Université Lille 1
Master mention Informatique – M1

Construction d'applications réparties

III. Web Services

Romain.Rouvoy@univ-lille1.fr

Introduction

Web Services

- Web
  - protocole HTTP
  - à la base conçu pour des échanges de documents
  - extension : pages dynamiques (avec code, PHP, JSP, ASP, etc.)
  - protocole simple, sans état
- Web service
  - utiliser HTTP pour déclencher des **exécutions de services**
  - requête = demande d'exécution d'un service
  - reponse = résultat de l'exécution de ce service

Différentes "incarnations" des web services

- XML-RPC
- SOAP
- REST

Plan

1. HTTP – XML
2. REST
3. SOAP
4. WSDL

Introduction

Eléments de base : HTTP

- Protocole applicatif (niveau 7)
- Utilise TCP (niveau 4) ⇨ garantie d'un transport **fiable** (sans erreur)
- **Pas** de notion de **connexion** HTTP
- Tous les commandes HTTP sont émises en **mode texte** (ASCII)

⇨ Protocole simple, facilement implantable

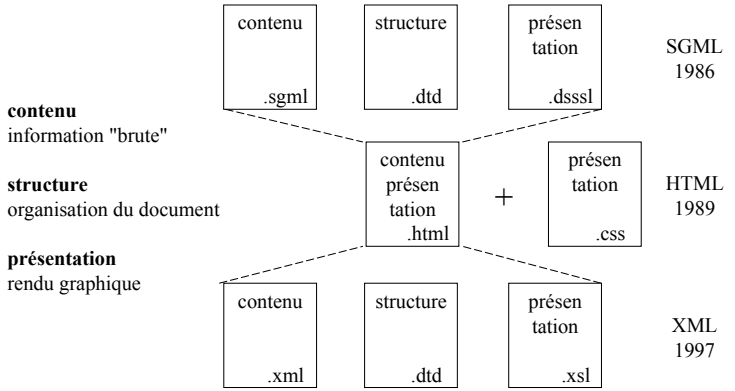
Version actuelle HTTP 1.1 (RFC 2067) depuis janvier 1997
Apport principal : **connexions TCP persistantes**

Raison : pour les "petits" fichiers (< 10 Ko, 80 % des documents Web)
le coût de l'ouverture de cx TCP est **non négligeable** / coût du transfert

⇨ gain de temps important

Introduction

Eléments de base : XML



contenu
information "brute"

structure
organisation du document

présentation
rendu graphique

Introduction

Eléments de base : XML

DTD grammaire (balises) du document

1. Définition des balises autorisées `<!ELEMENT ... >`
2. Définition de leurs attributs `<!ATTLIST ... >`

```
<balise attribut="type attr" ...> type balise </balise>
```

```
<!ELEMENT graphe (noeud|arc)* >
<!ELEMENT noeud EMPTY >
<!ELEMENT arc EMPTY >
<!ATTLIST noeud numero ID #REQUIRED >
<!ATTLIST arc source IDREF #REQUIRED >
<!ATTLIST arc destin IDREF #REQUIRED >

<graphe>
  <noeud numero="1"/> <noeud numero="2"/>
  <arc source="2" destin="1"></arc>
</graphe>
```


Introduction

Eléments de base : XML

XML Schema

```
<!ELEMENT promotion (individu)+ >
<!ELEMENT individu ( nom , prenom ) >
<!ELEMENT nom (#PCDATA)> <!ELEMENT prenom (#PCDATA)>
<!ATTLIST individu noSecuriteSociale ID #REQUIRED >
```

promotion.dtd

```
<?xml version="1.0" ?>
<element name="promotion" type="PromotionType" />
<complexType name="PromotionType">
  <element name="individu" type="IndividuType"
           minOccurs="1" maxOccurs="unbounded" />
  <attribute name="noSecuriteSociale"
             type="ID" use="required" />
</complexType>
<complexType name="IndividuType">
<sequence> <element name="nom" type="string">
           <element name="prenom" type="string">
</sequence> </complexType>
```

XML *schema* équivalent

Introduction

Eléments de base : XML

XML Namespace

Utilisation des balises provenant de **+sieurs DTD** dans un doc. XML

- attribut **réservé** `xmlns` fournissant un nom et l'URL de sa DTD associée
- peut être ajouté à n'importe quelle balise (en général, la 1ère du document)

```
<balise xmlns:nomDEspace="URL associée" ... >
```

```
<html xmlns:m="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"
      xmlns:s="http://www.w3.org/2000/svg" >
```

- l'espace de noms reste valide jusqu'à la **balise fermante** (ici `</html>`)
- les balises des ≠ DTD doivent être préxifées par `nomDEspace:`

```
<s:svg width="2cm" height="0.6cm">
```

