Entités externes non XML: Notation

Voir : http://www.w3.org/TR/REC-xml-names/

Définition

- Une *entité externe non XML* peut contenir n'importe quoi
  - image,
  - son,
  - données,
  - etc.
- Il faut au préalable définir un type :

  <!NOTATION nom_du_type SYSTEM
  "url_associé_au_type" >

Exemples

- <!NOTATION JPEG SYSTEM "JPG">
- <!NOTATION JPG SYSTEM "JPG">
- <!NOTATION PNG SYSTEM "http://www.w3.org/TR/REC-png">
- <!NOTATION SWF SYSTEM "http://www.macromedia.com/software/flash">

- Définition de l'entité externe non XML
  <!ENTITY maison SYSTEM "maison.jpg" NDATA jpeg>

Entité non XML: référence

Premier exemple

- La référence &maison; est impossible (ce n'est pas du XML).
- Son utilisation doit passer par un attribut typé « entité externe non XML » :

DTD : | <!ELEMENT image EMPTY>
| <!ATTLIST image src ENTITY #REQUIRED>

XML : | <image src="maison"/> <!-- pas de &..; -->

Entité non XML: référence

Deuxième exemple

- ***DTD***

```
<!NOTATION GIF89a PUBLIC "-//Compuserve//      NOTATION
                                    Graphics Interchange Format 89a//EN">
<!ATTLIST image source ENTITY #REQUIRED>
<!ENTITY vacances SYSTEM "images/plage.gif" NDATA GIF89a>
<image source="vacances">
```

- La référence &source; est impossible (ce n'est pas du XML).

- XML : <image source="vacances">

Espaces de noms

Voir : http://www.w3.org/TR/REC-xml-names/

Espace de noms

- L'importation d'éléments ou d'attributs contenus dans des entités externes peut entraîner des conflits de noms.
- Ces conflits peuvent être évités en définissant des **espaces de noms**.
- Un **espace de noms** est identifié de façon unique par une URL (Uniform Resource Locator).
- Pour obtenir des noms uniques, il suffit de qualifier chaque nom par l'URL de l'espace de noms dont il provient.
  - le nom obtenu est appelé **nom étendu**.
- Pour simplifier l'écriture des noms étendus, on associe un **préfixe (alias)** à chaque espace de noms.

Déclaration d'un espace de noms

- La déclaration d'un espace de noms et de son préfixe associé consiste à insérer dans la balise ouvrante d'un élément contenant des noms (d'éléments ou d'attributs) issus de cet espace, l'attribut :

  xmlns:préfixe="URI de l'espace de noms"

- On peut déclarer un espace de noms par défaut par l'attribut :

  xmlns="URI de l'espace de noms"

- ou l'annihiler par la déclaration :

  xmlns=""

- La déclaration d'un espace de noms est visible dans l'élément la contenant et dans tous ses descendants à moins qu'un nouvel espace de même préfixe ou bien un nouvel espace par défaut ne soit déclaré.

Noms qualifiés

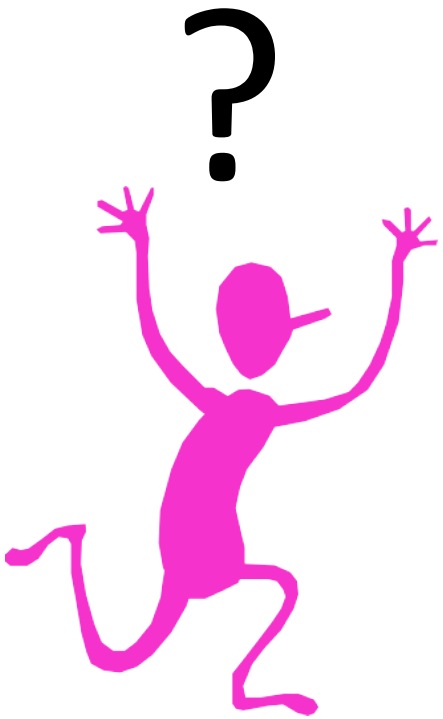
- Tout nom d'élément ou tout nom d'attribut qui n'est pas une déclaration d'espace de noms, est un nom qualifié ayant l'une des deux formes suivantes :
  - *préfixe:nom-local*
  - *nom-local*
- Un nom qualifié préfixé appartient à l'espace de noms associé à ce préfixe dans l'élément englobant le plus imbriqué.
- Un nom qualifié non préfixé :
  - appartient à l'espace de noms par défaut déclaré dans le plus imbriqué des éléments contenant ce nom, s'il en existe un.
  - n'appartient pas à un espace de noms s'il n'existe pas de déclaration d'espace de noms par défaut dans les éléments le contenant.

