Cours de compilation

Arnaud Lefebvre

5 février 2024

Un compilateur : pourquoi ?

Code source

Un compilateur : pourquoi ?

Code source

C, Java. . .

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

int fibonacci(int n);

int main(void) {
  int rang;
  printf("Quel rang de la suite de Fibonacci :
  if (scanf("%d", &rang) != 1 || rang < 0) {
    printf("Erreur de saisie\n");
    exit(EXIT_FAILURE);
  }
  int fn = fibonacci(rang);
  printf("Fibo(%d) = %d\n", rang, fn);
  return EXIT_SUCCESS;
}
```

Un compilateur : pourquoi ?

Code source

C, Java...

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

int fibonacci(int n);

int main(void) {
  int rang;
  printf("Quel rang de la suite de Fibonacci :
  if (scanf("%d", &rang) != 1 || rang < 0) {
    printf("Erreur de saisie\n");
    exit(EXIT_FAILURE);
  }
  int fn = fibonacci(rang);
  printf("Fibo(%d) = %d\n", rang, fn);
  return EXIT_SUCCESS;
}
```

Code cible (natif)

Un compilateur : pourquoi ?

Code source

C, Java. . .

```c
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

int fibonacci(int n);

int main(void) {
  int rang;
  printf("Quel rang de la suite de Fibonacci :
  if (scanf("%d", &rang) != 1 || rang < 0) {
    printf("Erreur de saisie\n");
    exit(EXIT_FAILURE);
  }
  int fn = fibonacci(rang);
  printf("Fibo(%d) = %d\n", rang, fn);
  return EXIT_SUCCESS;
}
```

Code cible (natif)

assembleur, byte code, binaire. . .

Un compilateur : pourquoi ?

Code source

C, Java. . .

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

int fibonacci(int n);

int main(void) {
  int rang;
  printf("Quel rang de la suite de Fibonacci :
  if (scanf("%d", &rang) != 1 || rang < 0) {
    printf("Erreur de saisie\n");
    exit(EXIT_FAILURE);
  }
  int fn = fibonacci(rang);
  printf("Fibo(%d) = %d\n", rang, fn);
  return EXIT_SUCCESS;
}
```

compilation

Code cible (natif)

assembleur, byte code, binaire. . .

Un compilateur : c'est quoi ?

Un compilateur c'est un logiciel qui sait :

Un compilateur : c'est quoi ?

Un compilateur c'est un logiciel qui sait :

- traduire d'un langage (code source) à un autre (code cible)

Un compilateur : c'est quoi ?

Un compilateur c'est un logiciel qui sait :

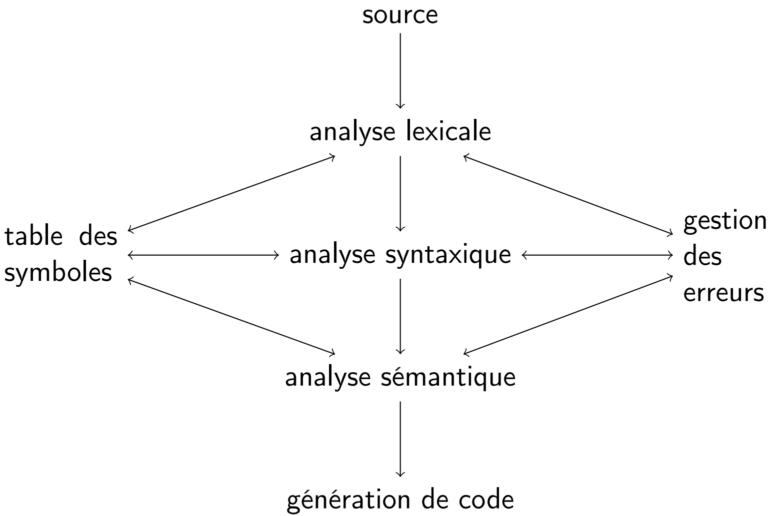
- traduire d'un langage (code source) à un autre (code cible)
- analyser le code source :
  - analyse lexicale
  - analyse syntaxique
  - analyse sémantique

Un compilateur : c'est quoi ?

Un compilateur c'est un logiciel qui sait :

- traduire d'un langage (code source) à un autre (code cible)
- analyser le code source :
  - analyse lexicale
  - analyse syntaxique
  - analyse sémantique
- optimiser le code cible :
  - supprimer le code mort
  - générer du code rapide
  - ...

Architecture d'un compilateur



Un compilateur : comment ?

Développer un compilateur est très difficile et nécessite de solides connaissances théoriques et pratiques :

- types de données abstraits : piles, arbres, automates,. . .
- théorie des langages (grammaires)
- théorie des arbres (arbres syntaxiques. . .)
- théorie des automates (expressions régulières. . .)
- assembleur(s) (langages cibles)
- . . .

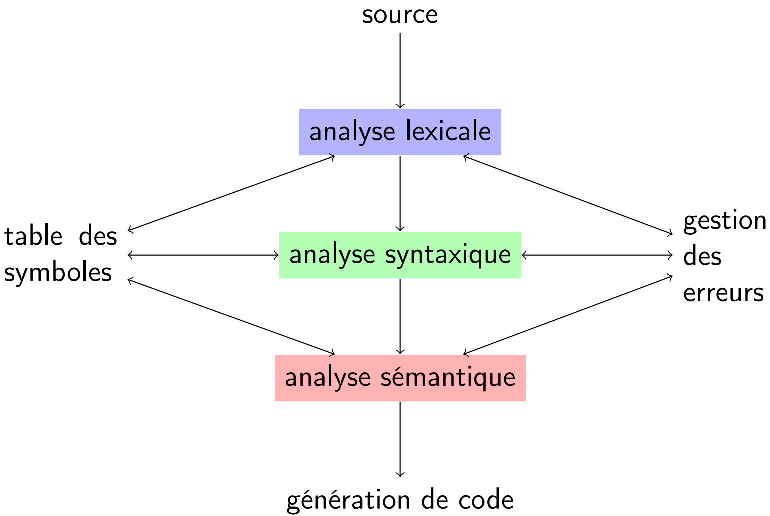
Des outils puissants

Heureusement pour nous, il existe des outils très puissants d'aide au développement d'un compilateur. Nous en utiliserons deux dans le cadre de ce cours :

- `flex` : générateur d'analyseur lexical
- `bison` : générateur d'analyseur syntaxique

Le langage utilisé dans ce cours est le C.

Architecture d'un compilateur



Ce qu'il « reste » à faire

- implanter la table des symboles
- donner au générateur d'analyseur lexical les expressions régulières adaptées au langage à compiler
- donner au générateur d'analyseur syntaxique la grammaire associée au langage à compiler
- en profiter pour vérifier la sémantique
- générer du code assembleur (si possible optimisé)

Le processeur cible

Un processeur est composé :

- d'un registre d'instruction : contient l'adresse de la prochaine instruction
- de registres généraux : contiennent les données qui vont être utilisées
- d'un registre d'état : contient des informations sur le résultat de la dernière instruction exécutée. Ces informations sont stockées sous forme de bits (flags)
- d'un pointeur de pile : contient l'adresse du sommet de pile
- de la mémoire cache
- des unités arithmétiques, logiques, de calculs en virgules flottantes, des bus, une unité de contrôle. . .

Le processeur cible

Chaque processeur possède son propre langage assembleur, en fonction du nombre et de la taille de ses registres et de son jeu d'instructions.
Le développement d'un compilateur doit prendre en compte tous ces paramètres.
Dans le cadre de ce cours, nous utiliserons un émulateur de processeur (SIPro) ainsi que le programme d'assemblage (ASIPro) qui lui est associé, développés par N. Bedon et disponibles sur github :
`https://github.com/NicolasBedon/asipro.git`.

L'outil `flex`

`flex` est un générateur d'analyseur lexical. Il permet :

- d'analyser une entrée écrite dans un certain langage (C, Java, LaTeX, . . .) en fonction d'expressions régulières
- de produire un flux de *tokens*, c'est-à-dire de couples (unité lexicale, valeur optionnelle) décrivant l'entrée : ce flux constituera l'entrée de l'analyseur syntaxique
- de détecter certaines erreurs dans le code source

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

(ID,"a")

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

(ID,"a")	('=')

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

(ID,"a")	('=')	(INT,5)

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

(ID,"a")	('=')	(INT,5)	('*')

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

(ID,"a")	('=')	(INT,5)	('*')	('(')

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

(ID,"a")	('=')	(INT,5)	('*')	('(')
(ID,"b")				

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

(ID,"a")	('=')	(INT,5)	('*')	('(')
(ID,"b")	('+')			

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

(ID,"a")	('=')	(INT,5)	('*')	('(')
(ID,"b")	('+')	(INT,2)		

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

(ID,"a")	('=')	(INT,5)	('*')	('(')
(ID,"b")	('+')	(INT,2)	(')')	

Exemple d'analyse lexicale

```
a = 5 * (b + 2);
```

(ID,"a")	('=')	(INT,5)	('*')	('(')
(ID,"b")	('+')	(INT,2)	(')')	(';')

Format d'un fichier `flex`

```
%{
  Code C
%}
  Définitions flex
%%
regex1        {code C}
regex2        {code C}
.
.
.
regexn        {code C}
%%
  Code C
```

Exemple de fichier flex

