

5373
CLASSEUR COURVOISIER



Rapport intermédiaire de projet informatique industrielle

Le test de Farnsworth

LETIERS thomas
STEINER Thibault

17/12/2004

Sommaire

Introduction	2
I. La vision normale des couleurs.....	3
II. Le daltonisme.....	5
1. Historique	5
2. Les différents types de daltonisme	5
3. Les tests de détection.....	5
III. L'incidence sur la vie en société.....	7
1. Que voit le daltonien ?.....	7
IV. L'album de Munsell	9
1. Principe.....	9
2. Application aux tests de classement	10
V. Le test de Farnsworth	11
1. Le test du 100 hue	11
2. Analyse des résultats	12
3. Les autres test de Farnsworth	13
4. Tracé et interprétation des tests du 15 hue standard et désaturé.	13
5. Calcul du score pour le test du 100 hue.....	14
6. Calcul des scores pour les autres tests.....	14
VI. Cahier des charges.....	16
VII/ Résultat du programme JAVA.....	17
1. Lancement d'une applet	17
2. Etat actuel du programme.....	18
3. Exécuter le programme	18
4. Graphiques.....	18
5. Programme	19
Annexe1.....	20

Introduction

Un être humain dont la vision des couleurs est considérée comme normale est capable de percevoir **15 000 nuances**.

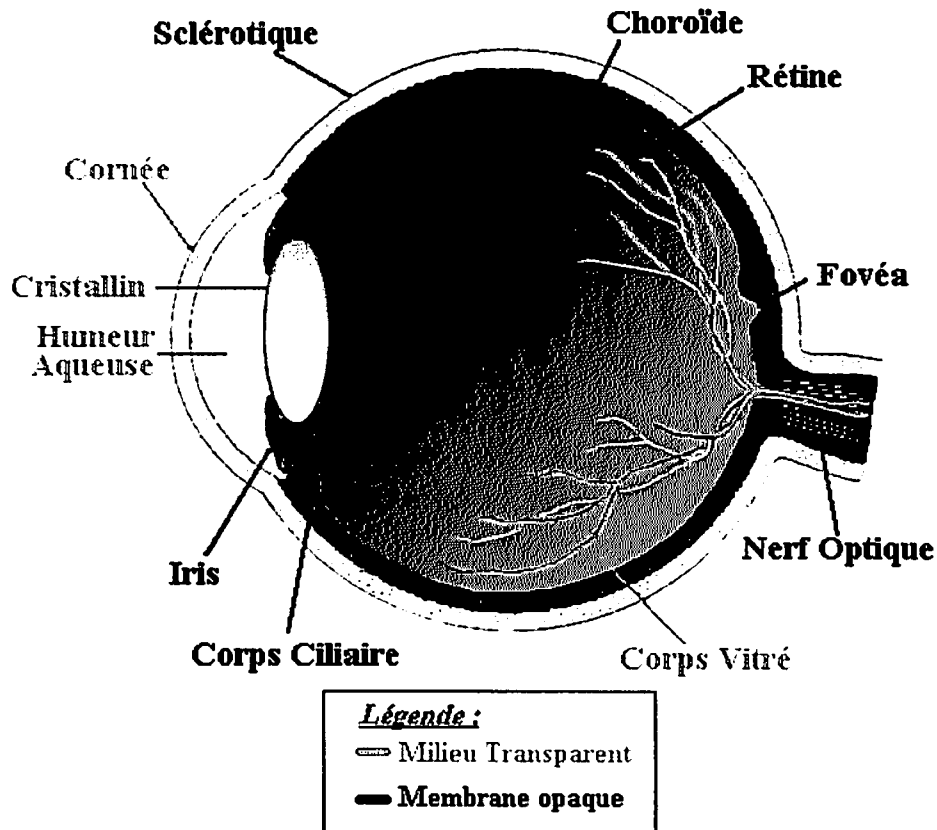
L'un des aspects les moins connus de l'ophtalmologie consiste en l'étude des déficiences de la vision colorée appelées « dyschromatopsies ». Le **daltonisme** en est la forme la plus familière. Ce n'est pas une maladie.

Le mot "daltonisme" a aujourd'hui un sens large : on parle d'**anomalies de la vision des couleurs**. Il y a, en effet, un certain nombre d'anomalies de type et d'origine différentes.

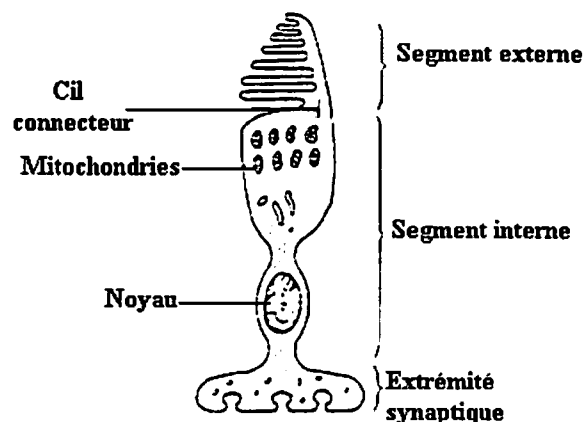
Il faut savoir toutefois que le daltonisme ne correspond qu'à l'**aspect héréditaire** des anomalies de la vision des couleurs.

I. La vision normale des couleurs

L'oeil est capable, grâce à 3 types de cellules rétinienne spécifiques appelées cônes, de percevoir les couleurs fondamentales rouge, verte et bleue. Une 2^e sorte de cellules sensorielles existe, les bâtonnets : cependant, ils sont utiles pour l'adaptation de l'oeil à l'obscurité, et n'ont pas trait à la perception des couleurs.



Doc 1 : Structure de l'oeil

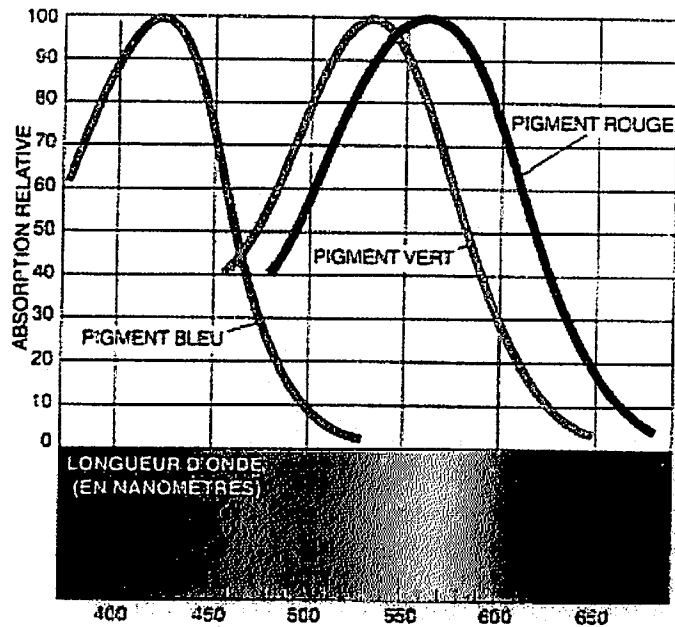


Doc 2 : Structure d'un cône

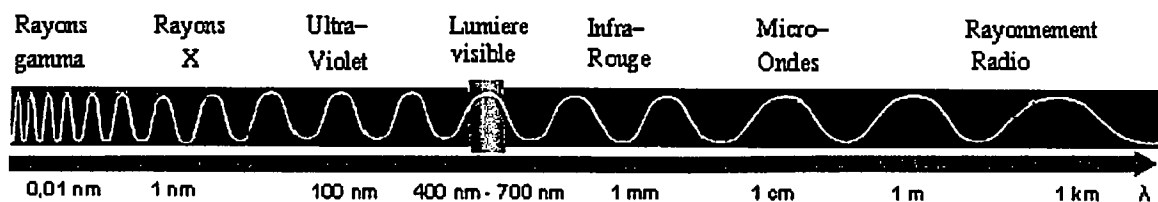
Ces signaux sont ensuite **transmis** par les voies optiques vers le **cerveau** sous forme de messages codés (par couples antagonistes rouge-vert et bleu-jaune : couleurs opposées).

Le cerveau élabore alors la **sensation colorée** au niveau du **cortex visuel** puis d'autres centres cérébraux nous font prendre conscience de la perception colorée.

Chez un individu qui a une vision des couleurs "normale" les **trois types de cônes** sont présents, mais les **daltoniens** manquent d'un (ou très rarement deux) des types. Le genre d'anomalie (rouge/vert, jaune/bleu, etc.) est **déterminé par le cône manquant**.



Doc 3 : Spectres d'absorption des trois pigments présents dans les cônes



Doc 4 : Spectre des couleurs

II. Le daltonisme

1. Historique

Le physicien anglais **John Dalton** a décrit il y a **deux siècles** l'anomalie de la vision des couleurs dont il était atteint.

2. Les différents types de daltonisme

Le daltonien ne dispose pas des 3 cônes normaux pour former les couleurs.

