

Fiche pédagogique

Code à barres

Niveau :

1^{ière} année de BTS systèmes photoniques.

Objectifs :

En possession des documents et des informations techniques complémentaires nécessaires, l'élève doit être capable de mettre en œuvre un système de mesure de longueur d'onde

- C1.1 : Analyser un cahier des charges
- C1.2 : Définir l'architecture fonctionnelle d'un système
- C1.3 : Proposer des solutions techniques
- C1.5 : Simuler et valider les solutions techniques
- C2.1 : Assembler les composants
- C2.3 : Régler le système
- C3.1 : Mettre en œuvre un système optique
- C3.2 : Valider un système
- C5.3 : Synthétiser des données techniques.

Forme :

TP de 6 heures, par binôme ou trinôme.

Pré-requis :

- Lecture de dossiers ressources.
- Connaissance en mathématiques, optique, mécanique et informatique.

Méthode :

On donne :	On demande :	On évalue :
- Un sujet de T.P., - Un dossier technique. - Les logiciels associés au TP - Tout le matériel nécessaire à la mise en œuvre du système.	- De faire l'analyse fonctionnelle du système. - De mettre en œuvre le système. - D'analyser les performances du système.	- La compréhension du principe de la lecture d'un code à barres 1D - La mise en œuvre du système. - L'analyse des résultats obtenus lors de la mise œuvre du système. - L'attitude, l'autonomie. - Le résultat obtenu - Le respect des règles de sécurité - La présentation du compte rendu.

LECTEUR DE CODES

1. ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTÈME

1.1. Éléments à votre disposition

Liste du matériel	U51	U52	U53
Lecteur Leuze BCL32		X	X
Caméra CCD			X
Maquette électronique		X	X
Filtre rouge	X		X
Oscilloscope GDS-820C		X	X
Micro-ordinateur	X	X	X
Imprimante	X	X	X

cadre 2

1.1.1. Matériel

Liste de la documentation	U51	U52	U53
Fichier mire.tif	X		
Dossier ressources		X	X
Dossier technique	X	X	X
Fichier bcl31.pdf			X

cadre 3

1.1.2. Documentation

Liste des logiciels	U51	U52	U53
Code_EAN13		X	X
Code_Data_Matrix			
FreeCapture		X	
Excel		X	X

cadre 4

1.1.3. Logiciels

1.2. Cahier des charges - Problématique

Omniprésents, les codes à barres sont des acteurs discrets de la vie courante. Destinés à automatiser l'acquisition d'information généralement numérique, ils trouvent leurs applications dans des domaines aussi variés que la gestion des prêts d'une bibliothèque, les caisses enregistreuses à lecture optique, ou le contrôle de la production dans l'industrie...

La position et le type de code à barre (distance, orientation, couleur, taille, ..) ont-ils une influence sur la lecture des informations contenues dans le code à barre ? (réponse à donner en fin d'analyse fonctionnelle)

1.2.1. Exemples d'applications

- Application 1 : un industriel veut insérer un système d'identification automatique dans ses machines d'étiquetage et d'emballage et pouvoir lire des codes très proches, de l'ordre de 40 mm.
- Application 2 : un buraliste veut pouvoir lire les codes de ses journaux à la volée quelles que soient leurs orientations.
- Application 3 : dans une supérette très fréquentée par le public, les employés doivent pouvoir utiliser les lec-



cadre 1 : Lecteur Leuze BCL 32.

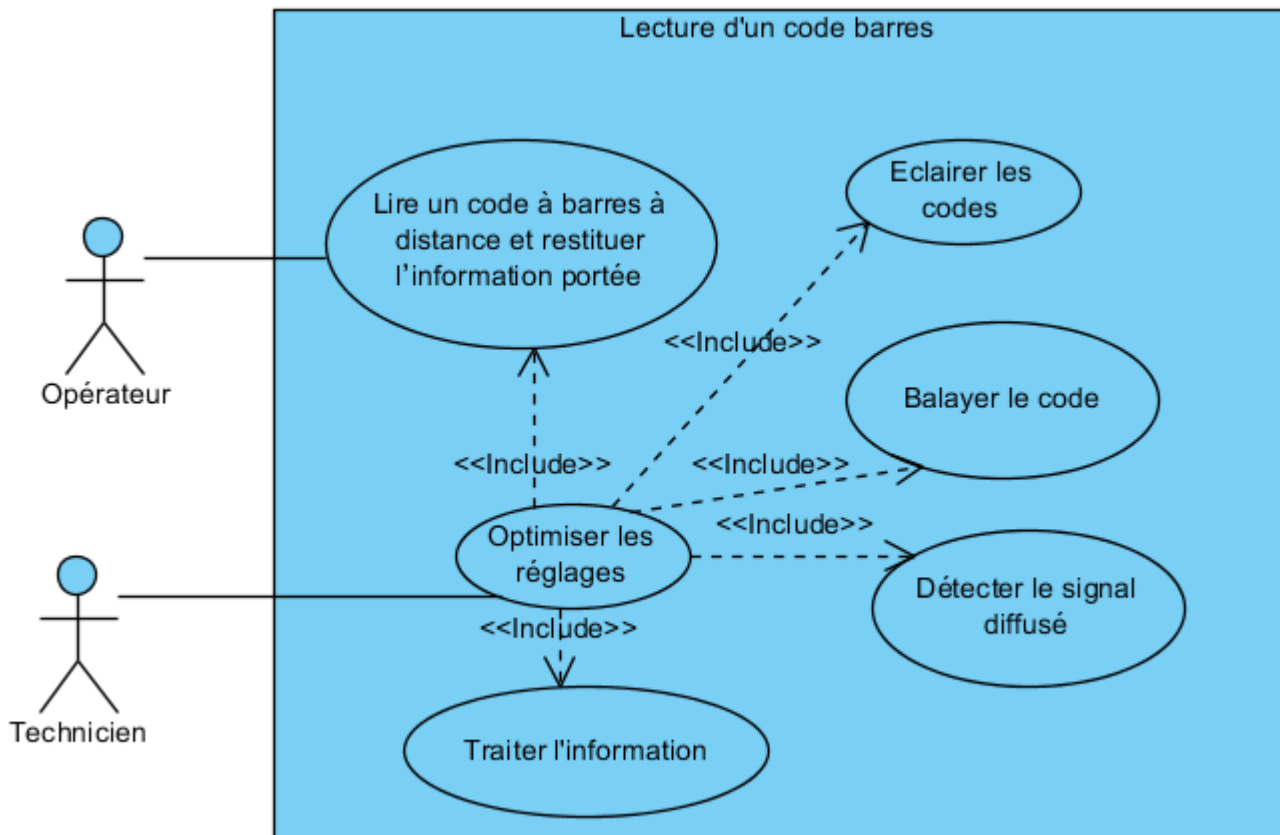
teurs en toute sécurité pour eux et les clients.

