



Université Pierre et Marie Curie

Master Informatique, Spécialité STL

Semestre 2, UE Projet STL

---

# Un analyseur syntaxique pour MusicXML

---

*Auteurs :*

Sébastien DUCHENNE

Alexandre GASPARD CILIA

*Encadrant :*

Pr. Carlos AGON

Soutenue le xx xx 2017

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Technologies utilisées</b>	<b>5</b>
2.1	OpenMusic . . . . .	5
2.2	Java . . . . .	6
2.3	Le format MusicXML . . . . .	6
2.4	Le langage XML . . . . .	8
2.5	Relax NG . . . . .	9
2.6	Affichage d'un graphe . . . . .	9
2.7	Les librairies . . . . .	9
2.7.1	Trang et Jing . . . . .	9
2.7.2	L'API SAX . . . . .	10
2.7.3	Le DOM . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Du fichier MusicXML aux arbres rythmiques</b>	<b>12</b>
3.1	Validation du fichier . . . . .	12
3.2	Parsing du fichier en DOM . . . . .	12
3.3	Construction des objets intermédiaires . . . . .	12
3.4	Construction des arbres rythmiques . . . . .	13

## Acknowledgments

The acknowledgments and the people to thank go here, don't forget to include your project advisor.

## Table des figures

1	OpenMusic . . . . .	5
2	Hello World en MusicXML . . . . .	7
3	Exemple d'un DOM . . . . .	11
4	Parsing d'un document XML en DOM . . . . .	12

# 1 Introduction

Les scientifiques de l'IRCAM souhaitent créer un analyseur syntaxique pour fichier au format musicXML. Ce programme permet d'éditer un document au format MusicXML, d'afficher le graphe de la partition.

Le programme est écrit en langage java et est déposé sur un compte GitHub.

## 2 Technologies utilisées

### 2.1 OpenMusic

OpenMusic est un langage de programmation visuel basé sur le langage Lisp qui permet d'écrire des programmes graphiquement. Il a été conçu par les chercheurs de l'IRCAM Carlos Agon, Gérard Assayag et Jean Bresson.

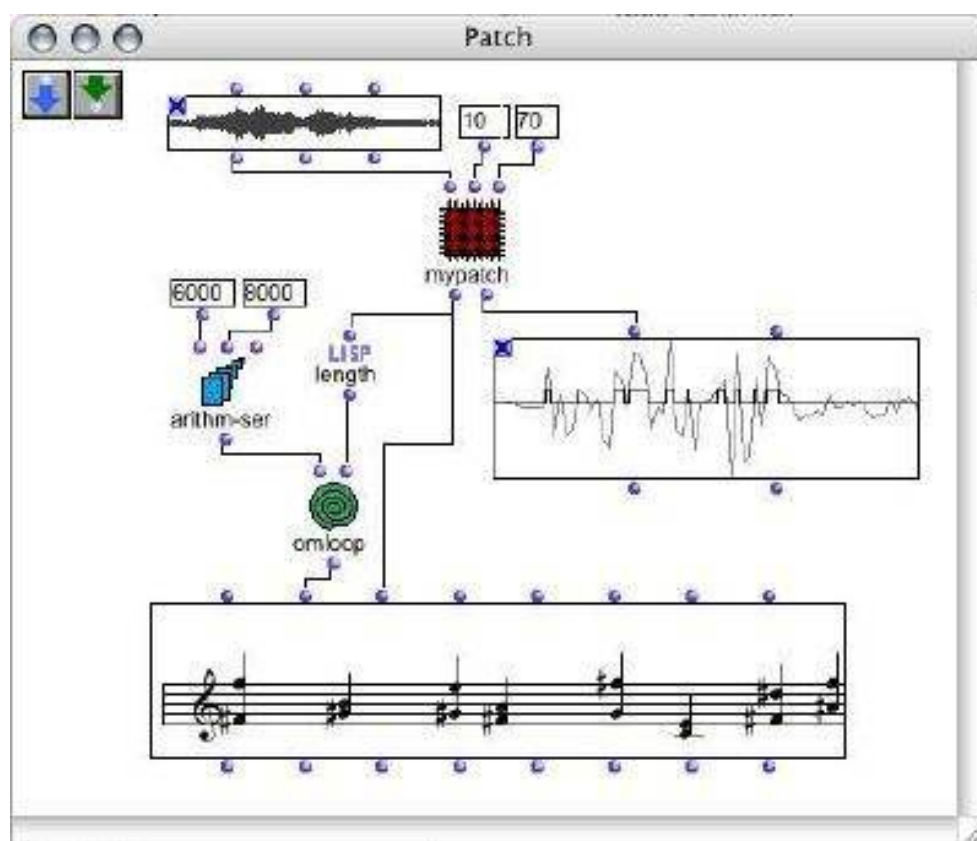
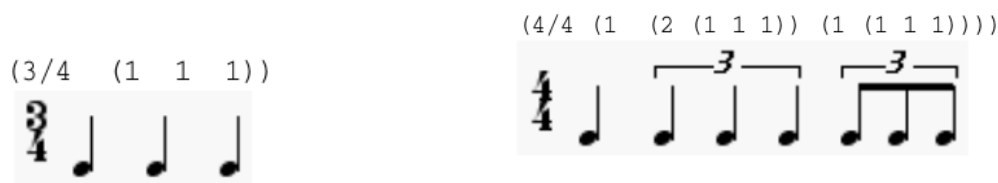


