

VIGILOG-PRO

Un système de télésurveillance de seconde génération

Jacques EHRlich
Directeur de recherche

Georges COCHE
Technicien supérieur

Renaud MARTIN
Assistant technique des travaux publics de l'État

Cyril CARLET
Stagiaire

Section Électronique
Service Métrologie et instrumentation
Laboratoire central des Ponts et Chaussées

RÉSUMÉ

Les systèmes de télésurveillance de première génération, qui furent réalisés dans les Laboratoires des Ponts et Chaussées (LPC) pendant les quinze dernières années, sont des systèmes d'acquisition de données à architecture centralisée. La relation client/serveur qui permet la surveillance à distance repose presque toujours sur des solutions informatiques « propriétaires ».

Dans le cadre d'une coopération avec le Venezuela, le LCPC a entrepris le développement d'un système de seconde génération, VIGILOG-PRO, que nous présentons dans cet article.

Ce système s'appuie sur des technologies modernes : architecture distribuée à base de capteurs intelligents pour l'acquisition de données, Internet pour les protocoles de communication, serveur et clients Web pour les relations clients/serveur.

Enfin, pour réduire les temps de développement, des composants logiciels du domaine public ont été utilisés autant que possible, ce qui a permis d'abandonner certaines solutions propriétaires au profit de composants éprouvés et continuellement maintenus. Ceci devrait permettre la mise en service de ce système dès le mois de juin 1998, sur le site pétrolier de Cantinas près de Caracas.

MOTS CLÉS : Surveillance - Télécommunication - Ouvrage d'art (gén.) - Capteur - Logiciel - France - Venezuela.

Introduction

Depuis une dizaine d'années, l'offre des Laboratoires des Ponts et Chaussées (LPC) en matière de systèmes de télésurveillance des sites et des ouvrages repose sur des produits dits de première génération. Certains d'entre eux atteignent le terme de ce qu'il est convenu d'appeler leur cycle de vie, et même s'ils rendent et rendront encore quelques services, il est temps de songer à leur remplacement.

Le « marché » de la télésurveillance restera toujours limité : une dizaine de sites en France ou à l'étranger en constitue l'essentiel. Mais lorsque la sécurité des personnes et des biens est en jeu, on ne peut raisonner exclusivement en termes de rentabilité.

Face à la situation d'urgence que représente potentiellement un glissement de terrain ou la pathologie d'un ouvrage, nous devons disposer de réponses adaptées et être capables de proposer un système économique, fiable et ergonomique.

Les systèmes de télésurveillance

Indépendamment des détails de réalisation, la plupart des systèmes de télésurveillance sont des systèmes à architecture client/serveur. En général, clients et serveurs communiquent par des liaisons point à point utilisant des modems et le réseau téléphonique commuté.

Le serveur

Situé sur le site, le serveur effectue périodiquement la scrutation d'un ensemble de capteurs dont les mesurandes sont des déplacements de terrains, des pressions interstitielles, des inclinaisons, des déformations, des températures, etc.

Les grandeurs mesurées peuvent facultativement donner lieu à des calculs dont les résultats sont enregistrés dans des fichiers imprimés, visualisés et comparés à des seuils d'alarmes de différents niveaux.

Le franchissement de ces seuils donne lieu à des réactions du serveur différenciées en fonction du niveau de gravité qui leur est associé : augmentation de la fréquence de scrutation, émission d'un message d'attention ou d'alarme vers les clients ou vers des dispositifs de radio-messagerie (tam-tam, tadoo, alphapage, etc.), activation de signaux sonores ou lumineux, fermeture des accès au site ou à l'ouvrage, etc.

Le comportement du serveur dépend d'un ensemble de paramètres qui peuvent être consultés et/ou modifiés localement ou à distance.

Le client

Dans les centres de surveillance éloignés, les systèmes clients permettent aux gestionnaires d'intervenir à distance sur le serveur pour modifier ses paramètres de fonctionnement (fréquence de scrutation, coefficients d'étalonnages des capteurs, seuils d'alarmes, etc.), transférer les fichiers contenant les résultats d'acquisition, assurer la maintenance du système.

Ils possèdent parfois un mode veille dans lequel ils peuvent en permanence recevoir et stocker les messages d'alarmes émis par les serveurs. Ces messages contiennent des informations précises sur l'origine de l'alarme et, éventuellement, un historique des évolutions de la mesurande concernée.

