



Département d'Informatique

INF4048 (Compilation II) : Fiche de TD N°1

20 mars 2020

Etienne Kouokam

### EXERCICE 1 [Généralités sur les grammaires]

1.1 Construire une grammaire pour chacun des langages suivants :

1.1.1  $L_1 =$  Le langage des palindromes sur l'alphabet  $\{0, 1\}$ .

1.1.2  $L_2 = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R \text{ et } w \text{ est pair}\}$

1.1.3  $L_3 = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w \text{ contient au moins trois 1s}\}$

1.1.4  $L_4 = \{a^i b^j c^k \mid i, j, k > 0 \text{ et } i + j = k\}$

1.2 Etant donnée la grammaire  $G_1 \begin{cases} S \rightarrow (L) \mid a \\ L \rightarrow L, S \mid a \end{cases}$

1.2.1 Quels sont les symboles terminaux et non terminaux ?

1.2.2 Donner les arbres de dérivation pour chacun des cas suivants :  $(a, a)$ ;  $(a, (a, a))$ ;  $(a, ((a, a), (a, a)))$

1.2.3 Construire une dérivation à gauche et une dérivation à droite pour chacune des phrases de la question précédente.

1.3 Etant donnée la grammaire  $G_2 \begin{cases} S \rightarrow aB \mid bA \\ A \rightarrow a \mid aS \mid bAA \\ B \rightarrow b \mid bS \mid aBB \end{cases}$

1.3.1 Trouver pour le mot  $aaabbabbba$  une dérivation à gauche, une dérivation à droite et un arbre de dérivation.

1.3.2 Montrer par récurrence sur  $|w|$  que  $L(G)$  est l'ensemble des mots de longueur non nulle qui contiennent autant de  $a$  que de  $b$ .

1.3.3 Construire une dérivation à gauche et une dérivation à droite pour chacune des phrases de la question précédente.

### EXERCICE 2 [Simplification dans les grammaires]

On considère différentes grammaires dont les productions sont les suivantes :

$$G_1 \begin{cases} S \rightarrow aAAB \\ S \rightarrow CC \mid cA \\ A \rightarrow aA \mid a \\ C \rightarrow cC \end{cases} \quad G_2 \begin{cases} S \rightarrow AB \\ A \rightarrow aA \mid \epsilon \\ B \rightarrow b \mid \epsilon \end{cases} \quad G_3 \begin{cases} S \rightarrow ABc \\ A \rightarrow B \\ B \rightarrow b \mid c \end{cases} \quad G_4 \begin{cases} S \rightarrow AB \mid CA \\ A \rightarrow a \mid b \mid c \\ B \rightarrow BC \mid DE \\ C \rightarrow E \mid c \\ D \rightarrow a \mid d \\ E \rightarrow aB \mid c \mid d \end{cases}$$

2.1 Supprimer (en expliquant) les symboles inutiles de la grammaire  $G_1$

2.2 Supprimer (en expliquant) les  $\epsilon$ -productions de la grammaire  $G_2$

2.3 Supprimer (en expliquant) les règles unitaires de la grammaire  $G_3$ .

- 2.4 Transformer la grammaire  $G_4$  en une grammaire équivalente (sans  $\epsilon$ ) sans symboles inutiles, sans productions et sans règles unitaires

### EXERCICE 3 [Formes normales de Chomsky (CNF) et Greibach (GNF)]

On considère différentes grammaires dont les productions sont les suivantes :

$$G_1 : S \rightarrow aSb \mid \epsilon \quad G_2 \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow ASB \mid \epsilon \\ B \rightarrow b \end{array} \right. \quad G_3 \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow aB \mid bA \\ A \rightarrow a \mid aS \mid bAA \\ B \rightarrow b \mid bS \mid aBB \end{array} \right. \quad G_4 \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow AB \mid C \\ A \rightarrow aAb \mid ab \\ B \rightarrow cBd \mid cd \\ C \rightarrow aCd \mid aDd \\ D \rightarrow bDc \mid bc \end{array} \right.$$