Exemple d'espace de noms

- Supposons que l'URI *monSite/dtdLivre.xml* contienne une DTD pour la description de livres et que les éléments *auteur*, *editeur* et *année du guide* «Itinéraires skieurs » soient conformes à ces définitions, la description de ce guide pourrait être la suivante :

```
<guide xmlns:livre="monSite/dtdLivre.xml">
<livre:titre>Itinéraires skieurs dans la Vallée de la Clarée
</livre:titre>
<livre:auteur>Jean-Gabriel Ravary</livre:auteur>
<livre:editeur>Le Polygraphe</livre:editeur>
<livre:année>1991</livre:année>
…
<vallon>
<nom>Vallon des Muandes</nom>
…
</guide>
```

END



Le langage XML Schema

http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/
http://www.w3.org/TR/xmlschema-1/
http://www.w3.org/TR/xmlschema-2/

Introduction (1)

- Un schéma écrit en **XML Schema** définit une classe de documents

- Les **XML Schémas** améliore les **DTD** :
  - Un XML schéma est un fichier XML :
    - pas un nouveau langage, pas de parseur dédié.
    - Si on sait lire un fichier XML, on peut lire un schéma

  - Propose des types de données utiles (en plus des chaîne de caractères)
    - Booléen, entier, décimal, chaîne, date,…

Introduction (2)

- Un XML schema est composé :
  - **D'un prologue :**
    - indique quels espaces de noms vont être utilisés
      - Espace de noms : pointeur vers un document (pré-) définissant un vocabulaire qui pourra être utilisé dans le document courant
  - **D'un corps :**
    - Liste d'assertions d'éléments, de types simples ou complexes,…

Schémas : Schema, prologue
Syntaxe

- `<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>`
  - Première assertion d'un document XML

- ```
  <xs:schema
        xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
        targetNamespace="http://www.lri.fr/~thiam/FCXML"
        xmlns="http://www.lri.fr/~thiam/FCXML"
        elementFormDefault="qualified" version="1.0">
  ```