```
%{
#include<stdlib.h>
#include<stdio.h>
%}
%%
[a-zA-Z]*    {printf("%s\n", yytext);}
%%
int main(void) {
  yylex();
  return EXIT_SUCCESS;
}
```

Les expressions régulières dans `flex`

Les expressions régulières s'écrivent au moyen de :

- les caractères standards s'écrivent littéralement : a correspond au caractère 'a'. . .
- . :tout sauf la fin de ligne
- \n : le caractère de fin de ligne
- [caractères] : classe de caractères
- [a-zA-Z] : les minuscules et majuscules
- [ˆ caractères] : classe de caractères définie par négation
- [a-z]{-}[mn] : classe de caractères définie par différence ensembliste
- ˆ : début de ligne
- $: fin de ligne

Les expressions régulières dans `flex`

Les expressions régulières s'écrivent au moyen de :

- * : s'applique à un ensemble, pour le répéter un nombre quelconque de fois (y compris 0 fois)
- + : s'applique à un ensemble, pour le répéter un nombre quelconque de fois (au moins une fois)
- {nombre} : s'applique à un ensemble, pour le répéter nombre fois
- {nombre1,nombre2} : s'applique à un ensemble pour le répéter entre nombre1 et nombre2 fois

Les expressions régulières dans `flex`

Les expressions régulières s'écrivent au moyen de :

- \caractère : despécialisation du caractère
- "..." : tout ce qui se trouve entre les guillemets est interprété littéralement
- | : la disjonction
- :digit : : la classe des chiffres
- r_1/r_2 : expression contextuelle, r_1 seulement si elle est suivie immédiatement de r_2
- ...

flex un peu plus en profondeur

- yylex : chaine de caractères de longueur égale au motif lu
- yyleng : longueur de yytext (motif lu)
- ECHO : envoie le motif lu sur la sortie
- yymore() : flex concatènera le prochain motif reconnu au motif actuel
- yyless(n) : flex remet dans le flux d'entrée le motif lu privé de son préfixe de longueur n
- yyterminate() : arrête l'analyse lexicale

`flex` par la pratique

Voyons comment `flex` fonctionne...

Grammaire hors contexte

Une grammaire hors contexte G est définie par un quadruplet $\{N, T, S, P\}$ où :

- N est un ensemble de symboles non-terminaux
- T est un ensemble de symboles terminaux
- S un axiome
- $P \subset \{N \times (N \cup T)^*\}$ un ensemble de règles de dérivations ou productions

Un cas d'école : les expressions arithmétiques

Un exemple de grammaire pour les expressions arithmétiques est :

$$
\begin{array}{ll}
E \rightarrow & number \\
E \rightarrow & E + E \\
E \rightarrow & E - E \\
E \rightarrow & E \times E \\
E \rightarrow & E/E \\
E \rightarrow & (E)
\end{array}
$$

Un cas d'école : les expressions arithmétiques

Un exemple de grammaire pour les expressions arithmétiques est :

$$\begin{aligned}
E &\rightarrow \quad number \\
E &\rightarrow \quad E + E \\
E &\rightarrow \quad E - E \\
E &\rightarrow \quad E \times E \\
E &\rightarrow \quad E / E \\
E &\rightarrow \quad (E)
\end{aligned}$$

Cette grammaire est simple mais :

Un cas d'école : les expressions arithmétiques

Un exemple de grammaire pour les expressions arithmétiques est :

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow \quad number \\
E &\rightarrow \quad E + E \\
E &\rightarrow \quad E - E \\
E &\rightarrow \quad E \times E \\
E &\rightarrow \quad E / E \\
E &\rightarrow \quad (E)
\end{aligned}
$$

Cette grammaire est simple mais :

- elle est ambigüe

Un cas d'école : les expressions arithmétiques

Un exemple de grammaire pour les expressions arithmétiques est :

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow \quad number \\
E &\rightarrow \quad E + E \\
E &\rightarrow \quad E - E \\
E &\rightarrow \quad E \times E \\
E &\rightarrow \quad E / E \\
E &\rightarrow \quad (E)
\end{aligned}
$$

Cette grammaire est simple mais :

- elle est ambigüe
- elle est récursive à gauche

Un cas d'école : les expressions arithmétiques

Un exemple de grammaire pour les expressions arithmétiques est :

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow \quad number \\
E &\rightarrow \quad E + E \\
E &\rightarrow \quad E - E \\
E &\rightarrow \quad E \times E \\
E &\rightarrow \quad E / E \\
E &\rightarrow \quad (E)
\end{aligned}
$$

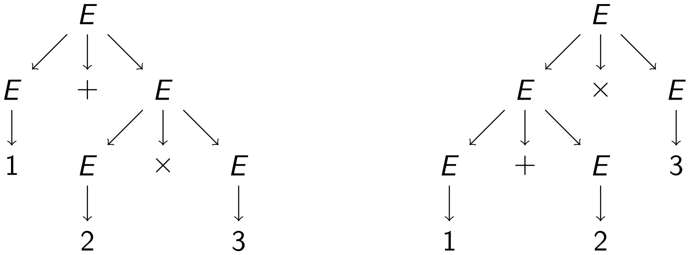
Cette grammaire est simple mais :

- elle est ambigüe
- elle est récursive à gauche
- pas de priorité sur les opérateurs arithmétiques

Un cas d'école : les expressions arithmétiques

$$E \rightarrow \quad E+E|E-E|E\times E|E/E|(E)|number$$

Cette grammaire est ambigüe car, par exemple, deux arbres de dérivation pour l'expression $1+2\times 3$ sont possibles :



Gérer la priorité des opérateurs

Plus un opérateur est « éloigné » de l'axiome en terme de dérivation, plus il sera bas dans l'arbre et plus il sera prioritaire.

$$E \rightarrow \quad E + E | E - E | E \times E | E / E | (E) | number$$

Gérer la priorité des opérateurs

Plus un opérateur est « éloigné » de l'axiome en terme de dérivation, plus il sera bas dans l'arbre et plus il sera prioritaire.

$$
\begin{array}{rrl}
& E \rightarrow & E + E | E - E | E \times E | E / E | (E) | number \\
\text{priorisation} \Downarrow & & \\
& E \rightarrow & E + T | E - T | T \\
& T \rightarrow & T \times F | T / F | F \\
& F \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Nouvel arbre de dérivation

L'arbre de dérivation pour $1 + 2 \times 3$ est maintenant :

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow \quad E + T | E - T | T \\
T &\rightarrow \quad T \times F | T / F | F \\
F &\rightarrow \quad (E) | number
\end{aligned}
$$

$$
\begin{tikzcd}
& E \arrow[dl] \arrow[d] \arrow[dr] & & \\
E \arrow[d] & + & T \arrow[dl] \arrow[d] \arrow[dr] & \\
T \arrow[d] & T \arrow[d] & \times & F \arrow[d] \\
F \arrow[d] & F \arrow[d] & & 3 \\
1 & 2 & &
\end{tikzcd}
$$

Analyse descendante

Dans le cas de certaines grammaires non contextuelles (context free grammars), il est possible de réaliser une analyse descendante dite LL à condition :

- qu'elle ne soit pas récursive à gauche
- qu'elle soit factorisée à gauche
- qu'elle ne soit pas ambigüe

Analyse descendante

LL signifie que l'entrée est analysée de gauche à droite (Left to right) et que la dérivation se fait sur l'élément le plus à gauche (Leftmost derivation). On construit donc un arbre syntaxique depuis la racine vers les feuilles tout en lisant l'entrée de gauche à droite et en dérivant systḿatiquement le non-terminal le plus à gauche.
Ce type d'analyse nécessite une pile contenant les symboles à analyser ainsi qu'une table d'analyse permettant de savoir quelle règle de la grammaire appliquer en fonction du sommet de pile et du prochain lexème lu sur l'entrée.

Supprimer la récursivité gauche

Il existe deux types de récursivité gauche :

- la récursivité directe : $A \rightarrow A\alpha$
- la récursivité indirecte : $A \rightarrow \gamma B\beta$ et $B \rightarrow \theta A\alpha$ où γ et θ peuvent se dériver en mot vide

Supprimer la récursivité gauche directe

$$A \rightarrow A\alpha_1 | \cdots | A\alpha_n | \beta_1 | \cdots | \beta_k$$

Supprimer la récursivité gauche directe

$$A \to A\alpha_1 | \cdots | A\alpha_n | \beta_1 | \cdots | \beta_k$$

$$\Downarrow$$

$$A \to \quad A\alpha_1 | \cdots | A\alpha_n | \beta_1 | \cdots | \beta_k$$

Supprimer la récursivité gauche directe

$$A \to A\alpha_1 | \cdots | A\alpha_n | \beta_1 | \cdots | \beta_k$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{aligned} A &\to \quad A\alpha_1 | \cdots | A\alpha_n | \beta_1 | \cdots | \beta_k \\ A' &\to \end{aligned}$$

Supprimer la récursivité gauche directe

$$A \rightarrow A\alpha_1 | \cdots | A\alpha_n | \beta_1 | \cdots | \beta_k$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{aligned} A &\rightarrow \quad \beta_1 A' | \cdots | \beta_k A' \\ A' &\rightarrow \quad \alpha_1 A' | \cdots | \alpha_n A' | \varepsilon \end{aligned}$$

Supprimer la récursivité gauche directe

$$A \to A\alpha_1 | \cdots | A\alpha_n | \beta_1 | \cdots | \beta_k$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{aligned} A \to & \quad \beta_1 A' | \cdots | \beta_k A' \\ A' \to & \quad \alpha_1 A' | \cdots | \alpha_n A' | \varepsilon \end{aligned}$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{aligned} A \to & \quad \beta_1 A' | \cdots | \beta_k A' | \beta_1 | \cdots | \beta_k \\ A' \to & \quad \alpha_1 A' | \cdots | \alpha_n A' | \alpha_1 | \cdots | \alpha_n \end{aligned}$$

Supprimer la récursivité gauche indirecte

$$A \rightarrow BC, B \rightarrow CA|b, C \rightarrow AB$$

Supprimer la récursivité gauche indirecte

$$A \rightarrow BC,\ B \rightarrow CA|b,\ C \rightarrow AB$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{array}{lll} A_1 & \rightarrow & A_2A_3 \\ A_2 & \rightarrow & A_3A_1|b \\ A_3 & \rightarrow & A_1A_2 \end{array}$$

Supprimer la récursivité gauche indirecte

$$A \rightarrow BC, B \rightarrow CA|b, C \rightarrow AB$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{array}{lll} A_1 & \rightarrow & A_2A_3 \\ A_2 & \rightarrow & A_3A_1|b \\ A_3 & \rightarrow & A_2A_3A_2 \end{array}$$

Supprimer la récursivité gauche indirecte

$$A \rightarrow BC,\, B \rightarrow CA|b,\, C \rightarrow AB$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{array}{lll} A_1 & \rightarrow & A_2A_3 \\ A_2 & \rightarrow & A_3A_1|b \\ A_3 & \rightarrow & A_3A_1A_3A_2|bA_3A_2 \end{array}$$

Supprimer la récursivité gauche indirecte

$$A \rightarrow BC, B \rightarrow CA|b, C \rightarrow AB$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{array}{lll} A_1 & \rightarrow & A_2A_3 \\ A_2 & \rightarrow & A_3A_1|b \\ A_3 & \rightarrow & A_3A_1A_3A_2|bA_3A_2 \end{array}$$

Supprimer la récursivité gauche indirecte

$$A \rightarrow BC, B \rightarrow CA|b, C \rightarrow AB$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{aligned} A &\rightarrow BC \\ B &\rightarrow CA|b \\ C &\rightarrow CACB|bCB \end{aligned}$$

Il ne reste plus qu'à éliminer la récursivité directe.

Supprimer la récursivité gauche indirecte

$$A \rightarrow BC,\, B \rightarrow CA|b,\, C \rightarrow AB$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{array}{rl} A \rightarrow & BC \\ B \rightarrow & CA|b \\ C \rightarrow & bCBD \\ D \rightarrow & ACBD|\varepsilon \end{array}$$

Factorisation à gauche

Une grammaire n'est pas factorisée à gauche ssi un non terminal se dérive en plusieurs productions commençant par un même symbole ou une suite de mêmes symboles α :

$$A \rightarrow \quad \alpha\beta_1 | \ldots | \alpha\beta_n | \gamma_1 | \ldots | \gamma_k$$

L'opération de factorisation consiste en :

- l'ajout d'un non terminal A' produisant les suffixes β_i
- le remplacement de l'ensemble des productions de la forme $A \rightarrow \alpha\beta_i$ par une unique production $A \rightarrow \alpha A'$

$$\begin{aligned} A &\rightarrow \quad \alpha A' | \gamma_1 | \ldots | \gamma_k \\ A' &\rightarrow \quad \beta_1 | \ldots | \beta_n \end{aligned}$$

Cette opération est à recommencer tant que des factorisations à gauche sont possibles.

Retour au cas d'école

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow \quad E + T | E - T | T \\
T &\rightarrow \quad T \times F | T / F | F \\
F &\rightarrow \quad (E) | number
\end{aligned}
$$

Retour au cas d'école

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow \quad TE' \\
E' &\rightarrow \quad +TE' | - TE' | \varepsilon \\
T &\rightarrow \quad T \times F | T / F | F \\
F &\rightarrow \quad (E) | number
\end{aligned}
$$

Retour au cas d'école

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow \quad TE' \\
E' &\rightarrow \quad +TE' | - TE' | \varepsilon \\
T &\rightarrow \quad FT' \\
T' &\rightarrow \quad \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F &\rightarrow \quad (E) | number
\end{aligned}
$$

Annulable, Premier, Suivant

Étant donnée une grammaire G = {N, T, S, P} l'analyse LL de cette grammaire repose sur :

Annulable

Annulable est l'ensemble des non terminaux pouvant être dérivés en ε.

Premier(α)

Premier(α), $\alpha \in \{N \cup T\}^+$, est l'ensemble des terminaux $a \in T$ tel qu'il existe une dérivation $\alpha \overset{*}{\Rightarrow} a\beta$, β pouvant être annulable.

Suivant(α)

Pour toute production de la forme $S \to \alpha B \beta$:

- Suivant(B) = Premier(β)
- si $\beta = \varepsilon$ ou bien β est annulable alors on ajoute Suivant(S) à Suivant(B)

Annulable, Premier, Suivant

Reprenons notre cas d'école :

$$\begin{array}{rcl} E & \rightarrow & TE' \\ E' & \rightarrow & +TE' \mid -TE' \mid \varepsilon \\ T & \rightarrow & FT' \\ T' & \rightarrow & \times FT' \mid /FT' \mid \varepsilon \\ F & \rightarrow & (E) \mid number \end{array}$$

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' | -TE' | \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' | /FT' | \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{array}{rcl} E & \rightarrow & TE' \\ E' & \rightarrow & +TE' | - TE' | \varepsilon \\ T & \rightarrow & FT' \\ T' & \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\ F & \rightarrow & (E) | number \end{array}$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E)
Premier(E')
Premier(T)
Premier(T')
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rl}
E \rightarrow & TE' \\
E' \rightarrow & +TE' | -TE' | \varepsilon \\
T \rightarrow & FT' \\
T' \rightarrow & \times FT' | /FT' | \varepsilon \\
F \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) = Premier(TE')
Premier(E')
Premier(T)
Premier(T')
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{array}{rl} E \rightarrow & TE' \\ E' \rightarrow & +TE' | -TE' | \varepsilon \\ T \rightarrow & FT' \\ T' \rightarrow & \times FT' | /FT' | \varepsilon \\ F \rightarrow & (E) | number \end{array}$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) = Premier(TE') = Premier(T)
Premier(E')
Premier(T)
Premier(T')
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' | - TE' | \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) = Premier(TE') = Premier(T) = Premier(FT')
Premier(E')
Premier(T)
Premier(T')
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' | - TE' | \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) = Premier(TE') = Premier(T) = Premier(FT') = Premier(F)
Premier(E')
Premier(T)
Premier(T')
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow TE' \\
E' &\rightarrow +TE' \mid -TE' \mid \varepsilon \\
T &\rightarrow FT' \\
T' &\rightarrow \times FT' \mid /FT' \mid \varepsilon \\
F &\rightarrow (E) \mid number
\end{aligned}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) = Premier(F)
Premier(E')
Premier(T)
Premier(T')
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{aligned} E &\rightarrow TE' \\ E' &\rightarrow +TE' | -TE' | \varepsilon \\ T &\rightarrow FT' \\ T' &\rightarrow \times FT' | / FT' | \varepsilon \\ F &\rightarrow (E) | number \end{aligned}$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) = Premier(F)
Premier$(E') = \{+, -\}$
Premier(T)
Premier(T')
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' | - TE' | \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) = Premier(F)
Premier(E') $= \{+, -\}$
Premier(T) = Premier(FT')
Premier(T')
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' | - TE' | \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) $=$ Premier(F)
Premier(E') $= \{+, -\}$
Premier(T) $=$ Premier(FT') $=$ Premier(F)
Premier(T')
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow TE' \\
E' &\rightarrow +TE' | -TE' | \varepsilon \\
T &\rightarrow FT' \\
T' &\rightarrow \times FT' | /FT' | \varepsilon \\
F &\rightarrow (E) | number
\end{aligned}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) = Premier(F)
Premier(E') = $\{+, -\}$
Premier(T) = Premier(F)
Premier(T')
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' \mid -TE' \mid \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' \mid /FT' \mid \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) \mid number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) = Premier(F)
Premier$(E') = \{+, -\}$
Premier(T) = Premier(F)
Premier$(T') = \{\times, /\}$
Premier(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' | -TE' | \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' | /FT' | \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier(E) = Premier(F)
Premier$(E') = \{+, -\}$
Premier(T) = Premier(F)
Premier$(T') = \{\times, /\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{array}{rcl} E & \rightarrow & TE' \\ E' & \rightarrow & +TE' \mid -TE' \mid \varepsilon \\ T & \rightarrow & FT' \\ T' & \rightarrow & \times FT' \mid / FT' \mid \varepsilon \\ F & \rightarrow & (E) \mid number \end{array}$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier$(E) = \{(, number\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$
Premier$(T) =$ Premier(F)
Premier$(T') = \{\times, /\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' | - TE' | \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$
Premier$(E) = \{(, number\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{array}{rcl} E & \rightarrow & TE' \\ E' & \rightarrow & +TE' \mid -TE' \mid \varepsilon \\ T & \rightarrow & FT' \\ T' & \rightarrow & \times FT' \mid / FT' \mid \varepsilon \\ F & \rightarrow & (E) \mid number \end{array}$$

Annulable $= \{E', T'\}$

$$\begin{array}{ll} \text{Premier}(E) = \{(, number\} & \text{Suivant}(E) \\ \text{Premier}(E') = \{+, -\} & \text{Suivant}(E') \\ \text{Premier}(T) = \{(, number\} & \text{Suivant}(T) \\ \text{Premier}(T') = \{\times, /\} & \text{Suivant}(T') \\ \text{Premier}(F) = \{(, number\} & \text{Suivant}(F) \end{array}$$

