



**HAL**  
open science

# Calcul de trajectoire d'ions multichargés dans le champ électrostatique d'un détecteur de faisceau à galettes microcanaux

J.L. Vignet

► **To cite this version:**

J.L. Vignet. Calcul de trajectoire d'ions multichargés dans le champ électrostatique d'un détecteur de faisceau à galettes microcanaux. 1992, pp.12. in2p3-00675012

**HAL Id: in2p3-00675012**

**<https://in2p3.hal.science/in2p3-00675012v1>**

Submitted on 28 Feb 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**GRAND ACCELERATEUR NATIONAL D'IONS LOURDS**

**GANIL**

**CALCUL DE TRAJECTOIRE D'IONS MULTICHARGES  
DANS LE CHAMP ELECTROSTATIQUE D'UN DETECTEUR  
DE FAISCEAU A GALETTES MICROCANAU**

**( JL VIGNET )**

**GANIL R 92 03**

**CALCUL DE TRAJECTOIRE D'IONS MULTICHARGES  
DANS LE CHAMP ELECTROSTATIQUE D'UN DETECTEUR  
DE FAISCEAU A GALETTES MICROCANAU**

**( JL VIGNET )**

**GANIL R 92 03**

## **SOMMAIRE**

- 1 INTRODUCTION**
- 2 DEVELOPPEMENT DE L'EQUATION DE LA TRAJECTOIRE DES IONS**
- 3 PROGRAMME EN TURBO C DE SIMULATION DES TRAJECTOIRES**
- 4 SORTIES DES RESULTATS**

## 1 INTRODUCTION

Dans le cadre de la réalisation et de la mise au point d'un nouveau détecteur de faisceau à galettes de micro-canaux ,j'ai développé un programme en langage C .Son role est de simuler la trajectoire des ions créés dans le gaz résiduel , lors du passage du faisceau et ceci depuis l'axe faisceau jusqu'a leur arrivée dans les galettes de micro-canaux .On obtient à l'ecran une série de courbes en fonction de l'angle TETA d'emission.

## 2 DEVELOPPEMENT DE L'EQUATION DE LA TRAJECTOIRE

J'ai considéré une émission isotropique des ions et ceci dans un champ électrostatique uniforme.

## 3 PROGRAMME DE SIMULATION DES TRAJECTOIRES

Après avoir lancé le programme , l'utilisateur doit entrer :

- la valeur d'un angle TETA d'émission . Le programme tracent les courbes de la valeur TETA entrée jusqu'a TETA =180 degrés ceci tout les 10 degrés.
- la dimension du faisceau ( X0 )
- la valeur de l'énergie cinétique de l'ion
- la valeur du champ électrostatique

A droite du tracé s'inscrivent les valeurs:

- de TETA et de l'abscisse Y correspondante (écart en mm au niveau des GMC.
- du champ électrostatique
- de l'énergie cinétique de l'ion
- de la dimension du faisceau
- de la distance parcouru par l'ion
- de l'écart type sigma (calculé pour TETA variant de 0 à 360 degrés).

## 4 SORTIE DES RESULTATS

Un exemple d'impression figure en annexe.

# CALCUL DE TRAJECTOIRE D'IONS MULTICHARGES DANS LE CHAMP ELECTROSTATIQUE D'UN DETECTEUR DE FAISCEAU A GALETTES DE MICROCANAU

soit un ion émis avec un angle  $\theta$ , animé d'une vitesse  $v_0$  et soumis a un champ électrostatique  $E$ .

si nous décomposons les forces sur les 2 axes, nous aurons :

sur l'axe des ordonnées:

$$F = qE = m \frac{dv}{dt} \quad \rightarrow \quad v(t) = \frac{qE}{m} \cdot t + v_0 \cos \theta$$

$$\rightarrow \quad x(t) = \frac{qE}{2m} \cdot t^2 + v_0 \cos \theta \cdot t + x_0$$

sur l'axe des abscisses :

$$y = v_0 \sin \theta \cdot t \quad t = \frac{y}{v_0 \sin \theta}$$

en remplaçant  $t$  dans l'équation de  $x(t)$  on obtient :

$$x(t) = \frac{qE}{2m} \frac{y^2}{v_0^2 \sin^2 \theta} + \frac{v_0 y \cos \theta}{v_0 \sin \theta} + x_0$$

au temps  $t$  on a :

$$\frac{qE}{2m} \frac{y^2}{v_0^2 \sin^2 \theta} + \frac{y \cos \theta}{\sin \theta} + x_0 - x = 0$$

l'équation est de la forme :

$$a \cdot t^2 + b \cdot t + c = 0$$

résolution de l'équation :