Pour chacune des applications ci-dessus, préciser quel appareil (Lecteur *Leuze* ou lecteur *Intermeg*) est le mieux adapté, ainsi que le critère et le niveau retenu. Voir cadre 10 à 12 et 18 à 24 du dossier technique.

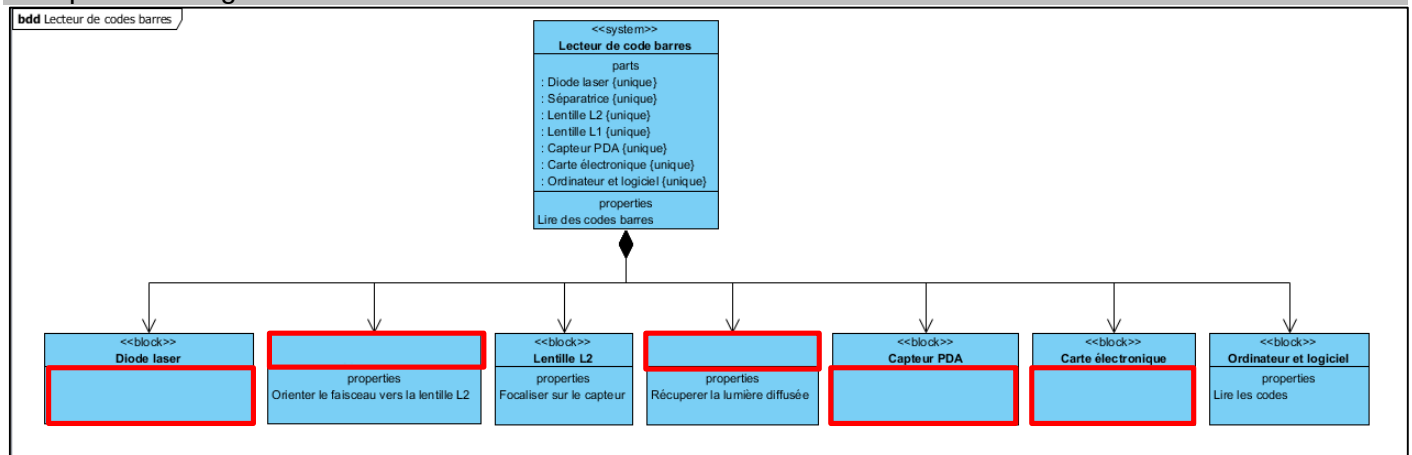
1.3. Analyse fonctionnelle

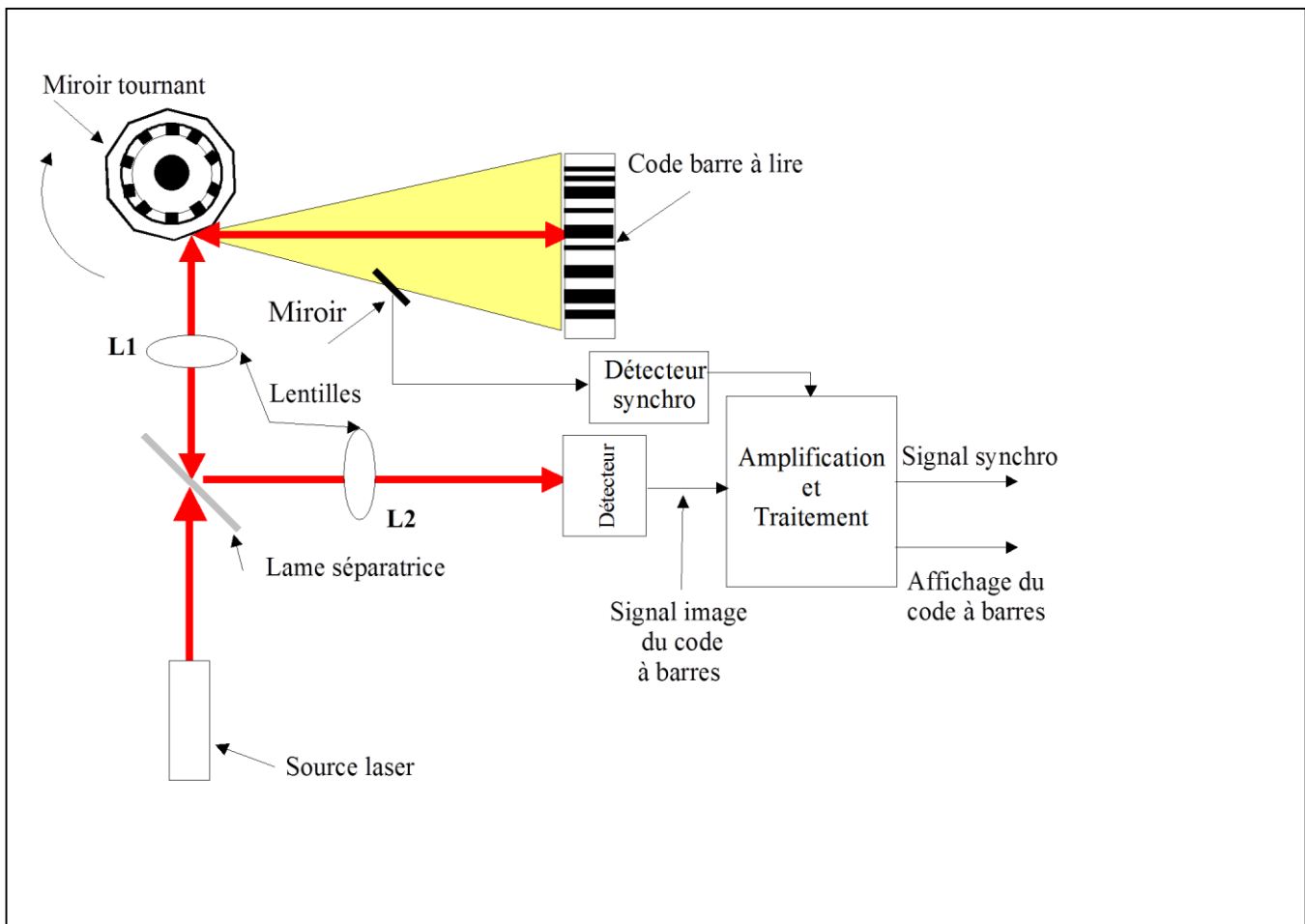
.Par l'intermédiaire du miroir tournant, le faisceau issu du laser scrute périodiquement le code à barres. En fonction des barres noires ou blanches, le faisceau est plus ou moins absorbé. Par le même chemin que le faisceau laser, la photodiode à avalanche analyse la réflexion diffuse sur le code à barres. Le signal optique issu du code est reçu par un détecteur. Il est de très faible amplitude. C'est pour cela qu'il faut utiliser un détecteur de type PDA (photodiode à avalanche). Le signal analogique sera converti en signal numérique puis, après interfaçage, reçu par un logiciel de traitement et de reconnaissance du code à barres.