- le daltonien est **achromate** (monochromatisme) : absence totale de perception des couleurs, Les cônes de sa rétine sont **dépourvus des 3 pigments** habituels qui permettent de voir les couleurs : il a une **vision en niveaux de gris**. Très rare : 1/40 000.
- le daltonien est **dichromate**, perception de 2 couleurs seulement (1 cône absent) :
 - si le rouge manque, le sujet est appelé **protanope**,
 - si le vert manque, il est **deutéranope** (le plus fréquent),
 - si le bleu manque, il est **tritanope** (extrêmement rare).
- le daltonien est **tri chromate anormal**, perception des 3 couleurs d'intensités anormales (1 cône déficient) :
 - si le rouge est déficient, il est appelé **protanomal**,
 - si c'est le vert, il est **deutéranomal**,
 - si c'est le bleu, il est **tritanomal**.

	Achromate (<i>Absence totale de perception des couleurs</i>)	Dichromate (<i>Absence du gène, donc du pigment</i>)	Trichromate anormal (<i>le gène est hybride donc le pigment a une sensibilité différente</i>)
Cône L Rouge (Protan)	Achromate (monochromate)	Protanope	Protanomal
Cône M Vert (Deutan)		Deutéranope	Deutéranomal
Cône S Bleu (Tritan)		Tritanope	Tritanomal

3. Les tests de détection

3.1 Le test d'Ishihara

De quoi s'agit-il ?

Né en 1917, le test d'Ishihara est le **plus connu et le plus utilisé** de tous les tests de vision des couleurs. Ce test est un **recueil de planches**. La version en usage courant actuellement est celle de 1962 et comprend **38 planches**.

Comment fonctionne-t-il ?

Une **planche pseudoisochromatique** est constituée d'une **mosaïque de points de couleurs** différentes, disposés de façon **apparemment aléatoire**, au sein duquel **apparaît une forme** sur un fond.

On utilise un **nombre réduit de teintes**. Chacune d'elle apparaît à **plusieurs degrés de taille**, de **saturation** et de **luminosité**. Un ensemble de points **reproduit une forme reconnaissable** par l'unité de la teinte, mais au sein de cette forme on trouvera plusieurs saturations ou luminosités différentes de façon aléatoire.

L'erreur effectuée par un daltonien sur une planche est **parfaitement déterminée**. Cela permet une **excellente fiabilité** aux planches bien conçues à la condition que les **couleurs** soient **parfaitement reproduites à l'impression**, ce qui n'est pas facile.

A quoi sert-il ?

Ce test a été conçu pour **déceler rapidement les dyschromatopsies héréditaires** de type **protan** et **deutan**.

Ce livret y parvient avec une **redoutable efficacité**, au point qu'il est extrêmement rare qu'un daltonien parvienne à passer la totalité de l'Ishihara sans erreur (**fiabilité de dépistage : 98 %**). Attention : les planches d'Ishihara **ne peuvent en aucun cas déceler une anomalie de type tritan**.

Le test est également conçu pour **distinguer les protans des deutans**. Il y réussit assez moyennement avec un **taux d'erreurs de 17 %**.

Il faut savoir enfin que ce test est **exclusivement qualitatif** et non quantitatif. Ainsi, un daltonien atteint d'un **trichromatisme anormal très minime** fera le plus souvent presque **autant d'erreurs qu'un dichromate complet**.

3.2 Les tests de classement

Ces tests utilisent des **échantillons de couleurs** que le **sujet doit classer** dans un ordre convenu.

- **Le test de Holmgren** : pendant une minute, des brins sont placés sur un fond gris et le sujet doit les classer par teintes les plus proches pour chacun des échantillons.
- **Le New Color Test** : depuis 1975, le New Color Test propose un ensemble de **70 capsules** divisées en 4 séries de 15 teintes complétées de 10 teintes différentes de gris.
- **Tests de Farnsworth-Munsell** : le test Panel D15 et le test Farnsworth-Munsell 100-hue furent conçus par Dean Farnsworth en 1943. Le test Panel D15 est constitué de **15 jetons** de plastique noir comportant une pastille de couleur. Le test consiste à classer dans un ordre de couleurs qui **varie progressivement du bleuâtre au rougeâtre**.

III. L'incidence sur la vie en société

1. Que voit le daltonien ?

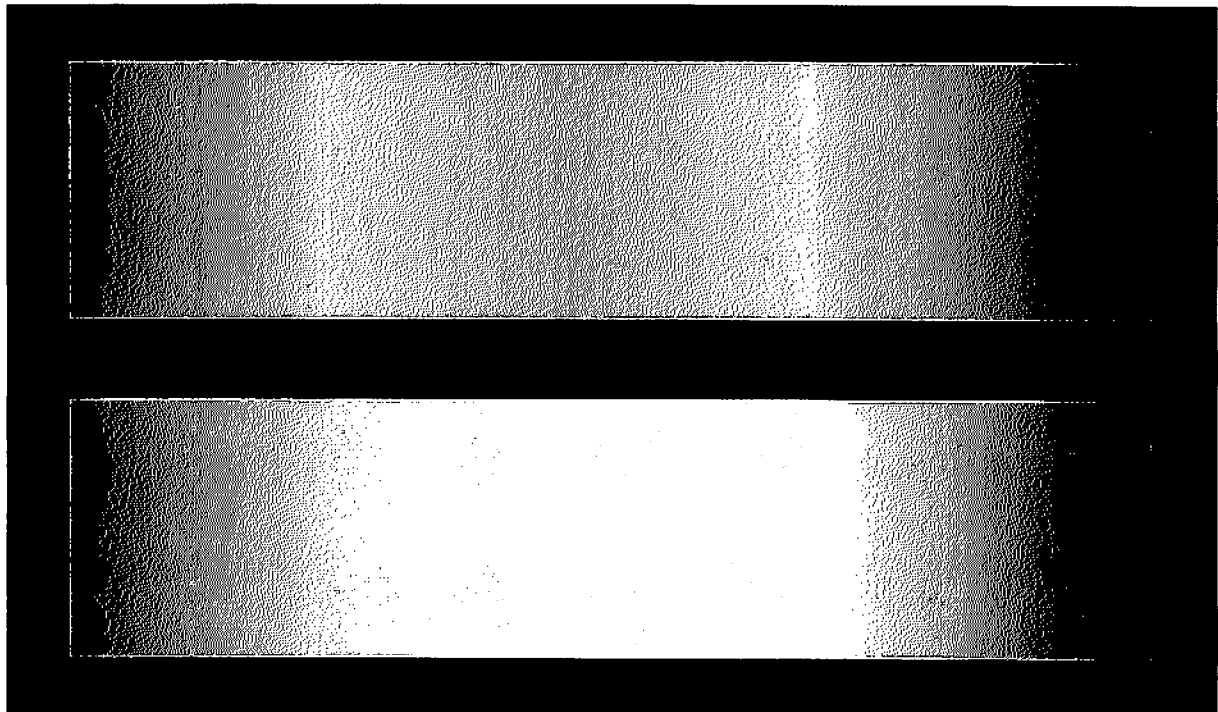
1.1 Le handicap du daltonien

Plus l'anomalie est importante, plus la gêne du porteur est grande.

- Chez le **trichromate anormal** (1 cône déficient), les **erreurs sont peu visibles** dans la vie courante, cependant leur **perception du monde coloré est très éloignée de celle de la plupart des gens (trichromate normal)** en ce sens que leur environnement ne comporte que **deux couleurs dominantes** (le plus souvent bleu et jaune), mais avec **un grand nombre de nuances : ils restent tout de même trichromates.**
- Par contre, chez le **dichromate** (protanope, deutéranope et tritanope), il existe **d'importantes confusions colorées** et la **perception du monde dans lequel nous vivons est très différente.** Ceci le rend donc totalement inapte à toute **tâche professionnelle** ayant une forte implication colorée.

Si cela est **une gêne** pour le dichromate, c'est parce que **le monde dans lequel nous vivons est adapté aux trichromates** ; il devient donc **difficile** pour les daltoniens de s'y adapter.

Il n'y a donc une question de degré, mais aussi de type ou de forme de daltonisme.



Doc 5 : Représentation du spectre coloré de la lumière blanche, et de celui d'un individu atteint de daltonisme du vert (deutéranopie). Le vert et le orange sont perçus comme deux gris, donc confondus.

1.2 Exemples de la vie courante

En ce qui concerne la conduite automobile, les **feux tricolores des carrefours** ne se distinguent que par leur clarté : le vert et le rouge ne sont que **deux gris différents**. La couleur rouge des **feux arrières des voitures** peut poser des problèmes : il est souvent difficile de savoir si la voiture **s'approche ou s'éloigne**.

Le dyschromate peut être incapable de savoir si **une femme porte du rouge à lèvres ou pas**. L'impossibilité de faire la **distinction entre une femme blonde avec des yeux bleus et une femme rousse aux yeux verts** est plus délicat à vivre pour certains.

Quand il cuisine, le dyschromate peut rencontrer des difficultés à différencier : la **viande saignante** de la **viande cuite**, les **tomates vertes** des **tomates mûres**, le **ketchup** entre **chocolat liquide**, ou entre un **jus de citron** et un **Coca-Cola...**

IV. L'album de Munsell

1. Principe

Les tests de classement utilisés en clinique ont été réalisés à de l'album des couleurs de Munsell dont nous rappellerons d'abord brièvement les caractéristiques.