Les systèmes de première génération

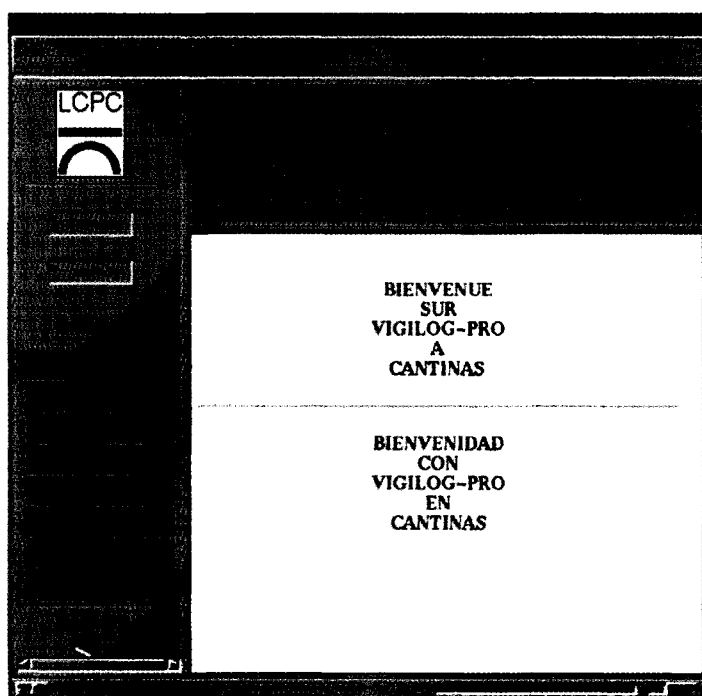
Plusieurs systèmes s'appuyant sur cette architecture ont été développés au Laboratoire central des Ponts et Chaussées (LCPC) ou dans le réseau des Laboratoires régionaux des Ponts et Chaussées (LRPC) (CASTOR, VIGILOG, etc.). Ces produits sont souvent dotés de fonctions très voisines.

Le serveur est le plus souvent un système d'acquisition de données constitué d'un micro-ordinateur de type PC équipé de cartes d'interface assurant la mesure et la conversion analogique/numérique.

Ce sont en général des systèmes à architecture centralisée, car chaque capteur est connecté individuellement au système d'acquisition par des liaisons électriques véhiculant un signal modulé en tension, en courant ou en fréquence. Plus rarement, lorsque la configuration du terrain l'impose, les capteurs sont associés à des balises qui transmettent des informations numériques ou analogiques par radio.

La communication entre client et serveur est assurée par un modem externe ou intégré et repose sur un protocole « propriétaire » (VIGILOG et CASTOR) ou un logiciel du commerce (PC-Anywhere).

Le système client peut-être un minitel (CASTOR) ou un micro-ordinateur de type PC (VIGILOG et CASTOR). L'ergonomie est réalisée par une interface homme-machine à base de menus déroulants et fenêtres de saisie. Actuellement, ces systèmes ne fonctionnent que dans l'environnement du système d'exploitation MS-DOS.



De VIGILOG à VIGILOG-PRO

VIGILOG fut développé presque incidemment, en 1989, au service de Physique du LCPC. L'objectif était de remplacer en urgence, sur le glissement de terrain du Petit Caporal à Boulogne-sur-mer et sur le pont de La Launa dans l'arrière-pays niçois, un logiciel laissé inachevé par un sous-traitant en situation de dépôt de bilan.

Six mois furent requis avant l'installation de la première version. Excepté ces deux sites, VIGILOG fut utilisé, en France, sur le glissement de Saint-Jean-de-Vigouroux dans la région d'Agen. Ces différentes expériences permirent d'améliorer sa fiabilité et d'étendre ses fonctions.

En 1994, dans le cadre d'une coopération scientifique et technique entre le LCPC et la fondation d'étude sismique FUNVISIS au Venezuela, VIGILOG fut

installé sur le site de la société pétrolière Lagoven à Cantinas (Caracas). Le succès de cette expérience a contribué au renforcement des liens entre les deux organismes et a permis d'engager une nouvelle coopération se situant dans le cadre du projet Cantinas 5.

L'un des objectifs de ce projet est d'étendre l'instrumentation du site de Cantinas par l'ajout d'un ensemble de points de mesure. Une nouvelle contrainte est imposée : la suppression complète du câblage entre les points de mesure et le système serveur, que ce soit pour la transmission des informations délivrées par les capteurs ou pour la distribution des alimentations.

Cette contrainte, qui impose une architecture tout à fait nouvelle pour le matériel, justifie une refonte complète du système. Elle nous offre l'opportunité de mettre en œuvre de nouvelles technologies et de disposer d'un site pilote pour l'expérimentation : ainsi est né VIGILOG-PRO.

Le système VIGILOG-PRO

VIGILOG-PRO (fig. 1) repose sur plusieurs technologies matérielles ou logicielles : celles des capteurs intelligents pour le serveur, du protocole TCP/IP (cf. encadré 1) pour la communication entre serveur et client, des serveurs et navigateurs World Wide Web (appelé couramment, « le Web »), pour la télésurveillance et la télémaintenance, des

serveurs FTP (File Transfer Protocol) pour le téléchargement des fichiers.

C'est un système modulaire qui s'appuie, chaque fois que cela est possible, sur des composants logiciels standard. La plupart d'entre eux sont des produits éprouvés, disponibles dans le domaine public. Ceci permet de réduire les temps et les coûts de développement et de concentrer nos efforts dans la réalisation des parties faisant appel à nos domaines de compétence.

