

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE

IFT 313

Introduction aux langages formels

EXAMEN FINAL ¹

Le vendredi 18 décembre 2015 de 9 h à 12 h

Professeur : Richard St-Denis

- Toute documentation est permise.
- **Tout appareil électronique, incluant le téléphone cellulaire et l'ordinateur, est interdit.**
- Ne dégrafez pas ce questionnaire.
- Répondez dans les espaces prévus à cet effet.
- **Personne ne peut quitter la salle d'examen avant 9 h 15.**
- **Personne ne peut quitter son siège entre 11 h 50 et 12 h 00.**
- La correction est, entre autres, basée sur le fait que chacune de vos réponses soit :
 - claire, c'est-à-dire lisible et compréhensible pour le correcteur ;
 - précise, c'est-à-dire exacte ou sans erreur ;
 - complète, c'est-à-dire que toutes les étapes de résolution du problème sont présentes ;
 - concise, c'est-à-dire que la méthode de résolution est la plus courte possible.

Nom : _____ Prénom : _____

Signature : _____ Matricule : _____

Question	Barème
1	/6
2	/6
3	/7
4	/7
5	/7
6	/7
total :	/40

1. Ce questionnaire comporte treize (13) pages.

1. (6 points) Voici quatre définitions de langages sous la forme ensembliste.

1 $\{a^i b^j c^i d^j \mid i \geq 0, j \geq 0\}$

3 $\{a^{23i} b^{46i} \mid i \geq 0\}$

2 $\{ww^R w \mid w \in \{a, b\}^*\}$

4 $\{a^{46i} b^{23i} \mid i \geq 0\}$

Lesquels parmi ces langages sont hors contexte et lesquels ne le sont pas? Justifiez chaque réponse avec des arguments convaincants. **Une réponse non justifiée reçoit la note zéro.**

$\{a^i b^j c^i d^j \mid i \geq 0, j \geq 0\}$: _____

$\{ww^R w \mid w \in \{a, b\}^*\}$ (w^R est l'inverse de w) : _____

$\{a^{23i} b^{46i} \mid i \geq 0\}$: _____

$\{a^{46i} b^{23i} \mid i \geq 0\}$: _____

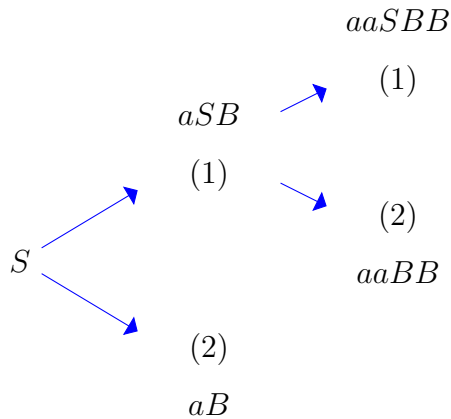
2. (6 points) Répondez aux deux questions suivantes à partir de la grammaire

$G = (\{S, B\}, \{a, b\}, P, S)$, où l'ensemble P contient quatre règles de production :

- (1) $S \rightarrow aSB$ (2) $S \rightarrow aB$
 (3) $B \rightarrow bb$ (4) $B \rightarrow b$

Soit la chaîne $w = aaabbbb$ en entrée.

a) (3 points) Voici une partie du graphe de la grammaire G pour la chaîne w produit par un analyseur syntaxique **descendant**.



Quels sont tous les noeuds successeurs **directs** du noeud étiqueté aB . Indiquez les cas d'échec s'il y a lieu. Placez les noeuds dans le graphe et justifiez votre réponse si nécessaire.

Quels sont tous les noeuds successeurs **directs** du noeud étiqueté $aaSBB$. Indiquez les cas d'échec s'il y a lieu. Placez les noeuds dans le graphe et justifiez votre réponse si nécessaire.

