# Olympiades de physique
## Concours 2005

RECONNAISSANCE DE FORMES

CHAINTRON Rémi
FAYOLLE Jessica
FICHET Elise
VIALA Romain

**Lycée Charles Baudelaire**
*(Cran-Gevrier)*

PROFESSEUR RESPONSABLE : - **M. GALLIN-MARTEL**

# *SOMMAIRE*

**PROBLEMATIQUE**

**PRESENTATION**

**I. RESOLUTION THEORIQUE DU PROBLEME**

1) RECHERCHE THEORIQUE POUR REPONDRE A LA PROBLEMATIQUE DU SUJET

2) NOTRE CHOIX FINAL

**II. APPLICATION PRATIQUE**

1) MATERIEL UTILISE

2) LE PRINCIPE DE LA PHOTODIODE

3) L'INTERFACE

4) LE MONTAGE

5) LA PROGRAMMATION

**CONCLUSION**

1) AMELIORATIONS ENVISAGEES

2) BILAN

3) NOS PARTENARIATS

**ANNEXES**

1) Q-BASIC

2) LA PROGRAMMATION DES FORMES

## PROBLEMATIQUE :

Comment un ordinateur pourrait-il reconnaître des formes géométriques en carton posées sur une console à l'aide d'un circuit électronique et d'un programme informatique ?

## PRESENTATION :

Nous sommes 4 élèves du Lycée Charles Baudelaire de Cran Gevrier, issus de l'option MPI proposée en classe de seconde par notre établissement.

C'est par le biais de cette option et grâce à notre professeur, Monsieur Gallin-Martel que nous avons décidé de travailler sur un projet T.P.E traitant le thème « formes et structures ». Ce projet est donc validé T.P.E (Travaux Pratiques Encadrés) et participe au concours national des Olympiades de Physique 2005. Nous l'avons débuté en première scientifique, et poursuivi en Terminale scientifique. Nous nous sommes concertés et avons choisi « la reconnaissance de formes » comme sujet de recherche.

Pour mener à bien ce projet, nous avons dû mêler des connaissances touchant à plusieurs domaines : informatique, électronique, électricité, mathématiques…

Notre projet a consisté à faire reconnaître à un ordinateur des formes que l'on pose, au moyen de jeux d'ombres et de lumières, sur une plaque où sont disposés des capteurs à des endroits stratégiques.

Ce projet correspond à notre interprétation de la reconnaissance de formes par un ordinateur. Il représente donc une simulation pédagogique des méthodes employées au niveau industriel.

Complet et intéressant, ce projet fut très instructif pour chacun de nous, nous espérons que ce mémoire saura satisfaire votre curiosité et votre intérêt.

# I. Recherche théorique

## 1) Recherche théorique pour répondre à la problématique du sujet :

En premier lieu, pour répondre à notre problématique, nous avons tenté de la résoudre théoriquement c'est à dire nous avons imaginé la résolution du problème sous plusieurs formes :

- Tout d'abord nous avons pensé à déterminer les formes en mesurant les angles. On peut compter le nombre d'angles et ensuite leur valeur en degré, ainsi on peut connaître précisément la forme qu'on a : exemple : un triangle (3 angles détectés) équilatéral (3 angles de 60°)
  mais cette idée pose problème pour voir les différences entre des formes comme le carré et le rectangle…
- Nous avons ensuite imaginé une console sur laquelle nous poserions des formes précises (carré, triangle, trapèze, cercle…) en ombres et lumières. Nous avons pensé relier des capteurs via une interface à un ordinateur et les placer sur la console afin que celui-ci, en fonction des formes posées, permette de les reconnaître.

### 2) Notre choix final :

Après de multiples réflexions plus ou moins fructueuses, nous nous sommes décidés et avons adopté la dernière idée, celle qui consiste à poser des formes géométriques simples : un carré, un triangle isocèle, un trapèze régulier et un cercle en carton sur une console, ce qui a pour effet de cacher des photo-diodes placées à des points-clés de la plaque. (voir schéma 1)

On peut envoyer un courant électrique dans un circuit contenant ces photo-diodes. Si elles sont cachées, le courant ne passe pas et si elles sont éclairées le courant passe. On récupère la tension à la sortie des photodiodes puis des portes logiques et on transforme ces données analogiques en données numériques par l'intermédiaire d'une interface, et ainsi les données peuvent être utilisées dans un programme informatique.