REST

Romain Rouvoy

Université Lille 1

Romain.Rouvoy@univ-lille1.fr

REST

Representational State Transfer

- une "incarnation" des Web Services
- définie en 2000
- par Roy Felding (un des concepteurs de HTTP)
- basé sur HTTP
  - REST n'est pas un protocole (HTTP est le protocole)

2 idées directrices

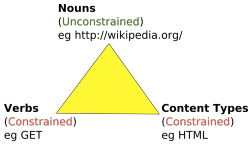
- tout est **ressource**
  - versus tout est service pour SOAP
- HTTP définit les actions sur ces ressources

➢ REST = style architectural pour les Web Services

REST

Principe

Le triangle REST



Nom

- une URL pour chaque ressource
  - `http://example.com/user/bob`
  - `http://example.com/myfiles`

Verbe

- chaque commande HTTP (`GET, POST, PUT, DELETE`) définit l'action à exécuter sur une ressource
  - pas d'actions prédéfinies par défaut
  - choix du concepteur
  - mais très souvent CRUD: *Create, Read, Update, Delete*

Contenu

- le format des données échangées avec les ressources
  - spécifié avec MIME dans l'en-tête HTTP `Content-Type`
  - HTML, JSON, XML, JPEG PDF, vidéo, etc.

REST

Accès au ressources

Ressource	GET	PUT	POST	DELETE
`http://example.com/users/Bob`	**Retourne** les données de Bob	**Met à jour** les données de Bob	**Crée** un nouvel enregistrement Bob	**Supprime** les données de Bob

Bibliothèques de programmation

- Java : Restlet, Jboss RESTEasy, Jersey, Apache CXF, JAX-RS
- Python : RIP
- Ruby On Rails : Rails
- PHP : Symfony
- Perl : Catalyst REST
- …

Modèle de programmation Java

JAX-RS (JSR 311) projet Jersey http://jersey.java.net

- définit un ensemble d'annotations Java 5 pour REST
- package `javax.ws.rs`

Annotations – Commandes HTTP

```
public class UserResource {

  Map<String,String> users = new HashMap<>();

  @PUT
  void newUser( String nom, String prenom ) { ... }

  @POST
  void updateUser( String nom, String prenom ) { ... }

  @DELETE
  void removeUser( String nom ) { ... }

  @GET
  String getPrenom( String nom ) { return ... }
}
```


Annotations – URL d'accès aux ressources

```
@Path("/hello")
public class HelloWorldResource {

  @GET
  void greetings() { ... }

  @GET
  @Path("/world")
  void world() { ... }
}
```

Accès à greetings() : `http://.../hello`
par exemple `http://localhost:8080/hello`
(dépend de la librarie REST)

Accès à world() : `http://.../hello/world`

Annotations – Transmission de paramètres aux ressources

3 solutions

- URL `@PathParam`
- paramètres de la requête HTTP `@QueryParam`
- en-tête de la requête HTTP `@HeaderParam`

```
@Path("/library")
public class LibraryResource {

  @GET
  @Path("/book/{isbn}")
  public String getBook( @PathParam("isbn") String id ) { ... }

  @POST
  @Path("/book/{isbn}")
  public void addBook( @PathParam("isbn") String id,
                       @QueryParam("title") String titre ) { ... }}
```

```
http://.../library/book/1234
http://.../library/book/42?title=hg2g
```

Annotations – Accès générique aux ressources

Expressions régulières Java et `@Path`

```
@Path("/fs")
public class FileSystemResource {

  @GET
  @Path("{path: .*}")
  public String get( @PathParam("path") String str ) { ... } }
```

Quelle que soit la requête commençant par http://…/fs
- http://…/fs
- http://…/fs/usr/local
- http://…/fs/etc/bashrc

Production et consommation de contenus

- annotation `@Produces` pour indiquer le format MIME du contenu produit
- une même requête peut produire différents formats de contenu
  - dépend de l'en-tête HTTP Accept spécifié par le client

```
@Path("/library")
public class LibraryResource {

  @GET
  @Path("/books")
  @Produces("text/html")
  public String getBooksHTML() { ... }

  @GET
  @Path("/books")
  @Produces("application/json")
  public String getBooksJSON() { ... }
}
```


Conclusion

- principe simple
- mise en oeuvre légère

- de nombreux sites proposent un accès via REST
  - Amazon, Facebook, Google, Twitter, Yahoo, etc.