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow TE' \\
E' &\rightarrow +TE' | -TE' | \varepsilon \\
T &\rightarrow FT' \\
T' &\rightarrow \times FT' | /FT' | \varepsilon \\
F &\rightarrow (E) | number
\end{aligned}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier(E) $= \{(, number\}$	Suivant(E) $= \{\$\} \cup \{)\}$
Premier(E') $= \{+, -\}$	Suivant(E')
Premier(T) $= \{(, number\}$	Suivant(T)
Premier(T') $= \{\times, /\}$	Suivant(T')
Premier(F) $= \{(, number\}$	Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{array}{rcl} E & \rightarrow & TE' \\ E' & \rightarrow & +TE' | - TE' | \varepsilon \\ T & \rightarrow & FT' \\ T' & \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\ F & \rightarrow & (E) | number \end{array}$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier(E) $= \{(, number\}$	Suivant(E) $= \{\$,)\}$
Premier(E') $= \{+, -\}$	Suivant(E')
Premier(T) $= \{(, number\}$	Suivant(T)
Premier(T') $= \{\times, /\}$	Suivant(T')
Premier(F) $= \{(, number\}$	Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' \mid -TE' \mid \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' \mid / FT' \mid \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) \mid number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$	Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$	Suivant$(E') =$ Suivant(E)
Premier$(T) = \{(, number\}$	Suivant(T)
Premier$(T') = \{\times, /\}$	Suivant(T')
Premier$(F) = \{(, number\}$	Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{aligned} E &\rightarrow \quad TE' \\ E' &\rightarrow \quad +TE' | - TE' | \varepsilon \\ T &\rightarrow \quad FT' \\ T' &\rightarrow \quad \times FT' | / FT' | \varepsilon \\ F &\rightarrow \quad (E) | number \end{aligned}$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier(E) $= \{(, number\}$	Suivant(E) $= \{\$,)\}$
Premier(E') $= \{+, -\}$	Suivant(E') $= \{\$,)\}$
Premier(T) $= \{(, number\}$	Suivant(T)
Premier(T') $= \{\times, /\}$	Suivant(T')
Premier(F) $= \{(, number\}$	Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{array}{rcl} E & \rightarrow & TE' \\ E' & \rightarrow & +TE' \mid -TE' \mid \varepsilon \\ T & \rightarrow & FT' \\ T' & \rightarrow & \times FT' \mid / FT' \mid \varepsilon \\ F & \rightarrow & (E) \mid number \end{array}$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier(E) $= \{(, number\}$	Suivant(E) $= \{\$,)\}$
Premier(E') $= \{+, -\}$	Suivant(E') $= \{\$,)\}$
Premier(T) $= \{(, number\}$	Suivant(T) $=$ Premier(E')
Premier(T') $= \{\times, /\}$	Suivant(T')
Premier(F) $= \{(, number\}$	Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{aligned}
E &\rightarrow TE' \\
E' &\rightarrow +TE'|-TE'|\varepsilon \\
T &\rightarrow FT' \\
T' &\rightarrow \times FT'|/FT'|\varepsilon \\
F &\rightarrow (E)|number
\end{aligned}$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$	Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$	Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$	Suivant$(T) = \{+, -\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$	Suivant(T')
Premier$(F) = \{(, number\}$	Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' | -TE' | \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$	Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$	Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$	Suivant$(T) = \{+, -\} \cup$ Suivant(E)
Premier$(T') = \{\times, /\}$	Suivant(T')
Premier$(F) = \{(, number\}$	Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow TE' \\
E' &\rightarrow +TE' | -TE' | \varepsilon \\
T &\rightarrow FT' \\
T' &\rightarrow \times FT' | /FT' | \varepsilon \\
F &\rightarrow (E) | number
\end{aligned}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier(E) $= \{(, number\}$ Suivant(E) $= \{\$,)\}$

Premier(E') $= \{+, -\}$ Suivant(E') $= \{\$,)\}$

Premier(T) $= \{(, number\}$ Suivant(T) $= \{+, -\} \cup \{\$,)\}$

Premier(T') $= \{\times, /\}$ Suivant(T')

Premier(F) $= \{(, number\}$ Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rcl}
E & \rightarrow & TE' \\
E' & \rightarrow & +TE' | -TE' | \varepsilon \\
T & \rightarrow & FT' \\
T' & \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F & \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$	Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$	Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$	Suivant$(T) = \{+, -\} \cup \{\$,)\} \cup$ Suivant(E')
Premier$(T') = \{\times, /\}$	Suivant(T')
Premier$(F) = \{(, number\}$	Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow \quad TE' \\
E' &\rightarrow \quad +TE' | - TE' | \varepsilon \\
T &\rightarrow \quad FT' \\
T' &\rightarrow \quad \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F &\rightarrow \quad (E) | number
\end{aligned}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier(E) $= \{(, number\}$ Suivant(E) $= \{\$,)\}$
Premier(E') $= \{+, -\}$ Suivant(E') $= \{\$,)\}$
Premier(T) $= \{(, number\}$ Suivant(T) $= \{+, -, \$,)\}$
Premier(T') $= \{\times, /\}$ Suivant(T')
Premier(F) $= \{(, number\}$ Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{aligned}
E &\rightarrow TE' \\
E' &\rightarrow +TE' \mid -TE' \mid \varepsilon \\
T &\rightarrow FT' \\
T' &\rightarrow \times FT' \mid /FT' \mid \varepsilon \\
F &\rightarrow (E) \mid number
\end{aligned}$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$	Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$	Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$	Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$	Suivant$(T') =$ Suivant(T)
Premier$(F) = \{(, number\}$	Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow TE' \\
E' &\rightarrow +TE' | -TE' | \varepsilon \\
T &\rightarrow FT' \\
T' &\rightarrow \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F &\rightarrow (E) | number
\end{aligned}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$	Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$	Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$	Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$	Suivant$(T') = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$	Suivant(F)

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{array}{rl}
E \rightarrow & TE' \\
E' \rightarrow & +TE' | - TE' | \varepsilon \\
T \rightarrow & FT' \\
T' \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\
F \rightarrow & (E) | number
\end{array}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

$$
\begin{array}{ll}
\text{Premier}(E) = \{(, number\} & \text{Suivant}(E) = \{\$,)\} \\
\text{Premier}(E') = \{+, -\} & \text{Suivant}(E') = \{\$,)\} \\
\text{Premier}(T) = \{(, number\} & \text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\} \\
\text{Premier}(T') = \{\times, /\} & \text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\} \\
\text{Premier}(F) = \{(, number\} & \text{Suivant}(F) = \text{Premier}(T')
\end{array}
$$

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow \quad TE' \\
E' &\rightarrow \quad +TE' | -TE' | \varepsilon \\
T &\rightarrow \quad FT' \\
T' &\rightarrow \quad \times FT' | /FT' | \varepsilon \\
F &\rightarrow \quad (E) | number
\end{aligned}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$	Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$	Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$	Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$	Suivant$(T') = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$	Suivant$(F) = \{\times, /\}$

Annulable, Premier, Suivant

$$
\begin{aligned}
E &\rightarrow TE' \\
E' &\rightarrow +TE' \mid -TE' \mid \varepsilon \\
T &\rightarrow FT' \\
T' &\rightarrow \times FT' \mid /FT' \mid \varepsilon \\
F &\rightarrow (E) \mid number
\end{aligned}
$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$	Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$	Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$	Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$	Suivant$(T') = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$	Suivant$(F) = \{\times, /\} \cup$ Suivant(T)

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{array}{rcl} E & \rightarrow & TE' \\ E' & \rightarrow & +TE' | - TE' | \varepsilon \\ T & \rightarrow & FT' \\ T' & \rightarrow & \times FT' | / FT' | \varepsilon \\ F & \rightarrow & (E) | number \end{array}$$

Annulable $= \{E', T'\}$

$$\begin{array}{ll} \text{Premier}(E) = \{(, number\} & \text{Suivant}(E) = \{\$,)\} \\ \text{Premier}(E') = \{+, -\} & \text{Suivant}(E') = \{\$,)\} \\ \text{Premier}(T) = \{(, number\} & \text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\} \\ \text{Premier}(T') = \{\times, /\} & \text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\} \\ \text{Premier}(F) = \{(, number\} & \text{Suivant}(F) = \{\times, /\} \cup \{+, -, \$,)\} \end{array}$$

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{aligned} E &\rightarrow TE' \\ E' &\rightarrow +TE' \mid -TE' \mid \varepsilon \\ T &\rightarrow FT' \\ T' &\rightarrow \times FT' \mid /FT' \mid \varepsilon \\ F &\rightarrow (E) \mid number \end{aligned}$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier(E) $= \{(, number\}$	Suivant(E) $= \{\$,)\}$
Premier(E') $= \{+, -\}$	Suivant(E') $= \{\$,)\}$
Premier(T) $= \{(, number\}$	Suivant(T) $= \{+, -, \$,)\}$
Premier(T') $= \{\times, /\}$	Suivant(T') $= \{+, -, \$,)\}$
Premier(F) $= \{(, number\}$	Suivant(F) $= \{\times, /\} \cup \{+, -, \$,)\} \cup$ Suivant(T')

Annulable, Premier, Suivant

$$\begin{aligned} E &\rightarrow \quad TE' \\ E' &\rightarrow \quad +TE' | -TE' | \varepsilon \\ T &\rightarrow \quad FT' \\ T' &\rightarrow \quad \times FT' | /FT' | \varepsilon \\ F &\rightarrow \quad (E) | number \end{aligned}$$

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$	Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$	Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$	Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$	Suivant$(T') = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$	Suivant$(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

Table d'Analyse LL

TALL(G)

for each $X \rightarrow \alpha \in G$ **do**
    for each $a \in Premier(\alpha)$ **do**
        $(X, a) \leftarrow X \rightarrow \alpha$
    if α est annulable **then**
        for each $b \in Suivant(\alpha)$ **do**
            $(X, b) \leftarrow X \rightarrow \alpha$

Table d'Analyse LL

$\text{Annulable} = \{E', T'\}$

$$
\begin{array}{ll}
\text{Premier}(E) = \{(, \mathit{number}\} & \text{Suivant}(E) = \{\$,)\} \\
\text{Premier}(E') = \{+, -\} & \text{Suivant}(E') = \{\$,)\} \\
\text{Premier}(T) = \{(, \mathit{number}\} & \text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\} \\
\text{Premier}(T') = \{\times, /\} & \text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\} \\
\text{Premier}(F) = \{(, \mathit{number}\} & \text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}
\end{array}
$$

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, number\}$ Suivant$(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ Suivant$(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, number\}$ Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ Suivant$(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, number\}$ Suivant$(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E								
E'								
T								
T'								
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, \textit{number}\}$ $\text{Suivant}(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ $\text{Suivant}(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, \textit{number}\}$ $\text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ $\text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, \textit{number}\}$ $\text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$			
E'								
T								
T'								
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ $\text{Suivant}(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ $\text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'								
T								
T'								
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, \textit{number}\}$ $\text{Suivant}(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ $\text{Suivant}(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, \textit{number}\}$ $\text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ $\text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, \textit{number}\}$ $\text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$							
T								
T'								
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ $\text{Suivant}(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ $\text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$						
T								
T'								
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, \mathit{number}\}$ $\text{Suivant}(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ $\text{Suivant}(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, \mathit{number}\}$ $\text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ $\text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, \mathit{number}\}$ $\text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		
T								
T'								
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$$\begin{array}{ll}
\text{Premier}(E) = \{(, number\} & \text{Suivant}(E) = \{\$,)\} \\
\text{Premier}(E') = \{+, -\} & \text{Suivant}(E') = \{\$,)\} \\
\text{Premier}(T) = \{(, number\} & \text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\} \\
\text{Premier}(T') = \{\times, /\} & \text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\} \\
\text{Premier}(F) = \{(, number\} & \text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}
\end{array}$$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T								
T'								
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$ Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$ Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$ Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$ Suivant$(T') = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$ Suivant$(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T					$T \rightarrow FT'$			
T'								
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, \textit{number}\}$ $\text{Suivant}(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ $\text{Suivant}(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, \textit{number}\}$ $\text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ $\text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, \textit{number}\}$ $\text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'								
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ $\text{Suivant}(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ $\text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$							
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$$
\begin{array}{ll}
\text{Premier}(E) = \{(, number\} & \text{Suivant}(E) = \{\$,)\} \\
\text{Premier}(E') = \{+, -\} & \text{Suivant}(E') = \{\$,)\} \\
\text{Premier}(T) = \{(, number\} & \text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\} \\
\text{Premier}(T') = \{\times, /\} & \text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\} \\
\text{Premier}(F) = \{(, number\} & \text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}
\end{array}
$$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$						
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ $\text{Suivant}(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ $\text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	×	/	(	)	numb.	$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$					
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$ Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$ Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$ Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$ Suivant$(T') = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$ Suivant$(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$				
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ $\text{Suivant}(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ $\text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	$+$	-	$\times$	/	(	)	numb.	$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$ Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$ Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$ Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$ Suivant$(T') = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$ Suivant$(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F								

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

$\text{Premier}(E) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(E) = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(E') = \{+, -\}$ $\text{Suivant}(E') = \{\$,)\}$
$\text{Premier}(T) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(T) = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(T') = \{\times, /\}$ $\text{Suivant}(T') = \{+, -, \$,)\}$
$\text{Premier}(F) = \{(, number\}$ $\text{Suivant}(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$			

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$ Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$ Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$ Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$ Suivant$(T') = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$ Suivant$(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

Table d'Analyse LL

Annulable $= \{E', T'\}$

Premier$(E) = \{(, number\}$ Suivant$(E) = \{\$,)\}$
