



EPITA LYON INFOSPE

EyeContact Cahier des charges

Auteur :
Rémi BARAZA
Lucas FAVRE
Patrick GASSELIN
Simon ZAKHEY

15 mars 2021

Table des matières

1	Présentation des membres du groupe	1
1.1	Patrick Gasselin	1
1.2	Lucas Favre	1
1.3	Simon Zakhey	1
1.4	Rémi Baraza	2
2	Présentation du projet	3
2.1	De quoi va traiter notre projet ?	3
2.2	Répartition des tâches	3
3	Explication scientifique	5
3.1	Présentation du test d'acuité	5
3.2	Présentation du dépistage du daltonisme	6
4	Implémentation des intelligences artificielles	9
4.1	Implémentation de l'IA dans la résolution du test du E de snellen	9
4.2	Implémentation de l'IA dans la génération de test servant au despistage du daltonisme	9
5	Modélisation	11
5.1	Site web	11
5.2	interface graphique : E de Snellen	11
5.3	interface graphique : dépistage du daltonisme	12
6	conclusion	13

Chapitre 1

Présentation des membres du groupe

1.1 Patrick Gasselin

Patrick est né le 30 mars 2001 à Turin. Il est intéressé par l'informatique depuis qu'il était tout petit, depuis qu'il a reçus sa première PlayStation. Quand il jouait aux jeux, il s'intéressait toujours aux mécanismes cachés derrière. Même s'il n'est pas très fort en code, il reste tout de même émerveillé face aux grands développeurs qui réussissent à accomplir de grandes choses, notamment le créateur de Facebook qui grâce à un seul pc a réussis l'impossible : Relier des personnes qui ne sont pas dans la même localisation géographique. Patrick suit des cours en informatique dans une école d'ingénieur, EPITA. A ces débuts il avait peur de ne pas réussir ce cursus car il n'avait jamais codé auparavant et le fait de se retrouver dans une classe d'élèves qui codent depuis des années lui mettait une pression en plus sur les épaules. Mais ayant passé sa première année et entamant son quatrième semestre, il se sent de plus en plus à l'aise et veut accomplir de grande chose. Il n'a pas eu l'occasion de toucher au réseau de neurones dans son ancien projet (OCR) mais il compte se rattraper avec ce nouveau projet qu'il pense va lui permettre de prendre pleinement connaissance avec l'intelligence artificielle qui me passionne depuis longtemps. Il a hâte de commencer à comprendre les mathématiques cachées derrière tout ça et il a hâte que son réseau de neurone soit parfaitement performant pour leur projet.

1.2 Lucas Favre

Lucas FAVRE est né en Haute-Savoie et aime le rappeler. Il aime l'informatique et adore toucher à tout. Que ce soit du développement de site web ou d'algorithmes en C, Lucas est curieux et aime se documenter pour trouver des solutions à des problèmes. De plus, Lucas aime beaucoup les mathématiques et adore apprendre. Dans son temps libre, il aime faire du sport (vélo, ski, voile), sortir avec ses amis (quand il n'y a pas la Covid-19), jouer aux jeux vidéo et lire. Lucas est élève à EPITA depuis septembre 2018. A EPITA, excepté au cours du premier semestre, chaque élève doit réaliser des projets de programmation. Lors du projet du S2, Lucas à développer les menus, design et interfaces d'un jeu vidéo de type RPG, ainsi qu'un site web. Lors du projet de S3 qui avait pour thème de faire un OCR, Lucas à implémenter un réseau de neurones afin de reconnaître les caractères d'un texte donné. Pour ce projet de S4, Lucas est motivé et compte bien faire de EyeContact un projet clair et complet.

1.3 Simon Zakhey

Simon Zakhey est étudiant en ingénierie informatique en 2ème année. Il est également très myope, et a régulièrement visité le cabinet d'ophtalmologie dans sa vie. Afin d'éviter cette inconvenance aux générations futures, Simon souhaite développer des moyens plus simples, et plus efficaces face à la crise sanitaire de tester les différentes facettes de son acuité visuelle.

