



HAL
open science

Ametsa : un système de contrôle de l'environnement domestique générique fondé sur UPnP

Maria-Teresa Segarra, Ronan Keryell, Arantzazu Plazaola, André Thépaut,
Mounir Mokhtari

► **To cite this version:**

Maria-Teresa Segarra, Ronan Keryell, Arantzazu Plazaola, André Thépaut, Mounir Mokhtari. Ametsa : un système de contrôle de l'environnement domestique générique fondé sur UPnP. SETIT (Conférence internationale Sciences Electroniques, Technologies de l'Information et des Télécommunications), Mar 2003, Sousse, France. hal-02174561

HAL Id: hal-02174561

<https://hal.science/hal-02174561v1>

Submitted on 5 Jul 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AMETSA : UN SYSTEME DE CONTRÔLE DE L'ENVIRONNEMENT DOMESTIQUE GÉNÉRIQUE FONDE SUR UPnP

M.T. Segarra¹, R. Keryell¹, A. Plazaola¹, A. Thépaut¹, M. Mokhtari²

¹*Ecole Nationale Supérieure de Télécommunications de Bretagne
Technopôle Brest-Iroise - BP 832 - 29285 Brest Cedex, France*

mt.segarra@enst-bretagne.fr

²*Institut National de Télécommunications
9, Charles Faurie - 91011 Evry Cedex, France*

Mounir.Mokhtari@int-evry.fr

Résumé :

Le développement de services de l'habitat est devenu un enjeu majeur dans le monde de l'informatique communicante. De nombreux acteurs proposent des systèmes de découverte et d'utilisation de services (SDUS) qui supposent l'existence d'équipements interprétant les protocoles d'Internet standards et ouverts, ce qui les rend indépendants des constructeurs d'équipements. Néanmoins, le manque d'appareils domestiques capables d'interpréter ces protocoles a freiné le développement d'applications de contrôle de l'habitat et restreint l'utilisation pratique de ces systèmes aux environnements informatiques.

Le projet « Maison Intelligente » s'intéresse au développement de services génériques pour le contrôle de l'habitat en utilisant des SDUS afin de garantir l'indépendance vis-à-vis des constructeurs d'équipements. Le premier outil que nous avons développé, le service Ametsa, repose sur le SDUS UpnP pour permettre la découverte d'équipements de la maison et l'envoi de commandes dédiées. Des expérimentations ont été menées sur une plate-forme matérielle constituée d'équipements X2D, protocole domotique propriétaire. La conversion des ordres lancés par Ametsa en ordres X2D est effectuée par une passerelle qui repose elle aussi sur UPnP. La facilité de développement d'Ametsa et de la passerelle nous réconforte dans le choix de UPnP et nous rend optimistes pour le développement de nouveaux services sur cette technologie.

MOTS-CLES : services de l'habitat, découverte et utilisation de services, passerelle, domotique, X2D, UPnP.

1. Introduction

La prolifération de nouveaux moyens de communication et les nouvelles solutions de traitement de l'information bouleversent les lieux de vie. Le logement, devenu un espace de vie intelligent, doit non seulement être adapté aux personnes qui y vivent, à leurs situations et besoins, mais aussi être prêt à accueillir de nouveaux systèmes conçus pour soulager le quotidien, découpler les possibilités et atteindre un niveau supérieur de services (accès à Internet, télétravail, éducation, formation, communication, suivi des consommations, recherche de l'information etc.). Mais malgré l'implication de nombreuses entreprises dans le domaine force est de constater que peu d'applications sont aujourd'hui opérationnelles et diffusées à grande échelle.

Ces besoins sont encore plus vitaux pour les personnes handicapées et ils sont, en grande partie, identifiés depuis de nombreuses années. Comment un logement adapté pourrait favoriser le maintien à domicile des personnes handicapées ? C'est en réponse à cette problématique que le *Groupe des Ecoles des Télécommunications* (GET),

associant l'INT d'Evry, l'ENST Bretagne de Brest, et l'ENST de Paris, en étroite collaboration avec la *Fondation Louis Leprince Ringuet* ont décidé de lancer une action innovante sur la maison intelligente dédiée aux personnes handicapées. Le but de ce projet est d'aborder les différentes facettes des technologies existantes et émergentes pour favoriser leur accessibilité et interopérabilité afin de favoriser l'autonomie des personnes dépendantes à domicile.

