

```
% phd.m
%
% author: Cecilia
% date: 09/08/05

load THESIS_TOPIC

while (funding==true)
  data = run_experiment(THESIS_TOPIC);
  GOOD_ENOUGH = query(advisor);
  if (data > GOOD_ENOUGH)
    graduate();
    break
  else
    THESIS_TOPIC = new();
    years_in_gradschool += 1;
  end
end
```



www.phdcomics.com



INTRODUCTION A GNU OCTAVE

Ph. Truillet

Juillet 2021, v. 1.4

GNU ?

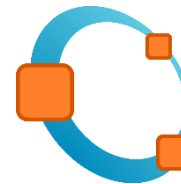


GNU est l'acronyme récursif **GNU's Not Unix**

C'est un système d'exploitation constitué de logiciels libres (i.e. respecte la liberté des utilisateurs). Il comprend des logiciels GNU et des logiciels libres publiés par des tiers.

Un **logiciel libre** est un logiciel que les utilisateurs sont libres d'exécuter, de copier, de distribuer, d'étudier, de modifier et d'améliorer

GNU Octave fait partie de cette catégorie !



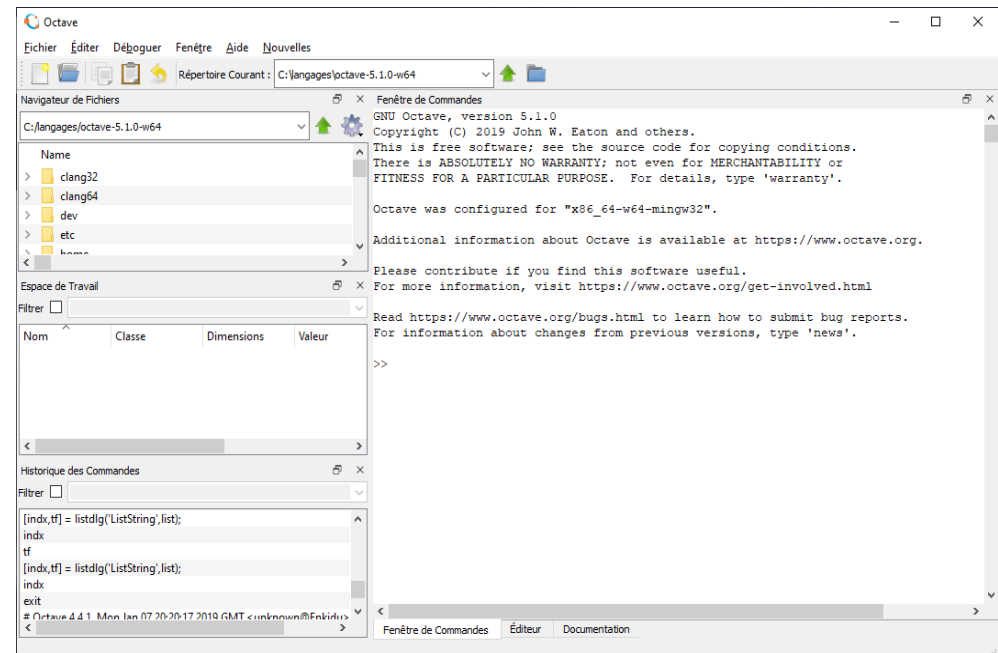
Lien : <https://www.gnu.org>

OÙ OBTENIR GNU OCTAVE

Vous pouvez le télécharger (gratuitement) depuis :

- <https://www.gnu.org/software/octave> (Download ...)

- Version au 11 juillet 2021 : **6.3.0**





MATLAB



GNU OCTAVE

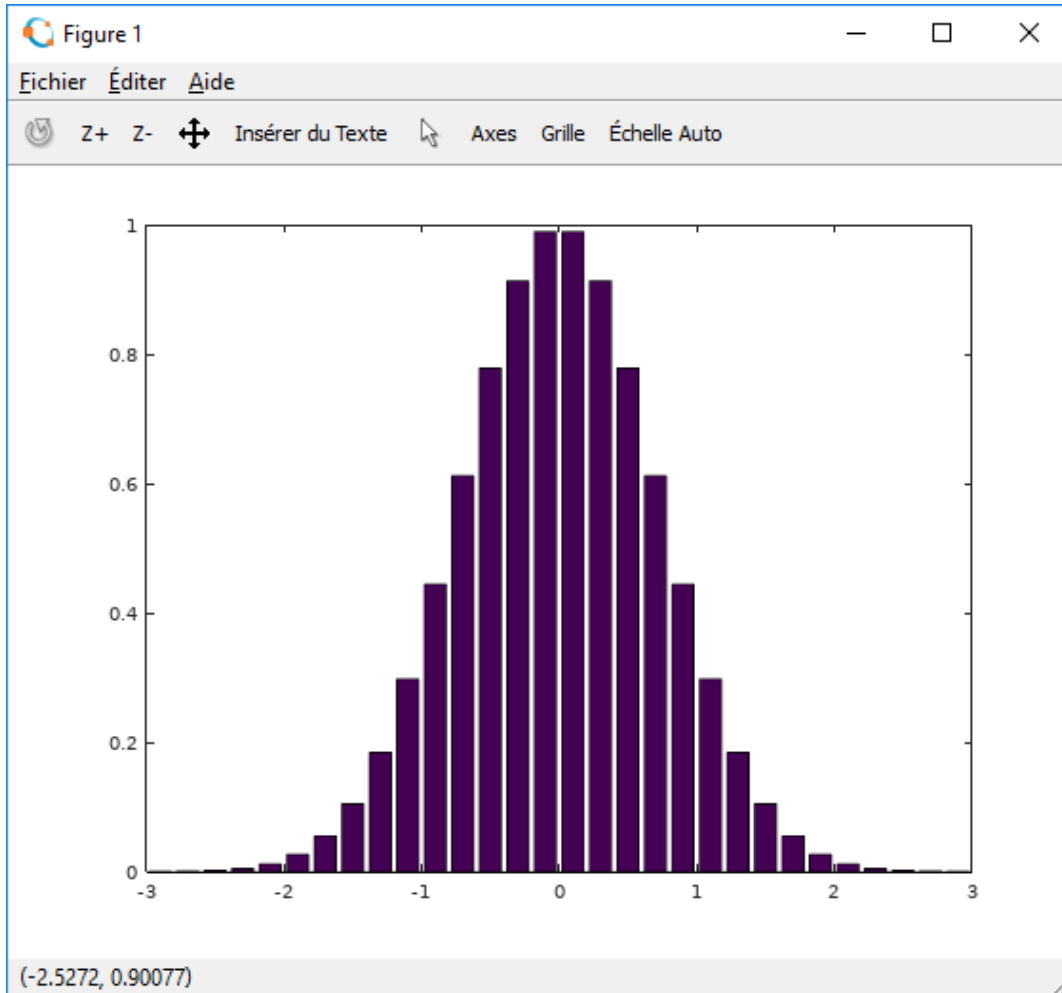
meme-arcaditu

GNU OCTAVE, C'EST QUOI ?