3.1 Quel est le langage généré par chacune de ces grammaires ? Qu'en déduit-on ?

3.2 Sont-elles de Chomsky ? De Greibach ? Sinon la/les mettre sous CNF/GNF.

3.4 Mettre la grammaire suivante sous forme normale de Greibach

$$G_4 \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow XA \mid BB \\ B \rightarrow b \mid SB \\ X \rightarrow b \\ A \rightarrow a \end{array} \right.$$

### EXERCICE 4 [Opération de clôture & Lemme de pompage]

En vous servant du lemme de pompage adapté aux langages hors-contexte, montrer que les langages suivant ne sont pas hors-contexte :

4.1 Montrer que les langages hors-contexte sont clos pour l'Union, la concaténation et l'étoile

4.2  $L_2 = \{a^n b^n c^i \mid i \leq n\}$ .

4.3  $L_2 = \{0^p \mid p \text{ est premier}\}$

4.4  $L_2 = \{w \mid |w|_a < |w|_b < |w|_c\}$



Département d'Informatique

# Compilation II : Correction du Contrôle Continu du 2<sup>ème</sup> semestre (2h00)

25 Mai 2018

Etienne Kouokam, Gérard Nzebop

## Exercice 1: Généralités (6 pts)

### 1.1 Quel est le d'un langage L (1 pt)

**Corrigé:** L'analyse lexicale détecte les unités lexicales (les mots) et les passe en paramètres pour la reconnaissance des grammaires (instructions), ce qu'est censée faire l'analyse syntaxique qui en construit un arbre de dérivation.

### 1.2 Donner la définition formelle d'une grammaire. (1 pt)

**Corrigé:** Il s'agit d'un 4-uplet  $G = (V_n, V_t, S, P)$  avec  $\Sigma = V_n \cup V_t$  où :

- $V_t$  = Alphabet des symboles terminaux : Les éléments du langage (variable, identificateur, ...).
- $V_n$  = Symboles non-terminaux : symboles auxiliaires dénotant les types de construction (boucle, expression booléenne, ...).
- $S$  = Le but (symbole de départ) appelé axiome : dénote n'importe quelle phrase.
- $P$  = Productions : Les règles de réécriture utilisées pour reconnaître et générer des phrases. Elles sont de la forme
  - $\alpha \rightarrow \beta$  avec  $\alpha \in \Sigma^* V_n \Sigma^*$  et  $\beta \in \Sigma^*$
  - $(\alpha, \beta)$ , où  $\alpha \in \Sigma^*$  et  $\beta \in \Sigma^*$

### 1.3 Soit la grammaire $G_0$ dont les règles de production sont :

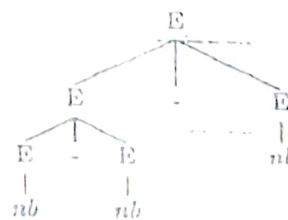
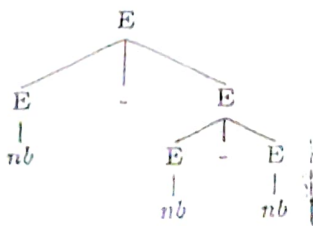
$$E \rightarrow E + E \mid E - E \mid nb$$

#### 1.3.1 Quand dit-on qu'une grammaire est ambiguë? (1 pt)

**Corrigé:** Une phrase est dite ambiguë s'il existe différentes dérivations gauches pour une même chaîne de terminaux.

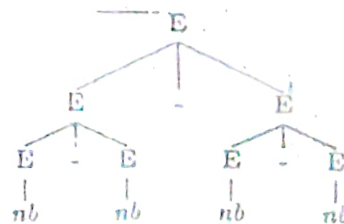
#### 1.3.2 La grammaire $G_0$ est-elle ambiguë. Justifier (1 pt)

**Corrigé:** Oui, elle l'est. En effet : on peut construire les arbres de dérivations suivants pour la chaîne nb-nb-nb, comme suit :