Cas d'utilisation



Compléter le diagramme de blocs





cadre 5 : schéma fonctionnel du lecteur didactisé

1.4. Étude de la fonction : Balayer le code à vitesse constante

Le faisceau incident en D arrive sur une partie diffusante du code à barres. D est considéré comme étant une source ponctuelle.

La déviation angulaire du faisceau réfléchi sur une facette du miroir tournant est due à la rotation de celui-ci.

Le système est assimilable à une source A qui émet un pinceau lumineux dont la direction AB de propagation tourne à une vitesse angulaire constante notée : $\theta' = \left(\frac{d}{dt}\theta\right)_R$.

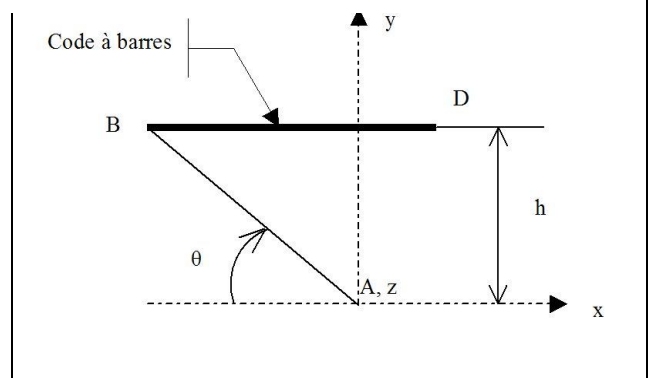


figure 1 : Balayage à vitesse constante.

La figure 1 illustre cette modélisation .

- Exprimer les coordonnées de B_{Code} dans le repère $R(A,x,y,z)$ en fonction de $\theta(t)$ et h .
- Donner l'expression littérale V_x , composante en x de $\vec{V}_{B_{\text{Code}}/R}$ (R est le repère fixe x, y, z) en fonction de θ' et de h . On rappelle que la dérivée de $\tan x$ vaut $1/\cos^2 x$ et que la dérivée de $1/\tan x$ vaut $-1/\sin^2 x$.

La fonction FT1-2-3 est-elle correctement réalisée ?

1.5. Réflexion diffuse

La palette de la feuille ci-contre (voir pages 6 et 7 du dossier ressource) est éclairée par le faisceau élargi d'un laser He-Ne. La lumière diffusée est recueillie par l'objectif d'une caméra CCD. La teinte de chaque rectangle est caractérisée par un triplet (r, v, b) , par exemple : orange (255, 128, 64).

Le logiciel *CodeBarres* permet de visualiser cette image et de déterminer l'éclairement W en chaque point mesuré sur une échelle de 0 à 255.

Mode opératoire :

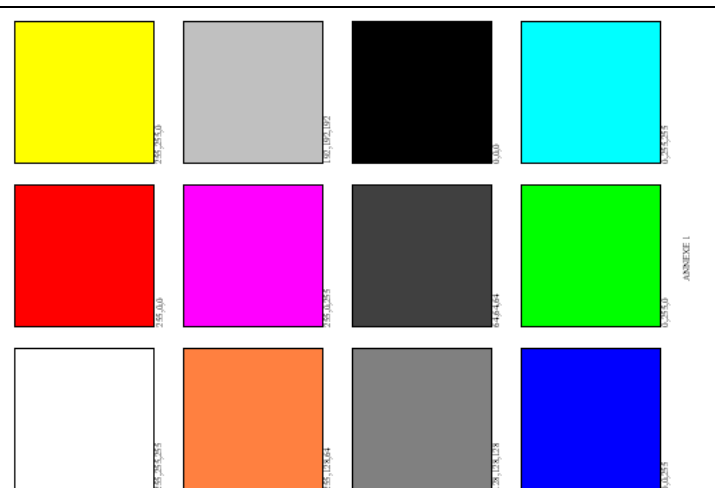
- Cliquer sur [Fichiers/Lire image](#).
- Ouvrir le fichier *Mire.tif*
- Bouton droit de la souris, initialiser coordonnées souris
- La valeur de W à la position courante de la souris est indiquée dans le coin bas droit de la fenêtre.

