

Résumé : C++

Clément Royer

M1 Mathématiques Appliquées, 2019-2020



Préambule

Ce document résume le contenu du cours de C++ dispensé en Master 1 Mathématiques Appliquées durant l'année universitaire 2019-2020. Celui-ci a été fortement impacté par la crise liée à la covid-19. Il n'y a ainsi pas eu de séances de TP durant la période de confinement, et l'évaluation s'est déroulée sur le seul projet (il n'y a pas eu d'examen). Par conséquent, la portion d'exercices est relativement ténue.

Résumé du cours

La décomposition ci-dessous suit plus ou moins le découpage des transparents, et des 13 séances de cours magistraux. Compte tenu du contexte lié au confinement, certaines de ces séances ont été consacrées au traitement du projet en 2019-2020.

Introduction/Motivation Historique du langage C++; intérêt générique du C++; exemples d'utilisation.

Premiers pas en C++ Premier programme; lecture et écriture; typage et déclarations; opérateurs; instructions de contrôle; fonctions.

Programmation procédurale Tableaux; adressage et pointeurs en C++; types structurés; le type `string`, introduction aux aspects objet.

Programmation orientée objet Définition des classes en C++; constructeurs et destructeur; fonctions membres; gestion de variables objet; surdéfinition, surcharge d'opérateurs; héritage simple; héritage multiple.

Programmation générique, aspects avancés Patrons de fonctions et spécialisation, patrons de classes et instanciation; fonctions virtuelles et introduction au polymorphisme; la bibliothèque standard de C++; la gestion des exceptions en C++.

Séances de travaux pratiques

Ce cours prévoyait 13 séances de travaux pratiques. Durant les 7 premières séances, de nouveaux sujets étaient distribués, mais les étudiants pouvaient aller à leur rythme. A partir de la huitième séance, qui coïncidait avec l'envoi du sujet du projet, les étudiants pouvaient finir les TP des séances 1 à 7 ou se concentrer sur le projet. En 2019-2020, ces séances-là ont été annulées car elles se déroulaient durant le confinement (s'y sont substitués des échanges durant les séances de cours virtuel et des discussions en asynchrone par email).

TP 1 : Premiers exercices en C++

Concepts abordés : lecture et écriture via la bibliothèque `iostream`; fonctions mathématiques de base; écriture de fonctions et de programme principal.

TP 2 : Tableaux et pointeurs

Concepts abordés : tableaux en C++; utilisation de pointeurs; allocation dynamique.

TP 3 : Structures

Concepts abordés : structures; tableaux, pointeurs, allocation dynamique.

TP 4 : Classes

Concepts abordés : énumérations; création de classes; fonctions membres; constructeurs.

TP 5 : Fonctions amies et surdéfinition

Concepts abordés : classes et constructeurs, fonctions amies, surcharge d'opérateurs.

TP 6 : Héritage

Concepts abordés : héritage simple, classes dérivées, statut `private/protected/public`.

TP 7 : Patrons

Concepts abordés : patrons de fonctions, surcharge d'opérateur, patron de classes, instantiation.

Projet 2019-2020 : Manipulation de données tensorielles et décomposition en valeurs singulières

Le projet donné en 2019-2020 avait pour but d'implémenter une méthode de factorisation de tableaux de données multidimensionnels, ou tenseurs. Le projet était structuré en cinq parties ayant chacune des questions de validation qui lui étaient propres. Les parties 1 et 2, correspondant à l'implémentation de structures vectorielles et matricielles, reprenaient de nombreux éléments vus en TP et permettaient de valider des acquis de base. La partie 3, un peu technique, implémentait l'algorithme de décomposition en valeurs singulières: en plus des compétences de C++ évaluées (voir ci-après), elle permettait de confronter les étudiants aux aspects numériques (erreurs d'arrondi, perte d'orthogonalisation, etc). La partie 4 portait sur l'implémentation d'une classe définissant les structures de données tensorielles : elle était indépendante de la partie 3, et sensiblement plus simple. Enfin, la partie 5 combinait les parties 3 et 4 pour généraliser la décomposition en valeurs singulières au cas des tenseurs quelconques.

Compétences évaluées La principale difficulté du projet résidait dans la manipulation de tableaux, et les problématiques d'allocation dynamique qui en découlaient. Il était aussi attendu des étudiants qu'ils sachent écrire la forme canonique d'une classe, et allouer/libérer dynamiquement de la mémoire. D'autres aspects de la programmation objet, comme les déclarations d'amitié ou l'héritage, étaient également à mobiliser. Enfin, la clarté du code et des commentaires était prise en compte dans l'évaluation.

Ressources

- Lien vers les sujets de TP :
 - TP 1;
 - TP 2;
 - TP 3;
 - TP 4;
 - TP 5;
 - TP 6;
 - TP 7;
- Lien vers les transparents de cours;
- Lien vers une fiche d'exercices corrigés;
- Lien vers le sujet du projet 2019-2020;
- Lien vers les transparents associés au projet 2019-2020, qui en présentent notamment le contenu, fournissent des éléments de validation, répondent à quelques questions fréquentes, etc.