#### 1.3.3 Soit le mot $w = nb - nb - nb - nb$ . Construire un arbre abstrait correspondant. (1 pt)

**Corrigé:** L'arbre étant ambigu on peut en construire plusieurs dont celui présenté ci-dessous :



1.3.4 Énoncer les règles pour reconnaître cette grammaire par les appliquer (1 pt)  
 Corrigé: Élimination de la récursivité gauche + factorisation gauche

Exercice 2: Formes normales de Chomsky (CNF) et Greibach (GNF) (5 pts)  
 On considère différentes grammaires dont les productions sont les suivantes :

$$G_1 \begin{cases} S \rightarrow aAb \\ A \rightarrow Sb | bHH \\ B \rightarrow abh | ac \\ C \rightarrow ac^*A \end{cases} \quad G_2 \begin{cases} S \rightarrow AH | C \\ A \rightarrow aAb | ab \\ H \rightarrow bHd | cd \\ C \rightarrow aCd | aTdd \\ D \rightarrow bDe | be \end{cases}$$

2.1 Quel est le langage généré par chacune de ces grammaires? (2 pts)  
 Corrigé:

- Grammaire  $G_1$  : On peut commencer par simplifier cette grammaire en remarquant que le non terminal  $C$  est inutile. Une fois que ses productions sont éliminées, on obtient que  $L(G) = \{a^n(ababhbhb)(ba)^n\}, n \geq 0$
- Grammaire  $G_2$  :  
 Si on part avec la règle  $S \rightarrow AB$ , on génère d'abord autant de  $a$  que de  $b$ , puis autant de  $c$  que de  $d$ ; le langage est donc  $\{a^n b^n c^m d^m\}$ .  
 Si on part avec la règle  $S \rightarrow C$ , on génère d'abord autant de  $a$  que de  $d$ , puis autant de  $b$  que de  $c$ ; le langage est donc  $\{a^n b^m c^n d^n\}$ .  
 Finalement, le langage reconnu est  $\{a^n b^n c^m d^m\} \cup \{a^n b^m c^n d^n\}$  pour  $n, m \geq 1$ .

2.2 Sont-elles sous forme normale de Chomsky? De Greibach? Sinon la/les mettre sous ces différentes formes. (3 pts)  
 Corrigé: Aucune des ces grammaires n'est sous forme normale de Chomsky. En témoigne la production  $S \rightarrow aAb$  de la grammaire  $G_1$  ou encore la production  $S \rightarrow C$  de la grammaire  $G_2$  qui ne sont pas des productions admissibles sous forme normale de Chomsky.

- Mise sous Forme normale de Chomsky
- Grammaire  $G_1$  : Pour la mettre sous forme normale de Chomsky, on introduit les variables  $X_a$  et  $X_b$  pour les productions  $X_a \rightarrow a$  et  $X_b \rightarrow b$ . On traite ensuite les productions dont le membre de droite est de longueur supérieur à 2. La grammaire  $G'_1$  que l'on obtient finalement ci-dessous est sous forme normale de Chomsky :

$$G'_1 \begin{cases} S \rightarrow X_a Y_1, & X_a \rightarrow a, \\ X_b \rightarrow b, & Y_1 \rightarrow A X_a \\ B \rightarrow X_a Y_2 | X_a C, & Y_2 \rightarrow X_b X_b \\ C \rightarrow X_a Y_3, & Y_3 \rightarrow C A \\ A \rightarrow S X_b | X_b Y_4, & Y_4 \rightarrow B B \end{cases}$$

- Grammaire  $G_2$
- Mise sous Forme normale de Greibach
- Pour mettre une grammaire sous forme normale de Greibach, on applique l'algorithme vu en cours sur chacune d'elles
- Pour la grammaire  $G_1$ , on obtient alors la grammaire  $G''_1$  :

$$G''_1 \begin{cases} S \rightarrow aY_1, & X_a \rightarrow a, & X_b \rightarrow b \\ A \rightarrow aY_1 X_b | bY_4, & Y_1 \rightarrow Y_1 X_b X_a | bY_4 X_a, & B \rightarrow aY_2 | aC \\ Y_4 \rightarrow aY_2 B | aCB, & Y_2 \rightarrow bX_b \end{cases}$$

