

CONCEPTION D'UNE BASE DE DONNÉES CENTRALE DANS UN CADRE CEI 61850 : HYDRO-QUÉBEC : SYSTÈME SCALCID¹

Ivan Maffezzini¹, Pierre Martin²

¹ Institut Trempet, Département d'informatique, UQAM C.P. 8888, succ. centre ville, Montréal (Qc) , H3C 3P8, Canada. E-mail : Maffezzini.Ivan@uqam.ca

² Unité Systèmes numériques, Direction Expertise et Support Technique de Transport, TransÉnergie, division d'Hydro-Québec, 800, boul. de Maisonneuve est, 19e étage, Montréal (Qc), H2L 4M8, Canada. E-mail : Martin.Pierre.L@hydro.qc.ca

Abstract: This paper presents the choices made with regard to the design of a centralized database for configuring the next generation of substation automation system at TransÉnergie, Hydro-Québec. After a brief description of the available approaches for integrating the IED XML description into an Oracle database, this paper presents some examples of modelling and design whose goal is the standardization of IEC 61850 IED at TransÉnergie.

Résumé : Dans cette communication, nous présentons les choix de conception d'une base de donnée centrale pour la configuration du prochain palier du système de contrôle commande de TransÉnergie, Hydro-Québec. Après une brève description des approches possibles pour intégrer la description XML des IED dans une base de données Oracle, nous présentons une partie de la modélisation et de la conception en vue de la normalisation des IED CEI 61850 à TransÉnergie.

Keywords: IEC 61850, IED, relational DB, standard, XML.

Mots clefs : BD relationnelle, CEI 61850, IED, normalisation, XML.

1. MISE EN CONTEXTE

1.1 SCALCID

Plusieurs constructeurs ont déjà commencé à mettre en marché les premiers IED (*Intelligent Electronic Devices*) interopérables selon la norme CEI 61850. Ceci offre l'opportunité aux compagnies électriques à repenser non seulement l'architecture de la partie temps réel de leurs systèmes de contrôle/commande et de protection des postes mais aussi leurs approches à la configuration. TransÉnergie, depuis bientôt trois ans, s'est aligné sur la norme CEI 61850 pour son système ALCID II [1].

Si l'interopérabilité, telle que définie dans CEI 61850, complexifie la mise en œuvre des IED (performances et sécurité, par exemple), elle n'est pas sans rendre moins complexes les systèmes de configuration. Le concept des consoles IED et d'une console système pour l'intégration des IED est l'une des conséquences les plus contraignantes de l'adoption de la norme, surtout pour des clients comme Hydro-Québec qui ont fait le choix d'appliquer ces concepts dans un environnement multi-constructeurs. C'est aussi l'une des raisons qui ont poussé Hydro-Québec à développer sa propre console d'intégration.

La Figure 1 : SCALCID, montre les contraintes architecturales pour le système de configuration (SCALCID) : C-sys est la console d'intégration en développement à Hydro-Québec, BDC la base de données centralisée et BDL la base de données locale. Des fichiers XML qui respectent la notation de description de la configuration des postes (SCL : *Substation Configuration description Language*) sont échangés entre C-Sys et les consoles propres aux IED

des constructeurs [2]. Les consoles des constructeurs permettent de charger les paramètres dans ALCID II.

1.2 Prototype

Dans le cadre du projet SCALCID, un prototype a été développé pour :

1. Valider les exigences ;
2. Valider la conception de BDC.

C'est dans le cadre de cette deuxième validation que nous faisons cette communication.

