Collec-Science : description des services web

Eric Quinton
IRSTEA

30 août 2017– v0.2[1]

1. Remerciements aux relecteurs et contributeurs

Chapitre 1

Besoins nécessitant l'utilisation de services web

1.1 Définitions

uid : identifiant unique numérique au sein d'une base de données d'un échantillon ;

guid : identifiant de type UUID [1], qui garantit de manière certaine l'identification d'un échantillon ;

identifier : identifiant « métier » d'un échantillon ;

données « métier » : données permettant de caractériser un échantillon selon les critères nécessaires à son exploitation : contexte spécifique d'acquisition, taxon, données physico-chimiques ou biologiques, etc.

instance, serveur, base de données, application : implémentation d'une solution de gestion d'échantillons capable soit de fournir des services web, soit d'interroger des services web pour récupérer des informations.

1.2 Présentation

La gestion des échantillons de laboratoire (ou autres) est réalisée par divers logiciels, chacun s'appuyant sur une base de données différente. Dans un contexte d'échange des informations entre laboratoires, il est apparu nécessaire de proposer

1. Les codes de type GUID ou UUID sont générés à partir de fonctions aléatoires ou cryptographiques, et garantissent qu'ils sont uniques quelle que soit la base de données qui les ont générés. Ainsi, il n'est pas possible d'obtenir deux codes identiques pour deux échantillons différents, ce qui permet de les identifier de manière sûre, comme pourrait le faire l'ADN pour des êtres humains.

une méthode d'interrogation des différentes bases de données, pour connaître ce qui est disponible dans d'autres collections.

Deux cas d'utilisation ont ainsi pu être mis en évidence :

— l'interrogation d'une base distante, pour savoir si des échantillons sont disponibles ;
— l'import d'informations provenant d'une autre base de données, pour répondre à deux cas de figure différents :
  — le prêt d'un échantillon à un autre laboratoire, sans être obligé de ressaisir toutes les métadonnées associées ;
  — l'importation de données saisies sur le terrain en mode déconnecté dans une base de données centrale.

La technologie retenue est celle des services web, avec une gestion des habilitations s'inspirant du protocole OAuth v2.