- Définition de l'espace de nom **xs** qui permet d'utiliser le vocabulaire prédéfini pour XML schema
  - Le vocabulaire XML schema devra être préfixé par **xs** !
  ```

Schémas : Schema, prologue
Détails

- **targetNamespace** indique à quel espace de noms appartiennent les éléments définis dans le schéma.

- **xmlns=‘’…’’** indique l’espace de noms par défaut

- **elementFormDefault** indique si les éléments doivent
  - être préfixés : qualified
  - non préfixés : unqualified

  par leur espace de noms

Schémas : Schema, corps

- Le corps permet de définir des éléments :
  - `<xs:element name="library" />`
  - Un élément peut avoir plusieurs attributs optionnels :
    - **Type="…"** : pour définir des types **simples** ou **complexes.**
    - Des restrictions de cardinalités généralisant celles des DTD :
      - *minOccurs*=‘’*x*” ou *maxOccurs*=‘’*x*” avec x ∈ N* ∪ {**unbounded**}

Type simple et type complexe

- Un **type complexe** est un type qui peut contenir des **déclarations** d'attributs et d'éléments.
- Un **type simple** ne peut pas contenir de déclarations d'attributs ou d'éléments.

TYPES SIMPLES

Définition

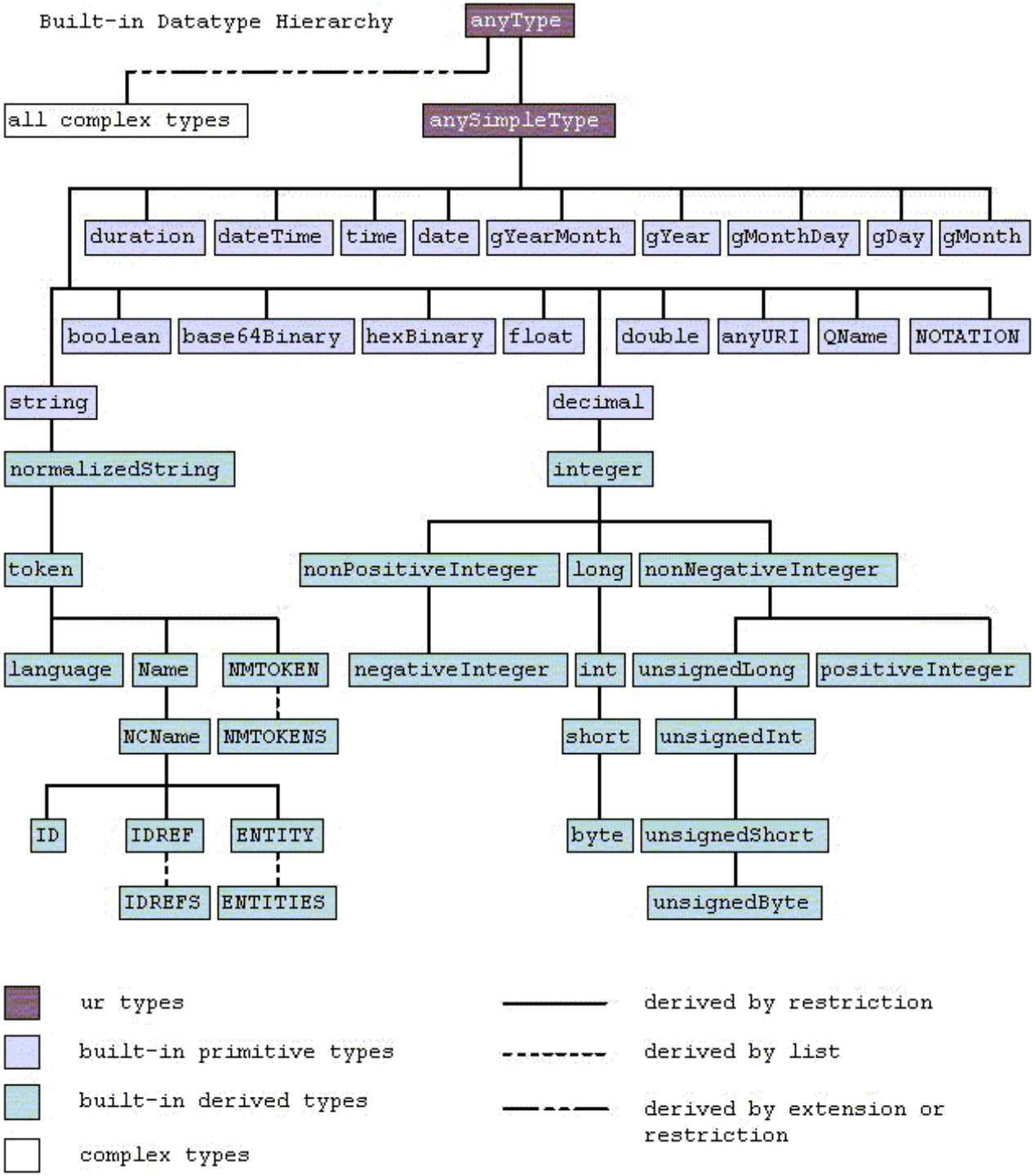
- Un type simple est défini par :
  - un **ensemble de valeurs**,
  - une **représentation lexicale**,
  - un ensemble de **facettes** qui caractérise l'ensemble de valeurs.
- Un type simple peut être :
  - un **type atomique**, un **type liste** ou un **type union,**
  - primitif ou dérivé,
  - prédéfini ou défini par l'utilisateur.

Type atomique, type liste ou type union

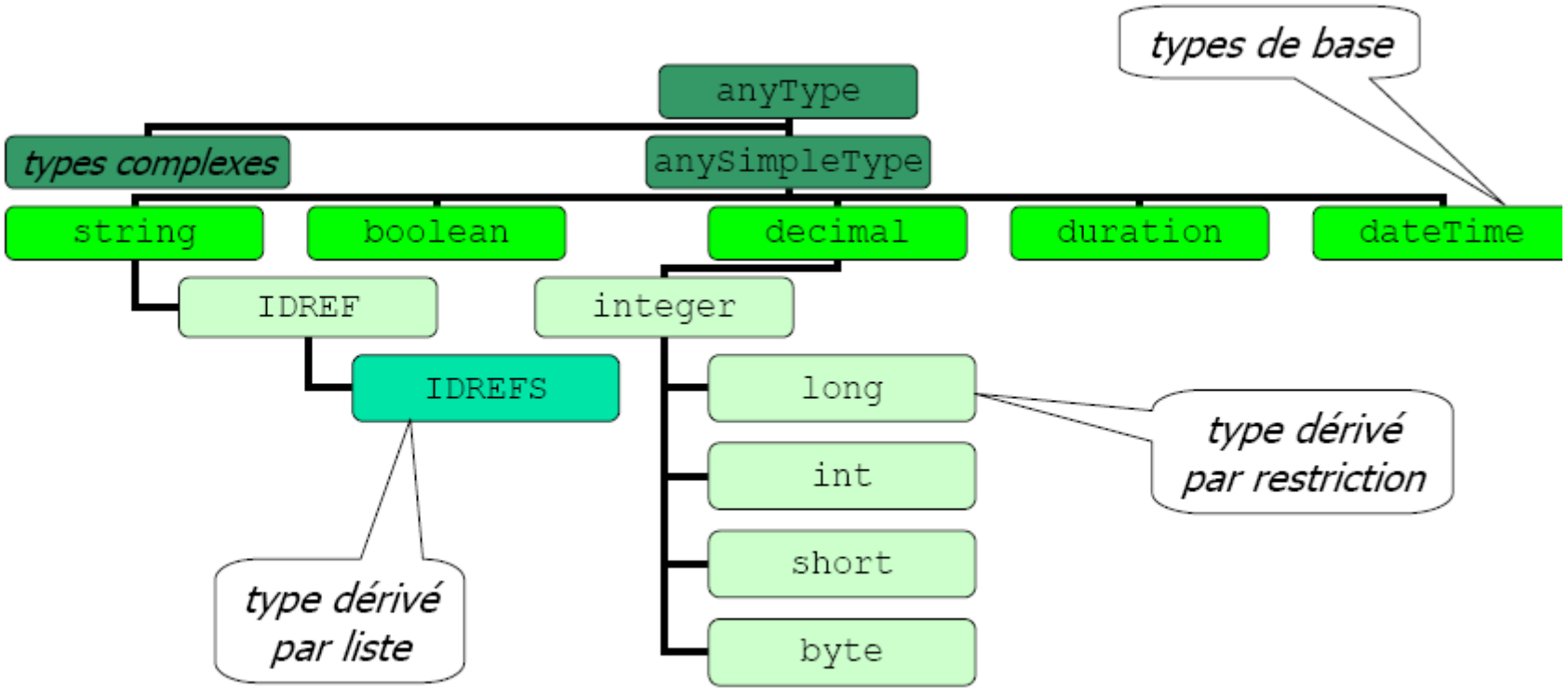
- Un type atomique est un ensemble de valeurs indécomposables dites **valeurs atomiques**.