FIGURE 1 – OpenMusic

Dans ce logiciel, les morceaux de musique sont représentés sous forme d'arbres rythmiques. Comme décrit dans l'article xxx [?], « un arbre rythmique est défini comme un couple  $(D, S)$  où  $D$  est un fraction ( $< 0$ )  $S$  est une liste de  $n$ -éléments définissant  $n$ -proportion de  $D$ . Chaque élément de  $S$  peut-être soit un entier, soit un arbre rythmique. » Les images suivantes sont des exemples d'arbres rythmiques.



## 2.2 Java

Java est un langage de programmation **orienté objet** fortement typé développé par **Sun Microsystems** à partir de **1995**. La société sera plus tard rachetée par **Oracle** en 2009 qui possède et maintient Java encore aujourd'hui.

Java se détache de la masse des autres langages de programmation notamment grâce à sa portabilité et sa facilité d'utilisation.

Listing 1 – Hello world en java

```
public class HelloWorld {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello_world!");
    }
}
```

Ci-dessus, un classique "Hello world" en Java. Nous pouvons y voir la définition de la classe *HelloWorld* ainsi que la méthode principale du programme nommé *main* et enfin un affichage sur la sortie standard.

## 2.3 Le format MusicXML

MusicXML est un format de fichier permettant de représenter la notation musicale occidentale (notation classique, accords en notation anglo-saxonne, tablatures et percussions) et basé sur le langage XML. Il est propriétaire mais il peut librement utilisé avec une licence publique.

Il y a plus de 20 ans, le format MIDI était très utilisé. Cependant, il n'est pas très adapté pour représenter toutes les caractéristiques de la musique, on perd donc en informations avec ce format. Pour pallier à cela, les formats SMDL et NIFF ont été créés. Cependant, le format SMDL était complexe et donc peu compréhensible. Il était donc très peu utilisé. Le format NIFF était un format peu pratique à utiliser et n'a donc pas été adopté par certains logiciels. Ces formats n'ont donc pas eu le succès souhaité.

En 2004, la société Recordare LLC s'inspire des 2 formats universitaires MuseData et Humdrum pour créer la première version du format MusicXML. Ses avantages sont qu'il est facile à manipuler. Il permet le transfert de morceaux de musique d'une application

à une autre. Il peut représenter beaucoup de caractéristiques de la musique. Cependant, il est verbeux, puisqu'il utilise le format XML, et ne donc permet pas de représenter la musique non occidentale.

Il est de plus en plus utilisé puisque plus de 200 logiciels de musique l'ont adopté. Il est donc possible de travailler finement sur un morceau de musique en utilisant différents programmes.

Comme le format XML est verbeux, le fichier prend de la place. La version 2.0, sortie en 2007, apporte donc la compression du fichier au format xml en un fichier au format mxl, et permet de diviser sa taille de façon importante. La version 3.0, sortie en 2011, permet le support des instruments virtuels.

On voit, dans le code correspondant à la partition suivante, que les informations sur la partition sont placées dans la balise "measure" et celle concernant la ronde sont contenues dans la balise "note".



