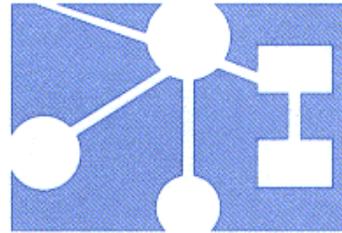


TERMISTI



# **L'initiation aux langages de balisage : un apprentissage devenu incontournable pour maîtriser la traduction assistée par ordinateur**

Marc Van Campenhoudt

[mvc@termisti.be](mailto:mvc@termisti.be)

[www.termisti.refer.org](http://www.termisti.refer.org)

Centre de recherche Termisti  
Institut supérieur de traducteurs et interprètes  
Haute École de Bruxelles

# Plan

I - Le langage XML

II - XML et traduction assistée par ordinateur (TAO)

III- XML et formation à la TAO

# I - Le langage XML

# 1 - Format universel et non propriétaire

- Un fichier XML est un fichier texte
  - il ne nécessite aucun logiciel dédié.
- Unicode constitue le format de codage par défaut pour les caractères
  - XML gère des documents multilingues quelle que soit l'écriture.
- XML est un standard du *World Wide Web Consortium (W3C)*
  - son utilisation est libre de tout droit.

## 2- Utilité de XML

- XML permet de décrire un document structuré

document = structure + contenu.

- Il permet une identification aisée du contenu.
- Il garantit une pérennité de l'archivage.
- Il est indépendant des logiciels.
- Il facilite les échanges de données.

## 3- Une syntaxe rigoureuse

### Le fichier doit être bien formé

- Un fichier XML = une structure arborescente composée d'éléments enchâssés, avec une racine unique.
- Élément = `<balise_ouvrante>contenu</balise_fermante>`  
`<terme>lemmatisation</terme>`.
- Un élément contient du texte, des éléments ou des attributs.
- Attribut = méta-donnée : information sur les données.  
`<terme langue="fr">lemmatisation</terme>`
- etc.

## 3- Une syntaxe rigoureuse

### **Le fichier doit être valide**

- Possibilité de contraindre la structure du document :
  - ✓ description du type de document (DTD)
  - ✓ ou schéma XML (plus précis encore).

# 3- Une syntaxe rigoureuse

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<!ELEMENT lexique (concept_A10.14+)>
<!ELEMENT concept_A10.14 (domaine_A4, organisme_A10.2.2.10, auteur_A10.2.2.1, date_A.10.2.1.2, langue_A.10.7+)>
<!ELEMENT langue_A.10.7 (infosem, terme+)>
<!ELEMENT infosem (definition_A.5.1, source_A10.19+)>
<!ELEMENT terme (entree_A.1, grammaire_A2.2, attestation+, note_usage_A.2.3.1?)>
<!ELEMENT attestation (contexte_A.5.3, source_A10.19)>
<!ELEMENT domaine_A4 (#PCDATA)>
<!ELEMENT organisme_A10.2.2.10 (#PCDATA)>
<!ELEMENT auteur_A10.2.2.1 (#PCDATA)>
<!ELEMENT date_A.10.2.1.2 (#PCDATA)>
<!ELEMENT definition_A.5.1 (#PCDATA)>
<!ELEMENT entree_A.1 (#PCDATA)>
<!ELEMENT grammaire_A2.2 (#PCDATA)>
<!ELEMENT contexte_A.5.3 (#PCDATA)>
<!ELEMENT source_A10.19 (#PCDATA)>
<!ELEMENT note_usage_A.2.3.1 (#PCDATA)>
<!ATTLIST concept_A10.14
  id ID #REQUIRED
>
<!ATTLIST langue_A.10.7
  nom (CA | CS | DA | DE | EL | EN | ES | ET | FI | FR | GA | HU | IT | LA | LT | LV | MT | NL | NO | PL | PT | RO | RU | SK | SL | SV | TR | UK) #REQUIRED
>
<!ATTLIST domaine_A4
  lenoch (AD | AG | AR | AS | AT | AU | BA | BZ | CE | CH | CO | DE | DI | DO | EC | ED | EL | EN | FI | GO | HI | IC | IN | JU | LA | MA | ME | MG | MI | NO | OO | OR
| PG | PH | PO | RP | SC | SI | SO | SP | ST | TE | TR | TS | TV) #REQUIRED
>
<!ATTLIST organisme_A10.2.2.10
  nom (ISTI_DESS) #REQUIRED
>
<!ATTLIST date_A.10.2.1.2
  norme (ISO8601) #REQUIRED
>
```

## 5 – Comment produire du XML

- À l'aide de tout logiciel produisant du texte brut (bloc-notes, éditeur de texte, traitement de texte).
- À l'aide d'un logiciel dédié offrant de nombreuses fonctionnalités spécifiques (p.ex. *XML Spy* ou *Oxygen*).
- Via le menu d'exportation d'un logiciel dédié à une tâche spécifique (base de données, concordancier, aligneur, traitement de texte...).

## 6 - XSLT : un langage de transformation

- XSLT = *eXtended Stylesheet Language Transformations*.
- Recommandation du W3C.
- Permet de convertir de XML vers XML, HTML, RTF, OpenDocument, PDF...
- Un navigateur récent convertit automatiquement au format HTML un fichier XML accompagné de son fichier XSL !