Dans cet article nous présentons les premiers résultats obtenus dans le projet « Maison Intelligente ». Nous avons tout d'abord mené une étude approfondie des systèmes de découverte et d'utilisation de dispositifs afin d'identifier leurs capacités et leurs limites. Ensuite le service Ametsa est présenté. Après la découverte automatique des équipements disponibles dans la maison, Ametsa autorise leur contrôle par l'envoi de commandes dédiées. Afin d'expérimenter Ametsa avec des dispositifs domotiques réels, nous avons construit une plate-forme matérielle constituée de plusieurs équipements pilotés par courant porteur. La conversion des ordres lancés par Ametsa en ordres courant porteur est effectuée par une passerelle qui repose sur la technologie UPnP.

2. Le projet « Maison Intelligente »

2.1. Objectifs du projet

Les trois écoles participant au projet (INT d'Evry, l'ENST Bretagne et l'ENST de Paris) ont débuté les travaux en janvier 2001. Après la mise au point de plusieurs questionnaires, destinés aux professionnels et aux utilisateurs handicapés moteur ou visuel, nous nous sommes fixées les objectifs ci-après :

- affiner les spécifications des services des réseaux domestiques à usage des personnes dépendantes par l'analyse des questionnaires,
- tenter de répondre au problème du maintien à domicile des personnes dépendantes mais aussi leur permettre de rester en contact permanent avec l'entourage, le milieu médical ou les services de secours en offrant une garantie de continuité sécurisante,
- améliorer la connaissance de l'évolution des technologies de l'information appliquée à un domaine en pleine expansion qui est le marché de la maison intelligente.

L'originalité du projet réside également dans la composition pluridisciplinaire de l'équipe avec l'implication de partenaires du milieu hospitalier (tel que l'hôpital Raymond Poincaré de Garches), de professionnels de la réinsertion des déficients visuels (SIADV, Service Interrégional d'Appui Régional aux Adultes Déficiants Visuels) et des représentants d'utilisateurs comme l'AFM (Association Française contre les Myopathies). Cette implication des utilisateurs dès le début du projet autorise une bonne appréhension des besoins et des usages (médicaux, techniques, sociaux et économiques), des développements nécessaires de produits (passerelle réseaux) et de services (domotique, téléphonie mobile, services Internet), avec la garantie d'évaluations-terrain itératives permettant d'ajuster les produits et les services en fonction des résultats et des souhaits exprimés par les utilisateurs.

2.2. Des outils génériques de création de services

Des avancées technologiques récentes dans le domaine des réseaux de communication ont contribué de manière importante au développement de services de l'habitat. Ces services sont destinés non seulement au grand public pour l'amélioration du confort dans leurs lieux de vie mais également aux personnes dépendantes, comme les personnes âgées, afin d'adapter leur environnement domestique et palier leurs incapacités. Ainsi, de nombreux constructeurs proposent aujourd'hui des services permettant de contrôler le chauffage, l'éclairage ou encore les volets roulants de la maison à partir d'une centrale reliée à ces dispositifs via un réseau de communication qui peut être filaire ou sans fil. Dans certains cas, cette centrale est accessible depuis l'extérieur, en général via le réseau téléphonique, ce qui permet de mettre en place des services comme la télésurveillance.

Dans le monde de l'informatique communicante, de nombreux acteurs se sont aussi intéressés aux services de l'habitat. A la différence des constructeurs d'appareils électroménagers, ils supposent l'existence d'équipements interprétant les protocoles de communication d'Internet et proposent des systèmes de découverte et d'utilisation de services et de dispositifs. Il s'agit en général d'un ensemble de protocoles de communication pouvant être utilisés pour prendre conscience des dispositifs disponibles sur le réseau et pour l'envoi d'ordres à ces dispositifs. Les protocoles étant standard et ouverts, les systèmes proposés sont indépendants des constructeurs d'équipements. Néanmoins, le manque d'appareils domestiques capables d'interpréter les protocoles de communication d'Internet a freiné le développement

d'applications de contrôle de l'habitat (à notre connaissance aucune application n'existe aujourd'hui) et restreint l'utilisation pratique de ces systèmes aux environnements informatiques.