- Un type liste est un ensemble de séquences de longueur finie de valeurs atomiques.
- Un type union est un ensemble de valeurs atomiques appartenant à plusieurs types atomiques.

Types prédéfinis ou définis par l'utilisateur

- Un type **prédéfini** peut être primitif ou dérivé.
- Un type peut être **défini** par dérivation de types existants.
- Un type défini peut être **anonyme** ou **nommé**.


Built-in Datatype Hierarchy
anyType
all complex types
anySimpleType
duration
dateTime
time
date
gYearMonth
gYear
gMonthDay
gDay
gMonth
boolean
base64Binary
hexBinary
float
double
anyURI
QName
NOTATION
string
decimal
normalizedString
integer
token
nonPositiveInteger
long
nonNegativeInteger
language
Name
NMTOKEN
negativeInteger
int
unsignedLong
positiveInteger
NCName
NMTOKENS
short
unsignedInt
ID
IDREF
ENTITY
byte
unsignedShort
IDREFS
ENTITIES
unsignedByte
ur types
built-in primitive types
built-in derived types
complex types
derived by restriction
derived by list
derived by extension or restriction

Hiérarchie des types prédéfinis : ZOOM



Facettes des types de base : Fondamentales

Datatype	ordered	bounded	cardinality	numeric
string			x	
boolean			x	
float	x	x	x	x
double	x	x	x	x
decimal	x			x
duration	x		x	
dateTime	x		x	

Facettes des types de base :
contraignantes ou non-fondamentales

	string	boolean	decimal	float	duration	dateTime
length	x				x	x
minLength	x					
maxLength	x					
pattern	x	x	x	x	x	x
enumeration	x		x	x	x	x
whiteSpace	x	x	x	x	x	x
minInclusive			x	x	x	x
minExclusive			x	x	x	x
maxInclusive			x	x	x	x
maxExclusives			x	x	x	x
totalDigits			x			
fractionDigits			x			

Types prédéfinis temporels

`duration`	1 an, 2 mois, 3 jours, 10 heures, 30 minutes : `P1Y2M3DT10H30M`
