

Compilation M1

Félix Jamet, Mica Ménard

Avril 2018

Contents

1	Types des grammaires	2
2	Grammaires LL(k)	2
2.1	First(N)	2
2.2	Follow(N)	3
2.3	Grammaire LL(1)	3
3	Projet compilo	3
3.1	Définitions	3
3.2	Schémas	3
3.3	Processus divers	4
3.3.1	Scan G_0	4
3.3.2	Scan GPL	4
3.3.3	Action G_0	4
3.4	Construction de la grammaire G_0	4
3.4.1	Notation B.N.F.	4
3.4.2	Règle 1	5
3.4.3	Règle 2	5
3.4.4	Règle 3	5
3.4.5	Règle 4	5
3.4.6	Règle 5	5
3.5	Structure de données	5
3.6	Construction des 5 Arbres	6
3.6.1	Fonctions Gen*	6
3.6.2	Arbres	7
3.7	Scan G_0	8
3.8	Action G_0	9
3.9	Exemple	10
3.9.1	Pile	10
3.9.2	Dictionnaires	10
3.9.3	Compilation	10
3.9.4	Arbre GPL	10
4	Tables S.R.	10
4.1	Algorithme Table Analyse L.R.	10
4.2	Astuces de construction de la table SR	12
4.3	Génération automatique de la table SR	12
4.3.1	Opérateurs \doteq , $>$, et $<$	12

4.4	Exemple de génération de table S.R.	12
4.4.1	GPL	12
4.4.2	Fenêtre	12
4.4.3	Questions	12
4.4.4	Dérivation	13
4.4.5	Arbre et poignées	13
5	Génération de code	13
5.1	Mnémoniques associés à un accumulateur	13
5.1.1	Exemples	13
5.2	Automatisation du processus	14
5.2.1	Exemple	14
5.3	Génération de code avec plusieurs registres	14
5.3.1	Opérations	14
5.3.2	Combien a-t-on besoin de registres ?	15
5.3.3	Règles générales	16

1 Types des grammaires

0 grammaires de type C

1 grammaires contextuelles (CS) $\gamma \rightarrow \beta$ avec $\|\gamma\| \leq \|\beta\|$

2 grammaires non contextuelles (CF) $A \rightarrow B$ avec $A \in V_N, B \in V^+$

3 grammaires régulières

$$\begin{cases} A \rightarrow aB \\ A \rightarrow a \end{cases} \quad \text{ou} \quad \begin{cases} A \rightarrow Ba \\ A \rightarrow a \end{cases}$$

Le langage L généré par une grammaire G est tel que:

$$L(G) = \{x \in V_T^* / S \xRightarrow{*} x\}$$

S étant ici le symbole de départ de la grammaire G (*start symbol*).

l'intersection de deux langages de type x n'est pas forcément de type x .

2 Grammaires LL(k)

k est une mesure de l'ambiguïté. Représente le nombre de caractères qu'il est nécessaire de regarder pour déterminer quelle règle utiliser. Bien entendu, les règles LL(1) sont préférables.

2.1 First(N)

- Si $N \rightarrow A \dots$ alors $First(N) = First(A)$
- Si $N \rightarrow c \dots$ alors $First(N) = \{c\}$
- Si $N \rightarrow A.B \dots$ et si $A \xRightarrow{*} \epsilon$ alors $First(N) = First(B)$

Avec " $\xRightarrow{*}$ " signifiant "se derive en".

Il ne s'agit pas d'appliquer une règle à chaque fois, mais plutôt d'appliquer toutes les règles possibles.

2.2 Follow(N)

- Si $A \rightarrow \dots Nc \dots$ alors $Follow(N) = \{c\}$
- Si $A \rightarrow \dots NB \dots$ alors $Follow(N) = First(B)$
- Si $A \rightarrow N \dots$ alors $Follow(N) = Follow(A)$

Concernant la dernière règle, hippolyte a noté: - Si $A \rightarrow \dots N$ alors $Follow(N) = Follow(A)$
À déterminer.

2.3 Grammaire LL(1)

- si $A \rightarrow \alpha_1 / \alpha_2 / \dots / \alpha_n$ alors

$$First(\alpha_i) \cap First(\alpha_j) = \emptyset, \forall i \neq j$$

- si $A \Rightarrow \epsilon$ on doit avoir

$$First(A) \cap Follow(A) = \emptyset$$

Si une règle ne possède qu'une dérivation, la règle 1 ne s'applique pas. Si une règle ne possède pas de suivant, la règle 2 ne s'applique pas.

