



Compilation 2

—

P-F. Bonnefoi

Version du 5 mai 2021

Table des matières

1	Contenu et objectifs	2
2	Langage interprété vs compilé : la compilation	2
	Langage interprété vs compilé : l'interprétation	
	Langage interprété vs compilé	
3	L'analyse lexical : les automates à nombre fini d'états	3
	Expressions régulières ou <i>expressions rationnelles</i>	
	Analyseur lexical	
	L'outil Lex	
	Analyseur lexical	
	Analyseur lexical : un exemple	
	Analyseur lexical : un autre exemple	
	Analyseur lexical : exemple d'un format de fichier	
	Analyseur lexical : exemple	
	Analyseur lexical : utilisation	
	Lex : la gestion des accents	
4	Rappels sur les grammaires	7
	Rappels sur les grammaires	
	Les «parsers» LR	
	Les différentes catégories d'analyseurs LR	
	Principe de fonctionnement d'un analyseur LR	

Exemple de table

Interprétation intuitive d'une table

Conflits

Exemple de conflit

5	Analyseur lexical : un avant goût de grammaire ?	11
6	Liens entre Lex et un analyseur syntaxique	12
7	L'analyseur syntaxique YACC	14
	Lex & YACC : un exemple	
	YACC : gestion des erreurs	
8	XML : les différents outils	17
	XML vs HTML	
	Afficher un document XML : XSL	
	Format XML : DTD, « <i>Document Type Description</i> »	
	Utilisation de XSL et DTD	
	DTD : notion de classe de document	
	Le format XML	
	XML : les atouts	
	Exemple de document XML	
	XML : Utilisation des balises spécifiques	
	XML : Syntaxe des éléments constitutifs	
9	DTD : Définition d'une classe de documents	21
	DTD : La notion d'entités	
	DTD : La notion d'élément	
	DTD : les attributs d'éléments	
	DTD : la notion d'espace de nom	
10	CSS : présentation rapide	23
	XML & CSS	
11	XSLT : aller plus loin que les CSS...	24
	XSLT : accès aux données	
	XSLT : opérations avancées	
	XSLT : un exemple	
	XSLT : suite de l'exemple	
	XPath	
	DTD : les limitations	
12	XSD, « <i>XML Schema Definition</i> »	27
	XSD : un exemple	
	XSD, un autre exemple	
	XSD : la définition des «éléments»	
	XSD : les types de données pour un élément	
	XSD : la définition d'attributs	
	XSD : exemples de déclaration d'élément et d'attribut	
	XSD : dérivation de type	
13	XML et Java	30
	SAX : Utilisation	
	DOM : Utilisation	
	SAX : un exemple	

14 XML DOM & XSLT : utilisation de JavaScript	31
15 XML DOM : JavaScript & AJAX	32
XML AJAX : un exemple	
XML AJAX : un exemple – suite	
JQuery : la bibliothèque qui vient au secours d'Ajax	
16 XML & SOAP	35
17 JQuery, AJAX et XML	35

1 Contenu et objectifs

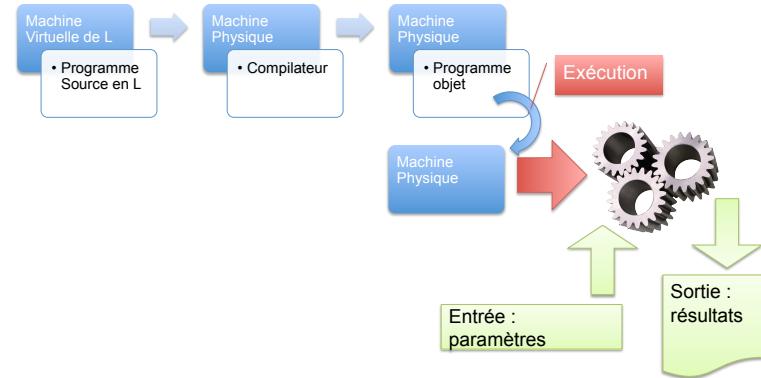
Objectifs :

- ▷ retour sur les analyseurs lexicaux et syntaxiques : Expression régulières & Grammaires ;
- ▷ réalisation d'un «parser».
 - ◊ générateur automatique d'analyseurs lexicaux : utilisation de Lex ;
 - ◊ générateur automatique d'analyseurs sémantiques basés sur les grammaires LR(1) : utilisation de Yacc ;
- ▷ apprentissage et manipulation d'XML :
 - ◊ définition d'un format ;
 - ◊ utilisation d'un parser :
- ▷ réalisation d'un projet: Utilisation d'XML pour...?

2 Langage interprété vs compilé : la compilation

On écrit un programme en **langage L**, par exemple en C++ : ce langage est destiné à une machine «idéalisée», ou virtuelle, qui est plus ou moins proche de la vraie mais où le langage est très bien adapté (en réalité la machine ne gère pas d'objets par exemple).

Enfin, grâce au compilateur, on **traduit** le programme en vraies instructions de la machine physique.

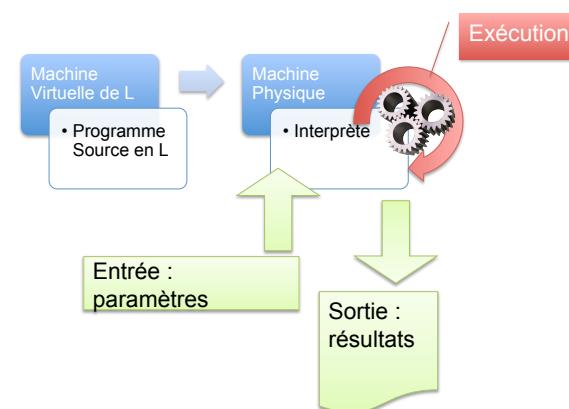


On peut alors **exécuter** le programme sur des entrées et il donne des sorties.

Langage interprété vs compilé : l'interprétation

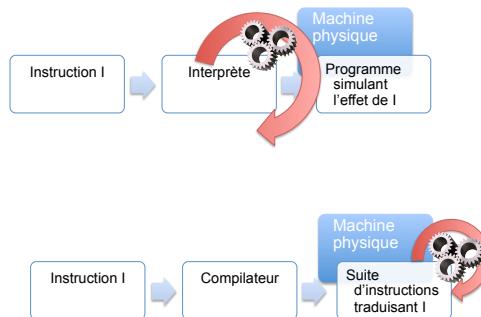
On écrit un programme en langage L, par exemple en Perl : comme dans le cas d'un langage compilé, ce langage est destiné à une machine «idéalisée», ou virtuelle, plus ou moins proche de la vraie, mais où le langage est très bien adapté (en réalité la machine ne gère pas d'objets par ex.).

Enfin, grâce à l'**interpréteur**, on traduit chaque instruction du programme en une suite d'instructions de la machine physique, au fur et à mesure de l'exécution du programme (sur des entrées et il donne des sorties).



Langage interprété vs compilé

Lors de l'**interprétation** d'une instruction, on fait appel à des morceaux de programme réalisant les effets de cette instruction sur la machine :

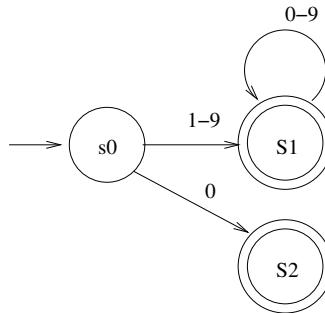


Lors de l'**exécution** du programme **compilé**, chaque instruction du programme correspond à des instructions de la machine physique.

3 L'analyse lexical : les automates à nombre fini d'états

Il est possible de reconnaître un texte à l'aide d'un **automate à nombre fini d'états**.

Par exemple, voici l'automate permettant de reconnaître des nombres :



Un nombre ne peut commencer par le chiffre zéro que s'il vaut zéro.

Un automate à nombre fini d'états permet de reconnaître des langages dits rationnels.

À un automate, on peut faire correspondre une expression rationnelle (ou régulière, comme en anglais «*regular expression*»).

Expressions régulières ou *expressions rationnelles*

Une ER permet de faire de l'appariement de motif, *pattern matching* : il est possible de savoir si un motif est **présent** dans une chaîne, mais également **comment** il est présent dans la chaîne (en mémorisant la séquence correspondante).

Une expression régulière est exprimée par une suite de meta-caractères, exprimant :

- * une **position** pour le motif
 - ^ : début de chaîne
 - \$: fin de chaîne
- [] : un caractère parmi une liste
- [^] : tous les caractères sauf...

- * une alternative
 - | : *ceci* ou *cela*

- * des quantificateurs, qui permettent de répéter le caractère qui les précédent :

- * : zéro, une ou plusieurs fois
- + : **une** ou plusieurs fois
- ? : zéro ou une fois
- { n } : *n* fois
- { n, m } : entre *n* et *m* fois

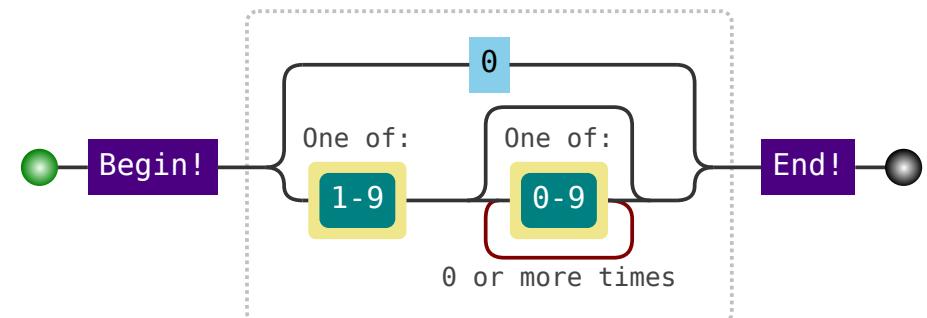
- * des caractères spéciaux: \n : retour à la ligne, \t : tabulation

Expressions régulières ou *expressions rationnelles*

Un exemple sur la reconnaissance des nombres

RegExp: `/^(0|[1-9][0-9]*)$/`

Group #1



<http://jex.im/regulex/>

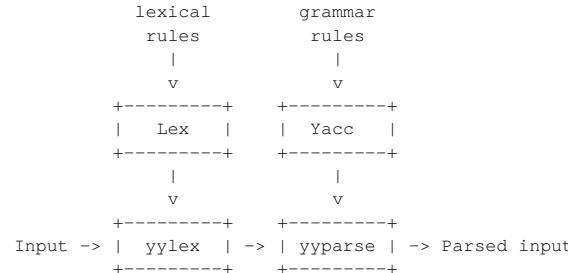
Analyseur lexical

Un analyseur lexical ou «lexer» :

- ▷ reçoit un flux de caractères en entrée ;
- ▷ lorsqu'il rencontre une suite de caractères qui correspond à un mot clé défini, une unité lexicale ou lexème, un «token», il exécute un ensemble d'actions prédéfinies.

La construction d'un analyseur lexical peut être automatisée à l'aide de l'outil «Lex».

Cet outil peut ensuite être associé à l'outil YACC, «Yet Another Compiler Compiler» ou «bison» :



L'outil Lex

Il est possible de disposer de l'outil «flex» qui réalise le même travail et accepte le même format de fichier en entrée.

Structure d'un fichier Lex :

```
1 %{
2 Prologue
3 %}
4
5 Déclaration
6
7 %%
8 Expressions régulières de reconnaissance pour chaque token & Actions associées
9 %%
10
11 Epilogue
```

La sortie de l'outil Lex est un programme C :

- * définissant la fonction `yylex()` permettant l'analyse lexical au sein d'un autre programme ;
- * soit autonome : si rien n'est précisé à la compilation (un appel à la fonction `yylex` est ajouté automatiquement) ;
- * soit sous forme d'une bibliothèque à relier, «linker» : dans ce cas c'est au programme principal de réaliser l'appel à `yylex`.

Analyseur lexical

Explications :

- le **prologue** délimité par «%{» et «%}» contient:
 - ◊ les déclarations de types de données
 - ◊ les variables globales utilisées par les **actions**.
 - ◊ des commandes du pré-processeur, des macros ;
 - ◊ des «#include» des bibliothèques C.
- la **déclaration**: contient des définitions de sous expressions régulières :

```
D      [0-9]
E      [DEde] [-+] ? {D} +
%%
{D} +
printf("integer");
```

- les **expressions régulières** : regroupent les règles de reconnaissance des tokens et associe le code des actions à réaliser;

Il existe un certain nombre de variables C définie par Lex et utilisable dans les actions :

- ◊ `yytext` : qui fournit la valeur reconnue par l'E.R. sous forme de chaîne de caractères ;
- ◊ `yylen` : qui fournit la longueur de la chaîne précédente.

- l'**épilogue** : il peut contenir des fonctions supplémentaires (bibliothèques de fonction).
En particulier, on peut redéfinir les opérations **prédéfinies** de base de l'analyseur lexical, comme les opérations de gestion des caractères de l'entrée (`input()`, `output()`, `yysetstr()`, etc.)

Le «prologue» et «l'épilogue» peuvent être vides, par exemple pour définir une commande de filtre sur du texte en entrée, c-à-d un programme autonome réalisant des traductions du texte en entrée vers le texte en sortie.

Analyseur lexical : un exemple

Soit le fichier `exemple_analyseur.lex`:

```
1 %}
2 #include <stdio.h>
3 %
4
5 %%
6 stop    printf("Machine arretee\n");
7 start   printf("Machine en marche\n");
8 %%
```

Ensuite, on donne ce fichier à la commande flex qui crée un fichier `lex.yy.c` qui pourra ensuite être compilé :

```
$ flex exemple_analyseur.lex
$ gcc -o mon_parseur lex.yy.c -lfl
```

Lors de la compilation, on ajoute `-lfl` pour faire le lien avec la bibliothèque de flex (contenant une fonction `main` par défaut).

```
$ ./mon_parseur
stop
Machine arretee
```

Un `ctrl-d` permet de mettre fin à la saisie (fermeture de l'entrée standard).

Analyseur lexical : un autre exemple

```
1 %{
2 #include <stdio.h>
3 %}
4
5 %%
6 [0-9]+      printf("NOMBRE\n");
7 [a-zA-Z][a-zA-Z0-9] printf("MOT\n");
8 [ \t]+       /* ignorer les espaces et les tabulations*/
9 %%
```

En entrée:

```
$ ./mon_parseur
1
toto

t0
1t0
12t
```

En sortie:

```
NOMBRE
MOT
MOT
MOT
NOMBRE
MOT
NOMBRE
t
```

Question : pourquoi un t se retrouve en sortie ?

Analyseur lexical : exemple d'un format de fichier

```
1 infos {
2   categorie sport { basket };
3   categorie technologie { smartphone };
4 };
5
6 publication "a_la_une" {
7   type nouvelles, depeche;
8   fichier "/donnees/nouvelles/lundi.txt";
9   fichier "/donnees/depeche/national.log"
10};
```

En analysant le fichier ci-dessus, on peut définir les catégories de mots-clés (tokens) suivants :

```
* MOT:'infos', 'categorie', 'publication', 'type', etc
* NOM_FICHER:'/donnees/depeche/national.log'
* CARACTERE_SPECIAL:'/' et ' '
* ACCOLADE_GCHE:{ ...
* ACCOLADE_DTE:}
* POINT_VIR:';'
* VIRGULE:','
* DOUBLEQUOTE:""
```

Attention

Il faut faire attention à ce que les différents tokens soient suffisamment différenciables.

Analyseur lexical : exemple d'un format de fichier

```
1 %{
2 #include <stdio.h>
3 %}
4
5 %%
6 [a-zA-Z][a-zA-Z0-9]* printf("MOT\n");
7 [a-zA-Z0-9/-\.\.]+ printf("NOM_FICHIER\n");
8 \" printf("DOUBLEQUOTE\n");
9 \\{ printf("ACCOLADE_GCHE\n");
10 \\} printf("ACCOLADE_DTE\n");
11 \n printf("POINT_VIR\n");
12 /* retour à la ligne*/
13 [ \t]+ /* ignore espaces et tabulation*/
14 %%
```

Remarques :

- ▷ La différence entre un MOT et un NOM_FICHIER tient à la présence des caractères '/' dans le texte indiquant un chemin d'accès à un fichier.
- ▷ Pour utiliser un caractère réservé comme « { » on le précède du caractère d'échappement « \backslash ».

Analyseur lexical : exemple

```
1 /* -- inversecassee.lex --
2 Ce programme inverse la casse de toutes les lettres */
3 #include <ctype.h>
4 %%
5 [a-z]  printf("%c", toupper(yytext[0]));
6 [A-Z]  printf("%c", tolower(yytext[0]));

1/* -- par.lex --
2 Ce programme compte le nb de parentheses ouvrantes et
3 verifie si le nb de parenthese fermante correspond. */
4
5 int nbParOuv=0; /* Variable globale du nb de par ouvrantes */
6 %%
7 "("  {nbParOuv++; ECHO;}
8 ")"  { if (nbParOuv>0)
9   {
10     nbParOuv--;
11     ECHO; /* affiche yytext */
12   }
13 else
14   printf ("Votre parenthesage est incorrect\n");
15 }
```

Analyseur lexical : utilisation

* Lancement de l'analyseur lexical :

```
1 yylex(); /* retourne 0 si plus de lexème */
```

* Redéfinition des fichiers d'entrée et de sortie :

- ◊ yyin : désigne le descripteur du fichier d'entrée, par défaut stdin;
- ◊ yyout : désigne le descripteur du fichier de sortie, par défaut stdout.

Il est possible de les redéfinir :

```
1 yyin = fopen("mon_entree", "r");  
2 yyout = fopen("ma_sortie", "w");
```

* Recul dans le flux d'entrée :

```
1 yyless(3)
```

Supprime les 3 derniers caractères de yytext. Les caractères supprimés seront fournis pour la reconnaissance du lexème suivant.

* Fusion avec l'unité lexicale suivante :

```
1 yymore()
```

Permet de fusionner yytext avec l'unité lexicale reconnue précédemment.

* Action exécutée lors de l'arrivée à la fin de l'entrée courante :

```
1 yywrap()
```

Cette fonction doit renvoyer 1 si la fin est effective, ou bien zéro dans le cas contraire (ouverture d'un nouveau fichier par exemple pour redéfinir l'entrée courante).

