

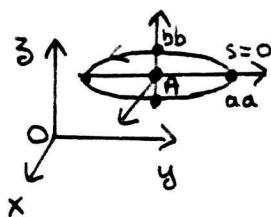
Annexe 14

Résultats graphiques des simulations numériques

On trouve dans la suite les résultats graphiques des simulations numériques pour les différentes configurations initiales définies dans le programme initial.f.

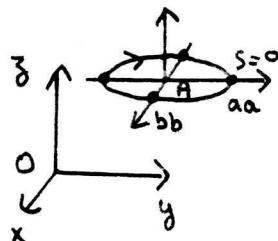
1. Les différents motifs d'anneaux :

* L'ellipse dans un plan yz:



A est le centre de l'ellipse qui est dans un plan(yz).
Si $aa = bb$ on a un cercle.

* L'ellipse dans un plan xy:

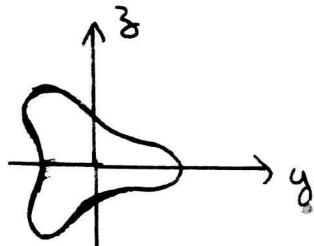


A est le centre de l'ellipse.
Si $aa = bb$ on a un cercle.

* Le trèfle:

C'est une courbe paramétrée du plan (y_3) qui a pour équation polaire:

$$r = \alpha(1 + \epsilon \cos(3\theta))$$

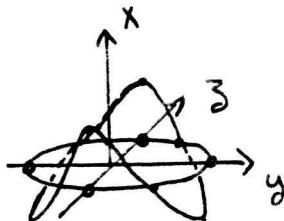


* Le profil de lissajou:

C'est le profil d'équation paramétrée:

$$\begin{cases} x = \sin(2[\theta - \pi/4]) \\ y = 2 \cos \theta \\ z = 1.5 \sin \theta \end{cases}$$

Sa projection sur le plan (y_3) est une ellipse.



2 Différentes configurations initiales:

2.1 L'ellipse:

Le profil initial est celui d'une ellipse dans le plan (y_3) et de centre O.

On a choisi :

$$\begin{array}{ll} a = 2 & b = 1.5 \\ \epsilon = 0.03 & m_0 = 0 \\ \Gamma = 5 & t_{10} = s_0 (\Rightarrow t_{20} = 1) \\ \text{avec } l = 0(4) & \end{array}$$

On observe une progression de l'ellipse selon la direction des x et une oscillation de celle-ci avec une demi-période (inversion entre petit et grand axe) de 4.5 et une période de 12. La période n'est pas le double de la demi-période à cause de la diffusion visqueuse.

L'unité de la période est déterminée par le choix de l'unité de longueur sur le profil initial et le choix de l'unité de la circulation Γ . Si on considère que $a = 2 \text{ cm}$ et que $\Gamma = 5 \text{ cm}^2/\text{s}$ alors la période est en secondes.

Pour faire la simulation suivante, on a choisi :

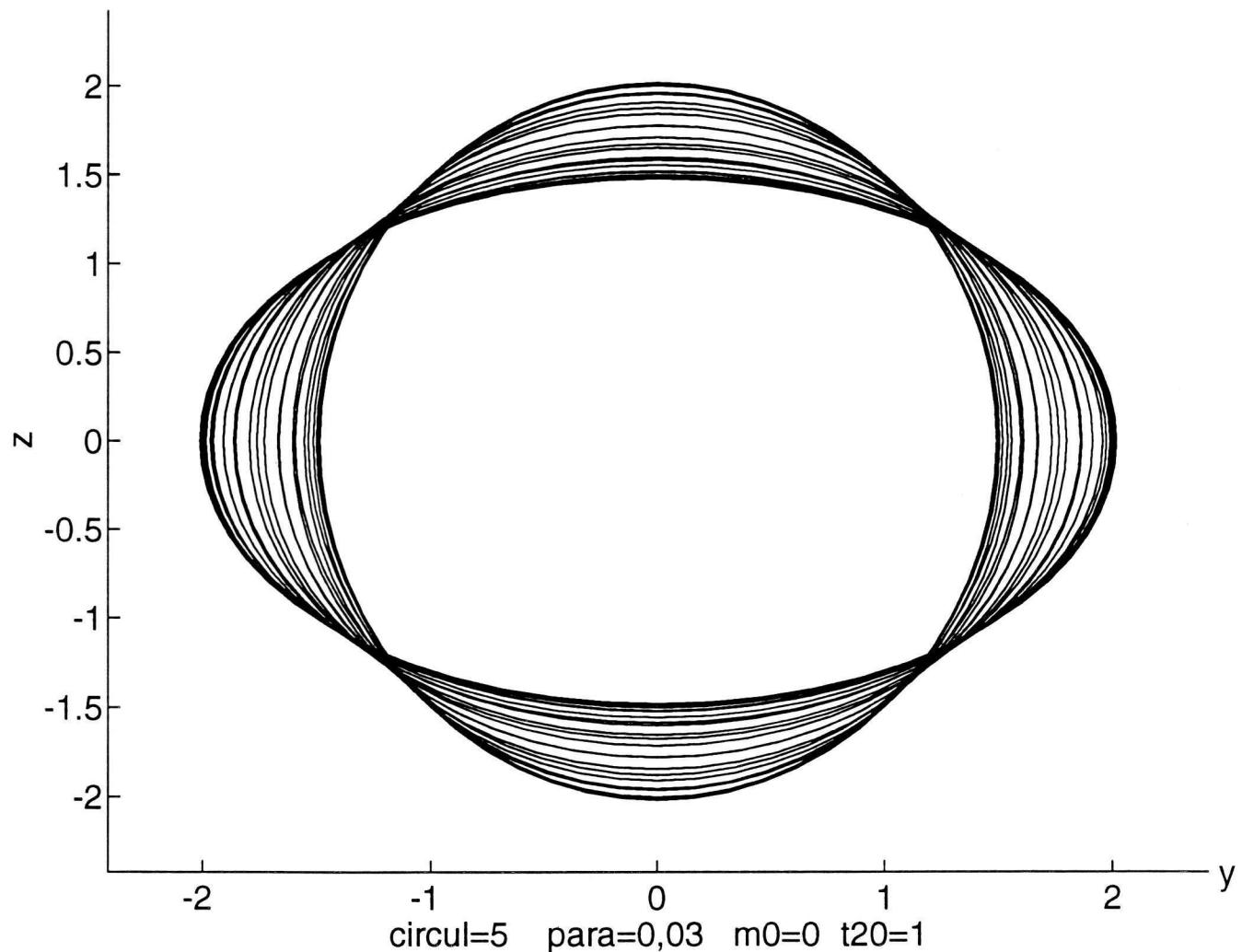
$$N = 20 \quad t = 0.01 \text{ (pas de temps)} \quad nbndt = 1400$$
$$nbconf = 24 \quad \epsilon psic = 10^{-3}$$

D'où un pas $dt = 0.58$ entre deux clichés de configurations.

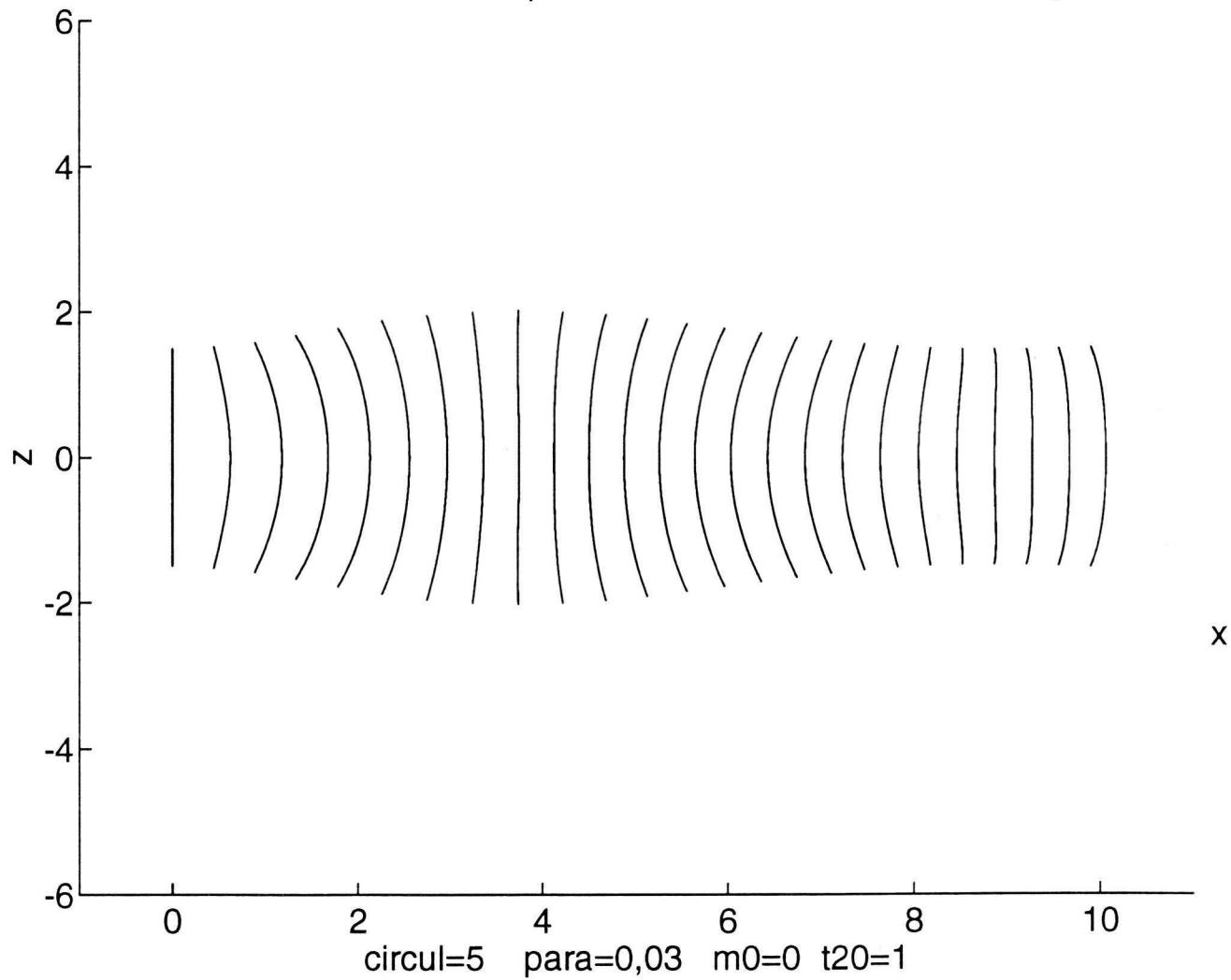
Les graphiques se terminent par le tracé de la période de cette ellipse en fonction de ϵ avec $\epsilon \in [0.01, 0.03]$.

Les résultats en Blanc sur fond noir sont les graphiques obtenus avec Explorer sur station Silicon Graphics.

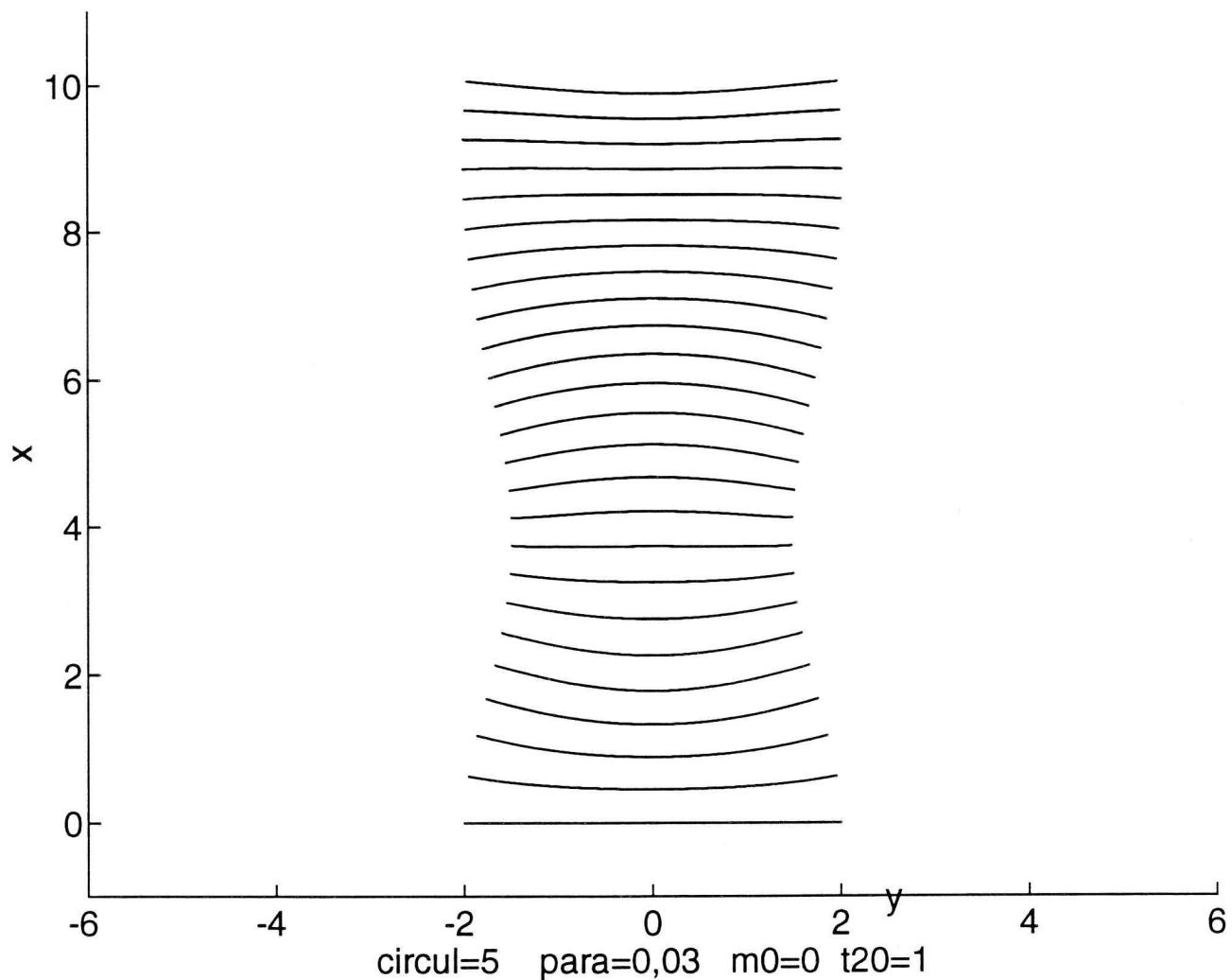
vue de l' ellipse : $a=2$ $b=1.5$ $dt=0.58$