3 Projet compil

3.1 Définitions

GPL Grammaire Petit Langage

Scanner analyseur lexical, découpe du texte en unités syntaxiquement correctes (tokens)

Parseur analyse syntaxique, s'assure que les tokens sont syntaxiquement corrects

3.2 Schémas

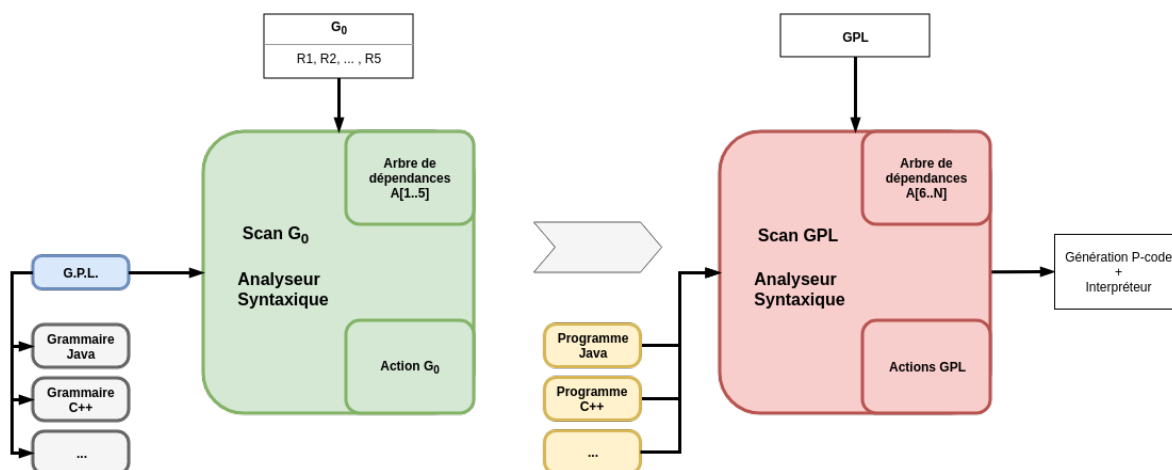


Figure 1: Projet Compilo

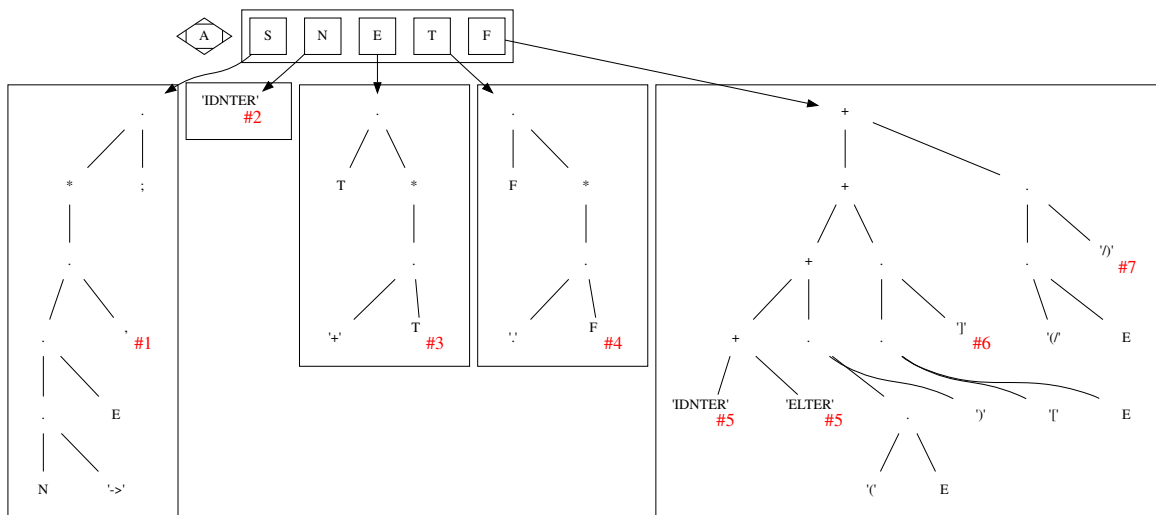


Figure 2: Arbres de dépendances G_0

3.3 Processus divers

3.3.1 Scan G_0

Scanne les

- éléments terminaux
- éléments non-terminaux

3.3.2 Scan GPL

Scanne les

- identificateurs
- nombres entiers
- symboles ($>$, $\#$, $[$, etc.)

