

Université de
Sherbrooke

Département d'informatique
IFT 580 – Compilation et interprétation des langages
Plan d'activité pédagogique
Hiver 2023

Enseignant

Vincent Ducharme

Courriel : Vincent.Ducharme2@USherbrooke.ca

Local : D4-1010-4

Téléphone : +1 819 821-8000 x66186

Disponibilités : Sur rendez-vous par courriel.

Responsable(s) : Direction du département

Site web du cours : <https://info.usherbrooke.ca/vducharme/ift580>

Horaire

Exposé magistral :	Lundi	15h30 à 16h20	salle À venir
	Vendredi	13h30 à 15h20	salle À venir

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation :	S'initier à l'écriture de compilateurs et d'interpréteurs de langages de programmation, en particulier à l'analyse sémantique ainsi qu'à la génération et à l'optimisation de code.
Contenu :	Organisations générales de compilateurs et d'interpréteurs. Interpréteurs itératifs et ré-cursifs. Grammaires attribuées. Évaluation d'attributs. Classes de grammaires attribuées. Analyse sémantique : gestion des symboles, vérification et inférence de types, allocation d'adresses, organisation de l'espace des données, traitement des énoncés de contrôle et des appels de fonctions. Code intermédiaire et machine virtuelle. Techniques de génération de code. Introduction à l'optimisation de code. Construction d'un compilateur à l'aide de générateurs de compilateurs.
Crédits	3
Organisation	3 heures d'exposé magistral par semaine 6 heures de travail personnel par semaine
Préalable	IFT 313, IFT 339
Particularités	Aucune

¹<https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/ift580>

1 Présentation

Cette section présente les cibles de formation spécifiques et le contenu détaillé de l'activité pédagogique. Cette section, non modifiable sans l'approbation du comité de programme du Département d'informatique, constitue la version officielle.

1.1 Mise en contexte

La construction de compilateurs est une discipline de l'informatique. Elle possède sa propre terminologie, ses propres normes de conception, ainsi que ses propres théories et techniques mises au point depuis maintenant 45 ans². C'est pour cette raison que les compilateurs sont aujourd'hui d'une très grande efficacité et d'une haute fiabilité. Cela n'est pas très surprenant, car les compilateurs constituent un outil de travail essentiel pour les informaticiens.

Il existe aussi plusieurs outils qui s'apparentent aux compilateurs et qui requièrent les mêmes techniques de base pour leur mise en oeuvre. Mentionnons, à titre d'exemples, les assembleurs, les interpréteurs, les préprocesseurs et les éditeurs syntaxiques contextuels.

L'activité pédagogique intitulée *Compilation et interprétation des langages* est la deuxième activité portant sur l'étude formelle des langages de programmation. Elle complète l'activité pédagogique *Introduction aux langages formels* qui introduit des outils de description de langages et de mise en oeuvre d'analyseurs lexicaux et syntaxiques basés sur la théorie des automates et des langages formels. Elle intègre plusieurs aspects des activités pédagogiques suivantes : *Programmation système* (langage machine, langage d'assemblage et architecture des ordinateurs), *Structures de données* (schémas de découpage, gestion de mémoire et ramasse-miettes), *Algorithmes et structures de données* (tri topologique, programmation dynamique et coloriage de graphes) et *Intelligence artificielle* (unification).

Notons que, contrairement à l'activité pédagogique *Introduction aux langages formels*, celle dédiée à la compilation et à l'interprétation des langages n'est pas un cours théorique. L'importance est mise sur l'étude d'un petit compilateur (programme C#) qui sera modifié par les étudiantes et étudiants dans la deuxième moitié de la session.

1.2 Cibles de formation spécifiques

À la fin de cette activité pédagogique, l'étudiante ou l'étudiant sera capable :

1. de formuler des règles sémantiques à l'aide de grammaires attribuées ;
2. de comprendre différentes techniques d'évaluation d'attributs ;
3. de comprendre les principaux traitements sémantiques relatifs aux langages impératifs et procéduraux ;
4. de connaître et comprendre les principales techniques de génération de code ;
5. de connaître et comprendre quelques techniques d'optimisation de code ;
6. de connaître et comprendre des techniques de collecte de rebut ;
7. d'utiliser des systèmes d'écriture automatique de compilateurs.