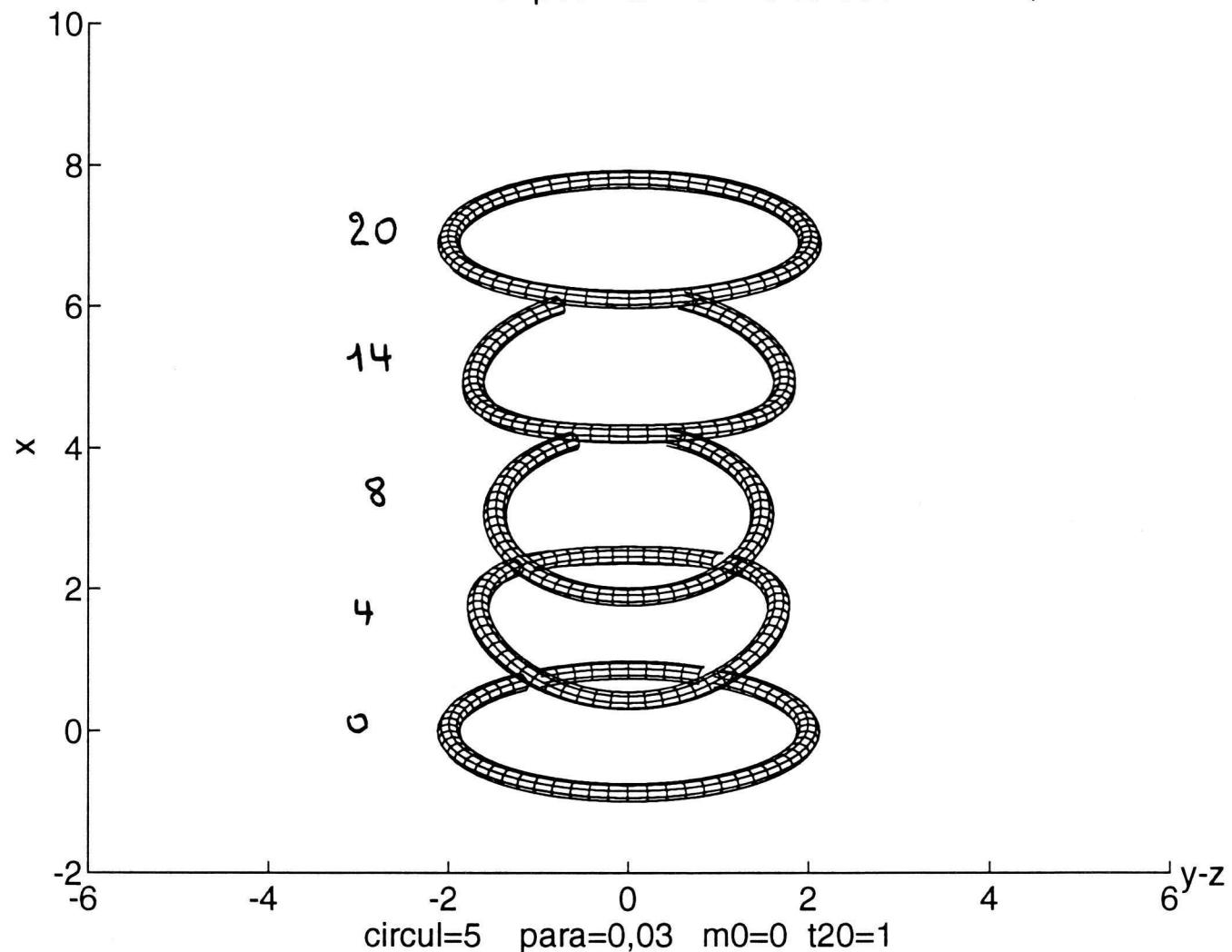
vue de l' ellipse : $a=2$ $b=1.5$ $dt=58e-2$



vue de l' ellipse : $a=2$ $b=1.5$ $dt=58e-2$



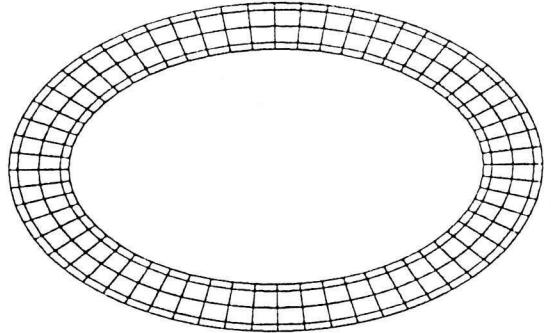
vues de l' ellipse : $a=2$ $b=1.5$ $dt=58e-2$



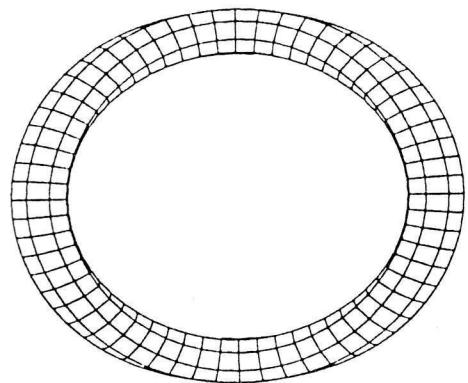
vue de gauche



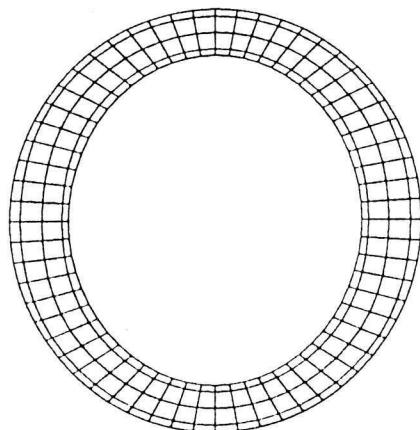
vue de droite.



configuration 0

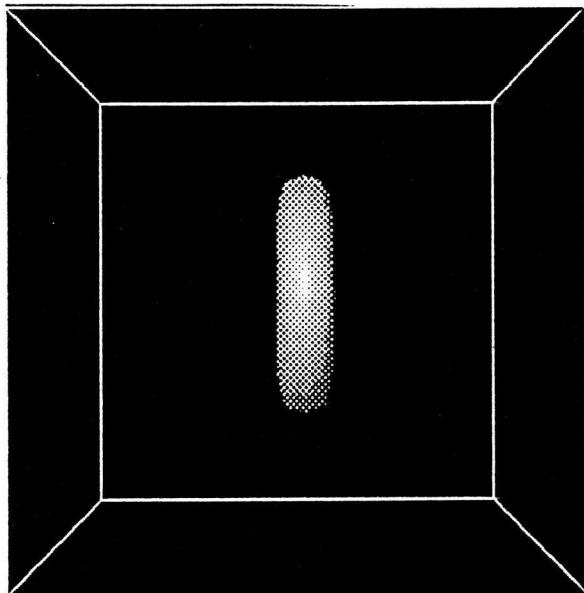


configuration 4

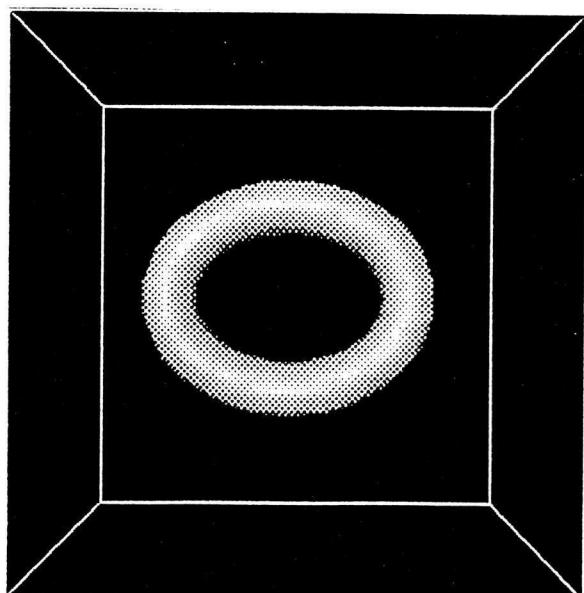


configuration 8

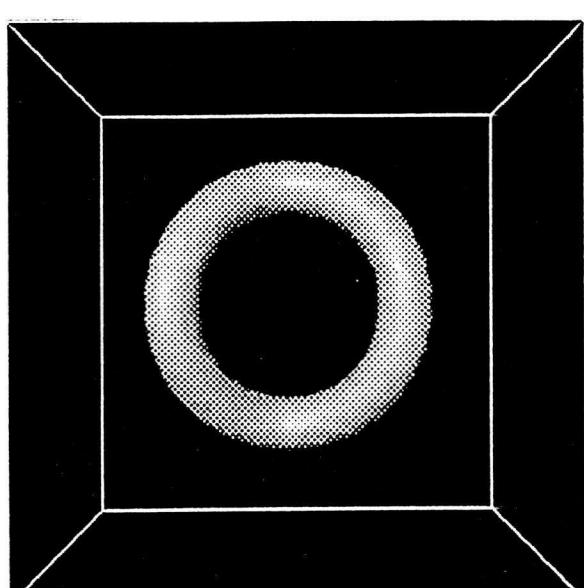
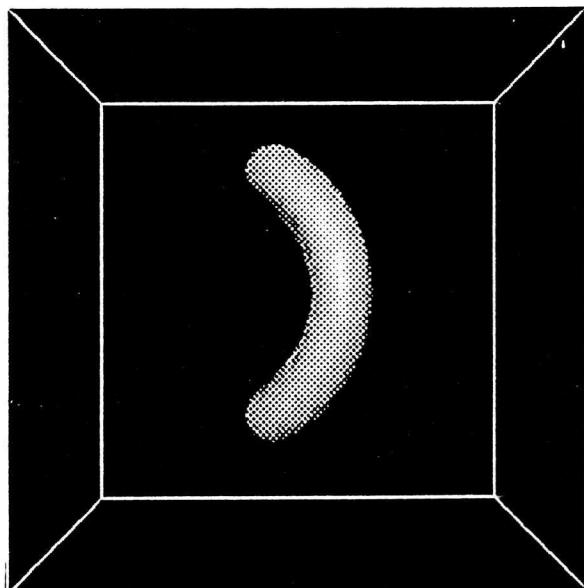
vue de gauche



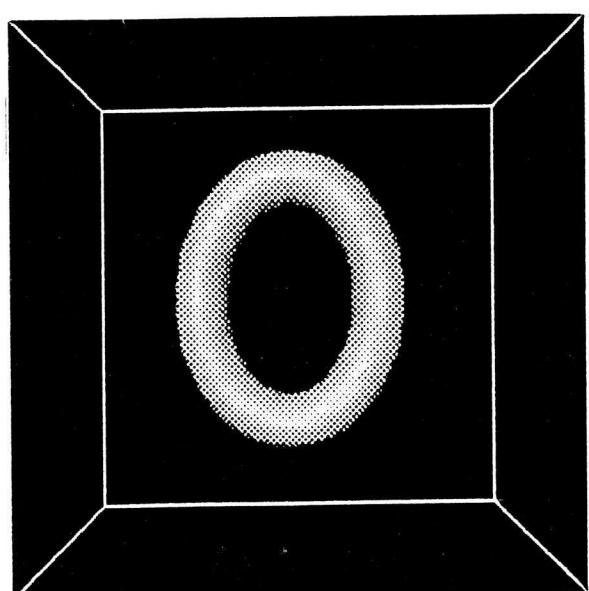
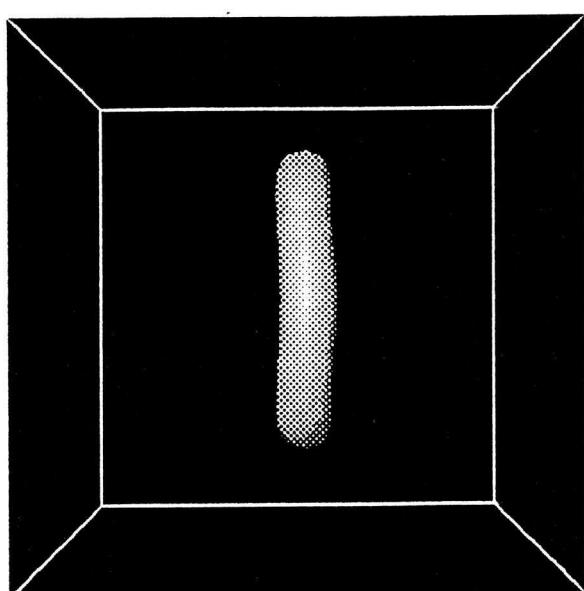
vue de droite



configuration 0

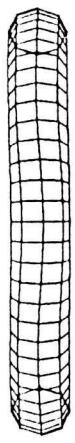


configuration 4

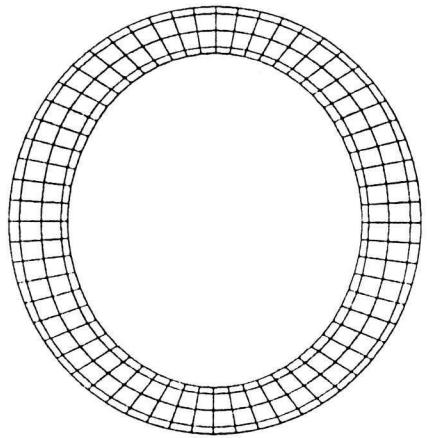


configuration 8

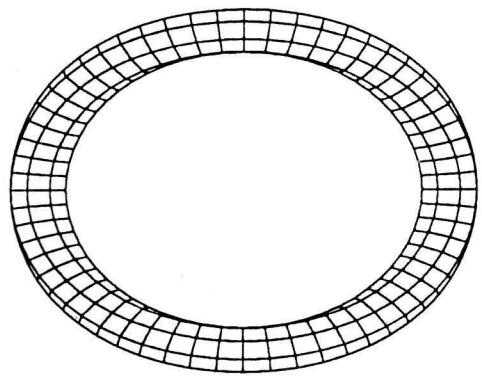
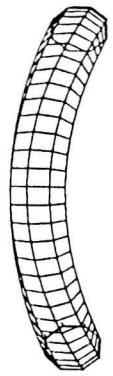
vue de gauche