- Grammaire  $G_2$

Exercice 3: Automates à Pile (5 pts)  
 Donner l'automate à pile permettant de reconnaître chacun des langages suivants :

3.1  $L_1 = \{a^n b^m c^{2(n+m)} \mid n, m \geq 0\}$  (2.5 pts)

Corrigé: Comme on veut deux fois plus de  $c$ , on met deux symboles sur la pile pour chaque  $a$  et chaque  $b$  et on en enlève un à chaque  $c$  rencontré. On a besoin de trois états car, quand on commence à lire les  $b$ , on ne peut plus lire de  $a$ . Alors on prend  $Q = \{q_0, q_1, q_2\}$ ,  $F = \emptyset$ ,  $\Sigma = \{a, b\}$ ,  $\Gamma = \{A, Z_0\}$  et la fonction de transition est celle définie par le tableau suivant :

3.2  $L_2 = \{u \in \{a, b\}^* \mid |u|_a = 2, |u|_b \}$  (2.5 pts)





Département d'Informatique

Rattrapage INF4048, Compilation, Septembre 2020

Dr Etienne KOUOKAM, Dr Thomas MESSI

Questions de cours. (6 points)

1. Automates à pile (3 points)

- (a) Rappeler le Lemme de Pumpage pour les langages algébriques puis montrer que le langage  $L = \{ww|w \in \{0,1\}^*\}$  n'est pas algébrique. (2 points)
- (b) L'automate des items LR est-il un automate à pile? Justifier votre réponse. (1 point)

2. Forme Normale de Chomsky (FNC), Forme Normale de Greibach (FNG) (3 points)

- (a) Quand dit-on qu'une grammaire est en FNC? Rappeler les étapes de mise en FNC. (1.5 points)
- (b) Quand dit-on qu'une grammaire est en FNG? Rappeler les étapes de mise en FNG. (1.5 points)

Analyseurs syntaxiques. (15 points)

Considérer les grammaires suivantes :

$$(G_1) \begin{cases} A \rightarrow +AA \\ A \rightarrow *AA \\ A \rightarrow b \end{cases} \quad (G_2) \begin{cases} A \rightarrow T \mid T + A \mid T - A \\ T \rightarrow F \mid F * T \\ F \rightarrow i \mid (A) \end{cases}$$

1. Analyseur LL(1) (4 points)

- (a) Construire la table d'analyse LL(1) pour la grammaire  $(G_2)$ . (2 points)
- (b) La grammaire  $(G_2)$  est-elle LL(1)? Justifier votre réponse. (1 point)
- (c) Reconnaître le mot  $i * (i + i)$  pour la grammaire  $(G_2)$  (1 point)

2. Analyseur LR(0) et SLR(1) (5 points)

- (a) Construire l'automate des items LR(0) pour la grammaire  $(G_1)$ . (1 point)
- (b) En déduire les tables d'analyse LR(0) et SLR(1) pour la grammaire  $(G_1)$ . (2 points)
- (c) La grammaire  $(G_1)$  est-elle :

i. LR(0)?

ii. SLR(1)?

Justifier votre réponse. (1 point)

- (d) Reconnaître le mot  $*b + bb$  pour la grammaire  $(G_1)$  (1 point)

3. Analyseur CLR(1) et LALR(1) (6 points)

- (a) Construire l'automate des items LR(1) pour la grammaire  $(G_1)$ . (2 points)
- (b) En déduire les tables d'analyse CLR(1) et LALR(1) pour la grammaire  $(G_1)$ . (3 points)
- (c) La grammaire  $(G_1)$  est-elle :

i. CLR(1)?

ii. LALR(1)?

Justifier votre réponse. (1 point)

Bon Courage! .....



## Département d'Informatique

INF4048. Analyseurs Syntaxiques, Juillet 2020

Dr Thomas MESSI NGUELLÉ, Assistant Lecturer

N.B. : Utiliser le cours <https://cel.archives-ouvertes.fr/cel-00373150v2/document> pour répondre aux questions suivantes.