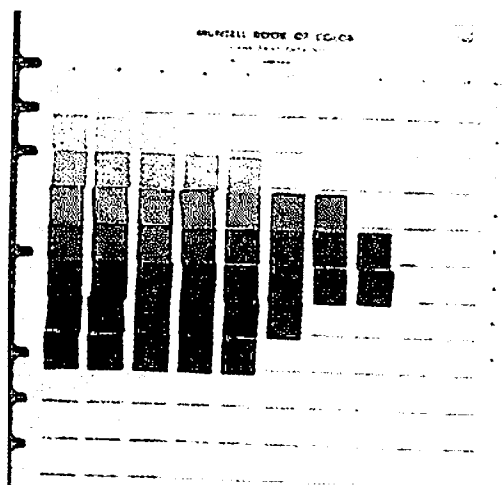
- L'album de Munsell est une collection d'échantillons colorés définis par les trois dimensions de la couleur : "hue" (correspondant à la tonalité chromatique); "value" (correspondant à la clarté) et "chroma" (correspondant à la saturation).

- La dimension "hue" (tonalité) comporte cinq "hue" de base : rouge (notation R pour red), jaune (Y pour yellow), vert (G pour green), bleu (B pour blue) et pourpre (P pour purple). Il y a aussi cinq "hue" intermédiaires avec les notations. Chaque "hue" est divisée en dix échelons. Au total il y a donc cent "hue" (dix "hue" avec dix échelons chacune) qui couvrent l'ensemble du cercle des couleurs.

- La dimension "value" (clarté) est graduée du noir parfait théorique au blanc parfait théorique.

- La dimension "chroma" (saturation) est graduée depuis le gris jusqu'au maximum possible de "chroma" qui varie selon la couleur. La description complète des trois dimensions de la couleur dans le système Munsell se fait par la formule générale suivante : Hue Value/Chroma (ou H V/C).

- La caractéristique principale du système Munsell est l'égalité visuelle des intervalles dans les trois dimensions de la couleur ; il constitue donc un espace coloré visuellement uniforme (tout au moins en principe). L'album réalise concrètement cet espace : chaque page est une coupe verticale avec une même "hue" dont les "value" augmentent de bas en haut, et les "chroma" selon l'horizontale (doc 6).

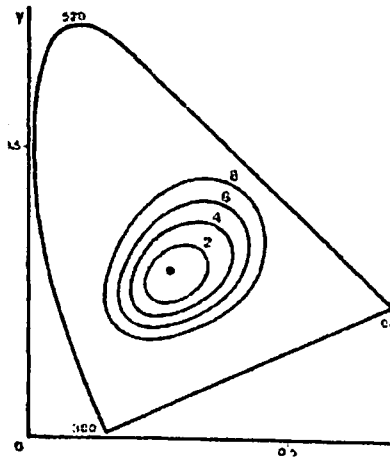


Doc 6 : Album de Munsell

De même une coupe horizontale de l'album contient toutes les couleurs de même « value » ; les « hue » y sont disposées en cercle, et les chromas de façon radiaire.

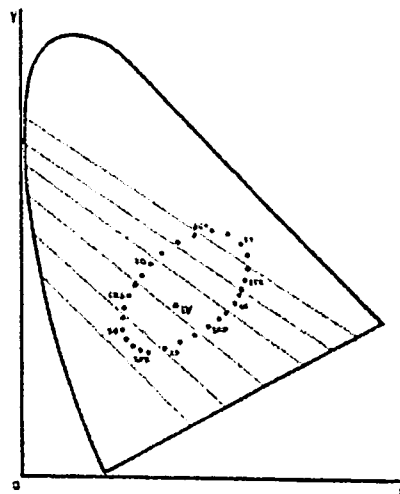
2. Application aux tests de classement

Ce sont ces coupes horizontales à « value » constante qui ont servi à constituer les tests cliniques de classement. Comme on peut le voir ci-dessous, les « hue » (tonalités) sont figurées de façon circulaire autour du blanc central de référence selon une série d'ellipses concentriques chacune à « chroma » constante.



Doc 6

Les tests de classement dérivant de l'album de Munsell sont une sélection d'un certain nombre de ces échantillons colorés. Si on superpose les lignes de confusion d'une dyschromatopsie à ces ellipses, certains échantillons normalement différents se trouvent sur les mêmes directions de confusion et seront, par conséquent, confondus entre eux par un sujet pathologiques (doc 7).



Doc 7

Les lignes de confusion coupent l'ellipse des couleurs en des points opposés qui représentent les couleurs confondues par le sujet. En fait il s'agit d'une bande de confusion plus ou moins large.

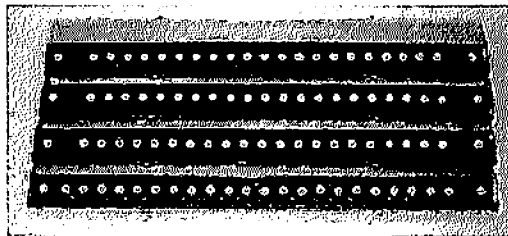
V. Le test de Farnsworth

Il existe actuellement 4 versions différentes du test de Farnsworth :

test du 15 hue standard	Le
test du 15 hue désaturé	Le
test du 28 hue	Le
test du 100 hue	Le

1. Le test du 100 hue

Ce test de classement est le premier à avoir été utilisé. Il donne la possibilité de mesure quantitative des dyschromatopsies. Il comporte en réalité que 85 pions (ou 84 sur les nouvelles version) à « value » et « chroma » approximativement constantes; les 85 "hue" couvrent l'ensemble du cercle coloré et sont séparées par des intervalles "juste aisément appréciables" selon la formule de Farnsworth. Les 85 pions sont présentés en quatre plumiers colorés distincts dont chacun couvre un quart du cercle coloré, soit 21 pions (sauf le premier qui a 22 pions dans sa version originale ou 21 dans des versions plus récentes). Le premier plumier va du pion 85 au pion 21 (soit du rouge au jaune). Le second plumier du pion 22 au 42 (du jaune au vert). Le troisième plumier du pion 43 au 63 (du vert au violet). Le quatrième plumier du pion 44 au 84 (du violet au rouge). Chaque plumier comporte deux pions de référence de même "hue" que le premier et le dernier de la série des plumiers voisins. La tâche du sujet consiste à classer les pions de proche en proche entre les deux pions de référence de chacun des plumiers qui lui sont successivement proposés.



Doc 8 : Le test de Farnsworth-Munsell 100-Hue

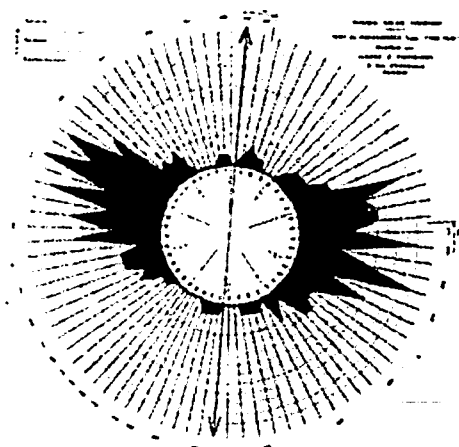
Le tracé du schéma du test 100 hue n'indique pas directement les confusions colorées faites par le sujet. Il est au contraire déduit de l'ordre de classement des pions, au moyen d'une comptabilité qui va s'exprimer par des scores : scores individuels de chacun des pions, score global de l'ensemble du test (et aussi, éventuellement, score partiel calculé pour chaque plumier.

La représentation graphique de ces résultats se fait simplement en mettant en abscisse les numéros des pions et en ordonnées les scores individuels de chaque pions. Les erreurs sont figurées par des pointes d'autant plus élevées que les scores sont plus grands. Le groupement des ces pointes indique le type de déficit coloré. Ensuite, Farnsworth imagina de représenter ces résultats de façon circulaire, en enroulant, en quelque sorte, l'axe des abscisses sur le cercle coloré. Comme le cercle de Munsell tourne dans le sens anti-horaire, il fit tourner les nombres des abscisses, dans ce sens. Le résultat de cette manipulation fut que les pointes

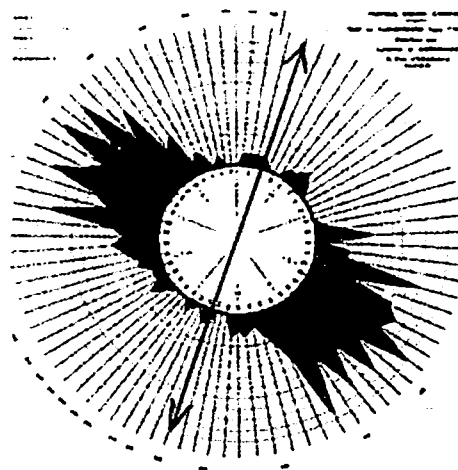
représentant les erreurs calculées se trouvent projetées autour du cercle coloré. Mais il faut bien comprendre qu'elles ne représentent pas directement des confusions colorées mais seulement les scores qui leur correspondent.