Dans le cadre du projet « Maison Intelligente » nous proposons de développer des outils génériques de création de services de contrôle de l'environnement domestique reposant sur les systèmes de découverte et d'utilisation de dispositifs. Des protocoles standard sont ainsi à la base des outils proposés et l'indépendance des constructeurs d'équipements est garantie.

3. UPnP : découverte et utilisation de services

Plusieurs technologies émergent de nos jours dans le but de faire coopérer des dispositifs dans un environnement restreint comme une maison ou un bureau. Il s'agit des technologies de découverte et d'utilisation de services qui, dans le domaine de la domotique, permettent aux utilisateurs de contrôler et de commander tous les équipements de la maison. Plus précisément elles offrent les moyens nécessaires pour décrire des services, annoncer la disponibilité de services dans le réseau et déclarer le besoin d'un service. Le développement relativement récent de ces technologies ainsi que le besoin d'utiliser les protocoles Internet rend quasiment impossible de trouver des équipements domotiques les exploitant.

Dans le cadre du projet « Maison Intelligente » nous considérons ces technologies prometteuses et nous avons mené une étude approfondie afin d'identifier la mieux adaptée à nos besoins. Il s'agit de UPnP (*Universal Plug and Play*) [UPN], Salutation [SAL] et Jini [JIN]. Dans cette étude nous avons comparé ces trois technologies selon quatre axes :

- description des services offerts par un dispositif,
- découverte automatique de dispositifs,
- annonce de la présence sur le réseau,
- auto-configuration sans intervention administrative.

Cette étude nous a permis d'identifier UPnP comme la technologie la plus intéressante pour nos développements. Dans la suite de ce paragraphe nous présentons donc UPnP, le lecteur pouvant trouver une description détaillée de notre étude dans [PLA 02].

3.1. Architecture d'un réseau UPnP

La Figure 1 montre les composants fondamentaux d'un réseau UPnP: les dispositifs, les services et les points de contrôle.

Dispositifs¹

Un dispositif UPnP est un conteneur de services qui est contrôlé et commandé par des points de contrôle. Un magnétoscope, par exemple, peut être constitué d'un service de *tuner* et d'un service d'horloge. Il peut également être composé d'un ensemble de dispositifs embarqués, et dans ce cas le terme « dispositif racine » est utilisé pour le désigner. Ainsi, par exemple, une chambre peut être représentée comme un dispositif racine offrant un réveil, des lampes, etc. Ces dispositifs embarqués peuvent représenter le même ou différents objets de la maison. Du point de vue de l'utilisateur, un dispositif embarqué est traité comme un dispositif racine, avec ses services et ses actions pouvant être exécutées. La particularité se situe au niveau de l'adressage, puisqu'ils auront tous la même adresse IP, celle assignée au dispositif racine.

Services

Les dispositifs encapsulent des services. Ceux-ci sont définis via des actions et des variables d'état. Ainsi, par exemple, un service d'horloge peut avoir une variable `current_time` qui définit l'état de l'horloge, et deux actions, `set_time` et `get_time` qui permettent de contrôler le service.

¹ Dans la suite de cet article, le terme *objet* fera référence au dispositif physique de la maison : télévision, cafetière, volets... Le terme *dispositif* sera employé pour désigner le logiciel UPnP qui représente un objet dans le réseau UPnP, et qui est en charge de la coopération avec le reste d'entités UPnP.

Un dispositif peut offrir plusieurs services. Chacun d'entre eux est composé de :

- des variables d'état ;
- un serveur de contrôle qui reçoit les demandes d'action, les exécute, met à jour les variables d'état et renvoie la réponse si besoin ;

un serveur d'événements qui informe les entités du réseau UPnP intéressées d'un changement de l'état du service.