Déterminer le rapport $D = W/W_0$ pour chaque rectangle. W_0 est l'éclairement du fond blanc ou du rectangle (255, 255, 255).

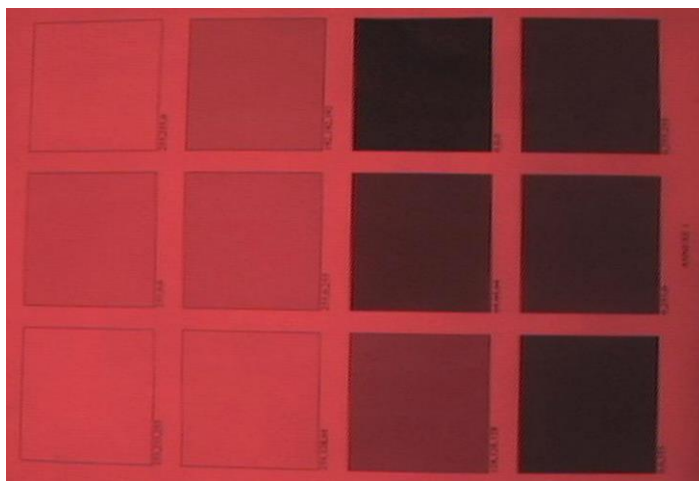
Compléter le Tableau 1.

Observer la feuille à travers un filtre rouge.

A l'aide de vos résultats et de vos observations, quelles sont les encres qui peuvent convenir pour former les barres d'un code ? Quelles sont les encres qui peuvent convenir pour former les espaces ?



Feuille annexe1 (en réduction) : la palette de teintes.



La palette est éclairée par une lumière monochromatique.

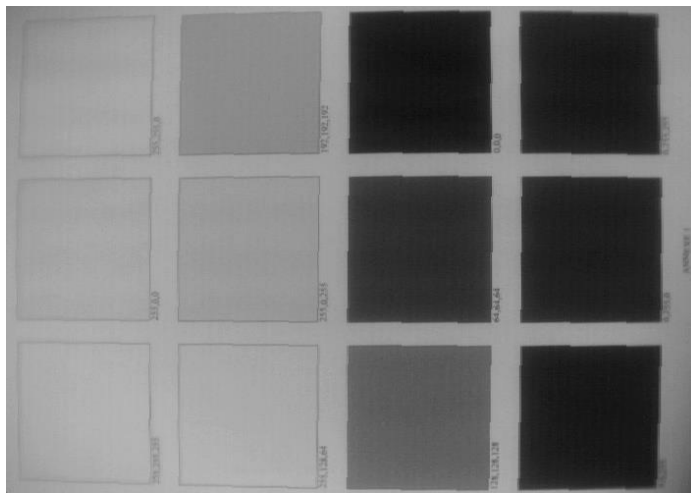


Image observée par la caméra (*mire.tif*).

cadre 6 : Étude de la diffusion par différentes encres.

Teintes	Blanc (255 ;255 ;255)	Gris clair (192 ;192 ;192)	Rouge (255 ;0 ;0)	Jaune (255 ;255 ;0)	Vert (0 ;255 ;0)	Bleu (0 ;0 ;255)	Bleu clair (0 ;255 ;255)	Noir (0 ;0 ;0)
W	$W_0 =$							
D	1							

Tableau 1 : Coefficient de réflexion diffuse.

1.6. Étude du contraste

Le contraste du signal électrique dépend du contraste du signal optique. Si ce contraste devient insuffisant, deux barres consécutives ne seront plus distinguées : on dit que la **résolution** est insuffisante.

Le contraste optique dépend :

N°1	N°2	N°3	N°4

Tableau 2: Contraste des codes.

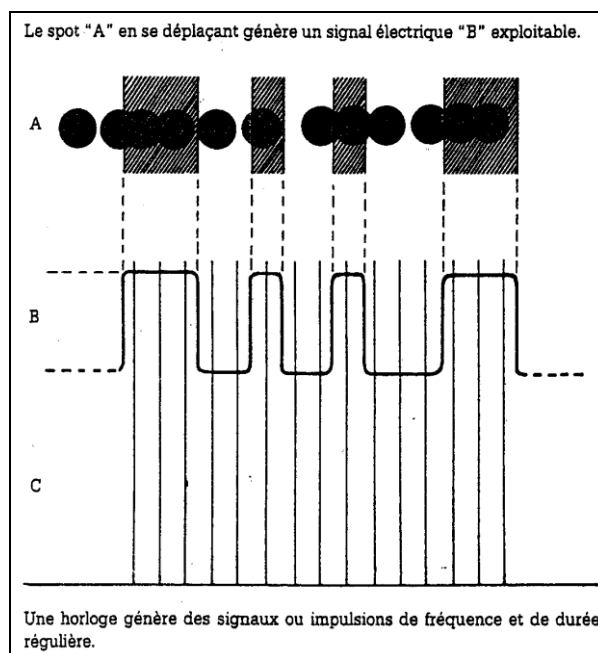
- de la taille du spot laser est de celle des barres et des espaces qui forment le code (voir cadre 7)
- du coefficient d'absorption des barres et du coefficient de diffusion des espaces pour la longueur d'onde utilisée. Le choix des encres est donc fondamental.

Voir la définition du **contraste C de l'image** du code dans "Spécifications générales" du dossier technique :

$$C = \frac{\text{Réflexion du support} - \text{Réflexion des barres}}{\text{Réflexion du support}}$$

Lire la documentation "**Couleurs visibles et non visibles**" du dossier technique.

- Quel doit être, d'après cadre 1 du dossier technique, le contraste minimum ? Comment varie le contraste quand la taille du spot laser augmente ?
- Les composantes rvg de la lumière émise par les barres B et les espaces E des codes proposés cadre 8 sont donnés ainsi : $\{B(r,v,b) ; E(r,v,b)\}$. Calculer le contraste de chaque code : remplir le Tableau 2 d'après vos mesures Tableau 1
- Observer ces codes à travers un filtre rouge.
Quels sont les codes qui ne seront pas lus par un lecteur utilisant un laser rouge ?