3.3.3 Action G_0

Construit l'arbre GPL

3.4 Construction de la grammaire G_0

3.4.1 Notation B.N.F.

- $::= \iff \rightarrow$
- $[X] \iff X.X.X...X(n \text{ fois}), n \geq 0$
- $(/X/) \iff X \text{ ou Vide}$
- $/ \iff +$
- $concat \iff .$

- 'X' correspond à un élément terminal

3.4.2 Règle 1

$$S \rightarrow [N.' \rightarrow '.E.', ']'.';',$$

Une grammaire est forcément composée de plusieurs règles, séparées par des ',' et terminée par un ';'.

3.4.3 Règle 2

$$N \rightarrow 'IDNTER',$$

'IDNTER' signifie identificateur non terminal.

3.4.4 Règle 3

$$E \rightarrow T.[' + '.T],$$

E est une expression qui peut être un terme ou un autre.

3.4.5 Règle 4

$$T \rightarrow F.[' .F],$$

Un terme T peut être composé d'un seul facteur F ou de facteurs concaténés.

3.4.6 Règle 5

$$F \rightarrow 'IDNTER' + 'ELTER' + '('.E.')' + '['.E.']* + '(/.E./)';$$

3.5 Structure de données

Syntaxe maison...

```
Type Atomtype = (Terminal, Non-Terminal);
Operation = (Conc, Union, Star, UN, Atom); ##Atom = {IDNTER, ELTER}
PTR = ↑Node

Node = Enregistrement
  case operation of
    Conc: (left, right : PTR);
    Union: (left, right : PTR);
    Star: (stare: PTR);
    UN: (UNE : PTR);
    ATOM: (COD, Act : int ; AType: Atomtype);
  EndEnregistrement

A: Array [1..5] of PTR;
```

3.6 Construction des 5 Arbres

3.6.1 Fonctions Gen*

```
Fonction GenConc(P1, P2 : PTR) : PTR;  
  var P : PTR;  
debut  
  New(P, conc);  
  P↑.left := P1;  
  P↑.right := P2;  
  P↑.class := conc;  
  GenConc := P;  
fin
```

```
Fonction GenUnion(P1, P2 : PTR) : PTR;  
  var P : PTR;  
  début  
    New(P, union);  
    P↑.left := P1;  
    P↑.right := P2;  
    P↑.class := union;  
    GenUnion := P;  
  fin
```

```
Fonction GenStar(P1 : PTR) : PTR; ##0 ou n fois  
  var P:PTR;  
  début  
    New(P, star);  
    P↑.stare := P1;  
    P↑.class := star;  
    GenStar := P;  
  fin
```

```
Fonction GenUn(P1 : PTR) : PTR; ##0 ou une fois  
  var P:PTR;  
  début  
    New(P, un);  
    P↑.une := P1;  
    P↑.class := un;  
    GenUn := P;  
  fin
```

```
Fonction GenAtom(COD, Act : int, AType : Atomtype) : PTR  
  var P:PTR;  
  début  
    New(P, atom);  
    P↑.COD := COD;  
    P↑.Act := Act;  
    P↑.AType := AType;  
    GenAtom := P;  
  fin
```

3.6.2 Arbres

1. S

```
A[S] :=
  GenConc(
    GenStar(
      GenConc(
        GenConc(
          GenConc(GenAtom('N', 0, NonTerminal),
            GenAtom('->', 0, Terminal)
          ),
          GenAtom('E', 0, NonTerminal)
        ),
        GenAtom(',', 1, Terminal)
      ),
      GenAtom('; ', 0, Terminal)
    );
```

2. N

##Ajouts de ma part, je ne suis pas sûr des résultats :

```
A[N] := GenAtom('IDNTER', 2, Terminal);
```

3. E

```
A[E] := GenConc(
  GenAtom('T', 0, NonTerminal),
  GenStar(
    GenConc(
      GenAtom('+', 0, Terminal),
      GenAtom('T', 3, Terminal)
    )
  )
);
```

4. T

```
A[T] := GenConc(
  GenAtom('F', 0, NonTerminal),
  GenStar(
    GenConc(
      GenAtom('.', 0, Terminal),
      GenAtom('F', 4, Terminal)
    )
  )
);
```

