Chapitre 2 : grammaire et compilation

Notion de grammaire formelle

Analyse lexicale

Analyse syntaxique

Analyse sémantique

Premier programme Java

```
public class Bienvenue{
  // l'exécution du programme commence avec cette méthode
  public static void main( String[] args ){
    System.out.println( "mon premier programme java" );
  }// fin de main
}// fin de la classe Bienvenue
```

Ce programme affiche la chaîne de caractères :

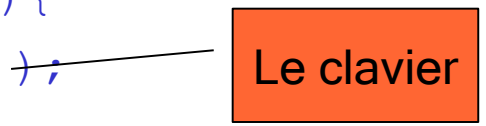
```
mon premier programme java
```

sur la console

- Chaque méthode, chaque classe doit commencer avec un commentaire
- Les identificateurs de classe commencent avec une majuscule (convention)
- Sensibilité à la casse. Minuscules et majuscules sont différenciées

Premier programme Java

```
import java.util.Scanner;
public class Bienvenue2{
    // l'exécution du programme commence avec cette méthode
    public static void main( String[] args ){
        Scanner in = new Scanner( System.in );
        String nom = in.next();
        System.out.println( "Bienvenue Mr "+nom );
    }// fin de main
}/ fin de la classe Bienvenue2
```



Premier programme Java

```
(1) import java.util.Scanner;
(2) public class Exemple{
(3)  public static void main( String[] args ){
(4)    Scanner in = new Scanner( System.in );
(5)    String nom = in.next();
(6)     System.out.println( "mon nom : " + nom );
(7)    int maNote = in.nextInt();
(8)    System.out.println( "ma note :" + maNote );
(9)    maNote = maNote +2;
(10)   System.out.println( "Nouvelle note :" + maNote );
(11) }
(12)}
```

Premier exemple de programme Java (2/4)

La structure de ce programme Java fait apparaître 3 parties distinctes :

1. la première permet d'importer des objets externes (`import ...`)
2. la seconde correspond à la création d'une classe principale contenant la méthode `main`, point de départ de l'exécution du programme (`class Exemple{...}`)
3. la troisième est une suite d'instructions formant le corps de la méthode `main({...})`

Commentaires (3/4)

(1) importation de la classe `Scanner` du package `java.util` donnant accès à la possibilité de saisies au clavier

(2) déclaration de la classe `Exemple`

(3) déclaration de la méthode `main` prenant en paramètres un tableau de valeurs de type chaîne de caractères

(4) déclaration de la variable appelée `in` à laquelle on affecte un objet construit à partir de la classe `Scanner` sur la quelle une saisie de données pourra être réellement effectuée. On note que cet objet est associé, par construction, à l'objet `System.in` qui représente le clavier

(5) déclaration de la variable `nom` qui ne pourra contenir que du texte (chaîne de caractères) car elle est associé au type (classe) `String`. La valeur initiale de cette variable est produite par le message `in.next()` qui a pour rôle de récupérer la valeur saisie par l'utilisateur.

Commentaires (4/4)

(6) `System.out` est un objet java qui représente la console sur laquelle on affiche un résultat; ici le texte `"mon nom : "` suivi du contenu de la variable `nom`

(7) déclaration de la variable `maNote` de type primitif `int` et initialisation de celle-ci avec la valeur entière saisie au clavier

(1) affichage sur l'objet `System.out` du texte `"ma note :"` suivi de la valeur de la variable `maNote`

(2) modification de la valeur contenue dans la variable `maNote`. La nouvelle valeur résulte de la somme de l'ancienne valeur augmentée de 2.

(3) affichage d'un nouveau texte reflétant la nouvelle valeur de `maNote`

Remarques

- Le code à exécuter forme une suite d'ordres séparées par des ;
- L'exécution se fait séquentiellement. On exécute le premier ordre, puis le second et ainsi de suite
- 3 catégories d'ordre :
  - les déclarations de variables : permettent de donner un nom à une case de la mémoire dans laquelle stocker une valeur pendant le temps de l'exécution du programme
  - les instructions d'entrée-sortie : permettent de faire entrer dans le programme des données extérieures et/ou de fournir des résultats produits par l'exécution du programme
  - l'instruction d'affectation : permettent de modifier les variables déclarées

Entités Java manipulées dans un programme

- Mots réservés : `class, public, static, import, ...`
- Identificateurs : `z, _x5, Hello`
- Littéraux : `"Oui","2005",0.001,'x',true`
- Opérateurs : `+, -, *, /, &, ||, <, >, <=, ==, >=, ...`
- Types primitifs : `int, long, char, boolean, float, double, byte, short`

Notion de grammaire formelle

Une *grammaire* est définie comme un quadruplet :

<A,VT,V,P>

A : point d'entrée

VT : vocabulaire terminal (+,-,0,1,_,...)

V : vocabulaire non terminal
(ident,lettre,symbole,...)

P : règles de productions
V::=suite de terminaux et non terminaux

Le formalisme BNF étendu

symbole	signification	exemple
[]	partie facultative	[+]
|	alternative	+|-
…	intervalle	0...9
{ }	répétition 0 ou n fois	{lettre}
$\{\}^+$	répétition stricte (1 à n fois)	$\{lettre\}^+$
()	mise en facteurs	(+|-)nombre

Analyse lexicale

- Transformation de la suite de caractères en une suite de mots du langage
- Les mots du langage sont :
  - les identificateurs : `X_11,VAR,toto`
  - les constantes numériques : `11, 42.21f`
  - les mots clés : **`class, public, import,{,}...`**
  - les opérateurs : `+, -, *, /, ...`
- Cette transformation est basée sur un ensemble de règles lexicales

Règles de construction d'un identificateur Java (1/2)

```
<ident>  ::=<lettre>{<symbole>}
<symbole>::=<lettre>|<chiffre>
<lettre> ::=A...Z|aà...eéèê..iï.oô..uù..z|_|
  $|£|€|¤
<chiffre>::=0...9
```

Exemples : valides ou non valides ?

```
X_1, A_, _A, 1_JAVA, $TINTIN_é_MILOU, O__K,
  un$, A+B, €OK, #DO, DO#
```

Analyse syntaxique

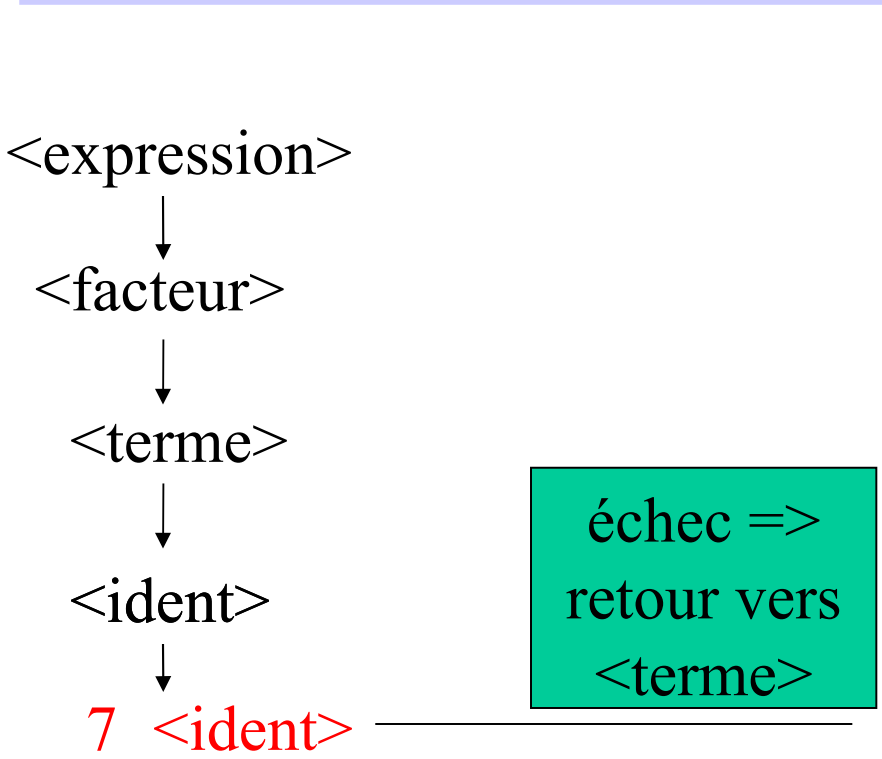
- Transformation d'une suite de symboles (mots) en une suite de phrases du langage
- Cette transformation est fondée sur un ensemble de règles syntaxiques décrivant les structures syntaxiques du langage et exprimées dans le formalisme BNF (par exemple)
- Pour éviter les ambiguïtés d'interprétation des phrases du langage, à une suite donnée de symboles ne peut correspondre qu'une seule phrase du langage