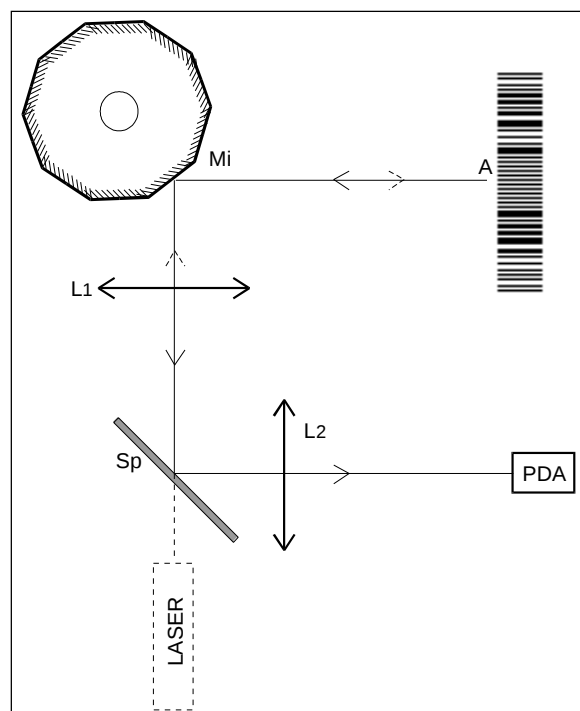
cadre 7: Balayage du code à barres par le faisceau.

1.6.1. Analyse fonctionnelle de l'optique du système

Ouvrir le fichier *codbar.xls*.

Observer le schéma puis lancer l'animation.

- Décrire le trajet de la lumière de la source au récepteur.
- À partir du schéma cadre 9, expliquer où sont les images successives du point A données par chacun des éléments optiques M_i , L_1 , S_p , L_2 ?

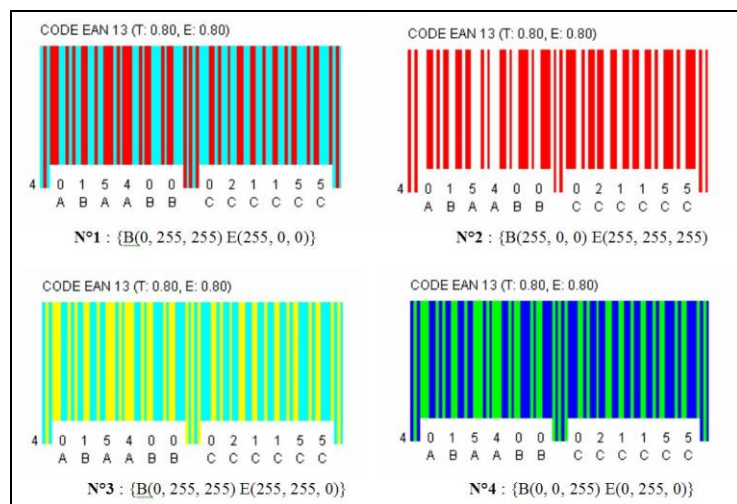


cadre 9 : Réception de la lumière réfléchie.

Placer le CàB à 50 puis 30 mm. Quels éléments du montage peuvent limiter l'énergie rétrodiffusée vers le capteur ?

Quand le CàB est très proche (30 mm), quelles ouvertures faut-il donner à L_1 , L_2 , S_p pour qu'elles ne limitent pas l'énergie lumineuse reçue par la PDA ?

Comment varie la fréquence du signal lorsque le CàB se rapproche du miroir ?



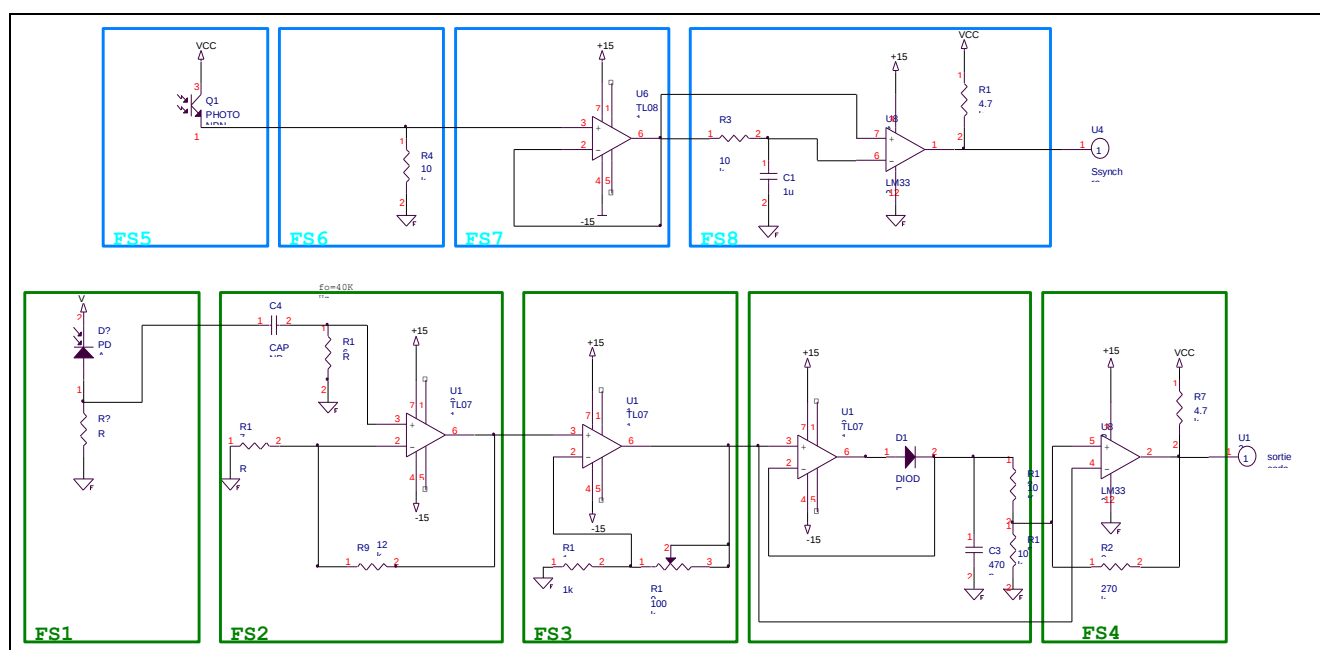
cadre 8 : Couleurs permises et interdites.