```
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="dessisti2html.xsl"?>
```

# 6 - XSLT : un langage de transformation

```
<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
  <xsl:output method="html" indent="yes" encoding="iso-8859-1"/>
  <xsl:template match="/lexique">
    <html>
      <head>
        <title>DESS en traduction et industries de la langue : travail d'examen</title>
      </head>
      <center>
        <h2>Questions approfondies de terminologie et de terminotique</h2>
        <h3>Travail d'examen</h3>
      </center>
      <xsl:apply-templates select="concept_A10.14"/>
    </html>
  </xsl:template>
  <xsl:template match="concept_A10.14">
    <hr/>
    <table border="0" cellspacing="3">
      <tr valign="top" bgcolor="#FFFF99">
        <td>
          <br>
          <b>concept n° : </b>
          <xsl:value-of select="@id"/>
          <br>
          <br>
          <b>domaine : </b>
          <xsl:value-of select="domaine_A4/@lenoch"/>
          <br>
        </td>
      </tr>
    </table>
  </xsl:template>
</xsl:stylesheet>
```

## 7 - Différences avec HTML

- *HyperText Markup Language.*
- HTML sert à décrire une mise en page.
- HTML ne décrit pas le contenu.
- HTML décrit peu la structure (titres, paragraphe, liste, tableau...).
- Les noms de balises sont fixés.
- Les tolérances syntaxiques sont nombreuses.

# 7 - Différences avec HTML

## Codage HTML : mise en page