`dateTime`	13h20, le 31 mai 1999 (UTC) : `1999-05-31T13:20` 13h20, le 31 mai 1999 (UTC + 5h) : `1999-05-31T13:20:00-05:00`
`time`	13h20 du jour courant (UTC) : `13:20`
`date`	31 mai 1999 : `1999-05-31`
`gYear`	1999 : `1999`
`gYearMonth`	mai 1999 : `1999-05`
`gMonth`	mois de mai de l'année courante : `--05--`
`gMonthDay`	31 mai de l'année courante : `--05-31`
`gDay`	31 du mois courant : `--31`

Types de base :
string, boolean, float et decimal

`string`	Ensemble des séquences de caractères de longueur finie	
`boolean`	Ensemble de valeurs = {`true`, `false`, `1`, `0`}	

`float`	Ensemble de valeurs = $m \times 2^e$
	où $\|m\| \leq 2^{24}$ et $-149 \leq e \leq 104$
	+
	zéro positif et négatif
	infinité positive et négative
	pas un nombre
		`-1E4`
		`1267.43233E12`
		`12.78e-2 12`
		`0 -0`
		`INF -INF`
		`NaN`

`decimal`	Nombre décimaux de précision arbitraire.
	Ensemble de valeurs = $i \times 10^n$
	où i et n sont des entiers et $n \geq 0$
		`-1.23`
		`12678967.543233`
		`+100000.00`
		`210`

Types prédéfinis dérivés de decimal: un extrait

integer	Dérivé du type decimal par fractionDigits = 0	-1 0 12678967543233 +100000
long	Dérivé du type integer par minInclusive = -9223372036854775808 et maxInclusive = 9223372036854775807	-1 0 12678967543233 +100000
int	Dérivé du type integer par minInclusive = -2147483648 et maxInclusive = 2147483647	-1 0 126789675 +100000
short	Dérivé du type int par minInclusive = -32768 et maxInclusive = 32767	-1 0 12678 +10000
byte	Dérivé du type short par minInclusive = -128 et maxInclusive = 127	-1 0 126 +100

Types dérivés par restriction

- Intervalle
- Énumération
- motif

Intervalle : Exemple

- Ensemble des altitudes des points de la Terre (le plus haut sommet a une altitude de 8850m).

