

LECTEUR DE CODES À BARRES

U51. ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTÈME

1.1. Éléments à votre disposition

1.1.1. Matériel

Liste du matériel	U51	U52	U53
Lecteur Leuze BCL32		X	X
Caméra CCD		X	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.

1.1.2. Documentation

Liste de la documentation	U51	U52	U53
Fichier mire.tif	X		
Codes à analyser		X	X
Dossier technique	X	X	X
Fichier bcl31.pdf			X
Aide mémoire C/C++		X	

cadre 3.

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

cadre 4.

1.1.3. Logiciels

1.2. Cahier des charges fonctionnel

Omniprésents, les codes barres sont des acteurs discrets de la vie courante. Destinés à automatiser l'acquisition d'une 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...

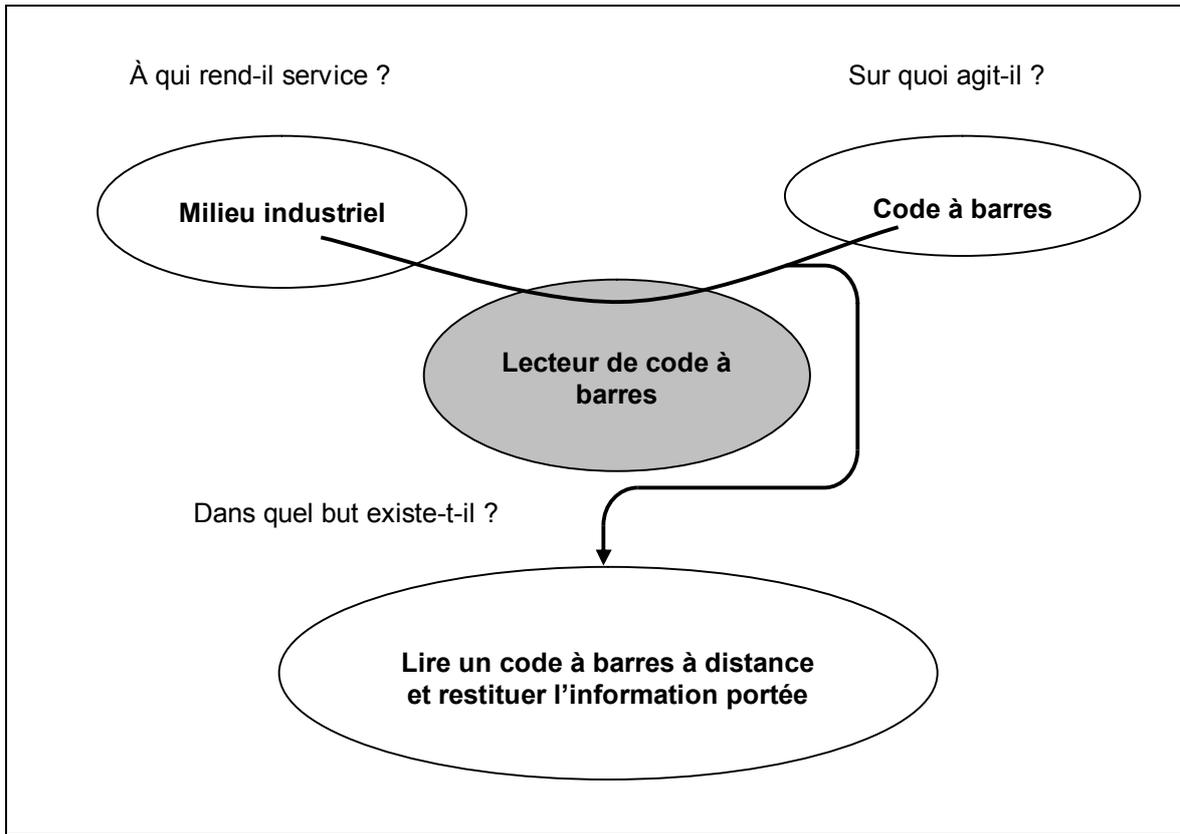
1.2.1. Justification du besoin

Le produit que vous allez mettre en œuvre est défini par les données du **cahier des charges fonctionnel** partiel donné cadre 5 et cadre 6.



cadre 1 : Lecteur Leuze BCL 32.

S.T.S. GÉNIE OPTIQUE – OPTION PHOTONIQUE		
Lycée Jean Mermoz – 68300 Saint-Louis – www.lyceemermoz.com		
	MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME U51 – ANALYSE FONCTIONNELLE	Durée : 2 H Version : 25/09/2007 Page : 1/7



cadre 5 : Diagramme pieuvre.