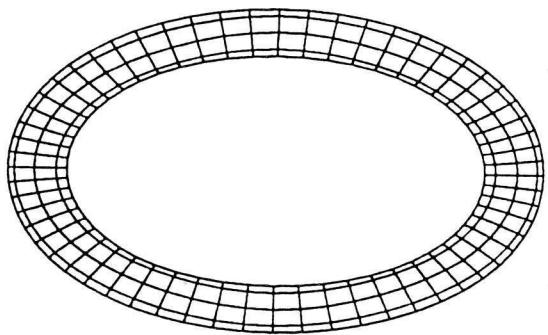
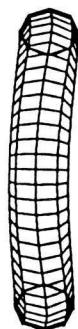
vue de droite



configuration 8

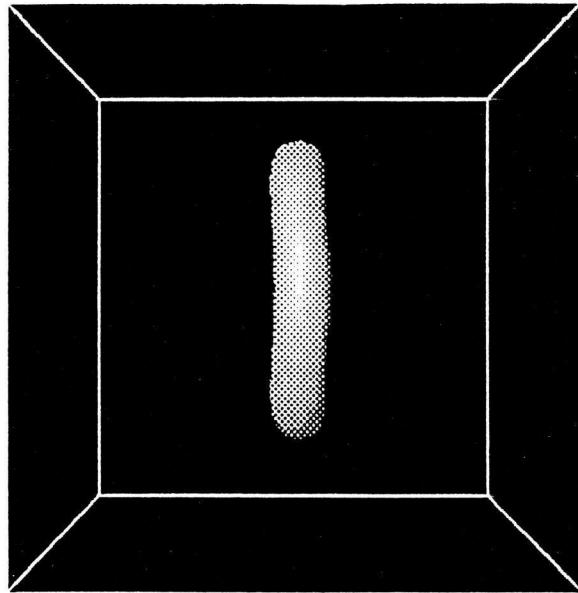


configuration 14

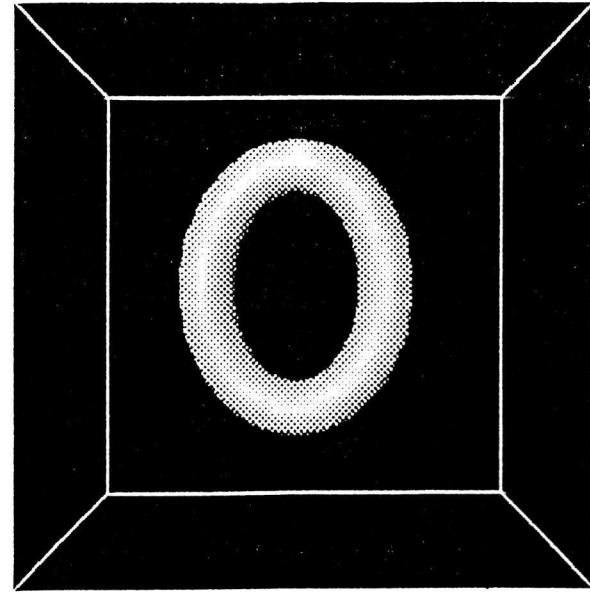


configuration 20

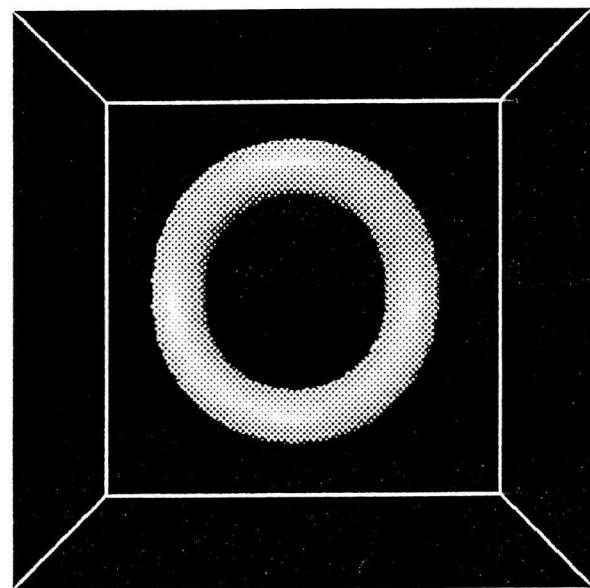
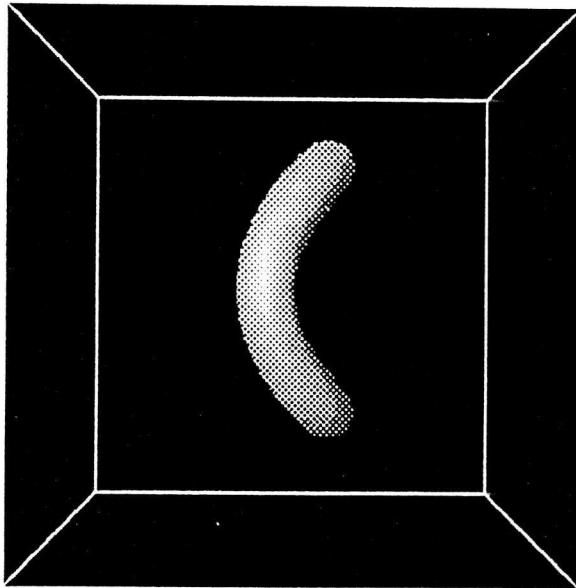
vue de gauche



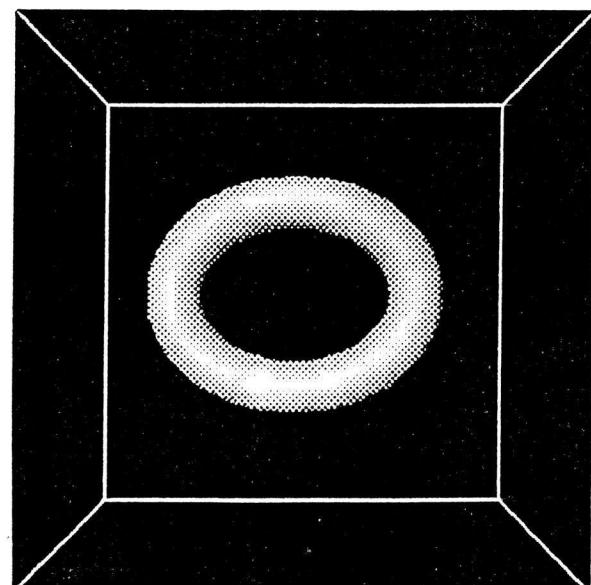
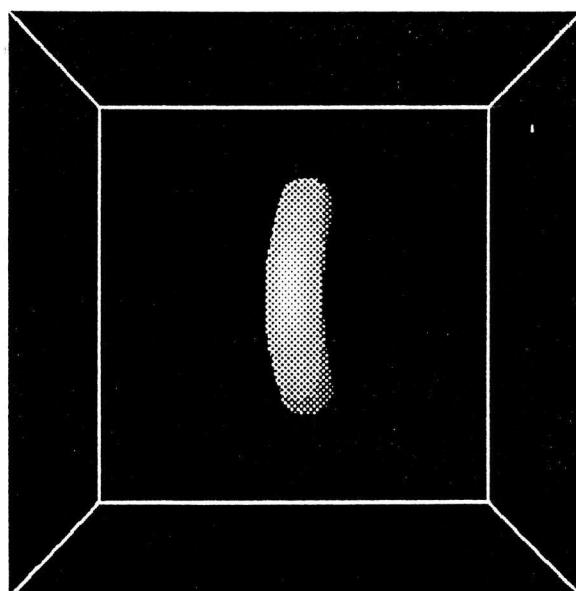
vue de droite



configuration 8

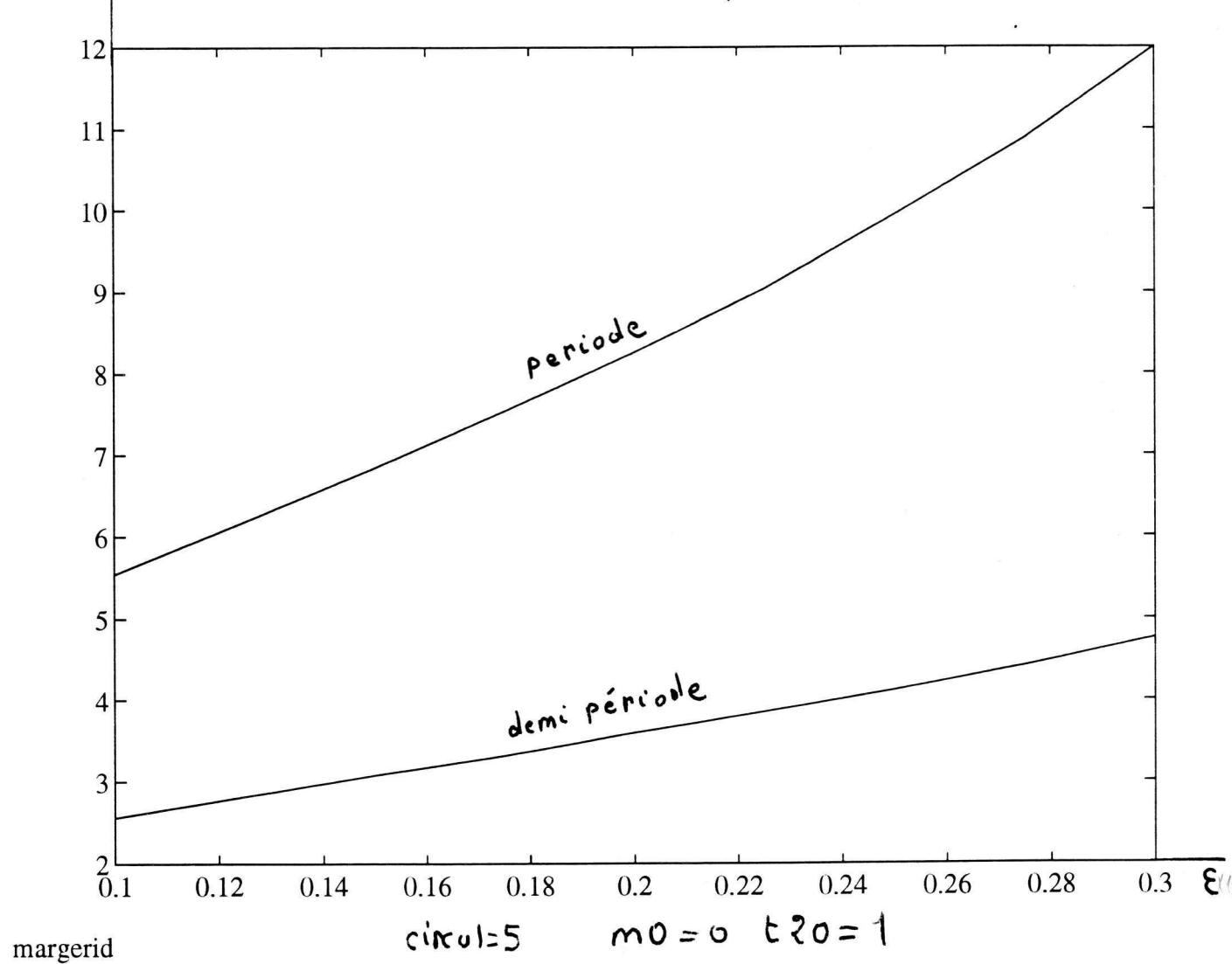


configuration 14



configuration 20

T période et $1/2$ période de l'ellipse: $a=2$ $b=1.5$



22 Le trèfle:

Le profil initial est celui d'un trèfle avec:

$$\alpha = 6$$

$$\epsilon_s = 0.25$$

$$\epsilon = 0.03$$

$$m_0 = 0$$

$$r = 5$$

$$t_{10} = s_0$$

On observe une inversion du trèfle initial au temps $t = \frac{89}{89,5}$ (d'une période de $\frac{57,5}{57,5} \text{ s}$) ^{conf 3}

Pour faire la simulation suivante, on a choisi :

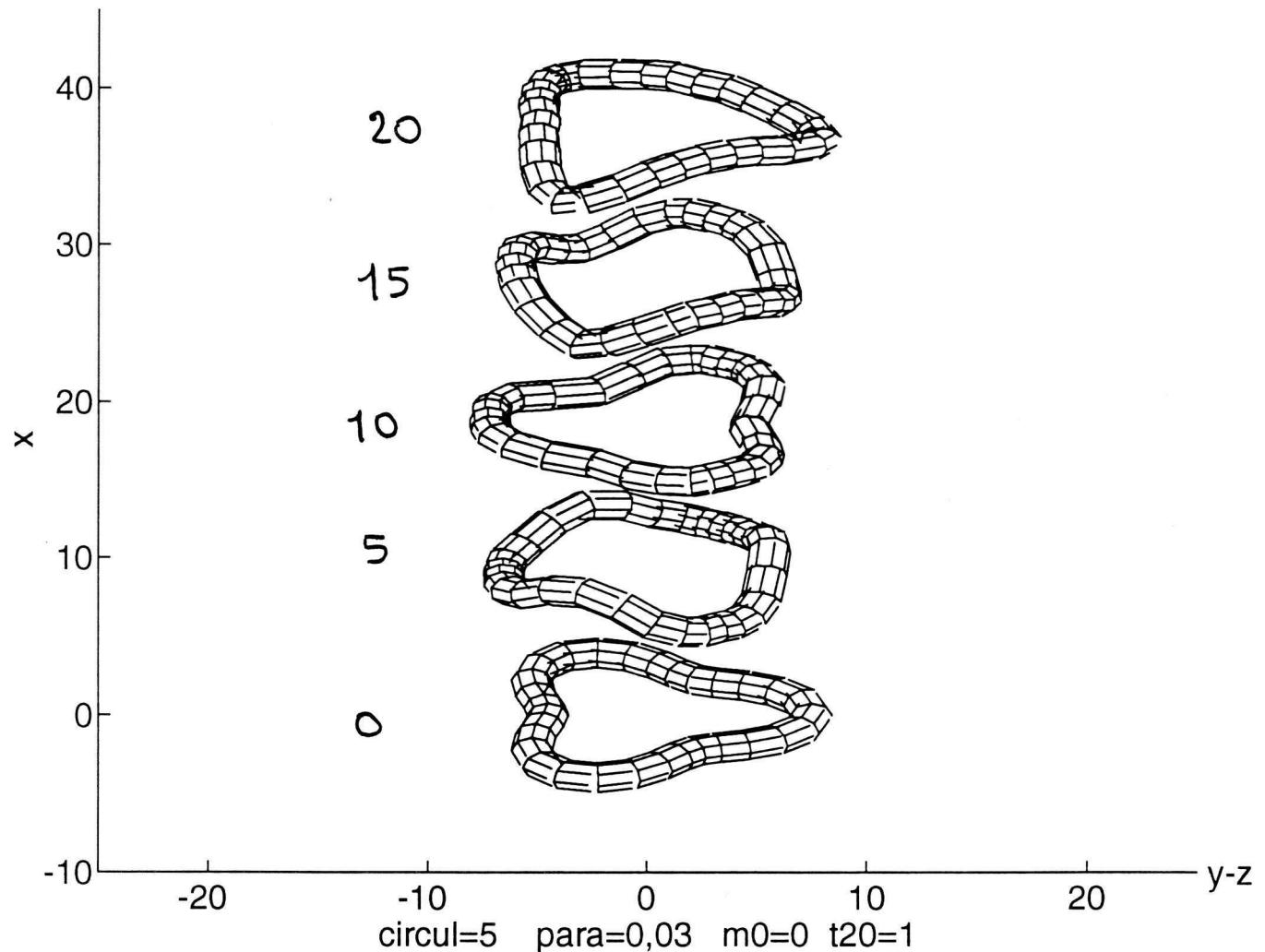
$$N = 30 \quad t = 0.02 \text{ (pas de temps)} \quad \text{nbrdt} = 3000$$

$$\text{nbrconf} = 24 \quad \epsilon_{sc} = 10^{-3}$$

D'où un pas $dt = 2.5$ entre deux clichés de configurations.