Structure syntaxique des expressions arithmétiques

Les éléments non terminaux de la grammaire sont notés entre < et >

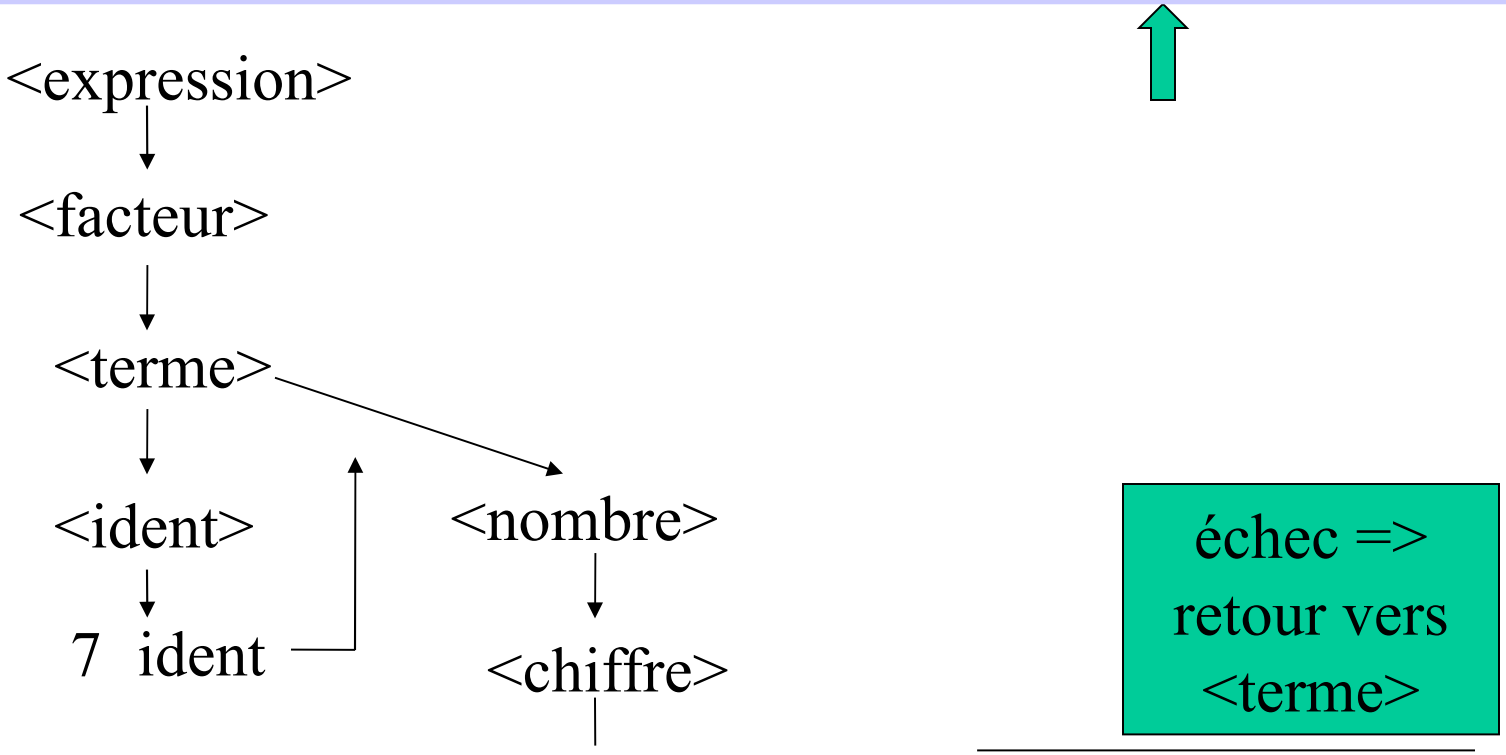
```
<expression>::=<facteur>|
  <expression><opadd><facteur>
<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>
<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)
<opadd>::=+|-
<opmult>::=*|/
<nombre>::={<chiffre>}+
<chiffre>::=0..9
```

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)




```
<expression>::=<facteur>|
<expression><opadd><facteur>
<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>
<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)
```

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)



7 => analyse terminée
mais expression non reconnue

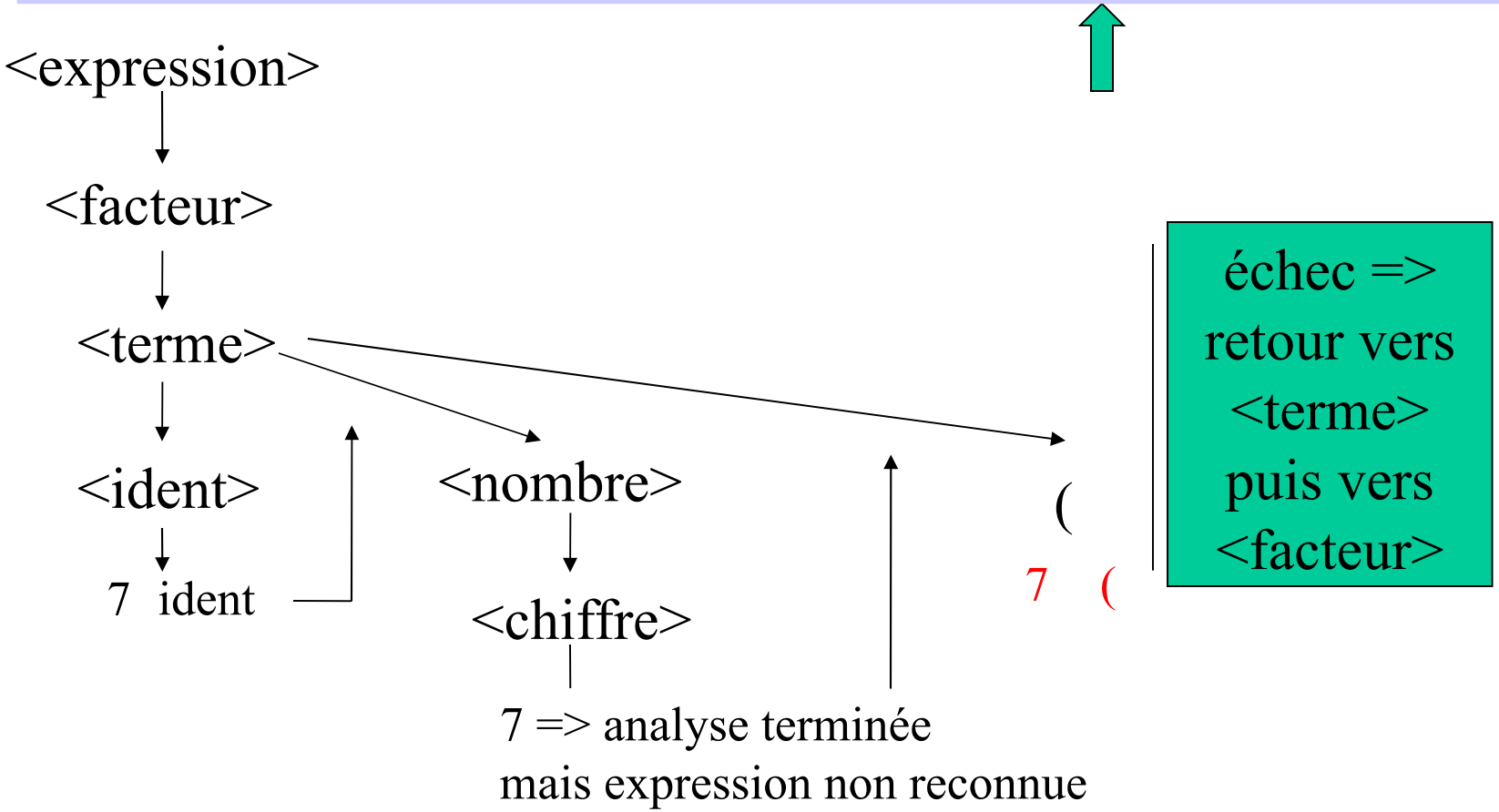
<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>