Remarques sur l'utilisation de Lex

La gestion du «\n»

Lex gère le «retour à la ligne» d'une manière spéciale :

- ◊ le caractère «\n» ne s'associe pas avec le «.» :
 - ◊ il sert, par défaut, de **terminaison** à l'appariement de motif («pattern matching»);
 - ◊ il peut être intégré dans une expression régulière uniquement par son expression explicite :
- ```
1\n /* ignorer le retour à la ligne */
```
- ◊ il faut faire attention à son intégration pour ne pas «traiter» le fichier d'entrée d'un seul coup **avec une seule expression régulière !**

### La gestion de la fin de fichier «End-Of-File»

Il existe un symbole spécial : <<EOF>>

```
1 <<EOF>> { printf("Fin du fichier\n");
2 yyterminate();
3 }
```

Ce symbole ne peut pas être utilisé au sein d'une expression régulière : il doit être utilisé seul pour définir une règle associé à son traitement.

Si l'on veut relancer le travail de l'analyseur sur un contenu différent (par exemple, à partir d'un nouveau fichier d'entrée), il faut regarder le travail de la fonction yywrap.

Attention

La gestion explicite de l'EOF ne permet plus de quitter l'analyseur : il faut utiliser la fonction yyterminate pour le terminer.

## Lex : la gestion des accents

### Gestion des caractères accentués sous Unix : utilisation du codage UTF-8

Le codage UTF-8, «Universal Coded Character Set + Transformation Format – 8-bit» permet de conserver un codage sur un octet pour les caractères latins non accentués et de passer sur un codage sur deux voire trois ou quatre octets pour des caractères non latins ou des idéogrammes.

```
□ — xterm —
$ echo -n "e" | hexdump
00000000 0065
00000001
```

Le caractère «e» est codé avec la valeur de l'octet 65.

```
□ — xterm —
$ echo -n "é" | hexdump
00000000 a9c3
00000002
```

Le caractère «é» est codé sur deux octets.

```
□ — xterm —
echo -n "電腦" | hexdump
00000000 e9 9b bb e8 85 a6
00000006
```

L'idéogramme «電腦» est codé sur 3 octets. Les deux symboles signifiant «ordinateur».

## Lex : la gestion des accents

### Consommation mémoire et codage UTF8

- un **caractère non accentué** dont la valeur associée suivant le code ASCII ou ANSI est entre 32 et 127 (soient 7 bits) : codé sur 1 octet;
  - un **caractère accentué** : codé sur 2 octets;
  - un **caractère non latin** ou un **idéogramme** : 2,3 ou 4 octets (6 au maximum).
- ⇒ L'utilisation de caractères accentués change la taille des données et complique la tâche de l'analyseur lexical.

### Passage à un codage étendu sur 8 bits

▷ codage «ISO-8859-1» ou «LATIN1» : permet de coder les caractères accentués des pays d'Europe de l'ouest.

Il ne permet pas de coder le symbole de l'euro «€», ni le «œ».

▷ le codage «Windows-1252» : permet de coder l'ensemble des symboles du français ainsi que le symbole de l'euro.

Il est possible de convertir le texte d'UTF-8 vers le codage 1252 à l'aide de la commande iconv :

```
□ — xterm —
$ echo -n "é" | iconv -f UTF8 -t WINDOWS-1252 | hexdump
00000000 00e9
00000001
```

La conversion inverse est également possible (elle est obligatoire pour un affichage correct dans un environnement Unix configuré pour traiter de l'UTF8)

## 4 Rappels sur les grammaires



Pour décrire la syntaxe d'un langage de programmation, on utilise une grammaire.

Une grammaire, *hors contexte*,  $G$  définie par  $(V_T \cup \{\$\}, V_N, S, P)$ , où :

- $V_T$  est l'ensemble des symboles terminaux ;
- $V_N$  est l'ensemble des symboles non terminaux ;
- $S$  est l'axiome, c-à-d l'élément de départ de la grammaire ;
- $P$  est l'ensemble des règles de production (hors contexte  $\rightarrow$  un seul non terminal à gauche pour chaque règle) ;
- $\$$  désigne la fin de la chaîne à analyser ;
- $V = V_T \cup V_N$  est le «vocabulaire» de la grammaire.

Exemple : Soit  $G$  définie par :

- $V_T = \{id, +, *, (), {}\}$  ;
- $V_N = \{E, T, F\}$  ;
- $S = E$  ;
- $P = \{E \rightarrow E + T, E \rightarrow T, T \rightarrow T * F, T \rightarrow F, F \rightarrow id, F \rightarrow (E)\}$

Soit  $p$ ,  $id * id + id$ , une séquence de terminaux.

Comment déterminer si  $p$  est correcte, c-à-d si  $p$  est acceptée par  $G$  ?

## Rappels sur les grammaires



On peut utiliser la méthode suivante (analyse ascendante) :

- 1) on lit les symboles terminaux de  $p$  les uns après les autres ;
- 2) lorsqu'on a lu une séquence  $\alpha$  de terminaux qui peut constituer la partie droite d'une règle  $A \rightarrow \alpha$  alors il est possible de remplacer  $\alpha$  par  $A$  avant de continuer à lire la suite des terminaux de  $p$ . Ce remplacement s'appelle une **réduction** ;
- 3) durant la lecture de  $p$ , après avoir fait d'éventuelles **réductions**, la séquence de terminaux qui a été lue depuis le début a été transformée en une séquence  $\gamma$  de terminaux et de non-terminaux.
- 4) lorsqu'une partie  $\alpha$  de  $\gamma$  peut être réduite par un non-terminal  $A$  à l'aide d'une règle  $A \rightarrow \alpha$ , alors il est possible de faire une **réduction** avant de continuer à lire les terminaux de  $p$ .
- 5)  $p$  est correcte si après sa lecture complète, il est possible de la réduire en  $S$ .

## COMPLÉMENT



## Rappels sur les grammaires



Sur l'exemple, avec  $P = \{$

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. $E \rightarrow E + T$ | 4. $T \rightarrow F$     |
| 2. $E \rightarrow T$     | 5. $F \rightarrow id$    |
| 3. $T \rightarrow T * F$ | 6. $F \rightarrow (E)\}$ |

Ce qui donne :

- par (5) :  $id * id + id \leftarrow F * id + id$   
 par (4) :  $F * id + id \leftarrow T * id + id$   
 par (5) :  $T * id + id \leftarrow T * F + id$   
 par (3) :  $T * F + id \leftarrow T + id$   
 par (2) :  $T + id \leftarrow E + id$   
 par (5) :  $E + id \leftarrow E + F$   
 par (4) :  $E + F \leftarrow E + T$   
 par (1) :  $E + T \leftarrow E$

On a procédé à des réductions à droite, c-à-d que les règles utilisées correspondent à des dérivations à droite.

On peut représenter les différentes réductions par un tableau.

## COMPLÉMENT



## Rappels sur les grammaires



Explications :

- *Colonne de gauche* : représente le contenu courant de  $\gamma$  stocké dans une pile ;
- *Colonne du milieu* : représente la partie de  $p$  qui n'a pas été encore traitée ;
- *Colonne de droite* : indique l'opération réalisée pour passer à la ligne suivante :
  - réduction d'une partie droite de  $\gamma$ , dans ce cas on précise la règle utilisée ;
  - lecture du prochain terminal.

| Pile     | Partie de $p$ non traitée | Règle appliquée (si réduction) |
|----------|---------------------------|--------------------------------|
| $id$     | $id * id + id$            | <i>lecture</i>                 |
| $F$      | $*id + id$                | $F \rightarrow id$             |
| $T$      | $*id + id$                | <i>lecture</i>                 |
| $T*$     | $id + id$                 | <i>lecture</i>                 |
| $T * id$ | $+id$                     | $F \rightarrow id$             |
| $T * F$  | $+id$                     | $T \rightarrow T * F$          |
| $T$      | $+id$                     | $E \rightarrow T$              |
| $E$      | $+id$                     | <i>lecture</i>                 |
| $E +$    | $id$                      | <i>lecture</i>                 |
| $E + id$ |                           | $F \rightarrow id$             |
| $E + F$  |                           | $T \rightarrow F$              |
| $E + T$  |                           | $E \rightarrow E + T$          |
| $E$      |                           |                                |

## Rappels sur les grammaires



### Utilisation de la pile

Sur le tableau précédent, la chaîne courante  $\gamma$  se trouve dans une pile :

- \* l'extrémité gauche de  $\gamma$  est en bas de la pile ;
- \* l'extrémité droite de  $\gamma$  est en haut de la pile.

Cette approche est pratique :

- ▷ une réduction s'effectue sur une partie droite de  $\gamma$ , ce qui se traduit par une modification d'une partie du sommet de la pile ;
- ▷ une lecture ajoute un symbole terminal à droite de  $\gamma$ , ce qui se traduit par l'ajout d'un symbole sur le sommet de la pile.

### Problème :

- Lorsqu'il est possible de réaliser une réduction, il faut décider s'il faut effectuer cette réduction avant de continuer la lecture.
- Lorsque plusieurs réductions sont possibles et que l'on décide de réaliser une réduction, il faut choisir la règle de production à utiliser.

*Si on fait un mauvais choix, on risque de ne pas aboutir au symbole de départ, même si la chaîne de départ est correcte !*

## Rappels sur les grammaires



### Exemple de problème :

Sur l'exemple précédent :

| Pile | Partie de $p$ non traitée | Règle appliquée (si réduction) |
|------|---------------------------|--------------------------------|
| $id$ | $id * id + id$            | <i>lecture</i>                 |
| $F$  | $*id + id$                | $F \rightarrow id$             |
| $T$  | $*id + id$                | $T \rightarrow F$              |
|      |                           | <i>lecture</i>                 |

La pile contient le symbole non terminal  $T$ , on peut :

- choisir de continuer la lecture (*lecture de \**), ce qui a été fait ;
- choisir de réduire par l'utilisation de la règle  $E \rightarrow T$ , ce qui aurait donné :

|          |            |                       |
|----------|------------|-----------------------|
| $F$      | $*id + id$ | $T \rightarrow F$     |
| $T$      | $*id + id$ | $E \rightarrow T$     |
| $E$      | $*id + id$ | <i>lecture</i>        |
| $E^*$    | $id + id$  | <i>lecture</i>        |
| $E * id$ | $+id$      | $F \rightarrow id$    |
| $E * F$  | $+id$      | $T \rightarrow T * F$ |

*Bloqué !*



## Les «parsers» LR



Ce sont des analyseurs syntaxiques fonctionnant de manière ascendante :

- ▷ L signifie que le texte analysé est lu de gauche, «left», à droite ;
- ▷ R signifie qu'on effectue une séquence de réductions à droite, «right».

*Une séquence de réductions est dite «à droite» si elle consiste à parcourir une séquence de dérivations à droite en sens inverse.*

### Exemple :

- \* Une séquence de dérivation à droite :

$$E \rightarrow E + T \rightarrow E + F \rightarrow E + id \rightarrow T + id \rightarrow F + id \rightarrow id + id$$

- \* La séquence de réductions à droite correspondante :

$$id + id \leftarrow F + id \leftarrow T + id \leftarrow E + id \leftarrow E + F \leftarrow E + T \leftarrow E$$



## Les différentes catégories d'analyseurs LR



Il existe plusieurs catégories d'analyseurs LR, les plus connus sont :

- SLR(1), LR(1), LALR(1) ;
- LR veut dire «*Left to right, Rightmost derivation*» ;
- SLR veut dire «*Simple LR*»
- LALR veut dire «*Look-Ahead LR*» (avec anticipation) ;
- le paramètre 1 indique qu'à tout moment le parser connaît le premier symbole de la partie non encore traitée du texte à analyser ;
- les analyseurs SLR(1) sont les plus restrictifs ;
- un analyseur SLR(1) est un analyseur LALR(1) particulier ;
- un analyseur LALR(1) est un analyseur LR(1) particulier (produit par YACC).

Ce qui donne :  $LR(0) \subset SLR(1) \subset LALR(1) \subset LR(1)$

Les analyseurs LR(1) sont les plus généraux et peuvent s'appliquer à un plus grand nombre de grammaires.



## Principe de fonctionnement d'un analyseur LR



Le fonctionnement des différents analyseurs repose sur l'utilisation d'une table composée de deux parties :

- \* une partie «action» ;
- \* une partie «branchement» (à la manière d'un goto).

Cette table de transitions d'états correspond à une écriture particulière d'un automate à nombre fini d'états.

La table contient aussi des informations supplémentaires indiquant à l'analyseur quand il faut effectuer :

- une réduction (Reduce) ;
- une lecture (Shift).

Les trois types d'analyseurs, SLR(1), LR(1) et LALR(1), sont :

- ▷ différents dans leur méthode de construction de la table ;
- ▷ identiques dans leur méthode d'utilisation de la table.

## Exemple de table



Soit  $G$  définie par :

- |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>V_T = \{id, +, *, (), \} ;</math></li> <li>◦ <math>V_N = \{E, T, F\} ;</math></li> <li>◦ <math>S = E ;</math></li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>P = \{</math></li> <li>◦ <math>3. T \rightarrow T * F</math></li> <li>◦ <math>6. F \rightarrow (E)\}</math></li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>1. E \rightarrow E + T</math></li> <li>◦ <math>2. E \rightarrow T</math></li> <li>◦ <math>4. T \rightarrow F</math></li> <li>◦ <math>5. F \rightarrow id</math></li> </ul> |                                                                                                                                                                       |

La table pour un analyseur SLR(1) :

| État | +  | *  | <i>id</i> | (  | )   | \$ | E | T | F  |
|------|----|----|-----------|----|-----|----|---|---|----|
| 0    |    |    | s5        | s4 |     |    | 1 | 2 | 3  |
| 1    | s6 |    |           |    |     | OK |   |   |    |
| 2    | r2 | s7 |           |    | r2  | r2 |   |   |    |
| 3    | r4 | r4 |           |    | r4  | r4 |   |   |    |
| 4    |    |    | s5        | s4 |     |    | 8 | 2 | 3  |
| 5    | r5 | r5 |           |    | r5  | r5 |   |   |    |
| 6    |    |    | s5        | s4 |     |    |   | 9 | 3  |
| 7    |    |    | s5        | s4 |     |    |   |   | 10 |
| 8    | s6 |    |           |    | s11 |    |   |   |    |
| 9    | r1 | s7 |           |    | r1  | r1 |   |   |    |
| 10   | r3 | r3 |           |    | r3  | r3 |   |   |    |
| 11   | r6 | r6 |           |    | r6  | r6 |   |   |    |

COMPLÉMENT

COMPLÉMENT

## Exemple de table



### Explications :

- ▷ colonne de gauche : différents états dans lesquels l'analyseur peut se trouver ;

Dans l'exemple, il y a 12 états (0 à 11)

- ▷ ligne de haut : symboles terminaux et non-terminaux de la grammaire

Le symbole (terminal) \$ est ajouté à la fin du texte à analyser ;

- ▷ partie centrale, sous les symboles terminaux : **Partie action**

- lettre s signifie qu'il faut effectuer une opération «shift» (lecture)
- lettre r signifie qu'il faut effectuer une opération «reduce» (réduction)

- ▷ Partie de droite sous les symboles non-terminaux : **Partie branchement (goto)**

## Exemple de table



### Algorithme LR :

- ▷ Initialisation :
  - symbole \$ mis à la fin du texte à analyser;
  - état 0 (de départ) est empilé;
  - prochain\_symbole\_terminal\_non\_traité := premier\_symbole\_du\_texte\_à\_analyser;

### Répéter

- $j := \text{état\_au\_sommet\_de\_la\_pile}; /*\text{état courant de l'analyseur} */$
- $a := \text{prochain\_symbole\_terminal\_non\_traité};$
- si ( $\text{table}[j, a] = sm$ ) alors
  - \* symbole  $a$  et état  $m$  sont empilés;
  - \* prochain\_symbole\_terminal\_non\_traité := symbole\_qui\_suit( $a$ );
- si ( $\text{table}[j, a] = rm$ ) alors
  - \*  $B := \text{partie\_gauche\_de\_la\_règle\_de\_production}(m); /*B = symbole non-terminal */$
  - \*  $L := \text{longueur\_de\_la\_partie\_droite\_de\_la\_règle\_de\_production}(m)$
  - \* on dépile  $2L$  éléments de la pile; /\* $L$  paires (symbole, état) \*/
    - \*  $k := \text{état\_au\_sommet\_de\_la\_pile}; /*\text{après avoir dépiler} */$
    - \* symbole  $B$  et état  $\text{table}[k, B]$  sont empilés;
- si ( $\text{table}[j, a] = OK$ )
  - \* alors texte\_à\_analyser est acceptée
  - \* sinon erreur\_détectée

- ▷ Jusqu'à ce que texte\_à\_analyser est acceptée ou erreur\_détectée.