1.4 Rémi Baraza

Je suis Rémi Baraza, élève en deuxième année de l'Epita. Ayant déjà réalisé deux projets informatiques pendant mon cursus, je suis particulièrement enthousiaste à l'idée d'en réaliser un nouveau. La réalisation des deux derniers projets m'a permis de me familiariser avec le travail d'équipe et d'améliorer ma rigueur dans mon travail. De plus, ayant approché le domaine de l'intelligence artificielle grâce au projet OCR, ce projet du S4 en est une nouvelle occasion. De plus, le côté "libre" apporte une dimension plus "ludique" que les deux projets précédents. En outre, j'ai toujours été intéressé par le milieu médical et par la dualité entre ce domaine là et celui de l'informatique, ce qui me motive d'avantage pour la réalisation du projet EyeContact

Chapitre 2

Présentation du projet

2.1 De quoi va traiter notre projet ?

Les troubles de la vision sont un problème qui touche une très large partie de la population. Ce sont les atteintes sensorielles les plus fréquentes. Ils concernent trois personnes sur quatre âgées de plus de 20 ans et 97 pourcent des plus de 60 ans. De plus, nous savons tous qu'obtenir un rendez-medical dans de brefs delais n'est pas une mince affaire. L'équipe s'est fait la remarque qu'il manquait d'outils permettant à l'utilisateur de contrôler son état de santé de manière autonome, en tout cas, que ces applications n'était pas très populaire. Les troubles de la vision touchant beaucoup de personne, l'équipe s'est donc rapidement penché vers le domaine de l'ophtamologie. L'intelligence artificielle était un domaine de l'informatique devenu incontournable et indispensable dans la réalisation de projets informatiques avec une telle utilité. Ainsi, l'équipe a eu pour idée d'intégrer une intelligence artificielle réalisant plusieurs actions parmi lesquelles la réalisation autonome de différents tests visuels mais aussi la génération automatique de tests. En effet, de nombreux tests visuels existent destinées aux différents troubles de la vision et l'équipe s'est rendu compte que certains tests étaient complétement implémentable en C. Ainsi, l'équipe s'est penchée vers la création d'une intelligence artificielle qui réaliserait plusieurs tâches selon les tests : en effet, notre logiciel sera capable de générer un test, en particulier le test d'acuité (E de snellen) qui s'adapte aux réponses du patient au fur et à mesure du test et fournit la prédiction du patient avant même qu'il l'ai finit. Ce qui nous pousse à réaliser une telle tâche est le fait que, en rendez vous medical chez l'ophtalmologue, il arrive souvent que des erreurs apparaissent, par exemple, le patient dit à voix haute la lettre sensée devinée, cette dernière est correcte, par hasard, alors qu'il ne l'a pas véritablement devinée. L'objectif sera de réaliser une intelligence artificielle capable de distinguer ce type d'erreur, s'adapter pour la suite, fournir une prédiction s'approchant au maximum du résultat final du test. Ce principe serait aussi utilisé pour le test de daltonisme. Nous allons alors vous présenter plus en détail les différents points de notre projet.

2.2 Répartition des tâches

Voici donc le tableau de la répartition des tâches :

Si l'une des tâches s'avère être plus difficile que prévu, cette répartition des tâches en est susceptible de changer.

Partie	Responsable
SiteWeb	Lucas
Implémentation réseaux de neurone E de snellen	Patrick et Rémi
Implémentation réseaux de neurone daltonisme	Lucas et Simon
Interface graphique	Patrick Rémi et Simon

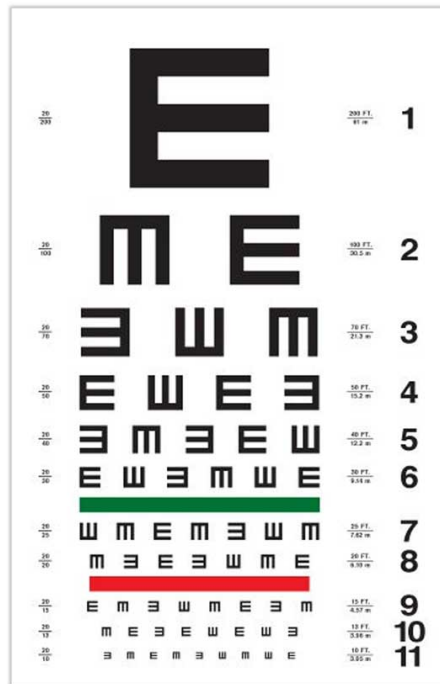
FIGURE 2.1 – Tableau de répartition des tâches