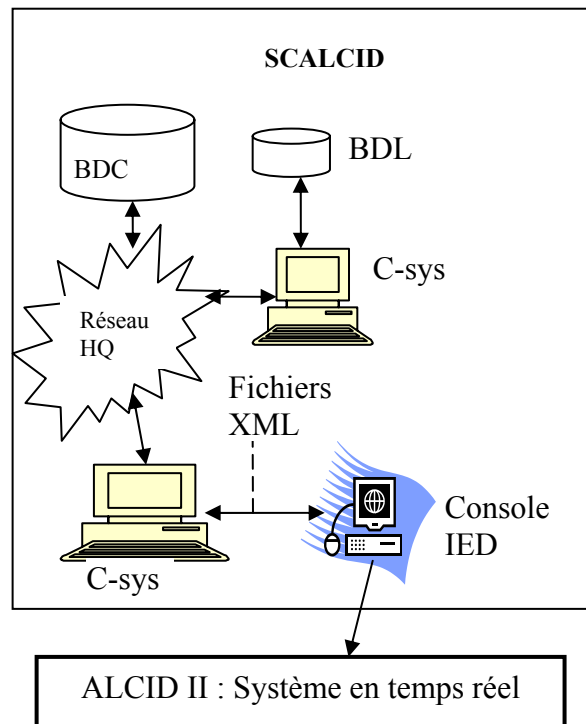


Figure 1 : SCALCID

¹ Cette communication doit beaucoup au travail de Vincent Yu, Myriam Say et Jean-Sébastien Gélinas.

1.1 IEC 61850 : liens entre partie 7 et 6

L'organisation de la norme avec une partie qui décrit, pour le temps réel, les types des données à échanger sous forme de tableaux (partie 7) [3], et une partie qui décrit les schémas XML définissant les types des données échangeables entre les consoles de configuration (partie 6) [1], peut créer des incohérences. Dans le développement du prototype, toutes les fois qu'il y a des ambiguïtés ou des conflits entre les deux parties de la norme, nous nous conformons à la partie 7. Ce qui n'est pas sans conséquences, surtout quand il faut valider le fichier décrivant les capacités des IED (fichier ICD).

Les schémas XML ne décrivent que ce qui a trait au paramétrage de la communication entre IED. Mais SCALCID doit considérer aussi des paramètres qui ne concernent pas la communication mais qui sont essentiels pour la spécification des caractéristiques des postes et des connexions entre les équipements de puissance et les IED.

2 APPROCHES POUR LA CONCEPTION DE BDC

Dans cette section, après avoir présenté les contraintes imposées par Hydro-Québec et avoir synthétisé les approches proposées par Oracle [4] nous présentons les justifications de notre choix.

2.1 Contraintes Hydro-Québec

Cntr 01 : *Le gestionnaire de base de données pour BDC doit être Oracle.* C'est à cause de cette contrainte que nous décrivons les mécanismes de stockage XML d'Oracle.

Cntr 02 : *Les utilisateurs doivent pouvoir exécuter toutes les tâches de configuration du poste sans que C-Sys soit reliée à BDC.* Cette contrainte découle du fait que certains postes d'HQ ne sont pas dotés de lignes de communication pour l'accès à BDC. Cette contrainte implique une BDL. Dans le développement du prototype, nous avons utilisé les services de Hibernate [5] pour pouvoir employer la même application pour BDC et BDL.

Cntr 03 : La configuration ALCID de chaque poste et chaque section de poste doit être gérée comme sont gérés les dessins d'ingénierie, c.-à-d. statuts « en conception », « en construction » ou « tel que construit »..

2.2 Les mécanismes « Oracle » pour XML.

1. *Stocker les documents XML dans des tables relationnelles.* Le document XML est « décheté » pour l'insérer dans les tables. Outre le langage SQL, Oracle met à disposition des utilitaires qui facilitent le stockage des documents XML dans les tables et l'extraction de données des tables dans un format XML. Le principal point positif de cette approche est la disponibilité de la flexibilité de SQL et le point négatif principal, c'est la nécessité de mise en correspondance des schémas XML avec les tables.