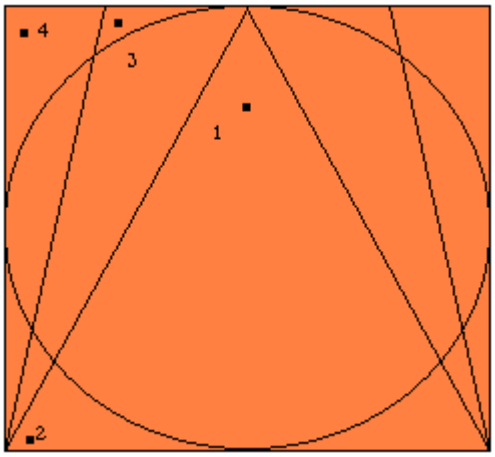
## II. Application pratique

### 1) Matériel utilisé :

Nous avons commencé par une plaque de petites dimensions mais le circuit était complexe à manipuler et n'était donc pas adapté d'un point de vue pratique. Nous avons donc opté pour une plaque plus grande, plus claire, plus aérée. En effet, notre montage allait être imposant… Nous utilisons donc des portes logiques NAND dont les deux entrées sont reliées entre elles, des cavaliers, des photodiodes, des résistances de 1 MW ainsi que des RIT (7805) afin de bénéficier d'une tension fixe de 5V en certains points du circuit.

Nous avons découpé les formes dans du papier cartonné et avons scié dans du bois des planches afin de fabriquer notre support sur lequel nous positionnons nos formes.

Schéma 1

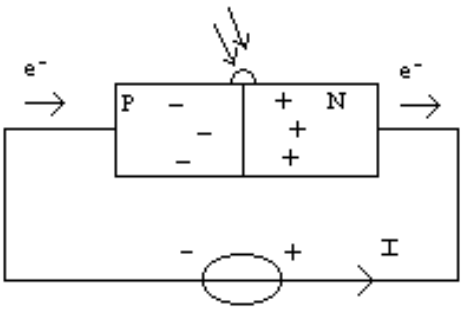



## 2) Le principe de la photodiode :

Les photodiodes sont composées d'une jonction PN. Lorsqu'on éclaire une jonction PN **polarisée sous tension inverse**, on apporte de l'énergie. Cela a pour effet de faire passer les électrons du matériau P au matériau N. Le courant peut donc passer.

Matériau P : silicium (Si) + impuretés de bore (B)
Matériau N : silicium (Si) + impuretés d'arsenic (As)
Le dopage est égal à : 1 atome d'impureté pour 10^6 atomes de Si.

**Schéma d'une photodiode polarisée en inverse**

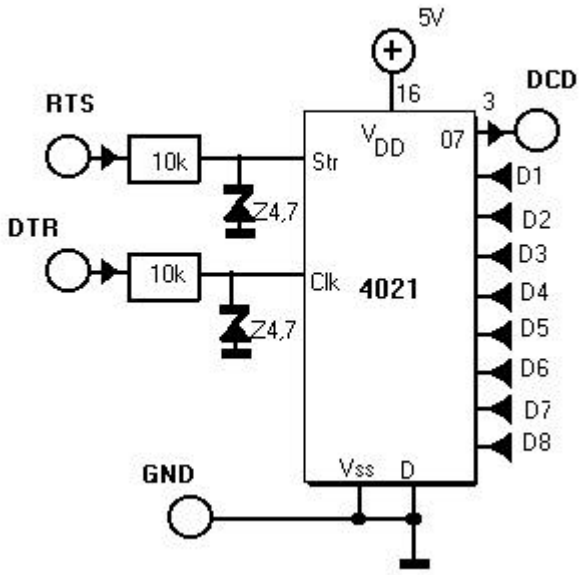



## 3) L'interface :

Plusieurs interfaces « clé en mains » nous étaient proposées dans les catalogues. Nous avons commandé « L'intelligent interface » à partir du catalogue Séléctronic, cependant nous nous sommes vite aperçus qu'elle ne convenait pas à notre projet. En effet, elle était adaptée surtout pour la robotique avec un logiciel fermé d'où l'impossibilité de le relier au Q-Basic. Une interface sérielle semblait être mieux adaptée. C'est pourquoi, nous avons cherché de la documentation à propos de ce type d'interface. C'est alors que nous sommes tombés sur un livre : « J'exploite les interfaces de mon PC » Publitronic. B.Kainka où nous avons trouvé ce qu'il nous fallait.

