

Stage : Méthodes pour résoudre les problèmes de sciences physique avec Python

ENSIC, les 2, 9, 16 et 23 juin 2022

Effectif : environ 60

Auteur du CR : Séverine Mensch

/ Contexte

Après le succès du stage équivalent en 2021, l'ENSIC a mis en place un stage en distanciel (sur Teams) perlé sur 4 jeudis soir (de 17h à 19h) consécutifs. Ce stage a réuni de l'ordre de 60 stagiaires. Il est centré sur les capacités numériques utilisant Python, qui apparaissent dans les nouveaux programmes de sciences physiques. Les documents (énoncés et corrigés) étaient mis à notre disposition sur le site Arche, ainsi que des vidéos de captation des différentes séances.

/ Déroulé du stage

Jeudi 2 juin, animée par François Lesage qui présente des méthodes d'intégration d'une équation différentielle ordinaire. À partir d'une équation d'ordre 1 (cinétique chimique d'ordre 1) la méthode d'Euler explicite est expliquée et mise en place, puis les problèmes d'instabilité qui peuvent apparaître sont mis en évidence. On passe à Euler implicite, qui ne pose plus de problème de stabilité mais nécessite de résoudre une équation numérique à chaque pas, puis aux méthodes de Runge Kutta. La séance se termine par l'utilisation des outils de la bibliothèque Scipy.integrate, en particulier solve_ivp (qui a vocation à remplacer ODE)

Jeudi 9 juin animée par Olivier Herbinet. Il s'agit de présenter des méthodes de résolution de système d'équations différentielles d'ordre 1 couplées (sur un exemple d'une cinétique chimique en chaîne) puis application à une équation d'ordre 2 (sur l'exemple d'un pendule simple) en utilisant solve_ivp. Olivier Herbinet a mis en évidence les problèmes liés à la méthode, en particulier la non conservation de l'énergie mécanique, qui peut être résolue en utilisant la méthode de Leapfrog.

Jeudi 16 juin, animée par François Lesage qui présente des méthodes de résolution d'équations différentielles aux dérivées partielles, sur l'exemple de l'équation de la chaleur dans une plaque. On résout cette équation avec des conditions aux limites et initiales en utilisant un schéma d'Euler explicite, puis implicite, puis par la méthode des lignes en utilisant solve_ivp. Différentes conditions aux limites sont envisagées : Dirichlet (conditions sur les températures) ou Neuman (conditions sur le flux)

Jeudi 23 juin, animée par Romain Privat. Il s'agit pour finir cette session de présenter des méthodes itératives de résolution d'équations. La méthode de Newton, puis la méthode de la sécante (qui permet de s'affranchir de la connaissance analytique de la fonction dérivée), puis enfin la méthode par dichotomie sont expliquées et codées, les ordres de convergence discutés, avec une application à la construction d'un diagramme binaire. Faute de temps les outils des bibliothèques Python n'ont pu être présentés mais un diaporama et un corrigé Python sont mis à la disposition des stagiaires pour compléter la formation.

/ Conclusion et remerciements

Ce stage a été très formateur, permettant non seulement de comprendre quelques méthodes numériques mais aussi leurs limites, ce qui est important avant d'utiliser les boîtes noires des bibliothèques Python. Les exemples choisis dans les domaines des sciences physiques ont été très appréciés, ainsi que la mise à disposition des énoncés, des corrigés et des vidéos. L'enthousiasme et la disponibilité des formateurs pour répondre aux questions posées par les stagiaires, via la conversation ou directement en ouvrant les micros, ont été porteurs, même si, malgré les efforts des formateurs, le format en distanciel atteint ses limites. Un avantage incontestable : en facilitant l'organisation personnelle ce format a permis de toucher beaucoup de collègues !