## Exemple de table

Si on utilise l'algorithme sur le texte à analyser  $id * id + id$ :

| Pile        | texte restant à traiter | Commentaires                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| vide        | $id * id + id$          | <ul style="list-style-type: none"> <li>symbole \$ rajouté à la fin du texte;</li> <li>0 est empilé;</li> </ul>                                                                                                                    |
| 0           | $id * id + id$$         | $table[0, id] = s5$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on empile <math>id</math> et 5;</li> <li>on avance au symbole suivant (shift);</li> </ul>                                                                        |
| $0 id 5$    | $*id + id$$             | $table[5, *] = r5$ et règle(5) $F \rightarrow id$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on dépile 2 symboles (5 et <math>id</math>);</li> <li>on empile <math>F</math> et 3 (car <math>table[0, F] = 3</math>);</li> </ul> |
| $0 F 3$     | $*id + id$$             | $table[3, *] = r4$ et règle(4) $T \rightarrow F$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on dépile 2 symboles (3 et <math>F</math>);</li> <li>on empile <math>T</math> et 2 (car <math>table[0, T] = 2</math>);</li> </ul>   |
| $0 T 2$     | $*id + id$$             | $table[2, *] = s7$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on empile * et 7;</li> <li>on avance au symbole suivant (shift);</li> </ul>                                                                                       |
| $0 T 2 * 7$ | $id + id$$              | $table[7, id] = s5$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on empile <math>id</math> et 5;</li> <li>on avance au symbole suivant (shift);</li> </ul>                                                                        |

## Exemple de table

| Pile             | texte restant à traiter | Commentaires                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $0 T 2 * 7 id 5$ | $+id$$                  | $table[5, +] = r5$ et règle(5) $F \rightarrow id$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on dépile 2 symboles (5 et <math>id</math>);</li> <li>on empile <math>F</math> et 10 (car <math>table[7, F] = 10</math>);</li> </ul>                            |
| $0 T 2 * 7 F 10$ | $+id$$                  | $table[10, +] = r3$ et règle(3) $T \rightarrow T * F$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on dépile 6 symboles (<math>10, F, 7, *, 2</math> et <math>T</math>);</li> <li>on empile <math>T</math> et 2 (car <math>table[0, T] = 2</math>);</li> </ul> |
| $0 T 2$          | $+id$$                  | $table[2, +] = r2$ et règle(2) $E \rightarrow T$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on dépile 2 symboles (<math>2</math> et <math>T</math>);</li> <li>on empile <math>E</math> et 1 (car <math>table[0, E] = 1</math>);</li> </ul>                   |
| $0 E 1$          | $+id$$                  | $table[1, +] = s6$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on empile <math>+</math> et 6;</li> <li>on avance au symbole suivant (shift);</li> </ul>                                                                                                       |
| $0 E 1 + 6$      | $id$$                   | $table[6, id] = s5$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on empile <math>id</math> et 5;</li> <li>on avance au symbole suivant (shift);</li> </ul>                                                                                                     |
| $0 E 1 + 6 id 5$ | \$                      | $table[5, \$] = r5$ et règle(5) $F \rightarrow id$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on dépile 2 symboles (5 et <math>id</math>);</li> <li>on empile <math>F</math> et 3 (car <math>table[6, F] = 3</math>);</li> </ul>                             |



## Exemple de table

| Pile            | texte restant à traiter | Commentaires                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $0 E 1 + 6 F 3$ | \$                      | $table[3, \$] = r4$ et règle(4) $T \rightarrow F$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on dépile 2 symboles (3 et <math>F</math>);</li> <li>on empile <math>T</math> et 9 (car <math>table[6, T] = 9</math>);</li> </ul>                              |
| $0 E 1 + 6 T 9$ | \$                      | $table[9, \$] = r1$ et règle(1) $E \rightarrow E + T$ donc: <ul style="list-style-type: none"> <li>on dépile 6 symboles (<math>9, T, 6, +, 1</math> et <math>E</math>);</li> <li>on empile <math>E</math> et 1 (car <math>table[0, E] = 1</math>);</li> </ul> |
| $0 E 1$         | \$                      | $table[1, \$] = Ok$ donc texte correct !                                                                                                                                                                                                                      |

Et on a fini !

COMPLÉMENT



COMPLÉMENT

## Interprétation intuitive d'une table

Construire une **mémoire** de l'analyseur :

- Passé courant d'un analyseur : séquence de «shifts» et de «reduces» effectués

Exemple : texte à analyser  $id * id + id$

Après lecture de  $id^*$ , on a affectué :

- ◊ shift (lecture de  $id$ )
- ◊ reduce (règle 5)
- ◊ reduce (règle 4)
- ◊ shift (lecture de  $*$ )

} définit la mémoire après lecture de  $id^*$

- État courant d'un analyseur :

- ◊ informe sur le passé courant du parseur
- ◊ n'informe pas forcément sur tout le passé

*Par exemple, l'état peut nous informer sur la séquence de shifts et reduces , sans préciser les numéros des règles utilisées*

On observe que :

- ◊ les états générés par un analyseur LR(1) sont les plus précis et donc les plus nombreux ;
- ◊ les états générés par un analyseur SLR(1) sont les moins précis et donc les moins nombreux.



COMPLÉMENT

## Conflits



Lorsqu'un analyseur est utilisé pour une grammaire pour laquelle il n'est pas applicable, alors des conflits peuvent avoir lieu.

C'est par exemple le cas si :

- \* un analyseur SLR(1) est utilisé pour une grammaire LR(1) ou LALR(1) ;
- \* un analyseur LALR(1) est utilisé pour une grammaire LR(1) ;
- \* un analyseur LR est utilisé pour une grammaire qui n'est pas LR (par exemple, une grammaire ambiguë n'est pas LR) ;

Un conflit est détecté lors de la construction de la table de l'analyseur, à chaque fois que dans une même position de la partie action de la table, on obtient :

- \* deux actions *si* et *rj* : on dit qu'il y a conflit «shift»/«reduce»  
l'analyseur ne sait pas s'il doit effectuer un «reduce» à l'aide de la règle (*j*) ou bien un «shift» ;
- \* deux actions *ri* et *rj* : on dit qu'il y a conflit «reduce»/«reduce»  
l'analyseur sait qu'il doit effectuer un «reduce», mais il ne sait pas s'il doit appliquer la règle *i* ou la règle *j*

## Exemple de conflit



La gestion du «if-then-else» :

Soient les règles :

1. *Si\_Inst* → IF Expr THEN *Si\_Inst*
2. *Si\_Inst* → IF Expr THEN *Si\_Inst* ELSE *Si\_Inst*

Soit la phrase IF *Exp1* THEN IF *Exp2* THEN *Inst1* ELSE *Inst2*

Lorsque l'analyseur arrive à ELSE, **il ne sait pas** s'il doit effectuer :

- ▷ une réduction de IF *Exp2* THEN *Inst1* ⇒ cela aura pour effet d'associer le ELSE au premier IF
- ▷ un décalage sur ELSE ⇒ cela aura pour effet d'associer le ELSE au second IF

Bien que tout le passé soit connu, il n'est pas possible de décider.

*Ceci est dû au fait que la grammaire est ambiguë.*

COMPLÉMENT

## Résolution de conflit



### Première approche :

- En cas de conflit *si/rj*, on peut par exemple décider de ne garder que *si*  
*C'est l'approche utilisée par YACC.*  
Dans le cas du conflit shift/reduce du If-then-else, YACC décidera donc d'associer le ELSE au second IF
- En cas de conflit *ri/rj*, on peut par exemple décider de garder la réduction ayant le plus petit numéro de règle (Exemple : pour r4/r3, on garde r3)  
*C'est l'approche utilisée par YACC.*

### Seconde approche :

elle consiste à modifier les règles de production de la grammaire  
*On reviendra sur ce point lorsqu'on étudiera YACC.*

COMPLÉMENT

## 5 Analyseur lexical : un avant goût de grammaire ?

COMPLÉMENT

Il est possible de modifier le comportement de l'analyseur lexical en fonction du «contexte» situé à gauche, en utilisant des **conditions**.

### Utilisation de «commutation entre conditions»

On veut interpréter l'expression régulière [a-zA-Z] + de deux manières, selon le contexte :

1. si mot entre guillemet, alors il représente une chaîne de caractères ;
2. si mot pas entre guillemet, alors c'est un identificateur ;

On définit deux états CHAINE et NORMAL, pour les deux contextes.

Ces états sont utilisés comme suit :

- au début, l'état est mis à NORMAL par l'instruction BEGIN NORMAL ;
- chaque fois qu'on rencontre un guillemet, on commute d'un état à l'autre (entre NORMAL et CHAINE).

Dans le source Lex, on préfixe les expressions régulières par une condition d'activation.

Ainsi, lorsqu'on reconnaît une expression régulière [a-zA-Z] + :

- ▷ au départ l'état est INITIAL, qui correspond à l'état initial ;
- ▷ si l'état courant est NORMAL : alors c'est un identificateur qui est reconnu ;
- ▷ si l'état courant est CHAINE : alors c'est une chaîne de caractères ;
- ▷ un état sans condition correspond à l'état 0.

Toute règle sans condition est active tout le temps.

Une règle préfixée avec la condition <INITIAL> est active au début du travail de l'analyseur.

## Analyseur lexical : un avant goût de grammaire ?

Soit le programme suivant:

```
1 %start NORMAL CHAINE
2 %%
3 <NORMAL> [a-zA-Z]+ printf("Reconnaissance d'un identificateur: %s\n", yytext);
4 <NORMAL> \" BEGIN CHAINE;
5 <CHAINE> [a-zA-Z]+ printf("Reconnaissance d'une chaîne : %s\n", yytext);
6 <CHAINE> \" BEGIN NORMAL;
7 <NORMAL, CHAINE>. /* aucune action */
8 <NORMAL, CHAINE>\n /* aucune action */
9 %%
10 void main()
11 {
12 yyin = fopen("entrée.txt", "r");
13 BEGIN NORMAL; /* On définit le mode par défaut */
14 yylex(); /* yylex appelé une seule fois car pas de return */
15 fclose(yyin);
16 }
```

À la ligne 7 et 8, avec <NORMAL, CHAINE>, on définit une règle Lex valable dans les deux contextes.

## Analyseur lexical : un avant goût de grammaire ?

Gestion des règles ambiguës dans Lex:

```
1 integer /* reconnaissance d'un mot clé */
2 [a-z]+ /* reconnaissance d'un identifiant */
```

Ces deux règles sont ambiguës car elles peuvent s'appliquer simultanément sur un même contenu.

Lex applique les règles de sélection suivantes :

1. sélection de l'expression régulière qui donne la **plus longue** correspondance ;
2. parmi les expressions régulières donnant la même taille, sélection de la première par ordre de saisie.

Dans le cas où le texte est integers alors c'est la ligne 2 du fichier Lex qui est sélectionnée.

**Attention :** la règle de sélection 1 peut entraîner des erreurs involontaires :

```
1 '.*' /* reconnaît une chaîne */
```

Si on donne l'entrée 'première' chaîne d'abord, 'seconde' ensuite alors Lex va retourner: 'première' chaîne d'abord, 'seconde'.

Il faut alors réécrire en :

```
1 '[^\n]*' /* reconnaît une chaîne */
```

Ce qui évite le problème.

D'autre part le caractère . ne peut pas s'accorder au caractère \n.

## Lex : un avant goût de grammaire

Il est possible d'utiliser des règles Lex ambiguës, à l'aide de l'opérateur REJECT.

**Attention :** la commande yyless(0) ne passe pas à la règle suivante comme REJECT et doit s'accompagner d'un changement de contexte.

Cette opérateur permet d'aller vers la prochaine règle possible :

```
1 anticonstitutionnel occurrence++; REJECT;
2 constitutionnel occurrence++;
```

Ici, on va compter à la fois le mot constitutionnel avec la première règle et avec la seconde.

Pour faire de la cryptanalyse fréquentielle, on peut chercher le nombre de digramme présent dans un texte :

```
1 %%
2 [a-z][a-z] {
3 digramme[yytext[0]][yytext[1]]++;
4 REJECT;
5 }
6 ;
7 \n ;
```

## 6 Liens entre Lex et un analyseur syntaxique

Pour utiliser un analyseur lexical, construit par Lex, dans un analyseur syntaxique, il faut pouvoir fractionner le travail de Lex à la reconnaissance d'un seul lexème à la fois.

L'analyseur syntaxique, ou parser, va effectuer un appel à la fonction yylex() pour le traitement de chaque lexème.

Dans ce cas d'utilisation, l'action associée à la reconnaissance d'un lexème :

- retourne la nature du lexème reconnu ;
- affecte la valeur du lexème à une variable globale commune avec le parser.

Il est nécessaire de :

- a. définir une valeur de retour pour chaque action définie dans le source de Lex ;
- b. partager cette définition avec l'outil utilisant Lex.

La solution est d'utiliser un fichier d'en-tête, «mes\_lexemes.h», commun à inclure dans le fichier source Lex et dans l'analyseur syntaxique :

```
1 #define ENTIER 1
2 #define QUOTE 2
3 #define MULTIPLIER 3
4 ...
```

*Ici, on définit pour chaque lexème une valeur entière pour la valeur à retourner de chaque action.*

## Liens entre Lex et un analyseur syntaxique

Le fichier d'entête est ensuite inclus dans le source Lex :

```
1 %{
2 #include "mes_lexemes.h"
3 %
4 DIGIT ([0-9])
5 %%
6 {DIGIT}+ { mon_lexeme = atoi(yytext);
7 #ifdef DEBUG
8 fprintf(stderr,"Entier :%d\n", mon_lexeme);
9 #endif
10 return ENTIER;
11 }
```

Pour la variable recevant la valeur du lexème on peut utiliser la définition «`symbole mon_lexeme`» avec :

```
1 typedef union 1 typedef struct
2 { 2 {
3 int entier; 3 int type;
4 char *chaine; 4 type_lexeme val;
5 } type_lexeme; 5 } symbole;
```

## L'analyseur syntaxique YACC

YACC, Yet Another Compiler Compiler, est un programme permettant :

- ▷ d'interpréter une grammaire de type LALR(1);
- ▷ de produire le programme source d'un analyseur syntaxique pour le langage engendré par cette grammaire;
- ▷ d'effectuer des actions sémantiques liées à cette grammaire.

La syntaxe des fichiers, d'extension «`.y`», qu'il accepte est proche de celle de Lex :

```
1 %}
2 prologue
3 %%
4 Déclaration
5 %%
6 Règles de productions
7 %%
8 Epilogue
```

Le fichier est traité de la façon suivante :

```
$ bison mon_fichier.y
```

Ce qui produit le fichier `y.tab.c` contenant le source C de l'analyseur syntaxique.

Dans ce fichier est définie la fonction `yyparse()` qui réalise l'analyse syntaxique en utilisant la fonction `yylex()` fournie par Lex.

## L'analyseur syntaxique YACC

La partie «prologue» :

- \* des déclarations et définitions C ;
- \* des «`#include`» ;
- \* des définitions de variables qui seront globales à tout l'analyseur syntaxique.

La partie «Déclaration» :

- \* définie le type de la variable `yyval` qui sera partagée avec Lex pour récupérer la valeur d'un lexème :

- par défaut il est de type `int` ;
- peut être redéfini dans la partie «prologue» :

```
1 #define YYSTYPE nom-de-type
```

*Dans ce cas là, il faut aussi le mettre dans la partie «Épilogue» du fichier Lex.*

- peut être redéfini sous forme d'union pour définir le vocabulaire de la grammaire :

```
1 %union
2 { int nombre;
3 char *chaine; }
```

- ou sous forme de struct :

```
1 %union
2 { struct { int nb;
3 char * val; } bloc }
```

## L'analyseur syntaxique YACC

La partie «Déclaration», suite :

Lorsque YACC reconnaît un symbole non terminal il utilise la variable `yyval` pour le communiquer au programme l'utilisant.

Cette variable est définie par la même définition que `yyval` avec le `%union`.

- \* définition des symboles terminaux à l'aide de `%token` :

*Lorsque le terminal n'a pas de valeur ou possède une valeur entière, il n'est pas nécessaire de spécifier le type, car il est entier par défaut.*

- \* définition des symboles non terminaux à l'aide de `%type`.

*Lorsqu'un non terminal n'a pas de valeur ou une valeur entière, il n'est pas nécessaire de le déclarer.*

Les types spécifiés par `%token` et `%type` ont été définis par `%union`.

- \* des informations sur l'associativité et la précédence des opérateurs à l'aide de `%left` `%right` `noassoc` et `prec`:

```
1 %left PLUS MOINS
2 %left MULT DIV
```

- une précédence identique pour `PLUS` et `MOINS` ;
- une précédence identique pour `MULT` et `DIV` ;
- une précédence de `MULT` et `DIV` supérieure à celle de `PLUS` et `MOINS` (définition sur une seconde ligne).

- \* la déclaration du symbole non terminal de départ avec `%start`.

## L'analyseur syntaxique YACC : sur un exemple

Sur l'exemple de la grammaire précédente : Soit  $G$  définie par :

- $V_T = \{nb, +, *, (), {}\}$ ; ◦  $P = \{$  3.  $T \rightarrow T * F$  6.  $F \rightarrow (E)\}$
- $V_N = \{E, T, F\}$ ; 1.  $E \rightarrow E + T$  4.  $T \rightarrow F$
- $S = E$ ; 2.  $E \rightarrow T$  5.  $F \rightarrow nb$
- les terminaux  $*, +, (, )$  n'ont pas besoin de valeur associée;
- le terminal  $nb$  correspond à un nombre entier.

On peut utiliser la déclaration suivante pour «`yylval`» :

```
1 %union
2 { int *valeur; /* pointeur sur la valeur d'un terminal */
3 int type; /* nature d'un non-terminal */
4 }
```

Ce qui va donner :

```
1 %token <valeur> NB MULT ADD PAROUV PARFER
2 %type <type> E T F
3 %left ADD
4 %left MULT
5 %start E
```

Ainsi l'expression  $c * d + e + f * g$  est interprétée comme  $((c * d) + e) + (f * g)$

## L'analyseur syntaxique YACC

### La partie «Règles de productions»

Soit  $n$  règles de production ayant le même non-terminal en partie gauche :

```
1 Non_terminal : corps_1 { actions_1 }
2 | corps_2 { actions_2 }
3 | ...
4 | corps_n { actions_n }
5 ;
```

Chaque  $corps_i$  correspond à la partie droite de la règle  $R_i$ .

La partie  $actions_i$  permet de manipuler les valeurs des terminaux et non-terminaux :

- soit la règle  $A : U_1 U_2 \dots U_n \{actions\}$ , où:
  - $A$  est un symbole non terminal;
  - $U_i$  est un symbole terminal ou non-terminal, avec  $i = 1..n$
- dans la partie  $actions$ , on peut utiliser les symboles suivants:
  - $\$\$$  pour se référer à la valeur de  $A$ ;
  - $\$i$  pour se référer à la valeur de  $U_i$ .
- lorsqu'aucune action n'est précisée, YACC génère l'action `\$\$=$1;`

Lorsque la réduction correspondante est effectuée, alors la variable globale `yyval` reçoit implicitement la valeur  $\$\$$ .

## L'analyseur syntaxique YACC : sur un exemple

Sur la grammaire précédente :

```
1 E : E ADD T { $$ = $1 + $3; }
2 | T { $$ = $1; }
3 ;
4 T : T MULT F { $$ = $1 * $3; }
5 | F { $$ = $1; }
6 ;
7 F : NB { $$ = &$1; /* Il faut allouer l'entier en mémoire */}
8 | PAROUV E PARFER { $$=$2; }
9 ;
```

Explications :

- la valeur d'un symbole terminal est un pointeur sur la valeur du nombre;
- la valeur d'un non-terminal  $A$  est la valeur de l'expression qui correspond à  $A$ .

## 7 L'analyseur syntaxique YACC

La partie «Epilogue» contient du code C :

- des fonctions utilisées dans les actions associées aux règles;
- le programme principal qui fait appel à l'analyseur syntaxique (c-à-d à la fonction `yyparse()`).