### Généralités.

1. Faites un schéma dans lequel vous situer l'analyse syntaxique parmi les étapes de la compilation.
2. Définir l'analyse syntaxique.
3. Définir les notions d'analyse ascendante, analyse descendante. Donner un exemple à chaque fois.
4. Énumérer les générateurs d'analyseurs syntaxiques les plus célèbres et donner le type d'analyseurs correspondant (LL, LR, SLR, LALR).

### Analyseurs LL.

1. Soit  $X$  un symbole d'une grammaire.
  - (a) Définir l'ensemble  $premier(X)$ , puis donner un algorithme permettant de calculer cet ensemble.
  - (b) Définir l'ensemble  $suivant(X)$ , puis donner un algorithme permettant de calculer cet ensemble.
2. Considérer les grammaires suivantes :
 

$$(G_1) \begin{cases} S \rightarrow ABCD \\ A \rightarrow a|\epsilon \\ B \rightarrow CD|b \\ C \rightarrow C|\epsilon \\ D \rightarrow Aa|d|\epsilon \end{cases}$$

$$(G_2) \begin{cases} S \rightarrow F \\ S \rightarrow (S + F) \\ F \rightarrow 1 \end{cases}$$

$$(G_3) \begin{cases} E \rightarrow TE' \\ E' \rightarrow +TE'|\epsilon \\ T \rightarrow FT' \\ T' \rightarrow *FT'|\epsilon \\ F \rightarrow i|(E) \end{cases}$$

  - (a) Calculer les ensembles  $premier(X)$  et  $suivant(X)$  où  $X$  est un symbole de la grammaire  $G_1$ .
  - (b) Calculer les ensembles  $premier(X)$  et  $suivant(X)$  où  $X$  est un symbole de la grammaire  $G_2$ .
3. Décrire la table d'analyse LL puis dire comment elle est construite.
4. Quand dit-on qu'une grammaire est LL(1)?
5. La grammaire  $G_3$  est-elle LL(1)? Justifier votre réponse.
6. Donner l'algorithme de reconnaissance d'un mot à partir d'une table d'analyse LL.
7. Reconnaître le mot  $i + i + i$  pour la grammaire  $(G_3)$

..... Bon Courage! .....



Département d'Informatique

INFO416 (Compilation) : Contrôle Continu (2h00)

25 Avril 2019

Etienne Kouokam

N.B. Il ne suffit pas d'affirmer, il faut justifier pour avoir la totalité des points

EXERCICE 1 [QCM (7 pts =  $0.5 \times 9 + 2.5$ )]