FIGURE 2 – Hello World en MusicXML



Listing 2 – Document XML d'un Hello World en MusicXML

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<!DOCTYPE score-partwise PUBLIC
    "-//Recordare//DTD_MusicXML_3.0_Partwise//EN"
    "http://www.musicxml.org/dtds/partwise.dtd">
<score-partwise version="3.0">
  <part-list>
    <score-part id="P1">
      <part-name>Music</part-name>
    </score-part>
  </part-list>
  <part id="P1">
    <measure number="1">
      <attributes>
        <divisions>1</divisions>
        <key>
          <fifths>0</fifths>
        </key>
        <time>
          <beats>4</beats>
          <beat-type>4</beat-type>
        </time>
        <clef>
          <sign>G</sign>
          <line>2</line>
        </clef>
      </attributes>
      <note>
        <pitch>
          <step>C</step>
          <octave>4</octave>
        </pitch>
        <duration>4</duration>
        <type>whole</type>
      </note>
    </measure>
  </part>
</score-partwise>

```

## 2.4 Le langage XML

Le langage XML, acronyme de Extensible Markup Language, est langage de balisage générique spécifié par le W3C. Il permet de définir différents espaces de noms, c'est à dire des langages avec leur propre grammaire et vocabulaire. Il permet l'échange d'information entre des programmes très différents à condition d'utiliser la même grammaire.

Il a l'avantage de pouvoir être compris par les êtres humains et les machines. Cependant, c'est un langage verbeux et qui peut donc prendre beaucoup de place s'il contient beaucoup d'information.

Un document XML est constitué de balises pouvant contenir d'autres balises ou une valeur simple. Une balise peut aussi contenir des attributs donnant des informations supplémentaires sur le contenu.

Listing 3 – Exemple d'un document XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<racine>
  <balise attribut="valeur" >Contenu</balise>
  <baliseunique />
</racine>
```

Ci-dessus un exemple de XML simpliste mais qui met en avant les bases du langage. La première ligne annonce le type de document et la version dans lequel le document va être rédigé. `<racine>` est le nœud racine du document, celui qui en somme va contenir tout le document. On peut ici, facilement remarquer que le document peut être représenté sous la forme d'un arbre.

XML permet à l'utilisateur de définir lui même la grammaire de son document grâce notamment aux **DTD** et au **Schéma XML**. Ces outils nous permettent de disposer de format d'échange de données tel que **MusicXML**.

## 2.5 Relax NG

**Relax NG** (**R**egular **L**anguage for **X**ML **N**ext **G**eneration) née de la fusion de TreX de James Clark et de Relax de Murata Makoto permet de définir la grammaire d'un document XML. Relax NG ne s'intéresse qu'à la structure de document et non leur valeur.

C'est ce que nous utiliserons afin de s'assurer de la validité du document à traiter.

## 2.6 Affichage d'un graphe

Une fois le fichier XML parsé, nous disposons d'un *DOM* sous forme d'un objet *document*. Pour afficher ce document il nous suffit d'appeler récursivement une méthode qui affiche un nœud de l'arbre sur la racine du *Document*. Cette méthode s'appelle récursivement sur les fils du nœud courant. Cela nous permet donc d'afficher tout l'arbre.

## 2.7 Les librairies

Dans cette section, nous aborderons les librairies utilisées pour réaliser ce projet. Cela ira de la validation du XML en passant par le parsing de ce dernier jusqu'à la récupération des informations stockées dans le fichier MusicXML.

### 2.7.1 Trang et Jing

**Trang** et **Jing** sont deux librairies développées par **Thai Open Source** permettant de générer des grammaires Relax NG et de valider des documents XML à partir de cette

même grammaire.

Trang est une bibliothèque qui permet de traduire un fichier de description grammaticale en fichier Relax NG. En effet XML n'est pas facilement lisible pour un esprit humain, c'est pour cela que Trang nous permet de créer notre grammaire dans un langage plus *user-friendly*. Une fois la grammaire écrite dans un fichier en *.rng*, nous pouvons générer notre fichier Relax NG en *.rng*.

Jing, quant à lui, est une bibliothèque Java qui permet de valider un document XML à l'aide d'un fichier Relax NG.

Listing 4 – Code java permettant de vérifier la validation d'un document XML

```
final ValidationDriver vd = new ValidationDriver();
vd.loadSchema(rngFile);

if (!vd.validate(inputTextStream)) {
    throw new ParseException("Invalid_xml:");
} else {
    System.out.println("Valid_xml:");
}
```

Le code ci-dessus est une utilisation simplifiée de Jing. Nous commençons tout d'abord par créer un *ValidationDriver* de Jing dans lequel nous chargeons notre fichier Relax NG. Nous n'avons ensuite plus qu'à lancer la méthode *validate(InputSource in) : boolean* qui nous indiquera si le document est valide.

### 2.7.2 L'API SAX

SAX est une API créée par David Megginson en 1998 et est l'acronyme de Simple API for XML. Elle permet de manipuler des documents XML en utilisant des événements.

### 2.7.3 Le DOM

Le DOM, ou Document Object Model, est une interface de programmation normalisée par le W3C et est indépendant de tout plateforme et langage. Il voit les documents à balises comme des arbres dont le contenu et la structure peuvent être accédés et mis à jour dynamiquement.