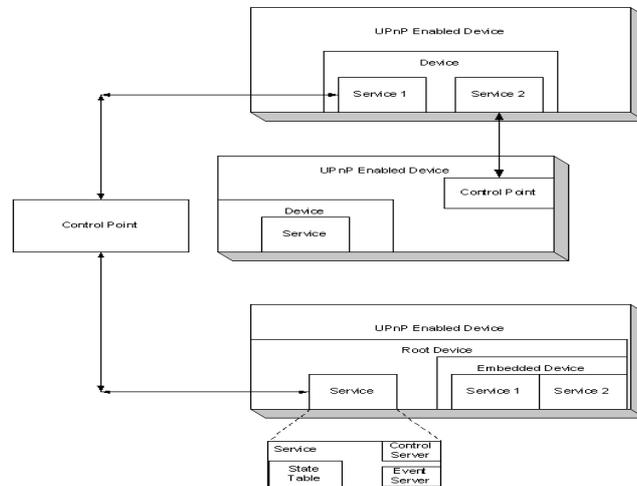


Figure 1 : Composants d'un réseau UPnP

Points de contrôle

Il s'agit de l'entité du réseau UPnP capable de découvrir et de contrôler les dispositifs de la maison. Après la découverte de dispositifs, un point de contrôle peut :

- récupérer la liste des services associés à un dispositif ;
- récupérer la description des services d'un dispositif ;
- invoquer des actions afin de contrôler un certain service ;
- souscrire aux événements d'un service envoyés au point de contrôle lors d'un changement de l'état du service.

3.2. Fonctionnalités de UPnP

Six fonctionnalités sont fournies par UPnP qui reposent sur des protocoles de communication standards et ouverts comme Soap (*Simple Object Access Protocol*), Gena (*Generic Event Notification Architecture*) et SSDP (*Simple Service Discovery Protocol*) [UPN], tous les trois utilisant HTTP pour véhiculer les messages. L'utilisation de ces protocoles ouverts est un des avantages de la technologie UPnP. En effet, de nombreuses solutions sont actuellement déployées reposant sur ces protocoles ce qui fait que l'intégration de UPnP aux environnements de réseaux existants est très simple.

1. **Auto-configuration.** Lorsqu'un objet est raccordé au réseau, son entité UPnP obtient une adresse IP pour se rendre accessible et un numéro de port où les messages éventuels des autres entités seront reçus. UPnP peut récupérer ces informations de l'objet sur lequel il s'exécute. Ainsi, comme numéro de port le premier disponible est choisi, tandis que pour l'adresse IP, UPnP identifie toutes les adresses qui ont été assignées à l'objet lors de son raccordement au réseau (par DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) ou Auto-IP [AUTOIP]), et en extrait une.
2. **Description des dispositifs et des services.** UPnP utilise XML (*eXtensible Markup Language*) comme langage de description des dispositifs et des services. Les constructeurs d'objets doivent donc fournir un document XML où les caractéristiques du dispositif sont décrites (type de dispositif, nom du constructeur de l'objet, identificateur du dispositif, liste de dispositifs embarqués, liste de services, ...) ainsi que des documents pour la description des services que le dispositif offre (actions que le service peut exécuter). Un point de contrôle peut récupérer ces documents à n'importe quel moment.