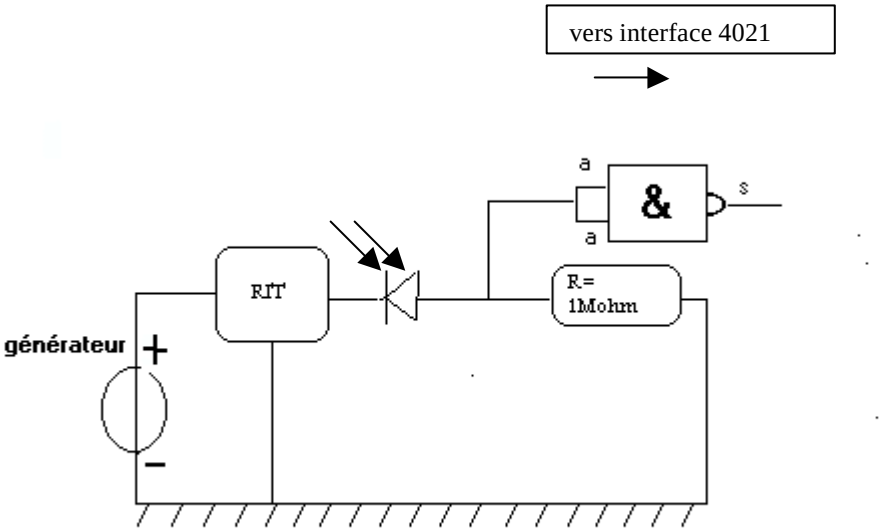
Notre interface est formée à partir d'un composant intégré : le CD 4021. Il s 'agit d'un registre à décalage statique 8 bits. Nous avons été confrontés au Turbo Pascal dans la programmation de cette interface. Mais n'étant pas simple d'accès, nous avons décidé de le traduire en Q-Basic, langage évolué simple avec lequel nous avions déjà travaillé en MPI, notre option en classe de seconde. Nous l'avons donc câblée comme ci-dessous :

*(Nous utilisons les entrées D1, D2, D3, et D4, les autres n'étant pas utiles. En effet nous avons 4 photodiodes).*

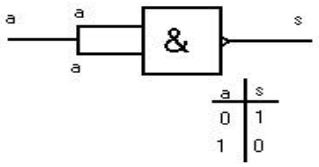



## 4) Le montage :

Quatre photodiodes sont fixées sur la plaque en bois, chacune étant reliée à un circuit indépendant. Notre montage représente alors 4 circuits indépendants reliés à l'interface 4021 et à un générateur.
Voici le schéma de l'un d'eux :



Quatre capteurs sont positionnés en des points stratégiques (voir schéma 1). Lorsque l'on pose une des formes, certains capteurs sont cachés, donc privés de lumière. En effet, privés de lumière, la porte logique NAND avec ses deux entrées reliées reçoit une faible tension (< 2V) qu'elle transforme en 5V en sortie. Cette tension représente un niveau haut (1) pour l'interface. Quand une photodiode est éclairée le courant passe et à l'inverse quand celle-ci est cachée, le courant ne passe pas. Or, pour notre manipulation nous désirions le contraire, c'est à dire nous voulions qu'une photodiode ne fasse pas passer le courant lorsqu'elle est éclairée et permette son passage lorsqu'elle ne reçoit pas de lumière. C'est pourquoi, nous avons besoin de portes logiques NAND avec ses deux entrées reliées qui permettent d'obtenir le résultat escompté.




L'ordinateur nous affiche alors un nombre correspondant à la forme.

Exemple : on pose le triangle sur notre plaque en bois, celui-ci correspond à D1+D2 sachant que D1=2^1 et D2=2^2, l'ordinateur nous affiche donc le chiffre 6.

-cercle : 2 (D1)
-triangle : 6 (D1+D2)
-trapèze : 14 (D1+D2+D3)
-carré : 30 (D1+D2+D3+D4)

## 4) La programmation :

La programmation permet à l'ordinateur de reconnaître les formes posées sur la plaque en bois. Pour permettre à la porte logique de transformer ses valeurs binaires en valeurs numériques, nous avons tapé un programme déjà donné en Q-Basic :

```
SCREEN 12
REM interface sérielle a 8 entrées numériques
Ba=&H2F8 : REM COM2
OUT (ba+4) , 2 : REM strobe ON(RTS)
Position=1
Reception=0
OUT(ba+4) , 0 : REM strobe OF(RTS)
FOR n=1 TO 8
FOR w=0 TO 20 : NEXT W
IF(INP(ba+6)AND 128)=128 THEN reception=reception+position
REM lire données DCD
OUT(ba+4) ,1 :REM clock ON(DTR)
Position=position*2
OUT(ba+4) ,0 :REM clock OFF(DTR)
NEXT n
```

Nous avons ensuite créé un programme afin que l'ordinateur nous affiche le dessin de la forme posée sur la plaque. En effet l'ordinateur nous affichait un nombre correspondant à la forme(voir ci-dessus, « le montage »).