Fonction principale

FP1	Reconnaître tous les formats courants de codes à barres et les restituer
-----	--

Fonctions contraintes

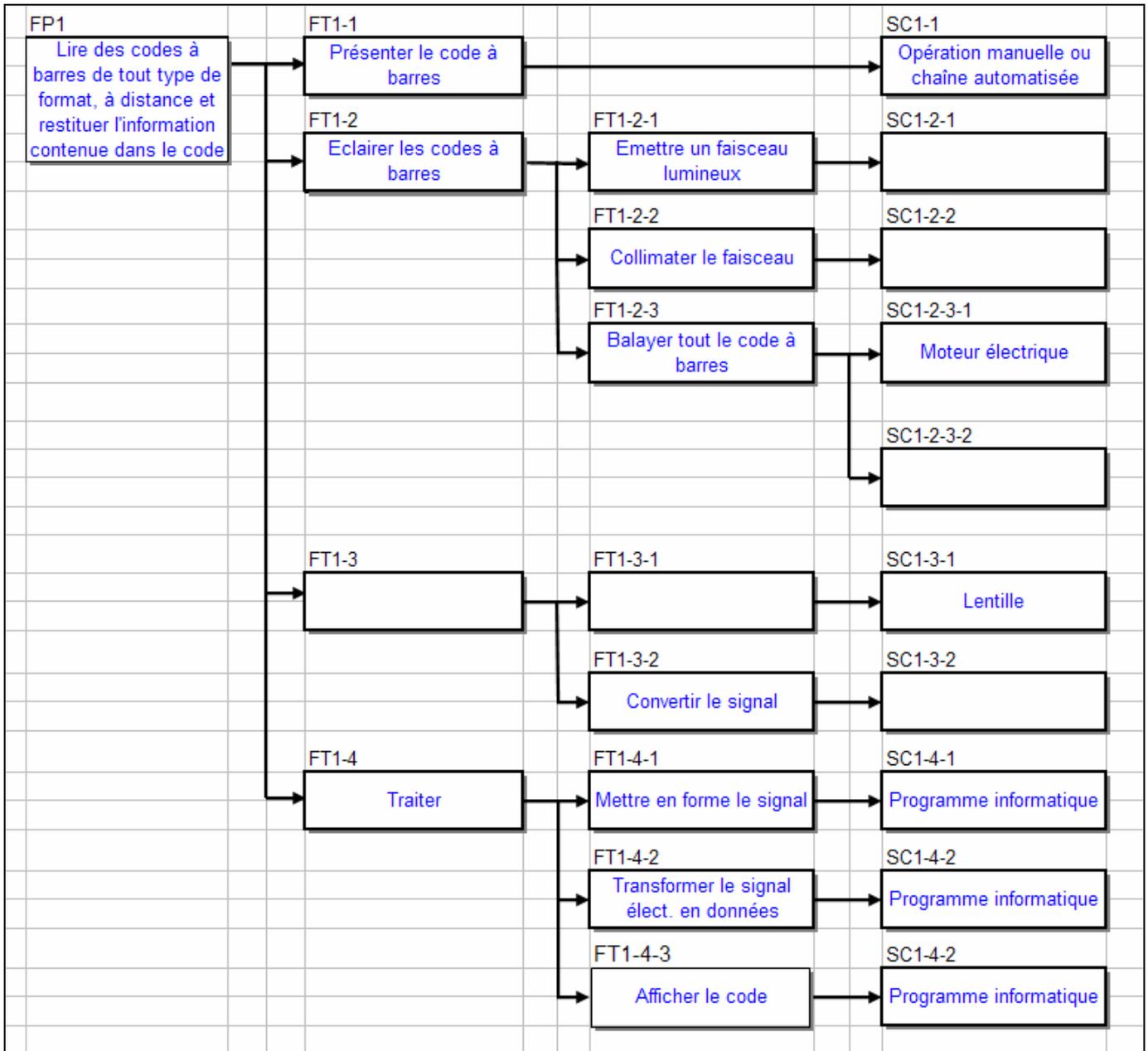
FC1	Se conformer aux règles de sécurité
FC2	Fonctionner dans un milieu industriel ou commercial
FC3	S'adapter aux codes les plus courants
FC4	Alimenter en énergie

cadre 6.

1.2.2. 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 superette très fréquentée par le public, les employés doivent pouvoir utiliser les lecteurs 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.