3. **Annnonce et découverte de dispositifs.** L'annonce est effectuée périodiquement et permet aux dispositifs qui viennent de joindre le réseau d'annoncer aux points de contrôle leur présence et leurs services. Elle inclut l'URL où les points de contrôle peuvent récupérer le document de description du dispositif. La découverte est réalisée par les points de contrôle qui peuvent cibler leur recherche en spécifiant les dispositifs/services qui les intéressent ou découvrir tout ce qui est disponible.
4. **Contrôle ou invocation d'actions.** Dans le document de description d'un dispositif et pour chaque service, une URL de contrôle est fournie. Un point de contrôle peut alors demander l'exécution d'une action à cette URL du dispositif, le dispositif lui renvoyant le résultat de l'action.
5. **Événements : souscription et réception des notifications.** La description UPnP d'un service inclut une liste de variables qui définissent l'état de celui-ci. Le dispositif peut diffuser leur mise à jour lorsque ces variables changent et un point de contrôle peut souscrire au service afin de recevoir cette information. La souscription est effectuée à l'URL du serveur d'événements du service qui se trouve dans le document de description du dispositif (voir paragraphe 3.1), le renouvellement de la souscription devant être effectué périodiquement.
6. **Présentation ou interface d'application.** Dans le document XML de description d'un dispositif, le constructeur peut inclure une URL dans laquelle une page HTML qui représente l'interface d'utilisation du dispositif est fournie. Le point de contrôle peut alors récupérer la page HTML et la présenter à l'utilisateur qui pourrait alors contrôler le dispositif tout simplement en navigant sur la page et en cliquant sur des boutons spécifiques.

Plusieurs implémentations de UPnP existent qui offrent toutes ces fonctionnalités. Nous avons choisie celle développée par Intel pour Linux [INT 02] accessible via des simples appels à des méthodes [PLA 02b]. Sur cette implémentation nous avons développé un point de contrôle générique, le système Ametsa¹, et un dispositif UPnP, la passerelle UPnP-X2D. Le premier permet de contrôler tous les dispositifs raccordés au réseau UPnP dans une maison. Le deuxième permet d'accéder à des dispositifs domotiques X2D n'étant pas directement raccordés à UPnP. Dans les paragraphes suivants nous décrivons le fonctionnement de ces deux entités.

4. Le système Ametsa

Comme mentionné précédemment, un point de contrôle UPnP est un logiciel permettant à l'utilisateur de découvrir et de contrôler les dispositifs qui se trouvent sur le même réseau. Il tire profit des fonctionnalités fournies par la technologie UPnP via l'API d'Intel, qui cache toute la complexité des protocoles qui sont à la base de chacune des fonctionnalités. En particulier, elle s'occupe du formatage et de l'encapsulation des données dans des messages HTTP que les éléments UPnP du réseau sont capables d'interpréter.

De même, Ametsa fournit une API à travers laquelle il est possible d'accéder à toutes les fonctionnalités qu'il offre. Ainsi, des méthodes permettant d'envoyer une commande d'action, de souscrire à un service, de lancer une recherche, d'obtenir les informations qui décrivent un dispositif, de connaître l'état d'un service, etc. sont accessibles via l'API.

Ametsa est fourni avec des moyens d'accès simples qui permettent à des applications de s'y connecter. Il s'agit d'une interface en ligne de commandes ou *shell* et d'appels de méthode à distance. Nous décrivons ces moyens d'accès dans les paragraphes suivants.

4.1. Interface en ligne de commandes ou shell

L'interface en ligne de commandes peut être utilisée par une application lorsqu'elle est locale au point de contrôle. Elle offre trois types de commandes possibles :

- Commandes concernant les modules ou *plug-ins* pouvant être ajoutés dynamiquement à Ametsa. L'interface fournit des commandes permettant de démarrer ou d'annuler un certain module à un moment donné, d'afficher ses méthodes, ou d'exécuter une méthode en particulier.
- Commandes concernant les dispositifs. Il s'agit de commandes pour afficher les services des dispositifs, leurs variables et leurs actions, et des commandes afin de contrôler les dispositifs.

¹ Mot basque qui signifie « rêve ».

- Commandes plus générales, qui permettent de lancer une recherche de dispositif ou de service UPnP, d'afficher les types de dispositifs représentés dans le réseau, d'actualiser les informations de dispositifs du réseau, etc.

4.2. Accès par appel de méthode à distance

Le moyen d'accès le plus évolué et plus simple pour les applications est l'appel de méthode à distance. Nous avons implémenté cet accès en utilisant la bibliothèque *gsoap* qui offre une API via laquelle les applications peuvent envoyer et recevoir des messages Soap. Deux éléments constituent ce moyen d'accès :

- **Un serveur.** Il s'agit d'un *plug-in* Ametsa dont les fonctionnalités sont celles que le point de contrôle offre pour commander les objets de la maison et pour la gestion d'événements.
- **Un client.** Il s'agit d'une bibliothèque cliente conçue dans le but de fournir aux développeurs d'applications une interface simple pour l'accès au point de contrôle.

