

## ESQUISSE DE COLLISION DE DEUX GALAXIES

par Charles Hubert

### Introduction

On considère deux galaxies. Chacune est composée d'un noyau très massif et d'un certain nombre d'étoiles de masses négligeables disposées autour du noyau. Elles passent à proximité l'une de l'autre. On calcule le mouvement en intégrant les équations de la mécanique de Newton.

### Equations du mouvement

Pour simplifier on adopte un système d'unités dans lequel la constante de gravitation est égale à un. On traite le temps "t" comme une variable d'état. L'indice de noyau étant "n" et l'indice de corps (noyau ou étoile) étant "c" les équations peuvent s'écrire

$$\begin{aligned}
 [2] \quad t' &= 1 & [3] \quad \vec{pos}'_c &= \vec{vit}_c & [4] \quad \vec{d}_{cn} &= \vec{pos}_n - \vec{pos}_c \\
 [5] \quad \vec{vit}'_c &= \sum_n \frac{m_n}{\max\left[10, \left| \frac{\vec{d}_{cn}}{|\vec{d}_{cn}|^3} \right| \right]} \vec{d}_{cn}
 \end{aligned}$$

On peut programmer ces équations ainsi

```

▽ Detat←EqdGal etat;d
[1] Detat←etat
[2] Dt 1
[3] Dpos vit
[4] d←[2 1](c[1]posNoy)°.-"c[1]pos
[5] Dvit +/[2]d×[0 1 2]masNoy+[2]1E-300Γ(+/d×d)+1.5
▽
    
```

### Simulation

On peut intégrer ces équations par la méthode de Runge-Kutta "RunKut" (dans le site AFAPL) au moyen de la fonction

```

▽ etat←Simul x;t0;n;Detat
[1] (t0 n)←x\ (2→x) 8
[2] etat← t0 n 2 'EqdGal' RunKut Init 2↑x
▽
    
```

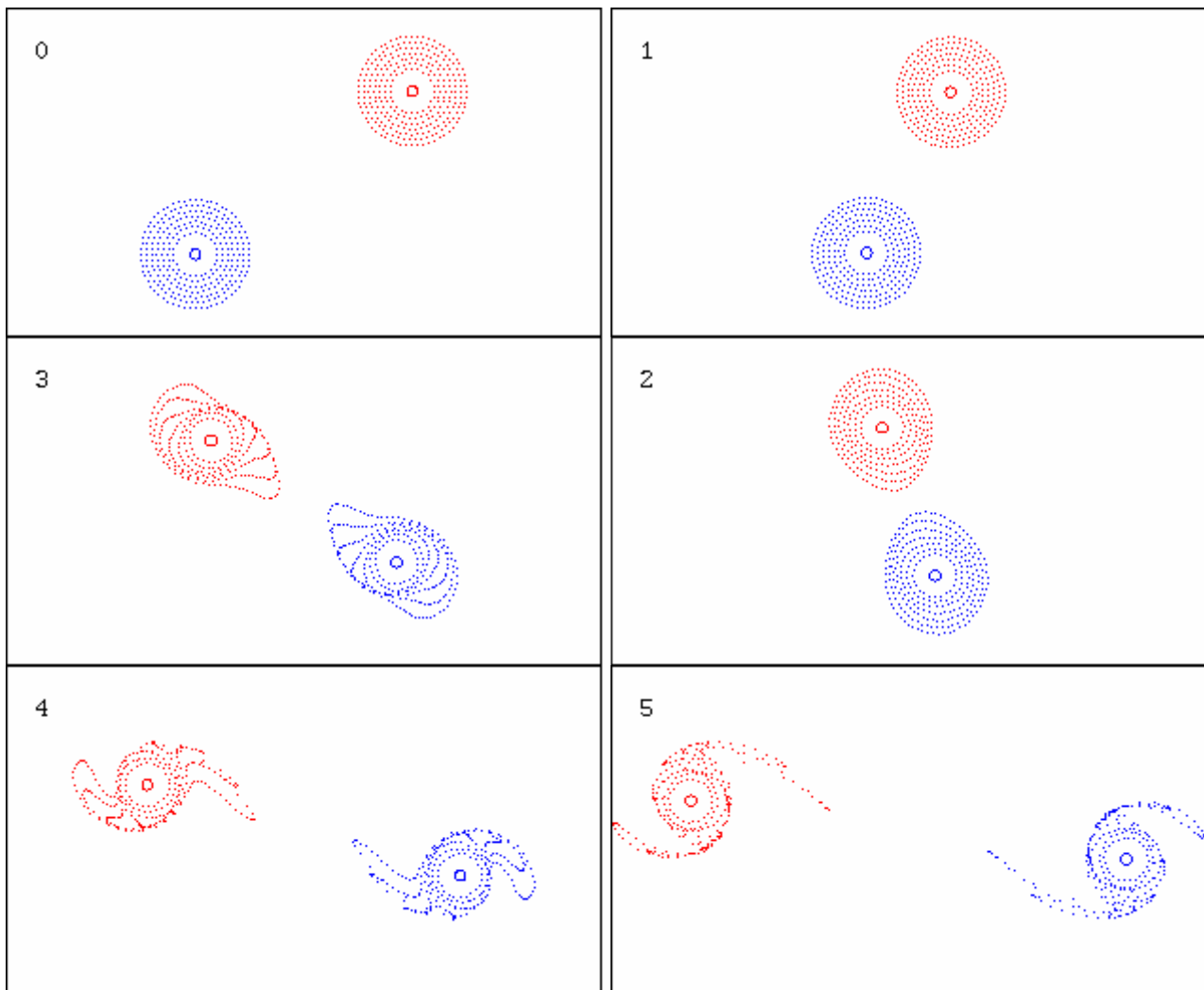
Sans entrer dans les détails de la fonction "Init", la ligne [2] s'analyse ainsi

```
étatsSuccessifs ← durée nbDePas 'équations' RunKut étatInitial
```

Dans l'exemple ci-dessous, non limitatif, les deux galaxies sont identiques et les étoiles de chacune sont initialement distribuées à peu près uniformément dans un plan.

Voici 6 échantillons à intervalles égaux des états successifs.

## Esquisse de collision de deux galaxies



### Fichier des images

La simulation (l'intégration) a fourni 401 états. On en tire les 401 images successives des deux galaxies. Ces images sont dans le fichier "galax.sf". C'est un fichier APLPLUS. Chaque image est décrite par une liste de points dans une matrice d'entiers 32 bits de dimension 1210 3. Chaque ligne décrit un point :

couleur, x, y

Les points successifs doivent être reliés par des segments de droites ; la couleur est celle du segment qui aboutit au point indiqué sur la même ligne de la matrice.

Sur fond noir, la couleur est

```
<0 => spot éteint
 2 => jaune
 4 => turquoise
```

Les coordonnées sont

```
x = 0 gauche 100000 droite
y = 0 haut 75000 bas
```

Si on peut lire un fichier APLPLUS, on obtient le film des 401 images en exécutant

```
'GALAX' ⍎ftie 1 ⍎ f←⍎fread' 1,“(1-⍎io)+⍎401 ⍎ ⍎funtie 1
```

Si on ne peut pas lire un fichier APLPLUS, on peut le lire en fichier natif comme un vecteur "f" d'entiers 32 bits et exécuter

```
f←(← 1210 3)⍎“(+\f=-2000)←f
```

ce qui donne le même film "f" des 401 images.