```
<tr valign="middle" bgcolor="#FFFDEC">
  <td colspan="3">
    <p><b>entrée : alarme de dérapage</b></p>
    <p><b>grammaire : </b>s.f. </p>
    <p><b>note d'usage : </b></p>
    <dl>
      <dt>
        <p><b>contexte : </b>Quand les conditions d'alarme sont détectées, ces symboles apparaissent à l'écran, [quelle que] soit la
          fonction sur laquelle est votre appareil. Quand les différents signaux sont allumés, la signification des indicateurs est la
          suivante : ANC - Indique que l'alarme de veille mouillage a été activée.</p>
      </dt>
      <dd><font size="-2">
        <p><b>source : </b>E.T.N.A. SE, sd-b : RAYSTAR 590 GPS NAVIGATOR, Octeville Sur Mer : E.T.N.A.,
          p. 40</p></font>
      </dd>
    </dl>
  </td>
</tr>
```

## 7 - Différences avec HTML

### Codage XML de la même page : structure + contenu

<terme>

<entree\_A.1>alarme de dérapage</entree\_A.1>

<grammaire\_A2.2>s.f.</grammaire\_A2.2>

<attestation>

<contexte\_A.5.3>Quand les conditions d'alarme sont détectées, ces symboles apparaissent à l'écran, [quelle que] soit la fonction sur laquelle est votre appareil. Quand les différents signaux sont allumés, la signification des indicateurs est la suivante : ANC - Indique que l'alarme de veille mouillage a été activée.</contexte\_A.5.3>

<source\_A10.19>E.T.N.A. SE, sd-b : RAYSTAR 590 GPS NAVIGATOR, Octeville Sur Mer : E.T.N.A. , p. 40

</source\_A10.19>

</attestation>

</terme>

**II - XML**

et

**traduction assistée par ordinateur  
(TAO)**

# Principales sphères d'application

- Bureautique
- Corpus de textes
- Bases de données lexicales et terminologiques
- Mémoires de traduction
- Localisation
- Sous-titrage

# 1- Bureautique

## ODF (Open Document Format for Office Applications)

- Adopté comme standard ouvert par l'*Organization for the Advancement of Structured Information Standards* ([www.oasis-open.org](http://www.oasis-open.org)).
- Format ouvert de la suite *OpenOffice 2*, utilisé également par *Star Office* (SUN), *KOffice* (KDE), *AbiWord* (Gnome)...
- Évalué positivement par la Commission européenne comme base d'un format d'échange non lié à une technologie particulière (2004).
- Soumis, pour approbation, à l'ISO (projet ISO/IEC DIS 26 300).

# 1- Bureautique

## Microsoft Office Open XML

- Annoncé comme gratuit, libre de droit et documenté

*Office 2003 : [www.microsoft.com/office/xml/default.mspx](http://www.microsoft.com/office/xml/default.mspx).*

- Format de base pour *Microsoft Office 12* en 2006.

## 2- Corpus de textes

### TEI (Text Encoding Initiative)

[www.tei-c.org](http://www.tei-c.org)

- Couvre un large spectre d'applications de l'écrit.
- N'est pas spécifique à l'ingénierie linguistique et est même plutôt « littéraire » au sens large.
- Passerelles avec *OpenOffice*.

## 2- Corpus de textes

### **XCES (Corpus Encoding Standard for XML)**

[www.cs.vassar.edu/XCES](http://www.cs.vassar.edu/XCES)

- Plus spécifique à l'ingénierie linguistique.
- Évolution de la norme SGML de EAGLES (*Expert Advisory Group on Language Engineering Standards*).
- Largement compatible avec la TEI.
- A précédé le passage de la TEI à XML.

## 3 - Bases de données lexicales et terminologiques

### TMF (Terminological Markup Framework)

[www.loria.fr/projets/TMF](http://www.loria.fr/projets/TMF)

- Norme ISO 16 642 (2003).
- Spécifiquement terminologique : approche conceptuelle.
- Précise un méta-modèle de structure et de balisage pour les formats d'échange.
- Peut constituer un format d'échange à part entière en se fondant sur les catégories de la norme ISO 12 620 (catégories de données).

## 3 - Bases de données lexicales et terminologiques

### TBX (TermBase eXchange)

[www.lisa.org/standards/tbx](http://www.lisa.org/standards/tbx)

- Évolution du projet européen SALT.
- Proposé par le groupe *Open Standards for Container/Content Allowing Re-use* (OSCAR) de la *Localization Industry Standards Association* (LISA).
- Conforme à la norme ISO 12 620 TMF.
- Utilise les catégories de données de la norme ISO 12 620.

## 3 - Bases de données lexicales et terminologiques

### OLIF (Open Lexicon Interchange Format)

[www.olif.net](http://www.olif.net)

- Évolution du projet européen OTELO.