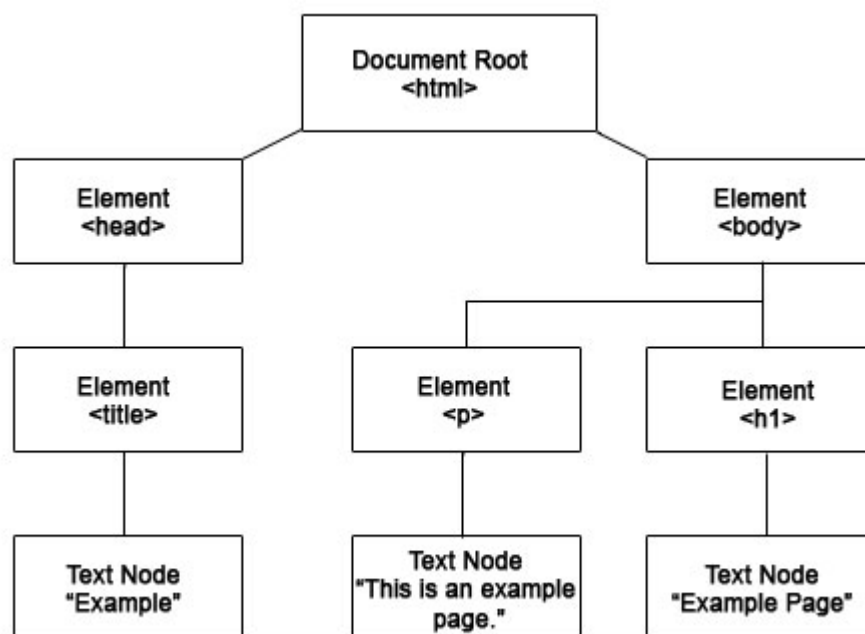


FIGURE 3 – Exemple d'un DOM

### 3 Du fichier MusicXML aux arbres rythmiques

Plusieurs étapes sont nécessaires pour construire les arbres rythmiques d'un morceau de musique. Le fichiers MusicXML est d'abords analysé pour vérifier sa conformité selon la grammaire du format MusicXML. S'il est valide, un graphe DOM est produit. Les différentes informations contenues dans cet arbre sont ensuite stockées dans des objets intermédiaires. Ces derniers serviront ensuite à créer les arbres rythmiques.

#### 3.1 Validation du fichier

relax ng..., si invalide : pas de parsing.

#### 3.2 Parsing du fichier en DOM

Si le document est conforme à la grammaire, il est parsé en DOM, ce qui permet de travailler dessus facilement.

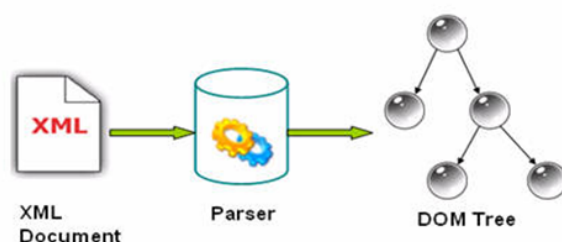


FIGURE 4 – Parsing d'un document XML en DOM

#### 3.3 Construction des objets intermédiaires

Le graphe DOM est ensuite parcouru pour récupérer les différentes informations sur le morceau. Elles seront intégrées dans un arbre d'objets intermédiaires.

Un morceau est composé de plusieurs voix et/ou plusieurs systèmes de voix et a un certain tempo. Un système de voix est constitué de voix. Un tempo a un nombre de battement par minute et un type de note. Par exemple, le tempo "60 à la noire" signifie qu'il y a 60 noires à la minute, or une noire dure un temps, donc ce tempo est à un temps par seconde.

Une voix est constituée de mesures. Une mesure est composée d'une clé, d'un chiffrage de la mesure et d'une liste d'accords. Un accord a une certaine durée et est composé d'un

silence ou d'une liste de notes. Une note a une hauteur et une force (pianissimo, fortissimo, ...).

Le chiffrage de la mesure contient un numérateur, représentant le nombre de temps de la mesure, et un dénominateur, représentant la durée d'une mesure. Une clé contient un nom et un numéro de ligne.

### **3.4 Construction des arbres rythmiques**

Les objets intermédiaires sont ensuite utilisés pour construire les arbres rythmiques. Une mesure correspond à un arbre rythmique.

## Références

[MusicXML ] MusicXML.

[OpenClassrooms ] OpenClassrooms. *Structurez vos données avec XML*.

[Oracle ] Oracle. *Simple API for XML*.

[rel 2003] Relax ng - a simpler schema language for xml. O'Reilly Media, 2003.

[sax ]

[Source a] Thaio Open Source. *Jing*.

[Source b] Thaio Open Source. *Trang*.

[W3C a] W3C. *Document Object Model (DOM)*.

[W3C b] W3C. *Extensible Markup Language (XML)*.