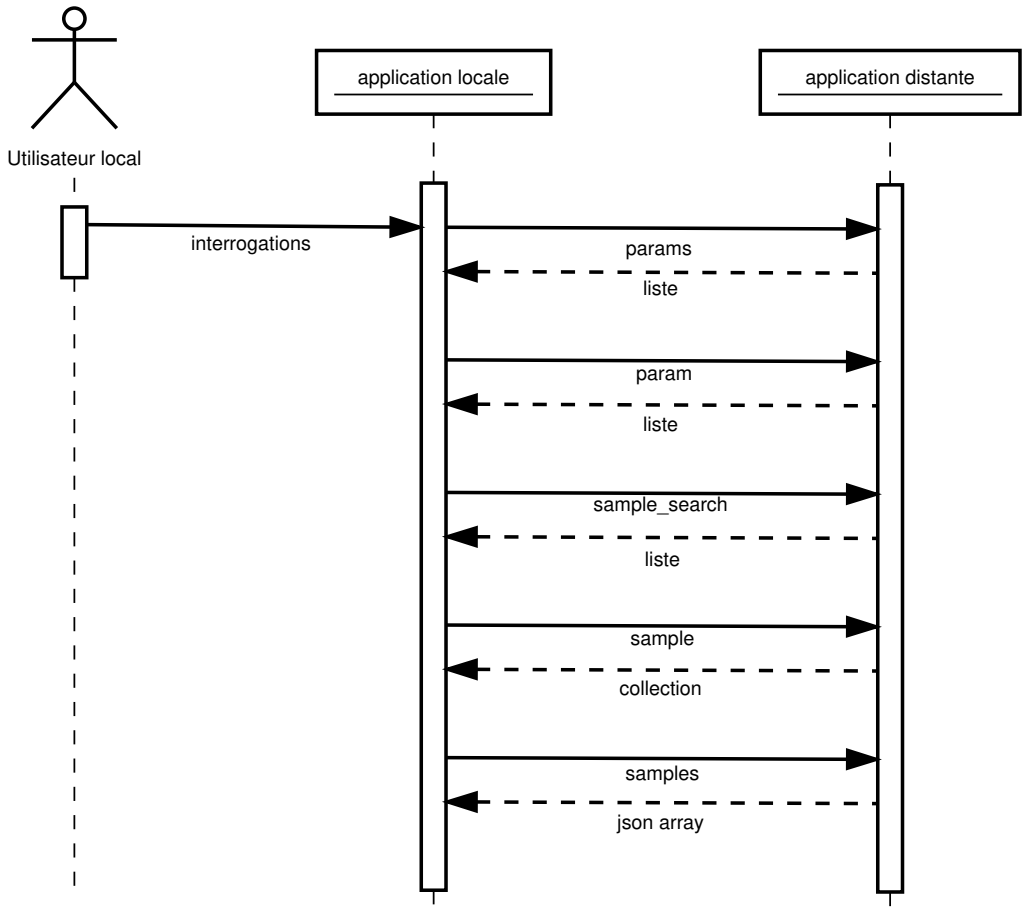
1.2.1 Technique employée

Les services web sont basés sur des requêtes HTTP, et échangent les données selon des formats définis. Dans la version actuelle des services web, seul le format Json est implémenté pour l'échange des informations.

1.2.2 Forme des URL

Les URL sont conçues, dans le cadre des services web, sous la forme d'URL conviviales, par exemple : https://collec/sw/v1/sample/4 pour récupérer l'échantillon numéro 4.

1.3 Définition des cas d'utilisation couverts par les services web



Cinq services web ont été identifiés :

— les deux premiers permettent de récupérer les listes de référence nécessaires pour faire des recherches selon divers paramètres ;
— le troisième permet de lancer une recherche pour trouver des échantillons ;
— les deux derniers récupèrent les informations correspondant à un ou plusieurs échantillons respectivement.

1.3.1 Recherche d'échantillons

La recherche d'échantillons doit pouvoir s'effectuer selon plusieurs critères :

— l'identifiant interne (*uid*) ;
— l'identifiant principal ou des identifiants secondaires ;
— une fourchette de dates de création des échantillons ;

— un type d'échantillons ;
— un projet ou sous-collection ;
— une fourchette d'identifiants internes ;
— un code unique de type GUID ou UUID ;
— le lieu de collecte de l'échantillon ;
— tout autre paramètre traité dans l'application distante.

Elle retourne une liste d'échantillons correspondant aux critères indiqués. Le détail des informations retournées est spécifié dans la section 3.4.

Pour permettre cette recherche, il est nécessaire de récupérer les tables de référence (types d'échantillons, projets ou sous-collections, lieux de collecte...). Les tables utilisables pour la recherche peuvent différer selon les logiciels, et cette liste peut être retrouvée par un service web dédié.

1.3.2 Liste des tables de référence

Ce service permet d'obtenir l'ensemble des tables de référence avec lesquelles il est possible de réaliser une recherche.

1.3.3 Contenu des tables de référence

Ce service récupère le contenu d'une des tables de référence.

1.3.4 Récupération des données d'un échantillon

Ce service permet de récupérer l'ensemble des données concernant un échantillon, y compris les données « métiers » si l'utilisateur dispose des droits nécessaires pour les consulter.

Les données récupérées doivent être suffisamment complètes pour pouvoir être intégrées dans l'application de gestion des échantillons locale.

Elles permettent également une visualisation détaillée de l'échantillon considéré, et contiennent, le cas échéant [2], les données « métiers » associées.

1.3.5 Récupération des données d'une liste d'échantillons

Il s'agit d'une variante du service web précédent. La liste des échantillons à récupérer est fournie dans une collection Json, soit en utilisant l'UID, soit en utilisant le GUID.

2. si l'utilisateur dispose des droits adéquats et si l'échantillon dispose de ces informations

1.4 Contraintes liées à la sécurité

L'accès aux données nécessite une identification préalable de l'utilisateur. Elle est décrite dans le chapitre 2.

1.5 Présentation du logiciel Collec

Collec est un logiciel de gestion de collections d'échantillons, dont l'objectif principal vise à faciliter la recherche d'un échantillon stocké ou de récupérer les informations générales le concernant.

Écrit en PHP, les données sont stockées dans une base de données PostgreSQL. Le logiciel est bâti sur un modèle MVC, tous les accès étant gérés par l'appel à des modules déclarés dans un fichier spécifique. Le code de l'application est disponible à l'adresse https://gitlab.com/Irstea/collec, sous licence AGPL.

La gestion matérielle des échantillons de laboratoire (ou d'expérimentations scientifiques) est une fonctionnalité largement demandée, mais peu couverte jusqu'à présent par les logiciels disponibles, et particulièrement dans le domaine de l'*Open Source*. Collec, dont la première version remonte à l'automne 2016, fait l'objet d'un réel intérêt de la part de la communauté scientifique, ses fonctionnalités et sa facilité d'utilisation le rendant attractif. De nombreux développements complémentaires ont été menés en 2017 pour l'adapter à des cas d'usage non prévus initialement. Ce document vise d'ailleurs à en couvrir certains.