Exemple :

```
1 void main () {
2 if (yyparse() == 0) printf("résultat = %d \n", yyval.nbre);
3 else printf("Erreur de syntaxe \n")
4 }
```

### Pour réaliser l'association avec Lex

- a. dans la partie «prologue» de lex, on inclus un fichier d'en-tête que va produire YACC pour définir le vocabulaire de la grammaire, les «tokens» (par ex. «`defs_a_inclure.h`»);
- b. on inclus le fichier «`global.h`» dans la partie «prologue» de Lex et de YACC:

```
1 #define YYSTYPE mon_type
2 extern YYSTYPE yylval;
```

- c. on demande à YACC (ou ici `bison`) de générer le fichier `defs_a_inclure.h`:

```
$ bison -d analyseur.y --graph=desc.txt
$ cp analyseur.tab.h defs_a_inclure.h
```

## Lex & YACC : un exemple

On va créer un outil de calcul interactif permettant de faire des calculs d'expression mathématique contenant des réels et utilisant les opérateurs de puissance, multiplication, division, soustraction et addition.

- Soient les fichiers `analyse_lexical.l` et `analyse_syntaxique.y` dont le contenu est donné dans les transparents suivants;
- le fichier `global.h`:

```
1 #define YYSTYPE double
2 extern YYSTYPE yylval;
```

- la procédure de compilation suivante :

```
xterm
$ lex analyseur.l
$ bison -d analyseur.y --graph=desc.txt
analyseur.y: conflits: 10 décalage/réduction
$ cp analyseur.tab.h calc.h
$ gcc -o Mon_analyseur analyseur.tab.c lex.yy.c -lm -lfl
$./Mon_analyseur
7*4
Résultat : 28.00000
```

## Lex & YACC : un exemple

```
1 %{
2 #include "global.h"
3 #include "calc.h"
4 #include <stdlib.h>
5 %}
6 blancs [\t]+
7 chiffre [0-9]
8 entier {chiffre}+
9 exposant [eE][+-]?{entier}
10 reel {entier}(.{"."}{entier})?{exposant}?
11 %%
12 {blancs} /* On ignore */
13 {reel} {yylval=atof(yytext);
14 return(NOMBRE); }
15 "+" return(PLUS);
16 "-" return(MOINS);
17 "*" return(FOIS);
18 "/" return(DIVISE);
19 "^" return(PUISSANCE);
20 "(" return(PARGAUCHE);
21 ")" return(PARDROITE);
22 "\n" return(FIN);
```

Les différents «tokens» sont PLUS, MOINS, PARGAUCHE, etc  
Ces tokens sont définis dans le fichier «analyse\_syntaxique.tab.h» qui est généré automatiquement par yacc lors du traitement du fichier de l'analyse sémantique et qui est ensuite renommé en «calc.h».

## Lex & YACC : un exemple

```
1 %{
2 #include "global.h"
3 #include <stdio.h>
4 %}
5 %token NOMBRE
6 %token PLUS MOINS FOIS DIVISE PUISS
7 %token PARGAUCHE PARDROITE
8 %token FIN
9 %left PLUS MOINS
10 %left FOIS DIVISE
11 %left NEG
12 %right PUISSANCE
13 %start Input
14 %}

Input: /* Vide */
| Input Ligne
;
Ligne:FIN
| Expression FIN {printf("Resultat:%f\n", $1);}
;
Expression: NOMBRE {$=$1;}
| Expression PLUS Expression {$=$1+$3;}
| Expression MOINS Expression {$=$1-$3;}
| Expression FOIS Expression {$=$1*$3;}
| Expression DIVISE Expression {$=$1/$3;}
| MOINS Expression %prec NEG {$=-$2;}
| Expression PUISS Expression {$=pow($1,$3);}
| PARGAUCHE Expression PARDROITE { $$=$2; }

Vous noterez que lors de la génération de l'analyseur syntaxique, il y a un conflit «décalage/réduction» sur la règle 10.
Cette règle peut être identifiée à l'aide du contenu du fichier desc.txt.
```

Attention

Ne pas oublier d'appeler la fonction `yyparse()` pour déclencher l'analyseur syntaxique (dans la fonction `main`).

## Lex & Yacc : comment compiler un analyseur complet ?

### Création d'un Makefile

```
1 CC=gcc
2 LDFLAGS=-lfl -lm
3 EXEC_NAME=mon_analyseur
4 OBJETS=syntaxique.o lexical.o
5
6 .y.c:
7 bison -d $<
8 mv $*.tab.c $*.c
9 mv $*.tab.h $*.h
10
11 .l.c:
12 flex $<
13 mv lex.yy.c $*.c
14
15 .c.o:
16 $(CC) -c $<
17
18 all: $(EXEC_NAME)
19
20 $(EXEC_NAME): $(OBJETS)
21 $(CC) -o $@ $^ $(LDFLAGS)
22
23 clean:
24 rm $(OBJETS) $(EXEC_NAME)
```

tabulation

### Explications :

- ◊ ligne 2 : on indique les bibliothèques à «linker» pour construire l'exécutable ;
- ◊ ligne 4 : les objets composant l'exécutable ;  
**Remarque :** l'objet correspondant à l'analyseur sémantique produit par yacc doit être placé avant celui produit par lex pour la définition des tokens.
- ◊ ligne 6 : on indique à «make», comment générer un source «C» à partir du fichier yacc «.y» ;
- ◊ ligne 11 : pareil pour un fichier lex «.l» ;
- ◊ ligne 15 : pour créer un objet, il faut compiler le «.c» associé ;
- ◊ ligne 18 : la règle «all» construit l'exécutable ;
- ◊ ligne 20 : l'exécutable, «EXEC\_NAME» est composé de tous les objets obtenu à partir de leur compilation individuelle.

Attention

Respecter les **décalages** dans le Makefile : vous devez utiliser des **tabulations** sinon votre Makefile ne fonctionnera pas.

## Rapport entre Lex et Yacc : la variable yyval

```
1 %{
2 #include <stdlib.h>
3 #include "analyseur_syntaxique.tab.h"
4 char *m;
5 %}
6 mois Janvier|Fevrier|Mars|Avril|Mai|Juin|
7 Juillet|Aout|Septembre|Octobre|Novembre|Decembre
8 %%
9 {mois} { m=(char *)calloc(yylen+1,
10 sizeof(char));
11 strcpy(m,yytext);
12 yyval.texte=m;
13 return(token_MOIS);
14 }
15 [0-9]{1,2} { yyval.valint=atoi(yytext);
16 return(token_JOUR);
17 }
18 [0-9]{4} { yyval.valint=atoi(yytext);
19 return(token_ANNEE);
20 }
21 \, { return ',';
22 }
```

Dans cet exemple, lex va retourner 3 tokens différents de deux types (entier ou chaîne). Par défaut :

- la variable partagée entre Lex & Yacc est de type « int »;
- la numérotation des tokens commence à 258 pour permettre à Lex de retourner directement la valeur d'un caractère/octet lu (valeur entre 0 et 255).

*On ne va pas utiliser de fichier « global.h » pour définir le type de ces tokens mais directement yacc.*

La déclaration associée dans le fichier yacc « analyseur\_syntaxique.y » :

```
1 %union { int valint ;char *texte ; }
2 %token <valint> token_JOUR
3 %token <valint> token_ANNEE
4 %token <texte> token_MOIS
```

Dans le cas où un « terminal » peut prendre plusieurs types, il faudra également définir le type des pour les « non terminaux » de la grammaire :

```
1 %type <texte> date
```

## Un exemple complet et fait automatiquement avec le Makefile

### Le fichier « syntaxique.y » :

```
1 %{
2 #include "syntaxique.h"
3 #include <stdio.h>
4 #include <math.h>
5 %}
6 %union{ float valeur; }
7 %token <valeur> NOMBRE
8 %type <valeur> Expression
9 %token PLUS MOINS FOIS DIVISE PUISS
10 %token PARGAUCHE PARDROITE
11 %token FIN
12 %left PLUS MOINS
13 %left FOIS DIVISE
14 %left NEG
15 %right PUISSANCE
16 %start Input
17 %%
18 Input: /* Vide */
19 | Input Ligne
20 ;
21 Ligne:FIN
22 | Expression FIN {printf("Resultat:%f\n", $1);}
23 ;
24 Expression: NOMBRE { $$=$1;}
25 | Expression PLUS Expression { $$=$1+$3;}
26 | Expression MOINS Expression { $$=$1-$3;}
27 | Expression FOIS Expression { $$=$1*$3;}
28 | Expression DIVISE Expression { $$=$1/$3;}
29 | MOINS Expression %prec NEG { $$=-$2;}
30 | Expression PUISS Expression { $$=pow($1,$3);}
31 | PARGAUCHE Expression PARDROITE { $$=$2;}
32 ;
33 %%
34 int yyerror(char *s) { printf("%s\n", s); }
35 int main(void) { yyparse(); }
```

Les fichiers sont disponibles à [https://git.p-fb.net/pef/lex\\_et\\_yacc.git](https://git.p-fb.net/pef/lex_et_yacc.git)

### Le fichier « lexical.l » :

```
1 %{
2 #include "syntaxique.h"
3 #include <stdlib.h>
4 %}
5 blancs [\t]+
6 chiffre [0-9]
7 entier (chiffre)+
8 exposant [E][+-]?{entier}
9 reel (entier)("."){entier})?{exposant}?
10 %%
11 {blancs} /* On ignore */
12 {reel} { yyval.valeur = atof(yytext);
13 return(NOMBRE); }
14 "+"
15 "-"
16 "*"
17 "/"
18 "**"
19 "("
20 ")"
21 "\n"
22 return(FIN);
```

- ❶ ⇒ on inclus le fichier renommé par le « Makefile » vu précédemment;
- ❷ ⇒ on définit l'union;
- ❸ ⇒ qui contient le type flottant, que l'on associe aux terminaux (token) et non terminaux (type);
- ❹ ⇒ on utilise l'union dans le fichier lex.

## YACC : gestion des erreurs

Lorsqu'une erreur est rencontrée lors de l'analyse syntaxique, la fonction `yyerror()` est appelée.  
*Cette fonction doit être définie dans la partie « épilogue » du fichier YACC.*

Vous pouvez par exemple afficher un message qui spécifie :

- ▷ le numéro de la ligne;
- ▷ le dernier terminal lu.

*Si la fonction `yyerror()` n'a pas été défini alors l'analyse s'arrête simplement.*

### Poursuite de l'analyse syntaxique au-delà d'une erreur

Le terminal `error` peut être utilisé dans la grammaire pour permettre de dépiler le contenu de la pile de l'analyseur syntaxique jusqu'à ce terminal.

Exemple :  $A \rightarrow error\alpha$ , où :

- $A$  est un non terminal qui correspond à une structure formant un « tout » cohérent dans le langage.

Exemple :

- une expression;
- une définition de procédure;
- une instruction;
- une déclaration de variable, etc.

*Il est sûr que si une erreur se produit, cette erreur va entraîner une erreur complète de la structure où elle se produit.*

- $\alpha$  est une séquence, éventuellement vide, de symboles terminaux ou non terminaux.

## YACC : gestion des erreurs

### Exemple de gestion d'erreur :

```
1 Programme: error POINTVIRGULE
2 | Instruction POINTVIRGULE
3 | Programme Instruction POINTVIRGULE
4 ...
5 ;
```

*Ici, l'erreur entraîne le passage à l'instruction suivante,  $\alpha$  est POINTVIRGULE ce qui fait que l'on force l'analyse à reprendre après le « ; » suivant..*

Lorsqu'une erreur se produit l'analyseur est dans un mode spécial, dont il faut sortir pour reprendre le mode normal :

```
1 A : error {
2 yyerrok;
3 }
4 ;
```

On utilise la macro spéciale `yyerrok`. Il faut également prévoir de défaire ce qui avait été fait pendant l'analyse qui a abouti à une erreur (désallocation de mémoire, ré-initialisation, etc.).

8 XML : les différents outils

- SGML**, «*Standard Generalized Markup Language*» : développé dans les années 70, chez IBM qui deviendra un standard ISO 8879 en 1986.  
But: *gestion de documents techniques de plusieurs milliers de pages.*
  - HTML**: une application de XML (la plus populaire).  
But: *spécialisé dans l'écriture de pages Web et uniquement, il n'est pas extensible ou adaptable à d'autres utilisations.*
  - XML**: février 1998, XML v1.0  
But: *Bénéficier des avantages de SGML en le simplifiant et en enlevant ce qui ne marchait pas (pas utilisé).*
  - XSL**, «*eXtensible Stylesheet Language*» : une application d'XML.  
But: *Permettre la visualisation d'un document XML dans un navigateur.*
    - ◊ **XSLT**, «*XSL Transformation*» : permet de transformer un document XML pour la représentation en Web ou bien dans d'autres contextes.
    - ◊ **XSL-FO**, «*XSL Formatting Object*» : permet de décrire la composition des pages pour l'affichage des pages en Web ou à l'impression.
  - CSS**, «*Cascading Style Sheet*» : utilisé pour la représentation des documents HTML  
But:*Permettre la représentation de documents XML comme HTML à partir de la v2.*

## XML : les différents outils

- XLL, «eXtensible Link Language» :  
But : permettre de définir des modèles de liaisons pour relier des documents XML dans un réseau HyperTexte.
    - ◊ XLink : pour décrire la relation
    - ◊ XPointer : pour identifier une partie du document XMLMais...
    - ◊ **XPath** : normaliser les définitions de XPointer et celles utilisées dans XSLT pour identifier une partie du document XML.
    - ◊ XInclude : évolution de XLink pour la définition de liens entre documents et fragments de documents.
  - DOM, «Document Object Model» : arborescence objet  
But : Définir une interface standardisée pour l'accès à un contenu XML depuis un environnement de programmation (Java, JavaScript, C++).
  - SAX, «Simple API for XML» :  
But : disposer d'une API commune pour la commande de parseur XML.
  - XML Schema : Le DTD n'exprime pas de typage de données ce qui est un inconvénient pour la gestion de données structurées.  
But : permettre de décrire un modèle de document XML en XML, très complexe d'utilisation

## XML : les différents outils

- XML Encryption : l'échange d'un document XML peut être sécurisé au travers du protocole d'échange utilisé.  
But : *Sécuriser le contenu du document : confidentialité & signature numérique. Le format XML Canonical permet de diminuer les différences entre documents (suppression des espaces inutiles, normalisation des guillemets).*
  - XML 1.1 : XML 1.0 est déjà basé sur unicode 2.0  
But : *Tenir compte des ajouts dans Unicode pour le support des langages : mongol, birman, cambodgien*
  - des formats XML dédiés : SOAP, SVG, XHTML, MathML, XForms, etc.

XML vs HTML

Dans un document HTML, on trouve mélangés le contenu et sa présentation :

- polices de caractères ; ◦ titres ; ◦ images, liens hypertextes, etc
  - tableaux ; ◦ paragraphes ;

L'ensemble est orienté homme-machine, c-à-d qu'une personne visualise ce document sur un écran d'ordinateur.

Un fichier XML paraît identique à un fichier HTML, mais il est plus exigeant car il contient les données et leur structure logique.

```
<html>
<p>
Campus de la Borie

 123 avenue Albert Thomas

 87060 Limoges CEDEX
</p>
</html>
```

HTML n'offre qu'un jeu limité de balises (tandis que CSS offre un large éventail), auxquelles il ne sera possible que d'ajouter des styles de base. Cependant, grâce à une feuille de style CSS, il sera possible d'ajouter des effets de mise en forme supplémentaires.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<!DOCTYPE Test SYSTEM "Test.dtd"> <Test>
<nom>Campus de la Borie</nom>
<adresse>
<rue>123 avenue Albert Thomas</rue>
<code-postal>87060</code-postal>
<localite>Limoges CEDEX</localite> </adresse>
</Test>
```

XML permet de définir ses propres balises (en gras) et donc de leur donner du sens. Il sera ainsi possible de leur affecter non seulement des effets de mise en forme, mais aussi de leur appliquer des traitements logiques complexes.

## XML vs HTML

### Structure d'un document XML

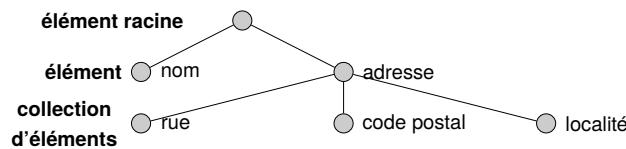
Un document XML est représenté comme un **arbre d'éléments**.

Il intègre la notion de «lien» entre documents.

Les éléments XML peuvent posséder des **attributs**:

▷ **L'attribut** est un couple (nom, valeur) associé à un **élément** et précisant ses caractéristiques.

### Structure logique d'un document XML



## XML vs HTML

### Intérêt des langages utilisant des balises

L'introduction du format HTML et sa très grande diffusion ont relancé l'intérêt pour les documents structurés à l'aide de balises:

- indiquées de manière textuelle;
- intégrées au document lui-même.

Elles visent à séparer la structure du contenu du document.

### Constat sur HTML

- \* très grand succès;
- \* bien adapté à la diffusion d'informations;  
mais
  - ▷ pas extensible;
  - ▷ peu structuré;
  - ▷ peu d'outils de validation des données d'un document.

Les limitations d'HTML se traduisent par :

- les utilisateurs ne peuvent pas définir leurs propres balises pour enrichir leurs documents;
- les documents sont «plats», les enrichissements typographiques sont restreints;
- il existe des problèmes lors d'échanges d'informations devant respecter une certaine organisation, c-à-d que l'information transmise ne peut être suffisamment structurée.

## XML vs HTML

### Buts de XML

XML permet de définir à la fois la structure logique d'un document et la façon dont il va être affiché:

- gérer des documents **mieux et plus** structurés qu'avec HTML;
- permettre à ces documents d'être **traités, indexés, fragmentés, manipulés** plus facilement qu'avec HTML

XML est une «*application*» de SGML, «*Standard Generalized Markup Language*», plus simple, qui peut être mise en œuvre pour le Web et dans des applications utilisant peu de ressources.

### Afficher un document XML : XSL

#### Présentation d'un document XML

Pour présenter un document XML sur un support quelconque, il doit être associé à une feuille de style XSL, par type de format en sortie (XML, HTML, WML, etc) : offrir à l'utilisateur plusieurs types d'accès: papier, écran, CDROM, SmartPhone ou même en braille, alors que la présentation d'un document HTML ne peut être visualisé que par un navigateur Web.

#### Exemple : la feuille de style «test.xsl» :

```
1<xsl:stylesheet version="1.0">
2<xsl:output method="xml">
3<xsl:template match="/Test">
4 <xsl:apply-templates/> </xsl:template>
5<xsl:template match="nom"> </xsl:template>
6</xsl:stylesheet>
```

Dans cette feuille de style, on associe un style de caractère à chaque balise définissant un type de données :

- la police de caractères par défaut est "Times 12"
- le nom doit apparaître en "Times 14" et en gras.

## Format XML : DTD, «*Document Type Description*»

L'intérêt de XML, par rapport à HTML, est la séparation du contenu de la structure des données. La description des données peut être placée dans un fichier séparé qui donne le DTD, «*Document Type Description*».

Le DTD sert :

- \* à décrire toutes les balises du document XML,
- \* à définir les relations entre les éléments,
- \* à valider un document XML car il contient les règles à suivre pour respecter sa structure.

Le DTD sert à définir des **classes de documents**.

Exemple «test.dtd»

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <!ELEMENT nom (#PCDATA)>
3 <!ELEMENT adresse (rue, code-postal, localite)>
4 <!ELEMENT rue (#PCDATA)>
5 <!ELEMENT code-postal (#PCDATA)>
6 <!ELEMENT localite (#PCDATA)>
```

L'élément adresse comprend trois éléments distincts: la rue, le code postal et la localité.