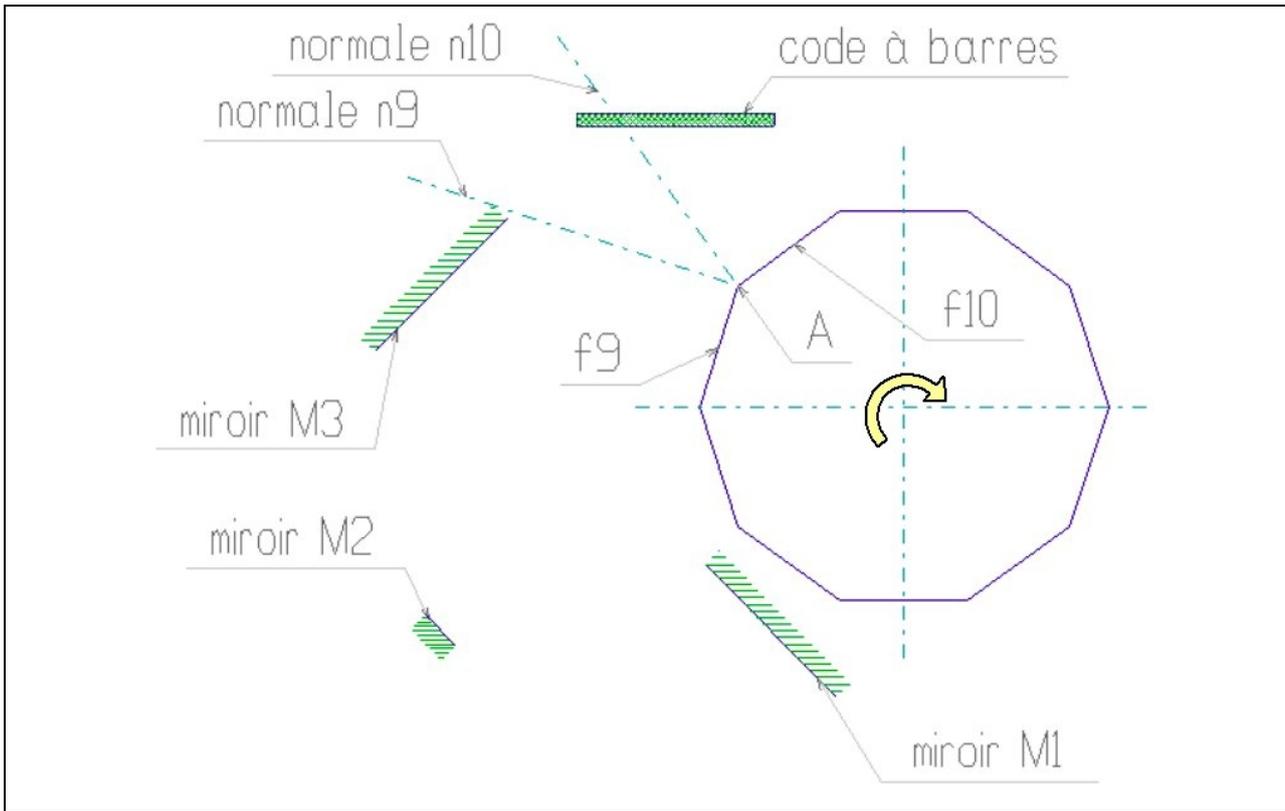
cadre 7 : Diagramme FAST à compléter (4code.xls).

1.3. Analyse fonctionnelle

Le lecteur de code à barres permet de transcoder une information, c'est-à-dire de changer la nature du codage. En effet, à partir d'un codage basé sur la largeur de barres et de leur espacement il permet d'avoir un codage numérique.

Ce transcodage est réalisé par un agencement de fonctions techniques qui est donné incomplètement par le diagramme FAST du *cadre 7*.

Compléter le *cadre 7*.



cadre 8 : À compléter.