C'est la version libre de **Matlab** (acronyme pour **MATrix LABoratory**)

- un langage interprété (comme **Python**) compatible Matlab
- de multiples possibilités de visualisation
- de nombreuses fonctions mathématiques embarquées (notamment pour la manipulation de matrices)
- facile à apprendre et simple à utiliser !

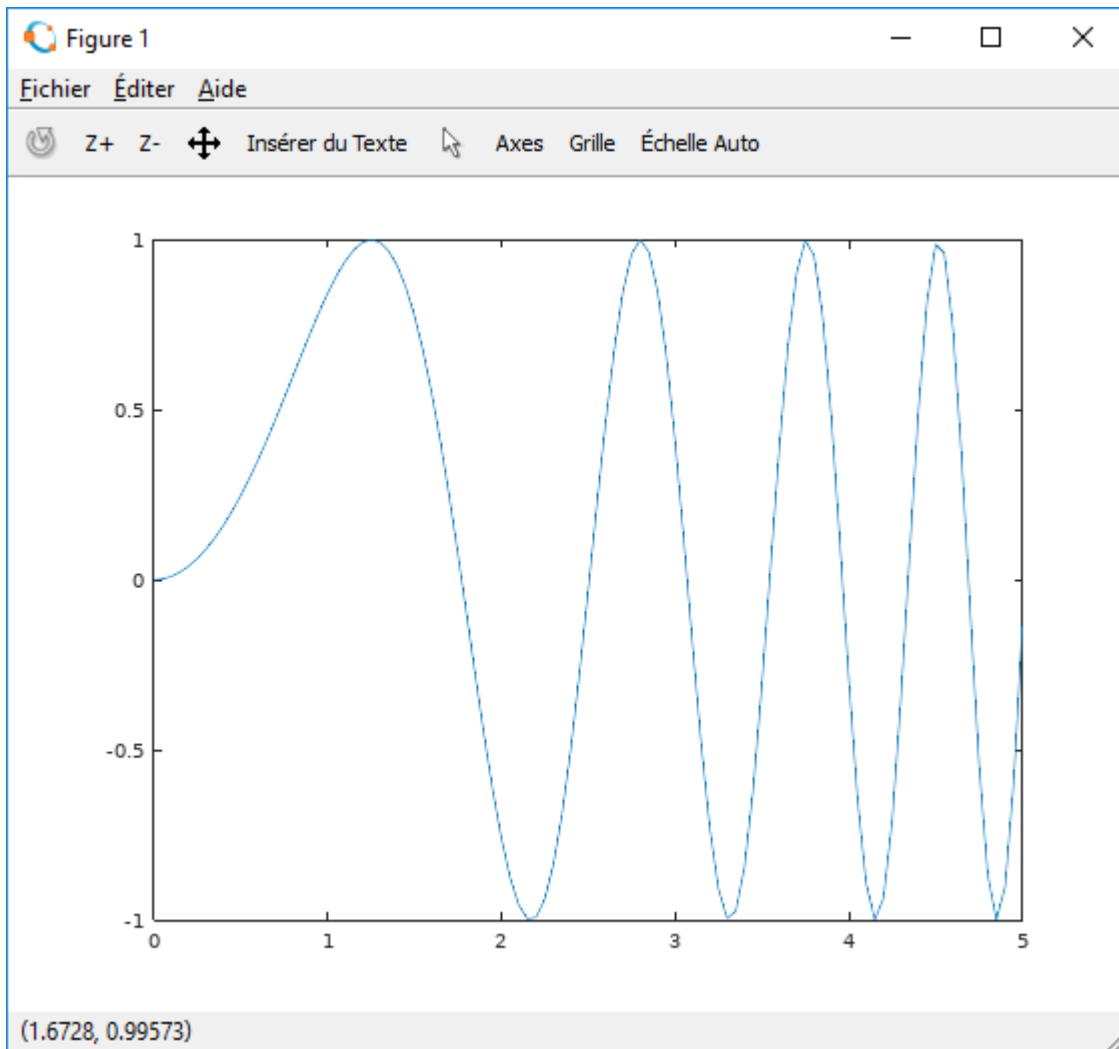
QUELLES VISUALISATIONS ?



Des barres

```
x = -2.9:0.2:2.9;  
bar(x,exp(-x.*x));
```

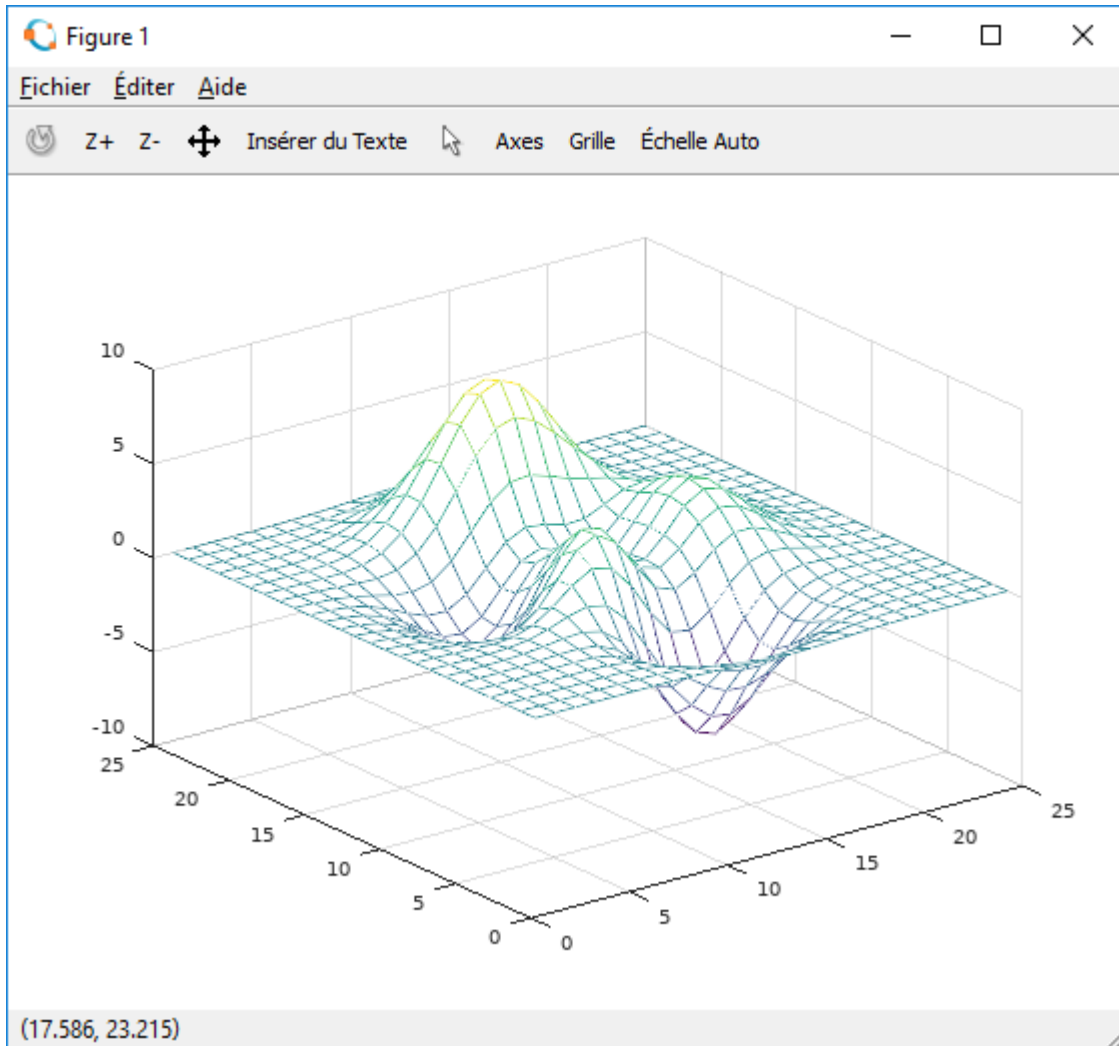
QUELLES VISUALISATIONS ?



