



---

## **Protocoles applicatifs**

---

### **Résumé**

*Ce laboratoire propose, sur la base de l'utilisation de classes existantes, d'illustrer l'utilisation de protocoles de communication applicatifs, basés sur HTTP dans l'optique d'applications mobiles.*

### **Mots-clé**

*Mobilité, Sécurité, Systèmes ubiquitaires, Gestion de l'absence de réseau*



Historique du document		
Révision	Auteur	Date
0 : Première ébauche	markus.jaton@heig-vd.ch	29/09/15
1 : Serveur dédié	markus.jaton@heig-vd.ch	29/09/15
2: Android Marshmallow	markus.jaton@heig-vd.ch	29/09/15

## 1 Introduction

Ce laboratoire entend proposer aux étudiants une introduction aux techniques de programmation réparties asynchrones. Beaucoup plus complexes à maîtriser que les techniques synchrones, la programmation asynchrone est connue surtout dans le monde des interfaces utilisateurs, bien que ces derniers abusent trop souvent de dialogues dits "modaux" pour éviter la complexité induite par les interactions asynchrones. Dans le cas des protocoles de communication, la mode relativement récente d'utilisation d'un modèle client-serveur a confirmé l'utilisation de modes de communication synchrone (le client attend le bon vouloir du serveur -et de la transmission- pour fonctionner à nouveau correctement). Par ailleurs, l'existence de systèmes d'exploitation multi-tâches préemptifs permet aux utilisateurs de commuter sur un autre programme, le cas échéant, lorsque le sablier se fait trop présent...

Lorsque les liaisons et les ressources sont de grande qualité, ou que l'application est peu interactive, le synchronisme pose peu de problèmes ; en revanche, dans une liaison de piètre qualité alliée à une application professionnelle, il n'en va pas tout à fait de même.

### 1.1. Prérequis

- Serveur applicatif accessible sur <http://moap.iict.ch:8080/Moap>. Plusieurs services (RESTful) sont définis sur ce serveur, entre autres le service Basic (<http://moap.iict.ch:8080/Moap/Basic>) qui implémente un simple écho. Ce serveur est basé sur le produit Glassfish. Pour ceux qui voudraient contrôler l'intégralité de la transmission (par exemple les étudiants qui ont suivi le cours IFC 1), ils peuvent bien sûr implémenter ce même service sur un serveur de type tomcat.
- SDK Android avec Android Studio. Cette installation est optionnelle : ceux qui voudraient utiliser un client Windows 8 ou iOS vont bien sûr utiliser un système de développement adéquat.

### 1.2. Le client

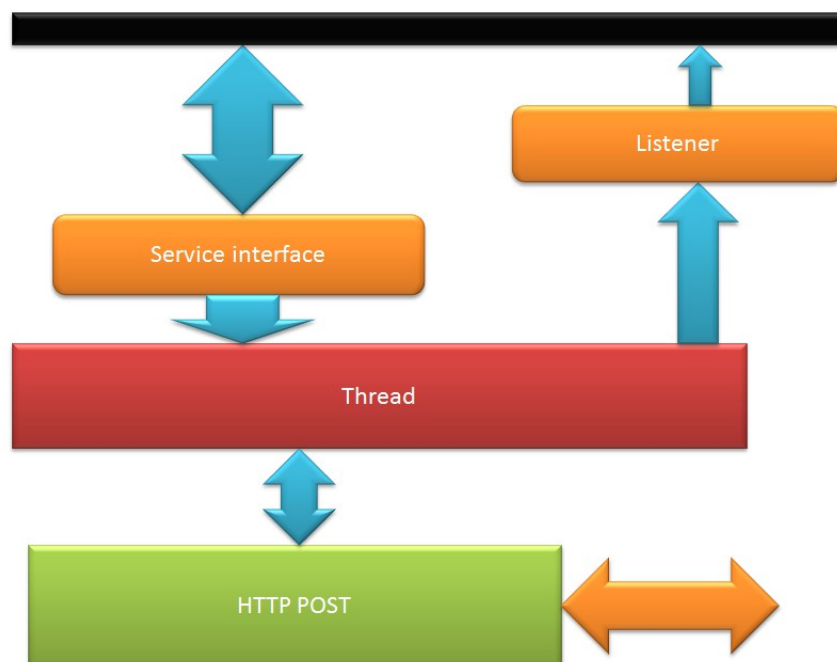
Historiquement, le client est un acteur peu actif dans la relation client-serveur : c'est celui qui consomme l'information qui lui est mise à disposition sur la toile. Pratiquement, ce modèle un peu simpliste se voit systématiquement invalidé depuis l'apparition de terminaux mobiles relativement performants. Le client est devenu producteur d'informations ; la majorité des images d'événements de ces quelques dernières années ont été produites par des amateurs armés de smartphones, à commencer par l'impact d'un avion dans l'une des Twin Towers, pour continuer par les images hallucinantes du tsunami sur les côtes japonaises avec l'éradication de plusieurs villes, et pour se terminer très provisoirement par la mort du dictateur libyen Muammar