²M. Jackson, Loyal opposition : specializing in software engineering, *IEEE Software*, 16 (6), 1999.

1.3 Contenu détaillé

Thème	Contenu	Nbr. d'heures	Objectifs	Travaux	Lectures
1	Introduction : Présentation du domaine des compilateurs ; présentation du plan de cours ; traduction, compilation et interprétation.	3			chap. 1 et 2 de [1]
2	Analyse syntaxique : Rappel sur l'analyse descendante et ascendante ; Analyseur LL, LR et LALR.	3			chap. 4 de [1]
3	Grammaire attribuée : Grammaire S-attribuée, L-attribuée, sans cycle, fortement sans cycle, ordonnée ; Évaluation d'attributs : graphe de dépendance, tri topologique, évaluation dirigée par la syntaxe, parcours d'arbres et de graphes ; Classification des grammaires attribuées.	6	1,2,	✓	chap. 5 et 6 de [1] chap. 3 de [3]
4	Analyse sémantique et génération de code intermédiaire ; Gestion des symboles ; Vérification et inférence de types ; Allocation d'adresses ; Organisation de l'espace de données ; Traitement des énoncés de contrôle ; Traitement des appels de fonctions ; Graphe orienté acyclique pour expressions ; Code des instructions ; Machine virtuelle.	6	1,2,3	✓	chap. 6 de [1]
5	Technique de génération de code : Blocs de base, optimisation des blocs de base ; allocation et affectation de registres ; Optimisation à la lucarne ; Génération de code par programmation dynamique.	6	4	✓	chap. 8 de [1]
6	Gestion de la mémoire : <i>Garbage collector</i> , passage de paramètre, bloc d'appel.	4	6	✓	chap.7 de [1]
7	Optimisation de code : Sources principales d'optimisation ; Introduction à l'analyse de flot de données.	3	5		chap. 9 de [1]
8	Construction d'un compilateur : Boîte à outils de construction de compilateurs.	9	7	✓	

1. Le cours doit comprendre au moins trois travaux pratiques couvrant tous les sujets marqués «✓» dans le tableau.
2. Les lectures indiquées ne sont là qu'à titre indicatif. L'enseignant est libre de choisir un autre document de référence.

2 Organisation

Cette section propre à l'approche pédagogique de chaque enseignante ou enseignant présente la méthode pédagogique, le calendrier, le barème et la procédure d'évaluation ainsi que l'échéancier des travaux. Cette section doit être cohérente avec le contenu de la section précédente.

2.1 Méthode pédagogique

Une semaine comporte trois heures de notions dites théoriques en classe. Certaines semaines pourraient comporter des heures d'exercices en fonction de la matière à traiter.

2.2 Calendrier

Semaine	Date	Thème
1	2023-01-02	1
2	2023-01-09	2
3	2023-01-16	2 et 8
4	2023-01-23	3 et 8
5	2023-01-30	3 et 8
6	2023-02-06	3 et 8
7	2023-02-13	4 et 8
8	2023-02-20	Examen périodique
9	2023-02-27	Relâche
10	2023-03-06	4 et 8
11	2023-03-13	6 et 8
12	2023-03-20	5 et 8
13	2023-03-27	5 et 8
14	2023-04-03	5
15	2023-04-10	Révision et 7
16	2023-04-17	Révision
17	2023-04-24	Examen final

2.3 Évaluation

Devoirs (3)	30 %
Examen intra	30 %
Examen final	40 %

Deux feuilles de notes manuscrites recto verso sont permises aux examens. Les appareils électroniques (baladeur numérique, téléphone cellulaire, calculatrice, portable, etc.) sont interdits pendant les examens.