2. Analyse des résultats

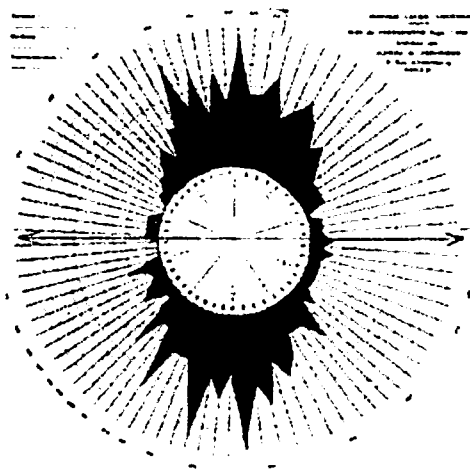
L'orientation globale du tracé, où les pointes représentent les erreurs, sont accumulées aux deux bouts de « l'axe majeur » de Farnsworth, est proche de l'horizontale pour le type protan, oblique pour le type deutan, et proche de la verticale pour le type tritan. On peut le voir ci-dessous :



Doc 9 : Protanopie



Doc 10 : Deutéranopie



Doc 11 : Tritanopie

Les axes perpendiculaires à l'axe majeurs sont respectivement les axes protan, deutan et tritan du tracé du test du 15 hue que nous allons voir plus loin.

3. Les autres test de Farnsworth

Les tests du 15 hue standard et désaturé, ainsi que celui du 28 hue son identique dans le principe que le test du 100 hue. La différence réside dans le nombre de pions et dans les valeurs des « value » et « chroma »

En effet :

Pour le 15 hue standard, la « value » vaut 5 et la « chroma » 4;

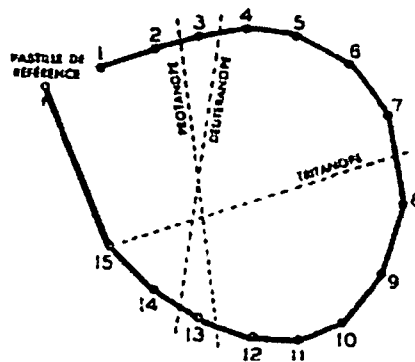
Pour le 15 hue désaturé, la « value » vaut 8 et la « chroma » 2;

Pour le 28 hue, la « value » vaut 5.5 et la « chroma » 5;

Pour le 100 hue, la « value » vaut 5.5 et la « chroma » 5.

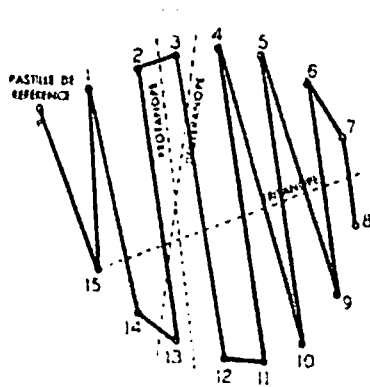
4. Tracé et interprétation des tests du 15 hue standard et désaturé.

On pourrait utilisé le même graphique que le 100 hue cependant pour des raisons de clarté nous utilisons le graphique présenté ci-dessous.



Doc 12

Les numéros représentent les numéros des pions du test. On obtient donc un tracé circulaire dans le cas normal. Un tracé est jugé pathologique s'il présente au moins deux lignes de confusion sensiblement parallèle. Le type de dyschromatopsie est indiqué par les lignes de confusion les plus proches des axes de référence du schéma. Les trois types de dyschromatopsie héréditaires protan, deutan et tritan sont ainsi indiquées selon la direction prédominante des lignes de confusion. Par exemple, le schéma ci-dessous représente une pathologie de type protanope.



Doc 13

5. Calcul du score pour le test du 100 hue

Imaginons que la personne entre l'ordre des pions suivants :

0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 10 - 6 - 7 ...

Nous pouvons remarquer qu'il y a une différence de 1 entre le pion 1 et 2 et une différence de 1 entre le pion 2 et 3. Pour le pion 2, on aura donc un score de 2. C'est le score minimum pour un pion donné pour le test du 100 hue.

Pour le pion 5, nous avons un score de 1 a gauche et un score de 5 a droite. Le pion 5 a donc un score de 6.

De même, pour le pion 10, son score de gauche est de 5 et son score de droite est de 4, son score est donc de 9.

Nous pouvons de plus indiquer que la différence entre 2 pions tel que entre le pion 0 et 84 ne vaut pas 84 mais 1. En effet, ces pions sont côte à côte dans la représentation des couleurs. Donc pour tout score intermédiaire supérieur à 42, il convient de faire une soustraction entre 85 et le score relatif.

On obtient le score total en faisant la somme de tous les scores individuels et en retirant 170. En effet, une personne ayant une vision normale a un score de 170, On retire donc cette valeur du score pour simplifier les interprétations. Une fois tous les scores individuels calculés, on peut tracer la figure.

6. Calcul des scores pour les autres tests

Chacun des autres tests de classements peuvent être comparés au test du 100 hue mais avec seulement une petite partie des pions. Ainsi le test du 28 hue est identique au test du 100 hue avec seulement 1 pion sur 3. Ainsi on peut avoir une correspondance entre les numéros des pions du test du 100 hue et ceux du 15 hue et du 28 hue.

6.1 Tableau de correspondance des pions pour le test du 28 hue

Numéro du pion	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Correspondance	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
-----------------------	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81

6.2 Tableau de correspondance des pions pour les tests du 15 hue

Numéro du pion	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
correspondance	0	3	7	11	15	19	24	30	39	43	50	54	57	63	67	71

6.3 Calcul du score

Pour le test du 28 hue et du 15 hue, le score se calcule de la même façon que pour le test du 100 hue mis a part que l'on ne soustrait pas les numéro des pions mais la correspondance de ceux-ci.

Pour le 28 hue, si l'ordre des pions est 0 – 1 – 2 – 3 – 8 – 4, ce qui donne en correspondance, 0 – 3 – 6 – 9 – 24 – 12, on aura un score de gauche 3 et un score de droite de 3. Son score total est donc de 6, ce qui est le score minimal pour un pion dans le test du 28 hue.

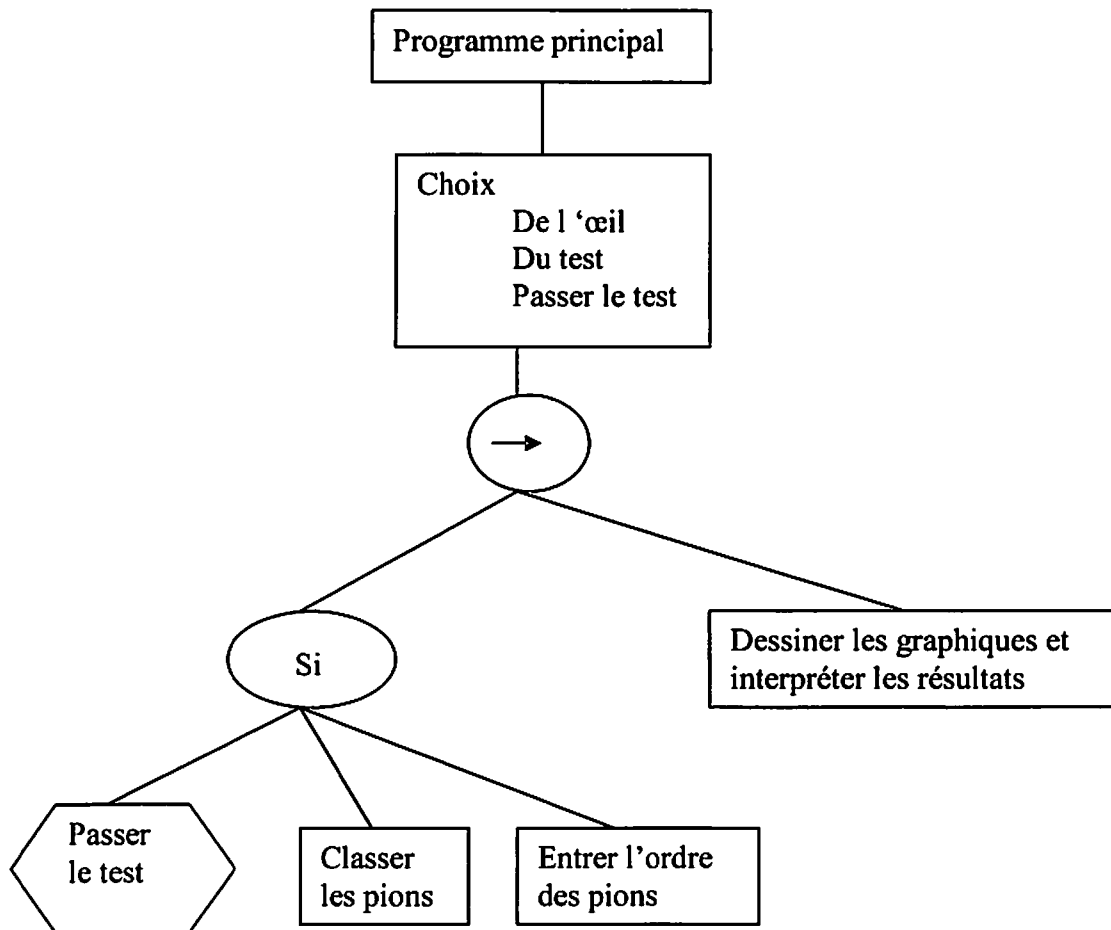
De même, le pion 8 a pour score de gauche 20, et pour score de droite 16, ce qui donne un score de 36 pour ce pion.