5. F

```
A[F] := GenUnion(
  GenUnion(
    GenUnion(
      GenUnion(
        GenAtom('IDNTER', 5, Terminal),

```

```

        GenAtom('ELTER', 5, Terminal)
    ),
    GenConc(
        GenConc(
            GenAtom('(', 0, Terminal),
            GenAtom('E', 0, NonTerminal)
        ),
        GenAtom(')', 0, Terminal)
    )
),
GenConc(
    GenConc(
        GenAtom('[', 0, Terminal),
        GenAtom('E', 0, NonTerminal)
    ),
    GenAtom(']', 6, Terminal)
)
),
GenConc(
    GenConc(
        GenAtom('/', 0, Terminal),
        GenAtom('E', 0, NonTerminal)
    ),
    GenAtom('/', 7, Terminal)
)
)

```

3.7 Scan G_0

```

fonction Analyse(P : PTR) : booléen
début
    case P↑.class of
        Conc: if Analyse(P↑.left) then Analyse := true
              else Analyse := Analyse(P↑.right);
        Union: if Analyse(P↑.left) then Analyse := true
              else Analyse := Analyse(P↑.right);
        Star: Analyse := true;
              while Analyse(P↑.stare) do;
        Un: Analyse := true;
           if Analyse(P↑.une) then;
        Atom: case P↑.Atype of
            Terminal: if P↑.cod = code then #cod = code ASCII
                     début
                         Analyse := true;
                         if P↑.act != 0 then GO-action(P↑.act)
                         scanG0;
                     fin
                         else Analyse := false;
            Non-Terminal: if Analyse(A[P↑.cod]) then
                          début

```



```

        if P↑.act != 0 then G0-action(P↑.act);
        Analyse := true;
    fin
else Analyse := false;

fin

Main() #vérifie si une grammaire est correcte
{
    scan;
    if Analyse(A[s]) then write('OK');
}

```

3.8 Action G_0

De quoi a-t-on besoin ?

- Deux dictionnaires : *DicoT*, *DicoNT*
- Tableau *pile*[*I*] : Tableau de pointeurs

Remarque : les nombres du case correspondent aux actions associées aux numéros inscrits dans les arbres.

```

Procédure Action G0(Act : int);
var T1, T2 : PTR;
début
    case Act of
    1: Dépiler(T1);
        Dépiler(T2);
        A[T2↑.cod + 5] := T1; ##Arbres GPL commencent à 6
    2: Empiler(GenAtom(Recherche(DicoT), Action, CAType)) ##donne la
        ##partie gauche d'une règle
        ##Recherche() stocke le token si non stocké dans dico
    3: Dépiler(T1);
        Dépiler(T2);
        Empiler(GenUnion(T2,T1))
    4: Dépiler(T1);
        Dépiler(T2);
        Empiler(GenConc(T2,T1))
    5: if CAType = Terminal then
        Empiler(GenAtom(Recherche(DicoT), Action, Terminal))
        else
        Empiler(GenAtom(Recherche(DicoNT), Action, Terminal))
    6: Dépiler(T1);
        Empiler(GenStar(T1));
    7: Dépiler(T1);
        Empiler(GenUn(T1));

Pile : Array[1..50] : PTR;
DicoT, DicoNT: Dico;
Dico : Array[1..50] : String[10];

```

3.9 Exemple

GPL : $S_0 \rightarrow [a'].b', ;$; Regex : a^nb

3.9.1 Pile

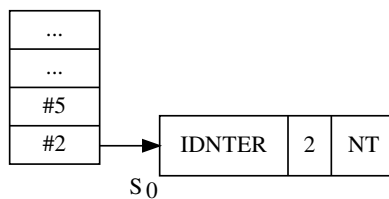


Figure 3: Pile

3.9.2 Dictionnaires

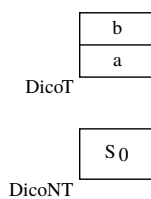


Figure 4: Dictionnaires

3.9.3 Compilation

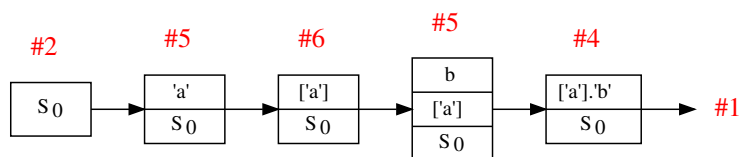


Figure 5: Compilation

3.9.4 Arbre GPL

4 Tables S.R.

4.1 Algorithme Table Analyse L.R.

Shift Empiler le caractère; scan;

Reduce Remplacer la partie droite au sommet de la pile par la partie gauche ($A \rightarrow a$)