Kadhafi et encore plus récemment des posts concernant la tragique guerre civile en Syrie.

Les applications professionnelles n'ont pas été en reste. Dans de nombreux secteurs industriels (chantiers, productique, médecine, sécurité, etc...), les terminaux mobiles ultra-portables sont devenus des fournisseurs d'information incontournables. Cette évolution des rôles du consommateur vers le producteur n'est pas sans incidence sur les caractéristiques des protocoles utilisés. En effet, un consommateur n'a pas d'autre choix que d'attendre que l'information qu'il demande soit disponible ; un producteur en revanche relève d'une logique très différente : lorsqu'il a produit son information, il n'a pas de raison particulière d'attendre que cette information soit parvenue à destination ; généralement, il a d'autres tâches en attente ! L'action d'envoyer l'information sur le réseau doit donc être instantanée, même si la transmission elle-même peut prendre un peu de temps, voire être différée pendant un temps considérable (parfois plus d'un jour) pour des raisons d'indisponibilité de réseau.

Le fait de rendre la main immédiatement à l'utilisateur implique un protocole asynchrone. En simplifiant, la transmission s'effectue dans le contexte d'un thread indépendant qui va gérer le protocole d'applications ; la notification de succès ou d'échec de la transmission, voire une éventuelle indication de réponse, devra être effectuée en utilisant un mode de notification indépendant de l'application (par exemple Android NotificationManager, ou similaire pour d'autres plate-formes).

Même si l'application fonctionne de manière asynchrone relativement aux communications, le protocole de transport, lui, reste synchrone. Cette dualité peut s'illustrer de la manière suivante :



### ***1.3. Protocole et service***

Un protocole comporte toujours deux aspects, comme le modèle OSI le montre de manière très claire :

- L'aspect communication : Cet aspect n'est pas complètement maîtrisable par le programmeur d'applications, puisqu'il dépend d'éléments n'étant pas sous contrôle.
- L'aspect service : Dans ce cas, le programmeur a beaucoup plus de choix (et donc de responsabilités) sur le comportement de son applicatif.

C'est dans notre cas l'aspect service qui nous intéresse, car c'est ce dernier qui va permettre à notre application de fonctionner de manière parfaitement asynchrone relativement au protocole, sur lequel nous n'avons que peu d'influence.

### ***1.4. Fonctionnement en l'absence de réseau***

Une application professionnelle doit, dans la mesure du possible, permettre un travail aussi en l'absence de réseau. On voit mal un médecin se trouver dans l'incapacité de dicter des notes ou une ordonnance pour un patient simplement parce qu'il se trouve dans une campagne trop isolée pour intéresser les opérateurs de télécommunications. De manière similaire, un fonctionnaire des douanes ne peut pas interrompre le déchargement d'un avion cargo parce qu'une indisponibilité de réseau l'empêche de documenter les produits qui sont extraits des cales.

Le service applicatif se doit donc de comporter une fonction de cache en écriture efficace, sûre et aussi transparente que possible. Cette fonctionnalité est contenue, dans la figure ci-dessus dans le Thread figuré dans le bloc rouge.

## 2 Le serveur

Le serveur est moins conditionné par cette notion de synchronisme ou asynchronisme du service, car généralement il n'a que cela à faire : attendre une communication et y répondre.

Là encore, cette vision des choses est peut-être un peu étroite. Elle se réfère à un modèle Web où la requête du client est de nature consultative. Je veux consulter le programme TV de ce soir, ou consulter les horaires de chemin de fer : une requête HTTP se traduit en une autre requête SQL, qui voit son résultat traduit en une page HTML que le client pourra analyser. Ce genre de requête très simple peut être aisément traitée par un serveur basé sur des langages de script, comme perl, php ou même en utilisant une interface CGI (pas forcément recommandé, toutefois...).