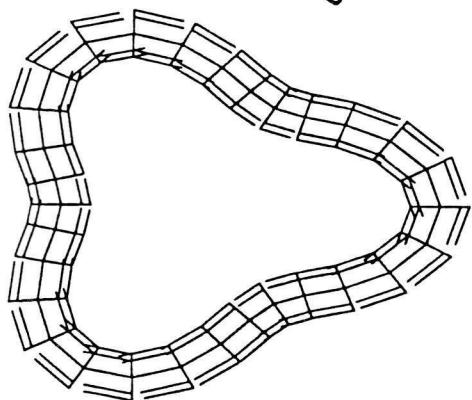
Les résultats en Blanc sur Fond noir sont les graphics obtenus avec explorer sur station Silicon Graphics.

vues de trefle : dt=2.5

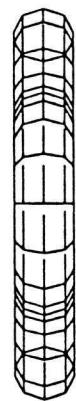


circul=5 para=0,03 m0=0 t20=1

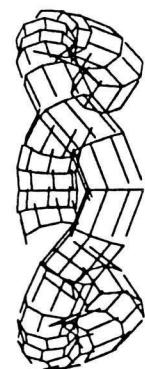
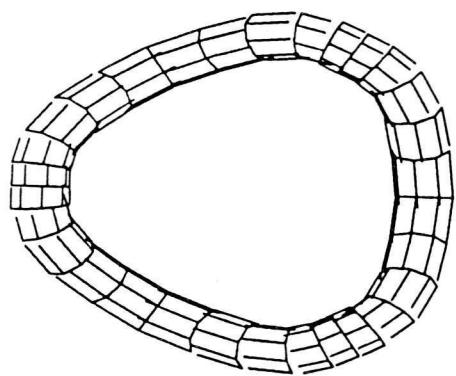
vue de gauche



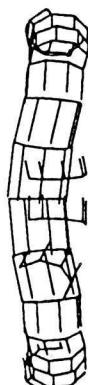
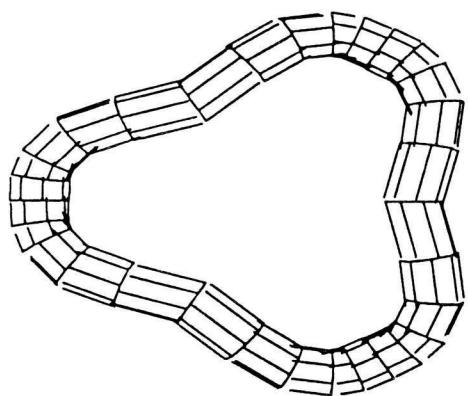
vue de droite



configuration 0

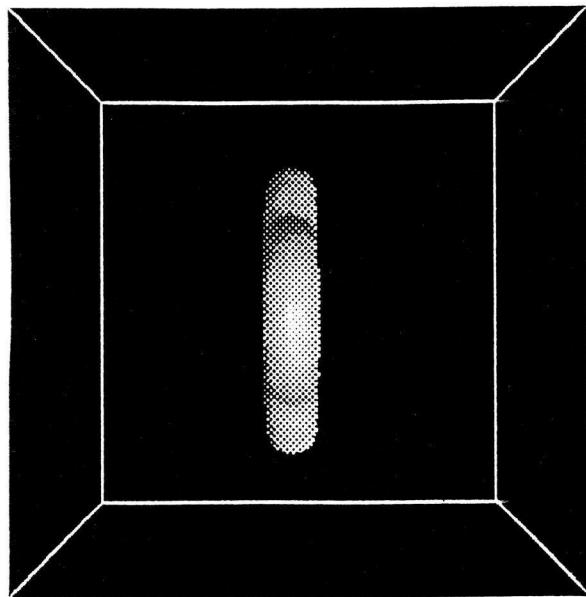


configuration 5

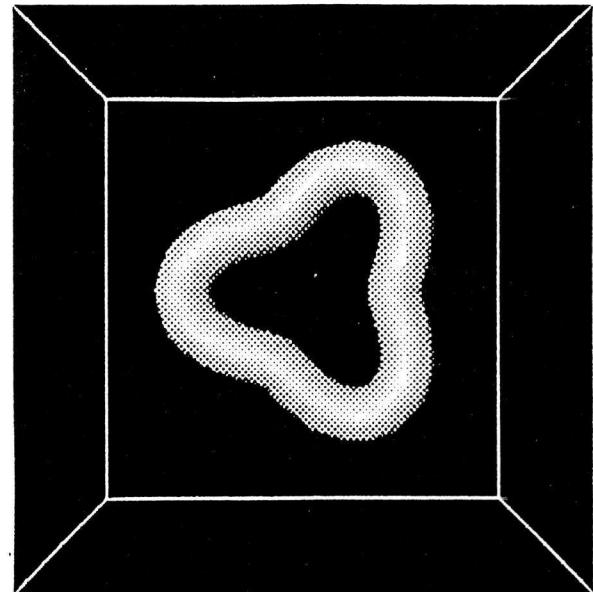


configuration 10

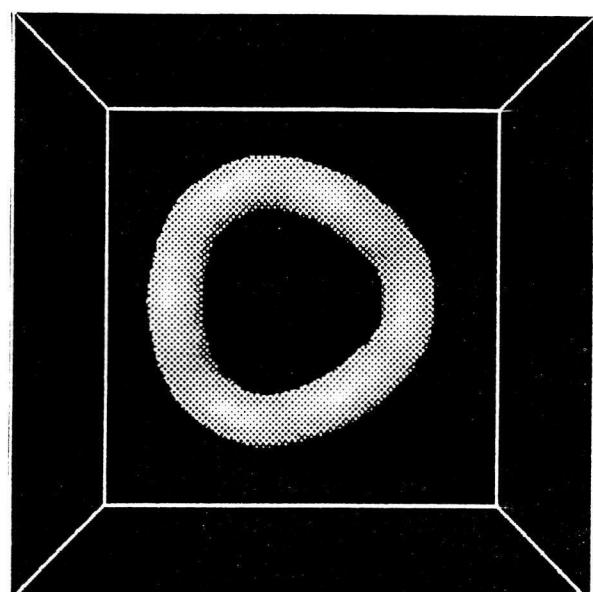
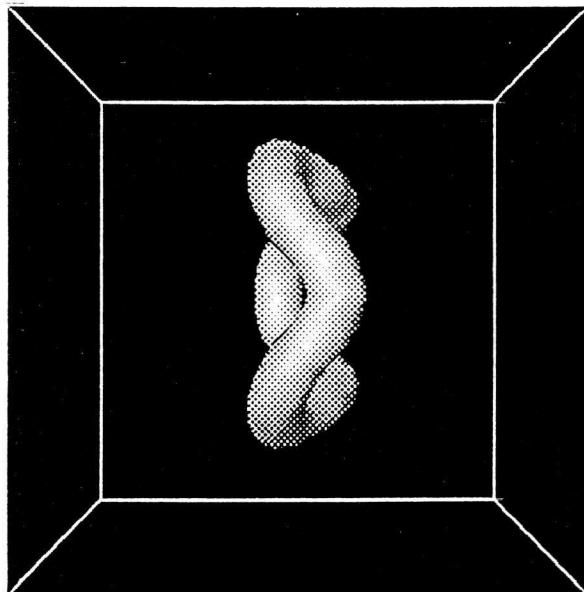
vue de gauche



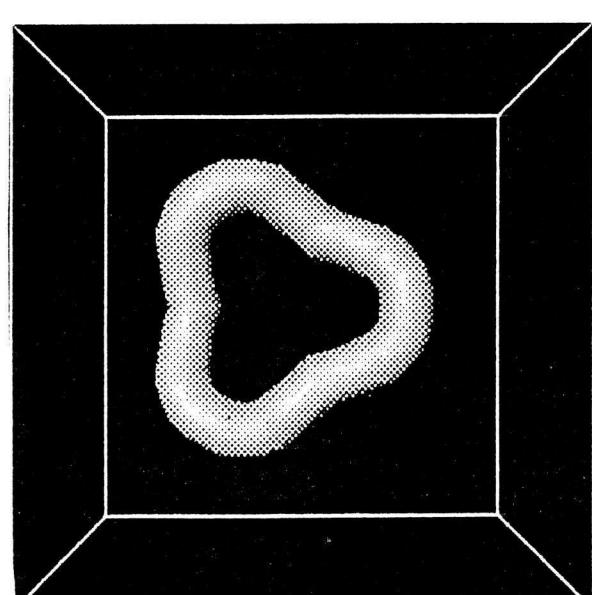
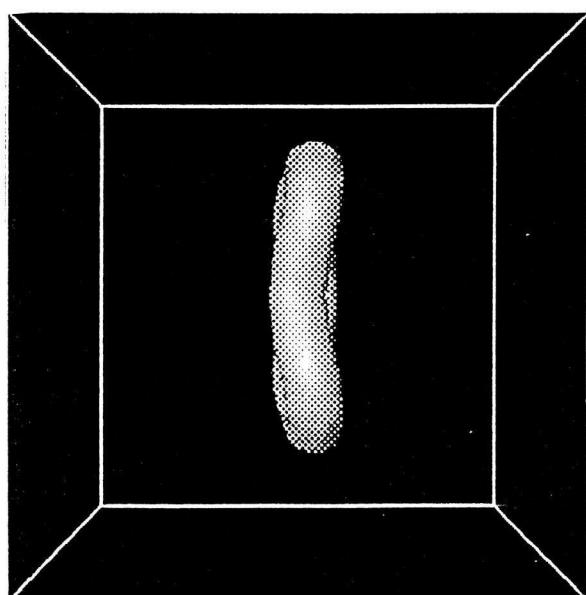
vue de droite



configuration 0

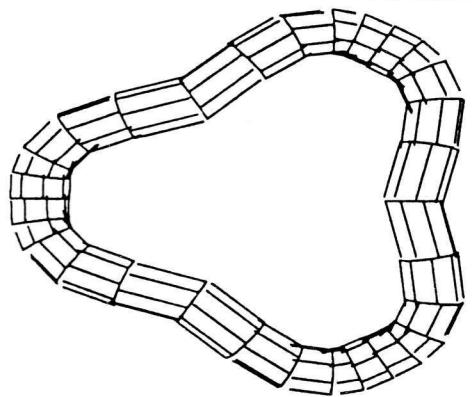


configuration 5

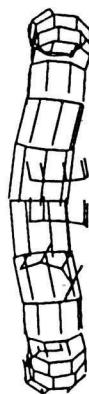


configuration 10

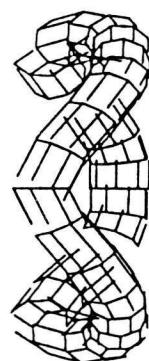
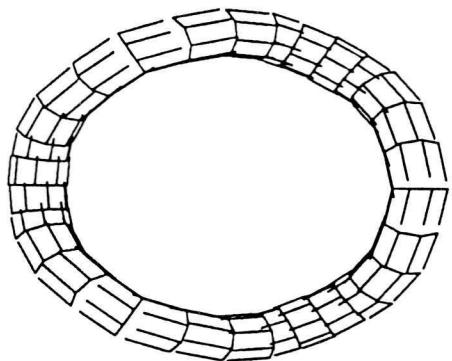
vue de gauche



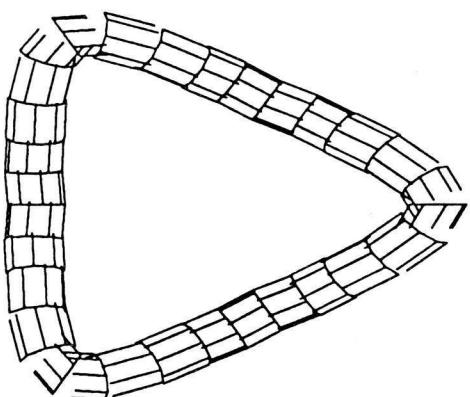
vue de droite



configuration 10

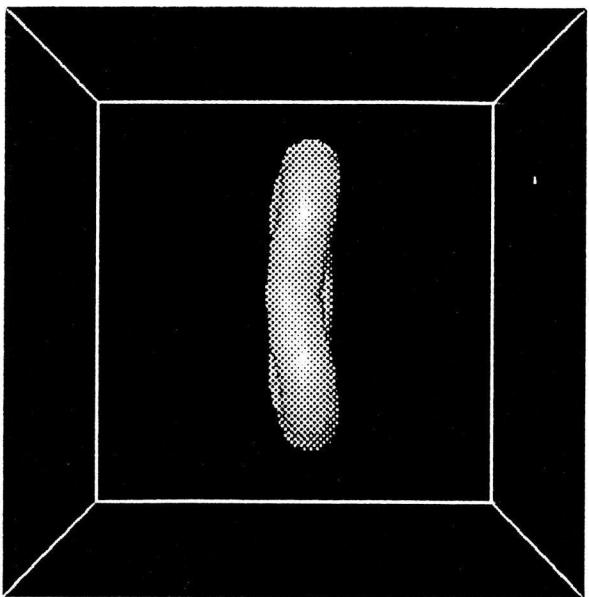


configuration 15

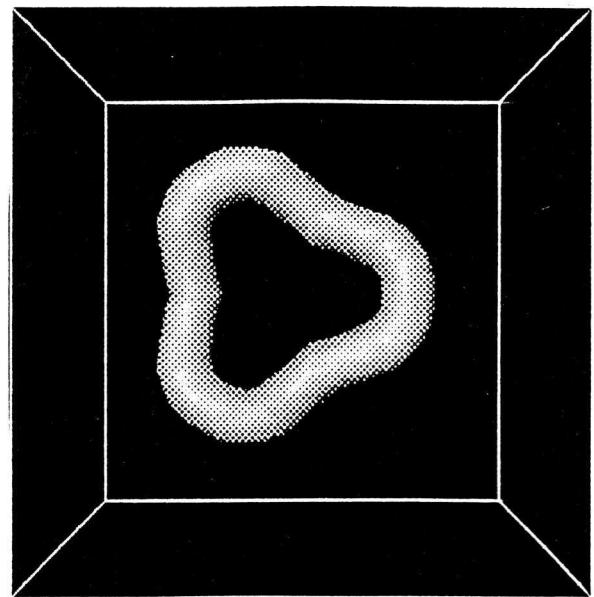


configuration 20

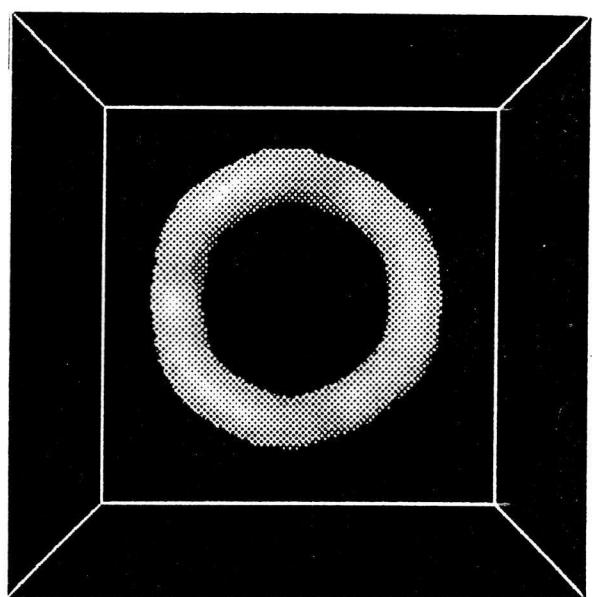
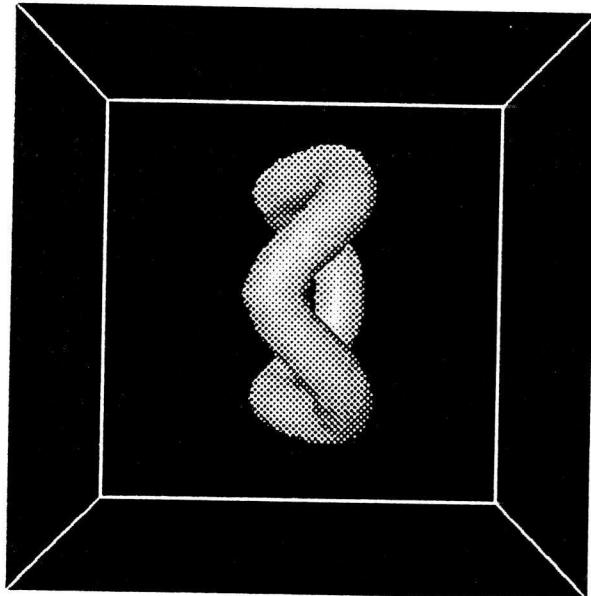
vue de gauche