5. (7 points) Répondez aux trois questions suivantes.

a) (2 points) Nous avons vu dans le cours que la classe des grammaires LL(1) est incluse dans la classe des grammaires LR(1). Autrement dit, toute grammaire LL(1) est LR(1), mais il existe des grammaires qui ne sont pas LL(1), mais qui sont LR(1). En particulier, une grammaire qui comporte des règles de production récursives à gauche ne peut pas être LL(1). Par contre, nous avons vu des exemples de grammaires avec des règles de production récursives à gauche ou récursives à droite qui étaient LR(1). Comment expliquez-vous intuitivement cette inclusion stricte, c'est-à-dire $LL(1) \subset LR(1)$? Suggestion : déterminez les données utilisées par un analyseur syntaxique descendant (automate à pile modifié) lors d'une substitution et par un analyseur syntaxique ascendant lors d'une réduction, puis tirez une conclusion.

Substitution avec $A \rightarrow \alpha$: _____

Réduction avec $A \rightarrow \alpha$: _____

Conclusion : _____

b) (2 points) Calculez les ensembles d'items LR(1) pour la grammaire

$G = (\{S, A, B, C\}, \{a, c\}, P, S)$, où P contient les règles de production suivantes :

[1] $S \rightarrow A$

[4] $B \rightarrow aC$

[2] $S \rightarrow B$

[5] $C \rightarrow \lambda$

[3] $A \rightarrow aC$

[6] $C \rightarrow Cc$

c) (3 points) À partir de votre réponse en b), montrez que cette grammaire n'est pas LR(1).

Indiquez la cause qui fait que cette grammaire n'est pas LR(1). Justifiez votre réponse.

Transformez la grammaire (par factorisation, élimination de la récursivité, substitution ou autre transformation) pour obtenir une nouvelle grammaire qui engendre le même langage que la grammaire de départ et qui est LR(1). Justifiez votre réponse.

6. (7 points) Voici les règles de production écrites dans la notation non étendue pour la variable **GROUP** de la grammaire originale du langage de programmation *Lisaac*.

- [1] **GROUP** \rightarrow **DEF_LOCAL** $G_1 G_2$
- [2] $G_1 \rightarrow \lambda$
- [3] $G_1 \rightarrow$ **EXPR** ';' G_1
- [4] $G_2 \rightarrow \lambda$
- [5] $G_2 \rightarrow$ **EXPR** G_3
- [6] $G_3 \rightarrow \lambda$
- [7] $G_3 \rightarrow$ ';' G_1 **EXPR** G_3

Répondez aux questions suivantes à partir des ensembles d'items LR(1) (donnés à la page 13) pour les sept règles de production dans lesquelles les symboles **DEF_LOCAL** et **EXPR** sont considérés comme des symboles terminaux (pour des fins de simplification) et remplacés respectivement par dl et e .

a) (2 points) Expliquez comment les *lookaheads* des trois items de l'ensemble d'items I_2 ont été obtenus.

$GROUP \rightarrow dl \bullet G_1 G_2 \{ \# \} :$ _____

$G_1 \rightarrow \bullet \{ e / \# \} :$ _____

$G_1 \rightarrow \bullet e ' ; ' G_1 \{ e / \# \} :$ _____

b) (1 point) Indiquez les ensembles d'items qui contiennent des conflits et leur type (*reduce/reduce* ou *shift/reduce*).

c) (1 point) Est-ce que la grammaire est LR(1)? Justifiez votre réponse.

d) (1 point) Peu importe votre réponse à la question c), est-ce qu'il y a des ensembles d'items qui ont le même noyau? Si oui, lesquels?

e) (2 points) Peu importe votre réponse à la question c), remplissez la table *action* et la table *goto* pour un analyseur syntaxique ascendant pour les états qui apparaissent au début des rangées de la table suivante.

	action					goto			
	<i>dl</i>	<i>e</i>	<i>;</i>	<i>,</i>	<i>#</i>	<i>GROUP</i>	<i>G₁</i>	<i>G₂</i>	<i>G₃</i>
<i>I₀</i>									
<i>I₁</i>									
<i>I₄</i>									
<i>I₁₀</i>									
<i>I₁₃</i>									