1.4. Analyse de la fonction FT1-2 : Éclairer le code à barres

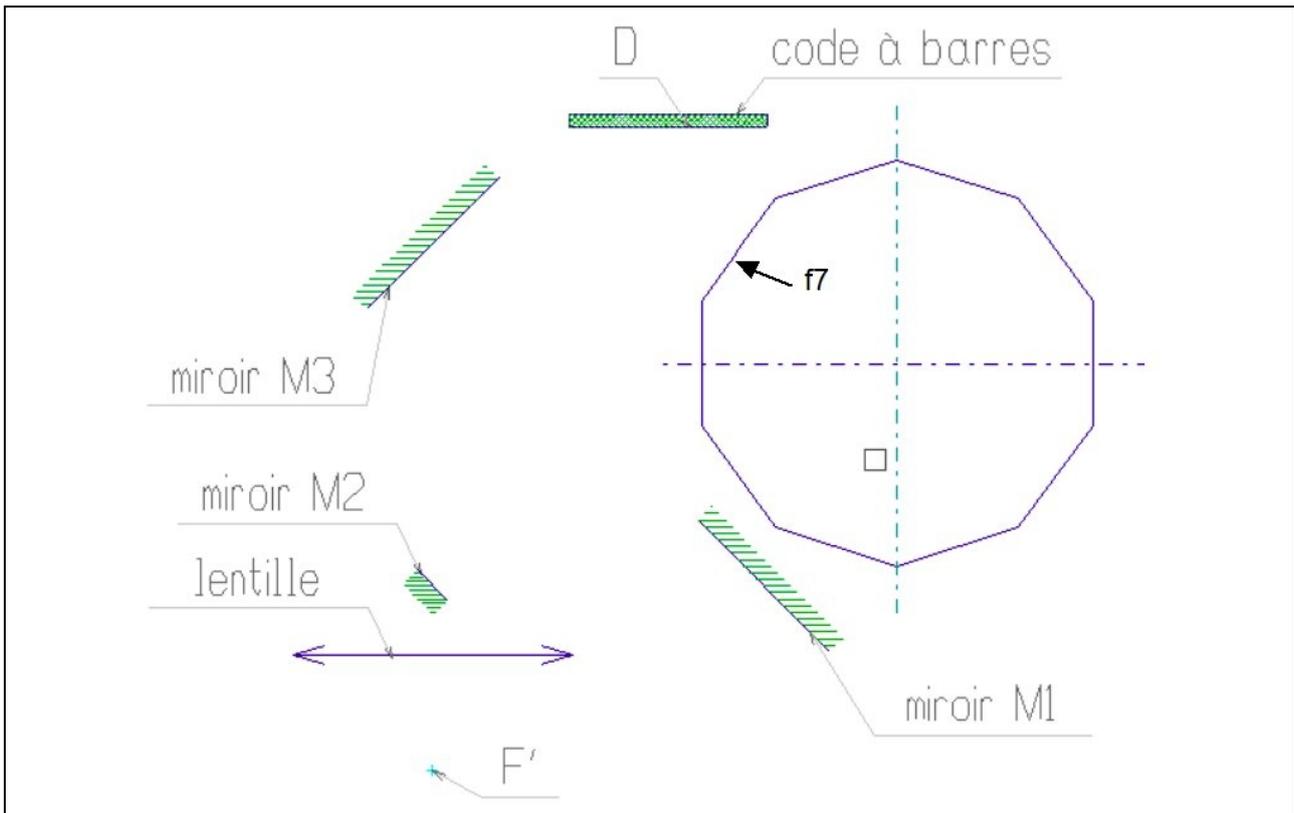
1.4.1. Étude de la trajectoire du faisceau incident

Voir *cadre 8*. Les miroirs M1, M2 et M3 sont inclinés à 45°. Une source émettrice envoie sur le miroir M1 un faisceau collimaté de faible diamètre. Après réflexions successives sur les miroirs M1, M2, M3 et le miroir tournant, le faisceau issu de la source balaye le code à barres.

Dans la position définie *cadre 8*, le faisceau ressort horizontal après réflexion sur M3 et vient se réfléchir en A sur le miroir tournant.

En fonction du sens de rotation du miroir tournant, ce point A est d'abord considéré comme le dernier point de la facette f10 éclairé par le faisceau (la normale à f10 étant alors n10), puis comme le premier point de la facette 9 (f9) (dans cette position la facette a comme normale n9).

- Tracer *cadre 8*, les chemins suivis après réflexion en A pour les deux orientations des normales.
- Indiquer la direction de provenance du faisceau source incident sur M1.
- Le code à barre sera-t-il balayé en totalité dans cette position ? Justifier.



cadre 9 : À compléter.

1.4.2. Étude de la trajectoire du faisceau diffusé

Voir *cadre 9*. Le faisceau incident en D arrive sur une partie diffusante du code à barres. D est considéré comme étant une source ponctuelle.

Par votre construction graphique, vous vous attacherez à montrer que, la diffusion ne privilégiant pas une direction de propagation, le faisceau diffusé peut prendre des directions différentes, utiles ou pas.

La lentille L récupère les rayons utiles qui convergent sur la photodiode réceptrice.

Tracer le chemin suivi par un rayon issu de D se réfléchissant sur f7 et qui n'arrive pas sur le miroir M3.

Tracer le chemin suivi par un rayon issu de D se réfléchissant sur f7 et qui est intercepté par le miroir M3.

Tracer le chemin suivi par un rayon issu de D se réfléchissant sur f7 et qui arrive sur la lentille.

Où doit être placé le détecteur ? Le situer par rapport à F'. Justifier.

1.5. Étude de la fonction FT1-2-3 : 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 : $\theta' = (\frac{d}{dt}\theta)_{/R}$.

La figure 1 ci-dessous 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 ?

1.6. Réflexion diffuse

La palette de la feuille ci-contre (voir pages 16 et 17 du dossier technique) 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*
- 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 2*.

Observer la feuille à travers un filtre rouge.