```
<xsd:simpleType name="altitude">
   <xsd:restriction base="xsd:integer">
      <xsd:minInclusive value="0"/>
      <xsd:maxInclusive value="8850"/>
   </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Enumération : Exemple 1

- Liste des noms des pays africains :

```
<xsd:simpleType name="nom-pays-af">
   <xsd:restriction base="xsd:string">
      <xsd:enumeration value="Algérie"/>
      <xsd:enumeration value="Sénégal"/>
      <xsd:enumeration value="Congo Brazzaville"/>
      <xsd:enumeration value="Gambie"/>
      <xsd:enumeration value="Mauritanie"/>
      …
   </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Enumération : Exemple 2

- Liste des codes des pays :

```
<xsd:simpleType name="code-pays-af">
   <xsd:restriction base="xsd:string">
      <xsd:enumeration value="AL"/>
      <xsd:enumeration value="SN"/>
      <xsd:enumeration value="CGB"/>
      <xsd:enumeration value="GB"/>
      <xsd:enumeration value="MAU"/>
      …
   </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Motif : Exemple 1

- Différents motifs de ISBN à 10 chiffres

```
<xsd:simpleType name="ISBN">
   <xsd:restriction base="xsd:string">
      <xsd:pattern value="\d-\d{2}-\d{6}-[\dX]"/>
      <xsd:pattern value="\d-\d{3}-\d{5}-[\dX]"/>
      <xsd:pattern value="\d-\d{4}-\d{4}-[\dX]"/>
      <xsd:pattern value="\d-\d{5}-\d{3}-[\dX]"/>
   </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Motif : Exemple 2

- Différentes formes d'un nom XML :

```
<xsd:simpleType name="Identifier">
   <xsd:restriction base="xsd:string">
      <xsd:pattern value="[:_A-Za-z][-.:_0-9A-Za-z]*"/>
   </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Types liste

- L'opérateur xsd:list définit un nouveau type simple
- valeurs sont les listes de valeurs du type simple donné par l'attribut itemType.
- pas de listes générales (# langages de programmation)
- Uniquement listes de valeurs séparées par des espaces
- Souvent utilisées comme valeurs d'attributs.
- Pas de caractères d'espacement dans type simple donné par itemType

Exemple 1

- Liste de pays :

```
<xsd:simpleType name="liste-pays">
    <xsd:list itemType="nom-pays-af"/>
</xsd:simpleType>
```

- Contenu conforme à ce type :

```
<pays-himalayen>
    Sénégal Gambie Mauritanie
</pays-himalayen>
```

Exemple 2

- Type pour liste d' entiers

```
<xsd:simpleType name="IntList">
    <xsd:list itemType="xsd:integer"/>
</xsd:simpleType>
```

- Type pour liste de 5 entiers

```
<xsd:simpleType name="IntList5">
  <xsd:restriction base="IntList">
    <xsd:length value="5"/>
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Types union

- L'opérateur xsd:union définit un nouveau type simple dont les valeurs sont celles des types listés dans l'attribut memberTypes.

Exemple 1

- Ensemble des noms ou des codes des pays :

```
<xsd:simpleType name="nom-ou-code-pays">
    <xsd:union memberTypes="nom-pays-af code-pays-af"/>
</xsd:simpleType>
```

- Eléments dont le contenu est conforme à ce type :

```
<pays>AL</pays>
<pays>Algerie</pays>
```

Exemple 2

- Définition du type Unbounded

```
<xsd:simpleType name="Unbounded">
    <xsd:restriction base="xsd:string">
        <xsd:enumeration value="unbounded"/>
    </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

- Définition du type IntegerOrUnbounded

```
<xsd:simpleType name="IntegerOrUnbounded">
    <xsd:union memberTypes="xsd:nonNegativeInteger
                            Unbounded"/>
</xsd:simpleType>
```

TYPES COMPLEXES

Type complexe

- Un type complexe définit des compositions d'éléments et/ou d'attributs :

```
<xsd:complexType …>
    Suite de déclarations d'attribut, d'élément ou de
    composition d'éléments
</xsd:complexType>
```

- Une composition d'éléments est réalisée à l'aide de 3 constructeurs:
  - sequence : séquence d'éléments typés,
  - choice : un élément parmi une liste d'éléments possibles,
  - all : tas d'éléments typés.

Déclaration d'un élément

- Un élément dans la définition d'un type complexe est spécifié sous la la forme d'un élément ***xsd:element*** dont les attributs peuvent être :
  - *name* : nom de l'élément,
  - *type* : type de l'élément,
  - *ref* : référence à un nom d'élément déclaré au niveau global (**réutilisation**),
  - *minOccurs* : nombre minimum d'occurrences de l'élément (1 par défaut),
  - *maxOccurs* : nombre maximum d'occurrences de l'élément (1 par défaut),
  - …
  - le contenu est la définition d'un type.