2. *Stocker chaque document entier comme un seul CLOB (Grand objet de type caractère).* La base de données n'est qu'un mécanisme de stockage et les traitements du document sont réalisés à l'extérieur de la BD. La conservation d'une image fidèle du fichier XML, les très bonnes performances lors du chargement du fichier XML et la facilité de changement lorsque le schéma change sont les points forts de cette approche. Les points faibles sont la faible performance dans les interrogations et l'impossibilité de voir les données comme des données SQL.
3. *Stocker les documents comme des types XML.* Cette approche a deux variantes principales :
 - 1) Des colonnes de type XML dans une table. Ceci permet d'associer au document XML des informations comme date, propriétaire... ;
 - 2) Des tables de type XML. Il est possible de laisser générer automatiquement les tables par Oracle en partant d'un schéma. Dans ce cas il est possible d'insérer des fichiers XML et les consulter dans une structure hiérarchique de répertoires. Les deux variantes ont comme désavantage principal la difficulté de suivre l'évolution des schémas XML et la baisse des performances.

2.3 Choix du mécanisme

Nous avons décidé de stocker les fichiers XML dans des tables relationnelles. Les facteurs qui ont influencé notre choix sont :

1. Les fichiers XML contiennent seulement une partie des données de l'installation. La contrainte CNTR 03, par exemple, implique des tables pour la gestion des conflits de mise à jour des données du poste,
2. La gestion dans une BDC de toutes les données d'Hydro-Québec aurait certainement créé des problèmes du point de vue des performances en travaillant avec XML. Qu'il suffise de penser qu'un fichier ICD pour un petit IED de protection contient 10 120 lignes !
3. Les fichiers XML sont relativement faciles à générer à partir de BDC et à intégrer dans BD.
4. La BDC de SCALCID est un produit autonome et relativement indépendant des évolutions de la norme, du moins en ce qui concerne la technologie des schémas XML.
5. Si on stocke les instances XML comme des types XML, il est difficile de faire des mises à jour quand les schémas XML changent.

Ce choix laisse toujours la porte ouverte pour stocker des données XML dans des tables de type XML pour des sauvegardes temporaires, historiques ou autre.

2.4 Choix du chemin

La Figure 2 : De la norme aux tables, montre les activités possibles pour la définition des tables de BDC. La figure montre que la seule source que nous considérons est la partie 7 (activité B), la partie 6

ayant été dérivée de la partie 7 avec l'activité A. L'activité A a été réalisée manuellement par les normalisateurs de la CEI. C'est cette transformation qui peut créer des incohérences. Par exemple dans la partie 7, on a quatre services *GetDirectory* différents et dans la partie 6, on n'en a qu'un. Concevoir les tables à partir de la partie 6 entraîne toutes les erreurs éventuelles qui ont été faites lors de l'activité A mais par contre facilite la validation et la génération des fichiers XML. Nous avons choisi de concevoir la majorité des tables en partant de la partie 7 car elle définit la structure de base pour la communication. Des tables pour des énumérations propres à la partie 6 ont bien sûr été créées à partir de cette dernière (activité C).

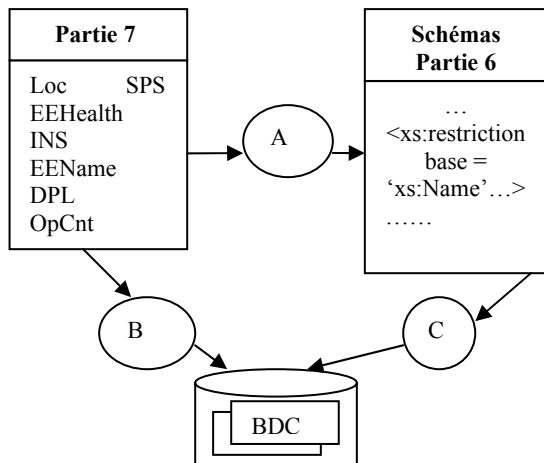


Figure 2 : De la norme aux tables

2.5 Normalisation HQ versus projet

Même si les exigences des deux utilisateurs principaux de SCALCID (projeteur et normalisateur) sont différentes, la structure de l'information nécessaire aux deux processus de configuration est sensiblement la même. Nous avons donc stocké dans un même schéma Oracle les données de normalisation et celles des projets.

3 QUELQUES EXEMPLES

Dans cette section, on présente quelques exemples pour aider à comprendre les choix qui ont été faits dans la conception de la BD.