Toutefois, Collec n'est pas conçu comme un système global de gestion de données à la fois techniques – stockage des échantillons – et de résultats d'analyse par exemple (pas d'informations métiers complexes [3]). Il n'est pas non plus prévu de mettre en place un hébergement centralisé qui permettrait de gérer tous les échantillons de la sphère de recherche.

A contrario, cette organisation permet de créer autant d'instances que nécessaires, notamment pour gérer des saisies en mode décentralisé (bateau partant en campagne de sondage dans les mers du Sud, collecte d'échantillons depuis des zones non couvertes par Internet, par exemple).

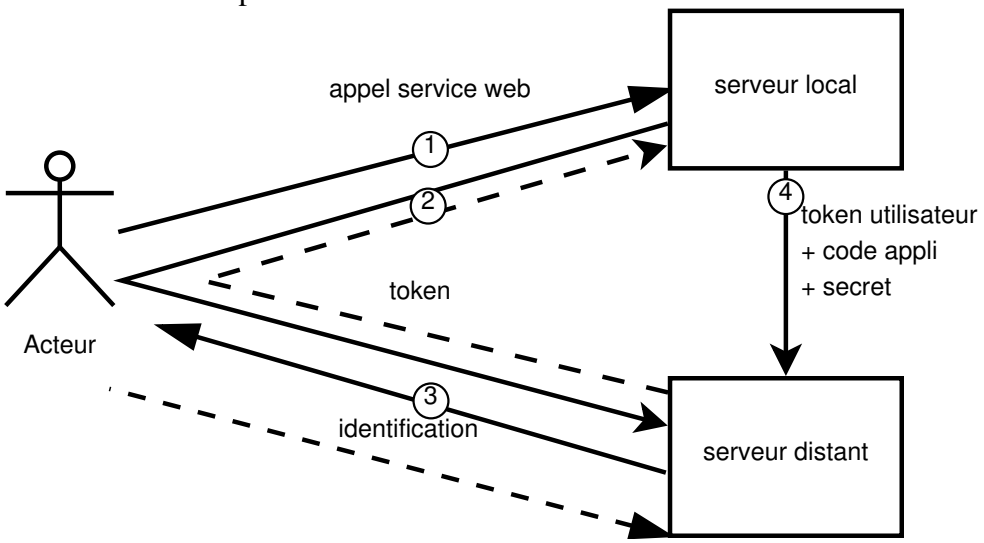
Cette souplesse nécessite de prévoir des mécanismes soit d'interrogation de diverses instances, soit de récupération des informations concernant des échantillons provenant d'autres bases de données.

3. Dans la pratique, à partir de la version 1.1, il est possible de renseigner quelques informations métiers, mais de manière relativement frustre et sans permettre la complexité des actions envisageables avec des bases de données dédiées.

Chapitre 2

Gestion des habilitations – principes retenus pour le logiciel Collec

Le mécanisme d'identification prévu pour les services web s'appuie en grande partie sur le protocole OAuth v2, au moins dans ses principes. Ce n'est pas le protocole qui est effectivement implémenté (OAuth est prévu pour que l'utilisateur définisse les droits d'accès de l'application cliente), mais les principes d'identification retenus s'en inspirent.



Pour accéder à des informations distantes, le dialogue entre les deux serveurs nécessite plusieurs phases :

1. l'utilisateur veut déclencher l'appel à un service web distant ;
2. aucun jeton n'a été récupéré par le serveur local : l'utilisateur est redirigé vers le serveur distant pour obtenir un jeton d'identification ;

3. le serveur distant ne connaît pas l'utilisateur : il lui demande de s'identifier en utilisant la procédure adéquate (*login/mot de passe* dans la plupart des cas) ;
   une fois identifié, le serveur distant renvoie le navigateur de l'utilisateur vers le serveur local, en fournissant un jeton chiffré ;
4. l'appel au service web peut maintenant être déclenché, en fournissant :
   — le jeton de l'utilisateur ;
   — le code de l'application locale ;
   — le secret partagé entre l'application distante et l'application locale.

2.1 Opérations préalables à l'interrogation d'une base de données distante

2.1.1 Identification réciproque des applications

Les applications clientes doivent se faire identifier par les applications distantes avant tout échange.

Cette étape est manuelle : l'administrateur de l'application distante crée un enregistrement dans la table *instance*, dont le détail est décrit dans la section 4.2.1.

Le code d'identification, ainsi que le secret associé, est envoyé par mail (de manière automatique ou semi-automatique de préférence) par l'administrateur de la base distante (*cf.* section 4.3.1).