- Échange de ressources lexicales et terminologiques.
- Orienté vers le traitement automatique des langues naturelles, particulièrement la traduction automatique.
- Approche plutôt polysémique

<!ELEMENT monoSem (definition | natGender | semType)+>

# 4 – Mémoires de traduction

The screenshot displays the TRADOS WinAlign application window. The title bar reads "TRADOS WinAlign - [D:\Corpus\Winalign\rules.rtf : D:\Corpus\Winalign\reglt.rtf (Documents Word)]". The menu bar includes "Fichier", "Edition", "Affichage", "Paramètres", "Alignement", "Fenêtre", and "Aide". The toolbar contains various icons for file operations and alignment. The main workspace is divided into two panes. The left pane shows a document titled "PART 1" with the following content:

PART 1  
FUNDAMENTAL RULES  
1 SAFETY  
1.1 Helping Those in Danger  
A boat or competitor shall give all possible help to any person or vessel in danger.  
1.2 Life-saving Equipment and Personal Buoyancy  
A boat shall carry adequate life-saving equipment for all persons on board, including one item ready for immediate use, unless her class rules make some other provision.  
Each competitor is individually responsible for wearing personal buoyancy adequate for the conditions.  
2 FAIR SAILING  
A boat and her owner shall compete in compliance with recognized principles of sportsmanship and fair play.  
A boat may be penalized under this rule only if it is clearly established that these principles have been violated.  
3 ACCEPTANCE OF THE RULES  
By participating in a race conducted under these racing rules, each competitor and boat owner agrees

The right pane shows a document titled "Chapitre 1" with the following content:

Chapitre 1  
Règles fondamentales  
1 Sécurité  
1.1 Aider ceux qui sont en danger  
Un voilier ou un concurrent doit apporter toute l'aide possible à toute personne ou navire en danger.  
1.2 Equipement de sauvetage et flottabilité personnelle  
Un voilier doit avoir à bord un équipement de sauvetage approprié pour toutes les personnes embarquées, y compris un dispositif prêt pour usage immédiat, à moins que ses règles de classe ne prévoient quelque autre disposition.  
Chaque concurrent est personnellement responsable du port d'un système de flottabilité personnelle approprié aux conditions.  
2 Navigation loyale  
Un voilier et son propriétaire doivent concourir selon les principes reconnus de sportivité et de jeu loyal.  
Un voilier peut être pénalisé selon cette règle seulement s'il est clairement établi que ces principes ont été bafoués.  
3 Acceptation des règles  
En participant à une course régie selon les présentes règles de course, chaque concurrent et propriétaire de voilier accepte

Vertical alignment icons are visible between the two panes, indicating the alignment of corresponding text blocks. The status bar at the bottom shows "Prêt" on the left and "NUM" on the right.

## 4 – Mémoires de traduction

### TMX (Translation Memory Exchange)

[www.lisa.org/standards/tmx](http://www.lisa.org/standards/tmx)

- Proposé par le groupe OSCAR (LISA).
- Format ouvert pour échanger et stocker une mémoire de traduction quel que soit le logiciel de traduction ou de localisation utilisé.
- Certifié pour des logiciels comme *Trados 7*, *SDLX 2004*, *WorldServer* et *Ambassador*.
- Utilisable en localisation (conurrencé par XLIFF).

## 4 – Mémoires de traduction

### SRX (Segmentation Rules eXchange)

[www.lisa.org/standards/srx](http://www.lisa.org/standards/srx)

- Proposé par le groupe OSCAR (LISA).
- Description du mode de segmentation utilisé pour créer une mémoire de traduction.
- Permet d'améliorer le niveau de description de la norme TMX.

## 5 – Localisation

### **XLIFF (XML Localization Interchange File Format)**

[www.xliff.org](http://www.xliff.org)

- Remplace *OpenTag* et concurrence TMX.
- Proposé par OASIS.
- Permet de localiser directement sans se soucier du format natif :  
distingue le texte à traduire des lignes de programmation.
- Inclut des méta-données sur la version du travail de localisation.

## 5 – Localisation

### GMX (GILT Metrics eXchange)

[www.lisa.org/standards/gmx](http://www.lisa.org/standards/gmx)

- Proposé par le groupe OSCAR (LISA).