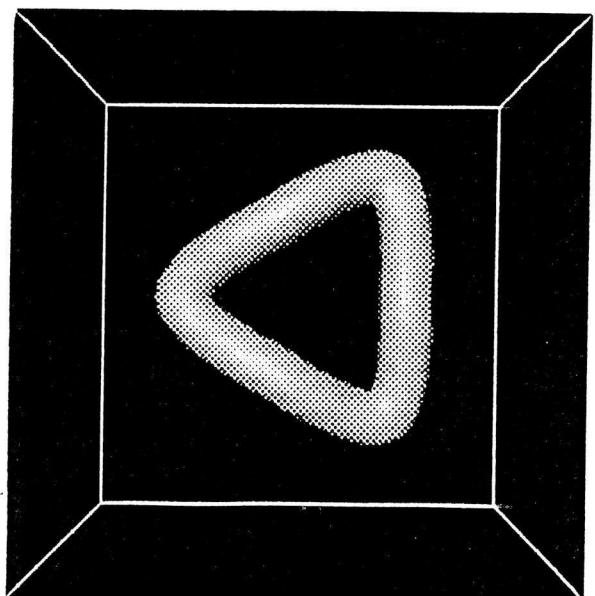
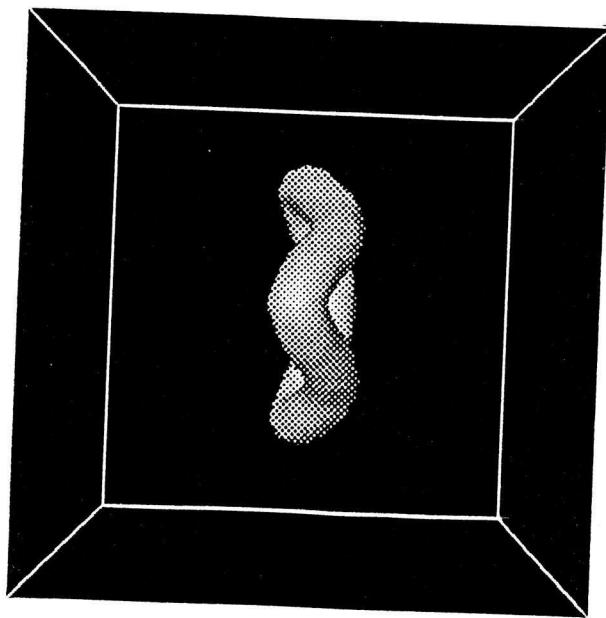
vue de droite



configuration 10



configuration 15



configuration 90

23 Le profil de Lissajou:

Le profil initial est celui de Lissajou avec :

$$\varepsilon = 0.03$$

$$m_0 = 0$$

$$r = 5$$

$$t_{10} = s_0$$

On observe un rapprochement des deux brins centraux.

Pour faire la simulation suivante, on a choisi :

$$N = 30$$

$$t = 5 \cdot 10^{-4}$$

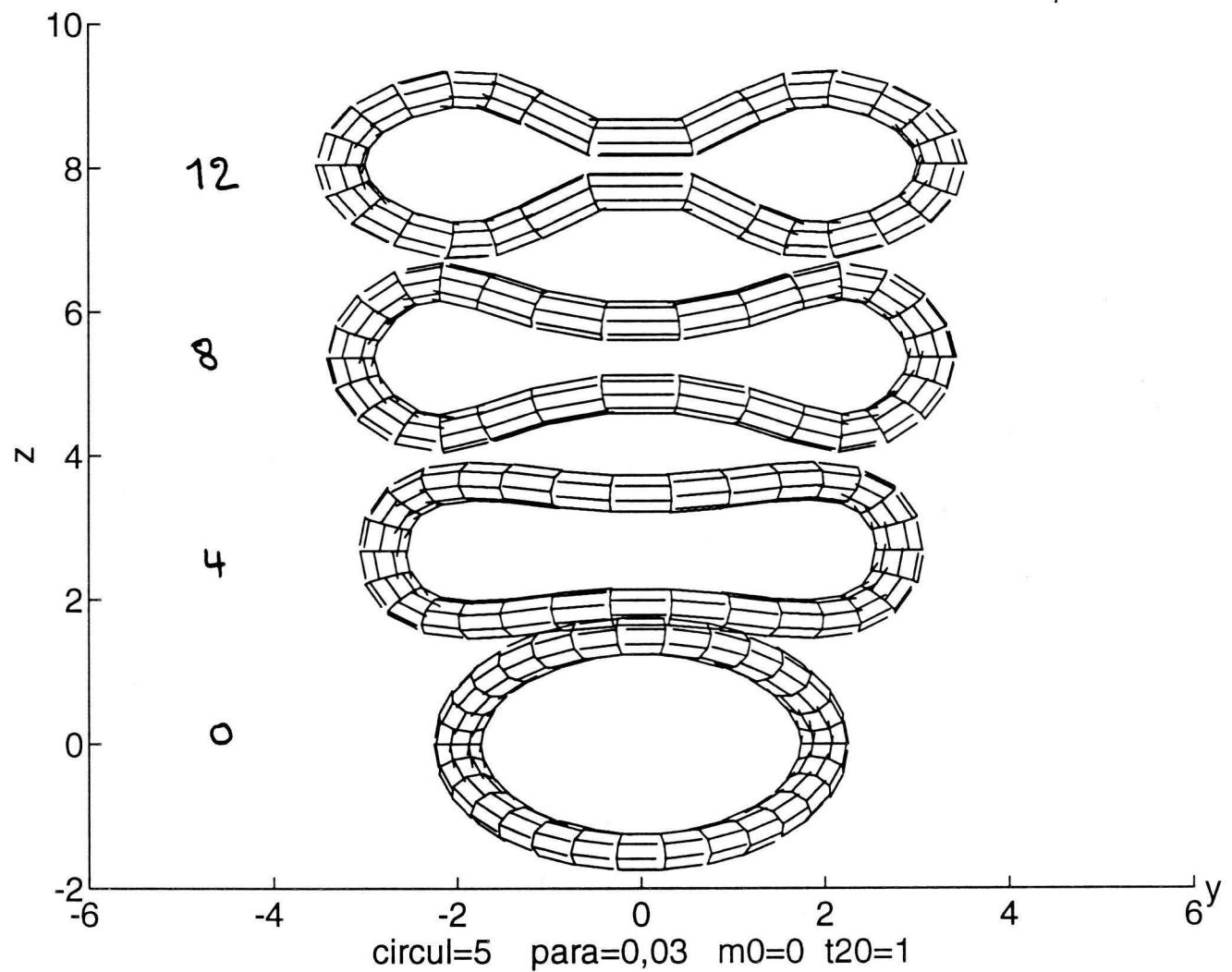
$$nbrdt = 9911$$

$$nbrconf = 17$$

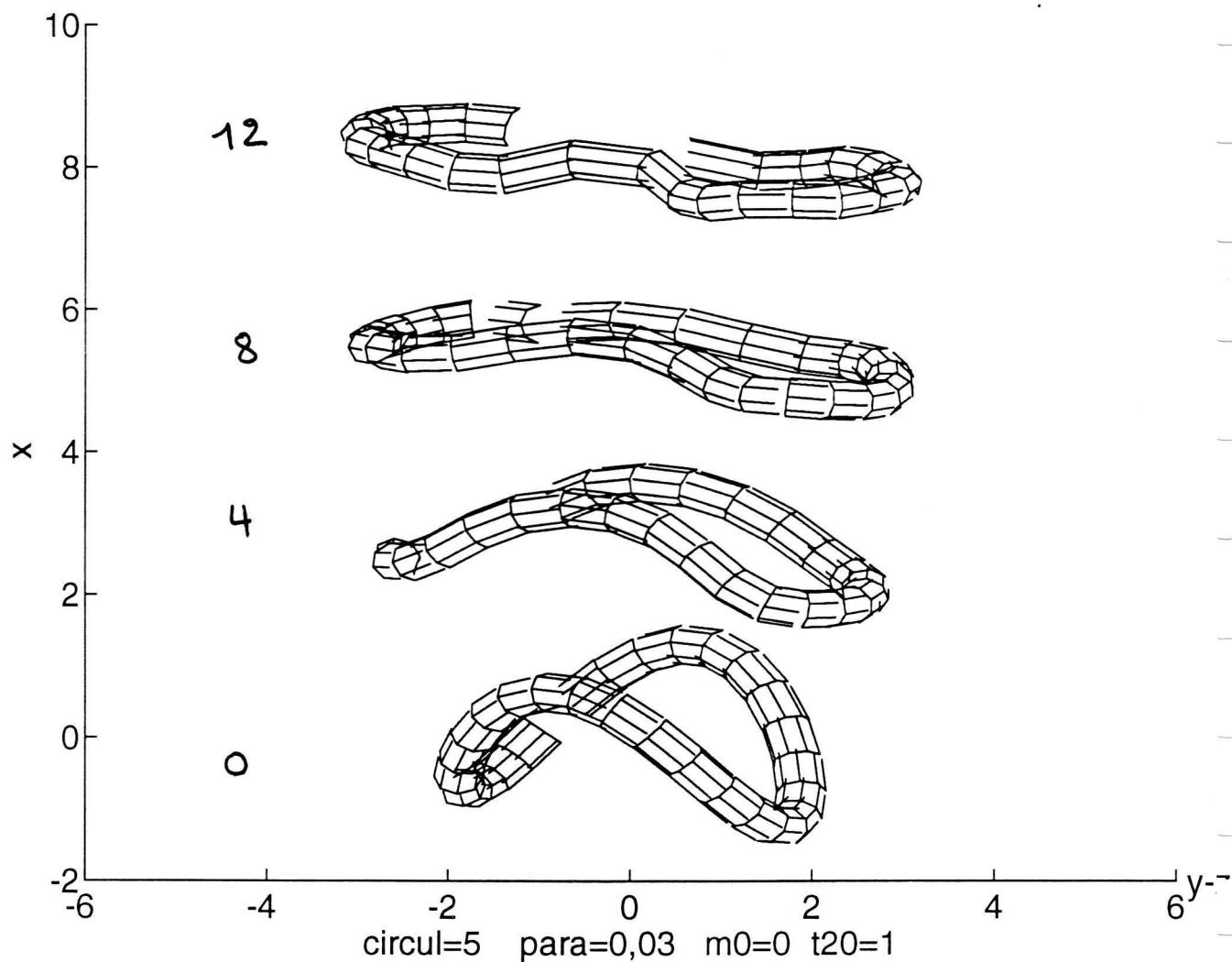
$$\epsilon = 10^{-3}$$

D'où un pas $dt = 0.2915$ entre deux clichés de configurations.

multivues de lissa: dt=0.2915



multivues de lissa: dt=0.2915



24 Deux anneaux circulaires côté à côté:

La configuration initiale est celle de deux anneaux circulaires côté à côté dans le plan (y,z).

- 1^{er} anneau:

cercle de centre $(0, -2.5, 0)$ et de rayon 1.5
 $\varepsilon(1) = 0.01$ $\Gamma(1) = 5$

$$m_0(1) = 0 \quad t_{10}(1) = s_0(1)$$

(choisir $\varepsilon(1)$ et $\Gamma(1)$ revient à choisir la viscosité).

- 2^{ème} anneau:

cercle de centre $(0, 2.5, 0)$ et de rayon 1.5

$$\varepsilon(2) = \varepsilon(1) \sqrt{\frac{|\Gamma(1)|}{|\Gamma(2)|}} \quad \Gamma(2) = 5$$

$$m_0(2) = 0 \quad t_{10}(2) = s_0(2)$$

On observe une inclinaison et un rapprochement des deux anneaux.