SOAP

Romain Rouvoy

Université Lille 1

Romain.Rouvoy@univ-lille1.fr

SOAP

SOAP

But : invoquer un service distant (promoteurs : IBM + Microsoft)

- invoquer un service
- sans se préoccuper de la façon dont le service est implanté

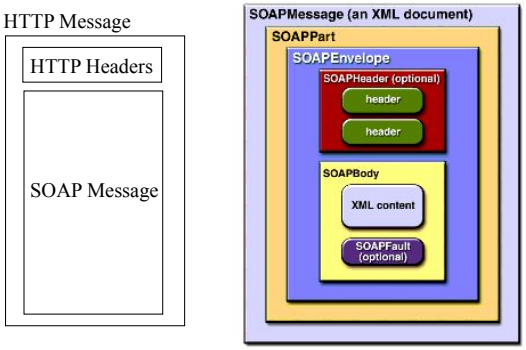
- indépendant des langages
- indépendant des OS
- nombreuses implantations dans ≠ langages
  - en Java : Axis, CXF, JAX-WS, …

Specifications SOAP

1. SOAP envelope specification — quelle méthode ? paramètre ? retour ? erreur ?
2. Data encoding rules — règles de représentation des types de données

SOAP

Message SOAP



SOAP – Envelope

Enveloppe

- les informations du message (requête ou réponse)
- document XML
- schéma XML : `http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope`

- balise racine `<Envelope>`
- 2 balises principales : `<Header>` et `<Body>`

- balises concernant invocation (opération, paramètres, valeur retour)

Exemple : Invocation du service `euroToDollar` avec la valeur `12.34`

```
<Envelope>
  <Body>
        <euroToDollar>
          <value>12.34</value>
        </euroToDollar>
  </Body>
</Envelope>
```


SOAP – Envelope

Enveloppe

Risque conflit de noms entre balises SOAP & invocations

- namespace XML SOAP-ENV

```
<SOAP-ENV:Envelope
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope">
  <SOAP-Env:Body>
        <euroToDollar>
          <value>12.34</value>
        </euroToDollar>
  </SOAP-Env:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```

SOAP – Envelope

Enveloppe

Exemple HTTP

```
POST /convertisseur HTTP/1.1
Content-Type: text/xml
Content-Length: 999
SOAPAction: http://some.host/SOAPServer/convertisseur

<SOAP-ENV:Envelope
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope">
  <SOAP-Env:Body>
       <euroToDollar>
         <value>12.34</value>
       </euroToDollar>
  </SOAP-Env:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```

`SOAPAction` (URI du service web invoqué) doit être présent
mais peut-être vide ⇨ URL POST suffisante pour identifier le service

SOAP – Envelope

Enveloppe

Exemple HTTP

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: text/xml
Content-Length: 999

<SOAP-ENV:Envelope
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope">
  <SOAP-ENV:Body>
       <euroToDollarResponse>
         <return>10.07</return>
       </euroToDollarResponse>
  </SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```


SOAP – Header

En-tête

- informations supplémentaires sur le message
- métadonnées pour l'exécution du service
- interprétées (ou non) par le serveur

Exemple

```
  <SOAP-ENV:Header>
       <Transaction SOAP-ENV:mustUnderstand="1">
         5
       </Transaction>
  </SOAP-ENV:Header>
```

Attribut facultatif
- `mustUnderstand="1"` le serveur doit être capable de traiter le message

SOAP – Fault

Erreur

- signale une erreur d'exécution (message de retour)
- balise `<Fault>`

4 sous-balises

`<faultcode>`	type d'erreur
`<faultstring>`	message d'erreur pour l'utilisateur
`<faultactor>`	émetteur de l'erreur en cas d'appels en cascade
`<detail>`	message détaillé pour l'application (ex. *stack trace*)

4 valeurs principales possibles pour `<faultcode>`

`Client`	erreur provenant de la requête du client
`Server`	erreur provenant du serveur
`MustUnderstand`	incapacité à traiter un header mustUnderstand
`VersionMismatch`	namespace de l'enveloppe incorrect

mais valeurs extensibles (même esprit que les code 4xx pour HTTP)
ex : `Client.Authentication`

SOAP – Fault

Erreur

Exemple

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: text/xml
Content-Length: 999

<SOAP-ENV:Envelope
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope">
  <SOAP-ENV:Fault>
     <SOAP-ENV:faultcode>Client</SOAP-ENV:faultcode>
     <SOAP-ENV:faultstring>Méthode inexistante</SOAP-ENV:faultstring>
  </SOAP-ENV:Fault>
</SOAP-ENV:Envelope>
```


SOAP – Data encoding rules

Règles de représentation des types de données

But : typer les données échangées

- types simples : string, int, double, boolean, date, time, enum, tableaux d'octets
- types composés : structures, tableaux

- chaque donnée transmise est typée
  - soit directement dans le message
  - soit en faisant référence à un schéma XML défini de façon externe

SOAP – Data encoding rules

Types simples

Exemple de message avec données typées