Ces informations sont stockées dans la table *instance* locale, en indiquant en outre les adresses des différents services web disponibles pour le serveur distant.

2.1.2 Identification des utilisateurs

Les utilisateurs qui peuvent utiliser les services web distants sont enregistrés dans le serveur distant et disposent d'un code d'identification. Une fois connectés, ils doivent hériter du droit *consultsw*, indispensable pour accéder aux services web.

Pour qu'ils puissent récupérer les données « métier », les utilisateurs doivent également être rattachés à un projet. Dans la pratique, dans la gestion des groupes de logins, on trouvera l'arborescence suivante (par exemple) :

consultsw
projet1sw
projet2sw

Les utilisateurs distants sont associés aux groupes *projet1sw* ou *projet2sw*, et ces groupes sont associés aux projets (ou sous-collections) adéquats pour leur donner les droits d'accès en lecture.

Chapitre 3

Description des services web

3.1 Remarques générales

Les services web sont destinés à fournir des informations aux clients. Leur implémentation dépend des logiciels, ainsi que la manière de traiter les données.

Pour des raisons de compatibilité entre les différents logiciels, si un argument fourni figure dans la requête mais n'est pas utilisable par le service web, ce dernier ne doit pas rejeter la requête, sauf si aucun argument ne permet de discriminer la recherche demandée.

3.1.1 Format des données transmises ou reçues

Les données sont échangées au format JSON.

Les requêtes sont de type GET [1]. Actuellement, aucun service web n'est prévu pour mettre à jour des informations dans la base distante.

3.1.2 Codes d'erreur

Voici la liste minimale des codes d'erreur génériques que les services web devraient retourner :

Code	Description
400	Bad argument : un des arguments fournis n'est pas valide, ou aucun argument utilisable n'a été indiqué [2]

1. Les requêtes de type POST sont prévues pour créer un enregistrement, PUT pour mettre à jour une partie d'un enregistrement, DELETE pour le supprimer.

2. Dans le cas où des arguments sont fournis, mais non utilisables par le service web considéré, l'exécution de la requête conduisant à renvoyer trop d'informations

Code	Description
401	Unauthorized : les droits d'accès sont insuffisants pour permettre d'obtenir les informations
404	Not found : la ressource demandée est introuvable
500	InternalError : une erreur d'exécution ne permet pas de retourner le résultat de la requête
503	ServiceUnavailable : le service est temporairement indisponible

3.2 Table des listes techniques

Ce service web permet de récupérer la liste des tables de référence qui peuvent être utilisées pour lancer une recherche.

3.2.1 url type

https://sitedistant.fr/sw/v1/params

3.2.2 Données en entrée

Le service web ne nécessite pas de paramètre d'entrée.

3.2.3 Données en retour

La requête retourne la liste demandée sous la forme d'une collection Json contenant les informations suivantes :

Code	Type	Description
code	varchar	Code de la table de référence. C'est ce code qui sera utilisé pour obtenir la liste des valeurs disponibles dans le service web de récupération du contenu
val	varchar	Texte affichable dans un masque de recherche
valfr	varchar	Texte affichable dans un masque de recherche, en français
valen	varchar	Texte affichable dans un masque de recherche, en anglais

Les dates/heures doivent être formatées selon le format étendu de l'ISO-8601, avec le fuseau horaire, par exemple : 1997-07-16T19 :20 :30+01 :00 (format normalisé *yyyy-mm-ddThh :mm :ssZ* ou *yyyy-mm-ddThh :mm :sszzzzzz*) .

Exemple :

```
[
{code:"project",val:"Projets", valen:"projects"},
{code:"sampletype",val:"Types d'echantillons", valen:"samples
   types"},
{code:"identifiertype",val:"Identifiants metier", valen:"
   business identifiers"},
{code:"place",val:"Lieux de prelevement des echantillons",valen
   :"sampling places"}
]
```

3.3 Listes techniques

Ce service web permet de récupérer une liste de référence nécessaire pour comprendre ou rechercher les échantillons de la base distante.

3.3.1 url type

https://sitedistant.fr/sw/v1/reference/project ou https://sitedistant.fr/sw/v1/reference/var=project.

La valeur fournie (*project* ici) est une des valeurs récupérée dans le service web précédent (rubrique *code*).

La requête est de type GET.