Les devoirs doivent être faits par équipe de deux personnes. Les devoirs comportent, entre autres, l'écriture d'analyseurs sémantiques et la modification d'un compilateur. **Aucun devoir ne peut être remis par courrier électronique. Les devoirs non remis reçoivent automatiquement la note zéro.**

2.3.1 Qualité de la langue et de la présentation

Conformément à l'article 17 du règlement facultaire d'évaluation des apprentissages³ l'enseignante ou l'enseignant peut retourner à l'étudiante ou à l'étudiant tout travail non conforme aux exigences quant à la qualité de la langue et aux normes de présentation.

³https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

2.3.2 Plagiat

Le plagiat consiste à utiliser des résultats obtenus par d'autres personnes afin de les faire passer pour sien et dans le dessein de tromper l'enseignante ou l'enseignant. Vous trouverez en annexe un document d'information relatif à l'intégrité intellectuelle qui fait état de l'article 9.4.1 du Règlement des études⁴. Lors de la correction de tout travail individuel ou de groupe une attention spéciale sera portée au plagiat. Si une preuve de plagiat est attestée, elle sera traitée en conformité, entre autres, avec l'article 9.4.1 du Règlement des études de l'Université de Sherbrooke. L'étudiante ou l'étudiant peut s'exposer à de graves sanctions qui peuvent être soit l'attribution de la note E ou de la note zéro (0) pour un travail, un examen ou une activité évaluée, soit de reprendre un travail, un examen ou une activité pédagogique. Tout travail suspecté de plagiat sera transmis au Secrétaire de la Faculté des sciences. Ceci n'indique pas que vous n'avez pas le droit de coopérer entre deux équipes, tant que la rédaction finale des documents et la création du programme restent le fait de votre équipe. En cas de doute de plagiat, l'enseignante ou l'enseignant peut demander à l'équipe d'expliquer les notions ou le fonctionnement du code qu'elle ou qu'il considère comme étant plagié. En cas d'incertitude, ne pas hésiter à demander conseil et assistance à l'enseignante ou l'enseignant afin d'éviter toute situation délicate par la suite.

2.4 Échéancier des travaux

Devoirs	Sujet	Réception	Remise	Points
TP1	Rapport	2023-01-13	2023-02-26	10
TP2	Les boucles et le transtypage	2023-02-27	2023-03-26	15
TP3	L'aiguillage	2023-03-27	2023-04-09	5

2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3⁵, l'utilisation d'ordinateurs, de cellulaires ou de tablettes pendant une prestation est interdite à condition que leur usage soit explicitement permise dans le plan de cours.

Dans ce cours, l'usage de téléphones cellulaires, de tablettes ou d'ordinateurs est autorisées. Cette permission peut être retirée en tout temps si leur usage entraîne des abus.

Tel qu'indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3⁶, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission de la personne enseignante.

Note : L'utilisation du courriel est recommandée pour poser vos questions à l'extérieur des périodes de cours.

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

Le manuel de Aho et al. est fortement conseillé [1]. Le manuel de Grune [3] est complémentaire. Les manuels techniques [11], [13], [5], [6], [7], [10], [9], [8], [12] et [4] contiennent une description détaillée de la boîte à outils *cocktail*. La boîte à outils *cocktail* n'est pas utilisée, mais elle reste une ressource intéressante. Tout le matériel présenté en classe se trouve sur le site web du cours. La documentation du compilateur à modifier est fournie avec le compilateur.

4 Références

- [1] A. V. AHO AND M. S. LAM AND R. SETHI AND L. D. ULLMAN : *Compilers : Principles, Techniques, and Tools*, second edition. Addison-Wesley, 2007.
- [2] D. CÔTÉ AND R. ST-DENIS : *Compilateur du langage java--*. Rapport technique, Université de Sherbrooke, 2006. Disponible sur le site web du cours.
- [3] D. GRUNE AND H. E. BAL AND C. J. H. JACOBS AND K. G. LANGENDOEN : *Modern Compiler Design*. Wiley, 2000. Manuel disponible à la bibliothèque.