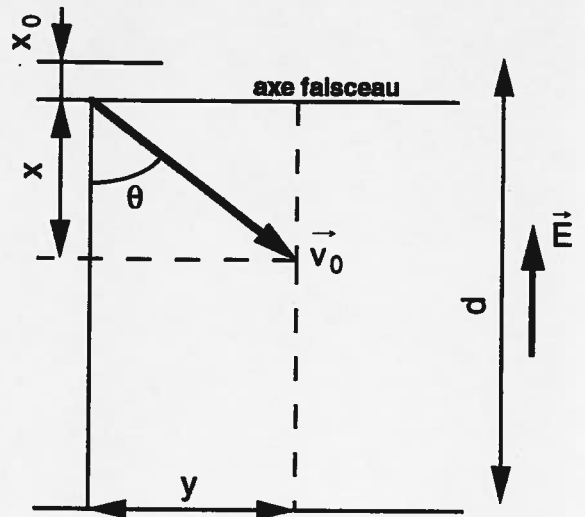
$$\Delta = b^2 - 4ac \quad \text{avec} \quad \left\{ \begin{array}{l} a = \frac{qE}{2m v_0^2 \sin^2 \theta} \\ b = \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \\ c = x_0 - x \end{array} \right.$$

Il vient :

$$\Delta = \frac{\cos^2 \theta}{\sin^2 \theta} - 4 \left( \frac{qE}{2m v_0^2 \sin^2 \theta} (x_0 - x) \right)$$

la solution réelle de l'équation est :

$$y = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{2m v_0^2 \sin^2 \theta}{2qE} \left[ \frac{-\cos \theta}{\sin \theta} + \sqrt{\frac{\cos^2 \theta}{\sin^2 \theta} - \frac{4(qE)(x_0 - x)}{2m v_0^2 \sin^2 \theta}} \right]$$



de plus :  $mv_0^2 = 2E_0$

$$\rightarrow y = \frac{2E_0 \sin^2 \theta}{qE} \left[ -\frac{\cos \theta}{\sin \theta} + \sqrt{\frac{\cos^2 \theta}{\sin^2 \theta} - \frac{2qE(x_0 - x)}{2E_0 \sin^2 \theta}} \right]$$

$$\rightarrow y = \frac{2E_0 \sin \theta}{qE} \left( -\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \frac{qE}{E_0}(x_0 - x)} \right)$$

avec

$E_0$  = énergie cinétique de la particule

$E = HT / d$  ( $HT$  = tension d'accélération)

$d$  = distance de drift

$x_0$  = épaisseur du faisceau

```
/*      CALCUL DE TRAJECTOIRE D'IONS MULTICHARGES */
/*      DANS UN CHAMP ELECTROSTATIQUE           */
/*      APPLICATION A UN DETECTEUR A GALETES MICRO-CANAUX */
```

```
#include <CONIO.H>
#include <STDIO.H>
#include <GRAPHICS.H>
#include <MATH.H>
#include <BIOS.H>
#include <DOS.H>
```

```
/*VARIABLES GLOBALES*/
```

```
int ht,X0,rac,TETA ;
int nbr,i,fin;
float step ,E1;
float E ;
float EcinxION, Ecin, q , puis ,TET;
float d;
float x;
int key;
float y;
FILE *param1;
```

```
/*FONCTIONS UTILISES*/
```

```
int getkey(void);
void sortie(void);
void lect_val(FILE*param);
void init_prog(void);
void aff_para(void);
int calc_res();
void modif(void);
void visualisation(void);
void nbr_point(void);
```

```
main()
{
    do
    {
        aff_para();
        sortie();
        if(fin)break;
        calc_res();
        nbr_point();
        visualisation();
    }
    while(!fin);
}
```



```

void aff_para()
{
    textattr(14+(1<<4));
    clrscr();
    init_prog();
    gotoxy(20,2);
    cputs("PROFILEUR DE FAISCEAU NON-INTERCEPTIF");
    gotoxy(10,4);
    cputs("PROGRAMME DE TRACE DE LA TRAJECTOIRE DES PARTICULES");
    gotoxy(15,5);
    cputs("ARRIVANT SUR LES GALETTES DE MICROCANAUX");
    gotoxy(15,10);
    cprintf("VALEUR DE L'ANGLE TETA D'EMISSION          =%d DEGRES",TETA);
    gotoxy(15,11);
    cprintf("TAILLE DU FAISCEAU                          =%d mm",X0);
    gotoxy(15,12);
    cprintf("VALEUR DE L'ENERGIE CINETIQUE DE LA PARTICULE =%3.2f
eV",EcinxION);
    gotoxy(15,13);
    cprintf("VALEUR DU CHAMP D'ACCELERATION                =%3.1f VOLTS/mm",E);
}