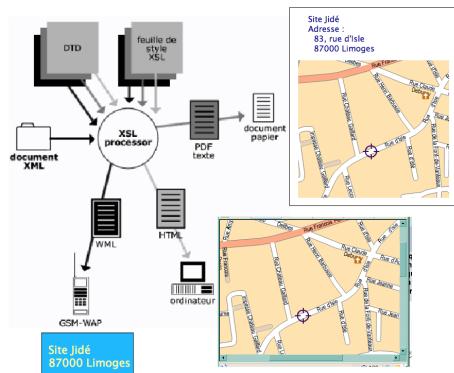
La syntaxe utilisée pour la DTD n'est pas la même que celle utilisée pour les données et les feuilles de style.

## Utilisation de XSL et DTD

### Génération des documents cibles

On utilise :

- une feuille de style spécifique pour chaque support (à chaque type de transformation effectuée à partir du document source XML)
- éventuellement, en tenant compte d'une DTD spécifique à chaque support.



## DTD : notion de classe de document

XML utilise la notion de classes de documents ou de type de document au travers d'un DTD.

Ce DTD est un fichier qui décrit une structure :

- description des différentes balises utilisables ;
- description des imbrications possibles de ces balises.

Ainsi, un document :

- doit être construit suivant les directives de XML ;
- peut suivre le format décrit dans un DTD particulier.

Un document est :

- ▷ «bien formé», c-à-d syntaxiquement correct s'il suit les règles de XML
- ▷ «valide», s'il se conforme à la DTD associée.

Il est plus proche de SGML que de HTML :

- HTML est une application de SGML;
- XML est un sous-ensemble des fonctionnalités de SGML.

*La puissance de XML réside dans sa capacité à pouvoir décrire n'importe quel domaine de données grâce à son extensibilité.*

*Il suffit dans ce cas là de définir :*

- le vocabulaire (les balises et leurs attributs) ;
- la structure des imbrications de ce vocabulaire ;
- la syntaxe de ces données ;
- un DTD particulier pour le domaine de données voulu.

## Le format XML

### Les règles pour obtenir un document valide

Si le document suit ces règles on dit qu'il est «bien formé» :

- \* respecter la casse des balises <societe> ≠ <Societe>
  - \* toujours mettre une balise de fin <p> ... </p>
  - \* mettre les valeurs des attributs entre guillemets <balise attr="valeur">
  - \* ne pas entrelacer les ouvertures et fins de balises différentes
    - <B> ... <I> ... </B> ... </I> est interdit
    - <B> ... <I> ... </I> ... </B> est autorisé
- Il doit correspondre à un arbre correct.

Il est possible de vérifier le caractère bien formé avec la commande shell xmllint :

```
$ xmllint document_annuaire.xml
document_annuaire.xml:5: parser error : Opening and ending tag mismatch: companynname line
4 and response
</response></companynname>
^
```

et la validité d'un document XML :

```
$ xmllint --valid --noout mon_fichier.xml --dtdvalid ma_dtd.dtd
```

## XML : les atouts

- **acceptation** en tant que standard pour la description de données par les principaux acteurs du marché (Adobe, Microsoft, Apple...).
  - **format utilisé** aussi bien dans des logiciels de mise en page comme «Quark Xpress» ou «InDesign» d'Adobe, et qui permet, par exemple, dans ces logiciels de mettre en rapport un document avec le contenu d'une base de donnée :
    - ◊ les données sont décrites au format XML ;
    - ◊ la mise en page de ces données s'appuie sur XML.
- On obtient alors un document mis en page dont le contenu peut être dynamique !*
- **lisible** : aucune connaissance ne doit théoriquement être nécessaire pour comprendre un contenu d'un document XML ;
  - **structure arborescente** : ce qui permet de modéliser une majorité de problèmes informatiques ;
  - **universel et portable** : les différents jeux de caractères sont pris en compte ;
  - **facilement échangé** : facilement distribué par n'importe quel protocole à même de transporter du texte, comme HTTP ;
  - **facilement utilisable** dans une application : un document XML est utilisable par toute application pourvue d'un analyseur syntaxique, un «parser» de code XML ;
  - **extensible** : un document XML doit pouvoir être conçu pour organiser les données de tous domaines d'applications

## Exemple de document XML

Le document XML contient différentes parties :

- déclaration de la version XML utilisée ;
  - type du document utilisé ;
  - corps du document :
- ```
1<?xml version="1.0" ?>
2<!DOCTYPE individu SYSTEM "individu.dtd">
3<body>
4  <individu>
5    <nom>Binks</nom></h1>
6    <prenom>JarJar</prenom>
7    </img>
8  </individu>
9</body>
```

Sur l'exemple, on voit qu'il y a des **balises** :

- ▷ habituelles dans HTML (<h1>, , ...)
- ▷ spécifiques à l'application (ici <individu>, <nom>, <prenom>)

Ces balises spécifiques fournissent la structure d'une donnée où, chaque individu est composé d'un nom et d'un prénom.

Les balises peuvent avoir des **attributs** : <individu id="125">

XML : Utilisation des balises spécifiques

Ces balises permettent de stocker les informations comme dans une table de BD :

```
1<individu>
2  <nom>Padme</nom>
3  <prenom>Amidala</prenom>
4</individu>
5<individu>
6  <nom>Obi Wan</nom>
7  <prenom>Kenobi</prenom>
8</individu>
```

est équivalent à la table suivante :

| Nom | Prénom |
|---------|---------|
| Padme | Amidala |
| Obi Wan | Kenobi |

Les données en XML peuvent également se représenter sous la forme d'attributs :

```
<individu nom="Padme" prenom="Amidala"></individu>
```

En général, les attributs sont utilisés pour les informations non affichables dans les navigateurs (exemple : la valeur *id* qui est la clé d'enregistrement de l'individu dans la base de donnée).

XML : Syntaxe des éléments constitutifs

Pour les identifiants des balises :

- les noms peuvent contenir des lettres, des chiffres ;
- ils peuvent contenir des caractères accentués ;
- ils peuvent contenir les caractères «_», «.», «-» ;
- ils ne doivent pas contenir : «?», «'», «\$», «^», «;», «%» ;
- ils peuvent contenir le «:» pour l'utilisation d'espace de nom ;
- les noms ne peuvent débuter par un nombre ou un signe de ponctuation ;
- les noms ne peuvent commencer par les lettres xml (ou XML ou Xml...) ;
- les noms ne peuvent contenir des espaces ;
- la longueur des noms est libre mais on conseille de rester raisonnable ;

Pour les attributs :

- ▷ ils sont entourés de guillemets ou d'apostrophes ;
- ▷ il n'existe qu'un seul attribut avec un nom donné (si il y a un besoin, il faut utiliser des éléments et non des attributs).

Pour l'«encoding» :

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

Il doit se trouver en première ligne du document.

Actuellement, on préfère utiliser l'unicode, ce qui permet d'être dans l'encodage naturel d'XML.

9 DTD : Définition d'une classe de documents

Les définitions de classes de document peuvent être :

- **internes**, c-à-d intégrées au document lui-même ;
- **externes**, c-à-d chargées à partir d'un fichier auquel on fait référence à l'aide d'une URL.

Définition interne

La balise `<!DOCTYPE >` fournit la structure du document :

```
<!DOCTYPE nom [ ... ] >
```

Elle crée un type de document et se compose de deux parties :

1. une déclaration de constantes (ou entités) ;
2. une déclaration des éléments du document.

Exemple :

```
1<?xml version="1.0" ?>
2  <!DOCTYPE simple [
3    <!ELEMENT mondокумент #PCDATA>
4  ] >
5<mondокумент>
6Cette partie apparaît dans le navigateur
7</mondокумент>
```

Définition d'une classe de documents

Définition externe

Elle se fait à l'aide de la balise : `<!DOCTYPE nom statut url >` où :

- ▷ nom : du type de document
- ▷ statut :
 - ◊ PUBLIC correspond à un type de document public ;
 - ◊ SYSTEM correspond à un type de document local à une organisation.

Exemple :

```
<!DOCTYPE manual PUBLIC "-//DTD manual//EN" "http://www.unilim.fr/manual.dtd">
<!DOCTYPE individu SYSTEM "individu.dtd">
```

DTD : La notion d'entités

La balise `<!ENTITY nom valeur >` définit une constante utilisable dans le document.

Lorsque l'analyseur du document XML lit une entité, il la remplace par sa substitution.

Exemple : `<!ENTITY euro "6.55957 F" >`, où :

- nom_de_l'entité = euro
- substitution_de_l'entité = 6.55957 F

Une entité est utilisée sous la forme «`&nom_de_l'entité;`».

Exemple : la valeur d'un euro est `€`.

Les entités paramétrées

Il est possible de définir également des entités «paramétrées» :

```
<!ENTITY % nom url >
```

Exemple : `<! ENTITY %compagnies "http://localhost/compagnies.den" >`

L'emploi de `%compagnies` ; avec dans le fichier `compagnies.den` les définitions suivantes :

```
<!ENTITY IBM "International Business Machines" >
```

```
<!ENTITY ATT "American Telephone and Telegraph" >
```

permet d'utiliser les constantes `&IBM;` et `&ATT;` dans un document

Avantage : on regroupe toutes les entités «similaires» dans un même fichier.

DTD : La notion d'élément

```
<!ELEMENT nom (type) >
```

Exemple : `<!ELEMENT mondокумент (#PCDATA) >`, où :

- nom : définition d'un élément, c-à-d le nom de la balise (ici `mondокумент`) ;
- type : type de l'élément.

Types de données disponibles dans XML

- `#PCDATA` : «Parsed Character DATA», ce sont des données interprétées qui peuvent être tout caractère sauf `< >` & encodés respectivement `<` ; `>` et `&` ;

Il est possible d'utilisé dans ces caractères des entités.

- ANY : tout ce que l'on veut comme élément déjà déclarés ;
- EMPTY : rien !

Exemple : `<! ELEMENT BR EMPTY >` veut dire que la balise `
` doit s'utiliser de la façon suivante : `
</BR>` ou `
`

Les types de données définis par l'utilisateur

Exemple : `<!ELEMENT individu nom >`

Cela veut dire que la balise `<individu>` ne peut contenir qu'une définition de `nom`.

L'utilisation :

- `<individu><nom>Padme</nom></individu>` est correcte ;
- `<individu>hello</individu>` est mauvaise.

DTD : La notion d'éléments

Il est possible d'utiliser plusieurs types à la suite les uns des autres en utilisant des opérateurs pour spécifier des «enchaînements» de type :

```
| alternative  
, séquence  
? optionnel  
* 0 ou n  
+ 1 ou n  
( ) regroupement
```

Exemple :

```
<!ELEMENT nom (#PCDATA) >  
<!ELEMENT prenom (#PCDATA) >  
<!ELEMENT individu (nom, prenom*) >  
<!ELEMENT livre (titre, auteur, remerciements?, chapitre+) >
```

Type mixte

Il est possible également de définir un type mixte :

```
<!ELEMENT définition (#PCDATA | terme)*>
```

Ce qui permet d'avoir du texte, et dans ce texte une ou plusieurs balises `<terme>`.

DTD : les attributs d'éléments

```
<!ATTLIST nom_de_l'element  
nom_de_l'attribut type propriété  
... >
```

Exemple :

```
<!ELEMENT individu (nom, prenom+) >  
<!ATTLIST individu  
noss ID #REQUIRED  
adresse CDATA #IMPLIED  
situation (celibataire|marie|divorce) "celibataire"  
pays CDATA #FIXED "France">
```

Le lien se fait par le nom de l'élément avec la liste d'attributs.

Types reconnus

- ▷ CDATA : chaîne de caractères quelconques non interprétée ;
- ▷ NMOKEN : chaîne de caractères composée de lettres, chiffres, et de « ._-:_ » ;
- ▷ NMOKENS : liste de NMOKEN séparée par des espaces ;

```
<! ATTLIST concert dates NMOKENS #REQUIRED>  
<concert dates="08-27-2010 09-15-2010">
```

;

DTD : les attributs d'éléments

Types reconnus – Suite

- ▷ ID : la valeur de l'attribut doit être unique au sein du document, sinon l'analyseur syntaxique XML signale une erreur ;
- ▷ IDREF : la valeur de l'attribut doit faire référence à une valeur d'ID existante dans le document, sinon l'analyseur syntaxique XML signale une erreur ;
- ▷ IDREFS : une liste de ID séparés par des espaces ;
- ▷ énumération : la valeur de l'attribut doit correspondre à l'une des valeurs énumérées.

```
<!ELEMENT date EMPTY>  
<!ATTLIST date mois (Janvier | Février ... | Décembre) #REQUIRED>  
<date mois="Janvier"/>
```

Propriétés reconnues

- ▷ #REQUIRED : attribut obligatoire, sinon l'analyseur syntaxique XML signale une erreur ;
- ▷ #IMPLIED : attribut facultatif ;
- ▷ #FIXED : l'attribut a une valeur fixe (donnée par défaut) ;

```
<!ATTLIST projet version FIXED "1.0">
```
- ▷ valeur par défaut donnée entre guillemets

```
<!ATTLIST page_web protocole NMOKEN "http">
```

DTD : la notion d'espace de nom

Elle permet de grouper des éléments et des attributs ensembles.

Exemple :

```
1<?xml version='1.0' encoding='UTF-8' ?>  
2<document>  
3<nom>Rapport d'activité</nom>  
4<graph:graphique xmlns:graph= 'http://maths.com/dtds/graphml'>  
5<graph:nom>Courbe d'amortissement</graph:nom>  
6...  
7</graph:graphique>  
8</document>
```

Un espace de nom est défini par `xmlns:prefix=URL`, où URL est une valeur unique garantissant l'unicité de l'espace de nom.

Ici, le préfixe `graph` a été défini comme accès à l'espace de nom défini dans le DTD `graphml`.

L'intérêt des espaces de noms est de faire cohabiter dans un même document des parties différentes pouvant être traitées séparément de manière automatique.

DTD : autre

Les commentaires

Ils sont compris entre les balises <!-- et -->.

Exemple: <!-- Ceci est un commentaire XML -->

Les sections CDATA

Permettent de définir des zones de textes non interprétées par les navigateurs XML

Comprises entre les balises <![CDATA[et]]>

Exemple: <![CDATA[ici <h1> n'est pas une balise mais du texte]]>

Instructions de traitement

<?Programme et ?> désigne le programme chargé d'interpréter les instructions.

Exemple: <?php ... ?>

Résumé XML

Il y a seulement 4 balises principales :

- <?xml ...> : version XML utilisée ;
- <!DOCTYPE ...> : classe de documents ;
- <!ELEMENT ...> : les balises du document ;
- <!ATTLIST ...> : leurs attributs.

Ces 4 balises sont suffisantes pour construire «*n'importe quelle*» classe de documents !

10 CSS : présentation rapide

Les «*Cascading Style Sheets*» sépare la structure de sa mise en page.

Il existe deux concepts essentiels : les **sélecteurs** et les **propriétés**.

Les propriétés possèdent **différentes valeurs** :

color	red yellow rgb(212 120 20)
font-style	normal italics oblique
font-size	12pt larger 150% 1.5em
text-align	left right center justify
line-height	normal 1.2em 120%
display	block inline list-item none

Un **sélecteur** est une liste d'étiquette.

Pour chaque sélecteur, on associe des valeurs à certaines propriétés :

```
b {color: red; font-size: 12pt}
i {color: green}
```

Des sélecteurs plus long permettent de s'adapter au contexte :

```
table b {color: red; font-size: 12pt}
form b {color: yellow; font-size: 12pt}
i {color: green}
```

C'est le sélecteur le plus «spécifique» dont la valeur s'applique.