3.1 Énumérations

Toutes les énumérations sont représentées dans une table ayant minimalement trois colonnes :

1. Une clef primaire numérique ;
2. L'élément de l'énumération ;
3. Une description de l'énumération.

Pour les énumérations de la norme, une description en français est ajoutée à la description de la norme en anglais.

Nous avons renoncé à imposer les énumérations comme des contraintes d'une colonne car cela aurait rendu plus difficile l'affichage de la description à

l'interface personne-machine pour faciliter les choix des utilisateurs. La flexibilité de cette approche permet de rendre plus facile l'interface personne-machine car les descriptions (en anglais et/ou en français) peuvent être facilement affichées dans les fenêtres où l'utilisateur doit faire des choix.

3.2 Associations

Toutes les associations de type m..n et pratiquement toutes celles de 1..n ont été rendu avec des tables des associations. Dans la version de février 2007, 78 tables sur un total de 194 sont des tables d'association. Cette approche tout en augmentant le nombre des tables de BDC rend la base de données plus flexible, ce qui facilite la maintenance perfective.

3.3 Normalisation des IED

La figure suivante présente un modèle simplifié à partir duquel la conception de la BD de la partie IED normalisés a été réalisée.

Std-IED-61850 décrit les propriétés que doivent avoir les IED pour être conformes à la norme. Les attributs *ClockPresence* et *RouterPresence* indiquent, respectivement, si les fonctions de synchronisation des horloges et de routage sont présentes.

Std-IED-61850 peut contenir un ou plusieurs *Server* (responsable de fournir des données via des points d'accès du réseau) et des *Client* (qui peuvent consulter/recevoir les données de *Server*). *Server* contient une et une seule *BaseServer* et *Client* contient une et une seule *BaseClient*.

BaseClient et *BaseServer* contiennent les propriétés obligatoires, c'est-à-dire tout ce que la norme définit comme *Mandatory*. *Accessory* contient toutes les propriétés qui sont optionnelles ou conditionnelles. Par exemple : *BaseServer* contient le service *LogicalNodeDirectory* (qui est obligatoire) et *Accessory* contient *FileTransfert* (qui est optionnel).

Un *Accessory* (rôle *Master*) peut nécessiter un ou plusieurs *Accessory* (rôle de *Slave*).

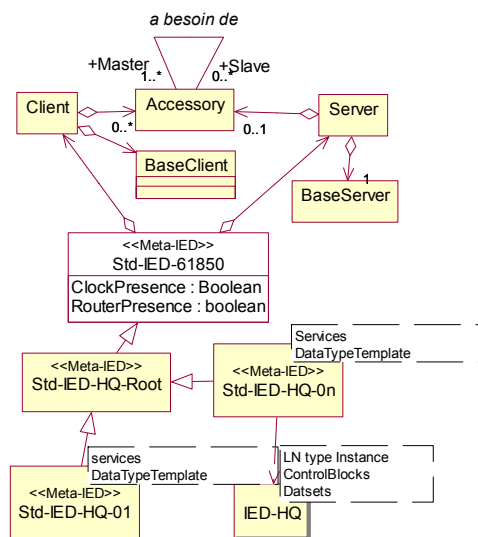


Figure 3 Normalisation des IED

Std-IED-HQ-Root est l'IED normalisé à la racine d'une hiérarchie de types d'IED normalisés par HQ. *Std-IED-HQ* hérite de *Std-IED-61850* tout ce qui est dans *BaseServer* (s'il contient un *Server*) et dans *BaseClient* (s'il contient un *Client*). Des *Accessory* peuvent aussi devenir obligatoires : les *Std-IED-HQxx* permettent au normalisateur de rendre obligatoire ce qui est optionnel dans la norme.

Le « meta-IED » ne contient que la liste des services et des classes de LN. Les « meta-IED » sont « meta » dans le sens qu'ils ne décrivent pas un IED spécifique, mais une classe d'IED (*IED-HQ*). Ce sont les instances de *IED-HQ* qui auront un numéro de série et seront dans un poste donné.

BDC est prévue pour que le normalisateur puisse créer « tous » les IED normalisés qu'il veut. Il pourrait même définir plusieurs racines.