Comme pour le test du 100 hue, on peut tracer la courbe de résultats.

VI. Cahier des charges

Il nous a été demandé de créer un logiciel permettant de passer un des test de Farnsworth. Une fois le test passer, nous devons représenter sur un graphique les scores et interpréter les résultats. L'ordre des pions peut être rentré a la main.

Voici la structure de notre logiciel :



Etant donné que le logiciel doit être accessible d'Internet, Nous le développons en JAVA, langage de programmation orienté objet.

VII/ Résultat du programme JAVA

1. Lancement d'une applet

Il faut trois éléments pour exécuter une application Java :

un navigateur Web

une page Web

l'application JAVA

Le navigateur doit se trouver sur l'ordinateur local, la page Web et l'application Java étant chargées depuis Internet.

Pour exécuter une applet, il faut ajouter des tags <applet> et </applet> dans la page HTML. On insère entre ces tags le nom de l'applet, sa dimension et éventuellement des paramètres que l'on veut lui passer. Pour lancer notre programme nous avons une page HTML dont le code est :

```
<html>

<body bgcolor="#FFFFFF">

<p>
  <applet code="MonApplet.class" align="baseline" width="600" height="600">
    <param Name="oeil" Value = "00">
    <param Name="test" Value = "01">
    <param Name="choix" Value = "01">
    <param Name="ordre" Value = "{00,03,05,02,04,01,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15}">
  </applet>
</p>
<p>
  <applet code="MonApplet.class" align="baseline" width="600" height="600">
    <param Name="oeil" Value = "00">
    <param Name="test" Value = "03">
    <param Name="choix" Value = "01">
    <param Name="ordre" Value = "{00,01,05,03,04,02,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84}">
  </applet>
</p>
</body>
</html>
```

Sur cette page HTML on va afficher deux applets. L'une correspond au test du 15 hue et l'autre du 100 hue.

« MonApplet.class » est le nom du fichier qui contient le programme. Ici ce fichier est dans le même répertoire que la page HTML puisqu'on ne précise pas de chemin. Dans les deux cas on indique que la largeur et la longueur sont égales à 600. Ensuite on ajoute les paramètres que l'on va passer à l'applet. Pour cela on leur donne un nom et une valeur. Plus tard ces paramètres pourront être directement choisis par l'utilisateur par des boîtes de dialogues...

2. Etat actuel du programme

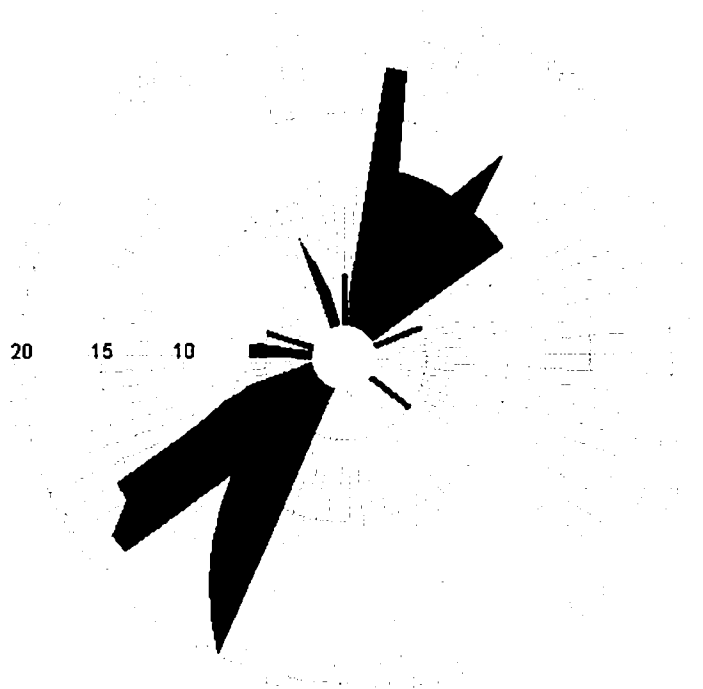
Le programme est capable à partir de l'entrée d'un classement dans le document HTML de tracer la figure du 15 hue ou du 100hue. On constate cependant un problème de rafraîchissement sur la page HTML. Il est nécessaire pour le moment d'actualiser la fenêtre si on agit sur la barre de défilement. De plus le score est affiché en bas du graphique.

3. Exécuter le programme

Pour exécuter le programme, il faut lancer le fichier « Test.htm » qui se trouve dans le dossier « Letiers, Steiner ». On affiche ici deux tests le 15 hue et le 100 hue. Pour enlever l'un des deux on supprime l'applet correspondant dans le fichier « Test.htm ». Pour changer les classements il faut envoyer le fichier « Test.htm » dans un éditeur de texte (Notepad) et modifier les valeurs des paramètres de nom « ordre ».

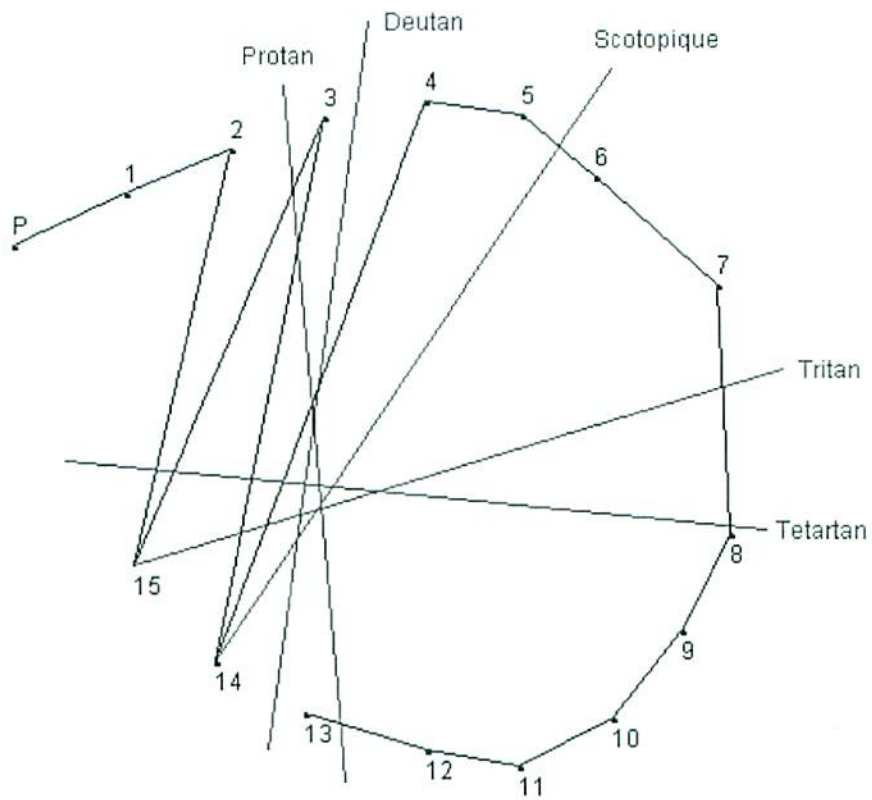
4. Graphiques

On peut visualiser ci-dessous le graphique du 100 Hue.



Il faut par la suite réajuster les numéros des lignes. Les lignes épaisses noires seront recolorées avec leur couleur respective. De plus il faut adapter le design au souhait de Mr Zanlonghi (couleur de fond, couleurs des différents composants...).

Ci-dessous on peut visualiser le graphique du 15 hue.



De même on peut modifier les couleurs selon les souhaits de Mr Zanlonghi.

5. Programme

~~Pour information, on trouve le programme JAVA en annexe I.~~

voir le CD

Annexe1

Rapport technique de l'appareil de mesure du champ de vision.

Pour la première phase de notre projet, nous avons effectué une programmation répondant aux éléments de la logique T.T.L grâce à un logiciel de simulation, Maxplus2.

Ainsi, le soft Maxplus2 nous a permis de représenter graphiquement des circuits logiques, de compiler le schéma en langage machine et de le programmer via le port parallèle dans une puce reprogrammable (EEPROM reprogrammable) avant de l'implanter au sein du dispositif .

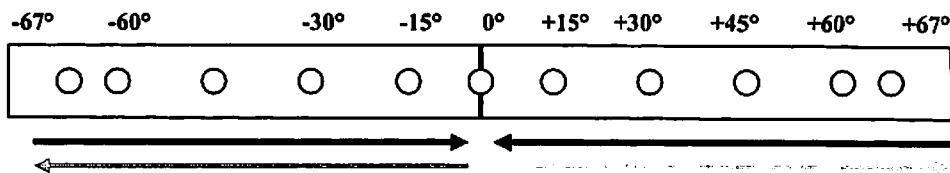
Il est à noter que la fréquence d'utilisation de cette logique programmée varie de 120Mhz à 285 Mhz et bien plus pour certains IC d'ALTERA. On obtient bien là une plus grande efficacité par rapport à un microcontrôleur qui tourne pour en général autour de 4Mhz.