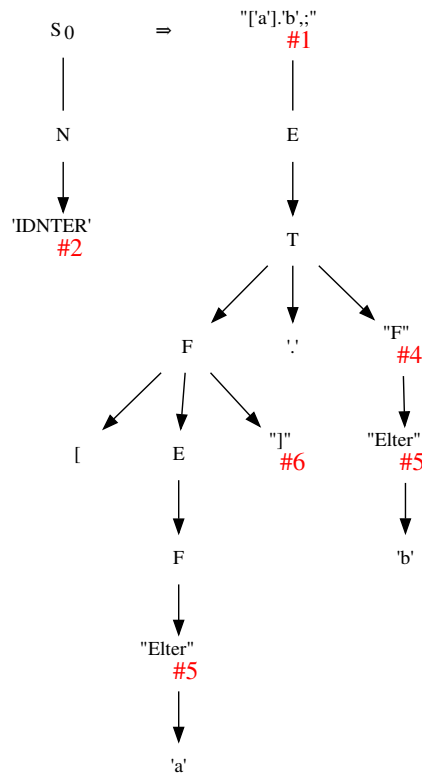


Figure 6: Arbre GPL

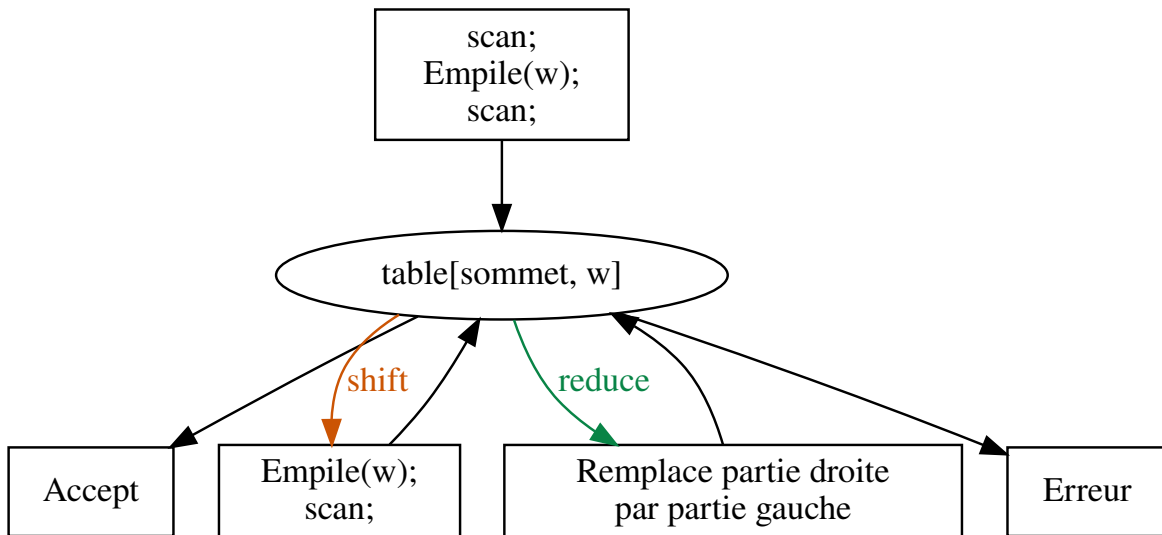


Figure 7: Algorithme Table Analyse L.R.

4.2 Astuces de construction de la table SR

- Commencer par remplir l'accept (en regardant la première règle) et les erreurs.
- On reduce quand une poignée apparaît dans la pile.
- Si un mot n'est pas en fin de règle, sa ligne ne comprendra pas de reduce.

4.3 Génération automatique de la table SR

4.3.1 Opérateurs \doteq , \succ , et \prec

- $X \doteq Y$ si

$$A \rightarrow \dots X.Y \dots \in \mathcal{P}$$

- $X \prec Y$ si

$$A \rightarrow \dots X.Q \dots \in \mathcal{P}$$

$$\text{et } Q \xRightarrow{*} Y$$

- $X \succ Y$ si

$$A \doteq Y$$

$$\text{et } A \xRightarrow{*} X$$

On peut remplir le tableau SR à partir des relations \doteq , \succ et \prec :

- (ligne \doteq colonne) et (ligne \prec colonne) se traduisent en (ligne Shift colonne)
- (ligne \succ colonne) se traduit en (ligne Reduce colonne)