Des fonctions mathématiques

```
x=0:0.05:5;  
y=sin(x.^2);  
plot(x,y);
```

QUELLES VISUALISATIONS ?



Des fonctions 3D

```
z=peaks(25);  
mesh(z);
```

QUELLES VISUALISATIONS ?

Et plein d'autres choses ... comme :

- l'affichage de séries
- l'affichage de plusieurs fonctions dans une fenêtre,
- des multi-vues
- l'affichage d'équations différentielles,
- etc...

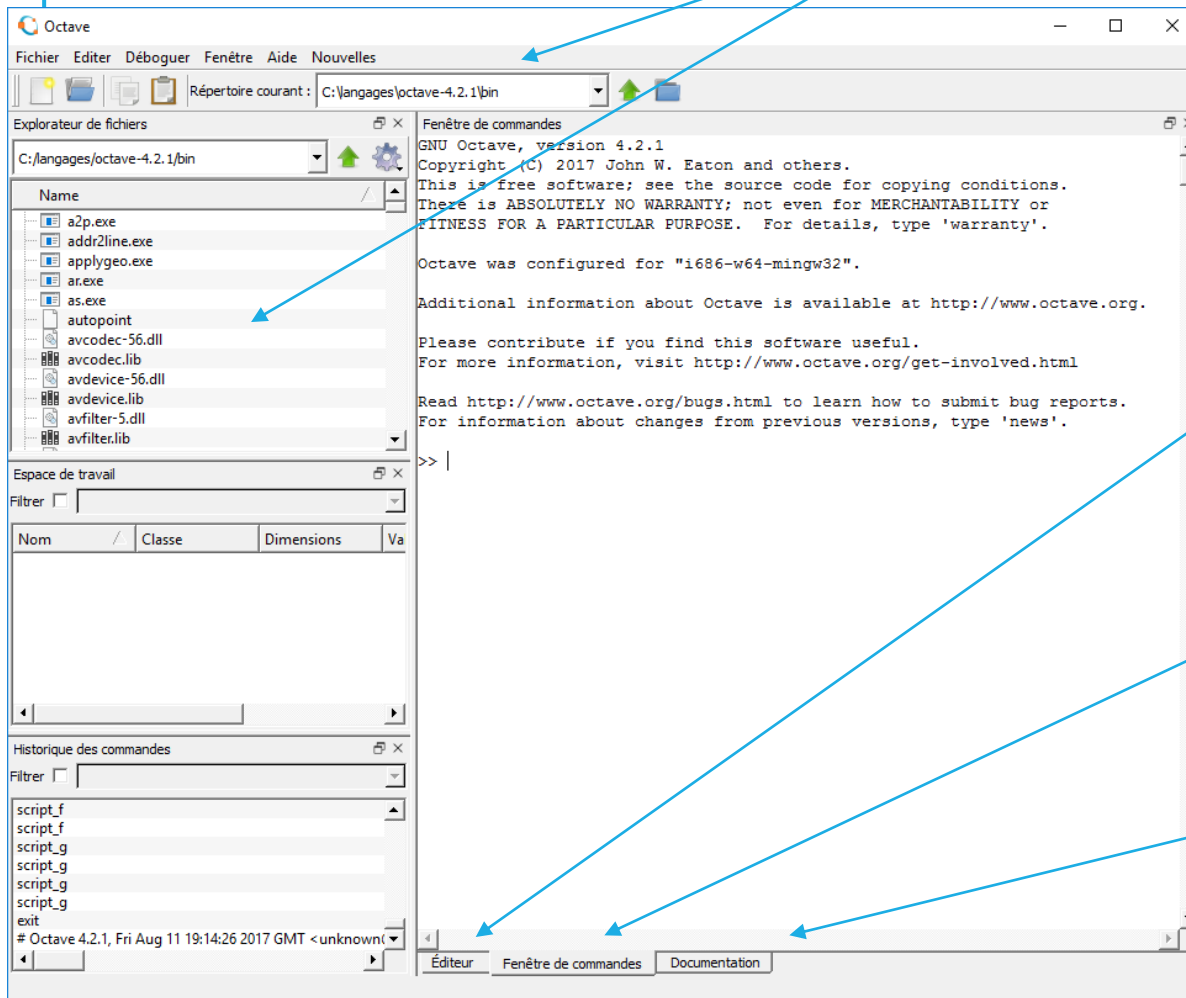
GNU OCTAVE

Le répertoire courant utilisé (**TRES UTILE !**)

L'éditeur de texte
(pour écrire des scripts
ou des fonctions)

La fenêtre de commandes

L'aide du logiciel



LES VARIABLES

Il n'est pas nécessaire de déclarer ses variables 😊 ni de les initialiser avant usage !

Il suffit de s'en servir quand on en a besoin !