- 1.1 La production  $A \rightarrow aB$  fait référence à une grammaire sous forme normale  
a. De Chomsky b. De Greibach c. De Boyce-Codd d. Aucune d'elles e. Je ne sais pas
- 1.2 Parmi les formes normales suivantes, quelles sont les grammaires ne contenant aucune récursion gauche  
a. Chomsky b. Greibach c. Boyce-Codd d. Aucune d'elles e. Je ne sais pas
- 1.3 Toute grammaire sous forme normale de Chomsky est :  
a. Régulière b. Sensible au contexte c. Hors-contexte d. Rien de tout ça e. Je ne sais pas
- 1.4 Quelles sont les productions admissibles pour une grammaire mise sous forme normale de Chomsky?  
a.  $A \rightarrow BC$  b.  $A \rightarrow a$  c.  $S \rightarrow \epsilon$  d. Rien de tout ça e. Je ne sais pas
- 1.5 Etant donnée la grammaire définie par les productions 1.  $S \rightarrow AS$ , 2.  $S \rightarrow AAS$ , 3.  $A \rightarrow SA$ , 4.  $A \rightarrow a$ ,  
quelles sont les productions ne respectant pas la forme normale de Chomsky?  
a. 2,4 b. 1,3 c. 1,2,3,4 d. 2,3,4 e. Je ne sais pas
- 1.6 A quelle catégorie de grammaires appartient la règle de production  $aAb \rightarrow agb$  :  
a. Grammaire régulière b. Grammaire hors-contexte c. Grammaire sensible au contexte d. Grammaire récursivement énumérable e. Je ne sais pas
- 1.6 Quels sont les énoncés erronés parmi les suivants :  
a. Les langages contextuels contiennent les langages hors-contextes b. Tout langage régulier est contenu dans un langage contextuel c. Les langages récursivement énumérables contiennent les langages réguliers d. Les langages hors-contextes contiennent les langages contextuels e. Je ne sais pas
- 1.7 Considérant la production  $S \rightarrow 0S1| \epsilon$  où  $\Sigma = \{0, 1\}$ , dire parmi les langages suivants ceux qui ne correspondent pas à la grammaire  
a. Grammaire non régulière b.  $\{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$  c.  $\{0^n 1^n \mid n \geq 1\}$  d. Rien de tout ça e. Je ne sais pas
- 1.8 Les grammaires ambiguës sont-elles hors-contextes?  
a. Oui b. Non e. Je ne sais pas
- 1.9 Un langage reconnu par un automate à pile est de  
a. Type 0 b. Type 1 c. Type 2 d. Type 3 e. Je ne sais pas
- 1.10 On considère la grammaire définie par les règles de production suivantes :  $S \rightarrow aB|bA$ ,  $B \rightarrow aBB|bS|b$ ,  $bAA|aS|a$ . Parmi les mots suivants, lesquels peuvent être générés par une telle grammaire?  
a. aaaabb b. aabbbb c. aabbab d. abbba e. Je ne sais pas



## EXERCICE 2 [Melting pot ... (14 pts)]

On considère différentes grammaires dont les productions sont les suivantes :

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow XA|BB \\ B \rightarrow SB|b \\ X \rightarrow b \\ A \rightarrow a \end{cases} \quad G_2 : \begin{cases} S \rightarrow A \\ A \rightarrow aBa|a \\ B \rightarrow bAb|b \end{cases} \quad G_3 : \begin{cases} S \rightarrow aMb \\ Ab \rightarrow aMb|e \end{cases} \quad G_4 : \begin{cases} S \rightarrow ASA|aB \\ A \rightarrow B|S \\ B \rightarrow b|e \end{cases}$$

- 2.1 Quel est le langage généré par chacune de ces grammaires? (0.5\*4 pts)
- 2.2 Transformer chacune des grammaires  $G_i, 1 \leq i \leq 4$  en une grammaire équivalente  $G'_i, 1 \leq i \leq 4$  (si possible sans  $\epsilon$ ) sans symboles inutiles, sans  $\epsilon$ -productions et sans règles unitaires (1\*4 pts)
- 2.3 Les grammaires  $G'_i, 1 \leq i \leq 4$  ainsi obtenues Sont-elles de Chomsky? De Greibach? Sinon la/les mettre sous CNF/GNF. (4 pts)
- 2.4 On reconsidère les grammaires  $G_i, 1 \leq i \leq 4$ 
  - 2.4.1 Y en a-t-il qui soient récurives à gauches? Si oui, lesquelles? Justifier. (2 pts)
  - 2.4.2 S'il y a lieu, transformer lesdites grammaires de façon à supprimer la récurivité gauche (2 pts)

Bon courage!!!





Département d'Informatique

INF4048 (Compilation) : Contrôle Continu (2h00)  
Août 2020

Etienne Kouokam, Thomas Messi

N.B. Il ne suffit pas d'affirmer, il faut justifier pour avoir la totalité des points

- Faites attention à ne sélectionner que les réponses correctes. Autrement, ça pourrait vous coûter des points.
- Pour chaque question posée, il peut y en avoir zéro, une ou plusieurs réponses justes.
- Portez vos noms et prénoms sur chacune de vos feuilles (même de brouillon) avant toute chose

EXERCICE 1 [QCM (6 pts = 0.5\*10+1)]