Premier$(E') = \{+, -\}$ Suivant$(E') = \{\$,)\}$
Premier$(T) = \{(, number\}$ Suivant$(T) = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(T') = \{\times, /\}$ Suivant$(T') = \{+, -, \$,)\}$
Premier$(F) = \{(, number\}$ Suivant$(F) = \{\times, /, +, -, \$,)\}$

	+	-	×	/	(	)	numb.	$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

Aucune entrée multiple dans la table d'analyse, la grammaire est LL(1).

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E$	$(numb. + numb.) \times numb.$	

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T					$T \rightarrow FT'$		$T \rightarrow FT'$	
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \times FT'$	$T' \rightarrow /FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow \varepsilon$
F					$F \rightarrow (E)$		$F \rightarrow$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E$	$(numb. + numb.) \times numb.\$$	$E \rightarrow TE'$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$ numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T$	$(numb. + numb.) \times numb.\$$	$T \to FT'$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T					$T \rightarrow FT'$		$T \rightarrow FT'$	
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \times FT'$	$T' \rightarrow /FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow \varepsilon$
F					$F \rightarrow (E)$		$F \rightarrow$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T'F$	$(numb. + numb.) \times numb.\$$	$F \rightarrow (E)$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T					$T \rightarrow FT'$		$T \rightarrow FT'$	
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \times FT'$	$T' \rightarrow /FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow \varepsilon$
F					$F \rightarrow (E)$		$F \rightarrow$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E($	$(numb. + numb.) \times numb.\$$	

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E$	$numb. + numb.) \times numb.\$$	$E \to TE'$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'T$	$numb. + numb.) \times numb.\$$	$T \to FT'$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'T'F$	$numb. + numb.) \times numb.\$$	$F \to numb.$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'T'numb.$	$numb. + numb.) \times numb.\$$	

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'T'$	$+numb.)\times numb.\$$	$T' \to \varepsilon$

Une première analyse

	$+$	-	$\times$	$/$	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'$	$+numb.)\times numb.\$$	$E' \to +TE'$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T					$T \rightarrow FT'$		$T \rightarrow FT'$	
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \times FT'$	$T' \rightarrow /FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow \varepsilon$
F					$F \rightarrow (E)$		$F \rightarrow$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'T+$	$+numb.) \times numb.\$$	

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'T$	$numb.) \times numb.\$$	$T \to FT'$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T					$T \rightarrow FT'$		$T \rightarrow FT'$	
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \times FT'$	$T' \rightarrow /FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow \varepsilon$
F					$F \rightarrow (E)$		$F \rightarrow$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'T'F$	$numb.) \times numb.\$$	$F \rightarrow numb.$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'T'numb.$	$numb.) \times numb.\$$	

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$ numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'T'$	$) \times numb.\$$	$T' \to \varepsilon$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T					$T \rightarrow FT'$		$T \rightarrow FT'$	
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \times FT'$	$T' \rightarrow /FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow \varepsilon$
F					$F \rightarrow (E)$		$F \rightarrow$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')E'$	$) \times numb.\$$	$E' \rightarrow \varepsilon$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T')$	$) \times numb.\$$	

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T'$	$\times numb.\$$	$T' \to \times FT'$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T'F\times$	$\times numb.\$$	

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T'F$	$numb.\$$	$F \to numb.$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\vert\$E'T'$*numb.*	*numb.*\$	

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \to TE'$		$E \to TE'$	
E'	$E' \to +TE'$	$E' \to -TE'$				$E' \to \varepsilon$		$E' \to \varepsilon$
T					$T \to FT'$		$T \to FT'$	
T'	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \varepsilon$	$T' \to \times FT'$	$T' \to /FT'$		$T' \to \varepsilon$		$T' \to \varepsilon$
F					$F \to (E)$		$F \to$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'T'$	\$	$T' \to \varepsilon$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T					$T \rightarrow FT'$		$T \rightarrow FT'$	
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \times FT'$	$T' \rightarrow /FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow \varepsilon$
F					$F \rightarrow (E)$		$F \rightarrow$numb.	

pile	entrée	sortie
$\|\$E'$	\$	$E' \rightarrow \varepsilon$

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T					$T \rightarrow FT'$		$T \rightarrow FT'$	
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \times FT'$	$T' \rightarrow /FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow \varepsilon$
F					$F \rightarrow (E)$		$F \rightarrow$numb.	

pile	entrée	sortie
\$	\$	

Une première analyse

	+	-	$\times$	/	(	)	numb.	\$
E					$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +TE'$	$E' \rightarrow -TE'$				$E' \rightarrow \varepsilon$		$E' \rightarrow \varepsilon$
T					$T \rightarrow FT'$		$T \rightarrow FT'$	
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \times FT'$	$T' \rightarrow /FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow \varepsilon$
F					$F \rightarrow (E)$		$F \rightarrow$numb.	

pile	entrée	sortie
|\$	\$	

La pile est vide et le flux d'entrée a été consommé entièrement, l'expression $(numb. + numb.) \times numb.$ est conforme à la grammaire.

Exemple de grammaire non LL(1)

$$\begin{array}{rl} S \rightarrow & (L) | a \\ L \rightarrow & L, S | S \end{array}$$

Exemple de grammaire non LL(1)

$$\begin{aligned} S \rightarrow & \quad (L)|a \\ L \rightarrow & \quad L, S|S \end{aligned}$$

$Annulable = \emptyset$

Exemple de grammaire non LL(1)

$$\begin{array}{rl} S \rightarrow & (L)|a \\ L \rightarrow & L, S|S \end{array}$$

$Annulable = \emptyset$
$Premier(S) = Premier(L) = \{(, a\}$

Exemple de grammaire non LL(1)

$$\begin{array}{rl} S \rightarrow & (L)|a \\ L \rightarrow & L, S|S \end{array}$$

$Annulable = \emptyset$
$Premier(S) = Premier(L) = \{(, a\}$
$Suivant(S) = \{\$,',',)\}$
$Suivant(L) = \{',',)\}$

Exemple de grammaire non LL(1)

$$\begin{aligned} S \rightarrow &\quad (L)|a \\ L \rightarrow &\quad L, S|S \end{aligned}$$

$Annulable = \emptyset$
$Premier(S) = Premier(L) = \{(, a\}$
$Suivant(S) = \{\$,',',)\}$
$Suivant(L) = \{',',)\}$

	(	)	a	','	\$
S	$S \rightarrow (L)$		$S \rightarrow (L)$		
L	$L \rightarrow L, S$ $L \rightarrow S$		$L \rightarrow L, S$ $L \rightarrow S$		

Analyse ascendante

Contrairement à une analyse descendante, une analyse ascendante construit l'arbre syntaxique depuis les feuilles vers la racine.
Pour cela, l'analyse se fait par lecture de l'entrée de gauche à droite.
Lorsqu'un suffixe de la partie lue est égal à une partie droite de production, ce suffixe est remplacé par la partie gauche de cette même production.

Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L)|a \\
L &\rightarrow L, S|S
\end{aligned}
$$

Exemple d'analyse ascendante

$$((a, a), a)$$

$$\begin{aligned} S &\rightarrow (L)|a \\ L &\rightarrow L, S|S \end{aligned}$$

Exemple d'analyse ascendante

$((a, a), a)$

$((a, a), a)$ $\qquad$ $($

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L) | a \\
L &\rightarrow L, S | S
\end{aligned}
$$

Exemple d'analyse ascendante

$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$

$($

$$\begin{aligned} S &\rightarrow (L)|a \\ L &\rightarrow L, S|S \end{aligned}$$

$($

Exemple d'analyse ascendante

$$((a,a),a)$$
$$((a,a),a)$$
$$((a,a),a)$$
$$((a,a),a)$$

$$\begin{aligned} S &\rightarrow (L)|a \\ L &\rightarrow L,S|S \end{aligned}$$

(

(

a

Exemple d'analyse ascendante

$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L) | a \\
L &\rightarrow L, S | S
\end{aligned}
$$

(

(

$$
\begin{array}{c} S \\ \downarrow \\ a \end{array}
$$

Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L)|a \\
L &\rightarrow L, S|S
\end{aligned}
$$

$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$

(

(

L
↓
S
↓
a

Exemple d'analyse ascendante

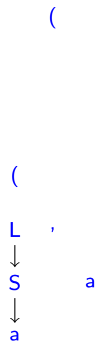
$$S \rightarrow (L)|a$$
$$L \rightarrow L, S|S$$

$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$

Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L)|a \\
L &\rightarrow L, S|S
\end{aligned}
$$

$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$



Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L)|a \\
L &\rightarrow L, S|S
\end{aligned}
$$

$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$

(

(

L , S

↓ ↓

S a

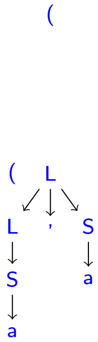
↓

a

Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L) | a \\
L &\rightarrow L, S | S
\end{aligned}
$$

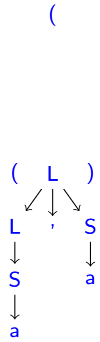
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$
$((L), a)$



Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L)|a \\
L &\rightarrow L, S|S
\end{aligned}
$$

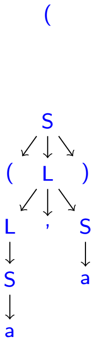
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$
$((L), a)$
$((L), a)$



Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L)|a \\
L &\rightarrow L, S|S
\end{aligned}
$$

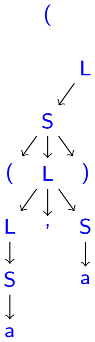
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$
$((L), a)$
$((L), a)$
(S, a)



Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L)|a \\
L &\rightarrow L, S|S
\end{aligned}
$$

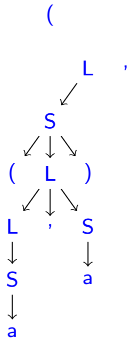
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$
$((L), a)$
$((L), a)$
(S, a)
(L, a)



Exemple d'analyse ascendante

$$\begin{aligned} S &\rightarrow (L)|a \\ L &\rightarrow L, S|S \end{aligned}$$

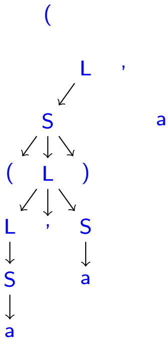
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$
$((L), a)$
$((L), a)$
(S, a)
(L, a)
(L,a)



Exemple d'analyse ascendante

$$S \rightarrow (L)|a$$
$$L \rightarrow L, S|S$$

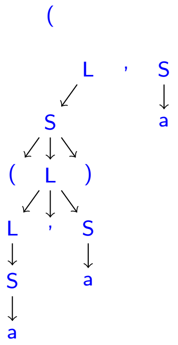
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$
$((L), a)$
$((L), a)$
(S, a)
(L, a)
(L,a)
(L, a)



Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{aligned}
S &\to (L)|a \\
L &\to L, S|S
\end{aligned}
$$

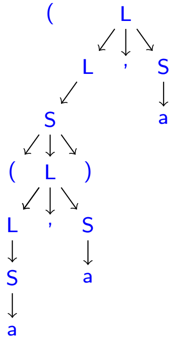
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$
$((L), a)$
$((L), a)$
(S, a)
(L, a)
(L,a)
(L, a)
(L, S)



Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{aligned}
S &\rightarrow (L)|a \\
L &\rightarrow L, S|S
\end{aligned}
$$

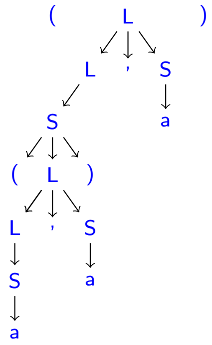
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$
$((L), a)$
$((L), a)$
(S, a)
(L, a)
(L,a)
(L, a)
(L, S)
(L)



Exemple d'analyse ascendante

$$S \to (L)|a$$
$$L \to L, S|S$$

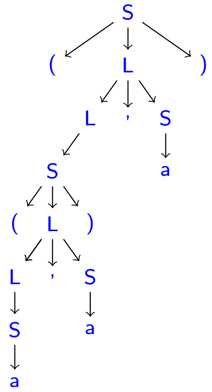
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$
$((L), a)$
$((L), a)$
(S, a)
(L, a)
(L,a)
(L, a)
(L, S)
(L)
(L)



Exemple d'analyse ascendante

$$
\begin{array}{rl}
S \rightarrow & (L)|a \\
L \rightarrow & L, S|S
\end{array}
$$

$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((a, a), a)$
$((S, a), a)$
$((L, a), a)$
$((L,a), a)$
$((L, a), a)$
$((L, S), a)$
$((L), a)$
$((L), a)$
(S, a)
(L, a)
(L,a)
(L, a)
(L, S)
(L)
(L)
S



Analyse LR : le principe général

Une analyse LR repose sur le principe de décalage/réduction.
L'analyse LR d'une entrée $w\$$ repose sur une pile et deux tables (ou fonction) :

- la pile contient des symboles (terminaux et non terminaux) et des états de l'analyseur, le sommet de pile contenant toujours l'état courant de l'analyseur
- la table des actions indique, en fonction du sommet de pile et du caractère courant de l'entrée, s'il faut procéder à un décalage ou bien à une réduction
- la table des successeurs indique le prochain état courant de l'analyseur en cas de réduction

Analyse LR : le principe général

AnalyseLR(*Action*, *Successeur*,w$)

▷ La pile est initialisée avec l'état initial de l'analyseur
▷ p pointe sur le premier caractère de l'entrée
repeat
    $s \leftarrow$ sommet de pile
    $a \leftarrow$ symbole pointé par p
    if $Action[s, a] =$ décaler s' **then**
        ▷ empiler a puis s'
        ▷ avancer p
    else
        if $Action[s, a] =$ réduire par $A \rightarrow \alpha$ **then**
            ▷ dépiler $2 \times |\alpha|$ symboles
            $s' \leftarrow$ sommet de pile
            ▷ empiler A puis $Successeur[s', A]$
            ▷ signaler la réduction
        else
            if $Action[s, a] =$ accepter **then**
                ▷ signaler l'acceptation et quitter
            else
                ▷ signaler une erreur et quitter

Analyse LR : items et fermeture

item

Un item est de la forme $A \to \alpha_1 \bullet \alpha_2$ où $A \to \alpha_1\alpha_2$ est une production et où le point signifie que α_1 a déjà été analysé, mais pas encore α_2 : un item correspond donc à un état de l'analyseur.

fermeture

Soit I un item de la forme $A \to \alpha \bullet B\beta$, placer I dans sa fermeture puis :

- pour toute production de la forme $B \to \gamma$, placer $B \to \bullet\gamma$ dans la fermeture de I
- itérér l'étape précédente pour tous les nouveaux items ajoutés

Analyse LR : fermeture

Fermeture(I)

$J \leftarrow I$
repeat
  for each $A \rightarrow \alpha \cdot B\beta \in J$ **do**
    if $B \rightarrow \gamma \in G, B \rightarrow \cdot\gamma \notin J$ **then**
      ▷ ajouter $B \rightarrow \cdot\gamma$ à J
until aucun nouvel item n'a été ajouté à J

Analyse LR : transition

Transition(I, X)

Soient I un ensemble d'items et X un symbole de la grammaire.
Transition(I, X) est l'ensemble des items de la forme $A \to \alpha X \bullet \beta$ tel que $A \to \alpha \bullet X \beta \in I$.
On applique alors l'opération de fermeture sur cet ensemble.

Analyse LR : grammaire augmentée

Grammaire augmentée

Soit G une grammaire d'axiome S, on appelle G' la grammaire augmentée de G telle que S' est le nouvel axiome et $S' \rightarrow S$.

Analyse LR : collection d'items

Items(G')

$C \leftarrow \{\text{Fermeture}(\{S' \rightarrow \bullet S\})\}$

repeat

  for each $I \in C, X \in \{N \times T\}$,

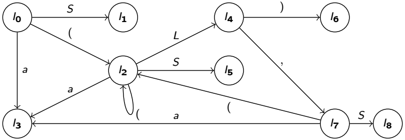
    Transition$(I, X) \notin C$ (et non vide) **do**

    $\triangleright$ Ajouter *Transition*(I, X) à C

until aucun nouvel ensemble d'items ajouté à C

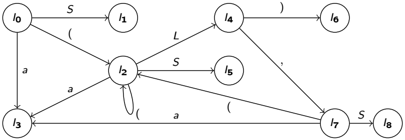
Analyse LR

$$\begin{aligned} S &\rightarrow \quad (L)|a \\ L &\rightarrow \quad L, S|S \end{aligned}$$



Analyse LR

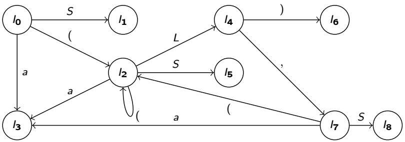
$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$



Analyse LR

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

$$
I_0 \left|
\begin{array}{l}
S' \rightarrow \bullet S \\
S \rightarrow \bullet (L) \\
S \rightarrow \bullet a
\end{array}
\right.
$$

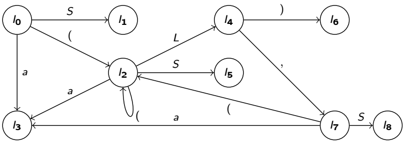


Analyse LR

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

$$
I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
$$

$$
I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet \right.
$$

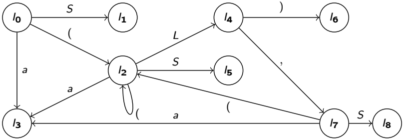


Analyse LR

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

$$
I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
\qquad
I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (\bullet L) \\ L \rightarrow \bullet L, S \\ L \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
$$

$$
I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet \right.
$$



Analyse LR

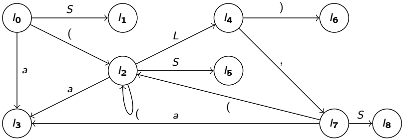
$$\begin{array}{lrcl} (0) & S' & \rightarrow & S \\ (1) & S & \rightarrow & (L) \\ (2) & S & \rightarrow & a \\ (3) & L & \rightarrow & L, S \\ (4) & L & \rightarrow & S \end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.$$

$$I_1 \mid S' \rightarrow S \bullet$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (\bullet L) \\ L \rightarrow \bullet L, S \\ L \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.$$

$$I_3 \mid S \rightarrow a \bullet$$



Analyse LR

$$\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}$$

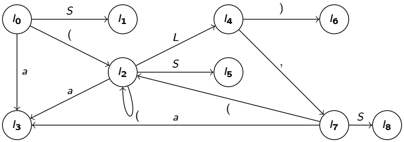
$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet(L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (\bullet L) \\ L \rightarrow \bullet L, S \\ L \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet(L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \; S \rightarrow a \bullet \right.$$

$$I_4 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (L \bullet) \\ L \rightarrow L \bullet, S \end{array} \right.$$



Analyse LR

$$
\begin{array}{rrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

$$
I_0 \;\left|\; \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array}\right.
$$

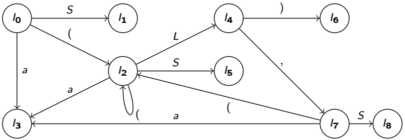
$$
I_1 \;\left|\; S' \rightarrow S \bullet \right.
$$

$$
I_2 \;\left|\; \begin{array}{l} S \rightarrow (\bullet L) \\ L \rightarrow \bullet L, S \\ L \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array}\right.
