

Physique Numérique I semaine 2

□ Infos

- Paires et Groupes d'étudiants par assistant:
 - Paires: Inscrivez-vous sur le site Moodle.
<https://moodle.epfl.ch/mod/choicegroup/view.php?id=957526>
 - Délai: aujourd'hui
- Paires d'étudiants: 1 rapport pour 2, dès l'Ex.2
- Participation des deux requise. Votre rapport est comme une publication avec deux auteurs. Qui ont contribué de façon équilibrée au travail.

Physique Numérique I semaine 2

□ Infos (suite)

- Exercice 1, aujourd’hui programmation du le code C++ , obtention des résultats et création des figures avec Matlab ou Python
- Une présentation Matlab sera faite au cours aujourd’hui
- Exercice 1, semaine prochaine, finir l’obtention des résultats et écriture de rapport avec LaTeX (! COURT, max ~6 pages!)
- Exercice 1: Rapport à écrire et soumettre par CHAQUE étudiant(e) sur Moodle. Si vous avez travaillé déjà par paire, merci d’indiquer les noms des 2 auteurs sur chaque rapport, et même ainsi, svp chacun doit soumettre sur Moodle.

Plan

- Exemples MATLAB – fenêtre de commande
 - En démo à l'écran
- Analyse de **stabilité** du schéma d'Euler explicite
 - Au tableau
- La semaine prochaine:
- Une introduction à l'utilisation de LaTeX
 - En demo à l'écran
- Equations couplées, schéma d'Euler implicite, ...

MATLAB – a (very) short introduction

- Par défaut, les quantités dans Matlab sont des **matrices**
- Utilisez **la fenêtre de commande Matlab** et tapez:

```
>> a=[1 2 3]          Crée la matrice a de dimensions (1x3)
>> a=[1 2 3];        Le ; supprime l'affichage du résultat
>> m=[[1 2 3];[3 4 5]] Crée une matrice 2x3
>> whos              Affiche une liste des variables
>> size(a)            Affiche la taille de a ("vecteur-ligne")
>> b=a'               Transposition
>> size(b)            Affiche la taille de b ("vecteur-colonne")
>> c=a*b              * : mult. Matrice → produit scalaire
>> D=b*a              * : mult. Matrice → produit dyadique
>> y=D*b              * : mult. Matrice x vecteur
>> z=D*a              Erreur!
>> x=2*a              * : Multiplication par un scalaire
>> a*x              Erreur!
>> z=a.*x             .* : Multiplication terme à terme
>> zz= a./x            ./ division terme à terme
>> t=[0:0.1:3];        [min:stride:max]
>> v=2+.5*t+.1*t.^2; Facile de programmer une formule!
```

MATLAB (comment ouvrir – activer – fermer une figure et faire des graphiques simples)

```
>> figure                                Ouvre une nouvelle figure
>> figure                                Ouvre une nouvelle figure (no?)
>> figure(27)                            figure(27) ouvre la fig 27
>> figure(1)                             figure(1) rend la fig 1 active
>> close(27)                            close(27) ferme la fig 27
>> figure(2)                            figure(2) rend la fig 2 active

>> plot(t,v)                            Graphique linéaire « v fct de t »
>> plot(t,v, 'ro-' , 'linewidth',2)      avec options

>> help plot                            Affiche tous les détails de la
                                         Commande "plot"

>> set(gca, 'fontsize',18)              Très utile pour les rapports!
>> xlabel('t [s]')
>> ylabel('v [m/s]')
```

MATLAB (comment créer un fichier figure)

Sur la fenêtre, sélectionner

File > Print Preview

Sous Placement, sélectionner

Auto (actual size, Centered)

Close

Puis, à la fenêtre de commande, taper

```
>> print -depsc mabellefigure.eps
>> print -dpng mabellefigure.png
```

- On peut regrouper toutes ces commandes dans un fichier nom_du_script.m
- On exécute le script en tapant nom_du_script (sans le « .m ») dans la fenêtre de commande

MATLAB (comment lire les données d'un fichier et en extraire les quantités désirées)

```
>> data = load ('resultats')
```

- Si le fichier 'résultats' contient L lignes de C chiffres chacune, alors data sera une matrice LxC

```
>> t = data (:,1)
```

- Extrait toutes les lignes de la 1e colonne; t sera un "vecteur-colonne" de longueur L (i.e. taille L x 1)

```
>> v = data (4, :)
```