>>

>> a=12; % la variable a contient la valeur 12

“Prompt”
GNU
Octave

Opérateur
d'assignation

Supprime
l'affichage du
résultat de
l'opération

Commentaire



Essayer de taper la même chose sans le ; de la fin

LES VARIABLES

Les types manipulés sont nombreux dont les plus courants :

- Les booléens `true (1) et false (0)`
- Les entiers `12`
- Les « flottants » `12.1`
- Les nombres complexes `2+12*i (ou 2+12*j)`
- Les caractères `'a'`
- Les chaînes de caractères `"a" (attention 'a' ≠ "a")`
- (et d'autres que l'on va étudier par ailleurs)

Par ailleurs, GNU Octave définit l' ∞ (`Inf`) et le résultat de la division zéro par zéro (`NaN` : **Not a Number**)

LES VARIABLES

Pour voir le contenu d'une variable, il suffit de taper son nom

```
>> a
```

```
a = 12
```

Vous pouvez aussi manipuler des variables stockées dans l'espace de travail

```
>> b = 10;
```

```
>> c = a + b
```

```
c = 22
```

COMMANDES UTILES

- **clc** : clear console : efface la console
- **clear a** : efface le contenu de la variable a
- **clear all** : efface toutes les variables
- **help <cmd>** : cherche de l'aide pour la commande <cmd>
- **lookfor <chaine>** : cherche de l'aide qui contient la chaîne de caractères <chaine>
- **whos** : donne le contenu de l'espace de travail

```
Fenêtre de commandes
>> a = 12
a = 12
>> b=14
b = 14
>> whos
Variables in the current scope:

Attr Name      Size      Bytes  Class
====
a            1x1         8  double
b            1x1         8  double

Total is 2 elements using 16 bytes
>> |
```

VECTEURS ET MATRICES

Ce sont des tableaux à une (vecteur) ou x dimensions (matrice) $m \times n$

- On distinguera les vecteurs-ligne (1 colonne, m lignes) des vecteurs-colonne (n colonnes, 1 ligne)
- Les matrices à deux dimensions seront codées sous la forme ligne/colonne (m/n)

Par convention, les noms des **matrices** débiteront par une **lettre en majuscule** tandis que les **vecteurs et variables** le seront par une **lettre en minuscule**

En réalité, toutes les entités en GNU Octave sont des matrices !

VECTEURS ET MATRICES

Définir une matrice est simple 😊

$A = [1, 2 ; 3, 4]$

$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$

Accéder à un élément est aussi simple !

`>> A(1,2)`

`ans=2`

1^{ère} ligne

2^{ème} colonne

Utiliser un « , » ou un « » pour
séparer les colonnes

Utiliser un « ; » ou un « <CR> » pour
séparer les lignes

VECTEURS ET MATRICES

Il existe plusieurs façons de créer des vecteurs

Créer un vecteur avec n intervalles fixes

```
>> x = 0:0.5:pi % créer un ensemble de données entre 0 et pi  
avec un intervalle de n=0,5
```

Créer un vecteur avec m intervalles égaux

```
>> x = linspace(0,pi,7) % m=7 intervalles entre 0 et pi
```

Créer un vecteur dans un espace logarithmique

```
>> x = logspace(1,2,7) % m=7 intervalles entre  $\log_{10}(1)$  et  
 $\log_{10}(2)$ 
```


VECTEURS ET MATRICES

Il existe plusieurs façons de créer des matrices

`zeros(m, n)` : créer une matrice $m \times n$ remplie de 0

`ones(m, n)` : créer une matrice $m \times n$ remplie de 1

`eye(m, n)` : créer une matrice $m \times n$ identité

`randn(m, n)` : créer une matrice $m \times n$ distribuée normalement
(moyenne à 0 et variance à 1)

`magic(m)` : créer un carré magique (matrice carrée où la somme des éléments est la même pour chaque colonne, ligne et diagonale)

`pascal(m)` : créer une matrice de Pascal d'ordre m

VECTEURS ET MATRICES

Un opérateur très important : « : » (que l'on peut traduire par « à »)

`1:10` : créé un vecteur (ligne) de la valeur 1 à 10 (avec un pas de 1)

```
ans= 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

Si l'on veut définir le *pas*, il faut insérer la valeur entre les valeurs de départ et d'arrivée

`1:2:10` : créé un vecteur (ligne) de la valeur 1 à 10 (avec un pas de 2)

```
ans= 1 3 5 7 9
```



Essayer avec les valeurs

`x=0:0.01:2*pi`

VECTEURS ET MATRICES

Cet opérateur est aussi utilisé pour sélectionner des plages de données

```
>> A (3,2:3)
```

```
ans= 1 7
```

A =

3	2	1
5	1	0
2	1	7

```
>> A(:,2)
```

```
ans= 2
```

```
1
```

```
1
```



Que se passe t-il si vous tapez A(:, :) ?

VECTEURS ET MATRICES

A =

3	2	1
5	1	0
2	1	7

Quelques opérateurs utiles

B =

1	3	1
4	9	5
2	7	2

- >> A' % calcule la transposée de A
- >> B*A % multiplie les matrices A et B
- >> B.*A % multiplie élément par élément les matrices A et B
- >> B/A % divise les matrices A et B
- >> B./A % divise élément par élément les matrices
- >> [B A] % fusionne les matrices (horizontalement)
- >> [B;A] % fusionne les matrices (verticalement)



Créer les matrices A and B et essayez les différents opérateurs
(**Attention**, il peut y avoir des erreurs !)

VECTEURS ET MATRICES

De manière globale, on peut appliquer les opérateurs mathématiques suivants sur les matrices et vecteurs

+ : addition

- : soustraction

***** : multiplication

/ : division

^ : exposant

**** : division à gauche. L'opération $A \setminus B$ est la même que $\text{inv}(A) * B$ mais plus rapide

VECTEURS ET MATRICES

A ceci, s'ajoutent des opérateurs « *spéciaux* » (sans équivalence mathématique mais **TRES** utiles).

Ce sont les opérations « *élément par élément* » caractérisées par un « . » avant l'opérateur mathématique : $.^*$, $. /$ et $.^{\wedge}$

VECTEURS ET MATRICES

Il existe aussi de nombreuses fonctions de manipulation de vecteurs et de matrices

`mean(a)` : calcule la moyenne d'un vecteur `a`

`max(a)`, `min(a)` : calcule le maximum et le minimum d'un vecteur `a`

`sum(a)` : somme les éléments d'un vecteur `a`

`sort(a)` : trie le vecteur `a`

`median(a)` : calculi la valeur médiane d'un vecteur `a`

VECTEURS ET MATRICES

`std(a)` : calcule la déviation standard de a

`det(A)` : calcule le déterminant d'une matrice carrée A

`dot(a,b)` : calcule le produit scalaire de 2 vecteurs

`cross(a,b)` : calcule le produit vectoriel de 2 vecteurs

`inv(A)` : inverse la matrice carrée A

`size(A)` : renvoie la taille de la matrice A (par dimension)

`columns(A)` : renvoie le nombre de colonnes de A

`rows(A)` : renvoie le nombre de lignes de A

`numel(A)` : renvoie le nombre d'éléments de A

POLYNÔMES

Soit **P** un polynôme composés de n coefficients

$[2 \ 3 \ 1]$ représente le polynôme $2x^2 + 3x + 1$

`polyder(P)` : calcule la dérivée de P

`polyint(P)` : calcule l'intégrale de P

`polyout(P, "x")` : affiche le polynôme P

Plein d'autres fonctions à découvrir !

GRAPHIQUES

Afficher des données sous forme de graphiques est un point très important de GNU Octave.

Vous allez pouvoir afficher des données sous différentes formes : séries, fonctions 2D, 3D, surfaces, etc., etc. ...

Généralement, il faut commencer par générer des données (vecteurs) sur les différents axes

Par exemple :