1.6.1. Analyse fonctionnelle de la partie électronique

Le schéma électronique du lecteur didactique faisant apparaître différentes fonctions, vous est donné cadre 10. En observant les différentes fonctions déjà délimitées, compléter alors le tableau donné cadre 11 suivant qui permettra d'attribuer le rôle de chaque fonction.

	Détecter le signal synchro	Ajuster le coefficient d'amplification	Mettre en forme le signal	Détecter	Amplifier et supprimer la composante continue du signal	Convertir le courant en tension	Suivre le signal
FS1							
FS2							
FS3							
FS4							
FS5							
FS6							
FS7							
FS8							

cadre 11



cadre 10 : Schéma de la carte électronique.

2. MISE EN OEUVRE DU SYSTÈME

2.1. Travail demandé

2.1.1. Mise en œuvre du lecteur didactique

2.1.1.1. Montage optique

Réaliser le montage optique (voir cadre 5). Placer dans le montage un code de caractéristiques : $T = 0.6$, $E = 0.6$, $(0, 0, 0)$, $(255, 255, 255)$.

Rq : T et E sont les largeurs unitaires des traits et espaces. Quand $T = E$, la taille caractéristique est notée m (notation Leuze). Ici, $m = 0,6$ mm.

2.1.1.2. Montage électronique

Alimenter la maquette électronique.

Placer le capteur de synchro sur le passage balayé par le faisceau laser.

Alimenter le capteur PDA.

Placer les éléments (séparatrice, lentilles) de façon à avoir un signal image du code au niveau de l'oscilloscope

Le signal de sortie du détecteur ainsi que le signal de synchronisation seront visualisés à l'aide d'un oscilloscope numérique.

Placer les éléments (séparatrice, lentilles) de façon à avoir un signal image du code au niveau de l'oscilloscope

. Visualiser en concordance de temps le signal **synchro** et le signal **sortie code** (on suppose la présence d'un code à barres).

Montrer le montage à un professeur.

2.1.2. Mise en œuvre du lecteur industriel LEUZE et décodage de l'information

Le lecteur LEUZE dont on dispose, est alimenté par un boîtier connecté au secteur et dispose de 2 sorties BNC noté signal et SYNCHRO)

2.1.2.1. Mesure de la vitesse de rotation du moteur

Remarque :

- Des exemples de codes à lire sont disponibles sous <http://sti.mermoz.free.fr/mo/codebarre.htm> en téléchargeant le fichier *Fic.zip*.

On désire connaître le nombre de balayages possibles par seconde. Pour cela, on veut mesurer la vitesse de rotation du moteur. Placer un montage photodétecteur sur le parcours d'un des faisceaux.

Dans le logiciel *Code_EAN13*, mettre le lecteur en marche par : [Lecteur Leuze/Générer faisceau laser...](#)

- Relever le signal vu par le détecteur et donner la fréquence de ce signal.

La mesure de la vitesse peut aussi être faite à partir du signal de synchronisation disponible sur le boîtier (SYNCHRO) ; il s'agit d'une impulsion indiquant le passage du faisceau sur un des miroirs.

- Relever et interpréter ce signal de synchronisation. Donner la fréquence de ce signal
- Comparer Les deux fréquences précédentes. Qu'en concluez-vous ?

2.1.2.2. Lecture d'un code

Connecter le signal de synchro du lecteur LEUZE sur la voie 1 de l'oscilloscope .il faudra synchroniser l'oscilloscope sur ce signal .

Connecter la sortie signal du lecteur LEUZE sur la voie 2 de l'oscilloscope. C'est là que l'on peut observer le signal perçu par le capteur à l'intérieur du lecteur lors de la présence d'un code.

- Relever le signal voie 2 de l'oscilloscope en présence d'un code. Que peut-on conclure (Amplitude, composante continue, adapté à un traitement direct) ?

Montrer votre montage à un professeur.

2.2. Lecture des codes à barres

Faire : [Lecteur Leuze/Lire codes...](#)