- Extrait toutes les colonnes de la 4e ligne; v sera un "vecteur-ligne" de longueur C (i.e. taille 1 x C)

```
>> small_data = data (2:4,10:22)
```

- Extrait une sous-matrice à partir des éléments des colonnes 2,3 et 4 et des lignes 10 à 22 inclus

Schéma d'Euler explicite (rappel)

- $\frac{dy}{dt} = f(y, t)$

$$\{t_n\}, n=0,1,2,3,\dots$$

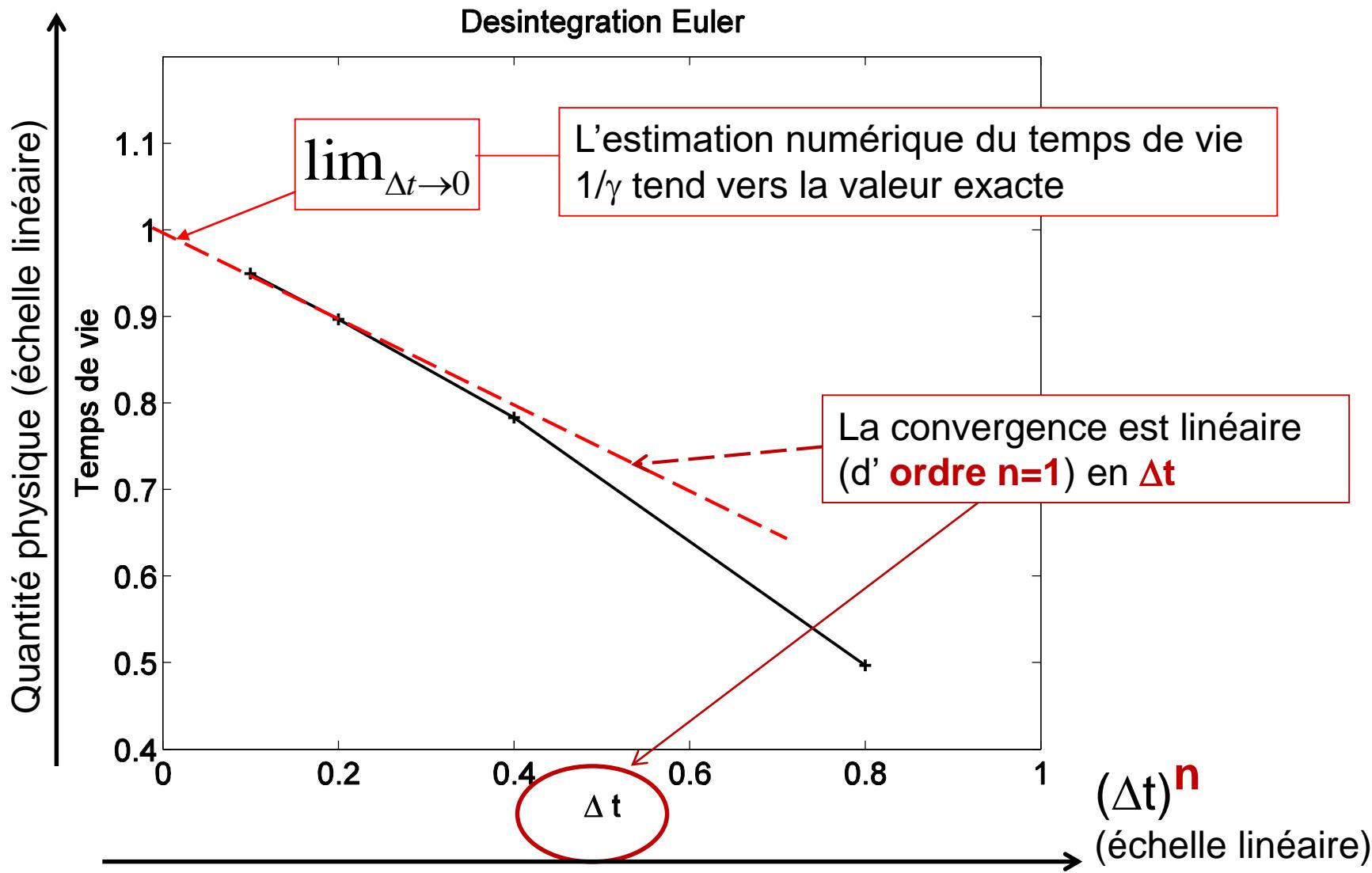
$$\{y_n\}, n=0,1,2,3,\dots y_n=y(t_n)$$

- $$y_{n+1} = y_n + f(y_n, t_n) \Delta t$$

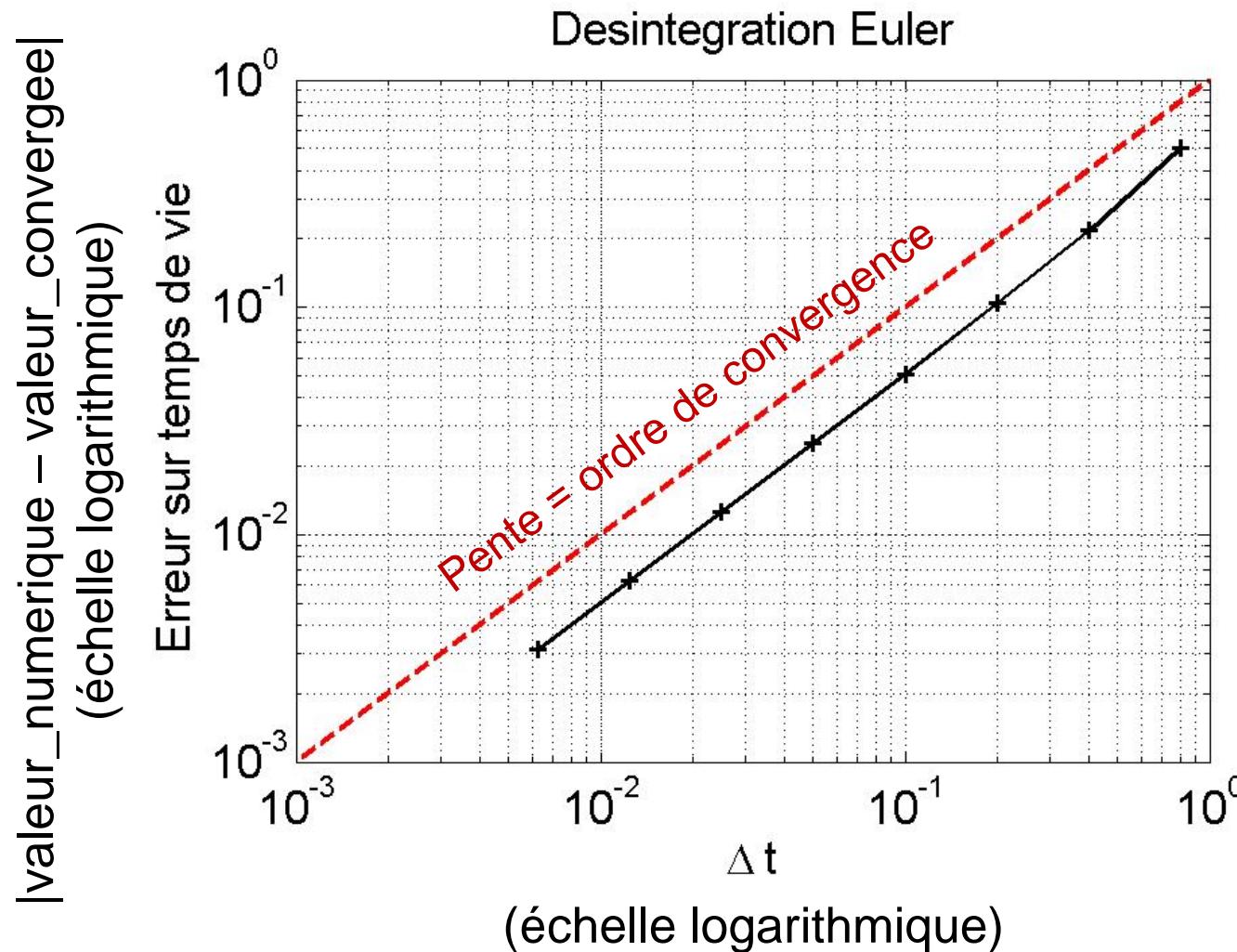
- Cas de la désintégration:

- $y \rightarrow N; f(y, t) = f(N, t) = -\gamma N$

Rappel: Schéma d'Euler. Convergence numérique



Rappel: Schéma d'Euler. Convergence numérique



Analyse de stabilité de Von Neumann

- On a vu que le schéma d'Euler, appliqué au problème de la désintégration, devenait **instable** si $\gamma \Delta t$ était trop grand. ($\gamma \Delta t > 2$)
- On peut analyser la stabilité d'un schéma numérique en considérant comment les erreurs se « propagent » d'une itération à l'autre
- Une instabilité numérique se manifeste par une ***croissance exponentielle de la norme de l'erreur***
- L'analyse sera présentée au tableau