- Permettre de quantifier de manière standardisée le projet de traduction :
  - ✓ comptage des mots et caractères
  - ✓ complexité de la tâche
  - ✓ qualité finale requise.
- S'applique à des fichiers XLIFF.

## 6 – Sous-titrage

### SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language)

[www.w3.org/AudioVideo](http://www.w3.org/AudioVideo)

- Recommandation du W3C.
- Permet de synchroniser du son, de l'image et du texte sur une page web.
- Intègre différents formats de médias.
- A débouché sur la norme *Timed Text*, destinée à préciser un standard de minutage indépendant des logiciels.
  - Utile pour sous-titrer des documents vidéo diffusés sur Internet.

# III- XML et formation à la TAO

# 1 – Un exemple de formation

## **DESS en traduction et industries de la langue (ISTI)**

[www.heb.be/isti/desstil.htm](http://www.heb.be/isti/desstil.htm)

- Existe depuis 1999.
- Formation transversale « ordinateur et traduction », avec choix d'une majeure (séminaires, stage, mémoire) :
  - ✓ Traductique : TA et TAO
  - ✓ Localisation de logiciels
  - ✓ Localisation de sites internet
  - ✓ Terminotique
  - ✓ Sous-titrage et sur-titrage.

## 2 – Contenus XML envisagés

- Formation initiale à HTML et à XML dans le cadre d'un cours spécifique :
  - ✓ *Conception et structuration de documents électroniques (30 h)*
- Les différents standards propres aux industries de la langue peuvent ensuite être envisagés dans le cadre des cours spécialisés :
  - ✓ traductique : TEI, XCES, TMX
  - ✓ localisation : ODF, TMX, XLIFF, SRX, GMX
  - ✓ terminologie : TEI, XCES, OLIF, TMF, TBX
  - ✓ sous-titrage : SMIL, TT.

## 3 – Objectifs professionnels

*Être capable de...*

- Comprendre un document XML.
- Rédiger une DTD ( et, à l'avenir, un schéma ?).
- Vérifier si un document est bien formé et s'il est valide.
- Opérer une transformation XSL.
- Modifier une feuille de style XSL produisant du HTML ou du XML.
- Choisir le standard le plus adéquat.
- Vérifier si un logiciel de TAO exporte un fichier XML conforme au standard retenu.

## 4 – Exemple de progression

### **Cours : *Questions approfondies de terminologie et de terminotique***

- Concevoir un corpus textuel spécialisé conforme à la norme XCES.
- Opérer une recherche de candidats-termes dans le corpus textuel.
- Concevoir ensemble une DTD conforme aux normes ISO 12 620 et 16 642.
- Rédiger les fiches terminologiques directement en XML (logiciels *XML Spy* ou *Oxygen*).
- Comprendre ensemble un fichier de transformation XSL.
- Opérer une transformation XSL vers HTML et vers XML (TMF ou TMX).

# 5 – Progression : corpus XCES

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" >
<!-- Travail de maîtres en collaboration avec le Centre de Terminologie de M. Van Campenhoudt (DESS-FLE, 2001 - 2005) -->
<!-- Hayden, Gwendolyn -->
<!-- Date de création : 2005-02-21 -->
<!DOCTYPE cesDoc SYSTEM "http://www.cs.vassar.edu/XCES/dtd/xcesDoc.dtd">
<cesDoc version="4.3" type="text">
  <cesHeader version="2.0">
    <fileDesc>
      <titleStmt>
        <h.title>Corpus d'examen: manuel d'utilisation de systèmes Axiom Artis pour l'angiocardio-graphie,
l'angiographie, la neuroradiologie, les procédures interventionnelles et les diagnostics généraux.</h.title>
      </titleStmt>
      <publicationStmt>
        <distributor>ISTI DESS</distributor>
        <pubAddress>34 rue J. Hazard, B-1180 Bruxelles, Belgique</pubAddress>
        <availability status="restricted">Droits réservés en vertu de la législation allemande sur les droits
d'auteurs</availability>
        <pubDate value="ISO8601">2005</pubDate>
      </publicationStmt>
      <sourceDesc>
        <biblStruct>
          <monogr>
            <h.title>Manuel d'utilisation2Artisèmes pour l'angiocardio-graphie, l'angiographie, la
neuroradiologie,procédures interventionnelles et les diagnostics générauxVB11 et supérieures
(syngo® VD20L et supérieures)</h.title>
            <h.author>Siemens AG</h.author>
            <imprint>
              <pubPlace>Muenchen, Allemagne</pubPlace>
              <publisher>Siemens AG</publisher>
              <pubDate value="ISO8601">mai 2004</pubDate>
            </imprint>
          </monogr>
        </biblStruct>
      </sourceDesc>
    </cesHeader>
  </cesDoc>