Exemple pour le cercle :

```
CASE IS=2
CIRCLE (320 , 230) ,100 ,4
PAINT (320 ,230) ,4
LOCATE 14, 37 : PRINT « cercle » ;
```

Pour cela, nous avons configuré notre programme afin que, pour chaque valeur de la réception, la forme correspondante s'affiche. Ainsi, avant d'entrer les programmes de formes (voir ci-dessus et annexes), nous avons placé une ligne de code, nous permettant de faire opérer au programme, un « choix » entre les formes :

```
SELECT CASE réception
```

Ainsi, pour les quatre valeurs possibles, cette ligne renvoie au programme correspondant :
CASE IS=2 *(cercle)*
CASE IS=6 *(triangle)*
CASE IS=14 *(trapeze)*
CASE IS=30 *(carré)*
Dans chacun des cas, le programme correspondant s'opère alors, nous permettant d'associer à chaque valeur de réception, l'image correspondante.

# CONCLUSION

## 1) AMELIORATIONS ENVISAGEES

Le montage que nous avons réussi à faire fonctionner peut effectivement subir des améliorations qui lui donnerait la possibilité de reconnaître des formes plus complexes ou du moins plus diversifiées. C'est pourquoi, nous avons pensé que si nous augmentions le nombre de photodiodes présentes sur la console, l'ordinateur pourrait identifier d'autres formes. Plus on augmente le nombre de photodiodes (et par conséquent plus on rajoute de circuits allant en combinaison avec les photodiodes), et plus l'ordinateur peut déterminer des formes géométriques.
Le montage idéal auquel nous avons pensé mais qui nous demanderait un temps supplémentaire de réalisation serait d'avoir une console couverte de photo-diodes reliées chacune à un circuit indépendant (voir II/ 3) montage). Ces circuits seraient ensuite reliés à l'interface qu'il faudrait changer, une interface 8 bits étant insuffisante. Un tel montage permettrait l'identification de nombreuses formes et constituerait une réelle amélioration.

## 2) BILAN

Nous sommes parvenus, après un an et demi de recherche, à l'aboutissement de notre projet de « reconnaissance de formes ». En effet, nous pouvons désormais par l'intermédiaire de notre montage composé d'une console avec quatre photodiodes, d'un circuit électrique, d'une interface et d'un ordinateur faire reconnaître à celui-ci les quatre formes désirées : un carré, un triangle isocèle, un trapèze et un cercle.
Ce projet nous a permis de voir la physique sous un nouvel angle, celui de la recherche. Cette vision nous permet d'approcher les sciences physiques non pas de façon théorique mais plutôt de manière expérimentale. Durant ces deux ans, nous avons pu mettre à l'épreuve notre groupe, qui a dû faire face à divers problèmes. Ce projet a donc été une expérience nouvelle pour chacun d'entre nous, nous ouvrant les yeux sur le travail en groupe et la réalité d'une recherche scientifique.

## 3) NOS PARTENARIATS

Pendant l'élaboration de notre projet, nous n'avons pas eu réellement besoin de rencontrer le monde de l'entreprise ou même l'extérieur en général. En effet, nous nous sommes plutôt renseignés dans des livres.
Cependant, nous avons eu l'occasion de visiter le LAPP (Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de Physique des Particules) et particulièrement son laboratoire d'électronique.
Nous venons également de visiter le laboratoire d'instrumentation de l'ESIA (Ecole Supérieure d'Ingénieur d'Annecy).

Par l'intermédiaire du Thésame, notre partenaire permanent, nous avons eu le privilège de participer à une émission télévisée de 8MontBlanc en septembre 2004 où nous avons pu présenter notre projet et ainsi faire une promotion des Olympiades de Physique au niveau régional.

# ANNEXE

## 1) Q - Basic

Dans notre programmation Q-Basic, nous utilisons le langage basic. Et plus précisément certaines actions très fréquemment employées telles que :
_ *print*, nous permet d'afficher un texte
_ *locate*, sert à placer ce texte sur l'écran. Ce sont les coordonnées du texte
_ *if… then*, permet comme sa traduction en anglais le laisse entendre d'exprimer une condition : si… alors…
_ *paint*, permet de colorier quelque chose en couleur. La couleur étant déterminée par un chiffre.
_ *next*, permet comme on peut le traduire en français de faire ensuite… il permet de donner un ordre à l'application des actions
_ *line*, permet de tracer des lignes en indiquant les coordonnées des points d'origine.
_ cls, annule les actions effectuées précédemment
_ for… next, est une boucle permettant d'effectuer un calcul entre deux valeurs d'une variable.
_ …