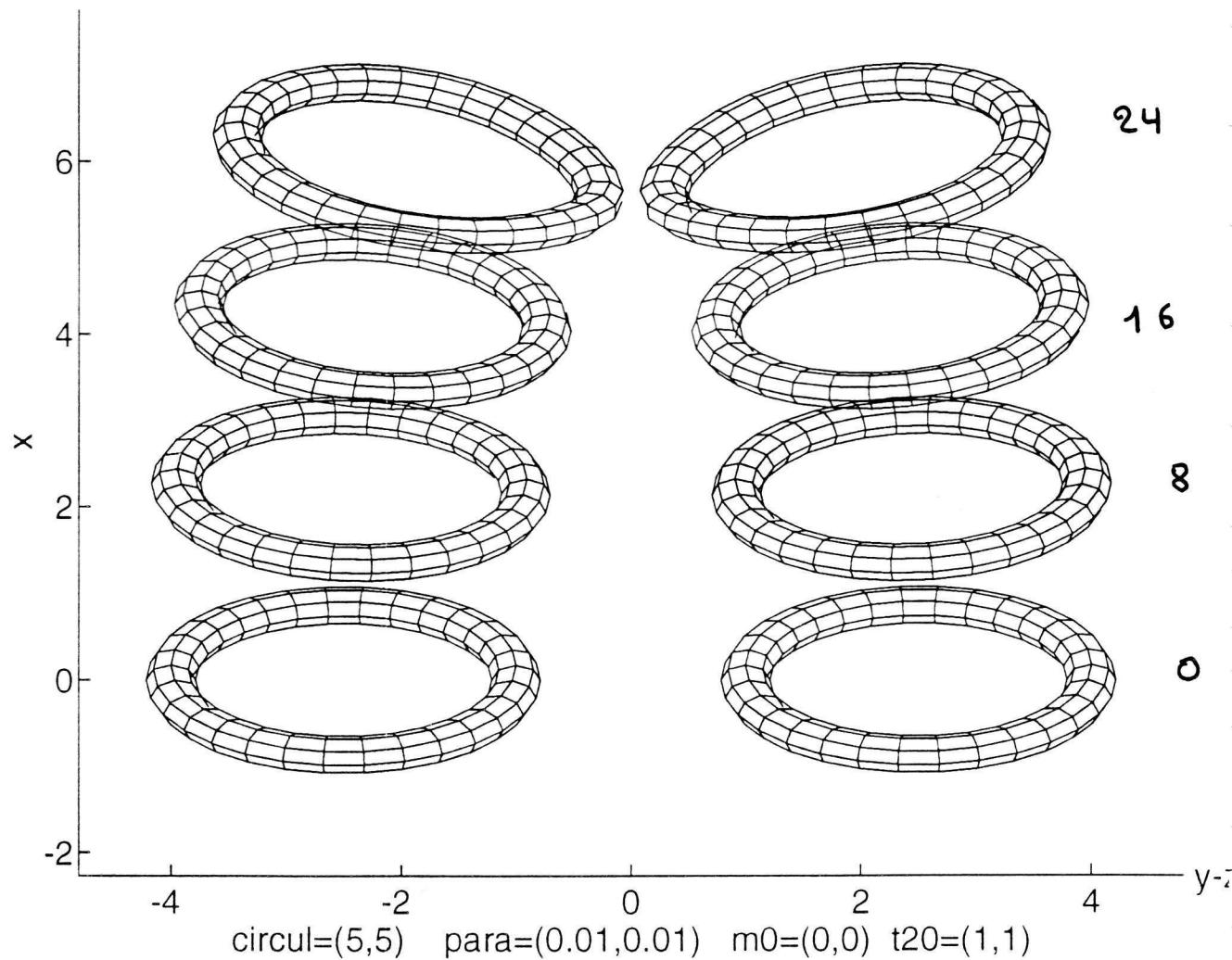
Pour faire la simulation, on a choisi:

$$N = 20 \quad t = 0.02 \quad nbndt = 350$$

$$nbrconf = 25 \quad epsi = 10^{-3}$$

D'où un pas $dt = 0.28$ entre deux clichés de configurations.

vue des anneaux cotes a cotes : dt=0.28



25 Deux anneaux Face à Face :

La configuration initiale est celle de deux anneaux circulaires parallèles au plan (y_3). Ils se font Face, tout en étant plus ou moins décalés.

On a choisi trois configurations de décalage que l'on nomme : Face 1, Face 2 et Face 3.

25.1 Face 1 :

- 1^{er} anneau :

cercle de centre $(-0.25, -0.375, 0)$ et de rayon 1.5

$$\varepsilon(1) = 0.01 \quad \Gamma(1) = 5$$

$$m_0(1) = 0 \quad t_{10}(1) = s_0(1)$$

- 2^{ième} anneau :

cercle de centre $(0.25, 0.375, 0)$ et de rayon 1.5

$$\varepsilon(2) = \varepsilon(1) \sqrt{\left| \frac{\Gamma(1)}{\Gamma(2)} \right|} \quad \Gamma(2) = -5$$

$$m_0(2) = 0 \quad t_{10}(2) = s_0(2)$$

Pour faire la simulation, on a choisi :

$$N = 30 \quad t = 0.01/5 \quad \text{nbrdt} = 22 * 5 \\ \text{nbrconf} = 11 \quad \epsilon = 10^{-3}$$

D'où un pas $dt = 0.02$ entre deux clichés de configurations.

252 Face 2:

Même situation que Face 1 si ce n'est que les centres des anneaux changent:

- 1^{er} anneau:

cercle de centre $(-0.25, -1.3, 0)$

- 2^{ième} anneau:

cercle de centre $(0.25, 1.30, 0)$

Pour faire la simulation, on a choisi:

$$N = 30 \quad t = 0.01/5 \quad \text{nbrdt} = 24 * 5$$

$$\text{nbrconf} = 24 \quad \epsilon_{\text{psi}} = 10^{-3}$$

D'où un pas $dt = 0.01$ entre deux clichés de configurations.

253 Face 3:

Même situation que Face 1 si ce n'est que les centres des anneaux changent:

- 1^{er} anneau:

cercle de centre $(-0.25, -1.375, 0)$

- 2^{ième} anneau:

cercle de centre $(0.25, 1.375, 0)$

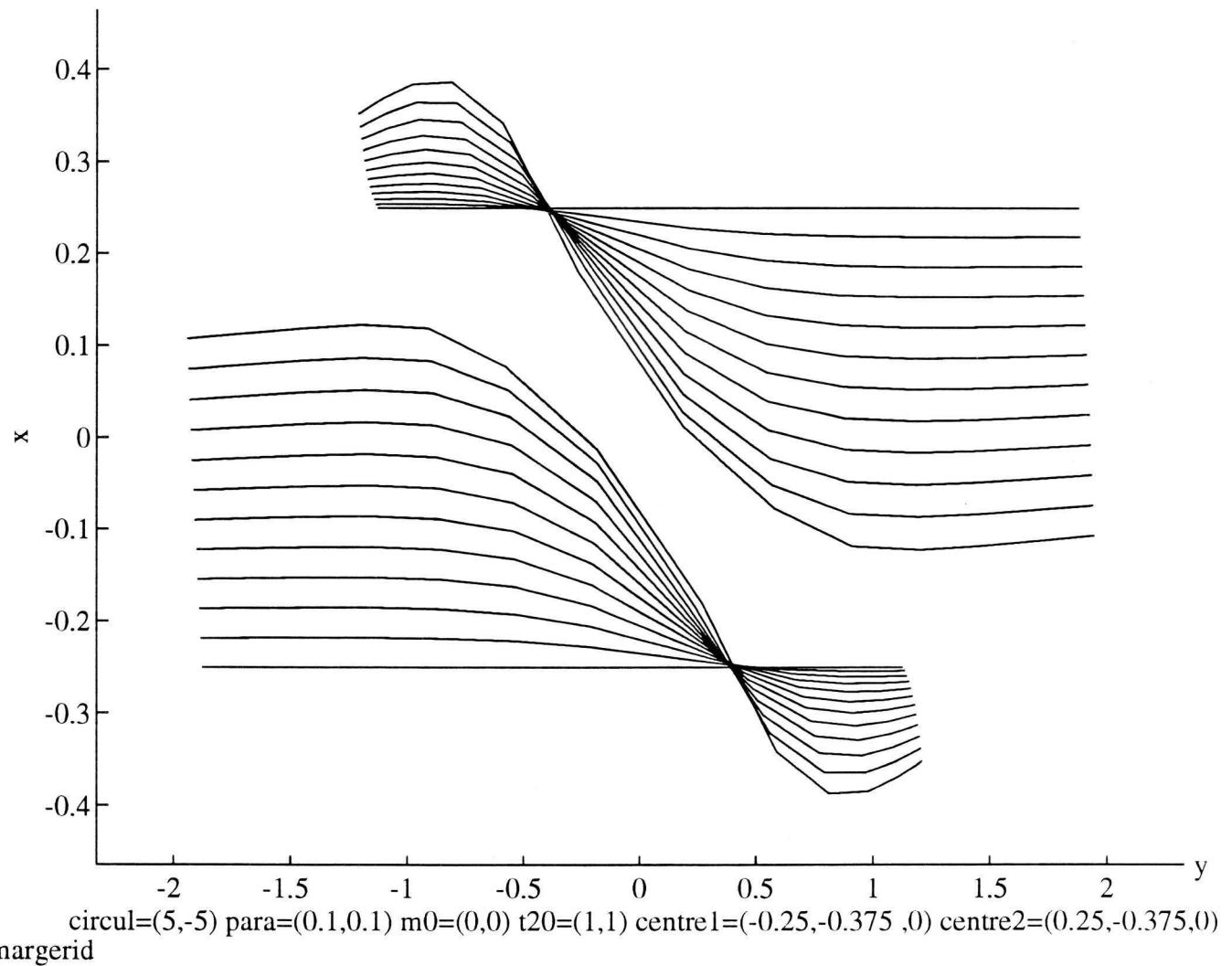
Pour faire la simulation, on a choisi:

$$N = 30 \quad t = 0.01/5 \quad \text{nbrdt} = 32 * 5$$

$$\text{nbrconf} = 20 \quad \epsilon_{\text{psi}} = 10^{-3}$$

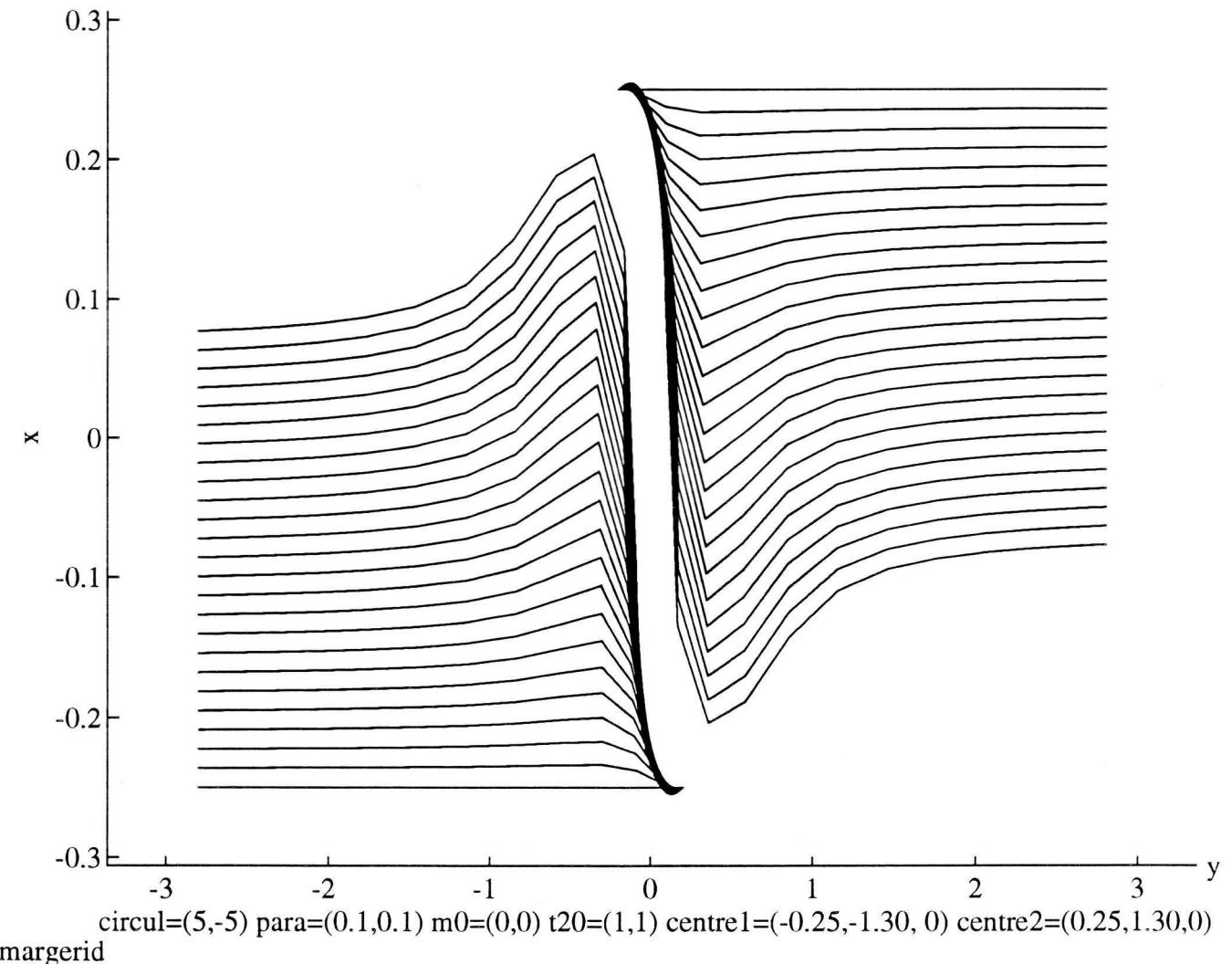
D'où un pas $dt = 0.016$ entre deux clichés de configurations.