Lorsque le client devient producteur d'informations, le traitement par le serveur peut devenir non trivial, et corollairement, le temps nécessaire à la constitution de la réponse peut également devenir trop grand, surtout en cas de surcharge du serveur. La réponse ne venant pas, le client conclura à un time-out de la communication, ce qui aura pour effet de répéter la procédure quelque temps après, contribuant à la surcharge du serveur, etc...

L'asynchronisme du serveur devient alors un paramètre important à considérer dans le design applicatif ; mais cet asynchronisme n'est pas pour autant évident à implémenter. Deux difficultés se présentent :

- Le protocole HTTP est synchrone ; il faut donc répondre avant d'en avoir terminé avec le traitement effectif. Plusieurs options se présentent :
  - Valider la requête ("Ok"/"Nok") avant d'en avoir effectué le traitement effectif et renvoyer cette réponse immédiatement. Ceci est faisable dans la majorité des cas, pour autant que le protocole d'application soit conçu dans cette optique ; ainsi, une syntaxe XML s'appuyant sur une DTD ou un schéma permet de valider le document avant d'en avoir traité le contenu.
  - L'application peut être conçue de manière à ne requérir aucune validation ; c'est souvent le cas pour les saisies simples (productique, par exemple), ou pour les applications de traçage semi-automatique. Dans ce cas, une réponse constante "Ok" permet d'assurer le client que les données ont été reçues et de vider son cache de cette information.
  - Donner une réponse indicative non significative ("Working...") pour effectuer la réponse plus tard. Ceci implique que l'on s'assure que tôt ou tard, ce même client va régénérer une connexion que l'on pourra utiliser pour donner la véritable réponse. Il s'agit dans ce cas d'un protocole applicatif beaucoup plus

sophistiqué, car il doit être capable de convoier plusieurs requêtes, ainsi que les réponses associées, dans une transaction POST-REQUEST/RESPONSE unique.

- Les serveurs d'application traditionnels (PHP, par exemple) ne sont pas conçus pour le travail parallèle ; même s'il n'est pas impossible de faire du multi-traitement quasi-parallèle en PHP, ce n'est pas simple pour autant, parce que l'infrastructure n'est pas conçue pour ce faire (pas de multi-threading natif). Il faut donc se rabattre vers des serveurs applicatifs plus sophistiqués, comme .NET ou J2EE ; mais ces derniers sont souvent nettement plus complexes à mettre en œuvre, et beaucoup moins bien supportés par les fournisseurs de service Internet.

## **2.1. Transmission d'objets**

Dans une application répartie, il est souvent nécessaire d'échanger des objets complexes, pas seulement des textes. Transmettre un objet implique que l'instance de l'objet en question soit **sérialisable** (puisse être représentée sous forme d'une suite de bits). Lorsque le protocole applicatif se fonde sur HTTP (un protocole permettant la transmission de ... texte), il est nécessaire de convertir l'objet en un texte (qui lui, est sérialisable). Plusieurs techniques sont à notre disposition : dans le cadre des services Web, où ce type de transmission est majoritairement utilisé, on trouve par exemple SOAP, XML-RPC ou JSON.

## **2.2. SOAP, XML-RPC ou JSON**

La notion de service Web est une notion relativement floue, qui tend à recouvrir toute fonction implémentée sur un serveur et invocable par un client en utilisant HTTP comme protocole applicatif sous-jacent. Pourtant, il existe différentes implémentations de services web, qui ne sont en principe rien d'autre que des appels de fonctions à distance simplifiés.

Ces services présentent des solutions différentes à une série de problèmes communs :

- Automatisation du problème de sérialisation-désérialisation (marshalling et unmarshalling dans la terminologie RPC classique). Pour contourner l'hétérogénéité des systèmes, ces protocoles utilisent une représentation textuelle des données. Cette technique permet effectivement de se débarrasser des traditionnels "stubs" et "skeletons" des technologies RPC traditionnelles, mais introduisent en revanche diverses autres sources de problème, comme le codage des caractères. Cette automatisation est très intéressante pour des raisons de rapidité et de fiabilité de développement.
- Normalisation du protocole applicatif. On peut souhaiter ouvrir son service Web à tout un chacun, ce qui implique que le protocole soit standardisé. Dans notre cas de figure, cette condition est moins contraignante, les

partenaires de la communication devant de toutes façons utiliser un code spécialisé et mutuellement connu pour échanger des informations.

