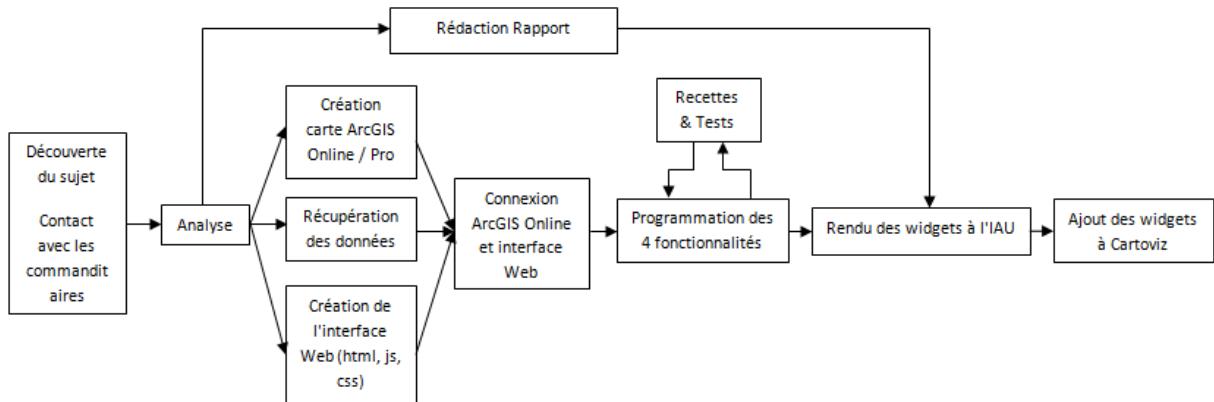


FIGURE 21 – Diagramme de PERT

5.2.2 Diagramme de GANTT

Le diagramme de GANTT ci-dessous répertorie toutes les tâches que nous souhaitons effectuer au cours du projet. Nous avons spécifié en rouge les dates butoirs (Comité de pilotage, rendu du rapport d'analyse, soutenance et présentation dans le hall de l'école) ainsi que les tâches pour chacun des quatre membres du groupe. Certaines tâches sont réalisées par l'ensemble du groupe, tandis que d'autres sont faites en binôme ou tout seul. Ce diagramme, et notamment la répartition lors de la phase de programmation, est très susceptible d'évoluer au cours du projet en fonction de notre avancement.