Déclaration d'un attribut

- Un attribut dans la définition d'un type complexe est spécifié sous la forme d'un élément ***xsd:attribute*** dont les attributs peuvent être :
  - *name* : nom de l'attribut,
  - *ref* : référence à un nom d'attribut déclaré au niveau global (**réutilisation**),
  - *type* : type des valeurs de l'attribut,
  - *use* : required, optional (par défaut), …
  - *default* : valeur par défaut,
  - *fixed* : valeur fixée,
  - …
  - le contenu peut être : un type simple.

Éléments à contenu simple

Elément à contenu simple : exemple

- L'élément :

```
<pays>Gambie</pays>
```

- peut être déclaré :

```
<xsd:element name="pays" type="xsd:nom-pays-af"/>
```

Séquence d'éléments : type anonyme

- L'élément :

```
<livre>
        <titre>Programmer en XML</titre>
        <année>2004</année>
</livre>
```

- peut être déclaré :

```
<xsd:element name="livre">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="titre" type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="année" type="xsd:gYear"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Eléments et attributs : type nommé

- L'élément :

```
<livre edition="2">
    <titre>Programmer en XML</titre>
    <année>2004</année>
</livre>
```

- peut être déclaré :

```
<xsd:element name="livre">
  <xsd:complexType name="livre">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="titre" type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="année" type="xsd:gYear"/>
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="édition" type="xsd:positiveInteger"/>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Éléments à contenu mixte

- *pur* lorsqu'il ne contient que des éléments qui, eux-mêmes, peuvent à leur tour contenir du texte et/ou des éléments.
- *mixte* lorsqu'il contient du texte autre que des caractères d'espacement en dehors de ses enfants.
- attribut *mixed* de l'élément xsd:complexType contient la valeur true.

Exemple

- L'élément :

```
<titre>
    La logique <sigle>FOL</sigle> est peu expressive
</titre>
```

- peut être déclaré :

```
<xsd:element name="titre">
    <xsd:complexType mixed="true">
        <xsd:sequence>
            <xsd:element name="sigle" type="xsd:string"/>
        </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Elément à contenu vide

- L'élément :

```
<prix monnaie="euros" valeur="25.5"/>
```

- peut être déclaré :

```
<xsd:element name="prix">
  <xsd:complexType>
     <xsd:attribute name="monnaie" type="xsd:string"/>
     <xsd:attribute name="valeur" type="xsd:decimal"/>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Type nommé

- On peut nommer le type définissant un prix en euros ou en dollars :

```
<xsd:complexType name="prix-international">
  <xsd:attribute name="monnaie" type="xsd:string"/>
  <xsd:attribute name="valeur" type="xsd:decimal"/>
</xsd:complexType>
```

- et y faire référence dans la déclaration de l'élément prix :

```
<xsd:element name="prix" type="prix-international"/>
```

Elément à contenu alternatif

- Les éléments :

```
<prix><euros>25.5</euros></prix>
<prix><dollars>28.75</dollars></prix>
```

- peuvent être déclarés :

```
<xsd:element name="prix">
  <xsd:complexType>
    <xsd:choice>
      <xsd:element name="euros" type="xsd:decimal"/>
      <xsd:element name="dollars" type="xsd:decimal"/>
    </xsd:choice>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Opérateur d'ensemble : Elément contenu non ordonné

- Les éléments doivent apparaître une fois dans un ordre quelconque
- Pas d'équivalent en DTD

```
<xsd:element name="book">
   <xsd:complexType>
      <xsd:all>
         <xsd:element name="title"     type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="author"    type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="year"      type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="publisher" type="xsd:string"/>
      </xsd:all>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Exemple

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<bibliography>
  <book key="Michard01" lang="fr">
    <author>Alain Michard</author>
    <title>XML langage et applications</title>
    <publisher>Eyrolles</publisher>
    <year>2001</year>
  </book>
  <book key="Zeldman03" lang="en">
    <title>Designing with web standards</title>
    <author>Jeffrey Zeldman</author>
    <year>2003</year>
    <publisher>New Riders</publisher>
  </book>
  ...
</bibliography>
```

Groupe d'éléments

- La séquence d'éléments :

```
<prenom>Jean</prenom><nom>Dupont</nom>
```

- peut être déclarée :

```
<xsd:group name="prenom-nom">
   <xsd:sequence>
        <xsd:element name="prenom" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="nom" type="xsd:string"/>
   </xsd:sequence>
</xsd:group>
```

- (On peut aussi grouper des attributs)

Utilisation des groupes d'éléments

- Pour déclarer des éléments décrivant des personnes décrites par leur nom et leurs prénoms, on peut définir le type suivant :