CSS : exemples

Exemples :

```
<head>
<style type="text/css">
b {color: red;}
b b {color: blue;}
b.foo {color: green;}
b b.foo {color: yellow;}
b.bar {color: maroon;}
</style>
<title>CSS Test</title> </head>
```

```
<body>

```

Hey! Wow! Amazing! Impressive! k00l! Fantastic!

```
h1 { color: #888; font: 50px/50px "Impact"; text-align: center; }
ul { list-style-type: square; } em { font-style: italic; font-weight: bold; }
```

```
<html> <head><title>Phone Numbers</title>
<link href="style.css" rel="stylesheet" type="text/css"> </head>
<body> ... </body>
</html>
```

XML & CSS

Le fichier «annuaire.xml»

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"
2 standalone="yes"?>
3 <?xml-stylesheet href="annuaire.css"
4 type="text/css"?>
5 <response>
6 <companyname>Ma compagnie à moi</companyname>
7 <telephone>05 55 43 69 83</telephone>
8 </response>
```

Le résultat dans un navigateur:

Ma compagnie à moi
05 55 43 69 83

Le fichier «annuaire.css»

```
1 <style type="text/css">
2 response{
3   telephone {
4     display: block;
5     font-size: 11pt ;
6     font-style: italic;
7     font-family: arial ;
8     padding-left: 10px;
9     color: red;
10    }
11   companyname {
12     display: block;
13     width: 250px;
14     font-size: 16pt ;
15     font-family: arial ;
16     font-weight: bold;
17     background-color: teal;
18     color: white;
19     padding-left: 10px;
20   }
21 </style>
```

11 XSLT : aller plus loin que les CSS...

Ce langage permet de définir des «transformations» à appliquer sur un document XML auquel il est appliqué.

Une feuille de style XSLT :

- * est définie par:

```
1<xsl:stylesheet xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform" version="2.0">
2...
3</xsl:stylesheet>
```

- * contient des règles de «templates»;

- * commence le traitement sur le noeud racine du fichier XML.

Une règle de template :

- ◊ est définie par:

```
1<xsl:template match="..."> ...
2</xsl:template>
```

- ◊ XSLT trouve la règle de template qui correspond au noeud courant en sélectionnant le plus spécifique ;

- ◊ évalue le corps du template.

On utilise XPath pour:

- spécifier les motifs pour la sélection des règles de template ;
- sélectionner les noeuds pour les traiter *syntaxe proche des chemins fichier Unix* ;
- créer des conditions booléennes ;
- générer du texte pour le document en sortie.

XSLT: accès aux données

Il est possible de :

- * appliquer un template : <xsl:apply-templates/> (pour le noeud racine ce n'est pas la peine, du moment qu'un template lui correspond indiqué par «/» ou bien simplement son nom);

- * à l'intérieur d'un template :

- ◊ récupérer la valeur d'une balise: <xsl:value-of select="nom_balise"/>
- ◊ récupérer la valeur d'un attribut: <xsl:value-of select="@nom_attribut"/>
- ◊ parcourir les sous-noeuds: <xsl:for-each select="nom_sous_noeud">
- ◊ parcourir les attributs: <xsl:for-each select="@nom_attribut">

```
1<?xml version="1.0"?>
2<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
3<xsl:template match="/">
4<html><head><title>Livres</title></head>
5<body><xsl:for-each select="booklist/book">
6<p><b><xsl:value-of select="title"/></b>
7<i><xsl:value-of select="author"/></i>
8<a href="http://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/{isbn}"/>Details</a></p>
9</xsl:for-each>
10</body></html>
11</xsl:template>
12</xsl:stylesheet>
```

On peut utiliser la notation «{isbn}» permet de récupérer la valeur d'une balise directement dans une chaîne de caractère (ici, pour définir un lien).

XSLT : opérations avancées

Toujours à l'intérieur d'un template et dans le cadre d'un <xsl:for-each ...>:

- * faire des tests de conditions :

- ◊ directement après le for-each :

```
<xsl:if test="not (nom='Mon livre secret')">.
```

Cela permet de traiter ou non un noeud parcouru par le for-each

- ◊ pour tester la présence d'un élément (balise ou attribut):

```
<xsl:if test="dédicace"><li>dédicace: <xsl:value-of select="dédicace"/>
</li></xsl:if>
```

- * des tris:

```
<xsl:sort select="critere" data-type="number"/>
```

À mettre juste après le for-each

- * des sélections:

```
1<xsl:choose>
2<xsl:when test="@type='essence'"><p>Moteur essence</p></xsl:when>
3<xsl:when test="@type='eau'"><p>Vous vous moquez !</p></xsl:when>
4<xsl:otherwise><p>À pédales ?</p></xsl:otherwise>
5</xsl:choose>
```

XSLT: un exemple

Exemple de fichier XML :

```
1<?xml version="1.0"?>
2<?xml-stylesheet href="test_xsl.xsl"
3 type="text/xsl" ?>
4<booklist title="Science Fiction">
5<book>
6<title>The Naked Sun</title>
7<author>Isaac Asimov</author>
8<isbn>0553293397</isbn>
9</book>
10<book>
11<title>Foundation's Triumph</title>
12<author>David Brin</author>
13<isbn>0061056391</isbn>
14</book>
15<book>
16<title>Snow Crash</title>
17<author>Neal Stephenson</author>
18<isbn>0553380958</isbn>
19</book>
20</booklist>
```

En ligne 2, on indique dans l'entête du document XML, la feuille de style à appliquer.

Le résultat obtenu avec la feuille de style :

The Naked Sun*Isaac Asimov*[Details](#)

Foundation's Triumph*David Brin*[Details](#)

Snow Crash*Neal Stephenson*[Details](#)

XSLT: suite de l'exemple

Le fichier xsl associé:

```
1<xsl:stylesheet xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform" version="1.0">
2<xsl:output method="html" encoding="UTF-8"/>
3<xsl:template match="booklist">
4<html>
5<head><title><xsl:value-of select="@title"/></title></head>
6<body><xsl:apply-templates/></body>
7</html>
8</xsl:template>
9
10<xsl:template match="book">
11<p>
12<b><xsl:value-of select="title"/></b>
13<i><xsl:value-of select="author"/></i>
14<a href="http://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/{isbn}"/>Details</a> </p>
15</xsl:template>
16</xsl:stylesheet>
```

Explications

- ▷ ligne 3, on définit le «template» principal sur la racine ;
- ▷ ligne 5, le «@» désigne une valeur d'attribut ;
- ▷ ligne 6, on applique les «templates» définis plus bas ;
- ▷ ligne 10, on définit un «template» pour l'affichage d'un livre ;
- ▷ ligne 14, on obtient dans la chaîne du lien, le contenu de la balise «isbn».

XPath

XPath permet d'accéder à un élément particulier de l'arborescence d'un document XML, il permet de «naviguer» dans un «chemin» à travers l'arborescence.

XPath reconnaît différents types de nœuds :

- le document XML entier ;
- la racine, ou «root» et tous les éléments contenus dedans ;
- les éléments, attributs, et le texte ;

Il est utilisé en particulier dans XSLT.

```
1<root>
2  <one>
3    <two/>
4    <two/>
5  <three>
6    <two/>
7    <lundi meteo="pluie"?/›
8    <jeudi meteo="neige"?/›
9  </three>
10 </one>
11</root>
```

▷ /root/one : sélectionner l'élément <one>
▷ one/two : saut relatif d'un élément <one> à un élément <two>
▷ /root/one/two : sélectionner l'élém. enfant <two>
▷ root/one/three/lundi/@meteo : un attribut est décrit en utilisant le symbole @
▷ root/one/three/lundi[@meteo='pluie'] : un attribut peut être trouvé à l'aide d'une comparaison portant sur sa valeur indiquée entre «[]»

Il est possible de sélectionner l'ensemble des éléments dans un document sans tenir compte de leur localisation dans l'arborescence :

- ▷ //@meteo : sélectionner tous les attributs «meteo» ;
- ▷ //two : sélectionner tous les éléments «<two>».

XPath

Il est possible de sélectionner un ensemble d'éléments en utilisant le *wildcard* «*» :

- ▷ /root/one/three/* : sélectionne les éléments à l'intérieur de <three> ;
- ▷ /* : sélectionne tous les éléments du document.

Le caractère «.» permet de se référer à l'élément courant, les caractères «..» permettent de se référer à l'élément parent :

- ▷ /root/. : se réfère à la racine ;
- ▷ /root/one/three/.. : <one> est le parent de l'élément «three».

Si un document possède une série d'éléments identiques dans une liste, on peut utiliser une valeur d'index entre «[]» pour sélectionner un élément particulier :

- ▷ /root/one/two[1] : le premier élément «<two>» ;
- ▷ /root/one/two[2] : le second ;
- ▷ /root/one/two[last()] : le dernier.

Attention

La numérotation des éléments commence à 1.

XPath

Exemple

```
1<?xml version="1.0"?>
2<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="xslttext.xsl"?>
3<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
4<test>
5<title size="7">Exemple XSLT</title>
6<line>50%</line>
7<para>ceci est un paragraphe</para>
8<text>Texte 1 </text>
9<text>Texte 2 </text>
10<text>Texte 3 </text>
11<text>Texte 4 </text>
12</test>
```

Le résultat:

Exemple XSLT

Texte 1
Texte 2
Texte 3
Texte 4

```
1<xsl:attribute name="size">
2<xsl:value-of select="test/title/@size" />
3<xsl:attribute>
4<xsl:value-of select="test/title"/>
5<font color="ff0000">
6<xsl:attribute name="size">
7<xsl:value-of select="test/text[1]"/> </font>
8<br/> <font size="2" color="0000ff">
9<xsl:value-of select="test/text[2]"/> </font>
10<br/> <font size="3" color="008800">
11<xsl:value-of select="test/text[3]"/> </font>
12<br/> <font size="4" color="ff00ff">
13<xsl:value-of select="test/text[4]"/> </font>
14<br/> <font size="5" color="0088ff">
15<xsl:attribute name="width">
16<xsl:value-of select="test/line" /> </xsl:attribute>
17<hr/> </center> </body> </html>
18</xsl:template> </xsl:stylesheet>
```

Pour aller plus loin

Un exemple de guide de voyage : donner son avis sur des villes visitées

```

1<?xml version="1.0"?>
2<?xmlstylesheet type="text/xsl" href="uk.xsl"?>
3<city> <name location="uk">
4<brief>Liverpool is in the North of England.</brief>
5<general>Three universities, two cathedrals, one airport </general>
6<fun>Bars, clubs, the FACT center</fun>
7<places>Albert Dock</places>
8<places>Speke Hall</places>
9<places>The Cathedrals</places>
10<comments>An interesting place - Jim</comments>
11<comments>Scary! - Beaker</comments>
12<comments>Good fun if you like to party - Sally</comments>
13</name>
14</city>
```

On voudrait :

- tenir compte de la localisation du document indiquée par «location»;
- afficher la description «<brief>», «<general>» et «<fun>»;
- afficher chaque commentaire indiqué par des «<comments>»;
- en fonction du nombre de commentaires, afficher si la destination est populaire ou non.



COMPLÉMENT

Pour aller plus loin

Début du fichier XSL

```

1<?xml version="1.0"?>
2<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
3<xsl:template match="/">
4<html><body>
5<xsl:if test="/name[@location='uk']">
6  <font size="2"><i>UK version </i></font>
7</xsl:if>
8<hr width="60%" align="left"/>
9<!-- HTML table -->
10<table border="0">
11<tr><th>Category</th><th>Info</th></tr>
12<tr><td><font color="0000ff">Brief Description:</font><br/>
13  </td> <xsl:value-of select="/brief"/></td>
14</tr>
15<tr><td><font color="0000ff">General info:</font></td>
16  <td><xsl:value-of select="/general"/></td>
17</tr>
18<tr><td><font color="0000ff">Fun bits:</font></td>
19  <td><xsl:value-of select="/fun"/></td>
20</tr>
21<tr><td><font color="0000ff">Places to Visit:</font>
22  </td>
23</tr>
```

Le résultat:

Category	Info
	<p>UK version</p> <p>Brief Description: Liverpool is in the North of England.</p> <p>General info: Three universities, two cathedrals, one airport</p> <p>Fun bits: Bars, clubs, the FACT center</p> <p>Places to Visit:</p> <p>Albert Dock Speke Hall The Cathedrals</p> <p>Your Comments:</p> <p>An interesting place - Jim Scary! - Beaker Good fun if you like to party - Sally</p>

Page popularity: High



COMPLÉMENT

Pour aller plus loin

La suite du fichier XSL

```

22<xsl:for-each select="city/name/places">
23<xsl:sort select="places"
24  order="descending" data-type="text"/>
25  <tr><td></td>
26  <td><xsl:value-of select=". /> </td>
27  </tr>
28</xsl:for-each>
29<tr><td><font color="0000ff">Your Comments:</font></td>
30</tr>
31<xsl:for-each select="city/name/comments">
32<xsl:sort select="comments" order="ascending"/>
33  <tr><td></td> <td> <xsl:value-of select=". /> </td></tr>
34</xsl:for-each> </table> <hr width="60%" align="left"/>
35<xsl:choose>
36  <xsl:when test="count(/city/name/comments)>2">
37    <font size="2"> Page popularity: High </font>
38  </xsl:when>
39  <xsl:otherwise> <font size="2"> Page popularity: Average
40 </font>
41  </xsl:otherwise>
42</xsl:choose>
43</body></html>
44</xsl:template>
45</xsl:stylesheet>
```

- ①⇒ parcours des différentes «places»
- ②⇒ récupération de la valeur de la balise courante
- ③⇒ choix entre différentes conditions
- ④⇒ permet de compter les éléments et de prendre une décision booléenne



COMPLÉMENT

DTD : les limitations

Soit un DTD pour définir des recettes:

```

1<!ELEMENT collection (description, recette*)>
2<!ELEMENT description (#PCDATA)>
3<!ELEMENT recette (titre,date,ingredient*,preparation,remarque?,
4 nutrition,relatif*)>
5<!ATTLIST recette id ID #IMPLIED>
6<!ELEMENT titre (#PCDATA)>
7<!ELEMENT date (#PCDATA)>
8<!ELEMENT ingredient (ingredient*,preparation)?>
9<!ATTLIST ingredient name CDATA #REQUIRED quantité CDATA #IMPLIED
10 unité CDATA #IMPLIED>
11<!ELEMENT preparation (étape*)>
12<!ELEMENT étape (#PCDATA) > <!ELEMENT comment (#PCDATA) >
13<!ELEMENT nutrition EMPTY>
14<!ATTLIST nutrition calories CDATA #REQUIRED graisse CDATA #REQUIRED
15 protéine CDATA #REQUIRED>
16<!ELEMENT relatif EMPTY>
17<!ATTLIST relatif ref IDREF #REQUIRED>
```

Problèmes :

- calories : doit être un nombre positif;
- protéine : est un pourcentage compris entre 1 et 100;
- unité ou quantité : un seul à la fois parmi les deux;

Comment faire ? Remplacer les DTDs...

12 XSD, «XML Schema Definition»

Buts:

- * plus expressif que les DTDs ;
- * utilise une notation XML ;
- * plus de simplicité ;
- * auto-documenté ;

Les contraintes techniques :

- * doit gérer les espaces de noms ;
- * permet de définir des types de données utilisateurs ;
- * supporte de l'héritage à la manière de l'objet ;
- * possède une documentation interne ;
- * ...

Les propositions :

- ▷ Définition simple de type, *simpleType* : utilisation de chaîne unicode ;
- ▷ Définition complexe de type, *complexType* : définit un contenu et un modèle d'attribut ;
- ▷ Déclaration Élément : associer un nom d'élément avec un type simple ou complexe ;
- ▷ Déclaration Attribut : associer un nom d'attribut avec un type simple ;
- ▷ Possibilité de définir le nombre d'occurrence d'un élément/attribut.

XSD : un exemple

Exemple : Définition d'une carte de visite

```
1<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2<b:card xmlns:b="http://businesscard.org"
3  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4  xsi:schemaLocation="http://businesscard.org
5    business_card.xsd">
6< b:name>John Doe</ b:name>
7< b:title>CEO, Widget Inc.</ b:title>
8< b:email>john.doe@widget.com</ b:email>
9< b:phone>(202) 555-1414</ b:phone>
10< b:logo b:uri="widget.gif"/>
11</b:card>
```

Remarques :

- ▷ L'espace de nom est «*b*».
- ▷ Le *schemaLocation* assure l'unicité du XSD pour éviter les conflits.
- ▷ Il est possible d'utiliser :

```
1<card xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
2  xsi:noNamespaceSchemaLocation="schema.xsd">
```

Pour faire référence à un fichier XSD local, à l'aide du *noNamespaceSchemaLocation*.

Schémas XML : suite de l'exemple

```
1<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
2  xmlns:b="http://businesscard.org"
3  targetNamespace="http://businesscard.org">
4<element name="card" type="b:card_type"/>
5<element name="name" type="string"/>
6<element name="title" type="string"/>
7<element name="email" type="string"/>
8<element name="phone" type="string"/>
9<element name="logo" type="b:logo_type"/>
10<attribute name="uri" type="anyURI"/>
11<complexType name="card_type"> <sequence>
12  <element ref="b:name"/>
13  <element ref="b:title"/>
14  <element ref="b:email"/>
15  <element ref="b:phone" minOccurs="0"/>
16  <element ref="b:logo" minOccurs="0"/>
17 </sequence> </complexType>
18<complexType name="logo_type">
19<attribute ref="b:uri" use="required"/>
20</complexType>
21</schema>
```

```
— xterm —
pef@darkstar:~/XML$ xmllint bcard.xml --schema bcard.xsd --noout
bcard.xml validates
```

XSD, un autre exemple

Une description de livre :

```
1<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2<book xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance
3 xsi:noNamespaceSchemaLocation="schema.xsd">
4  <title>Cryptography Engineering</title>
5  <author>Bruce Schneier</author>
6  <type>Non-fiction</type>
7</book>
```

et le fichier *schema.xsd*:

```
1<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2<xss:schema xmlns:xss= "http://www.w3.org/2001/XMLSchema
3   elementFormDefault="qualified">
4<xss:element name="book">
5<xss:complexType> <xss:sequence>
6<xss:element name="title" type="xs:string"/>
7<xss:element name="author" type="xs:string"/>
8<xss:element name="type" type="xs:string"/>
9</xss:sequence> </xss:complexType> </xss:element>
10<!--end the schema-->
11</xss:schema>
```

Ici, l'espace de nom est *xs*, très souvent utilisé par défaut.

XSD : la définition des «éléments»

Définition d'un élément

Un élément en XSD est soit :

- * **simple**: il contient du texte mais ne contient pas de sous-éléments ni d'attributs ;
- * **complexe**: il peut avoir des sous-éléments, des attributs, du texte ou bien être vide.

Les différences entre «simple» et «complexe»

- ▷ <separateur/>: pas un type complexe;
- ▷ <auteur> Isaac Asimov</auteur>: pas un type complexe;
- ▷ <parking id="456"/>: type complexe;
- ▷ <parking id="456">M. Durand</parking>: type complexe;
- ▷ <individu><nom>James</nom><prenom>Kirk</prenom></individu>: type complexe.

Le type «complexe»

```
1<xs:element name="elementname">           Il existe différentes possibilités:  
2<xs:complexType> <xs:sequence>          ◦ sequence: indique un ordre fixe sur les sous-élém.  
3<xs:element name="taga" type="xs:string"/> ◦ all: n'indique pas d'ordre sur les sous-élém.  
4<xs:element name="tagb" type="xs:string"/> ◦ choice: indique de choisir les sous-élém. présents;  
5</xs:sequence> </xs:complexType>          ◦ maxOccurs et minOccurs: indique combien un sous-élém.  
6</xs:element>                            peut être présent.
```

Exemple de type complexe