⁴<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

⁵https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/Sciences_Reglement_complementaire.pdf

⁶<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

- [4] J. GROSCH : Specification of a MiniLAX-Interpreter. Rapport technique Document No. 22, CoCoLab — Datenverarbeitung, 1997. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [5] J. GROSCH : Preprocessors. Rapport technique Document No. 24, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2000. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [6] J. GROSCH : Rex — A Scanner Generator. Rapport technique Document No. 5, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2000. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [7] J. GROSCH : Selected Examples of Scanner Specifications. Rapport technique Document No. 7, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2000. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [8] J. GROSCH : Ag — An Attribute Evaluator Generator. Rapport technique Document No. 16, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2002. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [9] J. GROSCH : Ast — A Generator for Abstract Syntax Trees. Rapport technique Document No. 15, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2002. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [10] J. GROSCH : Lark — An LALR(2) Parser Generator with Backtracking. Rapport technique Document No. 32, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2002. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [11] J. GROSCH : Toolbox Introduction. Rapport technique Document No. 25, CoCoLab - Datenverarbeitung, 2002. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [12] J. GROSCH : Puma — A Generator for the Transformation of Attributed Trees. Rapport technique Document No. 26, CoCoLab — Datenverarbeitung, 2004. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.
- [13] J. GROSCH AND H. EMMELMANN : A Tool Box for Compiler Construction. Rapport technique Document No. 20, CoCoLab — Datenverarbeitung, 1990. Disponible dans le répertoire /opt/cocktail-0210/doc.pdf.

L'intégrité intellectuelle passe, notamment, par la reconnaissance des sources utilisées. À l'Université de Sherbrooke, on y veille!

Extrait du Règlement des études (Règlement 2575-009)

9.4.1 DÉLITS RELATIFS AUX ÉTUDES

Un délit relatif aux études désigne tout acte trompeur ou toute tentative de commettre un tel acte, quant au rendement scolaire ou une exigence relative à une activité pédagogique, à un programme ou à un parcours libre.

Sont notamment considérés comme un délit relatif aux études les faits suivants :

- a) commettre un plagiat, soit faire passer ou tenter de faire passer pour sien, dans une production évaluée, le travail d'une autre personne ou des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source d'une production, d'un passage ou d'une idée tirée de l'œuvre d'autrui);
 - b) commettre un autoplagiat, soit soumettre, sans autorisation préalable, une même production, en tout ou en partie, à plus d'une activité pédagogique ou dans une même activité pédagogique (notamment en cas de reprise);
 - c) usurper l'identité d'une autre personne ou procéder à une substitution de personne lors d'une production évaluée ou de toute autre prestation obligatoire;
 - d) fournir ou obtenir toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle, pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
 - e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel de toute forme (incluant le numérique) non autorisé avant ou pendant une production faisant l'objet d'une évaluation;
 - f) copier, contrefaire ou falsifier un document pour l'évaluation d'une activité pédagogique;
- [...]

Par plagiat, on entend notamment :

- Copier intégralement une phrase ou un passage d'un livre, d'un article de journal ou de revue, d'une page Web ou de tout autre document en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets;
- reproduire des présentations, des dessins, des photographies, des graphiques, des données... sans en préciser la provenance et, dans certains cas, sans en avoir obtenu la permission de reproduire;
- utiliser, en tout ou en partie, du matériel sonore, graphique ou visuel, des pages Internet, du code de programme informatique ou des éléments de logiciel, des données ou résultats d'expérimentation ou toute autre information en provenance d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans en citer les sources;
- résumer ou paraphraser l'idée d'un auteur sans en indiquer la source;
- traduire en partie ou en totalité un texte en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets ;
- utiliser le travail d'un autre et le présenter comme sien (et ce, même si cette personne a donné son accord);
- acheter un travail sur le Web ou ailleurs et le faire passer pour sien;
- utiliser sans autorisation le même travail pour deux activités différentes (autoplagiat).

Autrement dit : mentionnez vos sources