Généralisation à plusieurs équations

- Généralisation aux systèmes d'équations différentielles ordinaires *couplées* (2.1.2)

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} y^{(1)} \\ y^{(2)} \\ \dots \\ y^{(N_f)} \end{pmatrix} (t) = \begin{pmatrix} f^{(1)}(y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(N_f)}, t) \\ f^{(2)}(y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(N_f)}, t) \\ \dots \\ f^{(N_f)}(y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(N_f)}, t) \end{pmatrix}$$

schéma d'Euler

$$\mathbf{y}_{i+1} = \mathbf{y}_i + \mathbf{f}(\mathbf{y}_i, t_i) \Delta t$$

- Application: système à 3 niveaux. Notes de Cours pp.11-12

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} N^{(1)} \\ N^{(2)} \\ N^{(3)} \end{pmatrix} (t) = \begin{pmatrix} -\gamma_1 & 0 & \gamma_3 \\ \gamma_1 & -\gamma_2 & 0 \\ 0 & \gamma_2 & -\gamma_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N^{(1)} \\ N^{(2)} \\ N^{(3)} \end{pmatrix}$$

Matrice A

Considérations algorithmiques

- Attention, lorsqu'on a un système de plusieurs équations. Par exemple, si on code dans la boucle temporelle:

$$n1 = n1 + f_1(n1, n2) * dt;$$

$$n2 = n2 + f_2(n1, n2) * dt;$$

On n'obtient PAS le schéma d'Euler, mais **Euler-Cromer**.

Alors que: $n1_old = n1;$

$$n1 = n1 + f_1(n1, n2) * dt;$$

$$n2 = n2 + f_2(n1_old, n2) * dt;$$

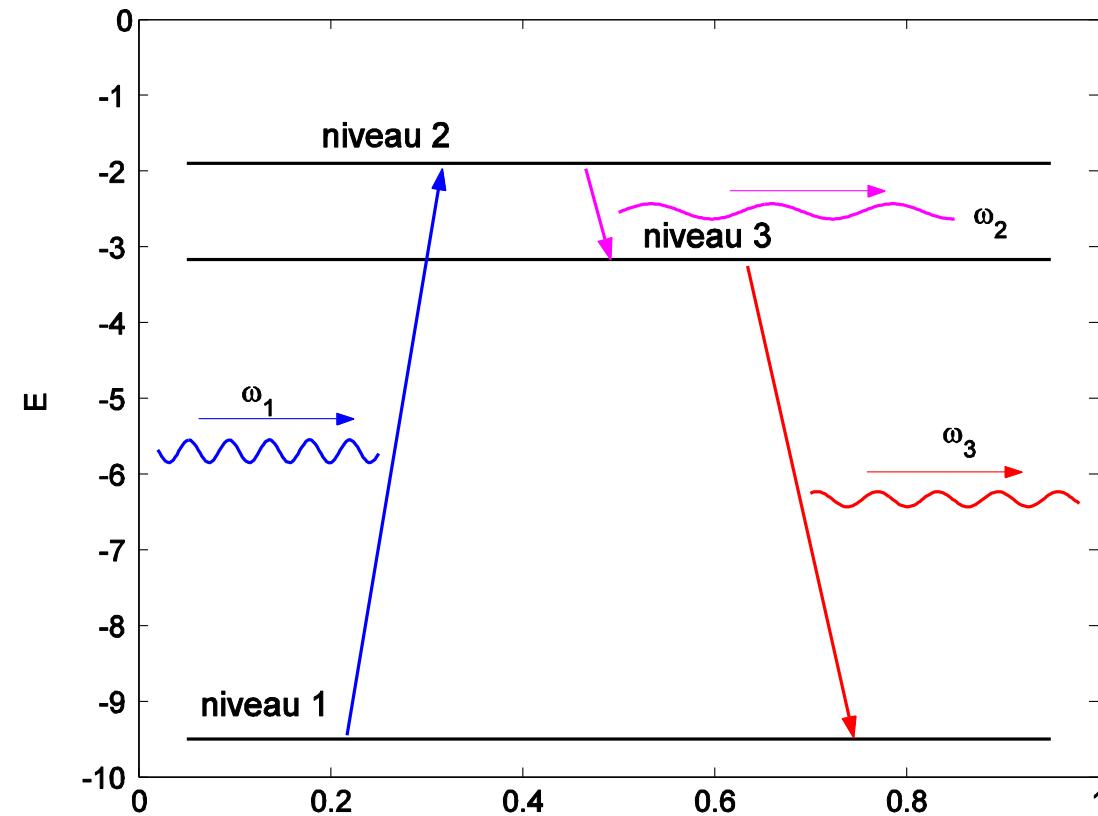
EST le schéma d'**Euler**.