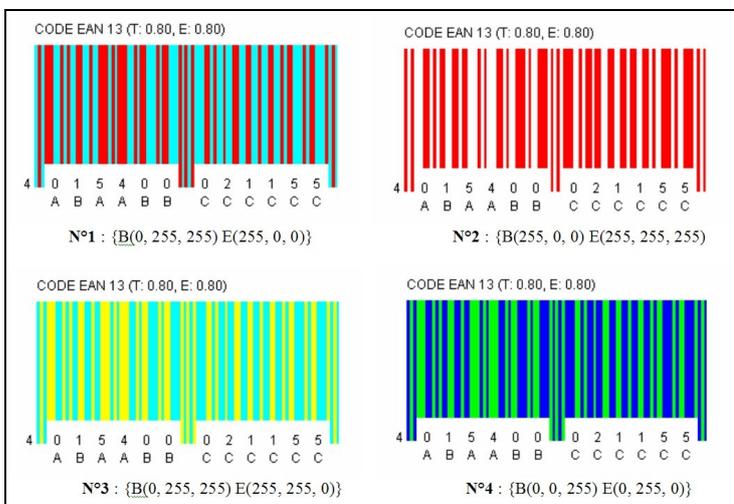
A l'aide de vos résultats et de vos observations, quelles sont les encres qui peuvent convenir pour former les barres d'un code ? Quelles sont les encres qui peuvent convenir pour former les espaces ?

1.7. 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 :

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



cadre 10 : Couleurs permises et interdites.

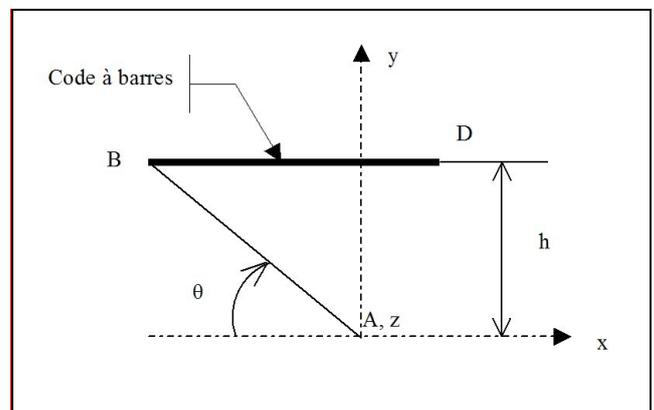
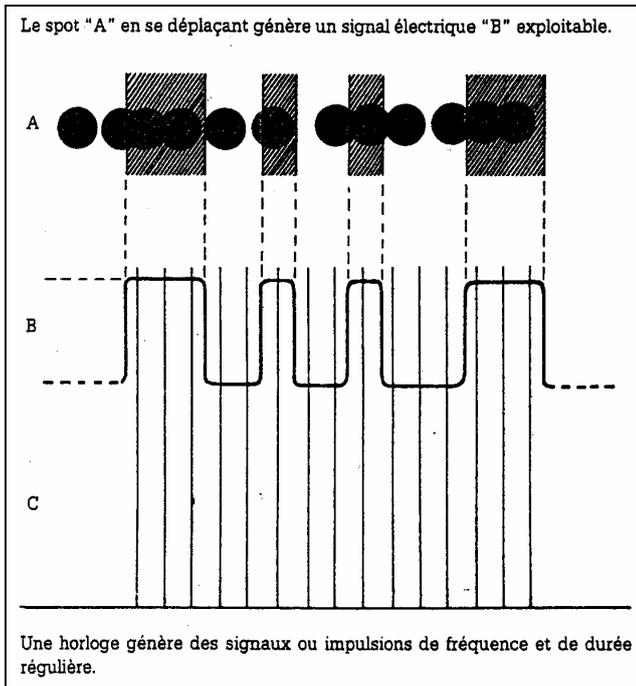


figure 1 : Balayage à vitesse constante.



cadre 12 : Balayage du code à barres par le faisceau.