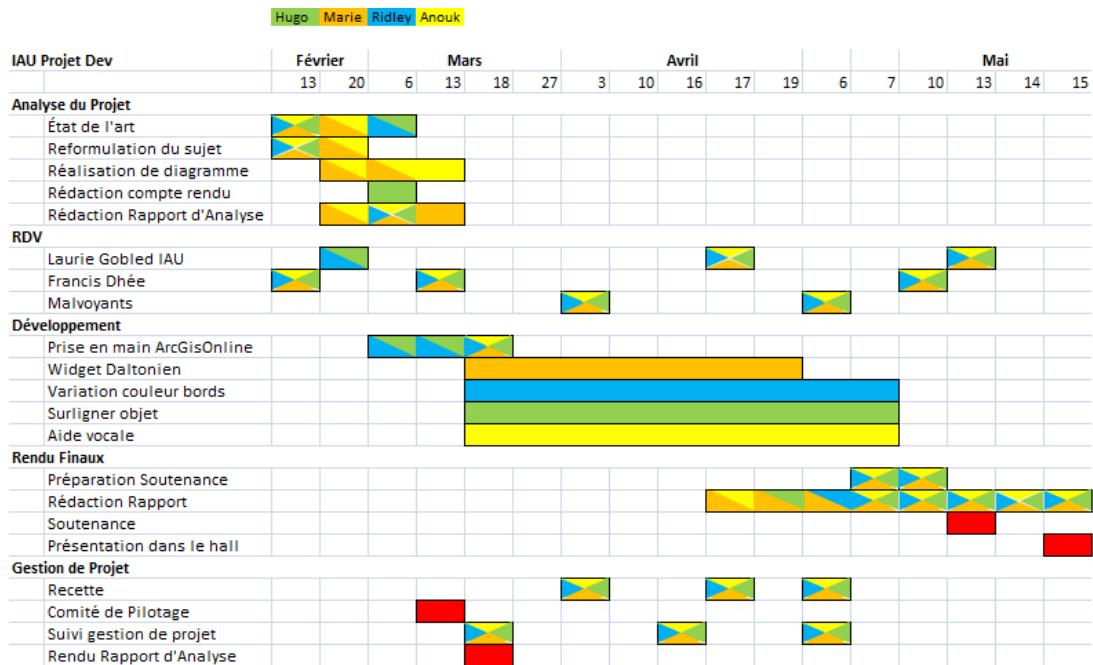


FIGURE 22 – GANTT prévisionnel avec répartition des tâches

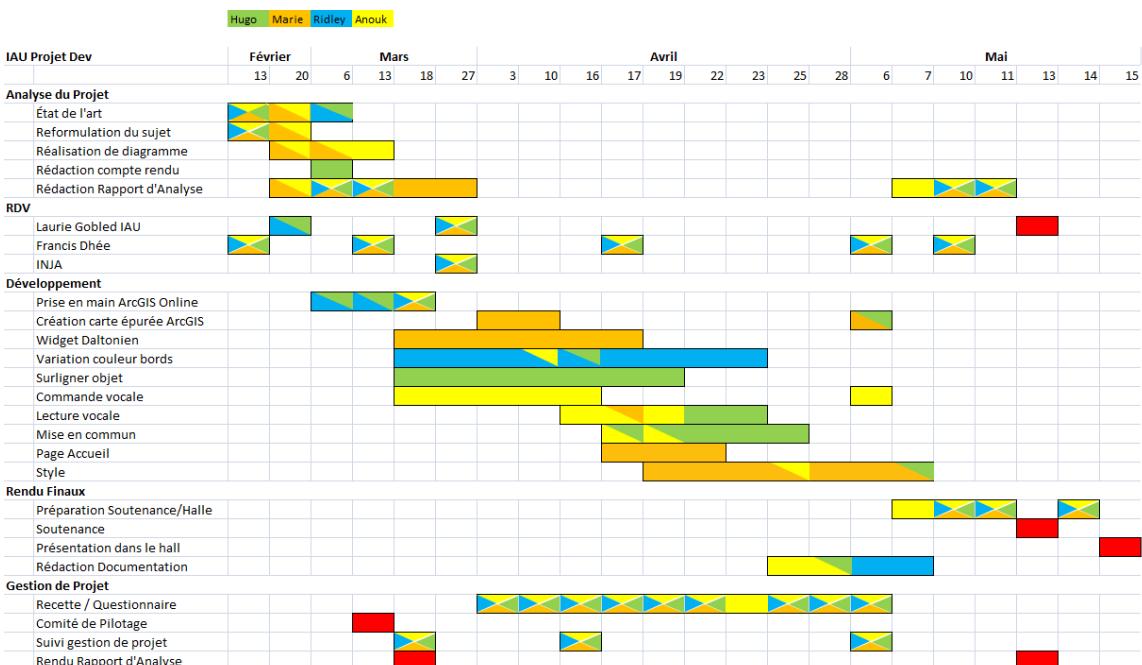


FIGURE 23 – GANTT final avec répartition des tâches

Au cours de l'avancement de notre projet le planning a été légèrement modifié, mais globalement respecté. Un changement majeur est l'ajout de quatre jours de travail lors des vacances d'avril. On les a ajoutés dans le but de rendre une première version deux semaines avant la fin du projet pour avoir des retours sur notre application. Ces quatre jours supplémentaires nous ont permis de bien avancer et de limiter le stress lors de la phase finale. Par ailleurs, nous avons réussi à obtenir des premiers résultats assez rapidement pour la commande vocale et l'outil daltonien. Cela nous a permis de faire une fonctionnalité supplémentaire, qui est la lecture vocale, de créer une page d'accueil et de travailler davantage sur le style, point non négligeable. De plus, nous avons ajouté au GANTT final les tâches de "Création de carte épurée ArcGIS", de "Mise en commun des différentes fonctionnalités" et de la "Rédaction des documentations (utilisation, installation, programmation)" que nous avions oublié lors de notre GANTT initial. Un autre

changement est la phase de recettes que nous avions prévu à des dates ponctuelles, mais qui finalement s'est faite tout au long du projet. Un changement mineur a eu lieu à propos des rapports. En effet nous avions prévu de rédiger un rapport d'analyse lors de la phase d'analyse puis un rapport à la fin du projet. Mais contrairement à ce que nous avions prévu, nous avons continué à rédiger le rapport d'analyse pour le transformer en rapport final, comme il nous l'a été demandé.

5.2.3 Organisation de groupe

Suite à une concertation, Marie est la chef de projet et chacun d'entre nous est référent pour une partie du projet. C'est donc elle qui envoie tous les mails à nos interlocuteurs. Nous avons découpé les tâches de programmation en quatre grandes parties et chacun d'entre nous est le responsable d'une de ses tâches (voir 3.). Ridley est l'interlocuteur premier avec Charlotte Hoarau, avec laquelle il doit discuter à propos de l'outil cadre.