3.3.2 Données en retour

La requête retourne la liste demandée sous la forme d'une collection Json contenant les informations suivantes :

Code	Type	Description
id	integer	Identifiant interne
val	varchar	Libellé
comment	varchar	Description ou commentaire

Exemple :

```
[
{id:1,val:"projet1",comment:"Description du projet 1"},
{id:3,val:"projet3",comment:"Descripton du projet 3"}
```

]

3.4 Rechercher des échantillons

3.4.1 url type

https://sitedistant.fr/sw/v1/sample_search?param={uidstart:10,uidend:15}
https://sitedistant.fr/sw/v1/sample_search?uidstart=10&uidend=15

3.4.2 Variables de recherche

Les variables sont fournies soit dans la requête GET, soit sous la forme d'une variable JSON nommée *param*.

Code	Type	Description
uid	integer	Identifiant unique de l'échantillon dans l'instance distante
ident	varchar	identifiant « métier » principal
guid	UUID	identifiant unique quel que soit la base de données
uidstart	integer	uid inférieur pour une recherche sur une fourchette d'identifiants
uidend	integer	uid supérieur pour une recherche sur une fourchette d'identifiants
datestart	yyyy-mm-dd	date de début pour une recherche sur une fourchette de dates
dateend	yyyy-mm-dd	date de fin pour une recherche sur une fourchette de dates
codefamily	objet Json	objet json permettant de rechercher une valeur sur une table de paramètres. *Codefamily* doit être remplacé par le code retourné lors de la recherche des listes de paramètres. L'objet JSON accepte, comme informations associées : *id* : identifiant spécifique à rechercher (par exemple, le code de l'identifiant métier). *id* peut être facultatif, si la recherche ne porte que sur la valeur, par exemple, le lieu de prélèvement ; *val* : valeur recherchée

Code	Type	Description
		si uniquement *val* est indiqué, on peut utiliser un couple classique : *codefamily :val*

Exemple de contenu pour la variable *$param* :

```
{"uidstart": 25,
"uidend": 50,
"datestart": "2017-01-01",
"dateend": "2017-06-30",
"identifiertype":{"id":10, "val":"AB01"},
"sampletype":2
}
```

La recherche portera sur les échantillons dont l'UID est entre 25 et 50, dont la date est entre le 1er janvier et le 30 juin 2017, dont l'identifiant métier connu sous le numéro 10 vaut AB01, et dont le type d'échantillons est 2.

3.4.3 Données en retour

Collection Json avec, pour chacun, les informations suivantes :

Code	Type	Description
uid	integer	Identifiant dans l'instance
identifier	varchar	identifiant principal « métier »
guid	uuid	code d'identification global
ids	collection	liste de tous les identifiants secondaires, selon la forme idtype : idval
project	varchar	nom du projet ou de la sous-collection correspondante
createdate	yyyy-mm-ddThh :mm :ssZ	date de création de l'échantillon dans la base de données d'origine
collectdate	yyyy-mm-ddThh :mm :ssZ	date de collecte ou de génération de l'échantillon
metadata	objet json	données « métier » rattachées à l'échantillon
sampleparent	objet json	json de même structure que ce tableau comprenant les informations du parent (imbrication des différents parents le cas échéant)
storageproduct	varchar	produit de stockage utilisé

Code	Type	Description
clp	varchar	risques associés aux produit de stockage
subsampletype	varchar	type de sous-échantillonnage
subsampleunit	varchar	unité de sous-échantillonnage
subsampleqty	double	quantité de sous-échantillons présents initialement
samplingplacename	varchar	nom du lieu de collecte

3.5 Lire un échantillon

3.5.1 url type

https://sitedistant.fr/sw/v1/sample/14
https://sitedistant.fr/sw/v1/sample?id=TEST-IDENTIFIANT-METIER
https://sitedistant.fr/sw/v1/sample/guid=e764aca5-75ee-4d23-87a6-78b91202ba37

3.5.2 Variables de recherche

La requête, de type GET, contient soit en dernière valeur l'UID de l'échantillon à lire, soit une variable GET dont le nom correspond à l'identifiant recherché et la valeur associée Les valeurs utilisables dans les champs sont les suivants :

id	Format attendu dans val	Description
uid	integer	Clé utilisée dans la base de données
guid	uuid	Identifiant unique global
id	varchar	Identifiant principal de l'échantillon
xxx	varchar	tout identifiant secondaire disponible

L'utilisation d'identifiants secondaires n'est pas forcément souhaitable dans tous les cas, notamment si plusieurs échantillons sont susceptibles de présenter le même identifiant secondaire (projets ou sous-collections différents).

3.5.3 Données en retour

Les données en retour sont celles du service de recherche d'un échantillon.

3.6 Lire un jeu d'échantillons

3.6.1 url type

https://sitedistant.fr/sw/v1/samples/{xxx}
https://sitedistant.fr/sw/v1/samples?param={xxx}

3.6.2 Variables de recherche

Il s'agit d'une variante du cas précédent. Un fichier JSON est fourni dans la variable *param*, organisé pour fournir un identifiant par échantillon retourné. Voici un exemple du fichier :

```
[{"uid":15},{"id":"A1-B2-C3"}]
```

3.6.3 Données en retour

Les données en retour sont celles du service de recherche d'un échantillon.