```

- address
- analytic
- annotation
- annotations
- author
- availability
- bibl
- biblFull
- biblNote
- biblScope
- biblStruct

Attributes

Entities

Ent amp	&
Ent apos	'
Ent gt	>
Ent lt	<
Ent quot	"

# 5 – Progression : fiches XML

The screenshot shows the XML Editor interface. The top window displays the XML code:

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <!DOCTYPE lexique SYSTEM "dessi.dtd">
3 <lexique>
```

The main window shows a tree view of the XML document. The root element is `lexique`. Underneath it are several elements, including `concept_A10.14`, `id` (with value `dess0001`), `domaine_A4`, `organisme_A10.2.2.10`, `auteur_A10.2.2.1`, `date_A.10.2.1.2`, `langue_A.10.7`, `nom` (with value `FR`), `definition_A.5.1`, `source_A10.19`, `terme`, `entree_A.1`, and `grammaire_A2.2`. The `entree_A.1` element is expanded to show its content:

En écologie, le cycle biogéochimique est le passage alternatif d'un élément de l'état organique à l'état minéral, et dont les différentes phases se déroulent au sein de la biosphère.

The right-hand pane shows the 'Modèle' (Model) section with 'Aucun élément sélectionné' (No element selected). Below it are sections for 'Entités' (Entities) and 'Tous les éléments' (All elements), which lists the following elements: `attestation`, `auteur_A10.2.2.1`, `concept_A10.14`, `contexte_A.5.3`, `date_A.10.2.1.2`, and `definition_A.5.1`. The bottom pane shows the XML code for the selected element:

```
34 <concept_A10.14 id="dess0002">
35 <domaine_A4 lenoch="EN"/>
36 <organisme_A10.2.2.10 nom="ISTI_DESS"/>
37 <auteur_A10.2.2.1>Caroline Garcia</auteur_A10.2.2.1>
```

.1>  
ate\_A.10.2.1.2>

chimique est le passage alternatif d'un élément de l'état organique à l'ét  
re, <http://fr.wikipedia.org/></source\_A10.19>

entree\_A.1>  
A2.2>

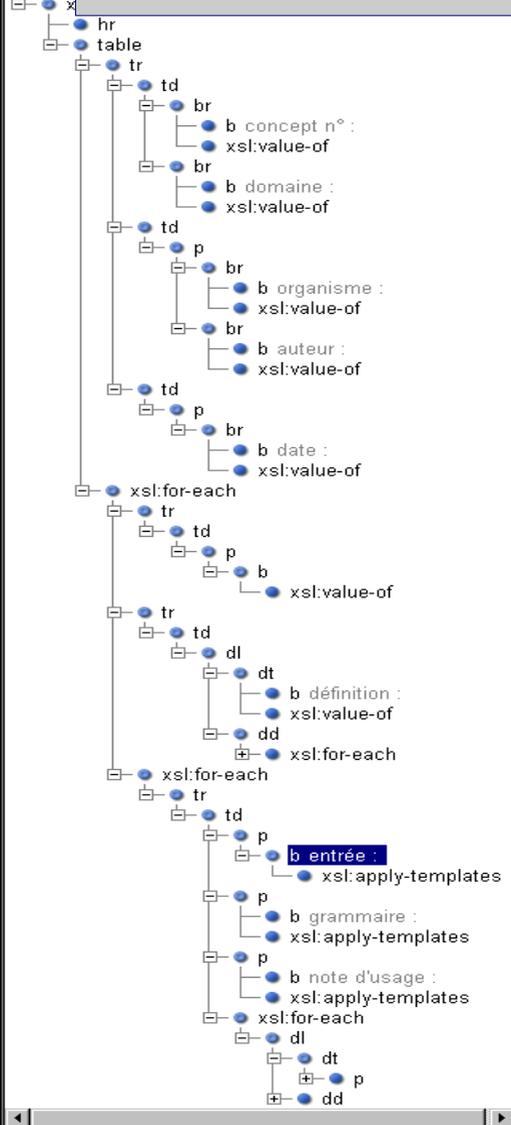
des études détaillées sur le cycle biogéochimique du mercure pour com  
nal de recherche sur les eaux, 2001 : Menaces pour les sources d'eau p

al cycle is a circuit where a nutrient moves back and forth between both  
pedia, <http://en.wikipedia.org/></source\_A10.19>

entree\_A.1>  
2>

stigations of the mercury biogeochemical cycle are needed to understan  
ter Research Institute, 2001 : Threats to sources of drinking water and a

# 5 – Progression : feuille de style XSL (vers HTML)