N°1	N°2	N°3	N°4

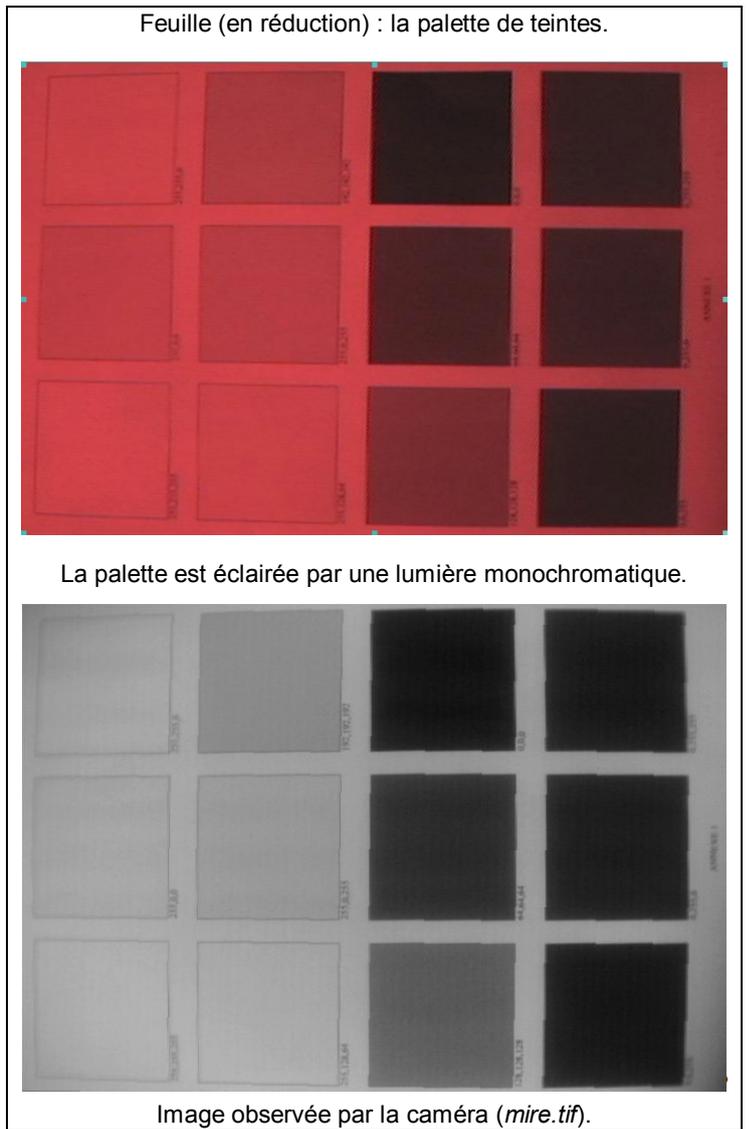
tableau 1 : Contraste des codes.

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 rvb de la lumière émise par les barres B et les espaces E des codes proposés *cadre 10* sont donnés ainsi : {B(r,v,b) ; E(r,v,b)}. Calculer le contraste de chaque code : remplir la *tableau 1* d'après vos mesures *tableau 2*.
- 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 11 : Étude de la diffusion par différentes encres (pages 16 et 17 du dossier technique).

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 2 : Coefficient de réflexion diffuse.

LECTEUR DE CODES À BARRES

U52. MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME

2.1. Éléments à votre disposition

2.1.1. Matériel

Voir cadre 2.

2.1.2. Documentation

Voir cadre 3.

2.1.3. Logiciels

Voir cadre 4.

2.2. Information sécurité

Le lecteur de codes à barres doit être utilisable sans danger dans les lieux publics, il faut donc s'assurer que le faisceau issu de la diode laser n'a pas une puissance dangereuse pour l'utilisateur.

2.3. Réglage de la vitesse de rotation du moteur

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 du faisceau.

Mettre le lecteur en marche par : [Lecteur Leuze/Générer faisceau laser...](#)

Relever et interpréter le signal issu de ce capteur.

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.

S.T.S. GÉNIE OPTIQUE – OPTION PHOTONIQUE Lycée Jean Mermoz – 68300 Saint-Louis – www.lyceemermoz.com		
	MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME U52 – MISE EN ŒUVRE	Durée : 4 H Version : 25/09/2007 Page : 1/3