Serveur Soap

Etant conçu comme un *plug-in*, le serveur a accès à toutes les fonctions fournies par Ametsa et il est initialisé par défaut au démarrage de celui-ci. Nous pouvons distinguer deux buts bien différenciés dans le serveur, ce qui entraîne la division des méthodes fournies dans deux groupes :

- Méthodes pour la gestion du point de contrôle et sa communication avec les dispositifs. Il s'agit de méthodes pour obtenir la liste des dispositifs disponibles, pour envoyer une action à un dispositif, pour ajouter un dispositif, ...
- Méthodes pour diffuser les événements aux clients qui sont intéressés. Lors de l'appel à une des méthodes précédentes, le client n'a aucune information de retour sur les modifications que la méthode a déclenché dans le réseau UPnP et ses dispositifs. Ainsi, lorsqu'un client demande l'envoi d'une action à un service, il sait uniquement si la demande est bien arrivée au dispositif mais il ne sait pas si le service a modifié son état avec succès. Par contre, le point de contrôle reçoit cette information, sous la forme d'événements UPnP. Afin de communiquer ces événements aux clients qui sont intéressés, Ametsa fournit un mécanisme de diffusion d'événements. Avec cet objectif, le serveur offre un ensemble de méthodes permettant aux clients de souscrire à un événement, d'annuler une souscription, d'obtenir la liste de souscriptions, ...

Client Soap

Il s'agit d'une bibliothèque qui permet aux applications qui l'utilisent, de communiquer avec Ametsa via des appels aux méthodes fournies par le serveur Soap. Néanmoins, il ne s'agit pas seulement de simples appels de méthodes à distance, mais d'offrir au développeur d'applications clientes la vision d'une maison telle qu'il la conçoit, avec un poste de contrôle et des objets, qui peuvent être commandés via des actions. Pour ce faire, nous avons effectué une conception objet d'une application de gestion d'une maison telle qu'illustré dans la Figure 2.

Ainsi, un objet de la classe *CtrlPoint* pourra contenir 0, 1 ou plusieurs objets *Device*. De la même façon, un objet *Device* présentera normalement un ensemble d'objets *Service*, qui eux mêmes contiendront un certain nombre d'objets *Action* et *Variable*. Les méthodes offertes par ces classes permettent de contrôler et d'obtenir des informations des entités qu'elles représentent. Ainsi, la classe *CtrlPoint* offre des méthodes pour obtenir la liste de dispositifs existant sur le réseau ; la classe *Device* permet d'obtenir la liste des services offerts par le dispositif, etc

5. Passerelle UPnP-X2D

Afin d'expérimenter avec notre système, nous avons mis en place une plate-forme matérielle incluant des dispositifs domotiques basés sur le protocole X2D [DEL]. Il s'agit d'un protocole domotique propriétaire pouvant être utilisé aussi bien sur des supports filaires que radio. Nous avons exploité ces deux possibilités en constituant notre plate-forme de :

- récepteurs X2D de type prise électrique sur lesquels des objets domotiques comme des lampes, des volets roulants ou le chauffage peuvent être raccordés. Il s'agit de récepteurs utilisant la technologie courant porteur. Cette technologie utilise l'installation électrique de la maison comme support pour l'envoi de données,
- un émetteur radio qui envoie périodiquement la température,
- deux modems X2D, radio et courant porteur, reliés à un ordinateur via un câble série. Le premier reçoit les informations de l'émetteur radio. Le deuxième s'occupe de piloter les récepteurs X2D courant porteur.