```
1<xs:element name="optional" type="xs:string" minOccurs="0"/>  
2<xs:element name="nm" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="40"/>  
3<xs:element name="maxfive" type="xs:string" maxOccurs="5"/>  
4<xs:element name="infinite" type="xs:string" maxOccurs="unbounded"/>
```

XSD : les types de données pour un élément

Les types simples qui s'appliquent aux contenus

Les types de données :

```
1<type="xs:string"  
2type="xs:decimal"  
3type="xs:integer"  
4type="xs:anyURI"  
5type="xs:date"  
6type="xs:time"  
7type="xs:duration"  
8type="xs:byte"  
9type="xs:negativeInteger"  
10type="xs:nonNegativeInteger"  
11type="xs:boolean"
```

Les valeurs possibles :

```
1Chaîne de caractères, ex. "Salut !"  
2Nombre à virgule, ex. 11.6, 5.3  
3Nombre entier, ex. 7, 8, 42  
4Un lien, ex. libpfb.so  
5Année/Mois/Jour, ex. 2003-08-15  
6Heure/Min/Sec, ex. 10:22:00  
7PeriodYrMnthHrMinSec, ex. P4Y3M2D  
8Une valeur sur 8bits de -128 à 127  
9Nombre entier négatif, ex. -256  
10Nombre entier positif, ex. 100, 999  
11TRUE, FALSE, 1 or 0
```

Il est possible de choisir une valeur par défaut :

```
1<xs:element name="month" type="xs:string" default="Jan"/>  
2<xs:element name="pi" type="xs:decimal" fixed="3.14159"/>
```

Pour définir un élément avec un **contenu vide**, on le définit sans type :

```
1<xs:element name="separateur"/>
```

XSD : les types de données simple obtenus par «restriction»

On définit un nouveau type de donnée qui va s'appliquer sur un «*simpleType*» :

```
1<xs:simpleType name="restreint">  
2<xs:restriction base="xs:string">  
3<xs:maxLength value="4"/>  
4</xs:restriction>  
5</xs:simpleType>
```

Pour l'utiliser:

```
1<xs:element name="type" type="restreint"/>
```

D'autres définitions

- ◊ Pour un type «*string*», il est possible d'utiliser *maxLength* et *minLength*.
- ◊ Pour un choix parmi différentes valeurs:

```
1<xs:enumeration value="News"/>  
2<xs:enumeration value="Sport"/>  
3<xs:enumeration value="Musique"/>
```
- ◊ Pour un choix d'une valeur numérique:

```
1<xs:minInclusive value="50"/>  
2<xs:maxInclusive value="200"/>
```
- ◊ Pour une taille exprimée en nombre de chiffres:

```
1<xs:totalDigits value="7"/> un nombre jusqu'à 7 chiffres  
2<xs:fractionDigits value="2"/> le nombre 1.55 est valide, 1.552 ne l'est pas.
```

XSD : les types de données simple obtenus par «restriction»

Il est possible de définir des types de données à l'aide:

d'expressions régulières :

```
1<xs:pattern value="[a-zA-Z0-9]{4,8}"/>  
2<xs:pattern value="[a-z]{5}"/>  
3<xs:pattern value="(\d){4,}"/>  
4<xs:pattern value="[a-fA-F0-9]{1,4}"/>
```

d'union pour permettre des alternatives :

de liste :

```
1<xs:simpleType>  
2  <xs:list item="xs:int">  
3</xs:simpleType>
```

le contenu «10 20 30» sera accepté.

d'énumération :

```
1<xs:simpleType name="couleur">  
2  <xs:restriction base="xs:string">  
3    <xs:enumeration value="rouge">  
4    <xs:enumeration value="vert">  
5    <xs:enumeration value="bleu">  
6  </xs:restriction>  
7</xs:simpleType>
```

On peut aussi traiter les espaces :

```
1<xs:whiteSpace value="preserve"/> "Space text" reste inchangé  
2<xs:whiteSpace value="collapse"/> "Space text" se transforme en "Space text"  
«collapse» réduit des espaces multiples en un seul espace comme en HTML.  
«preserve» conserve le formatage.  
«replace» change les retours à la ligne en espace.
```

Pour la **signature électronique**, il est important de gérer les espaces de manière à **supprimer toute ambiguïté**.

XSD : la définition d'attributs

Un attribut est défini avec «attribute» au sein d'un **type complexe** uniquement.

Chaque définition d'attribut doit être :

- accompagnée d'un nom et d'un **type simple** uniquement ;
- déclaré comme optionnel ou requis ;
- associé à une valeur par défaut.

```
1<xs:attribute name="code" type="xs:number" use="optional"/>
2<xs:attribute name="colour" type="xs:string" use="optional"/>
3<xs:attribute name="id" type="xs:string" use="required"/>
```

On peut définir des groupes pour lier des attributs et les utiliser dans un élément :

```
1<xs:attributeGroup name="att">
2<xs:attribute name="age" type="xs:number"/>
3<xs:attribute name="titles" type="xs:string"/>
4</xs:attributeGroup>
5
6<xs:element name="author">
7<xs:complexType>
8<xs:simpleContent>
9<xs:extension base="xs:string">
10<xs:attributeGroup ref="att"/>
11</xs:extension>
12</xs:simpleContent>
13</xs:complexType>
14</xs:element>
```

On fait le lien entre la définition et l'utilisation avec le **ref.**

XSD : la définition d'attributs

La définition d'un élément vide avec attributs

```
1<xs:element name="image">
2<xs:complexType>
3<xs:attribute name="source"
4 type="xs:string"/>
5</xs:complexType>
6</xs:element>
```

Cette définition s'utilise comme la balise «img» du HTML.

Un élément avec contenu simple et attributs

```
1<xs:element name="individu">
2<xs:complexType><xs:simpleContent>
3<xs:extension base="xs:string">
4<xs:attribute name="nom"
5 type="xs:string"/>
6</xs:extension>
7</xs:simpleContent></xs:complexType>
8</xs:element>
```

Un élément avec contenu complexe et attributs

```
1<xs:element name="individu"> <xs:complexType>
2<xs:sequence>
3<xs:element name="nom" type="xs:string"/>
4<xs:element name="prenom" type="xs:string"/>
5</xs:sequence>
6<xs:attribute name="id" type="xs:token"/><xs:complexType>
7</xs:element>
```

On ne peut inclure dans la balise «individu» que les deux balises «nom» et «prenom».

Un élément avec contenu mixte

```
1<xs:complexType name="personne" mixed="true">
2<xs:sequence>
3<xs:element name="nom" type="xs:string"/>
4<xs:element name="prenom" type="xs:string"/>
5</xs:sequence>
6</xs:complexType>
7<xs:element name="employe" type="personne"/>
```

On peut mélanger texte et balises dans le contenu de la balise «employe».

XSD : exemples de déclaration d'élément et d'attribut

Exemples :

- <element name="serialnumber" type="nonNegativeInteger"/>
- <attribute name="alcool" type="pourcentage"/>

Type simples :

string, boolean, decimal, float, double, dateTime, time, date, hexBinary, base64Binary, anyURI etc.

Types dérivés contraints

length, minLength, maxLength, pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive, totalDigits, fractionDigits

Exemple

```
1<simpleType name="score_from_0_to_100">
2<restriction base="integer">
3<minInclusive value="0"/> <maxInclusive value="100"/>
4</restriction>
5</simpleType>
6
7<simpleType name="pourcentage"> <restriction base="string">
8<pattern value="([0-9] | [1-9][0-9] | 100) \%"/> </restriction>
9</simpleType>
```

À la ligne 6, on utilise une **expression régulière**.

XSD : dérivation de type

La «restriction» est une forme de «dérivation» à partir d'un type existant :

```
1<simpleType name="integerList">
2<list itemType="integer"/> </simpleType>
3
4<simpleType name="boolean_or_decimal">
5<union>
6<simpleType> <restriction base="boolean"/> </simpleType>
7<simpleType> <restriction base="decimal"/> </simpleType>
8</union>
9</simpleType>
```

Ici, la dérivation est réalisée sur un type simple. Sur un type complexe, on peut utiliser l'«extension» qui ressemble à de l'héritage...

Conclusion

On appelle «schéma», une description formelle de la syntaxe d'un langage basé sur XML :

- * DTD : langage simple de schéma : éléments, attributs, entités, ...
- * Schéma XML : langage plus avancé :
 - déclaration d'élément/attribut ;
 - type simple/complexe/dérivé ;
 - contrôle de la valeur des contenus ;
 - etc.



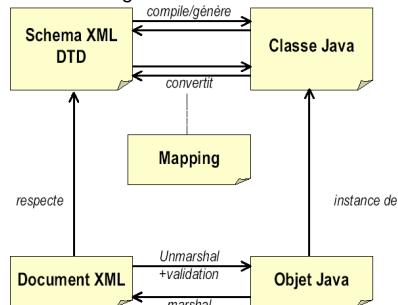
Avec SAX, «Simple API for XML» :

- * qui est une API pour la lecture d'un flux XML :
- * interface événementielle : une balise ouvrante est un événement, une balise fermante est un événement, etc

Avec DOM, «Document Object Model» :

- * génère une arborescence d'objet correspondant à la structure du document XML ;
- * possibilité de naviguer dans cette arborescence ;
- * lourd !

XML Data Binding :



Permet de faire de la sérialisation d'objet, mais il faut faire attention, l'ordre entre les noeuds peut être perdu et cela peut poser des problèmes lors de la dé-sérialisation : mauvaise valeur d'index, etc
Il faut bien définir le format !

SAX : Utilisation

1. Utilisation du package `org.xml.sax`;
2. Implémentation de l'interface `ContentHandler`;
3. instanciation d'un parser en lui indiquant quel gestionnaire de contenu à utiliser ;
4. fini !

API du ContentHandler

- * `setDocumentLocator` : connaitre la position du curseur de lecture (numéro ligne et de colonne) dans le document; utile pour déboguer mais à éviter de manipuler.
- * `startDocument` : à appeler une seule fois au démarrage de l'analyse avant toutes les autres (à part `setDocumentLocator`) et sert à initialiser le parser.
- * `endDocument` : à appeler à la fin, permet de nettoyer et de finaliser le parser.
- * `processingInstruction` : intervient à chaque instruction de fonctionnement, c-à-d en dehors de ceux concernant la structure du document.
Exemple : `<?xml version= '1.0'>`
- * `startPrefixMapping` : intervient à chaque rencontre de l'indication d'un espace de nom ;
- * `endPrefixMapping` : pour la fin de l'utilisation d'un espace de nom ;

SAX : Utilisation



API du ContentHandler – Suite

- * `startElement` : début de la lecture d'un élément XML (la méthode la plus importante) :


```
startElement (String namespaceUri, String localName, String rawName, Attributes atts)
```

 - `namespaceUri` : la chaîne de caractères contenant l'URI complète de l'espace de nommage de l'élément ou une chaîne vide si l'élément n'est pas compris dans un espace de nommage ;
 - `localName` : le nom de l'élément sans le préfixe s'il y en avait un ;
 - `rawName` : est le nom de l'élément version xml 1.0 c-à-d \$prefix:\$localname ;
 - `atts` : la liste des attributs de l'élément que l'on étudiera un peu plus loin.
 - `endElement` : fin de lecture d'un élément.
 - `characters` : correspond au texte entre les balises : `<maBalise>un peu de texte</maBalise>`

COMPLÉMENT



SAX : un exemple

```

1 // Exemple d'utilisation : récupération de la quantité de farine dans une recette
2 import java.io.*;
3 import org.xml.sax.*;
4 import org.xml.sax.helpers.*;
5 import org.apache.xerces.parsers.SAXParser;
6
7 public class Flour extends DefaultHandler {
8     float amount = 0;
9     public void startElement(String namespaceURI, String localName,
10                           String qName, Attributes atts) {
11         if (namespaceURI.equals("http://recipes.org") && localName.equals("ingredient")) {
12             String n = atts.getValue("", "name");
13             if (n.equals("flour"))
14                 if (String a = atts.getValue("", "amount")); // assume 'amount' exists
15                     amount = amount + Float.valueOf(a.floatValue());
16     }
17     public static void main(String[] args) {
18         Flour f = new Flour();
19         SAXParser p = new SAXParser();
20         p.setContentHandler(f);
21         try { p.parse(args[0]); }
22         catch (Exception e) { e.printStackTrace(); }
23         System.out.println(f.amount);
24     }
25 }
  
```

COMPLÉMENT



COMPLÉMENT

SAX : suite de l'exemple

```

1<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
2<dtd href="recipes.dtd"?>
3<collection xmlns="http://recipes.org"
4  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
5  xsi:schemaLocation="http://recipes.org recipes.xsd">
6  <description>Some recipes used in the XML tutorial.</description>
7<recipe>
8  <title>Ricotta Pie</title>
9  <ingredient name="ricotta cheese" amount="3" unit="pound" />
10 ...
11  <preparation>
12  <step>Beat the 12 eggs, 2 cups sugar and vanilla extract together.</step>
13  </preparation>
14  </ingredient>
15  <ingredient name="flour" amount="4" unit="cup" />
16 ...
17  <ingredient name="vanilla extract" amount="1" unit="teaspoon" />
18  <preparation>
19  <step>Combine the flour, baking powder, and 1 cup of the sugar together.
20  </step>
21 ...
22  </recipe>
23</collection>

```



COMPLÉMENT

14 XML DOM & XSLT : utilisation de JavaScript

Dans un fichier XSLT, on peut utiliser du JavaScript, pour manipuler XML & XSL.

On va définir le code JavaScript dans le document HTML produit par le fichier XSLT :

```

1<xsl:template match="/">
2<html>
3<head>
4  <title>Collection de nuages</title>
5  <script type="text/javascript"><![CDATA[
6  var XMLsource = new Object;
7  var XSLsource = new Object;
8  XMLsource = document.XMLDocument;
9  XSLsource = document.XSLDocument;

10  function changecouleur()
11  {  balisefont=XSLsource.documentElement.selectNodes("//font");
12    couleur=balisefont[0].getAttribute('color');
13    ...
14    document.body.innerHTML = XMLsource.transformNode(XSLsource); }

15  function affichealtitude(altmax, altmin)
16  { alert("Altitude maximale de ce nuage :" + altmax + "m, minimale :" +
17    altmin + "m."); }
18  ]]></script>
19</head>

```

XML, DOM & XSLT : utilisation de JavaScript

```

20<!--  <body onClick="changecouleur()">-->
21<body>
22  <h1>Les nuages</h1>
23  <xsl:for-each select="nuages/nuage">
24  <h2 onClick="affichealtitude({altitude/@max}, {altitude/@min})">
25  <xsl:value-of select="nom/text()"/></h2>
26  <p>Ce type de nuage possède les <font color="red">espèces</font>
27  suivantes:&#160;:</p>
28  <ul>
29    <xsl:for-each select="nom/espece">
30      <li><xsl:value-of select="."/></li>
31    </xsl:for-each>
32  </ul>
33  </xsl:for-each>
34 </body>
35</html>
36</xsl:template>

```

Explications :

- ligne 5 : on ajoute du code JavaScript dans la partie `<head>` de la page résultat de XSLT, et pour ne pas que ce contenu soit interprété on le met entre `<![CDATA[et]]`.
- ligne 8 et 9 : on accède au DOM pour la partie XML et XSL ;
- ligne 15 : la modification d'un élément de XSL est propagé sur la transformation de l'élément XML, ce qui force l'apparence à changer dans le navigateur ;
- ligne 24 : pour chaque «nuage» du document XML, on attache un événement sur le click de la souris qui appelle la fonction en passant en paramètre la valeur des attributs `altitude/@min` et `altitude/@max`.

XML, DOM & XSLT : utilisation de JavaScript

Le fichier «nuages.xml» associé à l'exemple :

```

1<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2<nuages>
3<nuage>
4  <nom>altocumulus
5  <espece>lenticularis</espece>
6  <espece>stratiformis</espece>
7  <espece>castellanus</espece>
8  <espece>flocus</espece>
9  </nom>
10 <altitude max="6000" min="2000"/>
11 <hydrometeores>Aucun.</hydrometeores>
12</nuage>
13</nuages>

```

15 XML DOM: JavaScript & AJAX



Ajax, «Asynchronous JavaScript + XML» permet à un document HTML chargé dans un navigateur de faire des requêtes asynchrones, c-à-d sans avoir à recharger le contenu du document, sur un serveur pour récupérer un contenu au format XML.

L'objet JavaScript permettant de faire cette récupération est XMLHttpRequest :

- abort() : arrête la requête courante;
- getAllResponseHeaders() : retourne la chaîne contenant toutes les en-têtes de la réponse HTTP du serveur;
- getResponseHeader("name") : retourne la valeur sous forme chaîne d'une en-tête donnée par son nom;
- open("method", "url", asyncflag, "username", "password") : réalise la configuration de la future requête où l'on peut donner l'URL, la méthode HTTP employée (en général «GET» ou «POST») ainsi que des options supplémentaires comme un «login/mot de passe» et un drapeau si l'on désire que la requête se fasse de manière asynchrone;
- send(content) : transmet la requête, avec un paramètre optionnel pouvant être une chaîne ou bien des données du DOM;
- setRequestHeader("label", "value") : permet de créer des associations «nom, valeur» qui pourront être transmises avec la requête et suivant la méthode sélectionnée («GET» ou «POST»).

COMPLÉMENT

XML DOM : JavaScript & AJAX



Les propriétés de l'objet XMLHttpRequest :

- onreadystatechange : gestionnaire d'événement, «Event handler», qui est appelé à chaque changement d'état;
- readyState : fournit le statut de l'objet : (0 = uninitialized, 1 = loading, 2 = loaded, 3 = interactive, 4 = complete);
- responseText : une chaîne correspondant au contenu des données retournées par le serveur;
- responseXML : la représentation DOM des données retournées par le serveur;
- status : le code numérique de retour de la requête HTTP au serveur le «HTTP status code» ;
- statusText : la chaîne de caractères de description du «code de status».

COMPLÉMENT

XML AJAX: un exemple

```
1<html><head><title>Exemple</title>
2<script type="text/javascript" language="JavaScript">
3var obj;
4function getData() {
5document.body.style.cursor='wait';
6if (window.XMLHttpRequest)
7{ obj = new XMLHttpRequest();}
8else if (window.ActiveXObject)
9{ obj = new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");}
10
11var goUrl = "http://localhost/document_annuaire.xml";
12obj.onreadystatechange = xmlReady;
13obj.open("GET",goUrl, false );
14obj.send();
15document.body.style.cursor='auto';
16
17}
```

L'obtention de cet objet dépend du navigateur employé.

COMPLÉMENT

XML AJAX: un exemple – suite