Chapitre 3

Explication scientifique

3.1 Présentation du test d'acuité

Nous vivons dans un monde où 2,2 milliards de personnes souffrent de troubles de la vision. Les tests chez les opticiens se multiplient pour trouver de façon efficace, rapide et fiable le trouble de la vision chez une personne. Nous avons tous types de tests allant du test de lecture au test de la pression oculaire. Etant donnée que nous sommes dans une école d'informatique, il était inévitable pour nous d'implémenter une intelligence artificielle qui sache résoudre des tests optiques. Patrick et Rémi vont donc coder une intelligence artificielle sachant réaliser le test d'acuité de manière la plus fiable possible. Le test d'acuité est un test qui est très simple. Nous allons afficher une forme (dans notre cas ça sera la lettre E), cette forme sera affichée selon les flèches directionnelle. Par exemple, si le E est affiché de tel sorte, cela voudra dire que le E est tourné vers la droite. Le test d'acuité visuelle est un test qui permet de mesurer la précision de la vue d'un individu et plus précisément c'est un test qui permet de voir si la vision de l'individu arrive à capter les plus petits détails. Il est dépendant de plusieurs facteurs neurologiques et optiques tels que la santé et le fonctionnement de la rétine ou bien de la capacité d'interprétation de notre cerveau. Une faible acuité visuelle est souvent dû à une maladie appelée amétropie. Cette maladie cause une déformation dans la rétine ce qui implique une mauvaise perception de la lumière par le cerveau et donc on a une mauvaise vue. Maintenant que nous savons un peu plus de quoi s'agit l'acuité visuelle, il est temps de nous intéresser au test qui permet de vérifier cette acuité visuelle chez l'individu. Parmi de nombreux tests, nous allons travailler sur le E de Snellen. Le E de Snellen est un test qui utilise un optotype orienté soit à gauche, à droite, en haut ou en bas. Un optotype est une forme spéciale qui permet de mesurer l'acuité visuelle d'un individu. Dans notre cas nous allons utiliser l'optotype E.

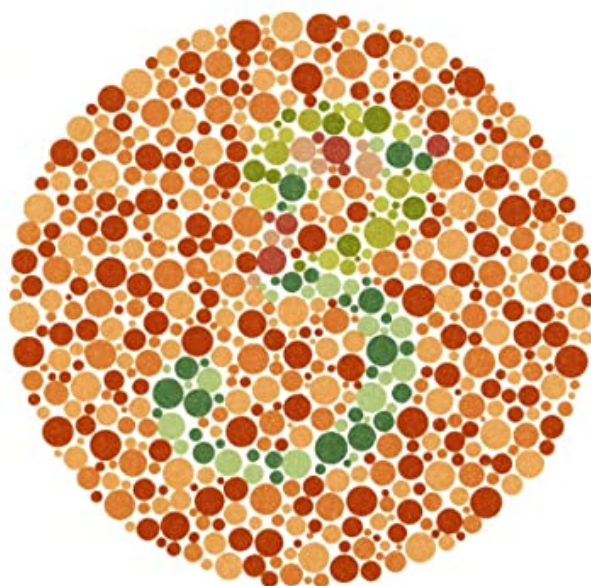


Le test est très simple. Nous allons défiler cet optotype à des positions différentes et nous allons aussi changer sa taille. Nous allons faire cela 20 fois et à la fin, en fonction des réponses de notre patient, nous pourrions déterminer si ce dernier est affecté par un trouble visuel qui lui empêche d'avoir une bonne acuité visuelle et nous pourrions alors lui prescrire un traitement et des exercices pour améliorer cela.

3.2 Présentation du dépistage du daltonisme

Le but de ce deuxième exercice est de créer, à l'aide d'algorithmes ou d'une intelligence artificielle, des tests afin de déceler le daltonisme chez l'Homme.

Pour se faire, nous allons nous inspirer de tests déjà existant : les tests de Ishihara ou plaques pseudo-isochromatiques. Ces plaques sont très célèbres et permettent de déceler facilement le daltonisme chez un large nombre de personne. Cette série de test est nommé selon le nom de leur créateur, le docteur Shinobu Ishihara. Ces tests seront publiés pour la première fois en 1917 et est composé de 38 planches colorées sur lesquelles un cercle constitué de points de différentes tailles et couleurs de teintes légèrement différentes et disposés de manière aléatoire. Si seul la planche numéro une est déchiffré correctement, le patient est sûrement atteint d'achromatopsie, soit l'incapacité à différencier les couleurs. Cette série de test permet de différencier les daltonismes les plus fréquents (seule la tritanopie qui est le fait de confondre le vert, le bleu et le violet, et la tritanomalie qui est une absence de perception des couleurs, ne sont pas détectés).