Face 1
vues des anneaux : dt=0.02



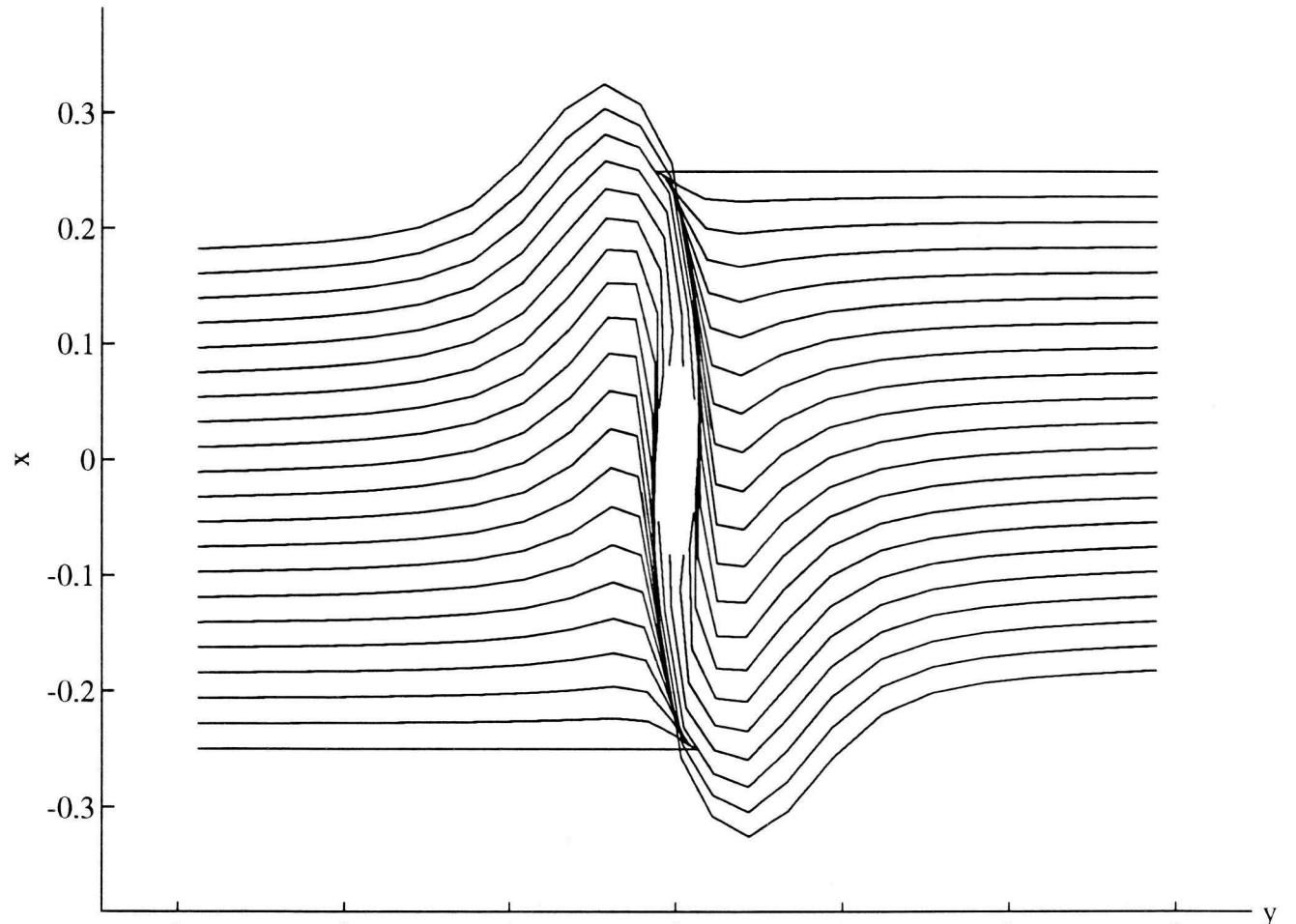
Face 2

vues des anneaux : dt=0.01



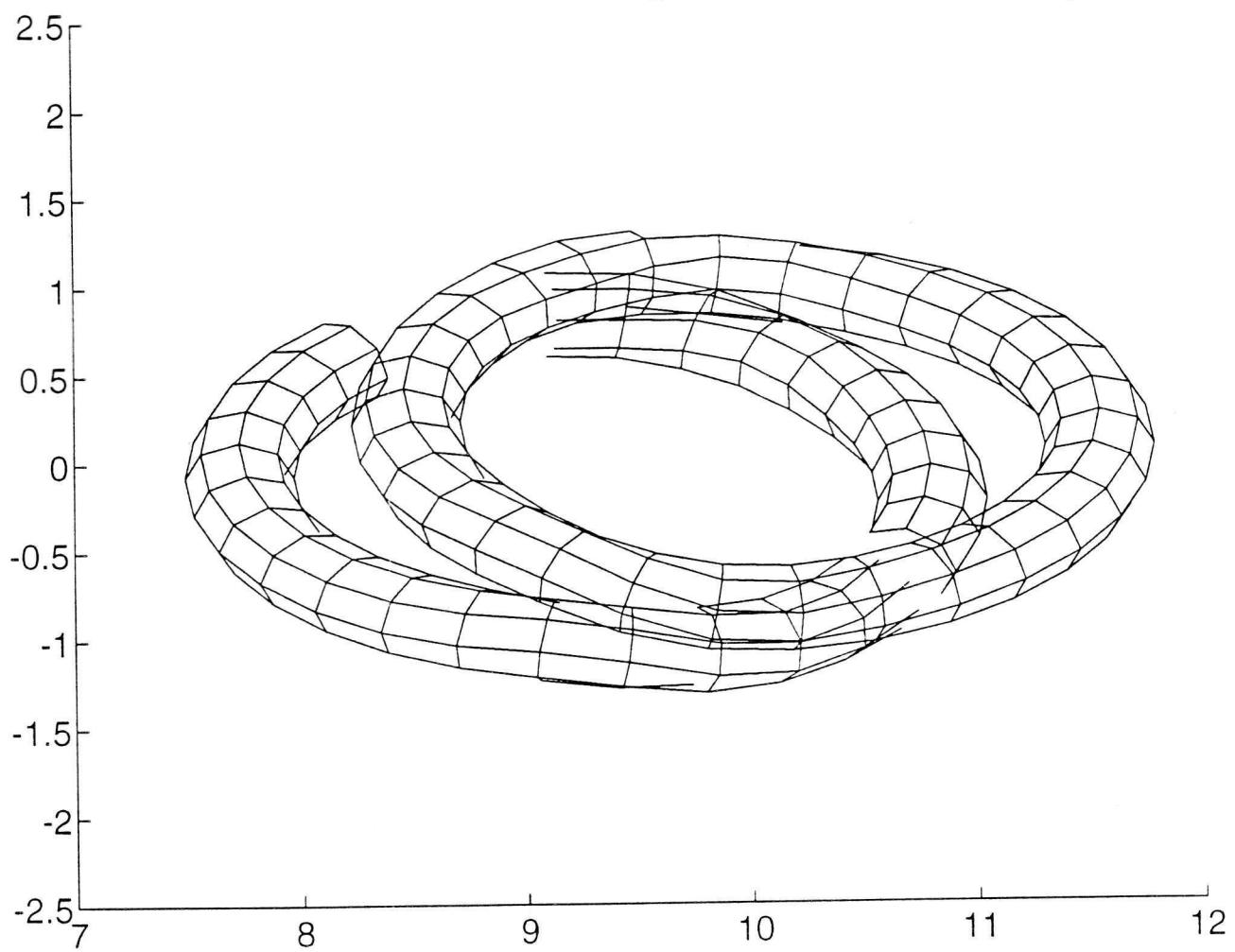
face3

multivues des anneaux : dt=0.016

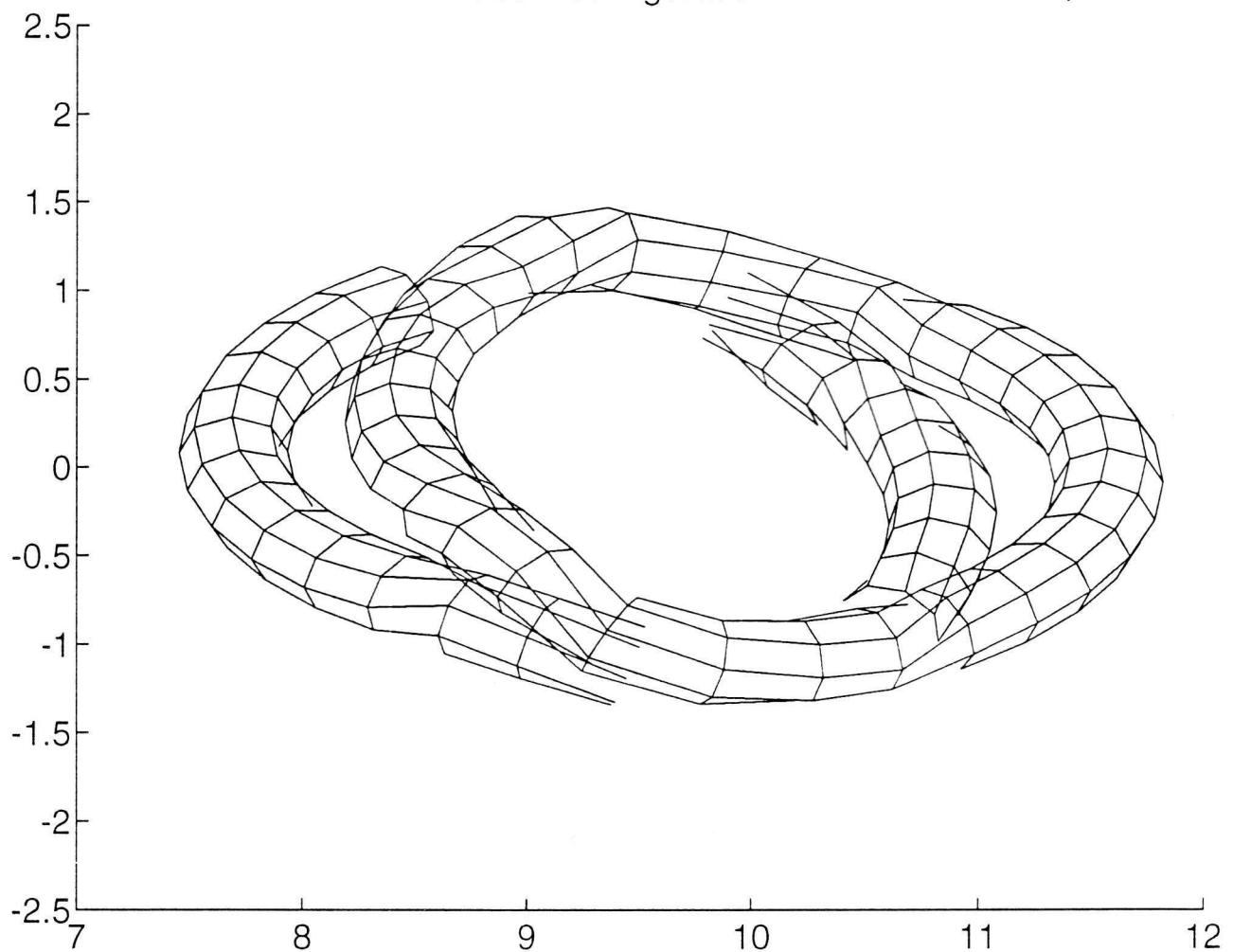


circul=(5,-5) para=(0.1,0.1) m0=(0,0) t20=(1,1) centre1=(-0.25,-1.375 ,0) centre2=(0.25,1.375,0)
margerid

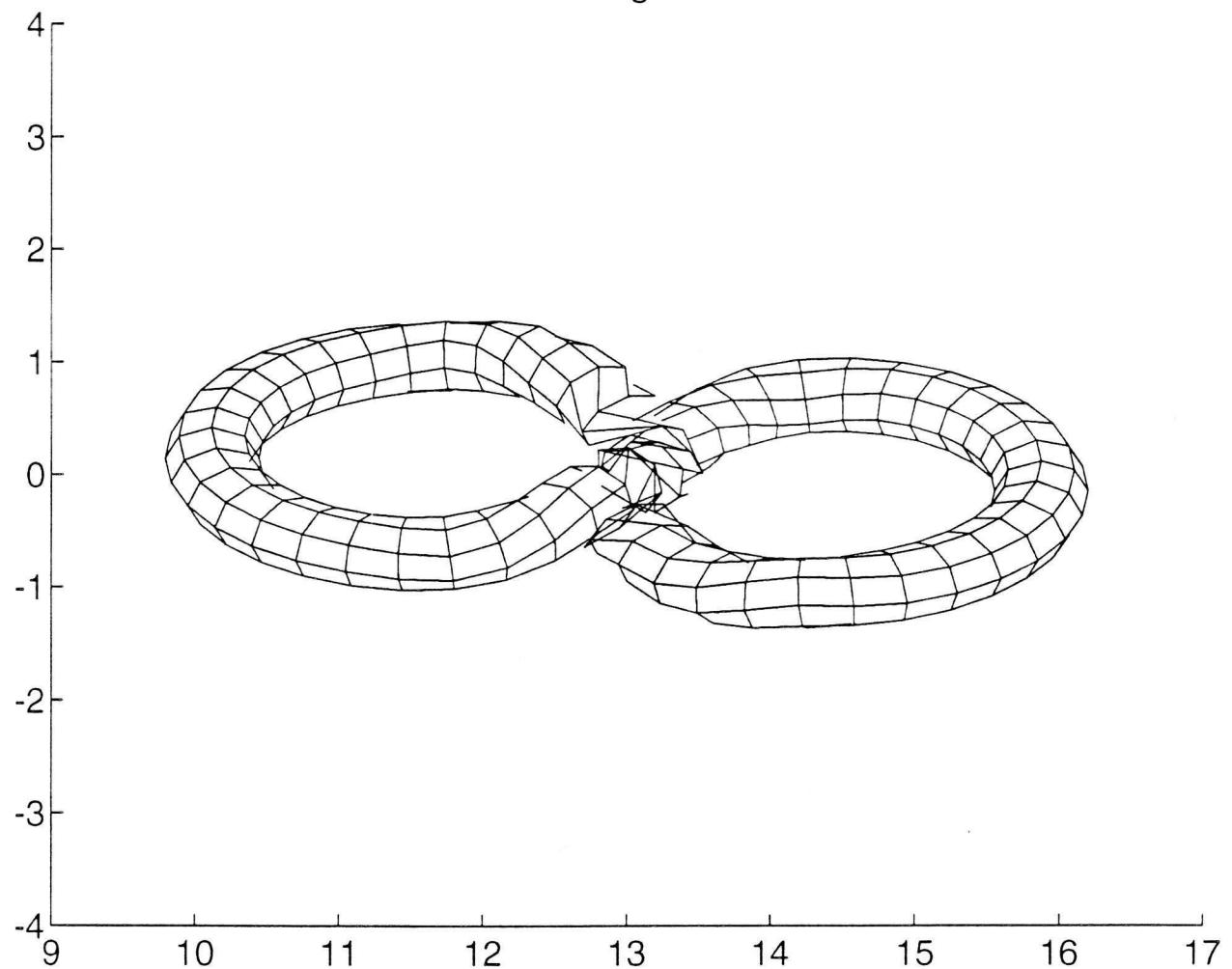
face 1 configuration 5



face 1 configuration 11



face 3 configuration 20



26 Deux anneaux enlacés:

La configuration initiale est celle de 2 anneaux circulaires enlacés.