Il est à noter que des fréquences aussi grandes peuvent être utilisées en vidéo numérique.

I. DESCRIPTION DU CAHIER DES CHARGES :

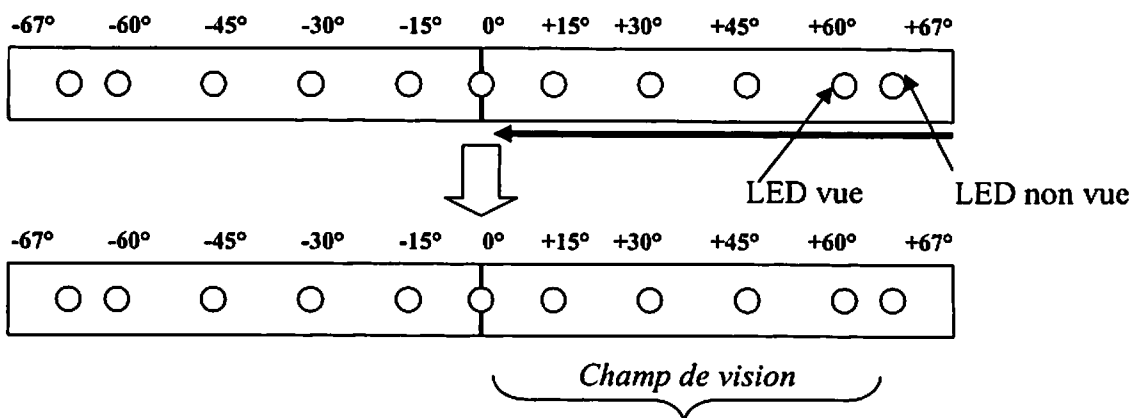
L'objectif est de concevoir un système d'éléments lumineux, dont les éléments peuvent s'allumer conjointement ou séparément. Sur un support rectiligne, 11 diodes seront disposées telle sorte qu'elles soient vues de la même manière par le patient et le généraliste.

1. Composé de LED disposées à 15 degrés les unes des autres sur un intervalle de -60° à $+60^\circ$.
2. Deux LEDs sont rajoutées aux angles de -67° et $+67^\circ$
3. Quatre séquences d'allumage choisies par l'examineur répondant au schéma qui suit:

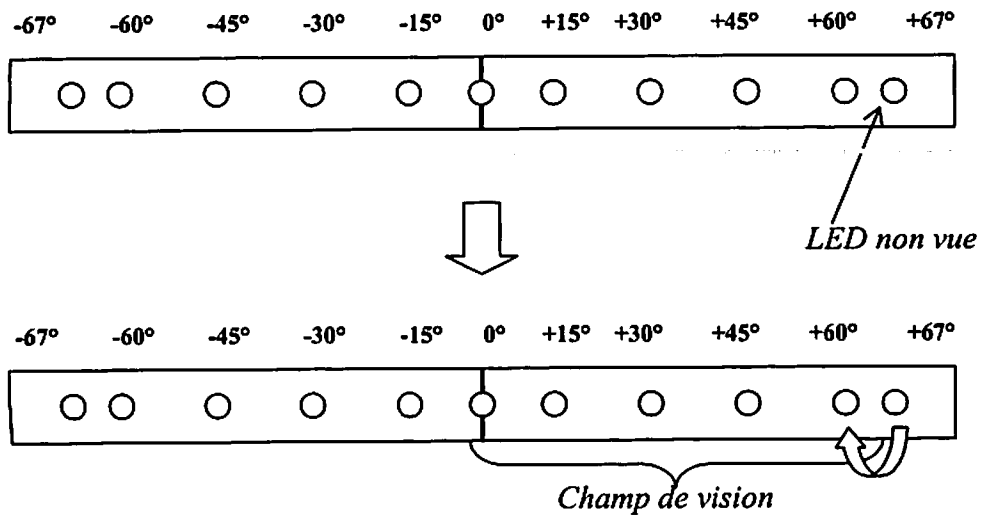


Allumage d'une LED à la fois.

4. Le résultat du test apparaît après appui sur un bouton comme l'allumage des LEDs vues sachant que dans le sens de visionnage allant du de l'extérieur vers le centre, dès qu'une LED est vue, on considèrera que toute les LEDs "intérieures" sont vues par l'individu testé:



De même, lorsque le sens de visionnage se fait vers l'extérieur, dès qu'une LED n'est pas vue par le patient, on reviendra sur la LED précédente pour afficher le champ de vision; ainsi:



II. LA CONCEPTION LOGICIELLE

a. LES MACRO COMPOSANTS

Voici une vue globale du montage logique réalisé. Il se décompose en trois parties:

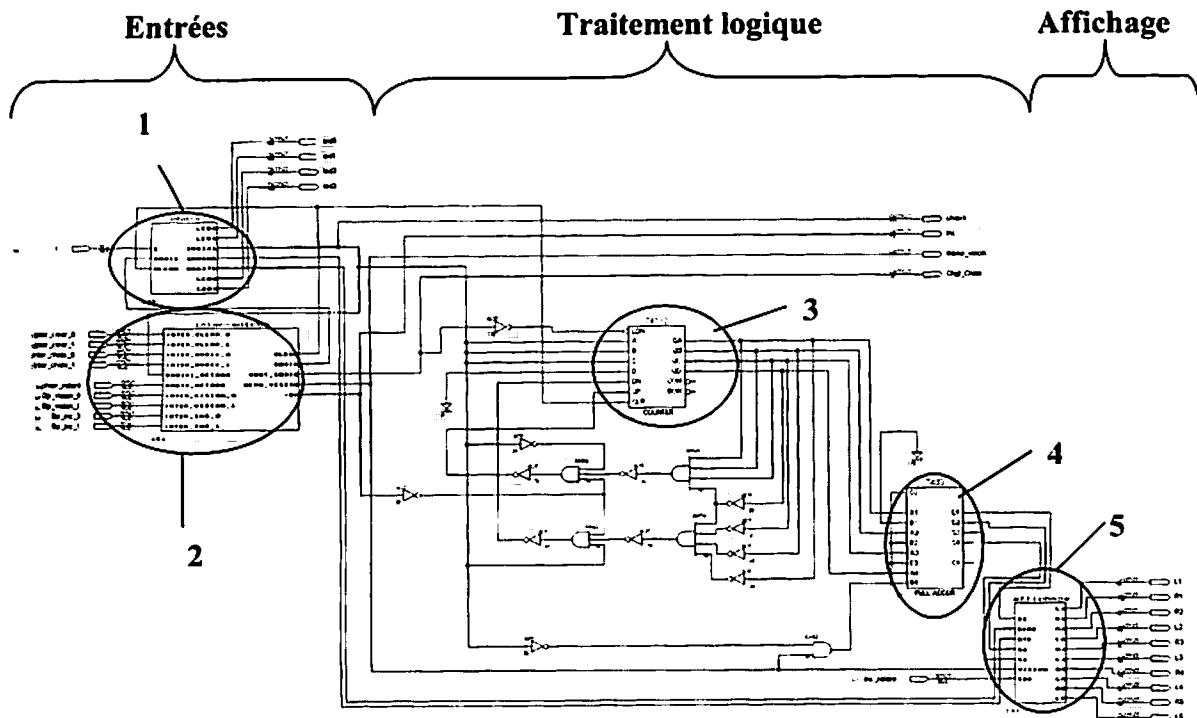


Figure 1 : schéma du câblage sous Maxplus2

b. LES ENTREES: Composants 1 et 2.

Les entrées du composant `inter_entree` symbolisent des boutons poussoirs inverseurs subminiatures.

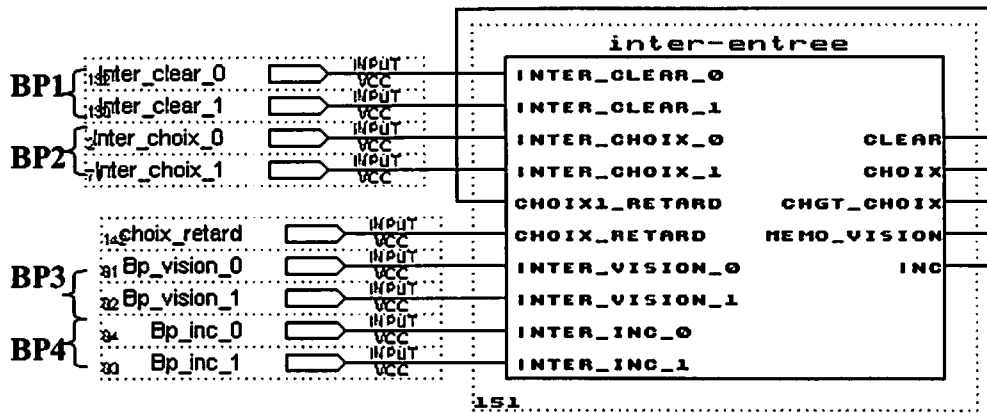


Figure2 :Macro Composant Inter_entree

- **BP1** : Bouton servant à l'initialisation des différents compteurs présents dans le montage. Important notamment lors du changement des séquences d'allumage des LEDS. La sortie exploitable de ce bouton est donnée par le bit de sortie `clear`.
- **BP2** : Bouton servant à la sélection du choix de la séquence à activer.