```

```

void init_prog(void)
{
    param1=fopen("param1.dat","r");
    if (param1) lect_val(param1);
    fclose(param1);
}

```

```

void lect_val(FILE*param1)
{
    fscanf(param1,"%d",&TETA);          /* TETA */
    fscanf(param1,"%d",&X0);           /* X0 */
    fscanf(param1,"%f",&EcinxION);     /* E0 */
    fscanf(param1,"%f",&E);            /* E=ht/d */
}

```

```

void modif(void)
{
    gotoxy(15,15);
    cprintf("VALEUR DE L'ANGLE TETA (en degrés) =");
    cscanf("%d",&TETA);
    gotoxy(15,16);
    cprintf("TAILLE DU FAISCEAU (en mm)      =");
    cscanf("%d",&X0);
    gotoxy(15,17);
    cprintf("VALEUR DE L'E cin. DE L'ION (en eV)=");
    cscanf("%f",&EcinxION);
    gotoxy(15,18);
    cprintf("VALEUR DU CHAMP(en V/mm)      =");
    cscanf("%f",&E);
    param1=fopen("param1.dat","w");
    fprintf(param1,"%d\n%d\n%f\n%f",TETA,X0,EcinxION,E);
    fclose(param1);
}

void nbr_point()
{
    gotoxy(15,20);
    cprintf("NOMBRE DE POINTS SUR LA COURBE =");
    cscanf("%d",&nbr);
    step =(27.0+X0)/nbr;
}

int calc_res()
{
    d=42;
    x=27;
    q=1.6e-19;
    TET=TETA*6.28/360;
    E1=E/(2*EcinxION) ;
    puis=pow(cos(TET),2);
}

```

```

void visualisation(void)
{
    int j,TET1,nmes;
    char str[10];
    char str1[10];
    char str2[20];
    char str3[30];
    char str4[20];
    char str5[20];
    char str6[15];
    char str7[20];
    float y1,y2,y3,x,x2,sigma,xd;
    float somme,moy;
    int t,graphdriver=DETECT,graphmode;
    initgraph(&graphdriver,&graphmode,"");
    t=graphresult();
    if(tl=grOk)
    {
        fprintf("%s",grapherrormsg(t));
        getch();
    }
    setbkcolor(1);
    setcolor(14);
    bar(10,75,500,75);
    outtextxy(500,75,"axe faisceau");
    bar(200,10,200,410);
    bar(10,75-12*X0,500,75-12*X0);
    outtextxy(300,75-12*X0,"taille faisceau");
    outtextxy(30,450,"TRAJECTOIRE DES IONS SE PRESENTANT DANS LES
GALETTES DE MICROCANAUX");
    outtextxy(200,410,"0");
    for(TET1=TETA,j=0;TET1<=TETA+180;TET1+=10,j++)
    {
        TET=TET1*6.28/360;
        setcolor(2+3*j);
        for (i=0;i<nbr;i++)
        {
            x=-X0+i*step;
            x2=-X0+(i+1)*step;
            y1=sin(TET)/E1*((-cos(TET)+sqrt((puis)-2*E1*(-i*step))));
            y2=sin(TET)/E1*((-cos(TET)+sqrt((puis)-2*E1*(-(i+1)*step))));
            line(200+40*y1,75+12*x,200+40*y2,75+12*x2);
            /*
            sprintf(str,"y=%4.2f",y2);
            outtextxy(50,100+8*i,str);
            sprintf(str4,"x=%4.2f",x2);
            outtextxy(120,100+8*i,str4);
            */
        }
    }
}