```
>> x = 0:0.01:2*pi;
```

```
>> y = sin(x);
```

GRAPHIQUES

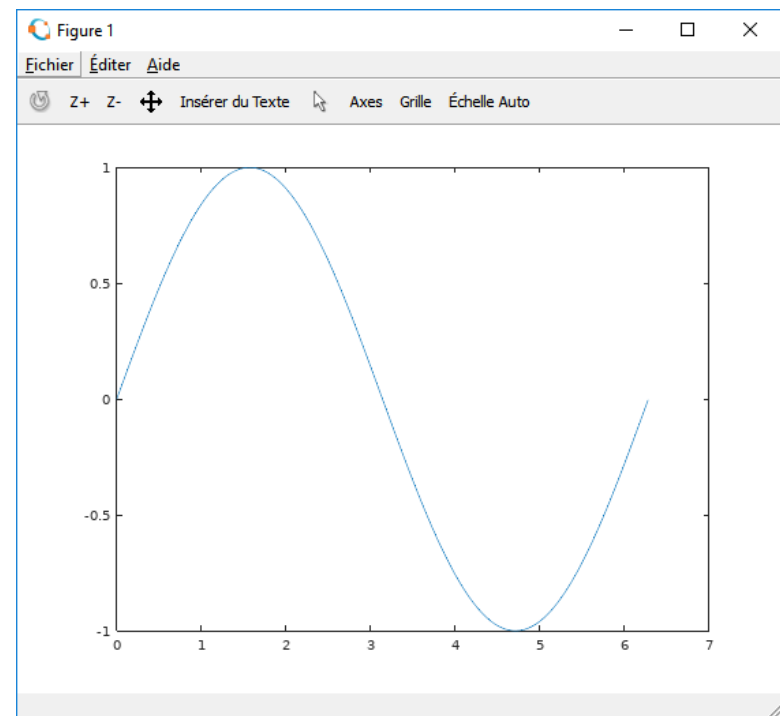
Enfin, on va pouvoir générer la figure, le plus souvent avec la fonction **plot**

```
>> plot(x,y)
```

La forme générale est :

```
plot(x_axis,y_axis,'style')
```

Où le style va permettre d'afficher les données avec différentes couleurs ou sous forme de +, o, etc...



GRAPHIQUES

Il est bien évidemment possible d'ajouter des informations au graphique : nom des axes, titre ou légende grâce à différentes fonctions !

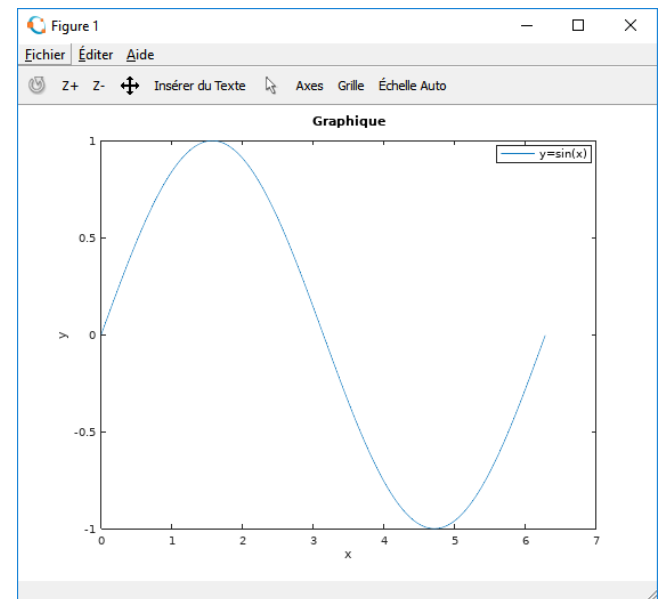
```
xlabel('nom de l'axe x')
```

```
ylabel('nom de l'axe y')
```

```
title('titre de la figure')
```

```
legend('légende du graphique')
```

```
fenetre de commandes  
>> xlabel('x')  
>> ylabel('y')  
>> title('Graphique')  
>> legend('y=sin(x)')  
>> |
```



GRAPHIQUES

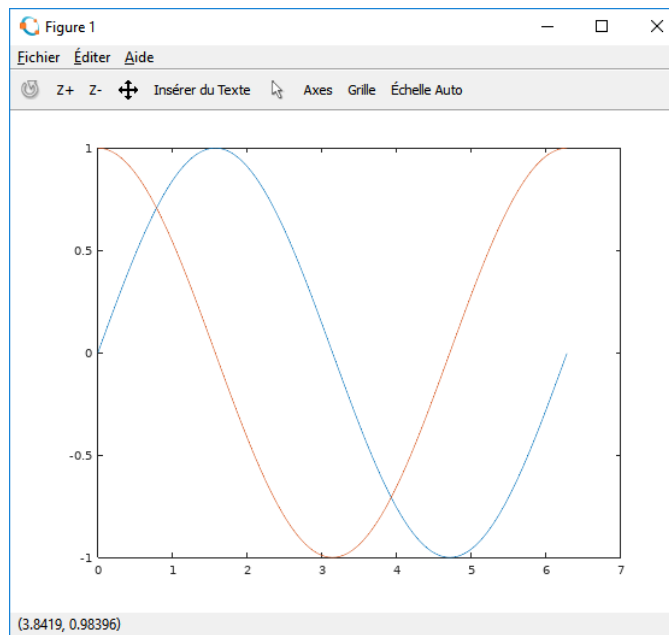
Il es possible de **superposer** plusieurs graphiques dans la même figure.

Par défaut, chaque appel à `plot` réinitialise l'affichage.

Néanmoins l'appel à la commande `hold on` permet de superposer les affichages (`hold off` annulera cette action)

Ex :

```
>> x = 0:0.01:2*pi;  
>> y1 = sin(x);  
>> y2 = cos(x);  
>> plot(x,y1);  
>> hold on;  
>> plot(x,y2);
```



GRAPHIQUES

De la même manière, il est possible d'afficher plusieurs graphiques séparés dans une même figure en utilisant la commande `subplot`

Tout d'abord, il faut sélectionner où vous voulez afficher vos données

```
subplot(2,2,1);
```

nombre de lignes

nombre de colonnes

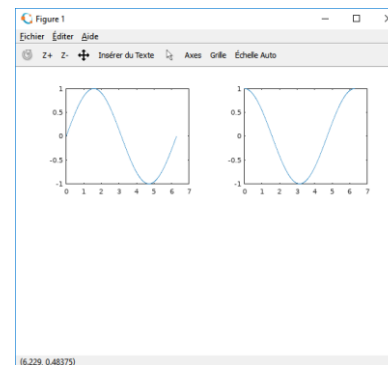
sous-graphique sélectionné

1	2
3	4

Puis utiliser la commande `plot` comme vu précédemment

Ex :

