



L'analyseur LL(1)

*Construction de la table
d'analyse)*



7. Analyse descendante déterministe

7.3 L'analyseur LL(1)

PresenterMedia



Un analyseur LL(1) est composé de 4 éléments :

- *Un tampon* qui contient la chaîne du programme à analyser suivie du symbole # (ou \$)
- *Pile d'analyse* qui contient une séquence de symboles grammaticaux avec un # (ou \$) au fond de la pile
- Une *table d'analyse* à 02 dimensions qui permet de décider quelle règle de production utiliser
- *L'algorithme d'analyse*

7. Analyse descendante déterministe

La table d'analyse LL(1)

PresenterMedia

➡ Soit une grammaire G **LL(1)** et soit **Table** $[A, a]$ la **table d'analyse LL(1)**. La **table d'analyse LL(1)** est un tableau où les **lignes** représentent les **non-terminaux** de la grammaire ($A \in N$) et les **colonnes** représentent les **terminaux** de la grammaire ($a \in T \cup \{\#\}$).

La table d'analyse est construite comme suit :

Algorithme de construction de la table d'analyse LL(1)

1. Pour chaque règle de la forme $A \rightarrow \alpha$ de la grammaire G :
 - a. $\forall a \in \text{debut}(\alpha)$ ($a \neq \varepsilon$), *ajouter la règle $A \rightarrow \alpha$ à la table $\text{Table}[A, a]$;*
 - b. *si $\varepsilon \in \text{début}(\alpha)$, alors $\forall b \in \text{suivant}(A)$, ajouter la règle $A \rightarrow \alpha$ à la case $\text{Table}[A, b]$;*
2. Toutes les autres cases (vides) sont des erreurs.

7. Analyse descendante déterministe



Exemple (Analyse LL(1))

Reprenons la grammaire précédente:

Ensembles Début :

$$\begin{aligned} E &\rightarrow TE' \\ E' &\rightarrow +TE' \mid \varepsilon \\ T &\rightarrow FT' \\ T' &\rightarrow *FT' \mid \varepsilon \\ F &\rightarrow (E) \mid id \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} \text{Début}(E') &= \{+, \varepsilon\} \\ \text{Début}(T') &= \{*, \varepsilon\} \\ \text{Début}(F) &= \{(. id\} \\ \text{Début}(T) &= \{(. id\} \\ \text{Début}(E) &= \{(. id\} \end{aligned}$$

Ensembles Suivant :

$$\begin{aligned} \text{SUIVANT}(E) &= \{), \$\} \\ \text{SUIVANT}(E') &= \{), \$\} \\ \text{SUIVANT}(T) &= \{+,), \$\} \\ \text{SUIVANT}(T') &= \{+,), \$\} \\ \text{SUIVANT}(F) &= \{+, *,), \$\} \end{aligned}$$

Construire le table d'analyse LL(1)?



Grammaire:

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +IE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Début :

$Début(E') = \{+, \varepsilon\}$
 $Début(T') = \{*, \varepsilon\}$
 $Début(F) = \{(\, id\}$
 $Début(T) = \{(\, id\}$
 $Début(E) = \{(\, id\}$

SUIVANT :

$SUIVANT(E) = \{), \$\}$
 $SUIVANT(E') = \{), \$\}$
 $SUIVANT(T) = \{+,), \$\}$
 $SUIVANT(T') = \{+,), \$\}$
 $SUIVANT(F) = \{+, *,), \$\}$

Table
d'analyse:

| NON- TERMINAL | INPUT SYMBOL | | | | | |
|------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| | id | + | * | (|) | \$ |
| E | $E \rightarrow TE'$ | | | $E \rightarrow TE'$ | | |
| E' | | $E' \rightarrow +TE'$ | | | $E' \rightarrow \varepsilon$ | $E' \rightarrow \varepsilon$ |
| T | $T \rightarrow FT'$ | | | $T \rightarrow FT'$ | | |
| T' | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow *FT'$ | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow \varepsilon$ |
| F | $F \rightarrow id$ | | | $F \rightarrow (E)$ | | |

Grammaire:

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Début :

Début(E') = {+, ε }
 Début(T') = {*, ε }
 Début(F) = {(, id}
 Début(T) = {(, id}
 Début(E) = {(, id}

SUIVANT :

SUIVANT(E) = {), \$}
 SUIVANT(E') = {), \$}
 SUIVANT(T) = {+,), \$}
 SUIVANT(T') = {+,), \$}
 SUIVANT(F) = {+, *,), \$}

Table d'analyse :

| NON-TERMINAL | INPUT SYMBOL | | | | | |
|--------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| | id | + | * | (|) | \$ |
| E | $E \rightarrow TE'$ | | | $E \rightarrow TE'$ | | |
| E' | | $E' \rightarrow +TE'$ | | | $E' \rightarrow \varepsilon$ | $E' \rightarrow \varepsilon$ |
| T | $T \rightarrow FT'$ | | | $T \rightarrow FT'$ | | |
| T' | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow *FT'$ | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow \varepsilon$ |
| F | $F \rightarrow id$ | | | $F \rightarrow (E)$ | | |