```
<SOAP-ENV:Envelope
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <SOAP-ENV:Body>
  <euroToDollarResponse
  SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding">
         <return xsi:type="xsd:double">10.07</return>
  </euroToDollarResponse>
  </SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```


SOAP – Data encoding rules

Types simples

Exemple de message avec typage externe

```
<SOAP-ENV:Envelope
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope">
  <SOAP-ENV:Body>
  <euroToDollarResponse
  SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding">
         <foo:return xmlns:foo="url schema">10.07</foo:return>
  </euroToDollarResponse>
  </SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```

Schéma

```
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xsd:element name="return" type="xsd:double" />
</xsd:schema>
```

SOAP – Data encoding rules

Types composés

Structures

```
struct Personne { string nom; int age; }
```

```
<foo:Personne xmlns:foo="url du schema"
  <foo:nom>Bob</foo:nom>
  <foo:age>45</foo:age>
</foo:Personne>
```

Schéma

```
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xsd:element name="Personne" >
    <xsd:complexType base="xsd:string">
      <xsd:element name="nom" type="xsd:string" />
      <xsd:element name="age" type="xsd:int" />
    </xsd:complexType>
  </xsd:element>
</xsd:schema>
```


SOAP – Programmation Java

Modèle de programmation

Annotation Java 5

`@WebService` : annotation d'une la classe contenant des WS
`@WebMethod` : annotation d'une méthode accessible via un WS
`@WebResult` et `@WebParam` : annotations des paramètres d'un WS

Exemple

```
@WebService
public class MyWS {

  @WebMethod
  public long addUser(
    @WebParam(name="UserName") String name,
    @WebParam(name="UserAge") int age )
 { ... } }
```


SOAP – Programmation Java

Utilisation de WS

@WebServiceRef: référence un web service

```
public class MyClient {

  @WebServiceRef(wsdlLocation="http://localhost:8080/WS/MyWS?wsdl")
  private MyWS service;

  public void foo() {
    long id = service.addUser("Bob",15);
} }
```

Rq : fonctionne dès lors que la classe est prise en compte par une librairie ou un framework supportant l'injection de dépendances

SOAP – Conclusion

Conclusion

- mécanisme simple, facilement implantable (modulo XML)
- sécurité basée sur la sécurité du protocole sous-jacent (ex. HTTPS)
- indépendant langages, OS

WSDL

Romain Rouvoy

Université Lille 1

Romain.Rouvoy@univ-lille1.fr

WSDL

WSDL (*Web Service Description Language*)

Description de services web

- contrat pour l'utilisation du service
- description XML

Concepts

- type de données
- message
- opération
- port
- liaison (*binding*)

WSDL

Type

- les types de données échangés

```
<wsdl:types>
  <xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
    <xsd:element name="PersonneType">
      <xsd:complexType>
        <xsd:element name="nom" type="xsd:string" />
        <xsd:element name="age" type="xsd:int" />
      </xsd:complexType>
  </xsd:schema>
  ...
</wsdl:types>
```


WSDL

Message

- un message échangé
- comprend des paramètres (`part`)
  - élément de type simple
  - référence un `types` précédemment défini

```
<wsdl:message name="AddPersonneRequest">
 <wsdl:part name="nom" element="PersonneType" />
</wsdl:message>

<wsdl:message name="AddPersonneResponse">
 <wsdl:part name="nom" type="xsd:string" />
</wsdl:message>

<wsdl:message name="RemovePersonneRequest">
  <wsdl:part name="nom" element="PersonneType" />
</wsdl:message>
```

WSDL

Opération

• un message + un mode d'interaction

• input
  - one-way 1 seul message en input
  - request-response 1 message en input + 1 en output
• output
  - solicit-response 1 seul message en output + 1 en input
  - notification 1 message en output

```
<wsdl:operation name="addPersonne">
  <wsdl:input message="AddPersonneRequest" />
  <wsdl:output message="AddPersonneResponse" />
  <wsdl:fault message="AddPersonneFault" />
</wsdl:operation>
```


WSDL

Port

• ensemble d'opérations

```
<wsdl:portType name="PersonPortType">
  <wsdl:operation name="addPersonne">
  ...
  </wsdl:operation>
  <wsdl:operation name="removePersonne">
  ...
  </wsdl:operation>
</wsdl:portType>
```


WSDL

Liaison (*Binding*)

• spécifie la liaison entre un port et un protocole

```
<wsdl:binding name="PersonneBinding" type="PersonPortType">
  <soap:location="http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter" />
</wsdl:binding>
```


WSDL

Conclusion WSDL

• langage de définition d'interfaces de services web
• type ⊂ message ⊂ operation ⊂ port ⊂ liaison

• XML !!
• génération automatique de WSDL à partir de Java, EJB...