```
<xsd:complexType name="personne">
    <xsd:group ref="prenom-nom"/>
</xsd:complexType>
```

Dérivation d'un type complexe par extension

- A partir du type personne, on peut définir le type chercheur en ajoutant au prénom et au nom, le laboratoire et le pays :

```
<xsd:complexType name="chercheur">
   <xsd:complexContent>
      <xsd:extension base="personne">
       <xsd:sequence>
       <xsd:element name="laboratoire" type="xsd:string"/>
       <xsd:element ref="pays">
      </xsd:sequence>
      </xsd:extension>
   </complexContent>
</xsd:complexType>
```

Schéma XML

- Un schéma XML est une suite de définitions de types et de déclarations d'attributs.

Exemple du document …

```
<livres>  …
   <livre edition="1">
   <titre>Le langage XML</titre>
   <auteur>
       <prenom>Jean</prenom><nom>Dupont</nom>
       <laboratoire>LRI</laboratoire><pays>France</pays>
   </auteur>
   <auteur>
       <prenom>Pierre</prenom><nom>Durand</nom>
       <laboratoire>LRI</laboratoire><pays>France</pays>
   </auteur>
   <année>2004</année>
   <prix monnaie="euros" valeur="25.5"/>
   </livre>…
</livres>
```

DTD

```
<!ELEMENT livres (livre*)>
<!ELEMENT livre (titre, auteur+, année, prix)>
<!ATTLIST livre edition CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT titre (#PCDATA)>
<!ELEMENT auteur (prenom, nom, laboratoire, pays)>
<!ELEMENT nom (#PCDATA)>
<!ELEMENT prenom (#PCDATA)>
<!ELEMENT laboratoire (#PCDATA)>
<!ELEMENT année (#PCDATA)>
<!ELEMENT prix EMPTY>
<!ATTLIST prix monnaie CDATA #REQUIRED valeur CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT pays (#PCDATA)>
```

Schéma XML : exemple

```
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
<xsd:group name="prenom-nom">
   <xsd:sequence>
      <xsd:element name="prenom" type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="nom" type="xsd:string"/>
   </xsd:sequence>
</xsd:group>
<xsd:complexType name="personne">
   <xsd:group ref="prenom-nom"/>
</xsd:complexType>
...
```

Schéma XML : exemple

```
…
<xsd:simpleType name="nom-pays">
   <xsd:restriction base="xsd:string">
      <xsd:enumeration value="Algerie"/>
      <xsd:enumeration value="Australie"/>
      <xsd:enumeration value="Belgique"/>
      <xsd:enumeration value="France"/>
      …
   </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>

<xsd:element name="pays" type="nom-pays"/>
…
```

Schéma XML : exemple

```
<xsd:complexType name="chercheur">
   <xsd:complexContent>
     <xsd:extension base="personne">
      <xsd:sequence>
       <xsd:element name="laboratoire" type="xsd:string"/>
       <xsd:element ref="pays">
      </xsd:sequence>
    </xsd:extension>
   </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="prix-international">
   <xsd:attribute name="monnaie" type="xsd:string"/>
   <xsd:attribute name="valeur" type="xsd:decimal"/>
</xsd:complexType> …
```

Schéma XML : exemple

```
…
<xsd:element name="livre">
   <xsd:complexType>
       <xsd:sequence>
           <xsd:element   name="titre" type="xsd:string"/>
           <xsd:element   name="auteur" type="chercheur"
                      maxOccurs="unbounded"/>
           <xsd:element   name="année" type="xsd:gYear"/>
           <xsd:element   name="prix"
                      type="prix-international"/>
       </xsd:sequence>
       <xsd:attribute name="edition" type="xsd:positiveInteger"/>
   </xsd:complexType>
</xsd:element>
…
```

Schéma XML : exemple

```
…
<xsd:element name="livres">
   <xsd:complexType>
      <xsd:sequence>
         <xsd:element ref="livre" maxOccurs="unbounded"/>
      </xsd:sequence>
   </xsd:complexType>
</xsd:element>
</xsd:schema>
```

END