Grammaire:

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Début :

$Début(E') = \{+, \varepsilon\}$
 $Début(T') = \{*, \varepsilon\}$
 $Début(F) = \{(\, id\}$
 $Début(T) = \{(\, id\}$
 $Début(E) = \{(\, id\}$

SUIVANT :

$SUIVANT(E) = \{), \$\}$
 $SUIVANT(E') = \{), \$\}$
 $SUIVANT(T) = \{+,), \$\}$
 $SUIVANT(T') = \{+,), \$\}$
 $SUIVANT(F) = \{+, *,), \$\}$

Table
d'analyse:

| NON- TERMINAL | INPUT SYMBOL | | | | | |
|------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| | id | + | * | (|) | \$ |
| E | $E \rightarrow TE'$ | | | $E \rightarrow TE'$ | | |
| E' | | $E' \rightarrow +TE'$ | | | $E' \rightarrow \varepsilon$ | $E' \rightarrow \varepsilon$ |
| T | $T \rightarrow FT'$ | | | $T \rightarrow FT'$ | | |
| T' | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow *FT'$ | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow \varepsilon$ |
| F | $F \rightarrow id$ | | | $F \rightarrow (E)$ | | |

Grammaire:

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Début :

$Début(E') = \{+, \varepsilon\}$
 $Début(T') = \{*, \varepsilon\}$
 $Début(F) = \{(\text{, id}\}$
 $Début(T) = \{(\text{, id}\}$
 $Début(E) = \{(\text{, id}\}$

SUIVANT :

$SUIVANT(E) = \{), \$\}$
 $SUIVANT(E') = \{), \$\}$
 $SUIVANT(T) = \{+,), \$\}$
 $SUIVANT(T') = \{+,), \$\}$
 $SUIVANT(F) = \{+, *,), \$\}$

Table
d'analyse:

| NON- TERMINAL | INPUT SYMBOL | | | | | |
|------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| | id | + | * | (|) | \$ |
| E | $E \rightarrow TE'$ | | | $E \rightarrow TE'$ | | |
| E' | | $E' \rightarrow +TE'$ | | | $E' \rightarrow \varepsilon$ | $E' \rightarrow \varepsilon$ |
| T | $T \rightarrow FT'$ | | | $T \rightarrow FT'$ | | |
| T' | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow *FT'$ | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow \varepsilon$ |
| F | $F \rightarrow id$ | | | $F \rightarrow (E)$ | | |

Grammaire:

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Début :

$Début(E') = \{+, \varepsilon\}$
 $Début(T') = \{*, \varepsilon\}$
 $Début(F) = \{(\, id\}$
 $Début(T) = \{(\, id\}$
 $Début(E) = \{(\, id\}$

SUIVANT :

$SUIVANT(E) = \{), \$\}$
 $SUIVANT(E') = \{), \$\}$
 $SUIVANT(T) = \{+,), \$\}$
 $SUIVANT(T') = \{+,), \$\}$
 $SUIVANT(F) = \{+, *,), \$\}$

Table d'analyse:

| NON-TERMINAL | INPUT SYMBOL | | | | | |
|--------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| | id | + | * | (|) | \$ |
| E | $E \rightarrow TE'$ | | | $E \rightarrow TE'$ | | |
| E' | | $E' \rightarrow +TE'$ | | | $E' \rightarrow \varepsilon$ | $E' \rightarrow \varepsilon$ |
| T | $T \rightarrow FT'$ | | | $T \rightarrow FT'$ | | |
| T' | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow *FT'$ | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow \varepsilon$ |
| F | $F \rightarrow id$ | | | $F \rightarrow (E)$ | | |

Grammaire:

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Début :

Début(E') = {+, ε }
 Début(T') = {*, ε }
 Début(F) = {(, id}
 Début(T) = {(, id}
 Début(E) = {(, id}

SUIVANT :

SUIVANT(E) = {), \$}
 SUIVANT(E') = {), \$}
 SUIVANT(T) = {+,), \$}
 SUIVANT(T') = {+,), \$}
 SUIVANT(F) = {+, *,), \$}

Table d'analyse:

| NON-TERMINAL | INPUT SYMBOL | | | | | |
|--------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| | id | + | * | (|) | \$ |
| E | $E \rightarrow TE'$ | | | $E \rightarrow TE'$ | | |
| E' | | $E' \rightarrow +TE'$ | | | $E' \rightarrow \varepsilon$ | $E' \rightarrow \varepsilon$ |
| T | $T \rightarrow FT'$ | | | $T \rightarrow FT'$ | | |
| T' | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow *FT'$ | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow \varepsilon$ |
| F | $F \rightarrow id$ | | | $F \rightarrow (E)$ | | |