- 1^{er} anneau:

cercle du plan (y_3) de centre $(0, 0, 0)$ et de rayon 1.5

$$\varepsilon(1) = 0.01 \quad \Gamma(1) = +5$$

$$m_0(1) = 0 \quad t_{10}(1) = s_0(1)$$

- 2^{ième} anneau:

cercle du plan (xy) de centre $(0, -1.5, 0)$ et de rayon 1.5

$$\varepsilon(2) = \varepsilon(1) \sqrt{\frac{\Gamma(1)}{\Gamma(2)}} \quad \Gamma(2) = +5$$

$$m_0(2) = 1 \quad t_{10}(1) = s_0(1)$$

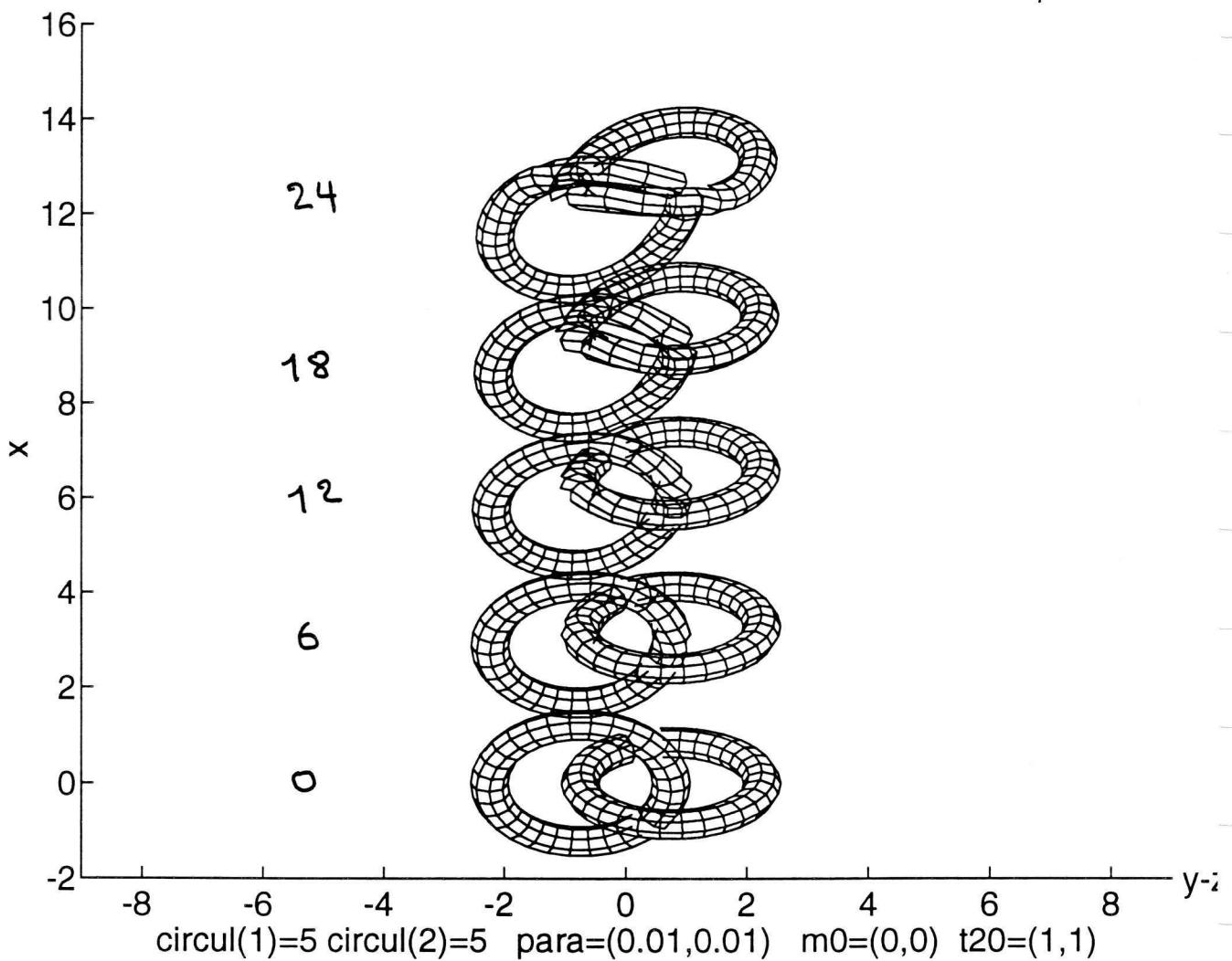
Pour faire la simulation, on a choisi :

$$N = 30 \quad t = 0.02 \quad \text{nbrdt} = 64$$

$$\text{nbrconf} = 24 \quad \epsilon = 10^{-3}$$

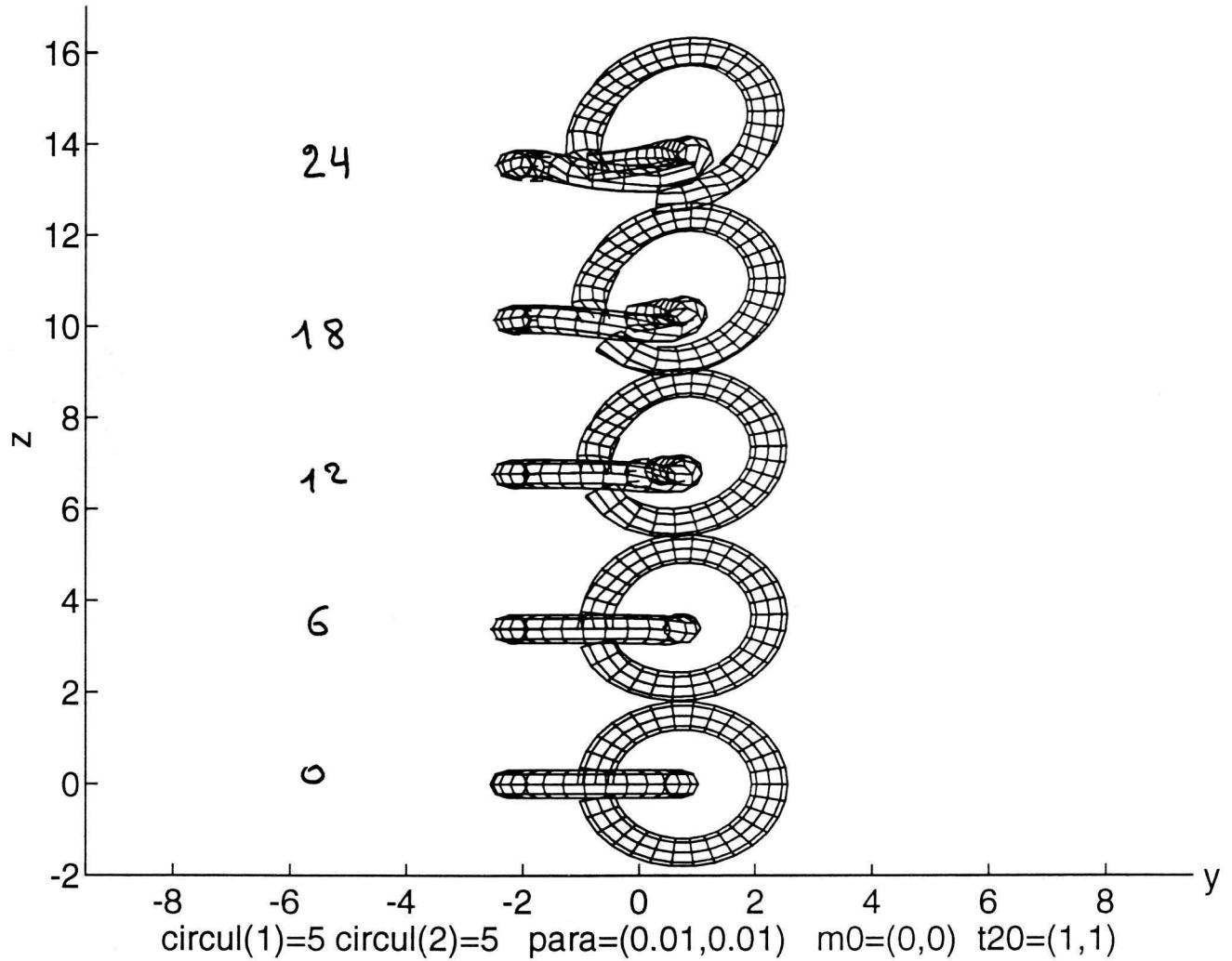
D'où un pas $dt = 0.04$ entre 2 clichés de configurations.

multivues d'anneaux enlacés: dt=0.04



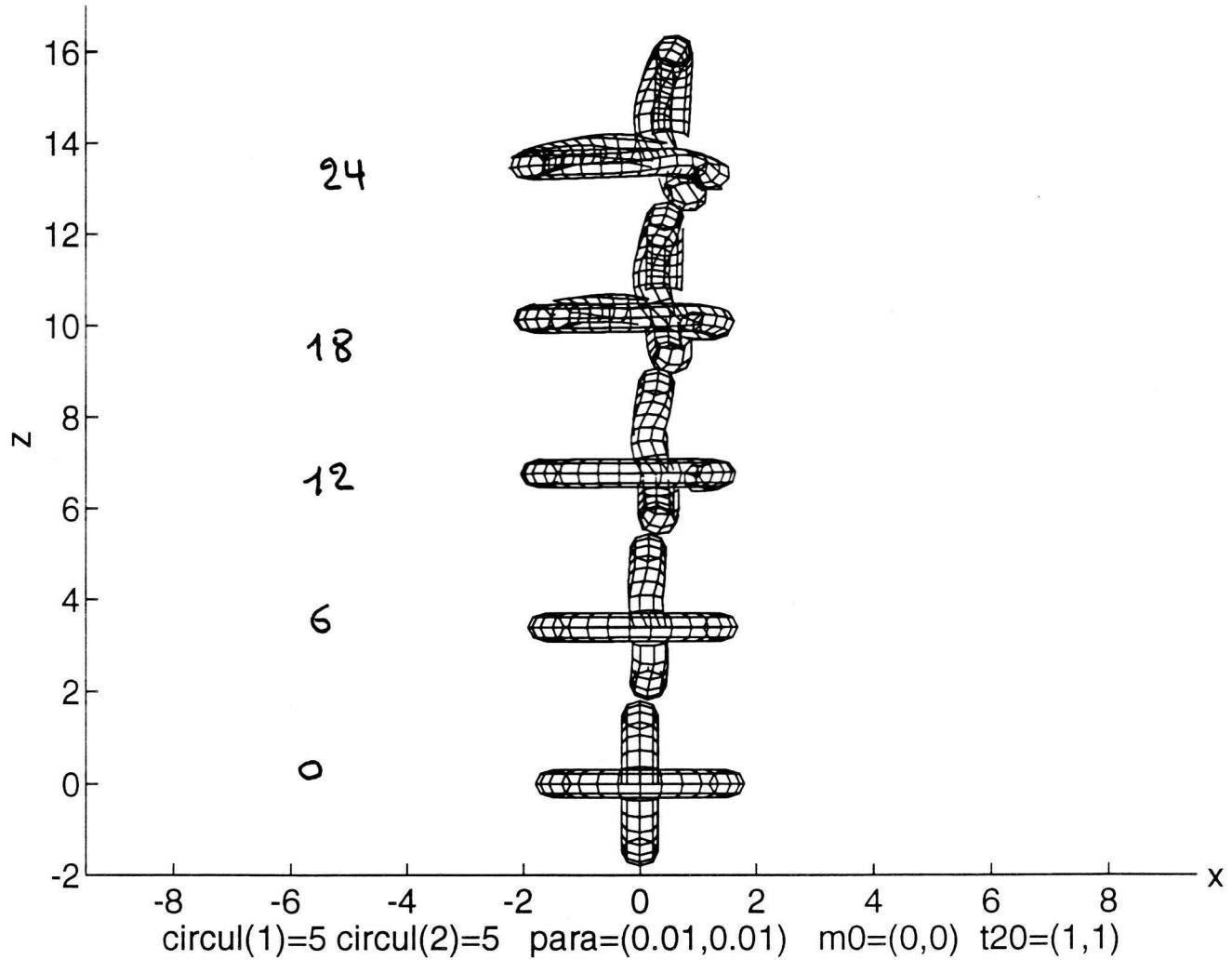
circul(1)=5 circul(2)=5 para=(0.01,0.01) m0=(0,0) t20=(1,1)

multivues d'anneaux enlacés: dt=0.04

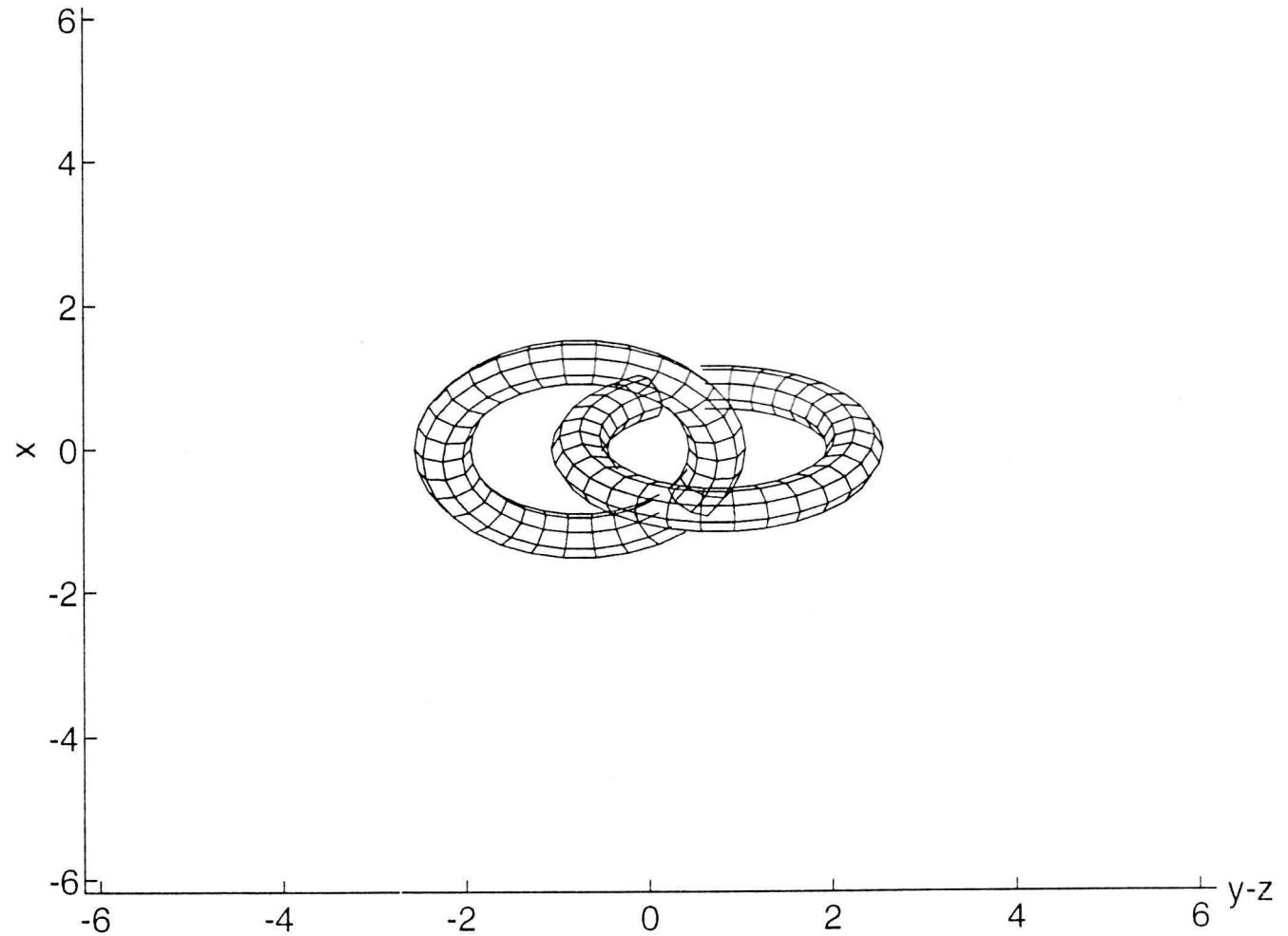


circul(1)=5 circul(2)=5 para=(0.01,0.01) m0=(0,0) t20=(1,1)

multivues d'anneaux enlacés: dt=0.04



configuration initiale



configuration 24