Chapitre 4

Implémentation technique dans Collec

4.1 Transformation des URL et appel aux modules

Les URL conviviales sont transformées en noms de modules, selon le fonctionnement suivant :

- les trois premiers éléments de l'adresse sont fusionnés ;
- si le quatrième élément est présent, il est stocké dans la variable de requête *$id*, et :
  - si la requête est de type GET, le module est suffixé par *Display* ;
  - si la requête est de type POST, le module est suffixé par *Write* [1] ;
- sinon, le module est suffixé par *List*.

Les modules doivent être décrits, comme les autres, dans le fichier *param/actions.xml*, et sont exécutés selon le fonctionnement classique de l'application.

4.2 Emplacement du code

Le code spécifique des modules doit être stocké dans le dossier *modules*, en respectant l'arborescence des URL conviviales, par exemple, pour l'adresse *http ://collec.local/sw/v1/sample*, dans le sous-dossier *sw/v1*.

4.2.1 Données d'identification des instances distantes

Pour identifier les instances clientes, la table *instance* contient les données suivantes :

1. Dans la version actuelle, l'écriture depuis une instance distante n'est pas implémentée

— le nom de l'instance ;
— l'url de l'instance ;
— le nom d'un contact ;
— son mail ;
— le code attribué en conservant les 8 premiers caractères du calcul d'empreintes sha256 de l'url ;
— le secret, généré de manière cryptographique ;
— le type d'instance (cliente ou serveur) ;
— la date de fin d'autorisation d'accès fixée, par défaut, à 5 ans.

Si une instance est à la fois cliente et serveur, deux lignes devront être créées, l'une pour chaque sens de communication. Cela permet de maintenir des secrets différents pour chaque canal.

Pour les instances « serveurs », une table complémentaire permet d'indiquer les URI des services web disponibles :

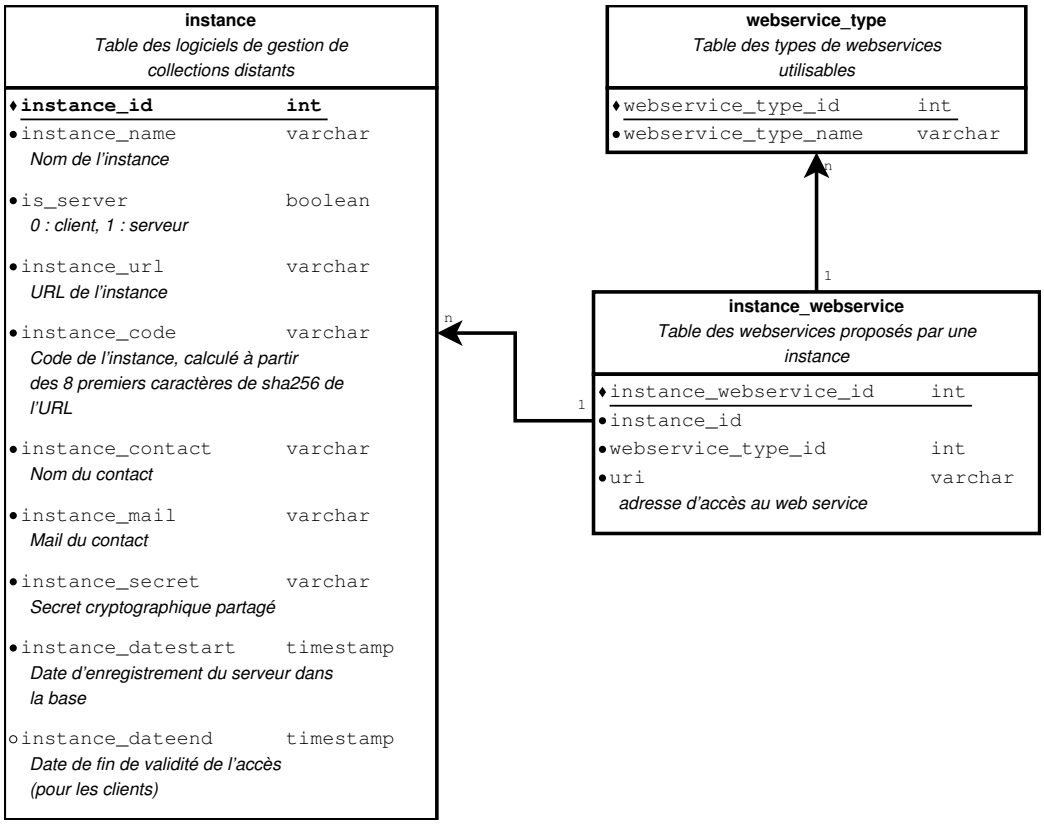
— le type du service web ;
— l'URI correspondante ;
— mécanisme d'identification.