Nous avons chacun un compte GitHub et nous avons décidé de créer un projet commun intitulé ProjetDev qui nous permettra de déposer notre code et de le modifier en temps réel. Pour ce qui est du dépôt de fichiers (documentation, rapports, ...) nous avons choisi d'utiliser le OneDrive de l'ENSG. Cette solution nous permet de travailler simultanément sur un même document et d'avoir un seul et unique dépôt, ce qui limite le risque de perte de fichiers et nous permet ainsi d'avoir une archive propre. En complément, nous sauvegardons ce dossier en local à la fin de chaque journée de travail. En ce qui concerne la rédaction du rapport nous avons utilisé Overleaf, qui permet de rédiger en Latex en ligne et en simultané.

5.3 Livrables

Les livrables attendus par notre commanditaire sont : le code (HTML, JavaScript, CSS) de chacune des fonctionnalités, les images, les éventuelles bibliothèques, une documentation développeur pour l'installation de notre solution sur un serveur, une documentation utilisateur ainsi que les identifiants pour accéder aux Webmaps créées sur ArcGIS Online. Nous allons également réaliser un rapport de projet car cela nous permettra de garder une trace écrite de nos solutions et l'avancement de nos réflexions et démarches.

Pour ce qui est des rendus de l'ENSG, nous devons réaliser un rapport d'analyse, une soutenance et une présentation dans le hall de l'école. De plus nous réaliserons un journal de bord qui nous permettra de mettre à jour le GANTT final et de bien visualiser notre avancement. Ceci sera utile à notre gestion de projet.

5.4 Nom et logo

Notre nom d'équipe est CamaYeux. Ce nom fait référence à la technique picturale consistant à n'employer qu'une seule couleur avec des tons différents : le camaïeu. Nous avons joué sur le mot en remplaçant le "ieu" par "yeux" pour mentionner la composante visuelle qui est capitale dans notre projet. Notre logo reprend celui des malvoyants avec la couleur de l'IAU. La pupille de l'œil est remplie par un plan stylisé de Paris. Nous avons effectué un camaïeu de rouge entre le logo et le nom du projet.

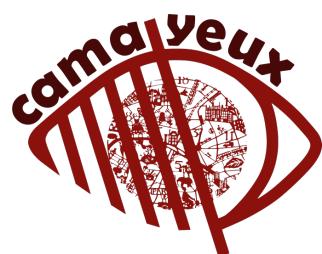


FIGURE 24 – Logo du projet

6 Conclusion

D'un point de vu technique, les quatre fonctionnalités demandées par notre commanditaire ont été réalisées et fonctionnent aussi bien indépendamment que couplées. Nous avons également eu le temps de développer une nouvelle fonctionnalité : la lecture audio. Ce projet nous a permis d'acquérir des connaissances en Webmapping, notamment avec l'utilisation de ArcGIS pour Javascript. Nous sommes donc satisfaits du travail que nous avons produit mais également du fait que les premières évaluations de l'outil CamaYeux par des personnes malvoyantes et daltoniennes arriveront dans les prochains mois voire prochaines semaines. Cela nous permettra, en collaboration avec l'IAU, de faire évaluer notre outil CamaYeux. L'IAU souhaite, dès la rentrée de septembre, utiliser notre outil dans le cadre d'une étude sur l'emploi et le handicap. On espère également que la réussite de ce premier projet entre l'ENSG et l'IAU signe le début d'une fertile collaboration. Preuve encore que le projet est une réussite, nous sommes actuellement candidats aux journées ESRI qui auront lieu à Paris afin de présenter notre projet.

D'un point de vue plus humain, ce projet a été pour nous très enrichissant, tout d'abord parce qu'une très bonne ambiance a animé le projet, mais également par les rencontres que nous avons pu faire. C'était pour nous la première fois que nous réalisions un projet pour un commanditaire autre que l'IGN/ENSG et cela a été pour nous une première expérience très réussie. En effet Mme Laurie Gobled s'est montrée très réactive pour répondre à nos mails. Elle a également tout fait pour que nous puissions réaliser une présentation à l'IAU avant notre départ en stage malgré son emploi du temps chargé. C'est également elle qui a réussi à obtenir un rendez-vous à l'Institut National des Jeunes Aveugles à Paris et qui nous a ainsi permis de rencontrer M Charles Coudour, qui nous a aimablement accordé une demi-journée de sensibilisation et d'immersion dans le quotidien des personnes aveugles et malvoyantes. Son témoignage fut à la fois touchant et très instructif, et pour cela nous tenions à le remercier chaleureusement. Nous sommes maintenant plus sensibles aux questions portant sur le handicap visuel, et conscients qu'il reste encore beaucoup à faire pour intégrer au mieux ces personnes là dans nos sociétés modernes car nous n'oublions pas que, nous aussi, un jour, pouvons devenir malvoyants.