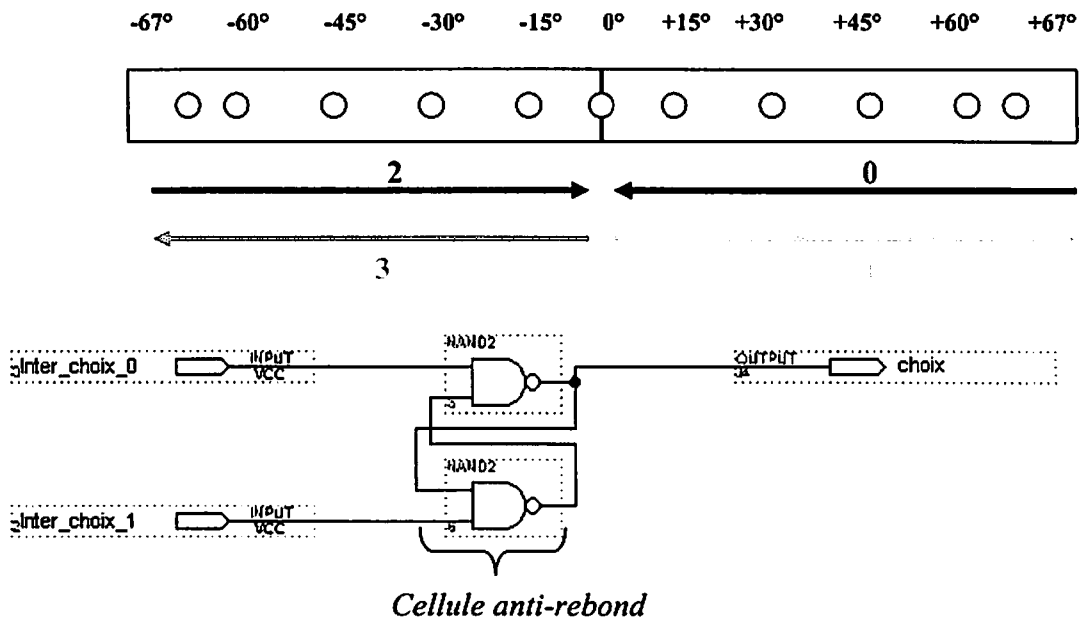


Figure 3 : Schéma interne du composant `Inter_entree` (`Inter_choix`)
La sortie `choix` est par la suite réexploitée par le composant `choix` décrit plus loin.

- **BP3** : Bouton de visualisation des LEDS observées. La sortie est visualisable en `Memo_Vision`.

- **BP4** : Bouton d'incrémentation de l'allumage des LEDS.

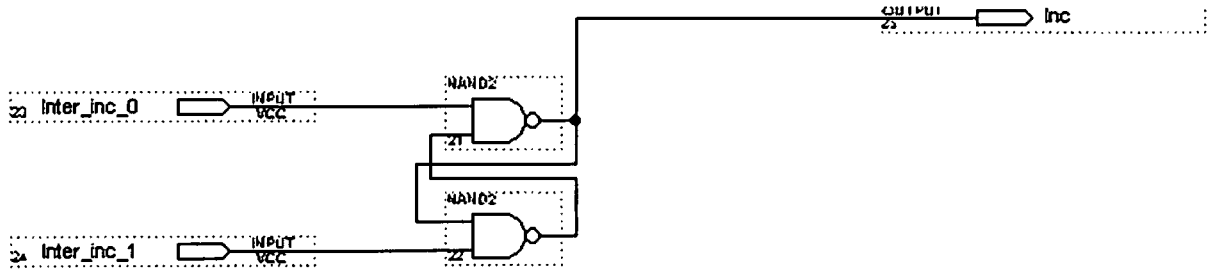


Figure 4 : Schéma interne du composant Inter_entree (Inter_inc)

Le composant choix permet de déterminer le format de la séquence à activer. Les entrées **choix** et **clear** proviennent directement du composant inter_entree (corrigée par une cellule anti-rebond).

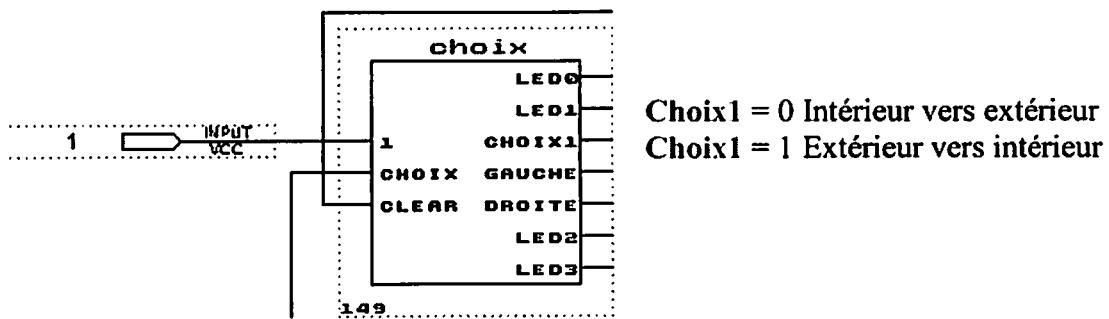


Figure 5 : Macro Composant Choix

En sortie on obtiendra alors le numéro de la séquence choisie (via les LEDS), le sens d'allumage des LEDS grâce à la sortie **choix1** (intérieur vers extérieur et vice versa), le côté de l'appareil en fonctionnement (sortie **gauche** ou **droite**).

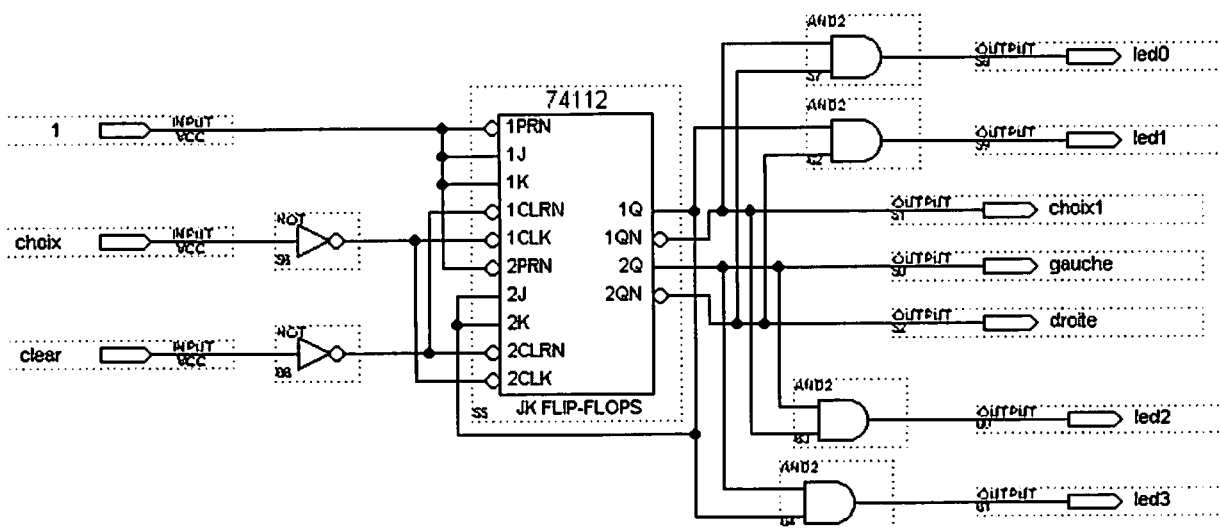
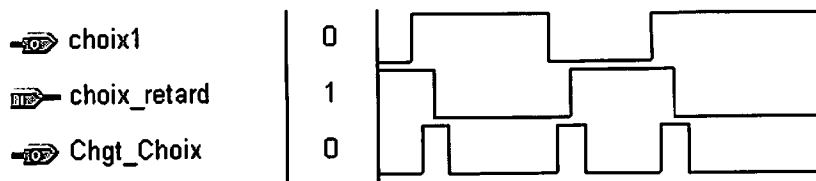
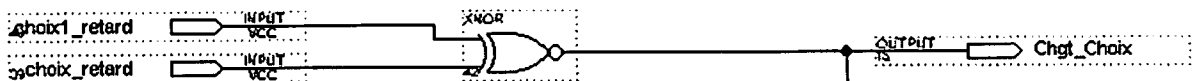


Figure 6 : Schéma interne du composant Choix

Par ailleurs, la sortie **choix1** est réinsérée dans le composant **inter_entree** après avoir été retardée par 3 inverseurs (extérieurs au montage) afin d'obtenir un signal de sortie **Chgt_choix** délivrant une impulsion à chaque changement de séquence observé.