```

82         </dd>
83     </dl>
84 </td>
85 </tr>
86 <xsl:for-each select="terme">
87     <tr valign="middle" bgcolor="#FFFDEC">
88         <td colspan="3">
89             <p>
90                 <b>entrée :</b>
91                 <xsl:apply-templates select="entree_A.1"/>
92                 </b>
93             </p>
94             <p>
95                 <b>grammaire : </b>
96                 <xsl:apply-templates select="grammaire_A2.2">
97                     <p>
98                         <p>
99                             <b>note d'usage : </b>
100                             <xsl:apply-templates select="note_usage_A.2.>
101                                 <p>
102                                     <b>contexte : </b>
103                                     <xsl:value-of select="co
104                                 </p>
105                             </dt>
106                             <p>
107                                 <b>contexte : </b>
108                                 <xsl:value-of select="co
109                             </dt>
110                         </dd>
111                     <font size="-2">
112                         <p>
113                             <b>source : </b>
114                             <xsl:value-of sel
115                         </p>
116                     </font>

```

# 5 – Progression : résultat en HTML

**concept n°** : dess0001  
**domaine** : EN

**organisme** : ISTI\_DESS  
**auteur** : Caroline Garcia

**date** : 2005.05.18

## FR

**définition** : En écologie, le cycle biogéochimique est le passage alternatif d'un élément de l'état organique à l'état minéral, et dont les différentes phases se déroulent au sein de la biosphère.

source : Wikipédia, l'encyclopédie libre, <http://fr.wikipedia.org/>

**entrée** : cycle biogéochimique

**grammaire** : n. m.

**note d'usage** :

**contexte** : Il faut mener des études détaillées sur le cycle biogéochimique du mercure pour comprendre le transfert de cet élément de l'atmosphère aux réseaux trophiques aquatiques.

source : Institut national de recherche sur les eaux, 2001 : Menaces pour les sources d'eau potable et les écosystèmes aquatiques au Canada, Burlington, Ontario, Environnement Canada, p.16

## EN

**définition** : In ecology, a biogeochemical cycle is a circuit where a nutrient moves back and forth between both biotic and abiotic components of ecosystems.

source : Wikipedia, the free encyclopedia, <http://en.wikipedia.org/>

**entrée** : biogeochemical cycle

**grammaire** : n.

**note d'usage** :

**contexte** : Detailed investigations of the mercury biogeochemical cycle are needed to understand the transfer of mercury from the atmosphere to aquatic food webs.

source : National Water Research Institute, 2001 : Threats to sources of drinking water and aquatic ecosystem health in Canada, Burlington, Ontario, Environment Canada, p.15

<fin> \_\_\_\_\_ </fin>