<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>

<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)

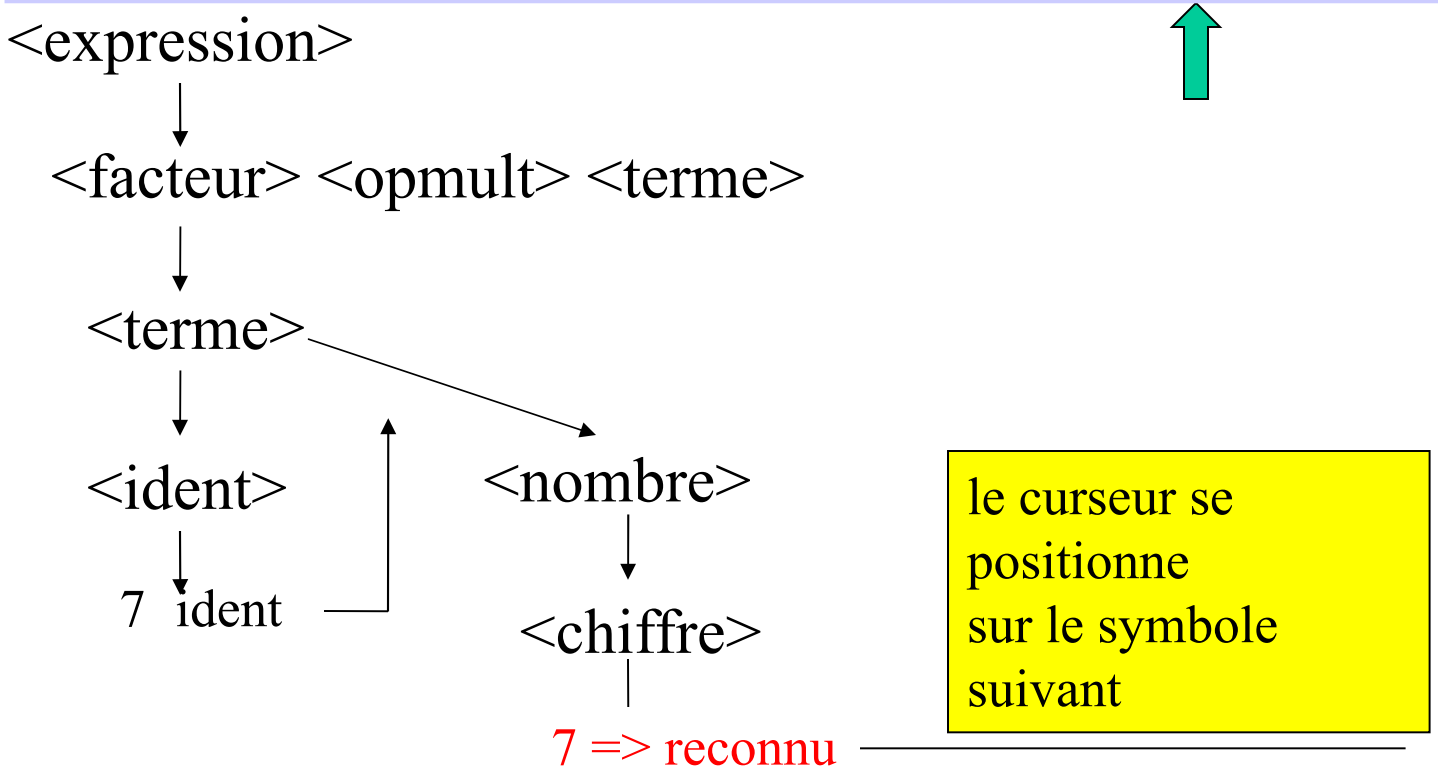
<nombre>::={<chiffre>}+

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)




```
<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>
<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>
<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)
```

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)




```
<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>
<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>
<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)
```

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)