$$I_0 = \text{fermeture}(\{[S \rightarrow \bullet \text{GROUP}, \{\#\}]\})$$

$$S \rightarrow \bullet \text{GROUP} \quad \{\#\}$$

$$\text{GROUP} \rightarrow \bullet dl \ G_1 \ G_2 \quad \{\#\}$$

$$I_1 = \text{goto}(I_0, \text{GROUP})$$

$$S \rightarrow \text{GROUP} \bullet \quad \{\#\}$$

$$I_2 = \text{goto}(I_0, dl)$$

$$\text{GROUP} \rightarrow dl \bullet G_1 \ G_2 \quad \{\#\}$$

$$G_1 \rightarrow \bullet \quad \{e/\#\}$$

$$G_1 \rightarrow \bullet e \ ;' \ G_1 \quad \{e/\#\}$$

$$I_3 = \text{goto}(I_2, G_1)$$

$$\text{GROUP} \rightarrow dl \ G_1 \bullet G_2 \quad \{\#\}$$

$$G_2 \rightarrow \bullet \quad \{\#\}$$

$$G_2 \rightarrow \bullet e \ G_3 \quad \{\#\}$$

$$I_4 = \text{goto}(I_2, e)$$

$$G_1 \rightarrow e \bullet \ ;' \ G_1 \quad \{e/\#\}$$

$$I_5 = \text{goto}(I_3, G_2)$$

$$\text{GROUP} \rightarrow dl \ G_1 \ G_2 \bullet \quad \{\#\}$$

$$I_6 = \text{goto}(I_3, e)$$

$$G_2 \rightarrow e \bullet G_3 \quad \{\#\}$$

$$G_3 \rightarrow \bullet \quad \{\#\}$$

$$G_3 \rightarrow \bullet \ ;' \ G_1 \ e \ G_3 \quad \{\#\}$$

$$I_7 = \text{goto}(I_4, \ ;')$$

$$G_1 \rightarrow e \ ;' \bullet G_1 \quad \{e/\#\}$$

$$G_1 \rightarrow \bullet \quad \{e/\#\}$$

$$G_1 \rightarrow \bullet e \ ;' \ G_1 \quad \{e/\#\}$$

$$I_8 = \text{goto}(I_6, G_3)$$

$$G_2 \rightarrow e \ G_3 \bullet \quad \{\#\}$$

$$I_9 = \text{goto}(I_6, \ ;')$$

$$G_3 \rightarrow \ ;' \bullet G_1 \ e \ G_3 \quad \{\#\}$$

$$G_1 \rightarrow \bullet \quad \{e\}$$

$$G_1 \rightarrow \bullet e \ ;' \ G_1 \quad \{e\}$$

$$I_{10} = \text{goto}(I_7, G_1)$$

$$G_1 \rightarrow e \ ;' \ G_1 \bullet \quad \{e/\#\}$$

$$\text{goto}(I_7, e) = I_4$$

$$G_1 \rightarrow e \bullet \ ;' \ G_1 \quad \{e/\#\}$$

$$I_{11} = \text{goto}(I_9, G_1)$$

$$G_3 \rightarrow \ ;' \ G_1 \bullet e \ G_3 \quad \{\#\}$$

$$I_{12} = \text{goto}(I_9, e)$$

$$G_1 \rightarrow e \bullet \ ;' \ G_1 \quad \{e\}$$

$$I_{13} = \text{goto}(I_{11}, e)$$

$$G_3 \rightarrow \ ;' \ G_1 \ e \bullet G_3 \quad \{\#\}$$

$$G_3 \rightarrow \bullet \quad \{\#\}$$

$$G_3 \rightarrow \bullet \ ;' \ G_1 \ e \ G_3 \quad \{\#\}$$

$$I_{14} = \text{goto}(I_{12}, \ ;')$$

$$G_1 \rightarrow e \ ;' \bullet G_1 \quad \{e\}$$

$$G_1 \rightarrow \bullet \quad \{e\}$$

$$G_1 \rightarrow \bullet e \ ;' \ G_1 \quad \{e\}$$

$$I_{15} = \text{goto}(I_{13}, G_3)$$

$$G_3 \rightarrow \ ;' \ G_1 \ e \ G_3 \bullet \quad \{\#\}$$

$$\text{goto}(I_{13}, \ ;') = I_9$$

$$I_{16} = \text{goto}(I_{14}, G_1)$$

$$G_1 \rightarrow e \ ;' \ G_1 \bullet \quad \{e\}$$

$$\text{goto}(I_{14}, e) = I_{12}$$

FIN DE L'EXAMEN