```
>> subplot(2,2,1);  
>> plot(x,y1);  
>> subplot(2,2,2);  
>> plot(x,y2);  
>> |
```



GRAPHIQUES

De nombreux affichages sont possibles avec différentes fonctions remplaçant `plot` comme :

`stem` : affiche des données de manière discrète

`plot3` : affiche une courbe dans un espace 3d (attention à l'axe z !)

`bar`, `barh` : affiche les données sous forme de barres verticales ou horizontales,

`pie` : affiche les données sous forme de camembert

...

GRAPHIQUES

On peut enfin afficher des surfaces 3D suivant un processus un peu spécifique détaillé ici :

1. créer des tableaux suivant les axes x et y

```
x = 0:0.1:10
```

```
y = 0:0.1:10
```

2. créer un réseau de mailles en x,y

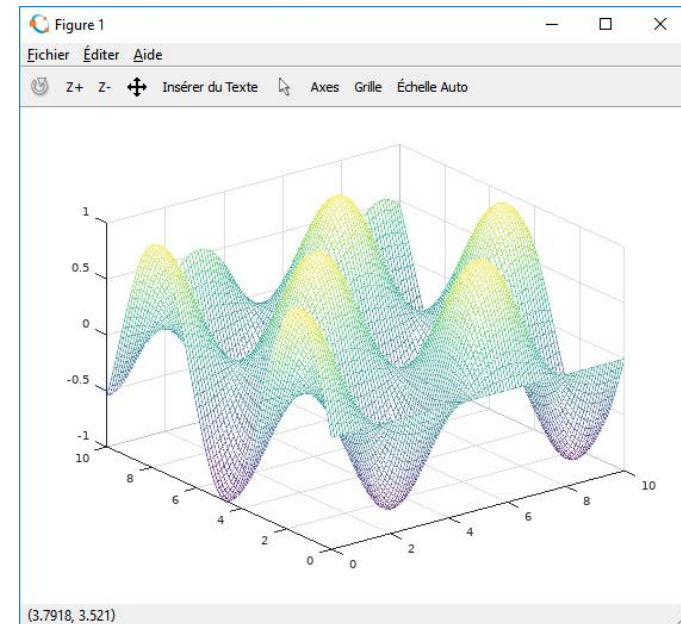
```
[X,Y] = meshgrid(x,y)
```

3. appliquer la fonction $z=f(x,y)$ sur ce maillage