<expression>

↓

<facteur> <opmult> <terme>

↓

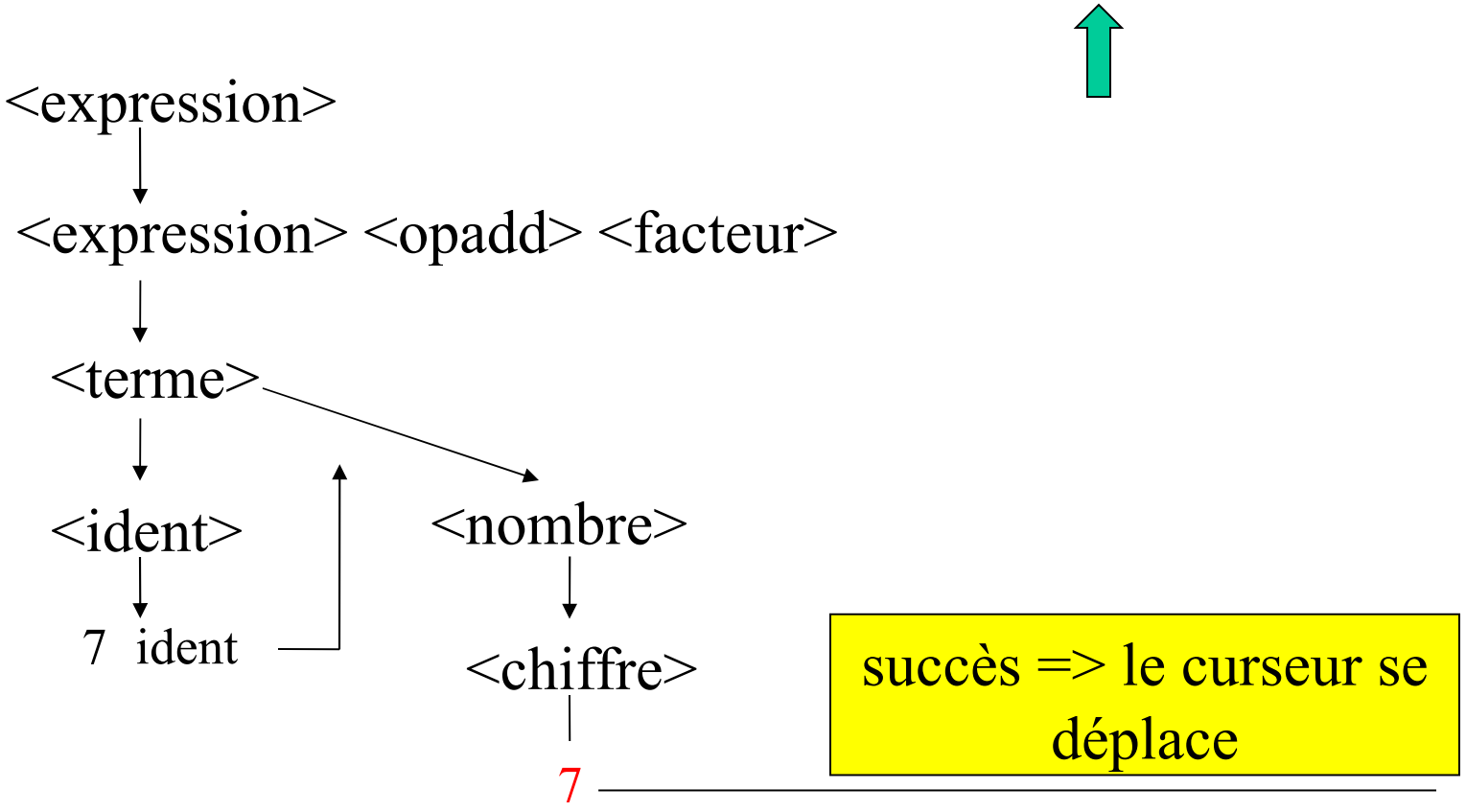
\+ *

puis + /

échec => retour vers <expression>

```
<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>
<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>
<opmult>::= * | /
```

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)



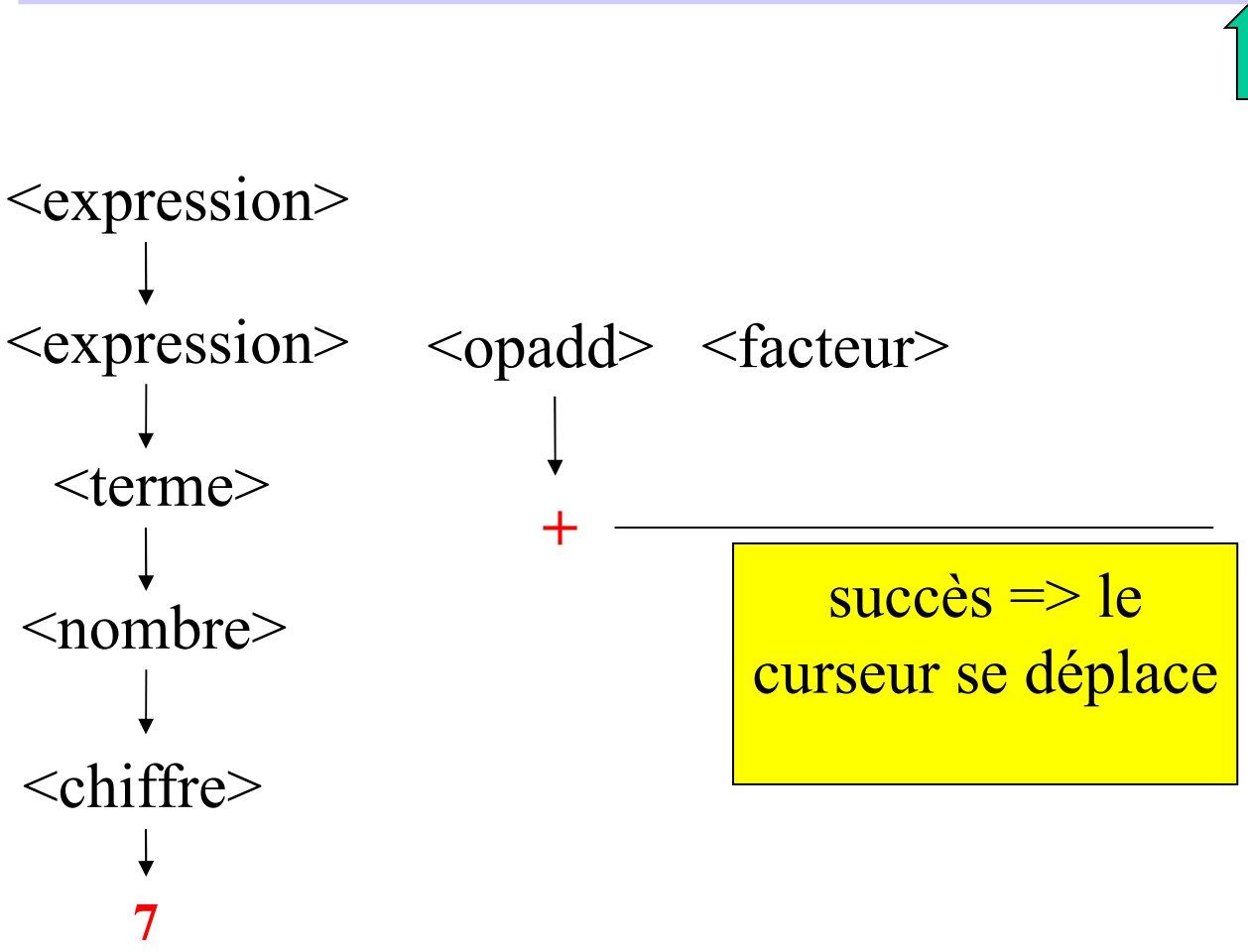
<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>

<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>

<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)

<nombre>::={<chiffre>}+

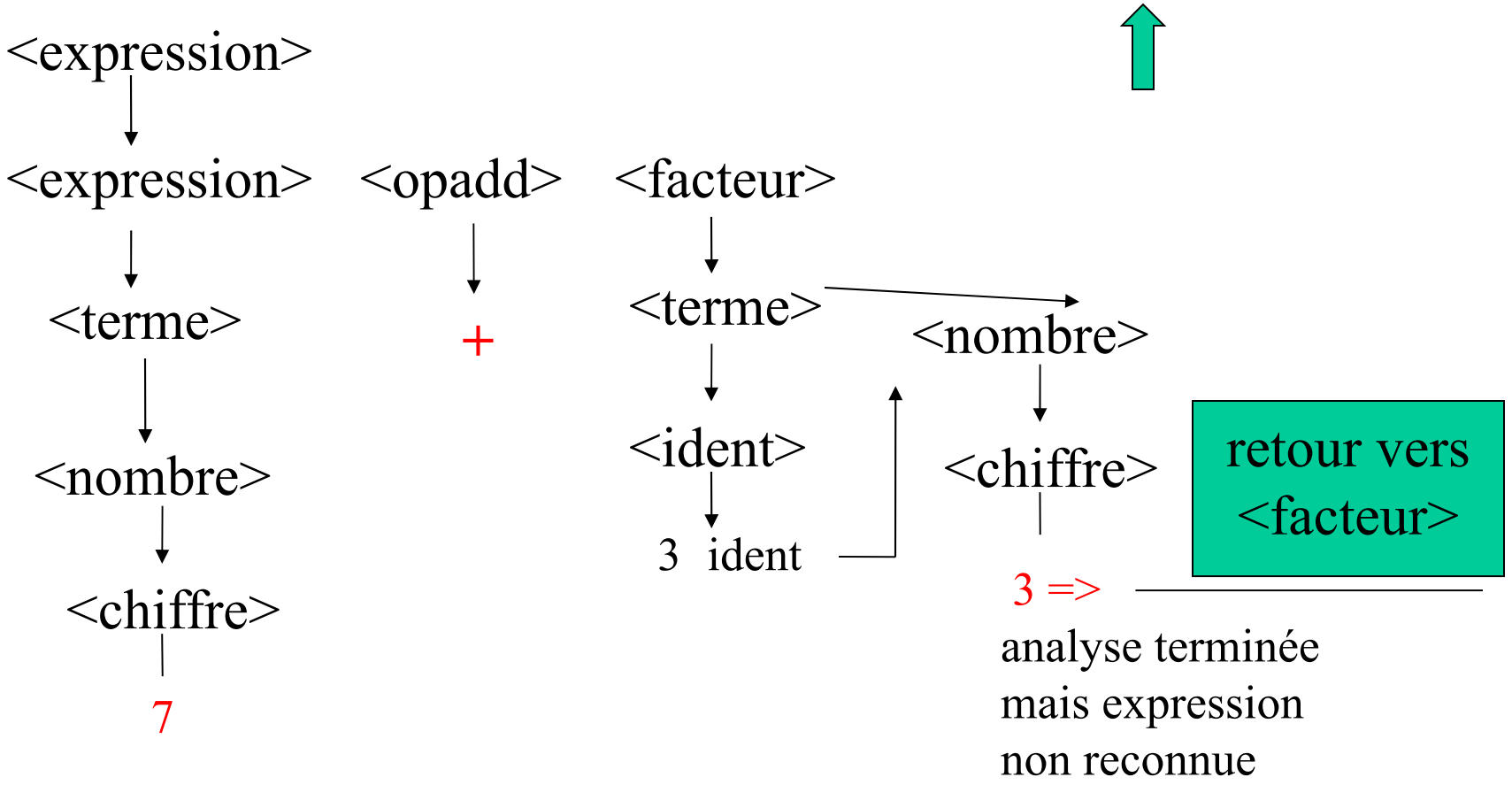
Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)