```
18function xmlReady() {
19  if (obj.readyState == 4) { // On verifie le succes de la requette AJAX
20    if (obj.status == 200) { // On verifie que le document a bien ete trouve
21      var xmldoc = obj.responseXML;
22      var node1 = xmldoc.selectSingleNode('response/telephone');
23      var node2 = xmldoc.selectSingleNode('response/companyname');
24      document.forms[0].telephone.value = node1.firstChild.data;
25      document.forms[0].cname.value = node2.firstChild.data;
26    }
27  }
28</script></head><body>
29<form id="frmTest">
30  Compagnie: <input type="text" name="cname" /><br />
31  T&eacute;lephone : <input type="text" name="telephone" /><br />
32  <input type="button" value="Click" onclick="getData();"/>
33</form></body></html>
```

Explications :

- ligne 19 et 20 : on vérifie que la récupération du document XML s'est bien réalisée sans erreur

XML DOM & JavaScript

Les instructions de manipulation de l'arborescence du DOM :

- basename : retourne le nom d'un noeud (mais sans le «namespace»);
- childNodes : retourne la liste de tous les noeuds enfant du noeud sélectionné ;
- lastChild : retourne le dernier fils du noeud courant ;
- nextSibling : retourne le prochain noeud qui suit immédiatement le noeud courant.
Deux noeuds sont «siblings», ou cousins, s'ils ont le même parent ;
- parentNode : retourne le noeud parent d'un noeud (pour le noeud racine, renvoie Null) ;
- text : retourne le contenu texte d'un noeud et de tous ses enfants
- xml : retourne le contenu XML d'un noeud et de tous ses enfants ;
- hasChildNodes : retourne vrai ou faux suivant que le noeud possède ou non des enfants ;
- nextNode : retourne le prochain noeud d'une collection (cette méthode peut être utilisée avec d'autres pour le parcours du DOM) ;
- previousNode : retourne le noeud précédent d'une collection ;
- selectNodes : retourne un objet «*NodeList*» qui contient tous les noeuds correspondant un motif donné, «pattern matching» ;
- selectSingleNode : retourne un objet «*Node*» pour le premier noeud enfant qui correspond à un motif donné.

XML DOM

Exemple en JavaScript :

```
1 for each x in xmlDoc.documentElement.childNodes
2 document.write("<b>" & x.nodeName & ":</b> ");
3 document.write(x.text);
4 document.write("<br />");
5 next
```

Sur le document XML suivant :

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
2 <response>
3 <companyname>Ma compagnie à moi</companyname>
4 <telephone>05 55 43 69 83</telephone>
5 </response>
```

Le point sur XML, AJAX et les navigateurs

Tout dépend du navigateur employé !

- ▷ Pour la requête Ajax :
 - la réalisation de la requête AJAX : un objet différent dans Explorer et Firefox ;
 - la gestion des événements asynchrones ou non liés à la requête ;
 - la détection du succès de la requête ;
- ▷ Pour l'exploitation des données XML reçues :
 - une API de parcours du DOM qui ne fonctionne bien que sous... et mal sous... (mettre le nom de son navigateur favori et celui de son concurrent) ;
 - complexité d'accès aux éléments de l'arborescence XML ;
 - Que faire ensuite de ces éléments récupérés ? Comment les intégrer dans la page HTML ?

La solution

- ne pas dépendre, et ne pas tenir compte, des spécificités des différents navigateurs ;
- manipuler tous les éléments constitutifs de la page HTML ;
- simplifier la réalisation de requête AJAX et faciliter l'accès aux données reçues (XML, JSON, HTML, text, javascript etc.)
- s'intégrer naturellement dans Javascript ;
- que tout soit simple d'utilisation...

⇒ Utiliser JQuery !

JQuery : la bibliothèque qui vient au secours d'Ajax

Qu'est-ce que JQuery ?

Une bibliothèque Javascript d'environ 19Ko compressé (120Ko décompressé) à ajouter à une page HTML :

- qui **normalise** l'utilisation des différents navigateurs ;
- qui bénéficie d'une communauté et d'une forte adoption : Amazon, IBM, Nokia, Google, Microsoft, etc.
- qui permet de disposer d'une interface évoluée, «JQuery UI», dans le navigateur ;
- qui utilise les sélecteurs de CSS v3 pour intervenir sur les éléments du DOM ;
- qui possède de nombreux *plugins* ;
- qui est simple, élégante, bien documentée : elle plaît énormément...
- qui permet d'ajouter de nombreux effets dynamiques à une page HTML :
 - des interactions avec l'utilisateur avec les événements liés à la navigation (c'est du Javascript) ;
 - des effets d'animations graphiques de qualités : *fading*, *Sliding*, etc.
 - l'apparition/masquage et l'ajout/retrait d'éléments dans la page HTML ;
 - la manipulation du CSS : ajout de classe à un élément, changement de valeur d'attributs etc.
 - la gestion d'Ajax, d'XML.
- qui repose sur les 3 opérations suivantes :
 - la sélection d'éléments du DOM via le CSS ;
 - l'application d'opération sur ces éléments au travers de méthodes proposées par JQuery ;
 - le *chaînage* d'opérations multiples sur ces éléments et l'utilisation d'*itération* automatique sur ces éléments.

Sélecteur Action Paramètres

```
JQuery('p') .css ('color', 'red');   changer la couleur des paragraphes
      $('p') .css ('color', 'red');   avec le raccourci «$»
```

JQuery : la bibliothèque qui vient au secours d'Ajax

L'intégration de JQuery dans la page HTML

On peut inclure JQuery en le téléchargeant depuis le CDN de Google (Content Distribution Network) (avantages : rapidité, et mutualisation avec d'autres pages et ou d'autres sites):

```
1<head>
2  <title>Hello jQuery world!</title>
3  <script type="text/javascript"
4    src="http://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.7.0/jquery.min.js">
5  </script>
6</head>
```

Sélection des éléments et ajout dynamique de contenu HTML

```
1<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
2  "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
3<html>
4<head>
5<script type="text/JavaScript"
6  src="http://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.7.1/jquery.min.js"></script>
7</head>
8<body>
9<div id="contents"></div>
10<script>
11var contenu = $('

# Un contenu de plus </h1>'); 12$(contenu).appendTo('#contents'); 13$('#contents').css({'background-color':'yellow', 'width':'400px'}); 14</script> 15</body> 16</html>


```

- ligne 9 : on crée un contenu HTML à partir de texte.
- ligne 10 : on ajoute ce contenu au div qui a pour id contents
- ligne 11 : on modifie le CSS associé au div.

Un contenu de plus

La requête Ajax

En JQuery: \$.ajax(url, [paramètres]);

Paramètre Description

url	L'url de la ressource
type	La méthode HTTP utilisée pour réaliser la requête (GET ou POST en général)
data	Les données à envoyer dans la requête
dataType	Le type de données attendues en retour de la requête : XML, HTML, script, JSON, text
success(data,textStatus,jqXHR)	Une fonction à appeler en cas de succès de la requête
error(jqXHR,textStatus,errorThrown)	en cas d'échec
complete(jqXHR,textStatus)	lorsque la requête est finie
timeout	délai pour la réalisation de la requête

```
1$.ajax({
2  type: 'GET',
3  url: 'books.xml',
4  dataType: 'xml',
5  success: function(donnees, textStatus) {
6    livre = $(donnees).find('author').text(); $('#contents').html(livre); },
7  error: function(xhr, textStatus, errorThrown) {
8    alert('An error occurred! ' + ( errorThrown ? errorThrown : xhr.status )); }
9  });
10});
```

La requête Ajax

```
1<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
2  "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
3<html>
4<head><script type="text/JavaScript"
5  src="http://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.7.1/jquery.min.js"></script></head>
6<body>
7<h2>Contenu fourni par Ajax</h2>
8<div ID="contents"></div>
9<input type="button" id="requete" value="Ajax !">
10
11<script>
12function traiter_livre(index, valeur) {
13  $('#liste_livres').append('<li>' + $(valeur).text() + '</li>');
14}
15function traiter_livres(donnees) {
16  $('#ul_id="liste_livres"></ul>').appendTo('#contents');
17  $.each(donnees, traiter_livre);
18}
19$('#requete').click(function() {
20  $.ajax({
21    type: 'GET',
22    url: 'books.xml',
23    dataType: 'xml',
24    success: function(donnees, textStatus) {
25      traiter_livres($(donnees).find('author'));
26    },
27    error: function(xhr, textStatus, errorThrown) {
28      alert('Une erreur s'est produite! ' + ( errorThrown ? errorThrown : xhr.status )); }
29  });
30});
31</body>
32</html>
```

La requête Ajax

Au chargement de la page:

Contenu fourni par Ajax

Ajax !

Après appui sur le bouton «Ajax !»:

Contenu fourni par Ajax

- Isaac Asimov
- David Brin
- Neal Stephenson

Ajax !

Explications du code proposé sur le transparent précédent

- ligne 6 : un div est défini avec un identifiant unique pour le sélectionner facilement contents ;
- ligne 7 : un bouton est ajouté pour déclencher la récupération du document XML ;
- ligne 13 : on définit une fonction pour traiter la liste complète des éléments «author» du fichier XML, en créant un contenu HTML dynamiquement basé sur une liste non ordonnée «ul» ;
- ligne 10 : on définit une fonction pour traiter un élément author : on l'ajoute à la liste comme nouvel élément ;
- ligne 17 : on associe au bouton une fonction qui réalise la récupération du fichier XML :
 - ligne 19 : utilisation de la méthode HTTP «GET» ;
 - ligne 20 : url de récupération du fichier XML, en chemin relatif par rapport au serveur d'où on a récupéré le document HTML initial ;
 - ligne 21 : on indique attendre un document au format XML ;
 - ligne 22 : en cas de succès de la requête Ajax, on traite son résultat à l'aide de la fonction définie en ligne 13 ;
 - ligne 25 : en cas d'erreur, on affiche un message d'erreur à l'utilisateur dans une fenêtre modale.

Attention à ne pas rappuyer plus d'une fois sur le bouton...

16 XML & SOAP

SOAP, «Simple Object Access Protocol»



SOAP est un format de message en XML permettant d'échanger des informations à l'aide du protocole de transport HTTP.

Il est utilisé dans le cadre des **applications distribuées** avec des échanges de type client/serveur.

Il est constitué :

- ▷ d'une en-tête contenant des infos à destination du serveur, comme un numéro de message, une date d'expiration ou de requête etc.
- ▷ d'un corps où se trouve la requête ou la réponse.

Pour la requête :

```

1<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
2<SOAP-ENV:Envelope xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
3<SOAP-ENV:Header SOAP-ENV:mustUnderstand="1">
4<requestnum>8312</requestnum>
5<date>11/05/03</date>
6</SOAP-ENV:Header>
7
8<SOAP-ENV:Body>
9<m:media xmlns: m="http://videoondemandplace.com">
10<m:name>My documentary</name>
11<m:length>120m</length>
12<m:codec>DivX</codec>
13</m:media>
14</SOAP-ENV:Body>
15</SOAP-ENV:Envelope>
```

XML & SOAP



La réponse associée :

```

1<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
2<SOAP-ENV:Envelope xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
3<SOAP-ENV:Body>
4<SOAP-ENV:Fault>
5<faultcode> SOAP-ENV: MustUnderstand</faultcode>
6<faultstring> Did not understand Header</faultstring>
7</SOAP-ENV:Fault>
8</SOAP-ENV:Body>
9</SOAP-ENV:Envelope>
```

Par exemple, ici, le serveur renvoie un message d'erreur. Complément

COMPLÉMENT

COMPLÉMENT

17 JQuery, AJAX et XML

Plan

- Disposer d'un serveur Web léger;
- Quelques notions de JavaScript.
- JQuery et le DOM :
 - ◊ notion de «classe» et d'«id» : sélection d'élément ;
 - ◊ modification du DOM : ajouter du contenu HTML, modifier des attributs...
 - ◊ interactivité ;
- les éléments de formulaires : cases à cocher, saisie clavier.

Pour l'environnement de développement

Accès HTTP

Il est très important d'accéder au contenu du site web par réseau, service «`http://`», et non par le système de fichier, service «`file://`».

Pour cela, il faut utiliser un serveur Web léger.

Serveur Web léger

- ▷ sous OSX et Linux :

```
python -m SimpleHTTPServer
```

- ▷ sous Windows : Installation de `http://cesanta.com/mongoose.shtml`



On pourra ensuite s'y connecter dans son navigateur avec l'URL suivante :

`http://localhost:8080/»`

Programmation Javascript

Déclaration de variable

```
1 var ma_variable = "";
```

La variable n'a pas de type préalable, il dépend de ce quelle contient. Ici, une chaîne de caractères vide.

```
1 var mon_tableau = new Array();
2 var i = 0;
3
4 for(i=0; i<10; i++)
5 {
6     mon_tableau[i] = i;
7 }
```

Un tableau commence à l'indice zéro.

Manipulation de chaîne de caractères

```
1 var c1 = "un";
2 var c2 = "mot";
3 var c3 = c1 + " " + c2;
4 var taille = c3.length;
```

La concaténation et l'obtention de la taille avec l'attribut length.

```
1 var chaine = "ABCDEFGHIJ";
2 var i = 0;
3 var resultat = false;
4 for(i=0; i < chaine.length; i++)
5 if (chaine[i] == 'E')
6 { resultat = true; }
```

La chaîne de caractères peut être traitée comme un tableau.

Déclaration de fonction

```
1 function ma_fonction() {
2 // ...
3 }
```

```
1 var une_fonction = function () {
2 // ...
3 }
4 une_fonction();
```

Ici, la fonction est anonyme.

Intégrer JQuery

JQuery se présente comme une bibliothèque à intégrer dans le document HTML:

```
1 <script src="js/jquery-1.6.3.min.js">
2 </script>
3 <script>
4 $(document).ready(function() {
5     // Votre programme est ici
6 });
7 </script>
```

```
1 <script src="js/jquery-1.6.3.min.js">
2 </script>
3 <script>
4 $(function() {
5     // Votre programme est ici
6 });
7 </script>
```

La méthodologie en deux étapes

1. Sélectionner un ou des éléments : un «tag» en complément d'une «classe» ou par un «id» :

a.menu

renvoie la liste des «tag anchors» de classe «menu»

#CONTENU

renvoie l'élément d'«id» «CONTENU»

2. Modifier l'élément :

- ◊ changer la valeur d'un attribut;
- ◊ ajouter un nouveau contenu;
- ◊ supprimer un élément;
- ◊ récupérer des informations depuis l'élément;
- ◊ ajouter/supprimer une classe;
- ◊ obtenir un «événement» à partir de l'élément.

Il est possible d'enchaîner les opérations :

```
$('#popUp').width(300).height(300);
```

Le retour d'un appel à JQuery fournit un «objet» capable de supporter des opérations liées à JQuery.

Utilisation de JQuery

Sélectionner un élément:

```
<p class="description">Ceci est une introduction</p>
```

```
$('.description')
```

```
<p id="contenu">Ceci est une introduction</p>
```

```
$('#contenu')
```

modifier le HTML:

```
<div id="conteneur">
    <div id="erreurs">
        <h2>Erreurs:</h2>
    </div>
</div>
```

```
$('#erreurs').html('<p>2 erreurs dans le formulaire.</p>');
```

On aurait aussi pu utiliser .append() pour ajouter le contenu HTML à celui déjà existant.

Supprimer du contenu:

```
$('#popup').remove()
```

ou le remplacer avec replaceWith();

Ajouter/supprimer une classe:

```
$('#alertBox').removeClass('highlight');
```

ou alterner avec toggleClass();

modifier le CSS avec .css:

```
$(p.highlight).css('border', '1px solid black');
```

modifier un attribut avec .attr:

```
$('#banniere img').attr('src', 'images/deux.png');
```

pour un champ de formulaire:

```
<input type="text" id="saisie">
```

obtenir la valeur du champ:

```
var ma_valeur = $('#saisie').val();
```

positionner la valeur du champ:

```
$('#saisie').val('toto@unilim.fr');
```

Utilisation de JQuery

traiter plusieurs éléments avec \$('selecteur').each();

```
1 <div id="bibliographie">
2 <h3>Pages référençant cet article</h3>
3 <ul id="bibListe">
4 <li>...
5 </li>
6 </ul>
7 </div>
```

```
1 $('#a.refbib').each(function() {
2     var extLink = $(this).attr('href');
3     $('#bibListe').append('<li>' +
4         extLink + '</li>');
5});
```

gérer des événements:

◊ le clic de souris: \$('#menu').click();

◊ le survol par la souris: \$('#a').mouseover();

```
1 $('#menu').mouseover(function() {
2     $('#submenu').show();
3 });
4
```

Gérer un menu et faire apparaître un sous menu.

pour un champ de formulaire:

▷ blur() : lorsque le champ du formulaire est désélectionné ;

▷ focus() : lorsque le champ du formulaire est sélectionné ;

▷ change() : lorsque son contenu a changé.

Les opérations avancées

□ la sélection conditionnelle:

```
<input type="checkbox">  
<input type="text">
```

```
$( 'input[type="text"]' ).val('votre email');
```

Ici, on sélectionne l'«input» suivant la condition «est de type "text"» et on change sa valeur.

□ La modification de propriétés:

```
<input type="checkbox">  
<input type="text">
```

```
$( 'input[type="checkbox"]' ).prop('checked', true);  
$( 'input[type="text"]' ).prop('disabled', true);
```

Ici, on change l'état coché ou non coché avec le checked, la zone d'entrée en désactivée ou non avec disabled.

□ l'utilisation des événements clavier:

```
<input type="text" id="chaine">  
<button id="mon_bouton" disabled>Envoyer</button>  
<script>  
$(function() {  
    function appui_touche_clavier() {  
        if ($('#chaine').val().length > 2)  
        {   $('#mon_bouton').prop("disabled",false);  
        }  
        else { $('#mon_bouton').prop("disabled",true);  
        }  
    }  
    $('#chaine').keyup(appui_touche_clavier);  
});  
</script>
```

Ici, on active le bouton «Envoyer» uniquement lorsque la longueur de la donnée saisie est supérieure à 2.