- Pour l'Exercice 2, nous utiliserons les «valarray» dans C++, qui permettent de traiter des opérations sur des vecteurs.

Reserve

- Euler, système d'équations couplées (2.1.2)
- Application Phys: système 3 niveaux, « laser » ou « chaises musicales » ou « migration de populations »

Math: 3 Equa Diffs
Ordinaires Couplées
du 1er ordre,
linéaires



LaTeX

<https://fr.overleaf.com/edu/epfl>

\LaTeX{} est un système de préparation de documents de qualité, utilisé spécialement dans les domaines scientifiques et techniques. \LaTeX{} n'est **pas** un logiciel de traitement de texte. Au contraire, \LaTeX{} incite les auteurs à ne **pas** se soucier eux-mêmes de l'apparence de leurs documents et leur permet de se concentrer sur leur contenu.

L^AT_EX est un système de préparation de documents de qualité, utilisé spécialement dans les domaines scientifiques et techniques. L^AT_EX n'est **pas** un logiciel de traitement de texte. Au contraire, L^AT_EX incite les auteurs à ne *pas* se soucier eux-mêmes de l'apparence de leurs documents et leur permet de se concentrer sur leur contenu.

LaTeX -2

```
\begin{equation}
y_{n+1}=y_n+f(y_{njk},t_n)\Delta t g^{\alpha+2}
\end{equation}
```

```
\begin{equation}
E=mc^2
\end{equation}
```

$$y_{n+1} = y_n + f(y_{njk}, t_n) \Delta t g^{\alpha+2} \quad (2)$$

$$E = mc^2 \quad (3)$$

- LaTeX numérote automatiquement les équations dans le bon ordre. LaTeX a un système de références croisées.
- On place `\label{NOMDULABEL}` après `\begin{equation}`.
- Dans le texte, on fait référence à cette équation avec la commande `\ref{NOMDULABEL}`.

LaTeX-3

- Voir sur Moodle, Ressources LaTeX, téléchargez les fichiers:
SqueletteRapport.tex, aa.eps, aa.pdf, ohmabelleifigure.eps,
ohmabellefigure.png, dans le répertoire de votre choix.
- Aller sur <https://fr.overleaf.com/edu/epfl>
- Ouvrir un nouveau projet
- Importer (flèche vers le haut en haut à gauche)
 - Glisser les fichiers ci-dessus
- L'écran est partagé entre le fichier source (.tex) à gauche, et le pdf produit après compilation à droite.
- Pour compiler: bouton au milieu

- Overleaf permet le travail en collaboration: partagez votre projet avec votre collègue de la paire.

- Une fois que l'on a terminé et que l'on est satisfait du résultat, on peut télécharger le .pdf seul, ou tout le projet dans un .zip.

LaTeX-4

- On peut aussi utiliser un environnement comme **kile** ou **TeXworks**
 - Distribution LaTeX pour Windows: miktex.org
 - Distribution LaTeX pour Mac: tug.org/mactex/
- **Démonstration sera faite en cours**
- Moodle: Dossier Ressource LaTeX
 - “feuille de triche”: **latexsheet.pdf**
 - liste complète: **symbols-a4.pdf**

LaTeX-5

■ Traitement des accents avec LaTeX

- \e pour é, \a pour à, \^o pour ô etc.
- Alternative: insérer les lignes suivantes dans le préambule du fichier .tex:

```
\usepackage[french]{babel}  
\usepackage[T1]{fontenc}
```

Dans certains éditeurs, il faut utiliser l'encodage Unicode utf-8

Par exemple dans kile: Settings > Configure Kile

(panneau gauche) Editor > Open/save

(onglet) General

(menu) Encoding: Unicode UTF-8

Et rajouter dans le préambule du .tex:

```
\usepackage[utf8]{inputenc}
```