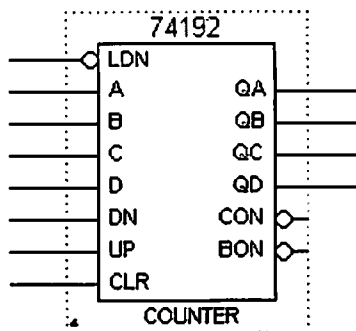


Ainsi, on se servira de ce signal pour "loader" le compteur d'incréméntation des séquences (74LS192) utilisé plus loin dans la partie traitement logique.

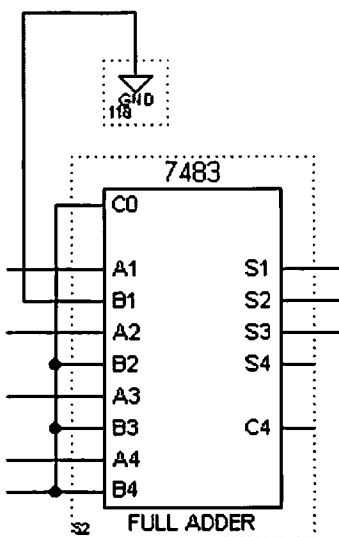


c. LE TRAITEMENT LOGIQUE : Composants 3 et 4.

Les deux composants utilisés pour le traitement logique sont des éléments T.T.L connus.



Le 74192 marche en incréméntation (UP) et en décrémentation (DN) selon le schéma d'allumage des LEDS désiré. L'entrée D est inutilisée donc à 0 (gnd). Les entrées A, B et C sont reliées à la borne **choix1**. Ainsi, si cette dernière est à 1, l'appareil passe en mode de fonctionnement convergeant, c'est-à-dire que les LEDS s'allument de l'extérieur vers l'intérieur et le compteur décrémente à partir du chiffre 7. Dans le cas contraire, l'appareil fonctionne en divergence.



Le 7483 indique la position de la LED à activer ; par ailleurs, cet additionneur joue un rôle de soustracteur au cœur du circuit, répondant au cas suivant:

L'appareil fonctionne en mode divergence, le patient testé indique alors à quel moment il ne perçoit plus le signal lumineux. La dernière LED testé ne fait donc pas partie du champ lumineux et ne devra pas s'allumer lors de l'affichage du champ de vision. Il faudra donc **soustraire une LED** au nombre de LED allumées lors du test.

La programmation logique de cette soustraction est donnée par la relation:

$$\bullet \quad A+B+1$$

Avec $B = 0001$

Les bits du chiffre A sont reliés à la sortie du 74192: ils permettent de récupérer la position de la dernière LED allumée et non vue. Les bits du chiffre B doivent donner la valeur 1110 dans le cas où:

- le sens d'allumage se fait bien de l'intérieur vers l'extérieur (Choix1 = 0)
- le bouton de visionnage du champ de vision est vrai.

B₁ est relié à la masse donc toujours égal à 0.

La retenue C₀ est alors égale à 1 lorsque les conditions sont respectées.

La sortie utile de cette soustraction est récupérée sur 3 bits S₁ S₂ S₃ pour être réutiliser dans le bloc affichage par la suite.

L'AFFICHAGE : Composant 5.

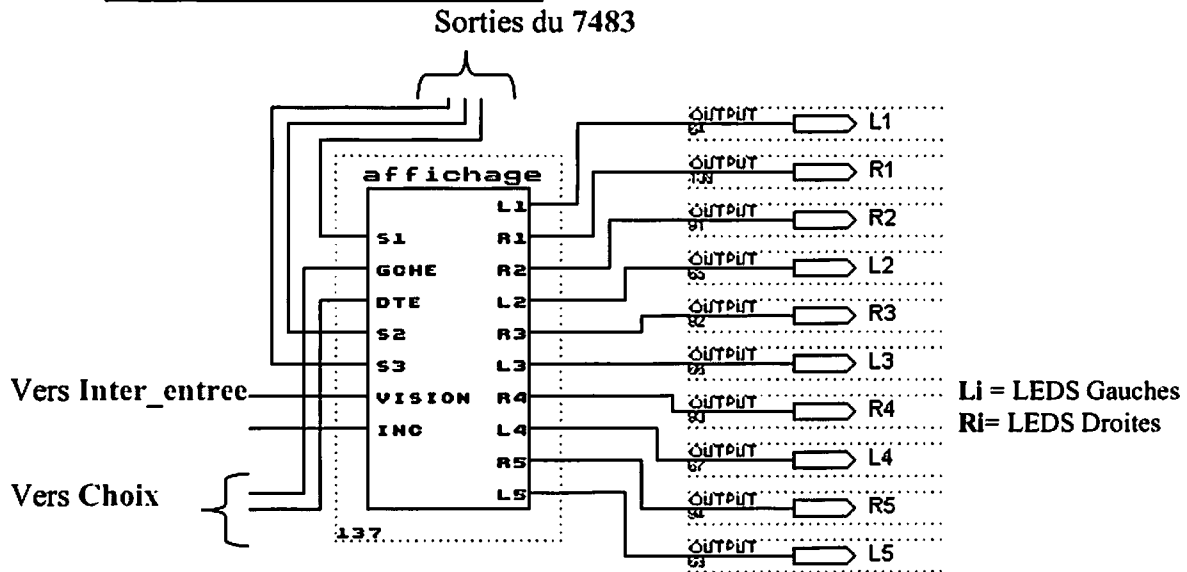


Figure 7 : Macro Composant Affichage

Les sorties LEDS correspondent aux conditions logiques suivantes:

V	S3	S2	S1	Gche	L1	L2	L3	L4	L5
0	0	0	0	∅	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	∅	0	0	0	0	0
0	1	1	1	∅	0	0	0	0	0
1	0	0	0	∅	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1	1	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	∅	∅	∅	∅	∅	∅

Il est à noter que ce tableau de Karnaugh est réduit à l'allumage des LEDS se trouvant sur la partie gauche du dispositif. En effet ce n'est seulement lorsque l'entrée Gche est à 1 que les LEDS Li s'allument.

Il en est donc de même pour la partie droite (LEDS Ri) qui est active lorsque l'entrée Dte est à 1.

Les entrées Si sont issues du 7483 qui précise la position de la LEDS à activer.

C'est de cette façon que l'on obtient l'allumage indépendant de chaque partie de l'appareil.

Exemple d'équations logiques d'allumage des LEDS:

On tient compte de l'impulsion de 300 ms de l'affichage:

$$L1 = (V.S3 + V.S2 + V.S1 + V.S3.S2.S1) . Gche$$

III. LA CONCEPTION MATERIELLE

Le dispositif est composé de 3 parties distinctes:

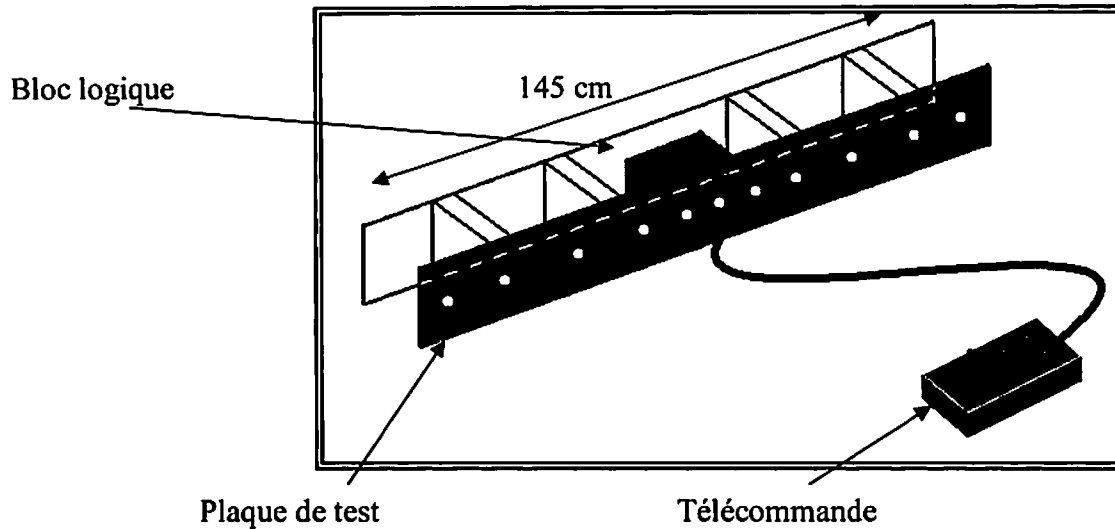


Figure 8: Schéma global du dispositif

Bloc logique:

Il est composé de :

- Un 7404 (porte NON)
 - Deux 7800 (porte NAND)
 - Une EPROM Altéra
 - Adaptateur PLCC DIP40 pour EPROMS
 - 4 LEDs rouge (indicateur de séquence)
- } Cellule anti-rebond et retardateur

Plaque de test

- 11 LEDs de lumière jaune.
- 13 résistances de 470 Ohms

Télécommande

- 4 boutons poussoirs simple effet
- 1 interrupteurs travail / repos
- 1 régulateur de tension MC 7805 (9V-5V)
- 1 boîtier plastique
- 1 pile 9 V