$$

$$
I_3 \;\left|\; S \rightarrow a \bullet \right.
$$

$$
I_4 \;\left|\; \begin{array}{l} S \rightarrow (L \bullet) \\ L \rightarrow L \bullet, S \end{array}\right.
$$

$$
I_5 \;\left|\; L \rightarrow S \bullet \right.
$$



Analyse LR

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

$$
I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
$$

$$
I_1 \mid S' \rightarrow S \bullet
$$

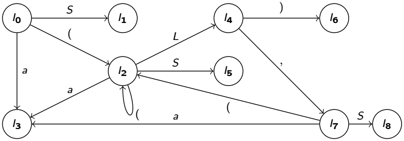
$$
I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (\bullet L) \\ L \rightarrow \bullet L, S \\ L \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
$$

$$
I_3 \mid S \rightarrow a \bullet
$$

$$
I_4 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (L \bullet) \\ L \rightarrow L \bullet, S \end{array} \right.
$$

$$
I_5 \mid L \rightarrow S \bullet
$$

$$
I_6 \mid S \rightarrow (L) \bullet
$$



Analyse LR

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

$$
I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
$$

$$
I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet \right.
$$

$$
I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (\bullet L) \\ L \rightarrow \bullet L, S \\ L \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
$$

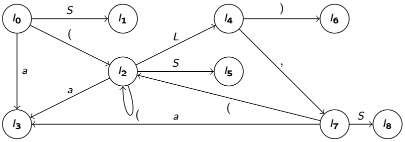
$$
I_3 \left| \; S \rightarrow a \bullet \right.
$$

$$
I_4 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (L \bullet) \\ L \rightarrow L \bullet, S \end{array} \right.
$$

$$
I_5 \left| \; L \rightarrow S \bullet \right.
$$

$$
I_6 \left| \; S \rightarrow (L) \bullet \right.
$$

$$
I_7 \left| \begin{array}{l} L \rightarrow L, \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
$$



Analyse LR

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

$$
I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
\qquad
I_3 \left| \; S \rightarrow a \bullet \right.
\qquad
I_7 \left| \begin{array}{l} L \rightarrow L, \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
$$

$$
I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet \right.
\qquad
I_4 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (L \bullet) \\ L \rightarrow L \bullet, S \end{array} \right.
\qquad
I_8 \left| \; L \rightarrow L, S \bullet \right.
$$

$$
I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (\bullet L) \\ L \rightarrow \bullet L, S \\ L \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.
\qquad
I_5 \left| \; L \rightarrow S \bullet \right.
\qquad
I_6 \left| \; S \rightarrow (L) \bullet \right.
$$

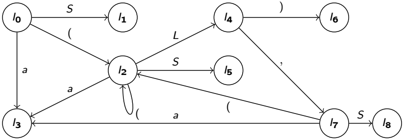


Table d'Analyse LR(0)

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.$

$I_1 \mid S' \rightarrow S \bullet$

$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (\bullet L) \\ L \rightarrow \bullet L, S \\ L \rightarrow \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.$

$I_3 \mid S \rightarrow a \bullet$

$I_4 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow (L \bullet) \\ L \rightarrow L \bullet, S \end{array} \right.$

$I_5 \mid L \rightarrow S \bullet$

$I_6 \mid S \rightarrow (L) \bullet$

$I_7 \left| \begin{array}{l} L \rightarrow L, \bullet S \\ S \rightarrow \bullet (L) \\ S \rightarrow \bullet a \end{array} \right.$

$I_8 \mid L \rightarrow L, S \bullet$

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

pile	entrée	action

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

$$\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}$$

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	**décalage**

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

(0)	$S' \to$	S
(1)	$S \to$	(L)
(2)	$S \to$	a
(3)	$L \to$	L, S
(4)	$L \to$	S

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \to a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \to S$							
6	réduction $S \to (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \to L, S$							

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (**2**	$(a, a), a)\$$	**décalage**

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$,a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$,a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$

	action	successeur						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$,a), a)\$$	décalage

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	**décalage**

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	$S' \to$	S
(1)	$S \to$	(L)
(2)	$S \to$	a
(3)	$L \to$	L, S
(4)	$L \to$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \to a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \to S$							
6	réduction $S \to (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \to L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \to a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \to S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \to a$

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	**décalage**

Analyse LR(0)

(0)	$S' \to$	S
(1)	$S \to$	(L)
(2)	$S \to$	a
(3)	$L \to$	L, S
(4)	$L \to$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \to a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \to S$							
6	réduction $S \to (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \to L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \to a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \to S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \to a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \to L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

	action	successeur						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$

Analyse LR(0)

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L **4**	$, a)\$$	**décalage**

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7 a 3	$)\$$	

Analyse LR(0)

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & (L) \\
(2) & S & \rightarrow & a \\
(3) & L & \rightarrow & L, S \\
(4) & L & \rightarrow & S
\end{array}
$$

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7 a 3	$)\$$	réduction $S \rightarrow a$

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7 a 3	$)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 L 4 , 7 S 8	$)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7 a 3	$)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 L 4 , 7 S 8	$)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7 a 3	$)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 L 4 , 7 S 8	$)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 L 4	$)\$$	

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7 a 3	$)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 L 4 , 7 S 8	$)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 L **4**	$)\$$	**décalage**

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7 a 3	$)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 L 4 , 7 S 8	$)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 L 4	$)\$$	décalage
0 (2 L 4) 6	$\$$	

Analyse LR(0)

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	(L)
(2)	S	$\rightarrow$	a
(3)	L	$\rightarrow$	L, S
(4)	L	$\rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7 a 3	$)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 L 4 , 7 S 8	$)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 L 4	$)\$$	décalage
0 (2 L 4) 6	$\$$	réduction $S \rightarrow (L)$

Analyse LR(0)

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	(L)
(2)	$S \rightarrow$	a
(3)	$L \rightarrow$	L, S
(4)	$L \rightarrow$	S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \rightarrow a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \rightarrow S$							
6	réduction $S \rightarrow (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \rightarrow L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \rightarrow S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7 a 3	$)\$$	réduction $S \rightarrow a$
0 (2 L 4 , 7 S 8	$)\$$	réduction $L \rightarrow L, S$
0 (2 L 4	$)\$$	décalage
0 (2 L 4) 6	$\$$	réduction $S \rightarrow (L)$
0 S 1	$\$$	

Analyse LR(0)

(0)	$S' \to$		S
(1)	$S \to$		(L)
(2)	$S \to$		a
(3)	$L \to$		L, S
(4)	$L \to$		S

	action	*successeur*						
		(	)	a	,	\$	S	L
0	décalage	2		3			1	
1	accepte							
2	décalage	2		3			5	4
3	réduction $S \to a$							
4	décalage		6		7			
5	réduction $L \to S$							
6	réduction $S \to (L)$							
7	décalage	2		3			8	
8	réduction $L \to L, S$							

pile	entrée	action
0	$((a, a), a)\$$	décalage
0 (2	$(a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2	$a, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 a 3	$, a), a)\$$	réduction $S \to a$
0 (2 (2 S 5	$, a), a)\$$	réduction $L \to S$
0 (2 (2 L 4	$, a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7	$a), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4 , 7 a 3	$), a)\$$	réduction $S \to a$
0 (2 (2 L 4 , 7 S 8	$), a)\$$	réduction $L \to L, S$
0 (2 (2 L 4	$), a)\$$	décalage
0 (2 (2 L 4) 6	$, a)\$$	réduction $S \to (L)$
0 (2 S 5	$, a)\$$	réduction $L \to S$
0 (2 L 4	$, a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7	$a)\$$	décalage
0 (2 L 4 , 7 a 3	$)\$$	réduction $S \to a$
0 (2 L 4 , 7 S 8	$)\$$	réduction $L \to L, S$
0 (2 L 4	$)\$$	décalage
0 (2 L 4) 6	$\$$	réduction $S \to (L)$
0 S 1	$\$$	acc

Analyse LR : conflits

Lors de la construction des tables d'analyse, nous pouvons nous rendre compte de l'apparition de conflits. Il en existe de deux types :

- décalage/réduction : si un ensemble d'items contient deux productions de la forme $A \rightarrow \alpha \bullet$ et $A \rightarrow \alpha \bullet a\beta$
- réduction/réduction : si un ensemble d'items contient deux productions de la forme $A \rightarrow \alpha \bullet$

Analyse LR : conflits

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & E' & \rightarrow & E \\
(1) & E & \rightarrow & E + T \\
(2) & E & \rightarrow & T \\
(3) & T & \rightarrow & T \times F \\
(4) & T & \rightarrow & F \\
(5) & F & \rightarrow & (E) \\
(6) & F & \rightarrow & number
\end{array}
$$

$$
I_0 \left|\begin{array}{l}
E' \rightarrow \bullet E \\
E \rightarrow \bullet E + T \\
E \rightarrow \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet\, number
\end{array}\right.
$$

$$
I_1 \left|\begin{array}{l}
E' \rightarrow E \bullet \\
E \rightarrow E \bullet + T
\end{array}\right.
$$

$$
I_2 \left|\begin{array}{l}
E \rightarrow T \bullet \\
T \rightarrow T \bullet \times F
\end{array}\right.
$$

$$
I_3 \left|\, T \rightarrow F \bullet\right.
$$

$$
I_4 \left|\begin{array}{l}
F \rightarrow (\bullet E) \\
E \rightarrow \bullet E + T \\
E \rightarrow \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet\, number
\end{array}\right.
$$

$$
I_5 \left|\, F \rightarrow number \bullet\right.
$$

$$
I_6 \left|\begin{array}{l}
E \rightarrow E + \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet\, number
\end{array}\right.
$$

$$
I_7 \left|\begin{array}{l}
T \rightarrow T \times \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet\, number
\end{array}\right.
$$

$$
I_8 \left|\begin{array}{l}
F \rightarrow (E \bullet) \\
F \rightarrow E \bullet + T
\end{array}\right.
$$

$$
I_9 \left|\begin{array}{l}
E \rightarrow E + T \bullet \\
T \rightarrow T \bullet \times F
\end{array}\right.
$$

$$
I_{10} \left|\, T \rightarrow T \times F \bullet\right.
$$

$$
I_{11} \left|\, F \rightarrow (E) \bullet\right.
$$

Analyse LR : conflits

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & E' & \rightarrow & E \\
(1) & E & \rightarrow & E + T \\
(2) & E & \rightarrow & T \\
(3) & T & \rightarrow & T \times F \\
(4) & T & \rightarrow & F \\
(5) & F & \rightarrow & (E) \\
(6) & F & \rightarrow & number
\end{array}
$$

$$
I_0 \left| \begin{array}{l} E' \rightarrow \bullet E \\ E \rightarrow \bullet E + T \\ E \rightarrow \bullet T \\ T \rightarrow \bullet T \times F \\ T \rightarrow \bullet F \\ F \rightarrow \bullet (E) \\ F \rightarrow \bullet number \end{array} \right.
$$

$$
I_1 \left| \begin{array}{l} E' \rightarrow E \bullet \\ E \rightarrow E \bullet + T \end{array} \right.
$$

$$
I_2 \left| \begin{array}{l} E \rightarrow T \bullet \\ T \rightarrow T \bullet \times F \end{array} \right.
$$

$$
I_3 \left| \; T \rightarrow F \bullet \right.
$$

$$
I_4 \left| \begin{array}{l} F \rightarrow (\bullet E) \\ E \rightarrow \bullet E + T \\ E \rightarrow \bullet T \\ T \rightarrow \bullet T \times F \\ T \rightarrow \bullet F \\ F \rightarrow \bullet (E) \\ F \rightarrow \bullet number \end{array} \right.
$$

$$
I_5 \left| \; F \rightarrow number \bullet \right.
$$

$$
I_6 \left| \begin{array}{l} E \rightarrow E + \bullet T \\ T \rightarrow \bullet T \times F \\ T \rightarrow \bullet F \\ F \rightarrow \bullet (E) \\ F \rightarrow \bullet number \end{array} \right.
$$

$$
I_7 \left| \begin{array}{l} T \rightarrow T \times \bullet F \\ F \rightarrow \bullet (E) \\ F \rightarrow \bullet number \end{array} \right.
$$

$$
I_8 \left| \begin{array}{l} F \rightarrow (E \bullet) \\ F \rightarrow E \bullet + T \end{array} \right.
$$

$$
I_9 \left| \begin{array}{l} E \rightarrow E + T \bullet \\ T \rightarrow T \bullet \times F \end{array} \right.
$$

$$
I_{10} \left| \; T \rightarrow T \times F \bullet \right.
$$

$$
I_{11} \left| \; F \rightarrow (E) \bullet \right.
$$

Analyse LR : conflits

$$
\begin{array}{lrl}
(0) & E' \rightarrow & E \\
(1) & E \rightarrow & E + T \\
(2) & E \rightarrow & T \\
(3) & T \rightarrow & T \times F \\
(4) & T \rightarrow & F \\
(5) & F \rightarrow & (E) \\
(6) & F \rightarrow & number
\end{array}
$$

$$
I_0 \left|
\begin{array}{l}
E' \rightarrow \bullet E \\
E \rightarrow \bullet E + T \\
E \rightarrow \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet number
\end{array}\right.
$$

$$
I_1 \left|
\begin{array}{l}
E' \rightarrow E \bullet \\
E \rightarrow E \bullet + T
\end{array}\right.
$$

$$
I_2 \left|
\begin{array}{l}
E \rightarrow T \bullet \\
T \rightarrow T \bullet \times F
\end{array}\right.
$$

$$
I_3 \left| \; T \rightarrow F \bullet \right.
$$

$$
I_4 \left|
\begin{array}{l}
F \rightarrow (\bullet E) \\
E \rightarrow \bullet E + T \\
E \rightarrow \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet number
\end{array}\right.
$$

$$
I_5 \left| \; F \rightarrow number \bullet \right.
$$

$$
I_6 \left|
\begin{array}{l}
E \rightarrow E + \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet number
\end{array}\right.
$$

$$
I_7 \left|
\begin{array}{l}
T \rightarrow T \times \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet number
\end{array}\right.
$$

$$
I_8 \left|
\begin{array}{l}
F \rightarrow (E \bullet) \\
F \rightarrow E \bullet + T
\end{array}\right.
$$

$$
I_9 \left|
\begin{array}{l}
E \rightarrow E + T \bullet \\
T \rightarrow T \bullet \times F
\end{array}\right.
$$

$$
I_{10} \left| \; T \rightarrow T \times F \bullet \right.
$$

$$
I_{11} \left| \; F \rightarrow (E) \bullet \right.
$$

Analyse SLR(1)

L'analyse SLR(1) se différencie de l'analyse LR(0) par le fait que l'on va prendre en compte un symbole supplémentaire sur l'entrée afin de prendre une décision en cas de conflit.
Cela va se faire en utilisant l'ensemble *Suivant* que nous avons vu lors des analyses descendantes.

Analyse SLR(1) : utilisation de Suivant

$$\begin{array}{lrcl}
(0) & E' & \rightarrow & E \\
(1) & E & \rightarrow & E + T \\
(2) & E & \rightarrow & T \\
(3) & T & \rightarrow & T \times F \\
(4) & T & \rightarrow & F \\
(5) & F & \rightarrow & (E) \\
(6) & F & \rightarrow & number
\end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l} E' \rightarrow \bullet E \\ E \rightarrow \bullet E + T \\ E \rightarrow \bullet T \\ T \rightarrow \bullet T \times F \\ T \rightarrow \bullet F \\ F \rightarrow \bullet (E) \\ F \rightarrow \bullet\, number \end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \begin{array}{l} E' \rightarrow E \bullet \\ E \rightarrow E \bullet + T \end{array} \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} E \rightarrow T \bullet \\ T \rightarrow T \bullet \times F \end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \; T \rightarrow F \bullet \right.$$

$$I_4 \left| \begin{array}{l} F \rightarrow (\bullet E) \\ E \rightarrow \bullet E + T \\ E \rightarrow \bullet T \\ T \rightarrow \bullet T \times F \\ T \rightarrow \bullet F \\ F \rightarrow \bullet (E) \\ F \rightarrow \bullet\, number \end{array} \right.$$

$$I_5 \left| \; F \rightarrow number \bullet \right.$$

$$I_6 \left| \begin{array}{l} E \rightarrow E + \bullet T \\ T \rightarrow \bullet T \times F \\ T \rightarrow \bullet F \\ F \rightarrow \bullet (E) \\ F \rightarrow \bullet\, number \end{array} \right.$$

$$I_7 \left| \begin{array}{l} T \rightarrow T \times \bullet F \\ F \rightarrow \bullet (E) \\ F \rightarrow \bullet\, number \end{array} \right.$$

$$I_8 \left| \begin{array}{l} F \rightarrow (E \bullet) \\ F \rightarrow E \bullet + T \end{array} \right.$$

$$I_9 \left| \begin{array}{l} E \rightarrow E + T \bullet \\ T \rightarrow T \bullet \times F \end{array} \right.$$

$$I_{10} \left| \; T \rightarrow T \times F \bullet \right.$$

$$I_{11} \left| \; F \rightarrow (E) \bullet \right.$$

$$\begin{array}{l}
Suivant(E') = \{\$\} \\
Suivant(E) = \{+,), \$\} \\
Suivant(T) = \{\times, +,), \$\} \\
Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}
\end{array}$$

Analyse SLR(1) : utilisation de Suivant

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & E' & \rightarrow & E \\
(1) & E & \rightarrow & E + T \\
(2) & E & \rightarrow & T \\
(3) & T & \rightarrow & T \times F \\
(4) & T & \rightarrow & F \\
(5) & F & \rightarrow & (E) \\
(6) & F & \rightarrow & number