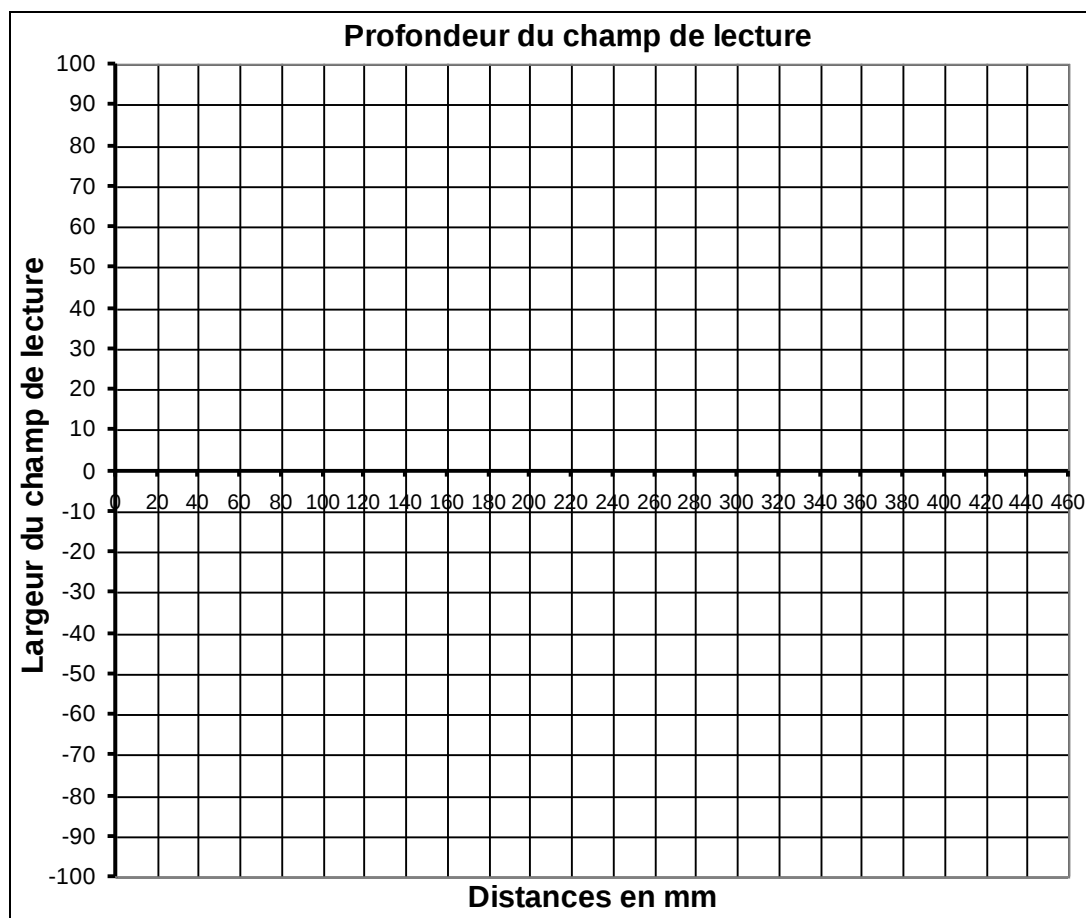
- À partir des exemples fournis de codes de différentes tailles (voir **cadre 12**), relever la taille minimale du code à barres détectable.
- À partir des exemples fournis de codes de contraste différent, relever le contraste minimal détectable.

Pour un code à barres de taille $m = 0.5$, déterminer la largeur et la profondeur de champ. Pour cela :

- Partir de la distance 0 et éloigner le code pour déterminer la distance minimale de détection ;
- Partir de 50 cm et se rapprocher pour déterminer la distance maximale de détection ;
- Procéder ensuite par les côtés pour fermer l'aire de détection. Compléter le cadre 13



cadre 12: Images en réductions des documents pages 2, 3, 4 du dossier ressource.



cadre 13: Largeur et profondeur de champ.

3. ANALYSE DES PERFORMANCES DU SYSTÈME

3.1. Vitesse de rotation du moteur

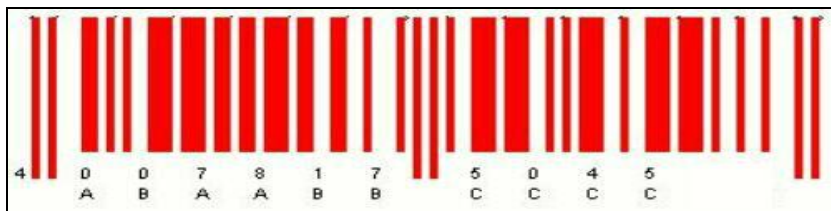
- D'après le nombre de facettes du miroir et la fréquence du signal de synchro du lecteur LEUZE, calculer la vitesse de rotation du moteur support des facettes en $t.min^{-1}$ ainsi que le nombre maximum de lecture/s qu'il est capable d'exécuter.
- Cette capacité de lecture maximum est-elle compatible avec les performances annoncées par le constructeur ?

3.2. Code EAN 13

Le code EAN 13 est le code utilisé dans la grande distribution. Le principe du codage est donné ci-dessous.

3.2.1. Chiffres manquants

- Rechercher les deux derniers chiffres manquants du code.
- Faire un calcul du code de contrôle et le vérifier au dernier chiffre extrait.



cadre 14: Code à analyser.

3.2.1.1. Données, principe du codage

- Le 1^{er} chiffre du code (ici 4) est le code du pays qui a fabriqué l'article. On remarquera que ce chiffre n'est pas codé par des barres.
- Les 6 chiffres de gauche (0 0 7 8 1 7) donnent la référence du fournisseur.
- Les 5 premiers chiffres de droite (5 0 0 4 5 ...) donnent la référence de l'article.
- Le dernier chiffre (ici manquant) est un chiffre de contrôle qui permet de diagnostiquer une éventuelle erreur de lecture du code.
- Les chiffres peuvent être de type A, B ou C. Les chiffres de gauche sont de type A ou B, les chiffres de droite sont toujours de type C.

Le tableau cadre 16 donne le codage des chiffres.

Le code droite C est le code complémentaire du gauche A.

Le code gauche B est le code symétrique du droite C par rapport au bit du milieu.

Chiffre	Code gauche A	Code gauche B	Code droite C
0	0 0 0 1 1 0 1	0 1 0 0 1 1 1	1 1 1 0 0 1 0
1	0 0 1 1 0 0 1	0 1 1 0 0 1 1	1 1 0 0 1 1 0
2	0 0 1 0 0 1 1	0 0 1 1 0 1 1	1 1 0 1 1 0 0
3	0 1 1 1 1 0 1	0 1 0 0 0 0 1	1 0 0 0 0 1 0
4	0 1 0 0 0 1 1	0 0 1 1 1 0 1	1 0 1 1 1 0 0
5	0 1 1 0 0 0 1	0 1 1 1 0 0 1	1 0 0 1 1 1 0
6	0 1 0 1 1 1 1	0 0 0 0 1 0 1	1 0 1 0 0 0 0
7	0 1 1 1 0 1 1	0 0 1 0 0 0 1	1 0 0 0 1 0 0
8	0 1 1 0 1 1 1	0 0 0 1 0 0 1	1 0 0 1 0 0 0
9	0 0 0 1 0 1 1	0 0 1 0 1 1 1	1 1 1 0 1 0 0

cadre 16 : Codification EAN 13.