<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>

<opadd>::= + | -

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)



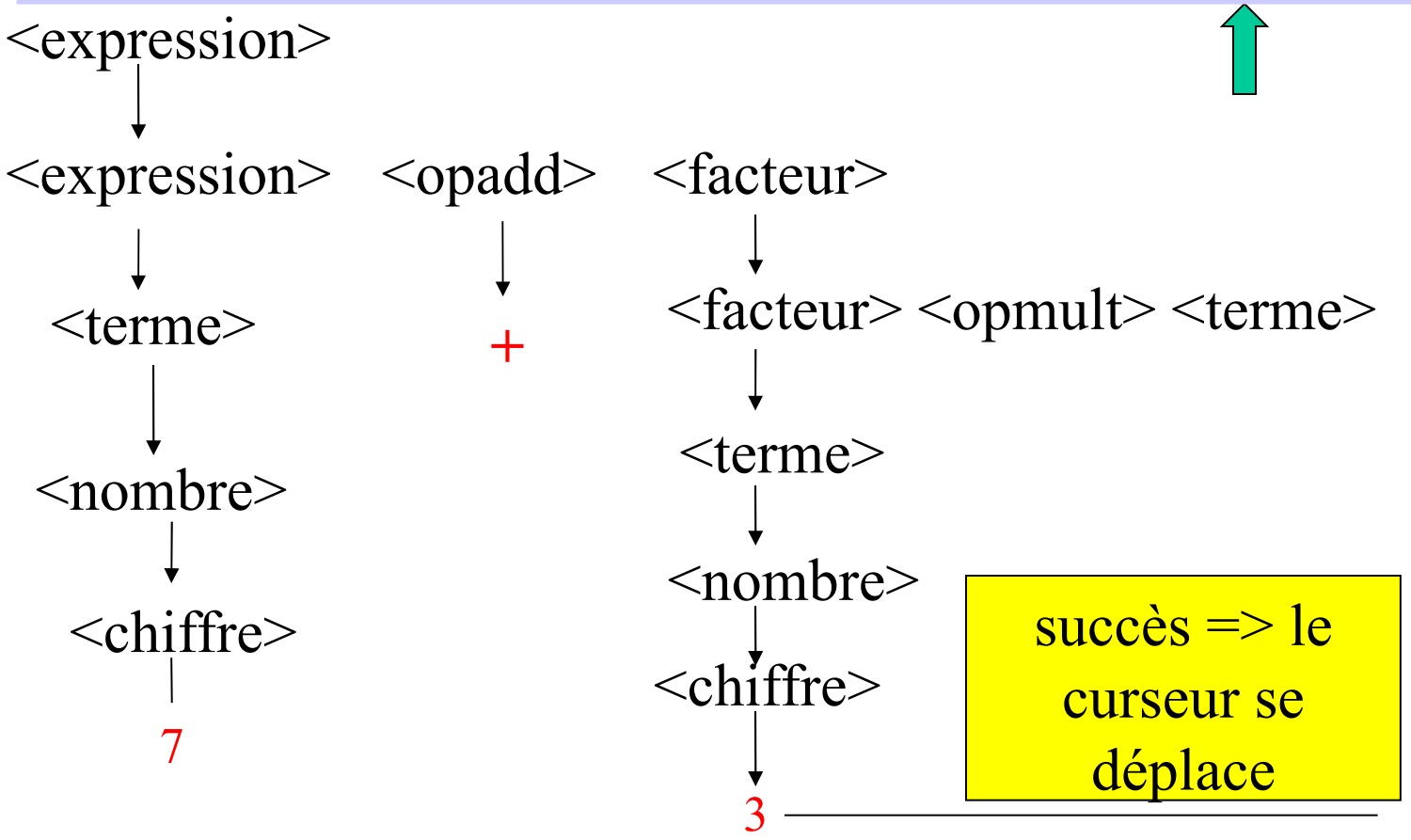
<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>

<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>

<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)