\end{array}
$$

$$
I_0 \left|\ \begin{array}{l}
E' \rightarrow \bullet E \\
E \rightarrow \bullet E + T \\
E \rightarrow \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet\, number
\end{array}\right.
$$

$$
I_1 \left|\ \begin{array}{l}
E' \rightarrow E \bullet \\
E \rightarrow E \bullet + T
\end{array}\right.
$$

$$
I_2 \left|\ \begin{array}{l}
E \rightarrow T \bullet \\
T \rightarrow T \bullet \times F
\end{array}\right.
$$

$$
I_3 \left|\ T \rightarrow F \bullet \right.
$$

$$
I_4 \left|\ \begin{array}{l}
F \rightarrow (\bullet E) \\
E \rightarrow \bullet E + T \\
E \rightarrow \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet\, number
\end{array}\right.
$$

$$
I_5 \left|\ F \rightarrow number \bullet \right.
$$

$$
I_6 \left|\ \begin{array}{l}
E \rightarrow E + \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet\, number
\end{array}\right.
$$

$$
I_7 \left|\ \begin{array}{l}
T \rightarrow T \times \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet\, number
\end{array}\right.
$$

$$
I_8 \left|\ \begin{array}{l}
F \rightarrow (E \bullet) \\
F \rightarrow E \bullet + T
\end{array}\right.
$$

$$
I_9 \left|\ \begin{array}{l}
E \rightarrow E + T \bullet \\
T \rightarrow T \bullet \times F
\end{array}\right.
$$

$$
I_{10} \left|\ T \rightarrow T \times F \bullet \right.
$$

$$
I_{11} \left|\ F \rightarrow (E) \bullet \right.
$$

$$
\begin{array}{l}
Suivant(E') = \{\$\} \\
Suivant(E) = \{+,), \$\} \\
Suivant(T) = \{\times, +,), \$\} \\
Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}
\end{array}
$$

Analyse SLR(1) : utilisation de Suivant

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & E' & \to & E \\
(1) & E & \to & E + T \\
(2) & E & \to & T \\
(3) & T & \to & T \times F \\
(4) & T & \to & F \\
(5) & F & \to & (E) \\
(6) & F & \to & number
\end{array}
$$

$$
I_0 \left| \begin{array}{l}
E' \to \bullet E \\
E \to \bullet E + T \\
E \to \bullet T \\
T \to \bullet T \times F \\
T \to \bullet F \\
F \to \bullet (E) \\
F \to \bullet\, number
\end{array} \right.
$$

$$
I_1 \left| \begin{array}{l}
E' \to E \bullet \\
E \to E \bullet + T
\end{array} \right.
$$

$$
I_2 \left| \begin{array}{l}
E \to T \bullet \\
T \to T \bullet \times F
\end{array} \right.
$$

$$
I_3 \left| \begin{array}{l}
T \to F \bullet
\end{array} \right.
$$

$$
I_4 \left| \begin{array}{l}
F \to (\bullet E) \\
E \to \bullet E + T \\
E \to \bullet T \\
T \to \bullet T \times F \\
T \to \bullet F \\
F \to \bullet (E) \\
F \to \bullet\, number
\end{array} \right.
$$

$$
I_5 \left| \begin{array}{l}
F \to number \bullet
\end{array} \right.
$$

$$
I_6 \left| \begin{array}{l}
E \to E + \bullet T \\
T \to \bullet T \times F \\
T \to \bullet F \\
F \to \bullet (E) \\
F \to \bullet\, number
\end{array} \right.
$$

$$
I_7 \left| \begin{array}{l}
T \to T \times \bullet F \\
F \to \bullet (E) \\
F \to \bullet\, number
\end{array} \right.
$$

$$
I_8 \left| \begin{array}{l}
F \to (E \bullet) \\
F \to E \bullet + T
\end{array} \right.
$$

$$
I_9 \left| \begin{array}{l}
E \to E + T \bullet \\
T \to T \bullet \times F
\end{array} \right.
$$

$$
I_{10} \left| \begin{array}{l}
T \to T \times F \bullet
\end{array} \right.
$$

$$
I_{11} \left| \begin{array}{l}
F \to (E) \bullet
\end{array} \right.
$$

$$
\begin{array}{l}
Suivant(E') = \{\$\} \\
Suivant(E) = \{+,), \$\} \\
Suivant(T) = \{\times, +,), \$\} \\
Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}
\end{array}
$$

Analyse SLR(1)

SLR(G')

$C \leftarrow \text{Items}(G')$
for each $I_i \in C$ **do**
    if $A \rightarrow \alpha \cdot a\beta \in I_i, \text{Transition}(I_i, a) = I_j$ **then**
        $Action[i, a] \leftarrow \text{décaler } j$
    if $A \rightarrow \alpha \cdot \in I_i$ **then**
        for each $a \in Suivant(A)$ **do**
            $Action[i, a] \leftarrow \text{réduire } A \rightarrow \alpha$
    if $S' \rightarrow S \cdot \in I_i$ **then**
        $Action[i, a] \leftarrow \text{accepter}$
    for each $A \in N$ **do**
        if $Transition(I_i, A) = I_j$ **then**
            $Successeur[i, A] \leftarrow j$

Analyse SLR(1) : construction des tables

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & E' & \to & E \\
(1) & E & \to & E + T \\
(2) & E & \to & T \\
(3) & T & \to & T \times F \\
(4) & T & \to & F \\
(5) & F & \to & (E) \\
(6) & F & \to & \textit{number}
\end{array}
$$

$$
I_0 \left|
\begin{array}{l}
E' \to \bullet E \\
E \to \bullet E + T \\
E \to \bullet T \\
T \to \bullet T \times F \\
T \to \bullet F \\
F \to \bullet (E) \\
F \to \bullet \textit{number}
\end{array}\right.
$$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	$number$

I_0

$$
\begin{array}{l}
E' \rightarrow \bullet E \\
E \rightarrow \bullet E + T \\
E \rightarrow \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet number
\end{array}
$$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	E	T	F
0			$d4$		$d5$		1	2	3
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	E'	$\rightarrow$	E
(1)	E	$\rightarrow$	$E + T$
(2)	E	$\rightarrow$	T
(3)	T	$\rightarrow$	$T \times F$
(4)	T	$\rightarrow$	F
(5)	F	$\rightarrow$	(E)
(6)	F	$\rightarrow$	*number*

I_1	$E' \rightarrow E\bullet$ $E \rightarrow E \bullet + T$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	E	T	F
0			$d4$		$d5$		1	2	3
1	$d6$					*acc*			
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	$number$

I_2 | $E \rightarrow T \bullet$
$T \rightarrow T \bullet \times F$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	E	T	F
0			$d4$		$d5$		1	2	3
1	$d6$					*acc*			
2	$r2$	$d7$		$r2$		$r2$			
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	$number$

$I_3 \mid T \rightarrow F\bullet$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	$number$

I_4

$F \rightarrow (\bullet E)$
$E \rightarrow \bullet E + T$
$E \rightarrow \bullet T$
$T \rightarrow \bullet T \times F$
$T \rightarrow \bullet F$
$F \rightarrow \bullet (E)$
$F \rightarrow \bullet number$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	E	T	F
0			$d4$		$d5$		1	2	3
1	$d6$					acc			
2	$r2$	$d7$		$r2$		$r2$			
3	$r4$	$r4$		$r4$		$r4$			
4			$d4$		$d5$		8	2	3
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	E'	$\rightarrow$	E
(1)	E	$\rightarrow$	$E + T$
(2)	E	$\rightarrow$	T
(3)	T	$\rightarrow$	$T \times F$
(4)	T	$\rightarrow$	F
(5)	F	$\rightarrow$	(E)
(6)	F	$\rightarrow$	$number$

$I_5 \mid F \rightarrow number \bullet$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	E	T	F
0			$d4$		$d5$		1	2	3
1	$d6$					*acc*			
2	$r2$	$d7$		$r2$		$r2$			
3	$r4$	$r4$		$r4$		$r4$			
4			$d4$		$d5$		8	2	3
5	$r6$	$r6$		$r6$		$r6$			
6									
7									
8									
9									
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	$number$

I_6

$$
\begin{array}{|l}
E \rightarrow E + \bullet T \\
T \rightarrow \bullet T \times F \\
T \rightarrow \bullet F \\
F \rightarrow \bullet (E) \\
F \rightarrow \bullet\, number
\end{array}
$$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7									
8									
9									
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	$number$

$$I_7 \left| \begin{array}{l} T \rightarrow T \times \bullet F \\ F \rightarrow \bullet (E) \\ F \rightarrow \bullet\, number \end{array} \right.$$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	+	×	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8									
9									
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	E'	$\to$	E
(1)	E	$\to$	$E + T$
(2)	E	$\to$	T
(3)	T	$\to$	$T \times F$
(4)	T	$\to$	F
(5)	F	$\to$	(E)
(6)	F	$\to$	$number$

I_8 | $F \to (E\bullet)$
$F \to E \bullet + T$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	+	×	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9									
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	E'	$\rightarrow$	E
(1)	E	$\rightarrow$	$E + T$
(2)	E	$\rightarrow$	T
(3)	T	$\rightarrow$	$T \times F$
(4)	T	$\rightarrow$	F
(5)	F	$\rightarrow$	(E)
(6)	F	$\rightarrow$	$number$

I_9	$E \rightarrow E + T \bullet$
	$T \rightarrow T \bullet \times F$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	E	T	F
0			$d4$		$d5$		1	2	3
1	$d6$					*acc*			
2	$r2$	$d7$		$r2$		$r2$			
3	$r4$	$r4$		$r4$		$r4$			
4			$d4$		$d5$		8	2	3
5	$r6$	$r6$		$r6$		$r6$			
6			$d4$		$d5$			9	3
7			$d4$		$d5$				10
8	$d6$			$d11$					
9	$r1$	$d7$		$r1$		$r1$			
10									
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	$number$

I_{10} | $T \rightarrow T \times F \bullet$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	E	T	F
0			$d4$		$d5$		1	2	3
1	$d6$					*acc*			
2	$r2$	$d7$		$r2$		$r2$			
3	$r4$	$r4$		$r4$		$r4$			
4			$d4$		$d5$		8	2	3
5	$r6$	$r6$		$r6$		$r6$			
6			$d4$		$d5$			9	3
7			$d4$		$d5$				10
8	$d6$			$d11$					
9	$r1$	$d7$		$r1$		$r1$			
10	$r3$	$r3$		$r3$		$r3$			
11									

Analyse SLR(1) : construction des tables

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	$number$

I_{11} | $F \rightarrow (E)\bullet$

$Suivant(E') = \{\$\}$
$Suivant(E) = \{+,), \$\}$
$Suivant(T) = \{\times, +,), \$\}$
$Suivant(F) = \{\times, +,), \$\}$

	action						successeur		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	E'	$\rightarrow$	E
(1)	E	$\rightarrow$	$E + T$
(2)	E	$\rightarrow$	T
(3)	T	$\rightarrow$	$T \times F$
(4)	T	$\rightarrow$	F
(5)	F	$\rightarrow$	(E)
(6)	F	$\rightarrow$	*number*

	action						*successeur*		
	+	×	(	)	*num.*	$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action

Analyse SLR(1) : exemple

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & E' & \rightarrow & E \\
(1) & E & \rightarrow & E + T \\
(2) & E & \rightarrow & T \\
(3) & T & \rightarrow & T \times F \\
(4) & T & \rightarrow & F \\
(5) & F & \rightarrow & (E) \\
(6) & F & \rightarrow & number
\end{array}
$$

	action						successeur		
	+	×	(	)	*num.*	$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	E'	$\rightarrow$	E
(1)	E	$\rightarrow$	$E + T$
(2)	E	$\rightarrow$	T
(3)	T	$\rightarrow$	$T \times F$
(4)	T	$\rightarrow$	F
(5)	F	$\rightarrow$	(E)
(6)	F	$\rightarrow$	*number*

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	$number$

	action						successeur		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	

Analyse SLR(1) : exemple

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & E' & \rightarrow & E \\
(1) & E & \rightarrow & E + T \\
(2) & E & \rightarrow & T \\
(3) & T & \rightarrow & T \times F \\
(4) & T & \rightarrow & F \\
(5) & F & \rightarrow & (E) \\
(6) & F & \rightarrow & number
\end{array}
$$

	action						*successeur*		
	+	×	(	)	*num.*	$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	*number*

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	$number$

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	d6
0 E 1 + 6	$num \times num\$$	

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	E'	$\rightarrow$	E
(1)	E	$\rightarrow$	$E + T$
(2)	E	$\rightarrow$	T
(3)	T	$\rightarrow$	$T \times F$
(4)	T	$\rightarrow$	F
(5)	F	$\rightarrow$	(E)
(6)	F	$\rightarrow$	*number*

	action						*successeur*		
	+	×	(	)	*num.*	$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	d6
0 E 1 + 6	$num \times num\$$	d5
0 E 1 + 6 num 5	$\times num\$$	

Analyse SLR(1) : exemple

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & E' & \to & E \\
(1) & E & \to & E + T \\
(2) & E & \to & T \\
(3) & T & \to & T \times F \\
(4) & T & \to & F \\
(5) & F & \to & (E) \\
(6) & F & \to & number
\end{array}
$$

	action						*successeur*		
	+	×	(	)	*num.*	$	*E*	*T*	*F*
0			*d4*		*d5*		1	2	3
1	*d6*					*acc*			
2	*r2*	*d7*		*r2*		*r2*			
3	*r4*	*r4*		*r4*		*r4*			
4			*d4*		*d5*		8	2	3
5	*r6*	*r6*		*r6*		*r6*			
6			*d4*		*d5*			9	3
7			*d4*		*d5*				10
8	*d6*			*d11*					
9	*r1*	*d7*		*r1*		*r1*			
10	*r3*	*r3*		*r3*		*r3*			
11	*r5*	*r5*		*r5*		*r5*			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	d6
0 E 1 + 6	$num \times num\$$	d5
0 E 1 + 6 num 5	$\times num\$$	r6
0 E 1 + 6 F 3	$\times num\$$	

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	$E' \rightarrow$	E
(1)	$E \rightarrow$	$E + T$
(2)	$E \rightarrow$	T
(3)	$T \rightarrow$	$T \times F$
(4)	$T \rightarrow$	F
(5)	$F \rightarrow$	(E)
(6)	$F \rightarrow$	*number*

	action						*successeur*		
	+	×	(	)	*num.*	$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	d6
0 E 1 + 6	$num \times num\$$	d5
0 E 1 + 6 num 5	$\times num\$$	r6
0 E 1 + 6 F 3	$\times num\$$	r4
0 E 1 + 6 T 9	$\times num\$$	

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	E'	$\rightarrow$	E
(1)	E	$\rightarrow$	$E + T$
(2)	E	$\rightarrow$	T
(3)	T	$\rightarrow$	$T \times F$
(4)	T	$\rightarrow$	F
(5)	F	$\rightarrow$	(E)
(6)	F	$\rightarrow$	*number*

	action						*successeur*		
	+	×	(	)	*num.*	$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	d6
0 E 1 + 6	$num \times num\$$	d5
0 E 1 + 6 num 5	$\times num\$$	r6
0 E 1 + 6 F 3	$\times num\$$	r4
0 E 1 + 6 T 9	$\times num\$$	d7
0 E 1 + 6 T 9 × 7	$num\$$	

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	E'	$\rightarrow$	E
(1)	E	$\rightarrow$	$E + T$
(2)	E	$\rightarrow$	T
(3)	T	$\rightarrow$	$T \times F$
(4)	T	$\rightarrow$	F
(5)	F	$\rightarrow$	(E)
(6)	F	$\rightarrow$	*number*

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	E	T	F
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	d6
0 E 1 + 6	$num \times num\$$	d5
0 E 1 + 6 num 5	$\times num\$$	r6
0 E 1 + 6 F 3	$\times num\$$	r4
0 E 1 + 6 T 9	$\times num\$$	d7
0 E 1 + 6 T 9 × 7	$num\$$	d5
0 E 1 + 6 T 9 × 7 num	\$	
5		

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	E'	$\rightarrow$	E
(1)	E	$\rightarrow$	$E + T$
(2)	E	$\rightarrow$	T
(3)	T	$\rightarrow$	$T \times F$
(4)	T	$\rightarrow$	F
(5)	F	$\rightarrow$	(E)
(6)	F	$\rightarrow$	*number*

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	d6
0 E 1 + 6	$num \times num\$$	d5
0 E 1 + 6 num 5	$\times num\$$	r6
0 E 1 + 6 F 3	$\times num\$$	r4
0 E 1 + 6 T 9	$\times num\$$	d7
0 E 1 + 6 T 9 × 7	$num\$$	d5
0 E 1 + 6 T 9 × 7 num 5	\$	r6
0 E 1 + 6 T 9 × 7 F 10	\$	

Analyse SLR(1) : exemple

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & E' & \rightarrow & E \\
(1) & E & \rightarrow & E + T \\
(2) & E & \rightarrow & T \\
(3) & T & \rightarrow & T \times F \\
(4) & T & \rightarrow & F \\
(5) & F & \rightarrow & (E) \\
(6) & F & \rightarrow & number
\end{array}
$$

	action						*successeur*		
	+	×	(	)	*num.*	$	*E*	*T*	*F*
0			*d4*		*d5*		1	2	3
1	*d6*					*acc*			
2	*r2*	*d7*		*r2*		*r2*			
3	*r4*	*r4*		*r4*		*r4*			
4			*d4*		*d5*		8	2	3
5	*r6*	*r6*		*r6*		*r6*			
6			*d4*		*d5*			9	3
7			*d4*		*d5*				10
8	*d6*			*d11*					
9	*r1*	*d7*		*r1*		*r1*			
10	*r3*	*r3*		*r3*		*r3*			
11	*r5*	*r5*		*r5*		*r5*			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	d6
0 E 1 + 6	$num \times num\$$	d5
0 E 1 + 6 num 5	$\times num\$$	r6
0 E 1 + 6 F 3	$\times num\$$	r4
0 E 1 + 6 T 9	$\times num\$$	d7
0 E 1 + 6 T 9 × 7	$num\$$	d5
0 E 1 + 6 T 9 × 7 num 5	$	r6
0 E 1 + 6 T 9 × 7 F 10	$	r3
0 E 1 + 6 T 9	$	

Analyse SLR(1) : exemple

(0)	E'	$\rightarrow$	E
(1)	E	$\rightarrow$	$E + T$
(2)	E	$\rightarrow$	T
(3)	T	$\rightarrow$	$T \times F$
(4)	T	$\rightarrow$	F
(5)	F	$\rightarrow$	(E)
(6)	F	$\rightarrow$	*number*

	action						*successeur*		
	$+$	$\times$	(	)	*num.*	\$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	d6
0 E 1 + 6	$num \times num\$$	d5
0 E 1 + 6 num 5	$\times num\$$	r6
0 E 1 + 6 F 3	$\times num\$$	r4
0 E 1 + 6 T 9	$\times num\$$	d7
0 E 1 + 6 T 9 × 7	$num\$$	d5
0 E 1 + 6 T 9 × 7 num 5	\$	r6
0 E 1 + 6 T 9 × 7 F 10	\$	r3
0 E 1 + 6 T 9	\$	r1
0 E 1	\$	

Analyse SLR(1) : exemple

$$
\begin{array}{llll}
(0) & E' \rightarrow & E \\
(1) & E \rightarrow & E + T \\
(2) & E \rightarrow & T \\
(3) & T \rightarrow & T \times F \\
(4) & T \rightarrow & F \\
(5) & F \rightarrow & (E) \\
(6) & F \rightarrow & number
\end{array}
$$

	action						*successeur*		
	+	×	(	)	*num.*	$	*E*	*T*	*F*
0			*d*4		*d*5		1	2	3
1	*d*6					*acc*			
2	*r*2	*d*7		*r*2		*r*2			
3	*r*4	*r*4		*r*4		*r*4			
4			*d*4		*d*5		8	2	3
5	*r*6	*r*6		*r*6		*r*6			
6			*d*4		*d*5			9	3
7			*d*4		*d*5				10
8	*d*6			*d*11					
9	*r*1	*d*7		*r*1		*r*1			
10	*r*3	*r*3		*r*3		*r*3			
11	*r*5	*r*5		*r*5		*r*5			

pile	entrée	action
0	$num + num \times num\$$	d5
0 num 5	$+num \times num\$$	r6
0 F 3	$+num \times num\$$	r4
0 T 2	$+num \times num\$$	r2
0 E 1	$+num \times num\$$	d6
0 E 1 + 6	$num \times num\$$	d5
0 E 1 + 6 num 5	$\times num\$$	r6
0 E 1 + 6 F 3	$\times num\$$	r4
0 E 1 + 6 T 9	$\times num\$$	d7
0 E 1 + 6 T 9 × 7	$num\$$	d5
0 E 1 + 6 T 9 × 7 num 5	$	r6
0 E 1 + 6 T 9 × 7 F 10	$	r3
0 E 1 + 6 T 9	$	r1
0 E 1	$	acc

Analyse LR(1) : de nouveaux items

Les items d'un analyseur LR(1) sont différents de ceux utilisés par les analyseurs précédents.
Il sont de la forme $[A \rightarrow \alpha \bullet \beta, E]$. $A \rightarrow \alpha\beta$ est une production de la grammaire augmentée, $E \subseteq T \cup \{\$\}$.

Analyse LR(1) : Fermeture

Fermeture(I)

$J \leftarrow I$
repeat
  for each $[A \rightarrow \alpha \bullet B\beta, E] \in J$,
    $B \in N, \alpha, \beta \in (N \cup T)^*, E \subseteq T \cup \{\$\}$ **do**
    for each $B \rightarrow \gamma$ **do**
      $E' \leftarrow Premier(\beta)$
      if β est annulable **then**
        $E' \leftarrow E' \cup E$
      $\triangleright$ ajouter $[B \rightarrow \bullet\gamma, E']$ à J
until aucun nouvel item n'a été ajouté à J

Analyse LR(1) : Transition

Transition(I, X)

Soient I un ensemble d'items et X un symbole de la grammaire.
Transition(I, X) est l'ensemble des items de la forme $[A \to \alpha X \bullet \beta, E]$ tel que $[A \to \alpha \bullet X \beta, E] \in I$.
On applique alors l'opération de fermeture sur cet ensemble.

Analyse LR(1) : collection d'items

Items(G')