2.5. Lecture des codes à barres

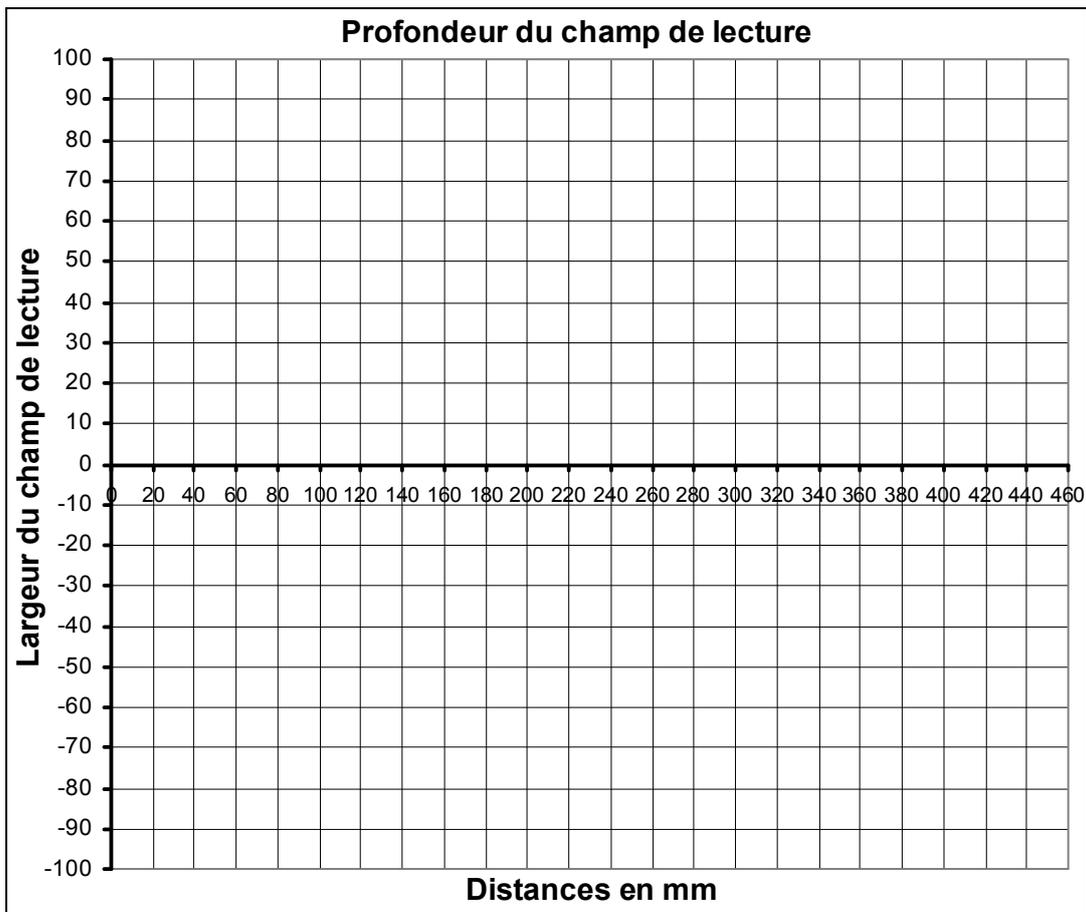
Faire : [Lecteur Leuze/Lire codes...](#)

À partir des exemples fournis de codes de différentes tailles (voir *cadre 14*), 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 50cm et se rapprocher pour déterminer la distance maximale de détection ;
- Procéder ensuite par les côtés pour fermer l'aire de détection. Compléter le *cadre 15*.



cadre 15 : Largeur et profondeur de champ.

LECTEUR DE CODES À BARRES

U53. ANALYSE DES PERFORMANCES DU SYSTÈME

3.1. Éléments à votre disposition

3.1.1. Matériel

Voir cadre 2.

3.1.2. Documentation

Voir cadre 3.

3.1.3. Logiciels

Voir cadre 4.

3.2. Vitesse de rotation du moteur

- D'après le nombre de facettes du miroir, calculer la vitesse de rotation du moteur en $t.min^{-1}$.
- Les vitesses trouvées par les deux méthodes sont-elles équivalentes ?
- Cette vitesse est-elle compatible avec les performances annoncées par le constructeur ?

3.3. Aire de détection

- Représenter graphiquement la taille l'aire de détection du lecteur.
- Les valeurs trouvées sont-elles compatibles avec les données constructeur ?

3.4. Largeur et profondeur de champ

Voici un certains nombres de paramètres du système et du code à barres : *tableau 3*.

En vous aidant du dossier technique, quels sont les paramètres qui, selon vous, limitent :

- 1) l'ouverture du champ de lecture ;
- 2) la profondeur de champ.

3.5. Code EAN 13

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

3.5.1. Chiffres manquants

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

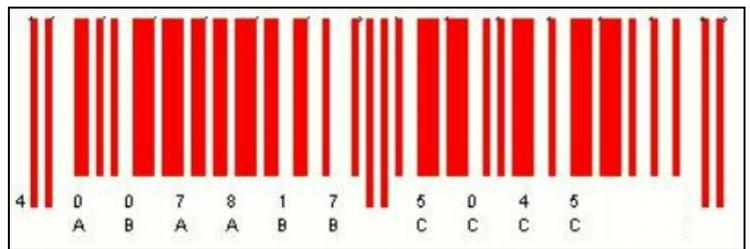
Paramètres	Limite l'ouverture du champ	Limite la profondeur du champ
Nombre de faces du miroir		
Vitesse de rotation du miroir		
Ouverture des éléments optiques (miroir, lentilles, séparatrice)		
Focale de la lentille		
Taille du code		
Contraste		
Puissance de la source		

tableau 3 : Étude du champ de lecture d'un code.