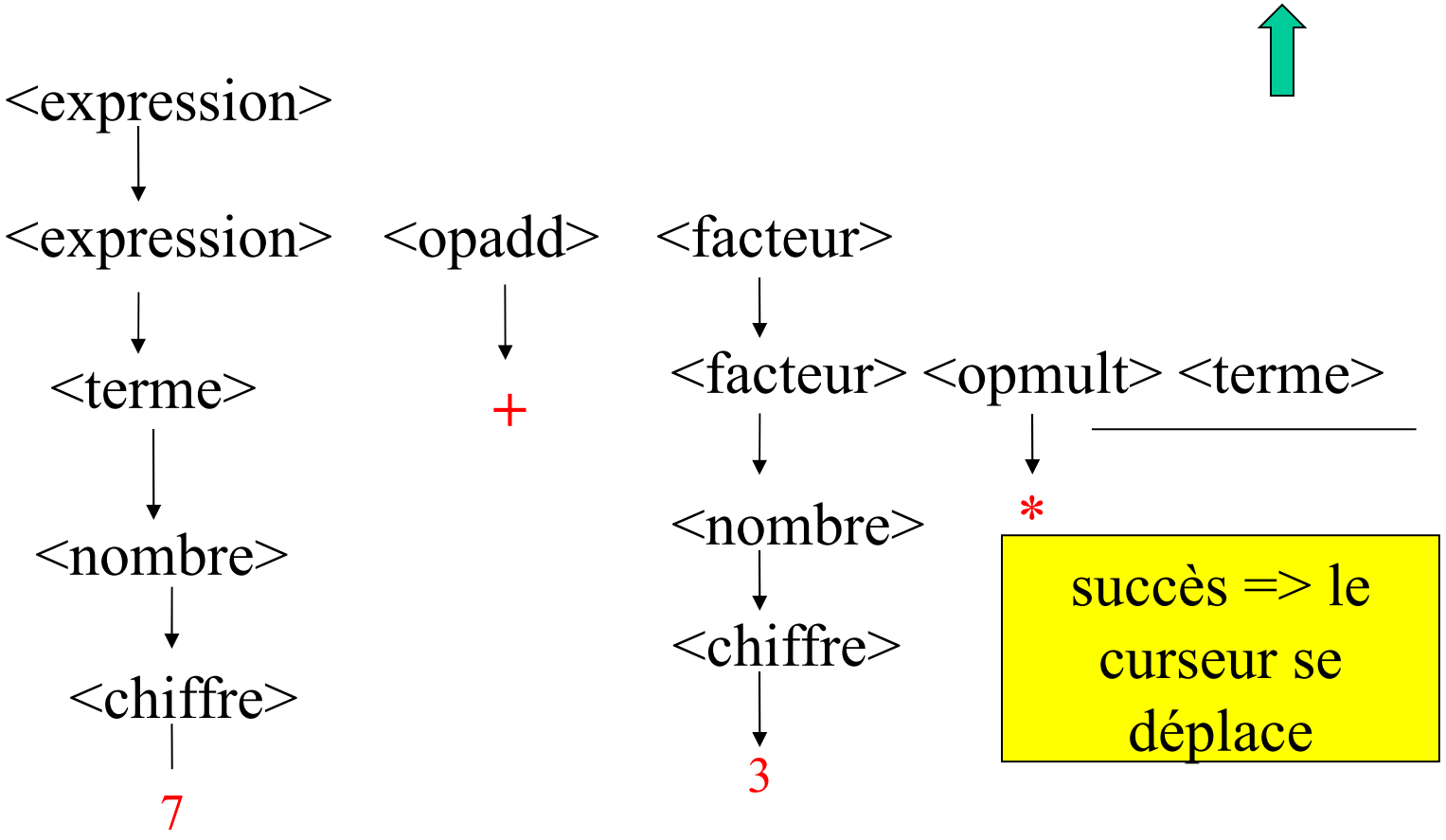
<nombre>::={<chiffre>}$^{+}$

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)




```
<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>
<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>
<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)
<nombre>::={<chiffre>}+
```

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)

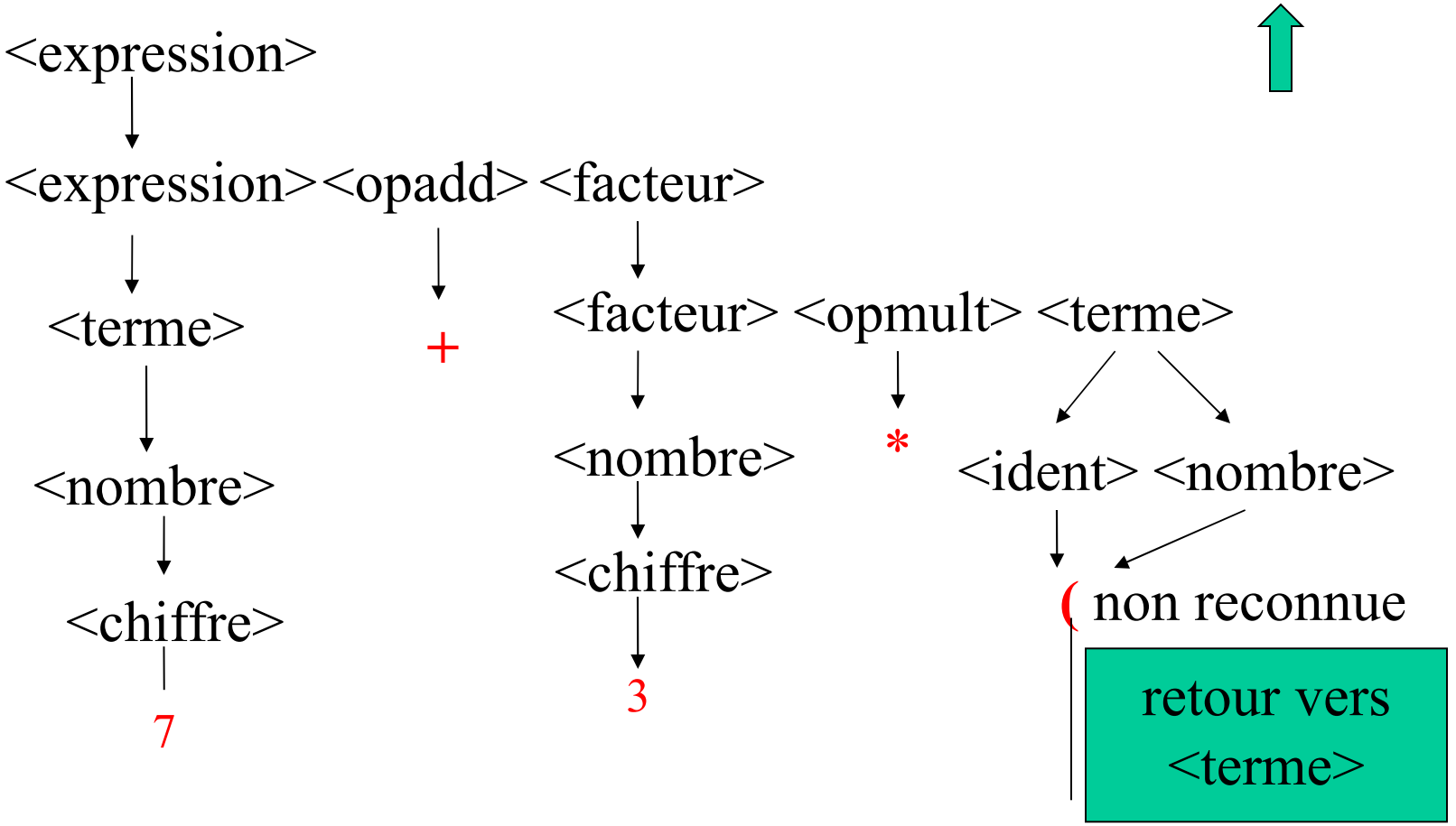


<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>

<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>

<opmult>::= * | /

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)