```
C ← {Fermeture({[S' → •S, $]})}
repeat
    for each I ∈ C, X ∈ {N ∪ T},
            Transition(I, X) ∉ C (et non vide) do
        ▷ Ajouter Transition(I, X) à C
until aucun nouvel ensemble d'items ajouté à C
```

Analyse LR(1) : construction des tables

LR1(G')

$C \leftarrow$ Items(G')
for each $I_i \in C$ **do**
  if $[A \rightarrow \alpha \bullet a\beta, b] \in I_i$, Transition$(I_i, a) = I_j$ **then**
    $Action[i, a] \leftarrow$ décaler j
  if $[A \rightarrow \alpha \bullet, a] \in I_i$ **then**
    $Action[i, a] \leftarrow$ réduire $A \rightarrow \alpha$
  if $[S' \rightarrow S \bullet, \$] \in I_i$ **then**
    $Action[i, a] \leftarrow$ accepter
  for each $A \in N$ **do**
    if $Transition(I_i, A) = I_j$ **then**
      $Successeur[i, A] \leftarrow j$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl} (0) & S' & \rightarrow & S \\ (1) & S & \rightarrow & CC \\ (2) & C & \rightarrow & cC \\ (3) & C & \rightarrow & d \end{array}$$

$$\begin{array}{c|l} I_0 & S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\ & \end{array}$$

Analyse LR(1) : un exemple

(0)	$S' \rightarrow$	S
(1)	$S \rightarrow$	CC
(2)	$C \rightarrow$	cC
(3)	$C \rightarrow$	d

$$
I_0 \quad \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\ \end{array} \right.
$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl} (0) & S' & \rightarrow & S \\ (1) & S & \rightarrow & CC \\ (2) & C & \rightarrow & cC \\ (3) & C & \rightarrow & d \end{array}$$

$$I_0 \;\left|\; \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\ \\ \end{array}\right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}
$$

$$
\mathbf{I_0} \left| \begin{array}{l}
S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\
S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array} \right.
$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}
$$

$$
I_0 \left|
\begin{array}{l}
S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\
S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array}
\right.
$$

$$
I_1 \mid S' \rightarrow S \bullet, \{\$\}
$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl} (0) & S' & \rightarrow & S \\ (1) & S & \rightarrow & CC \\ (2) & C & \rightarrow & cC \\ (3) & C & \rightarrow & d \end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S,\ \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \ S' \rightarrow S \bullet,\ \{\$\} \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow C \bullet C,\ \{\$\} \\ \\ \end{array} \right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}
$$

$$
I_0 \left| \begin{array}{l}
S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\
S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array} \right.
$$

$$
I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet, \{\$\} \right.
$$

$$
I_2 \left| \begin{array}{l}
S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\
\\
\end{array} \right.
$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl} (0) & S' & \rightarrow & S \\ (1) & S & \rightarrow & CC \\ (2) & C & \rightarrow & cC \\ (3) & C & \rightarrow & d \end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S,\ \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow S \bullet,\ \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow C \bullet C,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{\$\} \end{array} \right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l}
S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\
S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet, \{\$\} \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l}
S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{\$\}
\end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \; C \rightarrow c \bullet C, \{c, d\} \right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$
\begin{array}{llcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}
$$

$$
I_0 \left| \begin{array}{l}
S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\
S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array} \right.
$$

$$
I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet, \{\$\} \right.
$$

$$
I_2 \left| \begin{array}{l}
S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{\$\}
\end{array} \right.
$$

$$
I_3 \left| \begin{array}{l}
C \rightarrow c \bullet C, \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\}
\end{array} \right.
$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \to & S \\
(1) & S & \to & CC \\
(2) & C & \to & cC \\
(3) & C & \to & d
\end{array}$$

$$I_0 \left|\begin{array}{l}
S' \to \bullet S,\ \{\$\} \\
S \to \bullet CC,\ \{\$\} \\
C \to \bullet cC,\ \{c, d\} \\
C \to \bullet d,\ \{c, d\}
\end{array}\right.$$

$$I_1 \left|\ S' \to S\bullet,\ \{\$\}\right.$$

$$I_2 \left|\begin{array}{l}
S \to C \bullet C,\ \{\$\} \\
C \to \bullet cC,\ \{\$\} \\
C \to \bullet d,\ \{\$\}
\end{array}\right.$$

$$I_3 \left|\begin{array}{l}
C \to c \bullet C,\ \{c, d\} \\
C \to \bullet cC,\ \{c, d\} \\
C \to \bullet d,\ \{c, d\}
\end{array}\right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl} (0) & S' & \rightarrow & S \\ (1) & S & \rightarrow & CC \\ (2) & C & \rightarrow & cC \\ (3) & C & \rightarrow & d \end{array}$$

$$\mathbf{I_0} \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S,\ \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$\mathbf{I_1} \left| \ S' \rightarrow S \bullet,\ \{\$\} \right.$$

$$\mathbf{I_2} \left| \begin{array}{l} S \rightarrow C \bullet C,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{\$\} \end{array} \right.$$

$$\mathbf{I_3} \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$\mathbf{I_4} \left| \ C \rightarrow d \bullet,\ \{c, d\} \right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$
\begin{array}{llcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_0 & S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\
 & S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\
 & C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
 & C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_1 & S' \rightarrow S \bullet, \{\$\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_2 & S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\
 & C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\
 & C \rightarrow \bullet d, \{\$\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_3 & C \rightarrow c \bullet C, \{c, d\} \\
 & C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
 & C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_4 & C \rightarrow d \bullet, \{c, d\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_5 & S \rightarrow CC \bullet, \{\$\}
\end{array}
$$

Analyse LR(1) : un exemple

(0)	S'	$\rightarrow$	S
(1)	S	$\rightarrow$	CC
(2)	C	$\rightarrow$	cC
(3)	C	$\rightarrow$	d

$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S,\ \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_1 \mid S' \rightarrow S \bullet,\ \{\$\}$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow C \bullet C,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_4 \mid C \rightarrow d \bullet,\ \{c, d\}$$

$$I_5 \mid S \rightarrow CC \bullet,\ \{\$\}$$

$$I_6 \mid C \rightarrow c \bullet C,\ \{\$\}$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl} (0) & S' & \rightarrow & S \\ (1) & S & \rightarrow & CC \\ (2) & C & \rightarrow & cC \\ (3) & C & \rightarrow & d \end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet, \{\$\} \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_4 \left| \; C \rightarrow d \bullet, \{c, d\} \right.$$

$$I_5 \left| \; S \rightarrow CC \bullet, \{\$\} \right.$$

$$I_6 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \end{array} \right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \to & S \\
(1) & S & \to & CC \\
(2) & C & \to & cC \\
(3) & C & \to & d
\end{array}$$

I_0 | $S' \to \bullet S, \{\$\}$; $S \to \bullet CC, \{\$\}$; $C \to \bullet cC, \{c, d\}$; $C \to \bullet d, \{c, d\}$

$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \to \bullet S, \{\$\} \\ S \to \bullet CC, \{\$\} \\ C \to \bullet cC, \{c, d\} \\ C \to \bullet d, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \begin{array}{l} S' \to S \bullet, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \to C \bullet C, \{\$\} \\ C \to \bullet cC, \{\$\} \\ C \to \bullet d, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \begin{array}{l} C \to c \bullet C, \{c, d\} \\ C \to \bullet cC, \{c, d\} \\ C \to \bullet d, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_4 \left| \begin{array}{l} C \to d \bullet, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_5 \left| \begin{array}{l} S \to CC \bullet, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_6 \left| \begin{array}{l} C \to c \bullet C, \{\$\} \\ C \to \bullet cC, \{\$\} \\ C \to \bullet d, \{\$\} \end{array} \right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl} (0) & S' & \rightarrow & S \\ (1) & S & \rightarrow & CC \\ (2) & C & \rightarrow & cC \\ (3) & C & \rightarrow & d \end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow S \bullet, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_4 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow d \bullet, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_5 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow CC \bullet, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_6 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_7 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow d \bullet, \{\$\} \end{array} \right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet, \{\$\} \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_4 \left| \; C \rightarrow d \bullet, \{c, d\} \right.$$

$$I_5 \left| \; S \rightarrow CC \bullet, \{\$\} \right.$$

$$I_6 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_7 \left| \; C \rightarrow d \bullet, \{\$\} \right.$$

$$I_8 \left| \; C \rightarrow cC \bullet, \{c, d\} \right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrcl} (0) & S' & \rightarrow & S \\ (1) & S & \rightarrow & CC \\ (2) & C & \rightarrow & cC \\ (3) & C & \rightarrow & d \end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S,\ \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow S \bullet,\ \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow C \bullet C,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_4 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow d \bullet,\ \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_5 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow CC \bullet,\ \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_6 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC,\ \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d,\ \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_7 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow d \bullet,\ \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_8 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow cC \bullet,\ \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_9 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow cC \bullet,\ \{\$\} \end{array} \right.$$

Analyse LR(1) : un exemple

$$\begin{array}{lrl}
(0) & S' \rightarrow & S \\
(1) & S \rightarrow & CC \\
(2) & C \rightarrow & cC \\
(3) & C \rightarrow & d
\end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l}
S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\
S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \; S' \rightarrow S \bullet, \{\$\} \right.$$

$$I_2 \left| \begin{array}{l}
S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{\$\}
\end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \begin{array}{l}
C \rightarrow c \bullet C, \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array} \right.$$

$$I_4 \left| \; C \rightarrow d \bullet, \{c, d\} \right.$$

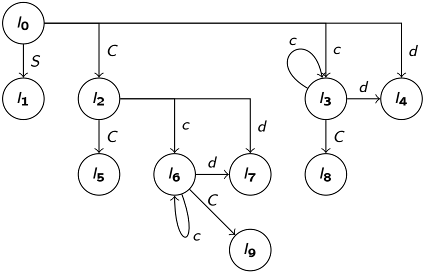
$$I_5 \left| \; S \rightarrow CC \bullet, \{\$\} \right.$$

$$I_6 \left| \begin{array}{l}
C \rightarrow c \bullet C, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{\$\}
\end{array} \right.$$

$$I_7 \left| \; C \rightarrow d \bullet, \{\$\} \right.$$

$$I_8 \left| \; C \rightarrow cC \bullet, \{c, d\} \right.$$

$$I_9 \left| \; C \rightarrow cC \bullet, \{\$\} \right.$$



Analyse LR(1) : un exemple

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}
$$

$$
I_0 \;\left|\; \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{c, d\} \end{array}\right.
$$

$$
I_1 \;\left|\; S' \rightarrow S\bullet, \{\$\}\right.
$$

$$
I_2 \;\left|\; \begin{array}{l} S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{\$\} \end{array}\right.
$$

$$
I_3 \;\left|\; \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{c, d\} \end{array}\right.
$$

$$
I_4 \;\left|\; C \rightarrow d\bullet, \{c, d\}\right.
$$

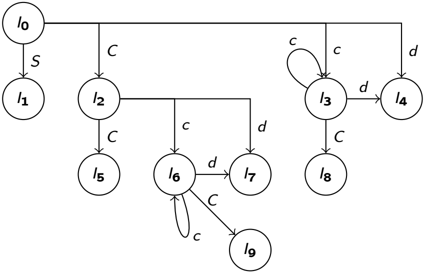
$$
I_5 \;\left|\; S \rightarrow CC\bullet, \{\$\}\right.
$$

$$
I_6 \;\left|\; \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{\$\} \end{array}\right.
$$

$$
I_7 \;\left|\; C \rightarrow d\bullet, \{\$\}\right.
$$

$$
I_8 \;\left|\; C \rightarrow cC\bullet, \{c, d\}\right.
$$

$$
I_9 \;\left|\; C \rightarrow cC\bullet, \{\$\}\right.
$$



	action			successeur	
	c	d	$\$$	S	C
0	$d3$	$d4$		1	2
1			acc		
2	$d6$	$d7$			5
3	$d3$	$d4$			8
4	$r3$	$r3$			
5			$r1$		
6	$d6$	$d7$			9
7			$r3$		
8	$r2$	$r2$			
9			$r2$		

Analyse LALR(1)

L'analyse LR(1) étant diffcile à mettre en œuvre, car très consommatrice de mémoire, une version allégée est utilisée en pratique : l'analyse LALR(1). Le principe est le suivant :

- construire la collection d'items LR(1)
- fusionner tous les états ayant le même cœur, c'est-à-dire le même ensemble d'items en ne considérant pas leurs secondes parties : une union de ces deuxièmes parties est réaliée
- vérifier qu'il n'y a pas de conflits dans les ensembles obtenus
- soient $I = I_1 \cup \ldots \cup I_i$ et $J = J_1 \cup \ldots \cup J_j$ deux ensembles d'items obtenus par fusion, alors si le cœur de $Transition(I_1, X)$ est aussi le coeur de J alors $Transition(I, X) = J$
- construire les tables d'analyse avec le même algorithme que pour l'analyse LR(1)

Analyse LALR(1) : exemple

(0)	$S' \rightarrow$	S	
(1)	$S \rightarrow$	CC	
(2)	$C \rightarrow$	cC	
(3)	$C \rightarrow$	d	

I_0 | $S' \rightarrow \bullet S, \{\$\}$; $S \rightarrow \bullet CC, \{\$\}$; $C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\}$; $C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}$

I_1 | $S' \rightarrow S \bullet, \{\$\}$

I_2 | $S \rightarrow C \bullet C, \{\$\}$; $C \rightarrow \bullet cC, \{\$\}$; $C \rightarrow \bullet d, \{\$\}$

I_3 | $C \rightarrow c \bullet C, \{c, d\}$; $C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\}$; $C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}$

I_4 | $C \rightarrow d \bullet, \{c, d\}$

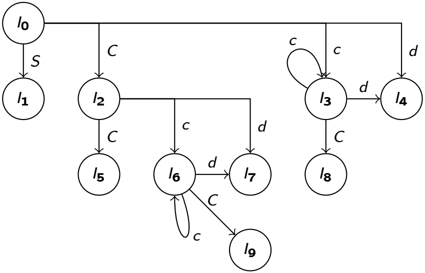
I_5 | $S \rightarrow CC \bullet, \{\$\}$

I_6 | $C \rightarrow c \bullet C, \{\$\}$; $C \rightarrow \bullet cC, \{\$\}$; $C \rightarrow \bullet d, \{\$\}$

I_7 | $C \rightarrow d \bullet, \{\$\}$

I_8 | $C \rightarrow cC \bullet, \{c, d\}$

I_9 | $C \rightarrow cC \bullet, \{\$\}$



Analyse LALR(1) : exemple

$$
\begin{array}{llll}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}
$$

$$
I_0 \;\left|\; \begin{array}{l}
S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\
S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array}\right.
$$

$$I_1 \;\left|\; S' \rightarrow S \bullet, \{\$\}\right.$$

$$
I_2 \;\left|\; \begin{array}{l}
S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{\$\}
\end{array}\right.
$$

$$
I_3 \;\left|\; \begin{array}{l}
C \rightarrow c \bullet C, \{c, d, \$\} \\
C \rightarrow \bullet cC, \{c, d, \$\} \\
C \rightarrow \bullet d, \{c, d, \$\}
\end{array}\right.
$$

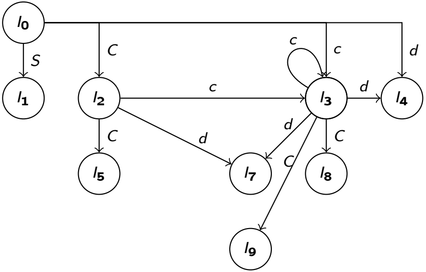
$$I_4 \;\left|\; C \rightarrow d \bullet, \{c, d\}\right.$$

$$I_5 \;\left|\; S \rightarrow CC \bullet, \{\$\}\right.$$

$$I_7 \;\left|\; C \rightarrow d \bullet, \{\$\}\right.$$

$$I_8 \;\left|\; C \rightarrow cC \bullet, \{c, d\}\right.$$

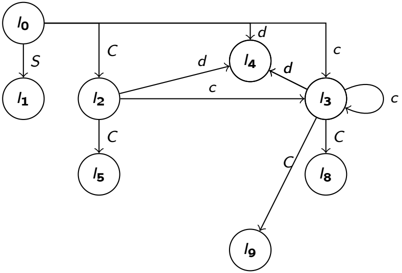
$$I_9 \;\left|\; C \rightarrow cC \bullet, \{\$\}\right.$$



Analyse LALR(1) : exemple

$$
\begin{array}{lrcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}
$$

$$
I_0 \;\left|\; \begin{array}{l}
S' \rightarrow \bullet S,\ \{\$\} \\
S \rightarrow \bullet CC,\ \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d\} \\
C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d\}
\end{array}\right.
$$



$$
I_1 \;\left|\; S' \rightarrow S \bullet,\ \{\$\}\right.
$$

$$
I_2 \;\left|\; \begin{array}{l}
S \rightarrow C \bullet C,\ \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet cC,\ \{\$\} \\
C \rightarrow \bullet d,\ \{\$\}
\end{array}\right.
$$

$$
I_3 \;\left|\; \begin{array}{l}
C \rightarrow c \bullet C,\ \{c, d, \$\} \\
C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d, \$\} \\
C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d, \$\}
\end{array}\right.
$$

$$
I_4 \;\left|\; C \rightarrow d \bullet,\ \{c, d, \$\}\right.
$$

$$
I_5 \;\left|\; S \rightarrow CC \bullet,\ \{\$\}\right.
$$

$$
I_8 \;\left|\; C \rightarrow cC \bullet,\ \{c, d\}\right.
$$

$$
I_9 \;\left|\; C \rightarrow cC \bullet,\ \{\$\}\right.
$$

Analyse LALR(1) : exemple

$$
\begin{array}{llcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_0 & S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\
 & S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\
 & C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\
 & C \rightarrow \bullet d, \{c, d\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_1 & S' \rightarrow S \bullet, \{\$\}
\end{array}
$$

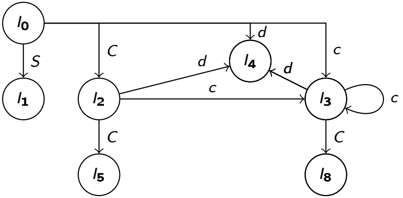
$$
\begin{array}{l|l}
I_2 & S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\
 & C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\
 & C \rightarrow \bullet d, \{\$\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_3 & C \rightarrow c \bullet C, \{c, d, \$\} \\
 & C \rightarrow \bullet cC, \{c, d, \$\} \\
 & C \rightarrow \bullet d, \{c, d, \$\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_4 & C \rightarrow d \bullet, \{c, d, \$\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_5 & S \rightarrow CC \bullet, \{\$\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_8 & C \rightarrow cC \bullet, \{c, d, \$\}
\end{array}
$$



Analyse LALR(1) : exemple

$$
\begin{array}{llcl}
(0) & S' & \rightarrow & S \\
(1) & S & \rightarrow & CC \\
(2) & C & \rightarrow & cC \\
(3) & C & \rightarrow & d
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_0 & S' \rightarrow \bullet S,\ \{\$\} \\
 & S \rightarrow \bullet CC,\ \{\$\} \\
 & C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d\} \\
 & C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_1 & S' \rightarrow S \bullet,\ \{\$\}
\end{array}
$$

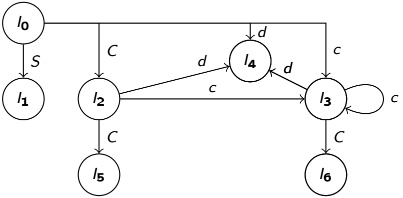
$$
\begin{array}{l|l}
I_2 & S \rightarrow C \bullet C,\ \{\$\} \\
 & C \rightarrow \bullet cC,\ \{\$\} \\
 & C \rightarrow \bullet d,\ \{\$\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_3 & C \rightarrow c \bullet C,\ \{c, d, \$\} \\
 & C \rightarrow \bullet cC,\ \{c, d, \$\} \\
 & C \rightarrow \bullet d,\ \{c, d, \$\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_4 & C \rightarrow d \bullet,\ \{c, d, \$\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_5 & S \rightarrow CC \bullet,\ \{\$\}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l|l}
I_6 & C \rightarrow cC \bullet,\ \{c, d, \$\}
\end{array}
$$



Analyse LALR(1) : exemple

$$\begin{array}{llll} (0) & S' & \rightarrow & S \\ (1) & S & \rightarrow & CC \\ (2) & C & \rightarrow & cC \\ (3) & C & \rightarrow & d \end{array}$$

$$I_0 \left| \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S, \{\$\} \\ S \rightarrow \bullet CC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{c, d\} \end{array} \right.$$

$$I_1 \left| \ S' \rightarrow S \bullet, \{\$\} \right.$$

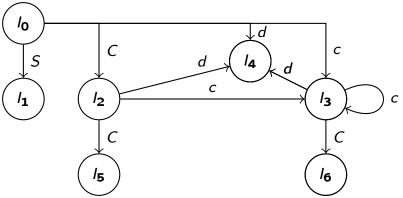
$$I_2 \left| \begin{array}{l} S \rightarrow C \bullet C, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{\$\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{\$\} \end{array} \right.$$

$$I_3 \left| \begin{array}{l} C \rightarrow c \bullet C, \{c, d, \$\} \\ C \rightarrow \bullet cC, \{c, d, \$\} \\ C \rightarrow \bullet d, \{c, d, \$\} \end{array} \right.$$

$$I_4 \left| \ C \rightarrow d \bullet, \{c, d, \$\} \right.$$

$$I_5 \left| \ S \rightarrow CC \bullet, \{\$\} \right.$$

$$I_6 \left| \ C \rightarrow cC \bullet, \{c, d, \$\} \right.$$



	action			successeur	
	c	*d*	$	*S*	*C*
0	*d*3	*d*4		1	2
1			*acc*		
2	*d*3	*d*4			5
3	*d*3	*d*4			6
4	*r*3	*r*3	*r*3		
5			*r*1		
6	*r*2	*r*2	*r*2		

Analyse sémantique

L'analyse sémantique consiste à se poser des questions de sens. Ce n'est pas parce qu'un code source est syntaxiquement correcte qu'il a du sens. Par exemple $5 \times a$ est une expression arithmétique syntaxiquement correcte car elle correspond à la multiplication de l'entier 5 par la valeur de la variable a. Mais qu'en est-il si la variable a est de type booléen par exemple ?

L'analyse sémantique sert donc à la fois à au typage des données, et à la vérification de la cohérence des types

Analyse dirigée par la syntaxe : les attributs

Pour réaliser une analyse sémantique, il faut associer à chaque symbole de la grammaire des attributs qui seront hérités et/ou synthétisés.
De manière formelle, un attribut v d'un symbole A est noté $A.v$.

Attribut hérité

Un attribut hérité est calculé à partir des atributs du père et/ou des frères gauches du symbole.
Par exemple, dans une production de la forme $A \rightarrow A_1 \ldots A_n$, un attribut hérité de A_i est calculé à partir des attributs des symboles $A, A_1, \ldots A_{i-1}$.

Attribut synthétisé

Un attribut synthétisé est calculé à partir des attributs des fils du symbole.
Par exemple, dans une production de la forme $A \rightarrow A_1 \ldots A_n$, un attribut synthétisé de A est calculé à partir des attributs de ses fils $A_1, \ldots, A_n$.

Analyse dirigée par la syntaxe : les attributs

les terminaux

Les terminaux n'ont pas d'attribut hérité, mais uniquement des attributs synthétisés, généralement par l'analyseur lexical.
Par exemple, une variable possède un attribut synthétisé qui est son identifiant : il lui est attribué par l'analyseur lexical.

Analyse dirigée par la syntaxe : grammaires S-attribuées et L-attribuées

Une grammaire est dite L-attribuée si ses symboles possèdent des attributs synthétisés et/ou hérités.
Une grammaire est dite S-attribuée si ses symboles ne possèdent que des attributs synthétisés.

Analyse dirigée par la syntaxe : les attributs

Grammaire L-attribuée	règles sémantiques
$D \rightarrow TL$	$L.t = T.t$
$T \rightarrow int$	$T.y = int$
$T \rightarrow char$	$T.y = char$
$L \rightarrow L_1, I$	$L_1.t = L.t, I.t = L.t$
$L \rightarrow I$	$I.t = L.t$

Notation : attention, en cas d'ambigüité dans les règles sémantiques lorsqu'un même symbole apparait plusieurs fois dans une même production, le nom du non terminal à gauche de la production reste inchangé, les non-terminaux à droite sont quant à eux numérotés.

Analyse dirigée par la syntaxe : les attributs

Grammaire S-attribuée	règles sémantiques
$E \rightarrow T + E$	$E.v = T.v + E_1.v$
$E \rightarrow T$	$E.v = T.v$
$T \rightarrow num$	$T.v = value(num)$

Notation : attention, en cas d'ambigüité dans les règles sémantiques lorsqu'un même symbole apparait plusieurs fois dans une même production, le nom du non terminal à gauche de la production reste inchangé, les non-terminaux à droite sont quant à eux numérotés.

Flex / Bison : gestion des attributs