3.4 Validation .ICD

Les aptitudes des IED sont décrites dans un fichier avec extension ICD [2].

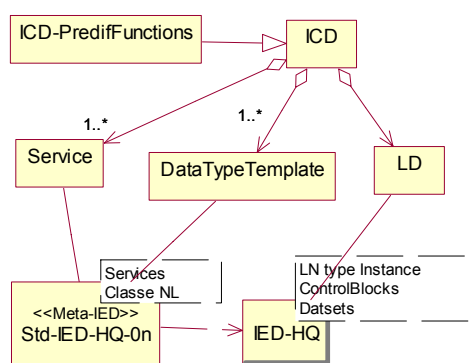


Figure 4 Validation .ICD

ICD contient (entre autres) ;

1. *Service* : la liste des services disponibles dans l'IED : à noter que les noms de la partie 6 et les noms de la partie 7 ne sont pas cohérents ;
2. *DataTypeTemplate* : la liste des types de LN, de données et des attributs.
3. *LD* : la liste des LD avec les instances des types de LN, les *datasets*, etc...

Les LD doivent être validés par rapport aux IED-HQ tandis que *Service* et *DataTypeTemplate* sont validés par rapport à *Std-IED-HQ*.

Dans BDC, contrairement aux schémas XML de la norme, on a soigneusement séparé les types des instances pour faciliter les validations à au moins deux niveaux différents.

4 CONCLUSION

Cette communication ne présente qu'une partie de la modélisation des données de SCALCID : la partie IED. Ont aussi été réalisées les parties concernant la structure du poste (le schéma unifilaire) et les réseaux de communication.

Le développement du prototype nous a permis de valider la conception de la base de données tout en

améliorant notre compréhension de la norme CEI 61850.

Le développement du prototype nous a aussi permis de détecter quelques faiblesses de la partie 6 de la norme. Les choix que nous avons faits aux niveaux des types des instances d'IED nous permettent de différencier entre les capacités qui concernent les types des LN et de leurs données et celles qui concernent les instances présentes dans les LD. Il s'agit de deux niveaux de capacité complètement différents qui ne sont pas exprimés dans le fichier ICD de la norme. Un normalisateur pourrait, par exemple, normaliser les types pour ses IED et laisser la définition des instances au niveau de l'ingénierie.

La norme CEI 61850 offre aux utilités électriques l'opportunité de diminuer les coûts des systèmes d'automatisation des postes par l'utilisation de réseaux de communication. Les concepts reliés à la configuration de tels systèmes et mis de l'avant par la norme nécessitent des améliorations pour l'implantation de véritables applications dans un environnement multi-constructeurs.

Dans ce contexte et en tenant compte des contraintes d'Hydro-Québec, le développement du prototype nous confirme la viabilité de l'approche choisie. Cela permettra d'augmenter la qualité de la gestion des IED de la part des intégrateurs et des normalisateurs à TransÉnergie

ACRONYMES

BDC	Base de Donnée Centralisée.
BDL	Base de Donnée Locale.
ICD	IED Capability Description.
IED	Intelligent Electronic Device.
LD	Logical Device (Dispositif logique).
LN	logical Node (Nœud logique).

RÉFÉRENCES

- [1] V. T. Nguyen, P. Martin, I. Maffezzini, *SES-02, Système de conduite d'installation, Spécification d'exigences de système*, Hydro-Québec, Février 2004.
- [2] IEC, IEC 61850-6, ed. 1, *Communication networks and systems in substations Part 6 : Configuration description language for communication in electrical substation related to IED*, 2004-3.
- [3] IEC, IEC 61850-7-2, ed. 1, *Communication networks and systems in substations Part 7-2 : [...] Abstract communication services interface*, 2003-5.
- [4] M. Scardina et alii, *Oracle Database 10g – XML&SQL : Design, Build & Manage XML Applications in Java, C, C++ & PL/SQL*, Oracle Press 2004.
- [5] Hibernate, <http://www.hibernate.org/> (Site visité le 27 février 2007)