Comme dit précédemment, une planche du test est constituée de points de couleurs différentes, disposés aléatoirement, dans laquelle apparaît une forme. Les couleurs sont choisies sur des « axes de confusion colorés » qui sont prédéterminés afin de déceler des types précis de daltonisme. Toutes les teintes apparaissent à plusieurs degrés de taille, saturations et de luminosité. Un ensemble de points reproduit une forme reconnaissable par la teinte mais est composée de plusieurs saturations et luminosités différentes de manière aléatoire. Un daltonien ne voyant pas une couleur ne pourra pas déchiffrer une forme. A l'inverse il existe des planches dans lesquelles l'homogénéité est utilisée pour « piéger » les personnes souffrant de daltonismes en leur faisant percevoir des formes qui ne sont pas existantes pour les sujets « normaux ».

Vision normale	
Deutéranomalie	
Deutéranopie	
Protanomalie	
Protanopie	
Tritanomalie	
Tritanopie	
Achromatopsie	

Le daltonisme peut aussi être héréditaire et les confusions sont donc bien plus claires et

déterminées. Chaque groupe de planche doit être interprété de manière différente. En complément de ces planches, un appareil nommé la lanterne de Beyne peut être utilisé mais nous ne l'utiliserons pas dans notre projet. Dans cette partie, nous avons donc vu à quoi servaient ces tests et dans la partie suivante, nous expliquerons comment les utiliser dans notre projet.



Chapitre 4

Implémentation des intelligences artificielles

Notre projet se base sur deux intelligences artificielles qui vont être codé par deux équipes. Le but étant de réaliser, d'un côté le test de E de snellen avec une très fine marge d'erreur, et de l'autre côté générer des tests qui servent aux dépistages du daltonismes pour pousser le despistage encore plus loin et dès lors être plus efficaces lors des consultations.

4.1 Implémentation de l'IA dans la résolution du test du E de snellen

L'intelligence artificielle fait partie intégrante de notre projet. En effet, EyeContact va fournir des tests d'ophtalmologie se basant sur les véritables tests réalisés chez le médecin. L'intelligence artificielle saura s'adapter au fur et à mesure du déroulement du test, à savoir passer aux étapes suivantes au moment où le patient est parvenu à donner des réponses correctes pour le test de Snellen. En effet, les lettres sont au début grosses et en gras et deviennent de plus en plus petites et floues. L'IA sera capable de présenter un test intelligent et adapté aux réponses du patient. On peut faire ici un rapprochement avec un principe souvent utilisé sur les applications comme Deezer et Spotify, où l'application fournit une playlist de titres qui dépend des écoutes précédentes de l'utilisateur et change d'artiste si l'utilisateur est rapidement au titre suivant. La ressemblance est au niveau de l'adaptation de l'intelligence artificielle qui dirige le test autrement par rapport à ce qu'a déjà réalisé l'utilisateur. Les mathématiques seront importantes dans le projet dans le travail de la prédiction par l'intelligence artificielle du résultat du patient. L'IA sera se baser sur les statistiques pour fournir une prédiction des plus proches que le résultat final du patient. L'équipe passera naturellement par un réseau de neurones, implémenté en C, indispensable pour la réalisation d'une IA, qui sera suffisamment entraînée pour fournir des résultats corrects. Le test de daltonisme et de Snellen sont deux tests visuels assez différents qui nécessitent donc deux intelligences artificielles distinctes, mais l'on retrouve dans ces derniers le principe de prédiction statistique, ainsi, on peut s'attendre à de fortes ressemblances dans les deux IA.

4.2 Implémentation de l'IA dans la génération de test servant au dépistage du daltonisme

Il y a différents types de daltonisme, qui voient et ne voient pas tous les mêmes couleurs. Afin de créer un test adaptable à tous, il faut commencer par construire une base de données. Celle-ci contiendrait pour chaque variation de la maladie les couleurs perçues normalement et anormalement, ainsi que quelles couleurs lui apparaissent confondues. À partir de cette base de données et en fonction des entrées de l'utilisateur, on doit ensuite générer une ou plusieurs images contenant le texte demandé, et non-visible par la population choisie. Cela pose un