- Existence de bibliothèques éprouvées. Tester et valider un protocole est une opération fastidieuse et coûteuse.
- Efficacité du protocole. On tend à mépriser cet aspect actuellement, habitués que nous sommes à disposer de réseaux performants ; mais dans le monde de la mobilité, les débits sont extrêmement variables, d'autant plus si on désire à terme s'exporter vers d'autres pays où la notion de mobilité prend peut-être un sens encore plus significatif que dans nos régions. Utiliser un service Web est en soi une solution boiteuse sur du mobile en raison de la grande redondance du protocole et de la représentation textuelle. Il est donc préférable d'utiliser des protocoles aussi compacts que possible pour économiser la largeur de bande autant que faire se peut.
- Possibilité de valider le protocole. Il est intéressant, à la réception d'une unité de protocole applicatif (APDU) de pouvoir affirmer que cette APDU respecte ou non le protocole défini avant d'en commencer l'interprétation.

### **2.2.1 SOAP**

SOAP implémente le paradigme "Remote Procedure Call" sur une base HTTP (modèle WS-\*). Généralement, on conseille d'utiliser plutôt HTTPS, car SOAP n'est que très peu sécurisé par lui-même ; ceci est d'ailleurs le cas pour toutes les applications utilisant des services Web, il faut le souligner. Exporter un service Web au-delà d'un intranet constitue une opération représentant un certain risque sécuritaire.

SOAP a le mérite d'une certaine normalisation ; l'utilisation de WSDL (Web Services Definition Language) permet d'automatiser en partie la génération de code entre les partenaires de la communication ; il a en revanche le grave inconvénient d'une lourdeur et d'une inefficacité proverbiales. Il n'est pas implémenté en standard sur la plate-forme Android, Google privilégiant un modèle REST par ailleurs guère plus léger. Il est en revanche supporté par les plate-formes iOS, Windows et Nokia. Beaucoup d'implémentations sont dérivées du produit Open Source kSOAP2, qui est aussi disponible sur Android (en C++), mais qui semble peu aisé à utiliser à en croire la richesse des forums discutant de ce produit. Un autre produit (<http://code.google.com/p/android-soap-enabler/>) pourrait entrer en ligne de compte, mais il s'agit d'un produit probablement immature actuellement, donc lié à un risque majeur au niveau des délais pour un composant d'infrastructure aussi essentiel.

Indépendamment des implémentations disponibles pour Android, nous tendons à déconseiller l'utilisation de SOAP sur du mobile essentiellement pour des raisons d'efficacité du protocole.



### 2.2.2 XML-RPC

Potentiellement beaucoup plus efficace que SOAP, bien que fondé sur un même standard qui est XML, XML-RPC n'a pas bénéficié du soutien d'un vaste consortium d'entreprises comme SOAP. Les possibilités de XML-RPC, bien que largement suffisantes pour notre propos, s'en ressentent, de même que le niveau de normalisation d'un protocole applicatif fondé sur cette technique.

En conséquence, on ne trouve que peu d'outils permettant d'implémenter des protocoles utilisateur sur la base de XML-RPC ; généralement, les opérations de *marshalling* et d'*unmarshalling* sont laissées aux bons soins du programmeur de l'application, ce qui constitue dans notre cas un défaut majeur.

### 2.2.3 JSON

Javascript Object Notation, ou JSON, est une notation permettant de sérialiser un objet Javascript sur un flux de sortie, et de le désérialiser en utilisant un flux d'entrée comme paramètre. JSON est concis, mais ne bénéficie pas de l'appui d'outils de validation comme les DTD ou les schémas en XML. Il ne bénéficie pas non plus d'un langage de description de services comme WSDL pour SOAP.

Au vu de sa popularité dans le cadre de Web 2, PHP-Javascript et AJAX, de nombreux développeurs de la galaxie Java se sont intéressés à JSON comme alternative peu coûteuse et légère de SOAP, et plusieurs produits solides ont pu être développés. Certains de ces produits ont été repris intégralement par Google dans sa plate-forme Android (JSONObject et la librairie associée, voir <http://org.json.com> ).