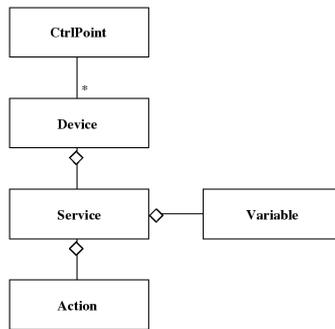


Figure 2 : Structuration des classes

La Figure 3 illustre les différents éléments de la plate-forme. La commande des équipements domotiques (lampes, volets roulants, sonde de température et chauffage électrique) est effectuée via une interface Web qui envoie les ordres à Ametsa en passant par un serveur Web Apache. Ametsa renvoie ces ordres à la passerelle UPnP-X2D qui est construite comme un dispositif racine UPnP contenant les dispositifs X2D. Ces dispositifs transforment les ordres UPnP en ordres X2D et utilisent la bibliothèque X2D pour envoyer celles-ci aux équipements domotiques.

5.1. Bibliothèque X2D

Afin de simplifier la commande des objets X2D, nous avons développé une bibliothèque [POI 02] qui est en charge d'envoyer les ordres X2D aux objets domotiques. En effet, elle permet de commander des équipements X2D (prise, chauffage, ...) sans savoir quels sont le type et le contenu des trames qui sont échangées. Elle est structurée en deux niveaux :

- une partie de bas niveau, qui s'occupe de construire des trames X2D suivant les spécifications du protocole. Elle manipule pour cela une série d'informations caractéristiques d'une session en cours d'exécution dont les plus essentielles sont l'identificateur unique des objets X2D et le numéro de port sur lequel un modem X2D est connecté,
- une partie de haut niveau, qui permet d'interagir et de piloter directement des objets X2D en s'appuyant sur les fonctions de la bibliothèque de bas niveau. Les fonctions développées sont valables pour des prises électriques (on, off), des radiateurs électriques (arrêt, hors-gel, confort et économique) et des sondes de température.

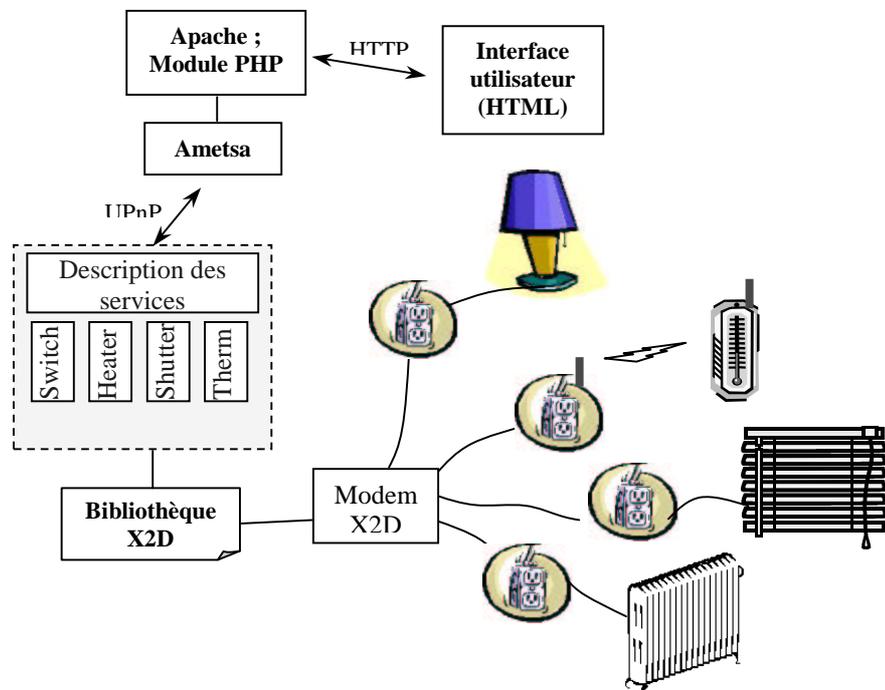


Figure 3 : Eléments de la plate-forme « Maison Intelligente »

5.2. Le dispositif racine X2D

Le dispositif racine est en charge d'implanter les fonctions de la passerelle UPnP-X2D. Il maintient des informations nécessaires à la commande des équipements X2D (identificateur des objets X2D et port sur lequel le modem X2D est connecté à l'ordinateur) et il contient des dispositifs embarqués UPnP, un par objet X2D présent dans la maison. Il reçoit les demandes d'action de la part de Ametsa et, en fonction de l'objet impliqué dans l'action, celle-ci est soumise au dispositif embarqué correspondant.