4.4 Exemple de génération de table S.R.

4.4.1 GPL

$$S \rightarrow E\$$$

$$E \rightarrow E + a$$

$$E \rightarrow a$$

Type 2 car deux terminaux ('+' et 'a')

4.4.2 Fenêtre

$$a + a + a + a\$$$

4.4.3 Questions

1. Poignées ?
2. Configuration de la pile
3. Table S.R.

4.4.4 Dérivation

$$a + a + a + a\$ \rightarrow E + a + a + a\$ \rightarrow E + a + a\$ \rightarrow E + a\$ \rightarrow E\$ \rightarrow S$$

4.4.5 Arbre et poignées

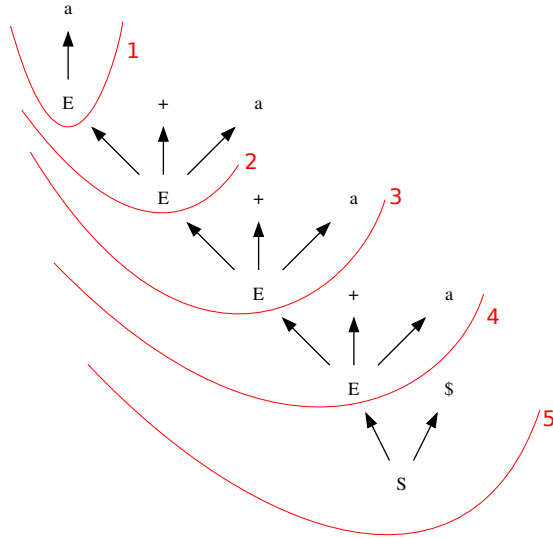


Figure 8: Arbre et poignées

5 Génération de code

5.1 Mnémoniques associés à un accumulateur

Load A
STO A
ADD A
SUB A

5.1.1 Exemples

$$y := a + b * c$$

Load b
MULT c
ADD a
STO y

$$a := (a + b) * c$$

```

Load a
ADD b
MULT c
STO a

```

$$a := c/(a + b)$$

```

Load a
ADD b
STO d
Load c
DIV d

```

5.2 Automatisation du processus

Utilisation de la notation post-fixée.

$$c/(a + b) \rightarrow cab + /$$

5.2.1 Exemple

$$(a + b)/(c + d)$$

Notation post-fixée : $ab + cd + /$

```

Load c
ADD d
STO x
Load a
ADD b
DIV x

```

5.3 Génération de code avec plusieurs registres

5.3.1 Opérations

$$Mov \left\{ \begin{matrix} R \\ A \end{matrix} \right\}, \left\{ \begin{matrix} R \\ A \end{matrix} \right\}$$

avec R : registres et A : addresses. La première partie est la source et la deuxième la destination.

Mov A, R : prendre le contenu de A et le mettre dans R .

$$Op \left\{ \begin{matrix} R \\ A \end{matrix} \right\}, R$$

Exemples :

ADD R1, R2

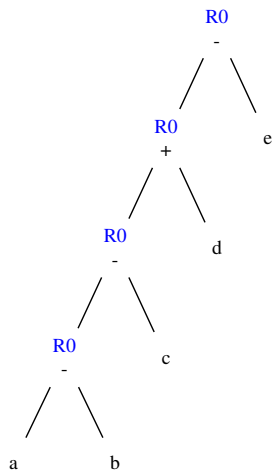
$$\Leftrightarrow R2 \leftarrow R2 + R1$$

DIV b, R1

$$\Leftrightarrow R1 \leftarrow R1/b$$

5.3.2 Combien a-t-on besoin de registres ?

$$[((a - b) - c) + d] - e \rightarrow ab - c - d + e -$$



MOV a, R0

SUB b, R0

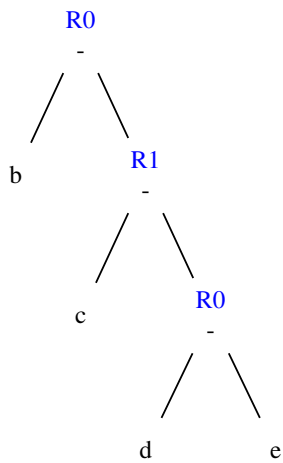
SUB c, R0

ADD d, R0

SUB e, R0

On a donc besoin d'un seul registre.

$$b - (c - (d - e)) \rightarrow bcde - - -$$



```
MOV d, R0
SUB e, R0
MOV c, R1
SUB R0, R1
MOV b, R0
SUB R1, R0
```

On a besoin de deux registres.

5.3.3 Règles générales