7 Glossaire

CamaYeux : Nom du projet

IAU : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme en Île de France

Perception des couleurs :

L'oeil perçoit les couleurs via trois types de cônes S, M et L. Quand un des récepteurs fonctionne mal voire pas du tout, la personne perçoit mal les couleurs.

Une personne daltonienne a une déficience dans la vision des couleurs sans préjuger du degré ou du type. Il existe trois types de daltonisme :

- **Protanopie** : perception du vert et du bleu seulement : absence récepteur de rétine rouge
- **Deutéranopie** : perception du rouge et du bleu seulement : absence récepteur de rétine vert
- **Tritanopie** : perception du rouge et du vert seulement : absence récepteur de rétine bleu
Les termes suivants font référence à un dysfonctionnement plus ou moins important dans la vision des couleurs.
- **Protanomalie** : sensibilité à la couleur rouge est diminuée
- **Deutéranomalie** : sensibilité à couleur verte est diminuée.
- **Tritanomalie** : sensibilité à la couleur bleue est diminuée
- **Achromatopsie** : absence totale de vision des couleurs

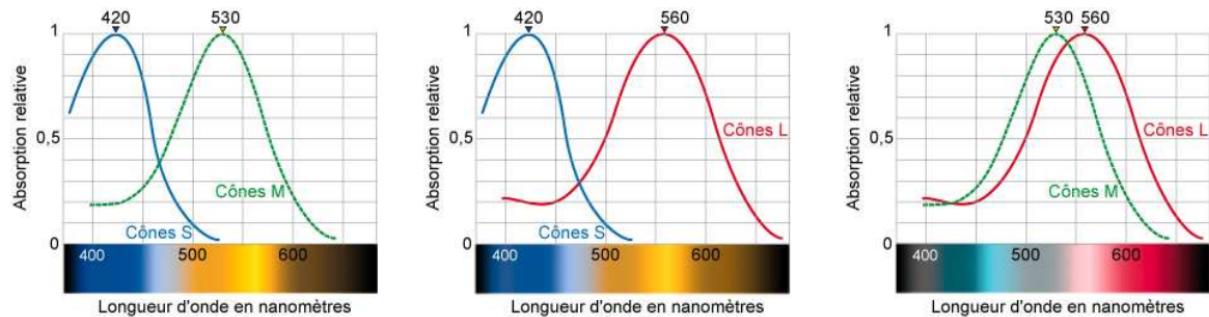


FIGURE 25 – Les trois types de dichromatisme : protanopie, deutéranopie et tritanopie

8 Annuaire

Voici l’annuaire actuel du projet. Cet annuaire a été complété au cours du projet, notamment avec les contacts de personnes malvoyantes.

Nom	Mail	Fonction professionnelle	Fonction dans le projet
Alain BRUCELLE	alain.brucelle@ensg.eu	Professeur à l'ENSG	Responsable Licence ArcGIS
Charles COUDOUR	ccoudour@inra.fr	Instructeur de locomotion	Renseignements sur troubles de la vision Professeur référent
Francis DHEE	francis.dhee@ensg.eu	Professeur à l'ENSG	Auteur de <u>Amélioration de la carte topographique pour les daltoniens</u>
Laurie GOBLEZ	laurie.gobled@iau-idf.fr	Géomaticienne au Département SI à l'IAU Ile-de-France	Commanditaire
Charlotte HOARAU	charlotte.hoarau@ign.fr	Chargée de recherche géovisualisation	Auteure de <u>Cartographie sur dispositifs mobiles</u>
Michel MEDIC	michel.medic@iau-idf.fr	Responsable de la cartographie interactive à l'IAU	Chargé de l'intégration du projet au site IAU
Véronique PEREIRA	veronique.pereira@ign.fr	Responsable du service des projets et prestations à l'IGN	Suivi de Gestion de Projet
Marie STRETTI	marie.stretti@ensg.eu	Etudiante ING2 ENSG	Chef de Projet

FIGURE 26 – Annuaire du projet

9 Bibliographie

- [1] F.Dhée, Amélioration de la carte topographique pour les daltoniens, 2013
- [2] C.Hoarau, Cartographie sur Dispositif Mobile, 2009