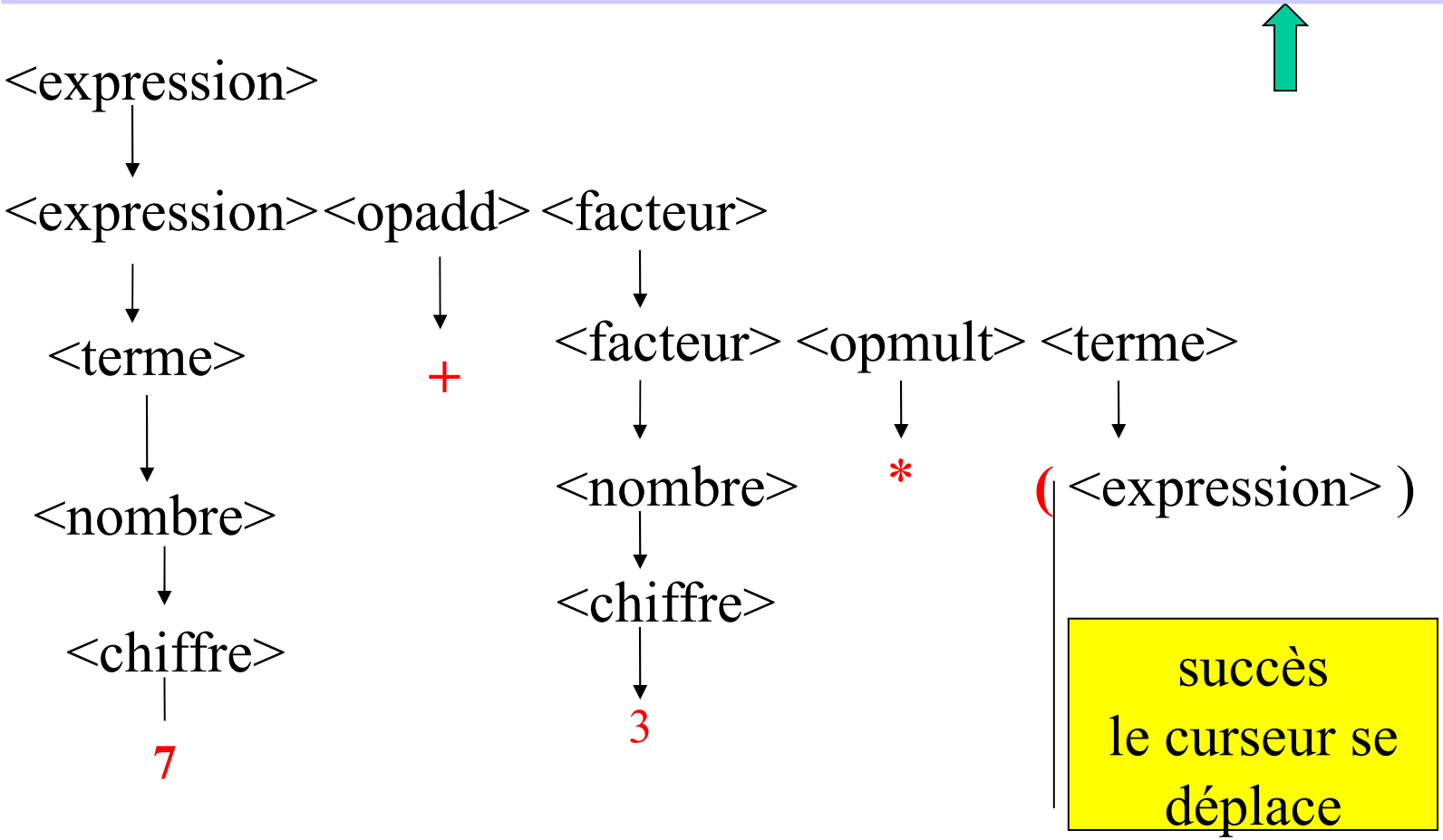


<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>

<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>

<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)

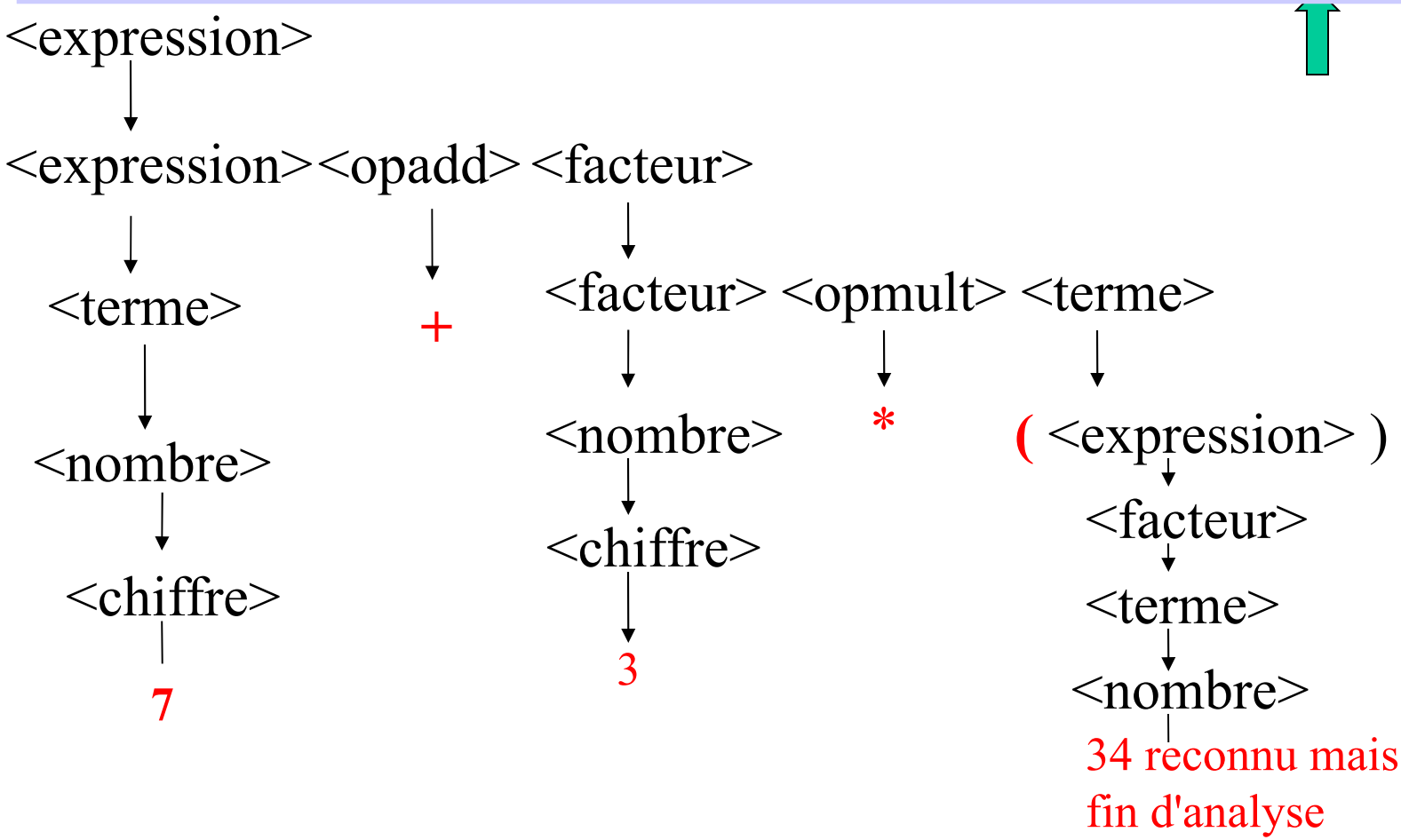


<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>

<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>

<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)