- 1.1 Etant donnée la grammaire définie par les productions 1.  $S \rightarrow AS$ , 2.  $S \rightarrow AAS$ , 3.  $A \rightarrow SA$ , 4.  $A \rightarrow a$ , quelles sont les productions ne respectant pas la forme normale de Chomsky?  
a. 2,3,4 b. 1,3 c. 1,2,3,4 d. 2,4 e. Je ne sais pas
- 1.2 Considérant la production  $S \rightarrow 0S1| \epsilon$  où  $\Sigma = \{0, 1\}$ , dire parmi les langages suivants ceux qui ne correspondent pas à la grammaire  
a. Grammaire non régulière b.  $\{0^n 1^n \mid n \geq 1\}$  c.  $\{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$  d. Rien de tout ça e. Je ne sais pas
- 1.3 Parmi les formes normales suivantes, quelles sont les grammaires ne contenant aucune récursion gauche?  
a. Chomsky b. Boyce-Codd c. Greibach d. Aucune d'elles e. Je ne sais pas
- 1.4 La production  $A \rightarrow aB$  fait référence à une grammaire sous forme normale  
a. De Chomsky b. De Boyce-Codd c. De Greibach d. Aucune d'elles e. Je ne sais pas
- 1.5 A quelle catégorie de grammaires appartient la règle de production  $aAb \rightarrow agb$  :  
a. Grammaire sensible au contexte b. Grammaire hors-contexte c. Grammaire régulière d. Grammaire récursivement énumérable e. Je ne sais pas
- 1.6 Toute grammaire sous forme normale de Chomsky est :  
a. Hors-contexte b. Sensible au contexte c. Régulière d. Rien de tout ça e. Je ne sais pas
- 1.7 Quelles sont les productions admissibles pour une grammaire mise sous forme normale de Chomsky ?  
a.  $A \rightarrow BC$  b.  $A \rightarrow a$  c.  $S \rightarrow \epsilon$  d. Rien de tout ça e. Je ne sais pas
- 1.8 Un langage reconnu par un automate à pile est de  
a. Type 3 b. Type 2 c. Type 1 d. Type 0 e. Je ne sais pas
- 1.9 Les grammaires ambiguës sont-elles hors-contextes ?  
a. Non b. Oui e. Je ne sais pas
- 1.10 Quels sont les énoncés erronés parmi les suivants :  
a. Les langages contextuels contiennent les langages hors-contextes b. Les langages hors-contextes contiennent les langages contextuels c. Les langages récursivement énumérables contiennent les langages réguliers d. Tout langage régulier est contenu dans un langage contextuel e. Je ne sais pas
- 1.11 On considère la grammaire définie par les règles de production suivantes :  $S \rightarrow aB|bA$ ,  $B \rightarrow aBB|bS|b$ ,  $A \rightarrow bAA|aS|a$ . Parmi les mots suivants, lesquels peuvent être générés par une telle grammaire ?  
a. aaaabb b. aabbbb c. aabbab d. abbba e. Je ne sais pas



Département d'Informatique

Examen INF4048, Compilation, Août 2020

Dr Etienne KOUOKAM, Dr Thomas MESSI

Questions de cours. (4 points)

1. Expliquer pourquoi un automate fini peut reconnaître le langage  $a^n b^m$ ,  $n, m \geq 0$  mais pas le langage  $a^n b^n$ ,  $n \geq 0$  (1 point)
2. Donner le schéma simple d'un automate à pile (ruban, pile et cerveau) (1 point)
3. Donner la différence entre les analyseurs LL et LR. (1 point)
4. Citer deux générateurs d'analyseurs syntaxiques célèbres puis donner le type d'analyseur correspondant (LL, LR, SLR, LALR). (1 point)

Analyseurs syntaxiques. (18 points)

Considérer les grammaires suivantes :

$$(G_1) \begin{cases} E \rightarrow T \\ E \rightarrow (E * T) \\ T \rightarrow 0 \end{cases} \quad (G_2) \begin{cases} A \rightarrow TA' \\ A' \rightarrow +TA' | \epsilon \\ T \rightarrow FT' \\ T' \rightarrow *FT' | \epsilon \\ F \rightarrow e | (A) \end{cases}$$