4.2.2 Codification des services web

Afin de permettre les échanges automatisés des paramètres entre les serveurs, le type du service web (son identifiant) doit impérativement respecter le contenu de cette table :

Code	Service web
1	Liste des tables de paramètres utilisables
2	Contenu d'une table de paramètres
3	Recherche d'échantillons
4	Consultation d'un échantillon
5	Consultation d'une liste d'échantillons

4.2.3 Structure des tables correspondantes



4.3 Modules et fonctions nécessaires

4.3.1 Enregistrement d'une instance distante cliente

Ce module doit permettre d'enregistrer les données concernant une instance cliente qui sera autorisée à interroger la base locale. Il faut notamment prévoir :

- une fonction de génération du secret ;
- le calcul du code de l'instance, basé sur son url ;
- une fonction d'envoi d'un mail au responsable, qui contiendra un fichier json avec les informations suivantes :
  - le code de l'instance ;
  - l'url de base ;
  - le secret généré ;
  - la liste des services web disponibles et l'uri attachée.

Voici un exemple de la structure du fichier JSON correspondant :

```
{
"code":"985813d1",
"url":"https://colinstance.irstea.fr",
"secret":"
    dad90026064f54580d24195acac1f60d2c81426e2efa9719528dee4b0ff13668
    ",
"services":{
    {id:1,"uri":"/sw/v1/params"},
    {id:2,"uri":"/sw/v1/reference"},
    {id:3,"uri":"/sw/v1/sample_search"},
    {id:4,"uri":"/sw/v1/sample"},
    {id:5,"uri":/sw/v1/samples"}
    }
}
```

4.3.2 Enregistrement d'une instance distante serveur

Ce module doit faire l'opération inverse de la précédente. Il doit être capable de récupérer le fichier JSON transmis, pour une génération automatique dans la base de données.

4.3.3 Identification d'un utilisateur distant

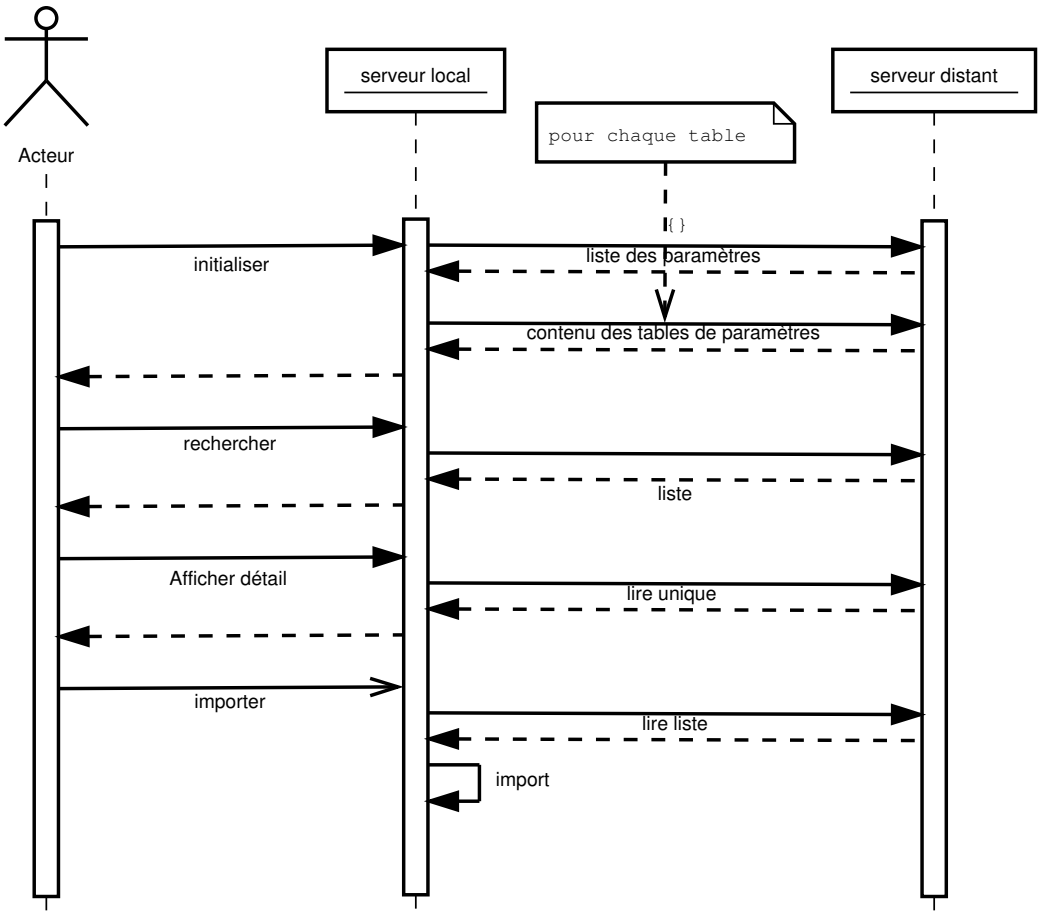
Un masque de saisie dédié doit être prévu (en cas d'identification via annuaire LDAP ou base de données), pour que l'utilisateur puisse bien confirmer qu'il s'identifie dans un serveur distant.