```

```

setcolor(14);
bar(0,75+12*x2,600,75+12*x2);          /* axe abscisse */
outtextxy(550,75+12*x2,"écart en mm");
for(i=0;i<=10;i++) outtextxy(0+i*40,75+12*x2,"I");
y3 = y2*y2;
somme =somme + y3;
sprintf(str1,"TETA=%d",TET1);
outtextxy(300,120+10*j,str1);
sprintf(str,"y=%3.2fmm",y2);
outtextxy(370,120+10*j,str);
}
nmes=19;
sigma=sqrt(somme/nmes);
sprintf(str6,"sigma(360) = %3.2f mm",sigma);
outtextxy(420,360,str6);
xd=x2+X0;
sprintf(str2,"E = %3.1f volts/mm",E);
sprintf(str3,"Ecin de l'ion = %3.2f eV",EcinxION);
sprintf(str4,"X0 = %d mm",X0);
/*sprintf(str5,"y moyen = %3.2f mm",moy);*/
sprintf(str7,"distance de drift =%4.2f",xd);
outtextxy(420,350,str7);
outtextxy(420,320,str2);
outtextxy(420,330,str3);
outtextxy(420,350,str5);
outtextxy(420,340,str4);
fflush(stdin);
getch();
closegraph();
}

```

```

void sortie(void)
{
    fin=0;
    gotoxy(2,23);
    cputs("si OK tapez sur <ESC>");
    gotoxy(2,24);
    cputs("si modifications tapez sur <RETURN>");
    gotoxy(2,25);
    cputs("pour sortir tapez sur <Q>");
    key=getkey();
    if(key==27)return;
    if(key==13) modif();
    if(key==113)fin=1;
}

```

```
int getkey(void)
{
    int key,lo,hi;
    key=bioskey(0);
    lo = key & 0x00ff;
    hi = (key & 0xff00)>> 8;
    return((lo==0) ? hi+256 :lo);
}
```

PROFIEUR DE FAISCEAU NON-INTERCEPTIF

PROGRAMME DE TRACE DE LA TRAJECTOIRE DES PARTICULES  
ARRIVANT SUR LES GALETES DE MICROCANAU

VALEUR DE L'ANGLE TETA D'EMISSION	=0 DEGRES
TAILLE DU FAISCEAU	=-2 mm
VALEUR DE L'ENERGIE CINETIQUE DE LA PARTICULE	=0.20 eV
VALEUR DU CHAMP D'ACCELERATION	=20.0 VOLTS/mm

si OK tapez sur <ESC>  
si modifications tapez sur <RETURN>  
pour sortir tapez sur <Q>

axe faisceau

taille faisceau

TETA=0	y=0.00mm
TETA=10	y=0.17mm
TETA=20	y=0.34mm
TETA=30	y=0.49mm
TETA=40	y=0.63mm
TETA=50	y=0.76mm
TETA=60	y=0.86mm
TETA=70	y=0.93mm
TETA=80	y=0.98mm
TETA=90	y=1.00mm
TETA=100	y=0.99mm
TETA=110	y=0.95mm
TETA=120	y=0.88mm
TETA=130	y=0.78mm
TETA=140	y=0.65mm
TETA=150	y=0.51mm
TETA=160	y=0.35mm
TETA=170	y=0.18mm
TETA=180	y=0.00mm

E = 20.0 volts/mm  
Ecin de l'ion = 0.20 eV  
X0 = -2 mm  
distance de drift = 25.00  
sigma(360) = 0.69 mm

ecart en mm

PROFILUR DE FAISCEAU NON-INTERCEPTIF  
PROGRAMME DE TRACE DE LA TRAJECTOIRE DES PARTICULES  
ARRIVANT SUR LES GALETTES DE MICROCANAU

TRAJECTOIRE DES IONS SE PRESENTANT DANS LES GALETTES DE MICROCANAU