premier problème : on doit pouvoir savoir quels types de daltonismes sont testables en même temps, on ne peut en effet pas générer un test pour une population qui voit des couleurs opposées. Il suffit pour cela de connaître les populations dont les tests sont compatibles, et de se baser sur ces connaissances pour créer un système de sélection restreinte. Un deuxième problème est le cadrage du texte dans le cercle. Si l'utilisateur est maître du contenu, il faut, pour obtenir un résultat satisfaisant, centrer le texte et ajuster sa taille. Il se peut également qu'un texte plus grand nécessite une « résolution » (comprendre : nombre de points colorés constituant l'image) plus grande pour être lisible. Il faut donc un moyen de calculer la lisibilité d'un texte et d'ajuster l'image en fonction. Enfin, il faut effectuer le tracé des caractères. Il faut donc un programme capable de générer à partir de l'image en noir et blanc d'un caractère, un test dont le texte visible a une forme assez similaire pour être reconnaissable. Il faut donc là aussi une base de données qui associe chaque caractère ASCII à une image exploitable, ainsi qu'un algorithme capable de déterminer la silhouette de cette image et de l'utiliser pour générer le test. Cette partie pourrait s'avérer similaire à la segmentation d'image en OCR. Si cela s'avère réalisable, on peut imaginer pousser le concept plus loin, et générer des tests à partir de n'importe quelle image en noir et blanc, en la traçant directement. A ce stade, cette idée n'est encore qu'un bonus. Une autre application de notre intelligence artificielle (qui se rapproche de celle de Rémi et Patrick) peut être dans le fait de deviner les réponses de l'utilisateur. En effet, en devinant les réponses de l'utilisateur cela pourrait nous permettre d'éviter les fausses bonnes réponses. Par fausse bonne réponse nous entendons le fait qu'un utilisateur ne voyant pas un chiffre du premier coup d'oeil pourrait essayer de le deviner en mettant une réponse aléatoire. Notre intelligence artificielle prendrait donc en compte les réponses précédentes de l'utilisateur afin de calculer les erreurs pouvant être réalisées dans le futur (sur une planche testant le même type de daltonisme par exemple). Une telle intelligence peut paraître assez démesuré à implémenter mais en s'aidant de statistiques médicales nous pensons que c'est un objectif atteignable. De plus, une telle intelligence apporterait une réelle plus-value à notre projet car permettrait à vraiment cerner l'utilisateur et à adapter le test.

Chapitre 5

Modélisation

5.1 Site web

Le site web de notre projet sera implémenté en HTML, CSS et peut-être avec du PHP si nécessaire. Ce site sera un site qui aura une fonction simple, donner accès à toutes les ressources nécessaires du projet. Cela inclus des liens pour télécharger les différents rapports de soutenance, du rapport de projet et d'une version de celui-ci. Le site web donnera aussi des informations sur le projet que ce soit sur la progression, les problèmes rencontrés, les solutions à ces problèmes, les différents membres du groupe ou bien encore les logiciels, librairies ou visuels utilisés. Lucas ayant déjà codé quelques sites auparavant il se chargera de cette partie même si son HTML est un peu rouillé ... Le site comportera des onglets dédiés à chaque catégorie d'information. Le groupe réfléchit à l'idée de faire une vidéo de présentation, mais nous ne savons pas si cela est très moderne et si une telle vidéo à sa place sur notre site. Lucas quant à lui se pose la question de faire le site Internet en premier lieu afin de pouvoir commencer sa partie avec Simon le plus vite possible. De plus il nous est demandé de présenter un site web à chaque soutenance cela pourrait nous « débarrasser » pour la suite. Ces points sont les derniers à éclaircir afin d'appréhender ce site Web dans les meilleures dispositions.

5.2 interface graphique : E de Snellen

Pour ce test nous avons pensé à implémenter une interface grâce à GTK. Cette interface affichera un message de bienvenu expliquant un peu le projet et ensuite nous allons avoir un bouton “ démarrer “. L'utilisateur devra se mettre à une certaine distance de son ordinateur (distance indiquée dans le message de bienvenu). Le test affichera le E de Snellen au centre de l'écran où l'utilisateur devra appuyer sur les 4 flèches directionnelles pour indiquer la direction du E. Le test comportera une série de 20 questions pour chaque œil (l'utilisateur devra effectuer le test avec un œil d'abord et l'autre après). L'utilisateur fera son test en même temps que notre IA et à la fin nous pourrons comparer les résultats entre notre machine et l'utilisateur. Une fois le test terminé, nous auront un récapitulatif des résultats indiquant le nombre de faute que l'IA et l'utilisateur auront fait.