Ses principaux avantages sont une concision certaine dans la notation, et un support très actif aussi bien de la communauté des développeurs que d'acteurs majeurs comme Google. Jusqu'il y a peu, JSON ne bénéficiait pas d'un service de sérialisation / désérialisation pratiquement automatique "à la WSDL/SOAP". Le produit flexjson (<http://flexjson.sourceforge.net/>) corrige ce manque et va au-delà en utilisant les propriétés d'introspection de Java pour offrir une infrastructure de communication de haut niveau au-dessus de HTTP. A part l'incontournable condition d'implémenter l'interface Serializable dans la classe représentant une instance à transmettre, il n'y a (semble-t-il) aucune limitation à la transmission d'objets codés en Java entre un client Android et un serveur J2EE.

## 3 Manipulation

La manipulation proposée ici implique une communication asynchrone avec un serveur, sur la base d'une méthode synchrone comme le protocole HTTP (à implémenter) qui aurait pour signature :

```
public String sendRequest(String request, String url) throws Exception
...
```

Attention ! De nombreux exemples que l'on peut trouver sur le web implémentent une telle méthode en faisant usage des classes de apache (HttpPost, HttpClient, HttpResponse, etc...) ; ces classes vont être dépréciées (**deprecated**) à partir de Android 6 Marshmallow ; les classes apache seront remplacées par les classes de type HttpURLConnection. Pour utiliser les classes apache, il serait de ce fait impératif de cibler une version inférieure ou égale à 5.0 (Android Lollipop) pour le projet. Tant qu'à faire, autant s'habituer aux nouvelles classes qui sont également compatibles avec Android 5.0.

### 3.1. Service de transmission asynchrone

On implémentera un service de transmission asynchrone (appelons cette classe AsyncSendRequest, qui proposera les deux méthodes suivantes :

- `void sendRequest(String request, String link)` permet d'envoyer un document (request) vers le serveur dont l'URL est désigné par link. .
- `void addCommunicationEventListener(CommunicationEventListener listener)` permet de définir un "listener" qui sera invoqué lorsque la réponse parviendra au client.

Le but est de pouvoir écrire, au niveau de l'application, quelque chose qui ressemble à :

```
/*  
 * On suppose que votre classe d'accès est nommée SymComManager.  
 */
```

```
SymComManager mcm = new SymComManager() ;
```

```
mcm.addCommunicationEventListener(  
    new CommunicationEventListener(){  
        public boolean handleServerResponse(String response) {  
            // Code de traitement de la réponse  
        }  
    });
```

```
});
```

```
mcm.sendRequest(...) ;
```

Comme argumentaire, on imagine une petite application dédiée au personnel de chambre d'un hôtel, et leur permettant de documenter leur travail.

Chaque employé dispose, sur son smartphone, d'une check-list des tâches à accomplir dans le cadre d'un travail donné<sup>1</sup> (par exemple préparation d'une chambre), et à chaque tâche accomplie (lit fait, savonnette remplacée, papier WC remplacé, etc...) il coche la case correspondante, et lorsqu'il en a terminé avec la chambre, le formulaire est transmis sous forme texte vers le serveur. On sait ainsi immédiatement quand la chambre est disponible.

<sup>1</sup>Ce n'est pas de la science-fiction : ces check-lists existent bel et bien et sont utilisées ! Actuellement, ce sont des listes en papier censées garantir une certaine qualité de prestations (prescription de la famille ISO 9000).

Le terminal mobile n'attend pas forcément de réponse de la part du serveur ; mais il est possible que le serveur ait prévu des actions particulières pour une chambre donnée (non prévues sur le formulaire de contrôle de qualité), et il peut alors utiliser la réponse pour rappeler ce détail à l'employé (Genre : Tâche complémentaire pour chambre 602 : Mettre bouquet de roses pour anniversaire du client). Il n'est pas nécessaire de proposer une implémentation exhaustive de l'application : ce qui nous intéresse est ici le protocole de communication.

Nota : Il peut être intéressant de se tourner vers la classe `AsyncTask` pour résoudre l'asynchronisme ; mais de simples threads peuvent aussi bien faire l'affaire...