1. Analyseur LL(1) (5 points)

- (a) Construire la table d'analyse LL(1) pour la grammaire  $(G_2)$ . (2.5 points)
- (b) La grammaire  $(G_2)$  est-elle LL(1)? Justifier votre réponse. (1 point)
- (c) Reconnaître le mot  $e * (e + e)$  pour la grammaire  $(G_2)$ . (1.5 points)

2. Analyseur LR(0) et SLR(1) (7 points)

- (a) Construire l'automate des items-LR(0) pour la grammaire  $(G_1)$ . (2 points)
- (b) En déduire les tables d'analyse LR(0) et SLR(1) pour la grammaire  $(G_1)$ . (1.5 \* 2 points)
- (c) La grammaire  $(G_1)$  est-elle :
  - i. LR(0)?
  - ii. SLR(1)?

Justifier votre réponse. (1 point)

- (d) Reconnaître le mot  $(0 * 0)$  pour la grammaire  $(G_1)$ . (1 point)

3. Analyseur CLR(1) et LALR(1) (6 points)

- (a) Construire l'automate des items LR(1) pour la grammaire  $(G_1)$ . (2 points)
  - (b) En déduire les tables d'analyse CLR(1) et LALR(1) pour la grammaire  $(G_1)$ . (3 points)
  - (c) La grammaire  $(G_1)$  est-elle :
    - i. CLR(1)?
    - ii. LALR(1)?
- Justifier votre réponse. (1 point)

..... Bon Courage! .....

Compilation Août 2020

## EXERCICE 2 [Melting pot ... (14 pts)]

considère différentes grammaires dont les productions sont les suivantes :

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow XA|BR \\ B \rightarrow SB|b \\ X \rightarrow b \\ A \rightarrow a \end{cases} \quad G_2 : \begin{cases} S \rightarrow AB|a \\ A \rightarrow ab \\ B \rightarrow b \end{cases} \quad G_3 : \begin{cases} S \rightarrow ab|gh \\ \quad \quad \quad m \end{cases} \quad G_4 : \begin{cases} S \rightarrow a^i b^j \\ B \rightarrow a^i b^j \\ S \rightarrow \epsilon \end{cases}$$

- 2.1 Quel est le langage généré par chacune des grammaires  $G_1$  et  $G_3$ ? (0.5\*2 pts)
- 2.2 Y en a-t-il qui soient ambiguës? Si oui, précisez lesquelles, en justifiant (2 pts)
- 2.3 Transformer chacune des grammaires  $G_i, 1 \leq i \leq 4$  en une grammaire équivalente  $G'_i, 1 \leq i \leq 4$  (sans  $\epsilon$ ) sans symboles inutiles, sans  $\epsilon$ -productions, et sans règles unitaires (3 pts)
- 2.4 Les grammaires  $G'_i, 1 \leq i \leq 4$  ainsi obtenues Sont-elles de Chomsky? De Greibach? Sinon la/les mettre sous CNF/GNF. (3 pts)
- 2.5 On reconsidère les grammaires  $G_i, 1 \leq i \leq 4$  (1.5 pts)
  - 2.5.1 Y en a-t-il qui soient récurives à gauches? Si oui, lesquelles? Justifier. (1.5 pts)
  - 2.5.2 S'il y a lieu, transformer lesdites grammaires de façon à supprimer la récursivité gauche (1.5 pts)

## EXERCICE 3 [Automates à piles ... (5 pts)]

Sur  $\Sigma = \{a, b, c\}$ , on considère le langage  $L = \{wcw' \mid w, w' \in \{a, b\}^* \wedge |w| = |w'|\}$ .

- 3.1 Montrer que ce langage n'est pas reconnaissable par un automate fini. (1.5 pts)
- 3.2 Donner un automate à pile reconnaissant ce langage. (2.5 pts)
- 3.3 Donner une grammaire pour ce langage. (1 pt)

Bon courage!!!