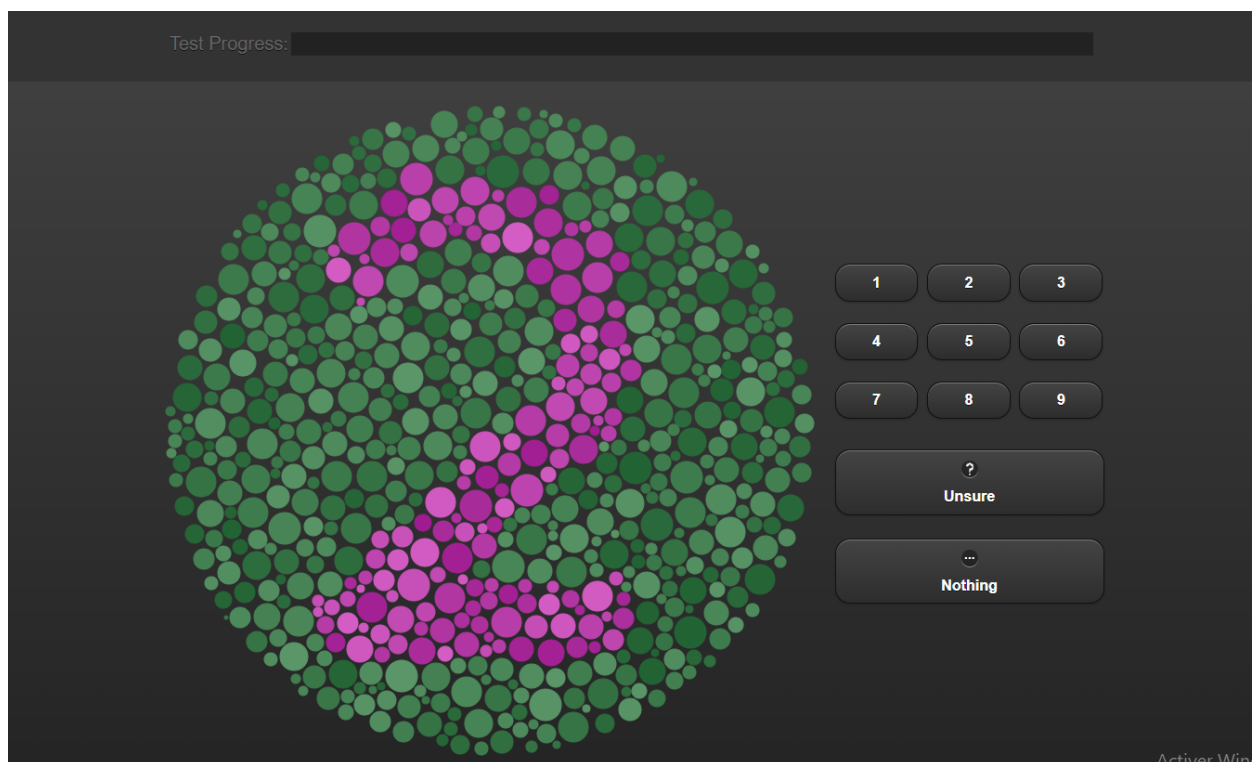
Left Eye



Progress: 0%

5.3 interface graphique : dépistage du daltonisme

Pour ce test nous avons pensé à implémenter une interface grâce à GTK. Cette interface affichera un message de bienvenu expliquant un peu le projet et ensuite nous allons avoir un bouton “démarrer”. L'utilisateur se trouvera face à une série de test générée par notre IA pour diagnostiquer le type de daltonisme de notre patient. Ce dernier devra indiquer le chiffre qu'il aperçoit. Une fois le test terminé, nous aurons un écran avec les résultats indiquant le type de daltonisme diagnostiqué chez le patient.



Chapitre 6

conclusion

Pour conclure ce cahier des charges, nous aimerions dire que trouver l'idée principale de notre projet, à savoir travailler sur un logiciel permettant d'aider l'Homme (à notre échelle bien sûr). N'a pas été facile. L'idée de l'optique nous est venue spontanément, aujourd'hui de plus en plus de monde porte ou est amené à porter des lunettes. En effet que ce soit pour se protéger de la lumière bleue de nos écrans ou avec l'âge qui avance, porter des lunettes s'impose à beaucoup. Notre projet peut paraître ambitieux mais nous sommes prêts à donner de nous-mêmes afin de réaliser de quoi nous rendre fier. Nous vous remercions pour la lecture de ce cahier des charges.