Grammaire:

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Début :

$Début(E') = \{+, \varepsilon\}$
 $Début(T') = \{*, \varepsilon\}$
 $Début(F) = \{(\, id\}$
 $Début(T) = \{(\, id\}$
 $Début(E) = \{(\, id\}$

SUIVANT :

$SUIVANT(E) = \{), \$\}$
 $SUIVANT(E') = \{), \$\}$
 $SUIVANT(T) = \{+,), \$\}$
 $SUIVANT(T') = \{+,), \$\}$
 $SUIVANT(F) = \{+, *,), \$\}$

Table
d'analyse:

| NON- TERMINAL | INPUT SYMBOL | | | | | |
|------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| | id | + | * | (|) | \$ |
| E | $E \rightarrow TE'$ | | | $E \rightarrow TE'$ | | |
| E' | | $E' \rightarrow +TE'$ | | | $E' \rightarrow \varepsilon$ | $E' \rightarrow \varepsilon$ |
| T | $T \rightarrow FT'$ | | | $T \rightarrow FT'$ | | |
| T' | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow *FT'$ | | $T' \rightarrow \varepsilon$ | $T' \rightarrow \varepsilon$ |
| F | $F \rightarrow id$ | | | $F \rightarrow (E)$ | | |



La trace d'analyse:

7. Analyse descendante déterministe

On dispose de la **chaîne d'entrée** composée d'un marqueur de fin (**#**), d'une **table d'analyse LL(1)**. La **pile** contient à un instant donné des symboles de la grammaire avec un **#** comme marque de fond. Initialement, la pile contient l'axiome de la grammaire avec un **#**.



La trace d'analyse:

7. Analyse descendante déterministe

Algorithme

Debut

```
Tc ← 1er caractère de la chaîne
Empiler (#S)
FinAnalyse ← faux
Tant que ¬ finAnalyse faire
    Si sommet de pile ∈ T alors
        Si tc = sommet pile alors
            tc ← ts;
            Dépiler;
        Sinon chaîne incorrecte
            FinAnalyse ← vrai
        Fin si
    Sinon si sommet ∈ N alors
        Si  $T[\text{sommet de pile}, TC] = \emptyset$  alors
            Chaîne incorrect
            FinAnalyse ← vrai
        Sinon A ← sommet de pile
            Dépiler;
            Empiler le mot miroir de la règle  $T[A, Tc]$ ;
        Fin si
    Sinon si Tc = '#' alors
        Chaîne correcte
        FinAnalyse ← vrai
    Sinon chaîne incorrecte
        Fin analyse ← vrai
    Fin si
Fin si
Fin tq; Fin
```

Table d'analyse

| NON-TERMINAL | INPUT SYMBOL | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------|-----------|
| | nb | + | * | (|) | \$ |
| E | E → TE' | | | E → TE' | | |
| E' | | E' → +TE' | | | E' → ε | E' → ε |
| T | T → FT' | | | T → FT' | | |
| T' | | T' → ε | T' → *FT' | | T' → ε | T' → ε |
| F | F → nb | | | F → (E) | | |

Grammaire

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid nb$

Soit la phrase à analyser: «nb + nb #»

Trace d'analyse

| Pile | Chaine | Tc | Action |
|---------|-----------|----|--|
| #E | nb + nb # | nb | Dépiler et empiler le mot miroir TE' |
| #E'T | nb + nb # | nb | Dépiler et empiler le mot miroir FT' |
| #E'T'F | nb + nb # | nb | Dépiler et empiler le mot miroir nb |
| #E'T'nb | nb + nb # | nb | Avancer et Dépiler |
| #E'T' | + nb # | + | Dépiler et empiler ε |
| #E' | + nb # | + | Dépiler et empiler le mot miroir + TE' |
| #E'T + | + nb # | + | Avancer et Dépiler |
| #E'T | nb # | nb | Dépiler et empiler le mot miroir FT' |
| #E'T'F | nb # | nb | Dépiler et empiler le mot miroir nb |
| #E'T'nb | nb # | nb | Avancer et Dépiler |
| #E'T' | # | # | Dépiler et empiler ε |
| #E | # | # | Dépiler et empiler ε |
| # | # | # | Chaine correcte !!! |

7. Analyse descendante déterministe

Remarques (Analyse LL(1)) :

1. Chaque *entrée vide de la table d'analyse LL(1)* correspond à une erreur .
2. Une *table d'analyse* doit être **monodéfinie** (au plus une règle par entrée).

Définition:

Une *condition nécessaire et suffisante* pour qu'une grammaire soit **LL(1)** est qu'elle soit :

- Non récursive gauche.*
- Factorisée.*
- Table d'analyse LL(1) monodéfinie.*