```
%union {
  char* id;
  type_synth type;
}
%type<type> TYPE
%token INT
%token CHAR
%token<id> ID
%start DECL
%%
DECL : TYPE { printf("Type de la déclaration : %d (%s)\n",
                     $1, ($1 == 0 ? "INT_T":"CHAR_T")); }
       LID ';' ;

TYPE :
  INT { $$ = INT_T; }
| CHAR { $$ = CHAR_T; }
;

LID :
  LID ',' ID { printf("Ajouter la variable \"%s\" de type %d (%s)
                      à la table des symboles\n",
                      $3, $<type>-1, ($<type>-1 == 0 ? "INT_T":"CHAR_T")); }
| ID { printf("Ajouter la variable \"%s\" de type %d (%s)
              à la table des symboles\n",
              $1, $<type>-1, ($<type>-1 == 0 ? "INT_T":"CHAR_T")); }
;
%%
```

Flex / Bison : gestion des attributs

```
%union {
  char* id;
  type_synth type;
}
%type<type> TYPE
%token INT
%token CHAR
%token<id> ID
%start DECL
%%
DECL : TYPE { $<type>$ = $1; } LID ';' ;

TYPE :
  INT { $$ = INT_T; }
| CHAR { $$ = CHAR_T; }
;

LID :
  LID ',' ID { printf("Ajouter la variable \"%s\" de type %d (%s)
                        à la table des symboles\n",
                        $3, $<type>0, ($<type>0 == 0 ? "INT_T":"CHAR_T")); }
| ID { printf("Ajouter la variable \"%s\" de type %d (%s)
                à la table des symboles\n",
                $1, $<type>0, ($<type>0 == 0 ? "INT_T":"CHAR_T")); }
;
%%
```

Analyse dirigée par la syntaxe : remarques

Grammaires S-attribuées

Les grammaires S-attribuées sont particulièrement adaptées aux analyses ascendantes.

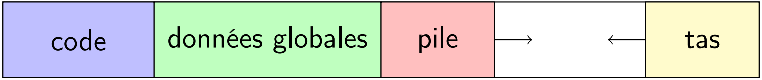
Circularité

En cas de grammaire L-attribuée, attention aux cycles dans les règles sémantiques.

Génération de code

L'analyse syntaxique permet donc, simultanément, de réaliser une analyse sémantique à l'aide d'attributs associés aux symboles de la grammaire et d'un ensemble de règles sémantiques prédéfinies.
Mais c'est aussi l'occasion de produire du code (intermédiaire).

Organisation en mémoire d'un programme en cours d'exécution



- code : contient le code des différentes fonctions
- données globales : contient les constantes et autre données statiques
- pile : contient les enregistrements d'activation des fonctions en cours d'exécution, sert aussi aux calculs
- tas : zone réservée pour les données allouées dynamiquement

Les enregistrements d'activation

Un enregistrement ou bloc d'activation est un emplacement mémoire (généralement sur la pile) contenant l'ensemble des informations nécessaires à l'appel d'une fonction.
Il existe autant d'organisation d'enregistrement que de langage, de compilateur, d'architecture. . .

Les enregistrements d'activation : un modèle classique

temporaires	données temporaires
locales	variables locales
état sauvegardé	sauvegarde du contexte
lien d'accès	lien vers données non locales
lien de contrôle	lien vers l'appelant
paramètres	zone de stockage des paramètres
valeur de retour	zone de stockage

Les enregistrements d'activation : un modèle plus simple

temporaires
sauvegarde
bp de l'appelant
adresse retour
paramètres
variables locales
valeur de retour

Les enregistrements d'activation : un modèle plus simple

Le protocole d'appel est alors le suivant.
La fonction appelante :

- réserve sur la pile de la place pour la valeur de retour
- réserve sur la pile de la place pour les variables locales de la fonction appelée
- empile les valeurs des paramètres de la fonction appelée
- appelle la fonction (l'adresse de la prochaine instruction après le retour d'appel est automatiquement empilée) : ceci est fait par un call

Les enregistrements d'activation : un modèle plus simple

La fonction appelée :

- empile l'adresse de la base de pile de l'appelant
- remplace la valeur de bp par le sommet de pile actuel (le calcul des adresses des paramètres et variables locales se fera par rapport à bp
- sauvegarde les registres sur la pile
- effectue ses calculs sur la pile
- sauvegarde le résultat dans la zone prévue à cet effet
- rétabli les valeurs des registres sauvegardés
- remet l'adresse de la base de la pile à son ancienne valeur
- met l'adresse de retour dans le registre prévu à cet effet (compteur ordinal) : ceci est fait automatiquement par un ret

Les enregistrements d'activation : un modèle plus simple

La fonction appelante :

- dépile les paramètres et données locales
- récupère le résultat

Enregistrements d'activation et tables des symboles

Que ce soient les variables globales, locales, paramètres ou fonctions, ces informations doivent être gérées par une table des symboles. Celle-ci doit permettre :

- d'assurer le problème de portée des variables
- s'assurer que deux variables ou fonctions de même nom ne sont pas dans un même bloc (conflit)
- prévoir la construction des enregistrements d'activation des fonctions et de calculer les adresses des paramètres et variables locales
- ...

Lors de l'analyse d'une fonction, elle est ajoutée à la table des symboles ainsi que ses paramètres et variables locales. Lorsque son analyse est terminée, tous les symboles la concernant sont supprimés da la table. Il en est de même pour chaque bloc d'instruction.