S.T.S. GÉNIE OPTIQUE – OPTION PHOTONIQUE		
Lycée Jean Mermoz – 68300 Saint-Louis – www.lyceemermoz.com		
	MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME U53 – ANALYSE DES PERFORMANCES	Durée : 2 H Version : 25/09/2007 Page : 1/3

3.5.2. 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) donne la référence du fournisseur.
- Les 5 premiers chiffres de droite (5 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.



cadre 17 : Code à analyser.

Le tableau *cadre 18* 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.

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

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 16*. Un produit fabriqué en France (3) sera codé 'A A B B B A'. Celui-ci peut être extrait sans ambiguïté du code gauche.

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 : Code pays.

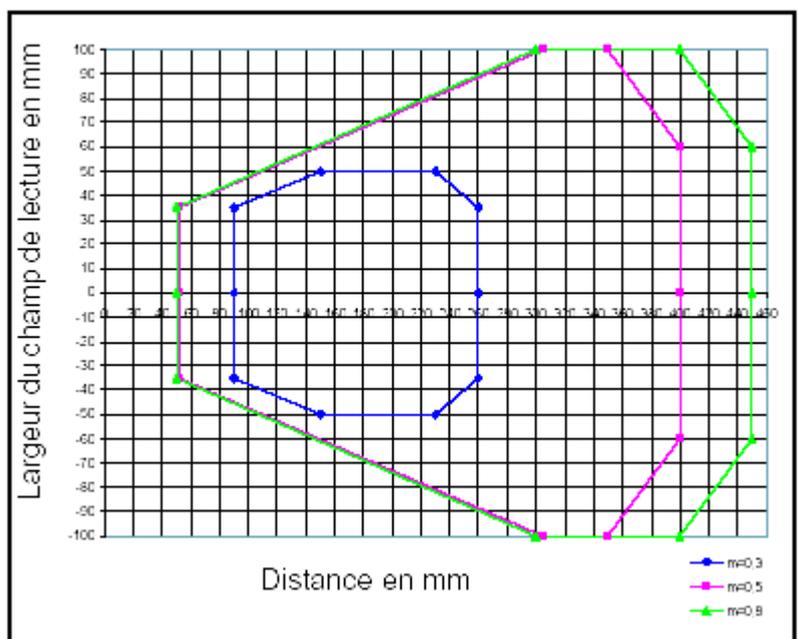
cadre 18 : Codification EAN 13.

3.6. 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.

BCL 31/32 type F d'une capacité de 800 balayages/s



cadre 19 : Champ de lecture pour m = 0,3 ; 0,5 ; 0,8 mm.

3.7. Lecture 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.

3.7.1. 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 20*.

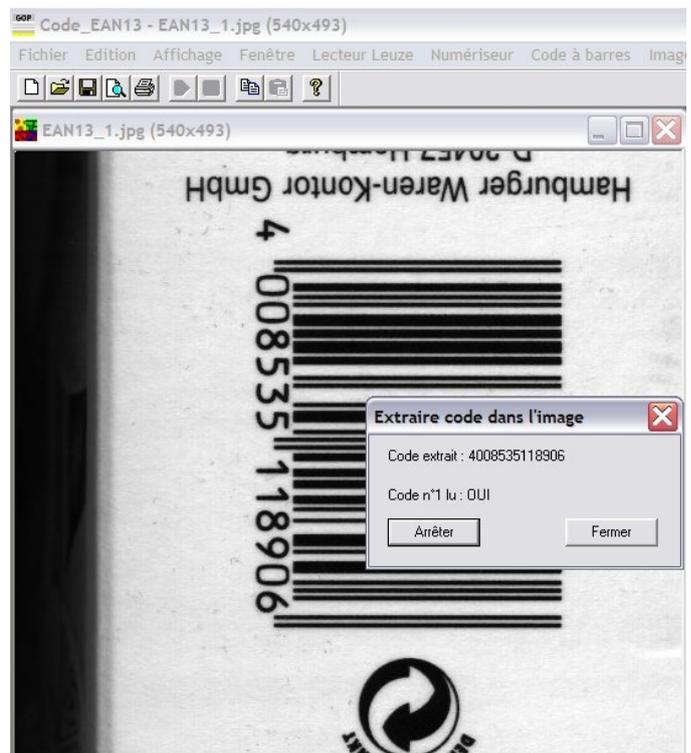
Montrer la lecture à un professeur.

3.7.2. Taille et contraste

- Ouvrir le fichier *EAN13_1.jpg*, voir *cadre 20*.
- 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 2 barres et 2 espaces de début, milieu et fin de code.
- 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 1.7. Le logiciel respecte-t-il la norme ?

3.7.3. Étude comparative

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



cadre 20 : Lecture par caméra CCD.