```
Z = cos(X).*sin(Y);
```

4. afficher les données

```
mesh(X,Y,Z); % ou surf(X,Y,Z)
```



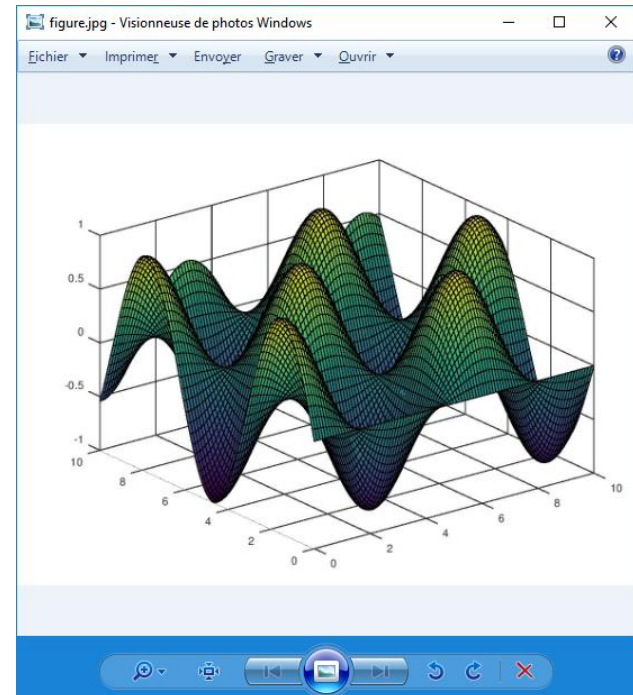
GRAPHIQUES

Dernière étape intéressante, il est possible de sauver les figures dans différents formats (jpeg, png, eps, ...) avec la fonction `saveas`

Ex :

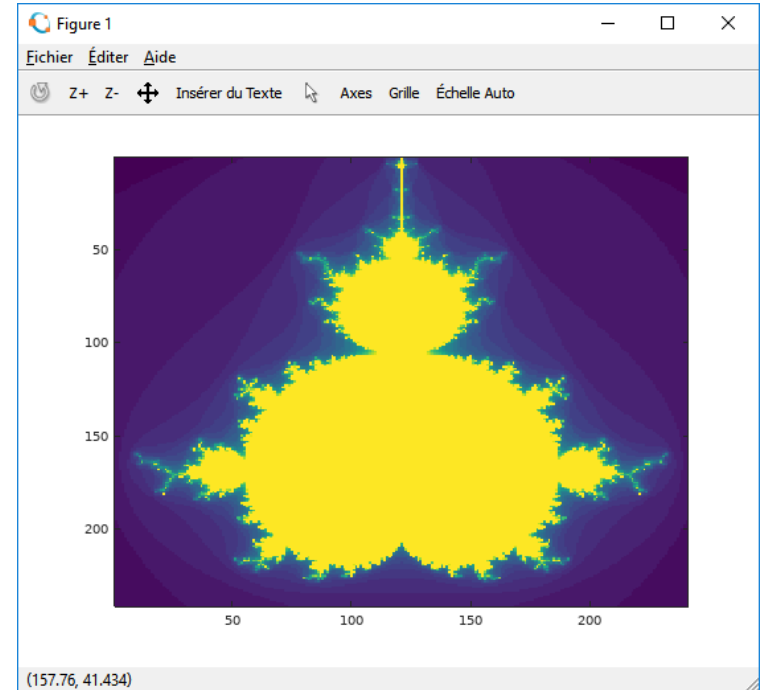
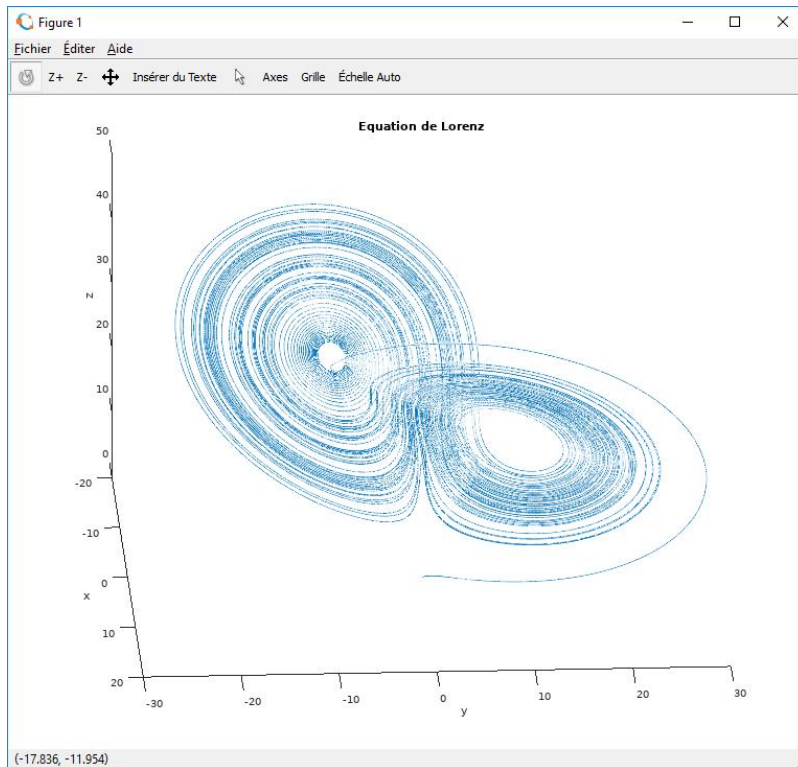
```
f1 = mesh(X,Y,Z);  
saveas(f1,'figure.jpg');
```

Attention : le processus peut être assez long !



GRAPHIQUES

Nous verrons plus tard comment afficher des équations différentielles ou des fractales (mais ce n'est pas compliqué)

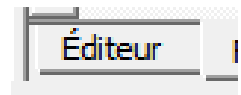


SCRIPTS ET FONCTIONS

Tout ce qui a été vu précédemment a été saisi au clavier commande par commande ... Mais le plus intéressant reste d'automatiser ces processus de saisie grâce à des **scripts** (que l'on apparentera à des **programmes**) et des **fonctions** (sous-programmes génériques)

scripts et fonctions sont sauvés dans un **fichier texte** avec l'extension **.m** (matlab)

Ces fichiers peuvent être créés, ouverts, modifiés dans l'onglet « *Editeur* » de GNU Octave



SCRIPTS ET FONCTIONS

Les scripts sont équivalents aux commandes tapées directement dans la fenêtre de commandes mais rassemblées dans un fichier et ré-appelables autant de fois que nécessaire.

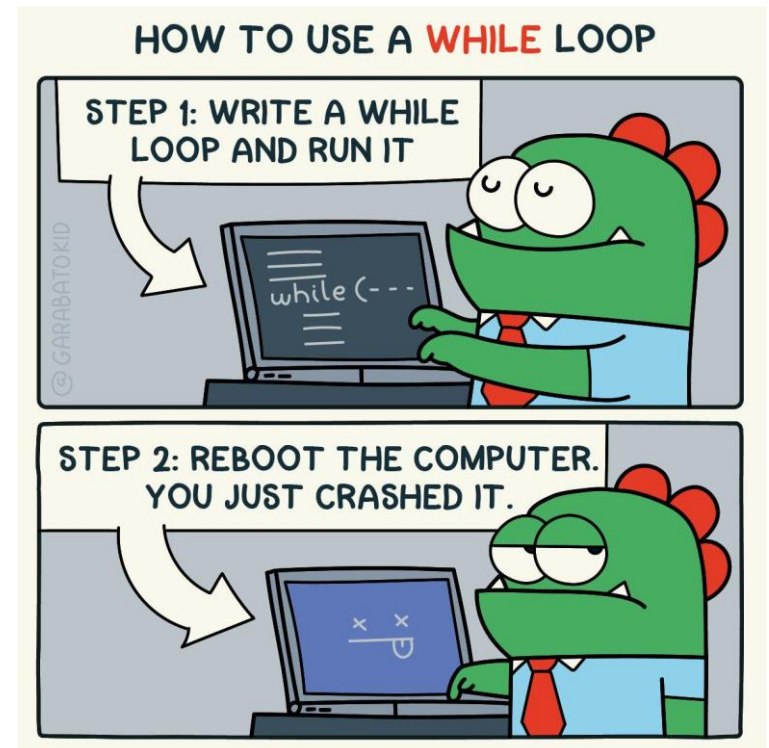
L'avantage est de pouvoir prototyper (essayer) différentes méthodes sans avoir à tout retaper !

Si le nom du script est « **monscript.m** », il suffit de taper « **monscript** » dans la fenêtre de commande pour que les différentes actions soient exécutées.

SCRIPTS ET FONCTIONS

De plus, les scripts peuvent utiliser les structures fondamentales de l'algorithmique à savoir

- les **répétitions** (`while`, `for`, ...)
- et les **sélections** (`if`, `switch`, ...)
- en sus des **séquences**



SCRIPTS ET FONCTIONS

Les **fonctions**, même si elles ressemblent à des scripts sont différentes de ceux-ci.

Le mot clé « `function` » est utilisé.

Le nom de fichier est de celui de la fonction.

Les fonctions ne manipulent pas directement des **variables effectives** (qui contiennent des valeurs) mais des **variables formelles** (qui servent à expliciter les calculs dans la fonction). Ces variables sont **nécessaires** et **suffisantes** pour effectuer le travail

Enfin, les fonctions acceptent des paramètres en entrées et fournit des valeurs en sortie.

SCRIPTS ET FONCTIONS

Un exemple de définition d'une fonction

```
de6faces.m x
1 function val=de6faces()
2     % renvoie une valeur entre 1 et 6 - tir de dé
3     val =ceil(rand()*6); % renvoie la valeur entière
4                     % par excès entre ]0,6[ soit entre [1,6]
5 endfunction
```

Et son appel dans la fenêtre de commandes