Les dispositifs embarqués reçoivent les actions et utilisent la bibliothèque X2D pour la mettre en œuvre. A chaque demande d'action envoyée par le point de contrôle UPnP, sont associées une ou plusieurs commandes de la bibliothèque X2D.

5.3. Interface utilisateur

Nous avons également développé une interface permettant à un utilisateur de lancer des ordres aux équipements X2D à partir d'un navigateur Web quelconque. Elle est mise en œuvre par un ensemble de scripts XSLT et PHP, ces derniers étant exécutés grâce à un serveur Web Apache. Le script PHP se connecte Ametsa afin d'obtenir des informations sur la liste des dispositifs présents ainsi que l'URL du fichier XML de description de la passerelle. Un script XSLT va alors se charger de transformer cette description en page HTML, et créer ainsi une page Web visible par l'utilisateur sur son navigateur. Il y ajoute des liens vers les scripts PHP permettant d'envoyer les commandes. Ces scripts se reconnectent alors à Ametsa pour envoyer les commandes demandées par l'utilisateur.

Grâce à cette interface, l'utilisateur visualise sur son navigateur la liste des dispositifs présents. Il peut alors obtenir ses caractéristiques, les services qu'il propose et, le cas échéant, les dispositifs embarqués dont il dispose. L'utilisateur peut alors choisir un des différents services d'un dispositif ainsi que la liste des commandes disponibles. Une interface dynamique permet alors d'envoyer facilement des commandes au point de contrôle.

6. Conclusion et perspectives

Nous travaillons sur l'adaptation de la maison intelligente aux déficients visuels. En nous inspirant des travaux menés au sein d'un projet de télé-enseignement pour déficients visuels [THE 02] nous sommes en train d'intégrer un dispositif de synthèse vocale dans la plate-forme. Cette synthèse, indispensable pour les déficients visuels, permettra un retour auditif ou une confirmation sonore de l'état des dispositifs présents dans la maison.

Mais la technologie ne fait pas tout. Loin de nous l'idée de remplacer l'environnement familial par des dispositifs domotiques. Nous considérons ces outils comme des aides supplémentaires qui peuvent favoriser le maintien à domicile des personnes handicapées ou âgées.

7. Bibliographie

- [AUTOIP] AUTOMATICALLY CHOOSING AN IP ADDRESS IN AN AD-HOC IPV4 NETWORK, IETF Draft, <http://search.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-dhc-ipv4-autoconfig-05.txt>.
- [DEL] DELTA DORE, page d'accueil : <http://www.deltadore.com>.
- [INT 02] INTEL, « Intel Software for UpnP Technology », <http://www.intel.com/labs/connectivity/upnp/index.htm>, avril 2002.
- [JIN] JINI, Page d'accueil, <http://www.sun.com/jini>.
- [PLA 02] A.PLAZAOLA CASTAÑO, « Technologies de connexion de réseaux dans la maison », rapport de projet Mastère, mars 2002.
- [PLA 02b] A. PLAZAOLA CASTAÑO. « Fonctionnement de UpnP », Rapport technique, mai 2002.
- [POI 02] J. POICHET, « Bibliothèque X2D, Maison Intelligente », Rapport technique, avril 2002.
- [RPC 02] Remote Procedure Call, <http://www.crevola.com/francois/rpc.html>, 2002.
- [SAL] SALUTATION, Page d'accueil, <http://www.salutation.org>.
- [THE 02] A.THEPAUT, J.Y. BOUVIER, « Projet TéDéVi : Télé-enseignement pour déficients visuels », Cité des Sciences et de l'Industrie, mai 2002
- [UPN] UNIVERSAL PLUG AND PLAY FORUM, Page d'accueil, <http://www.upnp.org>.