Code pays	Type gauche
0	A A A A A A
1	A A B A B B
2	A A B B A B
3	A A B B B A
4	A B A A B B
5	A B B A A B
6	A B B B A A
7	A B A B A B
8	A B A B B A
9	A B B A B A

cadre 15 : Code pays.

Bilan :

- Chaque chiffre du code est à 7 bits.
- Chaque chiffre du code (droite ou gauche) est composé de deux traits et de deux espaces. Exemple : 3B est constitué d'un espace simple, d'un trait simple, d'un espace quadruple et d'un deuxième trait simple.
- Les codes de gauche (A ou B) commencent toujours par un espace et se terminent toujours par un trait.
- Les codes de droite commencent toujours par un trait et se terminent par un espace.
- Le code EAN13 peut être lu indifféremment dans le sens gauche-droite ou droite-gauche sans ambiguïté par un lecteur (Si le premier élément de la lecture est un trait, le code est à retourner).

Code pays

Le code du pays peut être obtenu grâce au tableau cadre 15 : Code pays.. Un produit fabriqué en France (3) sera codé 'A A B B B A'. Celui-ci peut être extrait sans ambiguïté du code gauche.

3.3. Limites du système

En cas d'une erreur de lecture d'une barre du code 1D (barre noire lue comme blanche), le lecteur est-il capable de corriger automatiquement cette erreur et peut-il afficher le code ?

D'après la documentation « LASER CHEVAL » sur les codes à barres 2D, donner les limites du code 1D qui ont conduit à chercher un code 2D et les avantages de ce code.

3.4. Lecture d'un code barres par caméra CCD

Remarque :

Des exemples de codes à lire sont disponibles dans le dossier technique ou sous <http://sti.mermoz.free.fr/mo/codebarre.htm> en téléchargeant le fichier *Fic.zip*.

On s'intéressera dans cette partie à faire une étude comparative d'analyse des performances entre le lecteur à balayage et un lecteur à capteur CCD et logiciel de reconnaissance du code dans l'image numérisée.

3.4.1. Lecture des codes

- Connecter une caméra CCD munie de son objectif au micro-ordinateur.
- Ouvrir le logiciel *Code_EAN13*, et sélectionner la caméra sous **Numériseur/Sélectionner numériseur/...**
- Vérifier par **Numériseur/Acquisition permanente** que la caméra est fonctionnelle.
- Faire **Codes à barres/Extraire code dans image**. En acquisition permanente, placer des codes EAN13 devant la caméra. Faire la mise au point. Le logiciel émet un "beep" lorsque le code a pu être lu.
- Vérifier que les codes sont correctement lus et décodés, voir cadre 17

Montrer la lecture à un professeur.

3.4.2. Taille et contraste

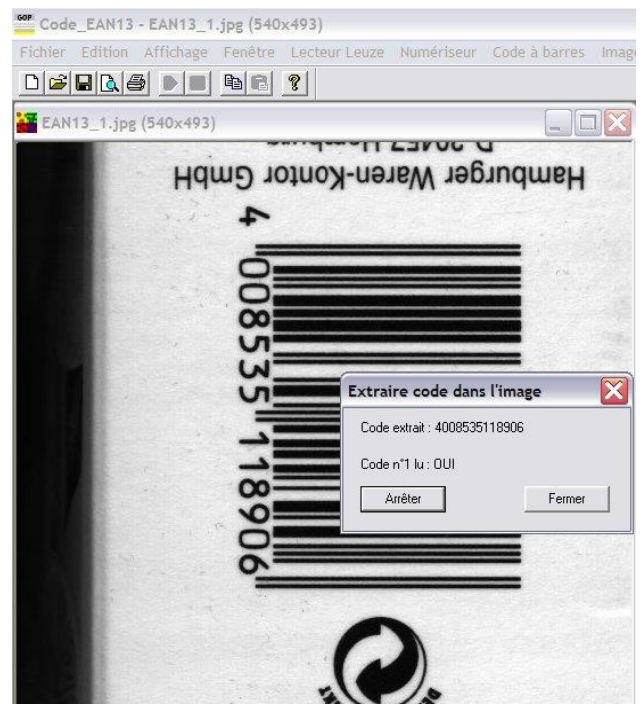
- Ouvrir le fichier *EAN13_1.jpg*, voir cadre 17 : Lecture par caméra CCD.
- Faire **Codes à barres/Extraire code dans image**.
- Sous **Image/Redimensionner l'image**, réduire la taille de celle-ci jusqu'à ce que le code ne puisse plus être lu.
- Donner la taille en pixels du code minimal décodé par le logiciel, y compris les barres de début et de fin de code.
- Voir le principe du codage EAN13 page 6 du dossier technique : Le code est constitué de 12 chiffres (+ 1 chiffre pays non présent sous forme de barres) codés sur 7 bits, plus barres de garde début, fin, et milieu de code c'est-à-dire (2xcode 101 + 1xcode 01010)
- Calculer l'épaisseur minimale en pixel du trait le plus fin lu par le logiciel.
- Reprendre l'image *EAN13_1.jpg* originale.
- Sous **Image/Ajuster luminance et contraste**, diminuer le contraste de l'image jusqu'à ce que le code ne puisse plus être lu.
- À l'aide du curseur souris, relever la luminance des espaces et des traits et calculer le contraste minimal du code, d'après paragraphe 1.6. Le logiciel respecte-t-il la norme ?

3.4.3. Étude comparative

En une dizaine de lignes maxi, faire une analyse comparative des performances des deux lecteurs.

3.5. Problématique (réponse)

Suite aux différentes études que vous avez menez lors de ce TP, pouvez-vous dire si la position et le type de code à barre (distance, orientation, couleur, taille, ..) ont une influence sur la lecture des informations contenues dans le code à barre ? (argumenter votre réponse)



cadre 17 : Lecture par caméra CCD.