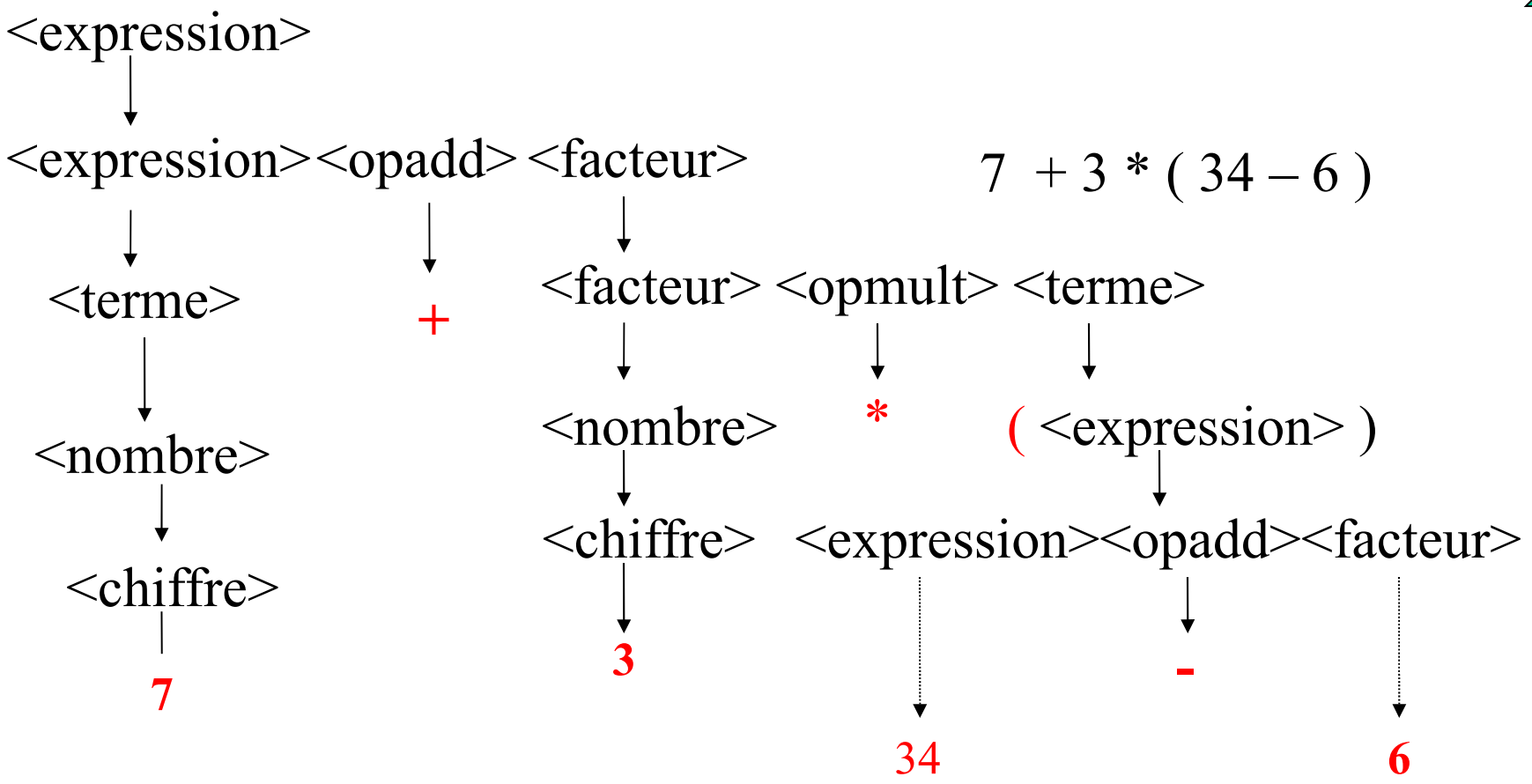


<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>

<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>

<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)

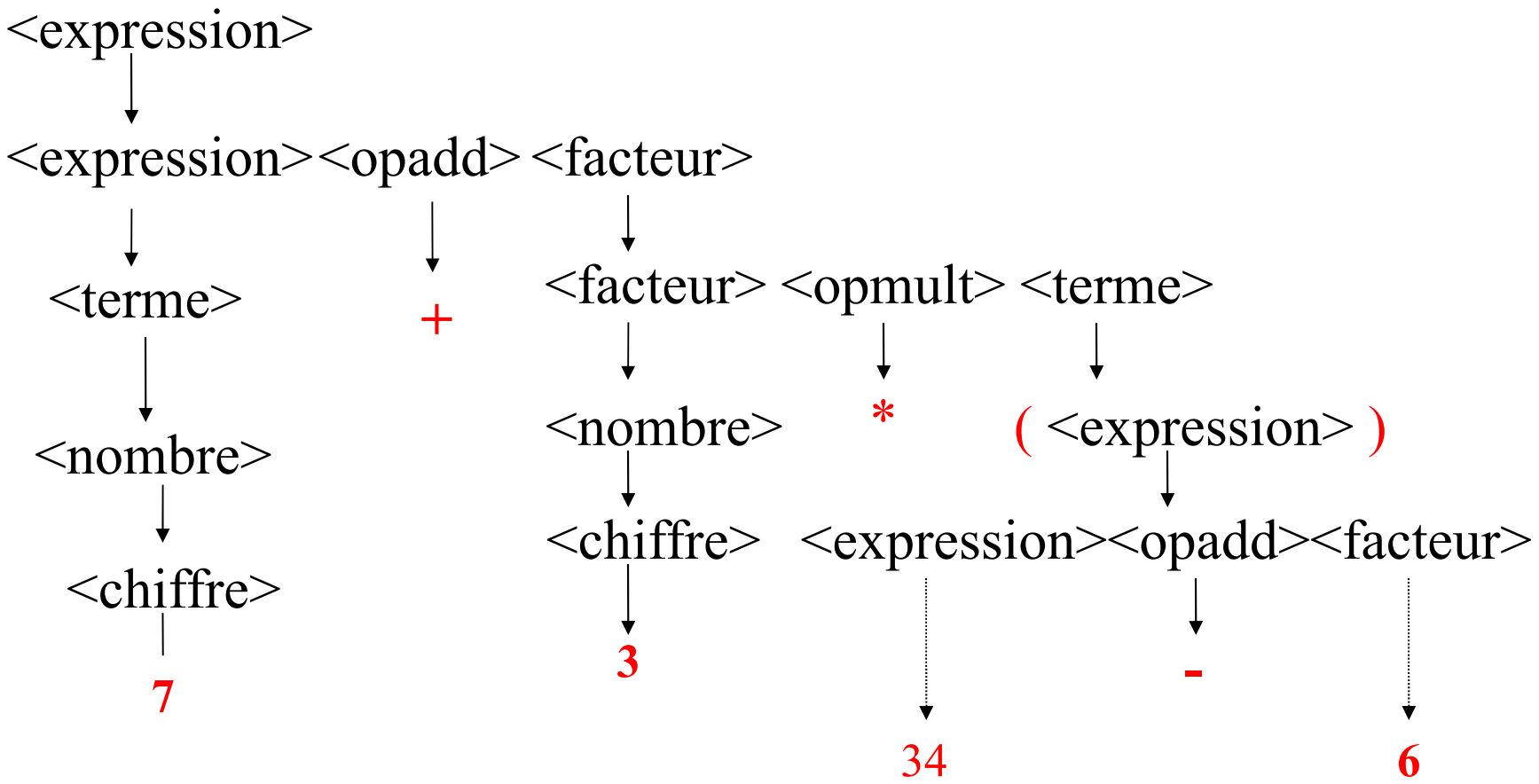


<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>

<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>

<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)

Analyse syntaxique de : 7+3*(34-6)



<expression>::=<facteur>|<expression><opadd><facteur>

<facteur>::=<terme>|<facteur><opmult><terme>

<terme>::=<ident>|<nombre>|(<expression>)

Analyse syntaxique de :

7+3*(34-6)

L'analyse de <expression> est terminée sans échec

Tous les symboles ont été analysés et reconnus

La lecture de gauche à droite des feuilles de l'arbre correspond à l'expression à analyser

Analyse sémantique

Vérifie que le type d'une construction syntaxique correspond au type attendu

Exemple

L'opérateur `%` est une fonction qui, à 2 entiers, fait correspondre un entier.

```
Type de % : int*int->int
```

Elle nécessite donc 2 opérandes d'un type entier. Le contrôle de type vérifie que c'est bien le cas. Il vérifie aussi que le résultat attendu est lui-même du type entier.

Génération du code objet

- Le bytecode est un code objet produit à la suite des phases antérieures de compilation à partir du code source et de la table des symboles

- Il reviendra à l'interpréteur d'exécuter ce code sur la machine hôte

Edition de liens

- Réunit les différents modules objets (classes) dans un même espace d'adressage (une même image mémoire)

- Permet l'utilisation, dans un programme, de modules précompilés (classes présentes en bibliothèque)

Détection des erreurs (1/3)

```
import java.util.Scanner;
public class Exemple1{
  public static void main( String[] args ){
   Scanner in = new Scanner( System.in );
   String nom& = in.next();
      System.out.println( "mon nom : " + nom& );
   char maNote = in.nextInt();
   System.out.println( "ma note :" + maNote )
   maNote = maNote + 2;
   System.out.println( "Nouvelle note :" + maNote );
  }
}
```

Erreurs lexicale, syntaxique, sémantique ?

Détection des erreurs (2/3)

`nom&` n'est pas un identificateur valide => erreur lexicale

```
System.out.println( "ma note :" + maNote )
```

toute instruction doit se terminer par un `;` => erreur syntaxique

`char maNote = in.nextInt();` les types des expressions de chaque coté du symbole de l'affectation (=) sont différents => erreur sémantique

Détection des erreurs (3/3)

```
public class Exemple2{
  public static void main ( String[] args ) {
        char a ;
        int a , bb
        char c = 'bonjour' ;
        boolean tt =
        a = 2;
        bb = x + "x";
        tt=x+4;
        a = bb +1;
        bb= 3 * tt ;
        bb+1 = 3 ;
        bb==2;
    }
}
```