```
>> de6faces()
ans = 5
>> de6faces()
ans = 1
>> |
```

SCRIPTS ET FONCTIONS

L'objectif se résume la plupart du temps :

1. à analyser le problème posé
2. à décomposer son problème en sous-problèmes
 - Le cas échéant, écrire des fonctions génériques utiles à la résolution
3. à écrire un script GNU Octave qui résout ce problème (qui appellera un ensemble de fonctions)
4. et à afficher, sauver et analyser les résultats (souvent sous forme graphique)

SCRIPTS ET FONCTIONS

De très nombreuses fonctions et bibliothèques sont déjà implémentées dans GNU Octave

Au-delà de l'aspect informatique, il rend d'énormes services :

- comme vérifier ses calculs rapidement
- comparer différentes méthodes numériques
- effectuer des simulations dans différents domaines (mécanique, thermodynamique, électronique, ...)
- s'amuser un peu 😊

EQUATIONS DIFFÉRENTIELLES

GNU Octave permet la résolution d'équations différentielles du 1^{er} ordre (sinon, se ramener à une forme canonique)

Deux types de résolution possibles :

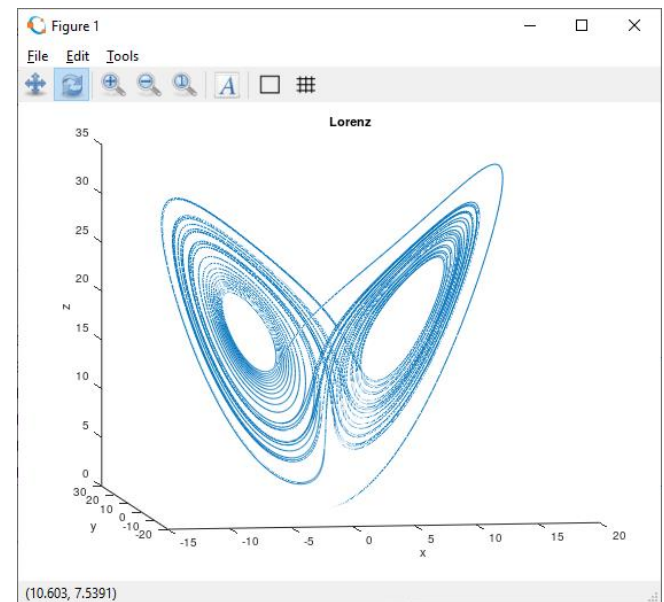
- par la méthode d'Euler

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x) \quad \rightarrow \quad x_{n+1} = x_n + hf_n. \quad (h : \text{intervalle de temps})$$

- avec un solveur \rightarrow ode (**o**rdinary **d**ifferential **e**quation)
 - Fonction la plus utilisée sous GNU Octave : `ode45`

EQUATIONS DIFFÉRENTIELLES (EULER)

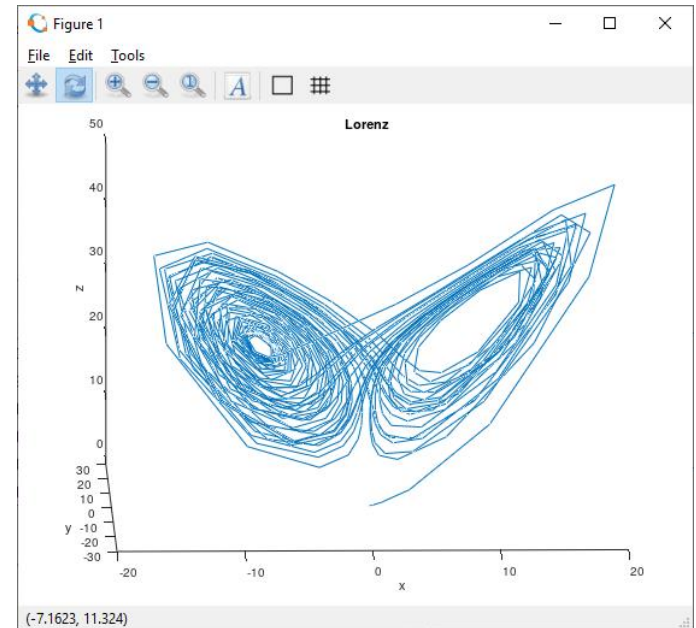
```
% dx/dt=sigma*(y-x); dy/dt=-x*z+r*x-y; dz/dt=x*y-b*z
sig=10.0;
b=8/3;
r=20; % Parameters
t(1)=0.0; % Initial t
x(1)=0.1;
y(1)=0.1;
z(1)=0.1; % Initial x,y,z
dt=0.005; % Time step
nn=10000; % Number of time steps
for k=1:nn % Time loop
    fx=sig*(y(k)-x(k)); % RHS of x equation
    fy=-x(k)*z(k)+r*x(k)-y(k); % RHS of y equation
    fz=x(k)*y(k)-b*z(k); % RHS of z equation
    x(k+1)=x(k)+dt*fx; % Find new x
    y(k+1)=y(k)+dt*fy; % Find new y
    z(k+1)=z(k)+dt*fz; % Find new z
    t(k+1)=t(k)+dt; % Find new t
end % Close time loop
plot3(x,y,z) % Plot data
title("Lorenz") % Title
xlabel('x');
ylabel('y');
zlabel('z');
```



EQUATIONS DIFFÉRENTIELLES (SOLVER)

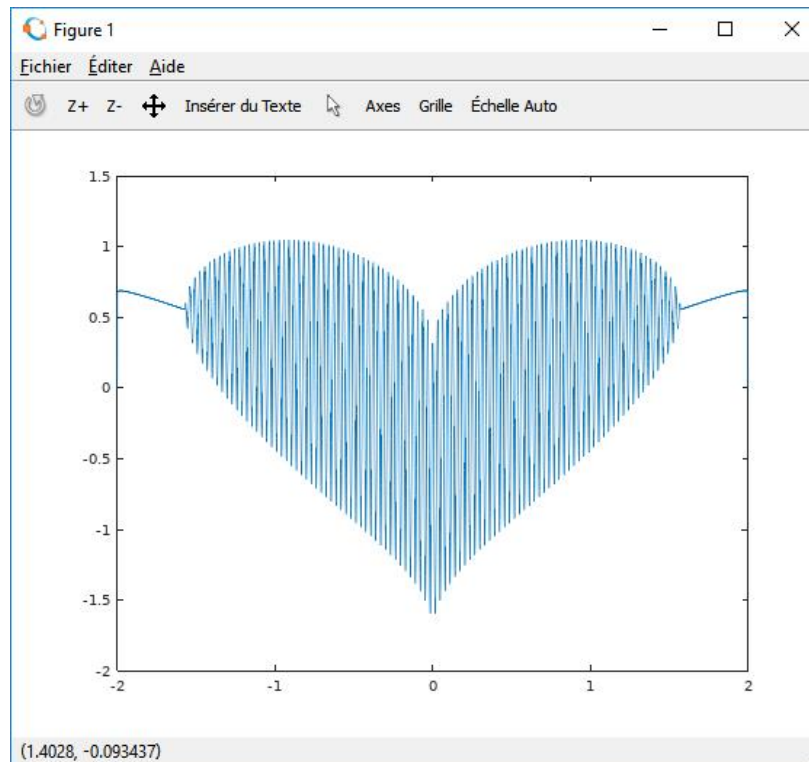
```
function dv=lorenz(t,v)
% Parameters
sigma=10; r=28; b=8/3;
%Right hand sides
dxdt = sigma*(v(2)-v(1)); # sigma(y-x)
dydt = r*v(1) -v(2) - v(1)*v(3); # rx - y -xz
dzdt = v(1)*v(2) - b*v(3); # xy-bz
%Put together the RHS vector
dv=[dxdt;dydt;dzdt];
end
```

```
t=[0 50]; % Time window
xinit=[0.1;0.1;0.1]; % Initial condition [t,x]=ode45(@lorenz,t,xinit);
% Integrate in time
plot3(x(:,1),x(:,2),x(:,3)) % Plot solution
title('Lorenz');
xlabel('x');
ylabel('y');
zlabel('z');
```



POUR FINIR ...

```
x=[-2:.001:2];  
y=(sqrt(cos(x)).*cos(200*x)+sqrt(abs(x))-0.7).*(4-x.*x).^0.01;  
plot(x,y);
```



DES LIENS

- **Octave en ligne** : <https://octave-online.net>
- **Supports** :
<https://github.com/truillet/upssitech/tree/master/GCGEO/1A>
- **serveur Discord (Le Coin aux Questions)** : <https://discord.gg/JUrFdw3u5A>