### **3.2. Transmission différée**

Dans le cadre de l'argumentaire utilisé pour justifier la transmission asynchrone, on se propose d'implémenter une fonctionnalité de transmission différée. En l'absence de connexion avec le serveur, l'application fonctionne normalement, sans que l'utilisateur n'éprouve une gêne quelconque. Dès que la connexion avec le serveur est rétablie, les informations qui avaient été fournies par l'utilisateur sont transmises au serveur.

La durée de vie des informations sur le client dépend de paramètres de configuration, idéalement définis par le serveur lui-même. On admet dans le cas de notre application qu'il n'est pas utile d'opérer la transmission aussitôt que le serveur devient atteignable.

### **3.3. Transmission d'objets**

Transmettre des objets est souvent indispensable dans une application distribuée, et à fortiori dans une application mobile ; nous allons utiliser à nouveau notre service de transmission basique pour transmettre un objet sérialisé sous forme de texte (par exemple l'objet décrivant l'état de la chambre de l'argumentaire du point 3.1) vers le serveur, et récupérer l'information qu'il nous renvoie (serveur miroir, donc devrait être théoriquement identique à l'envoi) pour la restituer sous forme d'instance.

**Note** : Il est possible de sérialiser des instances d'objets sous forme XML ou sous forme JSON. Google tend à encourager la notation JSON, et inclut dans sa distribution la classe `JSONObject` qui permet de réaliser très simplement cette sérialisation. Comparer avec XML sur la base d'exemples.

### **3.4. Transmission compressée**

La transmission HTTP n'autorise pas de codage binaire de l'information, ce qui interdit à priori la transmission directe dans une requête HTTP de code zippé. Il existe tout de même des moyens pour comprimer l'information ; trouver et implémenter un tel moyen.

**Note** : La compression ZIP fait partie de manière standard du JDK ; la conversion de

code binaire en texte a plusieurs implémentations dans le JDK ; on pourra étudier en particulier la classe Base64...

## 4 Questions

### 4.1. Authentication



Si une authentification par le serveur est requise, peut-on utiliser un protocole asynchrone ? Quelles seraient les restrictions ? Peut-on utiliser une transmission différée ?

### 4.2. Threads concurrents

Lors de l'utilisation de protocoles asynchrones, c'est généralement deux threads différents qui se préoccupent de l'envoi et de la réception. Quels problèmes cela peut-il poser ?

### 4.3. Ecriture différée

Lorsque l'on implémente l'écriture différée, il arrive que l'on aie soudain plusieurs transmissions en attente qui deviennent possibles simultanément. Comment implémenter proprement cette situation (sans réalisation pratique) :

- Effectuer une connexion par transmission différée 
- Multiplexer toutes les connexions vers un même serveur en une seule connexion de transport. Dans ce dernier cas, comment implémenter le protocole applicatif, quels avantages peut-on espérer de ce multiplexage, et surtout, comment doit-on planifier les réponses du serveur lorsque ces dernières s'avèrent nécessaires ? 
- Comparer les deux techniques (et éventuellement d'autres que vous pourriez imaginer) et discuter des avantages et inconvénients respectifs.

### 4.4. Transmission d'objets

Quel inconvénient y a-t-il à utiliser une infrastructure comme JSON n'offrant aucun service de validation (DTD, XML-schéma, WSDL) par rapport à une infrastructure comme SOAP ou XML-RPC offrant ces possibilités ? Y a-t-il en revanche des avantages que vous pouvez citer ?

### 4.5. Transmission comprimée

Quel gain peut-on espérer en moyenne sur des fichiers texte en utilisant de la compression comme vous l'avez suggéré au point 3.4 ?



## **5 Responsables de ce document**

### **5.1. L'auteur**

*Markus Jatton*  
*professeur HEIG-VD*  
*institut IICT/useraware*  
*Avenue des Sports 20*  
*CH-1400 Yverdon-les-Bains*

*Tél. : +4124.5576292*

*Mobile : +4179.2105545*

*mailto: [markus.jatton@heig-vd.ch](mailto:markus.jatton@heig-vd.ch)*

*Web site : <http://useraware.iict.ch>*

### **5.2. Contributeurs (volontaires ou non!)**

Fabien Dutoit ([fabien.dutoit@heig-vd.ch](mailto:fabien.dutoit@heig-vd.ch))

Michaël Sandoz

Johan Wehrli ([johan.wehrli@heig-vd.ch](mailto:johan.wehrli@heig-vd.ch))

Carlo Criniti