L'appel doit contenir l'adresse de retour. Le retour doit contenir un jeton, de préférence au format JWT, chiffré avec la clé privée du serveur, avec les informations minimales suivantes :

— iss : origine (url du serveur) ;
— exp : timestamp d'expiration ;
— uid : login de l'utilisateur.

4.3.4 Module d'interrogation d'un serveur distant

Le module doit permettre de sélectionner le serveur à interroger. Une fois le serveur sélectionné, la liste des tables de paramètres est récupérée, puis le contenu de ces tables.



Un masque de saisie permet de sélectionner les paramètres de recherche. Une fois les échantillons retrouvés depuis le serveur distant, il doit être possible d'en importer un dans la base locale.

Cet import va passer par une phase intermédiaire pour :

— associer l'échantillon au type local déclaré ;

— faire la correspondance entre les informations fournies par les tables de paramètres (identifiants secondaires, etc.). Le cas échéant, certaines informations peuvent ne pas être récupérées.

L'import ne concerne pas les informations de stockage.

Table des matières

1 Besoins nécessitant l'utilisation de services web **1**
- 1.1 Définitions . . . 1
- 1.2 Présentation . . . 1
  - 1.2.1 Technique employée . . . 2
  - 1.2.2 Forme des URL . . . 2
- 1.3 Définition des cas d'utilisation couverts par les services web . . . 3
  - 1.3.1 Recherche d'échantillons . . . 3
  - 1.3.2 Liste des tables de référence . . . 4
  - 1.3.3 Contenu des tables de référence . . . 4
  - 1.3.4 Récupération des données d'un échantillon . . . 4
  - 1.3.5 Récupération des données d'une liste d'échantillons . . . 4
- 1.4 Contraintes liées à la sécurité . . . 5
- 1.5 Présentation du logiciel Collec . . . 5

2 Gestion des habilitations – principes retenus pour le logiciel Collec **6**
- 2.1 Opérations préalables à l'interrogation d'une base de données distante . . . 7
  - 2.1.1 Identification réciproque des applications . . . 7
  - 2.1.2 Identification des utilisateurs . . . 7

3 Description des services web **9**
- 3.1 Remarques générales . . . 9
  - 3.1.1 Format des données transmises ou reçues . . . 9
  - 3.1.2 Codes d'erreur . . . 9
- 3.2 Table des listes techniques . . . 10
  - 3.2.1 url type . . . 10
  - 3.2.2 Données en entrée . . . 10
  - 3.2.3 Données en retour . . . 10
- 3.3 Listes techniques . . . 11
  - 3.3.1 url type . . . 11
  - 3.3.2 Données en retour . . . 11

3.4 Rechercher des échantillons 12
3.4.1 url type 12
3.4.2 Variables de recherche 12
3.4.3 Données en retour 13
3.5 Lire un échantillon 14
3.5.1 url type 14
3.5.2 Variables de recherche 14
3.5.3 Données en retour 14
3.6 Lire un jeu d'échantillons 15
3.6.1 url type 15
3.6.2 Variables de recherche 15
3.6.3 Données en retour 15

4 Implémentation technique dans Collec 16
4.1 Transformation des URL et appel aux modules 16
4.2 Emplacement du code 16
4.2.1 Données d'identification des instances distantes 16
4.2.2 Codification des services web 17
4.2.3 Structure des tables correspondantes 18
4.3 Modules et fonctions nécessaires 18
4.3.1 Enregistrement d'une instance distante cliente 18
4.3.2 Enregistrement d'une instance distante serveur 19
4.3.3 Identification d'un utilisateur distant 19
4.3.4 Module d'interrogation d'un serveur distant 19