## 2) PROGRAMMATION POUR LES FORMES

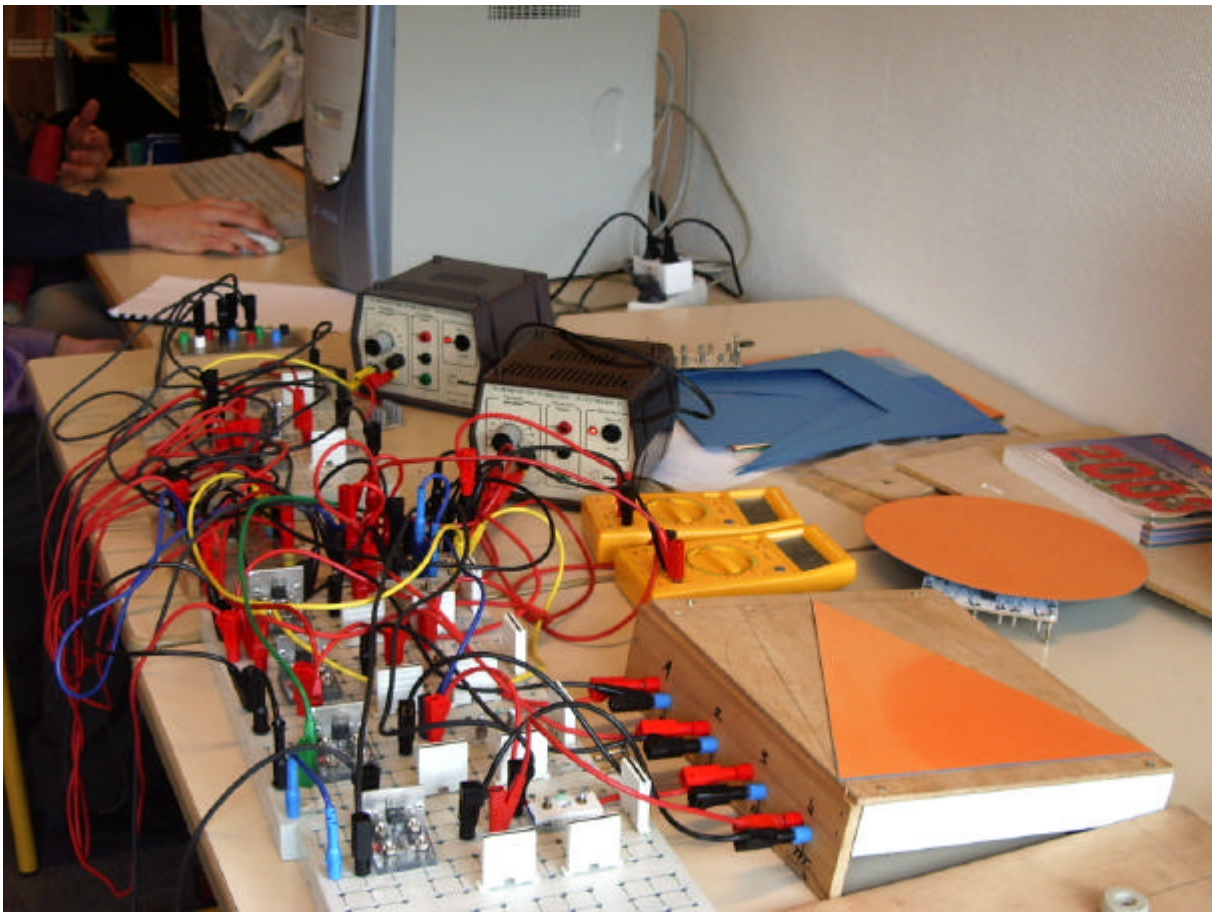
Pour le triangle :

```
CASE IS =6
LINE (320, 115)-(480,345)
LINE (320, 115)-(160, 345)
LINE (160, 345)-(480,345)
LOCATE 14,37
PRINT "triangle"
```

Pour le trapèze :

```
CASE IS =14
LINE (213, 154)-(426, 154)
LINE (426, 154)-(480, 309)
LINE (480, 309)-(160, 309)
LINE (160, 309)-(213, 154)
LOCATE 14, 37
PRINT "trapèze"
```

Pour le carré :
LINE (190, 116)-(450, 376), 4, BF
LOCATE 15, 38
PRINT “carré”

Pour le cercle :
CIRCLE (320, 230), 100, 4
LOCATE 14,37 : PRINT « cercle »

Ensemble expérimental :