Encadré 1 Le protocole TCP/IP

TCP/IP est la contraction de deux noms de normes (TCP : Transmission Control Protocol et IP : Internet Protocol) qui spécifient les détails des communications entre calculateurs ainsi qu'un ensemble de conventions pour interconnecter les réseaux et acheminer le trafic.

Pour l'utilisateur, une interconnexion TCP/IP se présente comme un ensemble de programmes d'application, dont les plus connus sont le courrier électronique, le transfert de fichiers, la connexion sur une machine distante et, plus récemment, le service World Wide Web. Au niveau du réseau, TCP/IP assure un ensemble de services et, notamment, la connectivité universelle par un système d'adressage universellement reconnu au sein de l'Internet.

TCP/IP est le résultat des travaux menés par de nombreuses équipes de recherche subventionnées par la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). La première version diffusée par l'université de Berkeley (BSD : Berkeley Software Distribution) date de 1983.

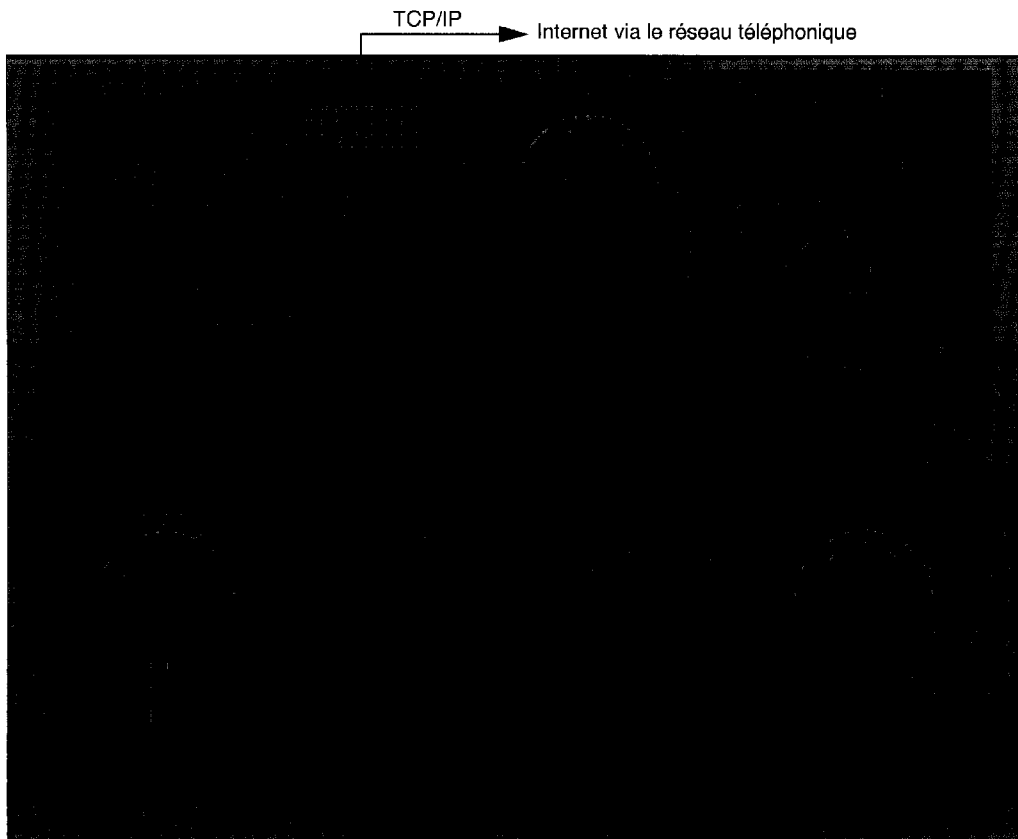


Fig. 1 - Architecture du système de télésurveillance VIGILOG-PRO.

Le Serveur

Le système serveur possède deux fonctions essentielles :

- ❶ il effectue l'acquisition de données sur un ensemble de capteurs, par liaison « sans fil » lorsque cela s'impose ;
- ❷ il offre, vis-à-vis des clients, les fonctions de consultation ou modification de ses paramètres de fonctionnement, de téléchargement des fichiers d'acquisition et de messagerie pour la transmission des messages d'alarmes.

Un système d'acquisition à architecture mixte

VIGILOG repose sur une architecture centralisée dans laquelle chaque capteur est relié par une liaison filaire à une ou plusieurs cartes d'interface situées dans une unique unité de traitement. Ceci constitue le modèle de la majorité des systèmes d'acquisition de données en service à ce jour. Il est simple à mettre en œuvre et il est économique lorsque le nombre de capteurs ou la superficie du domaine instrumenté sont réduits.

En revanche, lorsque le domaine instrumenté est vaste, ou qu'une liaison « sans fil » est requise, une architecture distribuée s'impose. Ainsi chaque capteur ou chaque groupe de capteurs est associé à un dispositif autonome d'acquisition de traitement et de communication. Ces dispositifs, appelés capteurs intelligents (cf. encadré 2), constituent des nœuds d'acquisition reliés entre

eux par un réseau numérique de communication à liaison filaire ou radio et interrogés périodiquement par un contrôleur système.

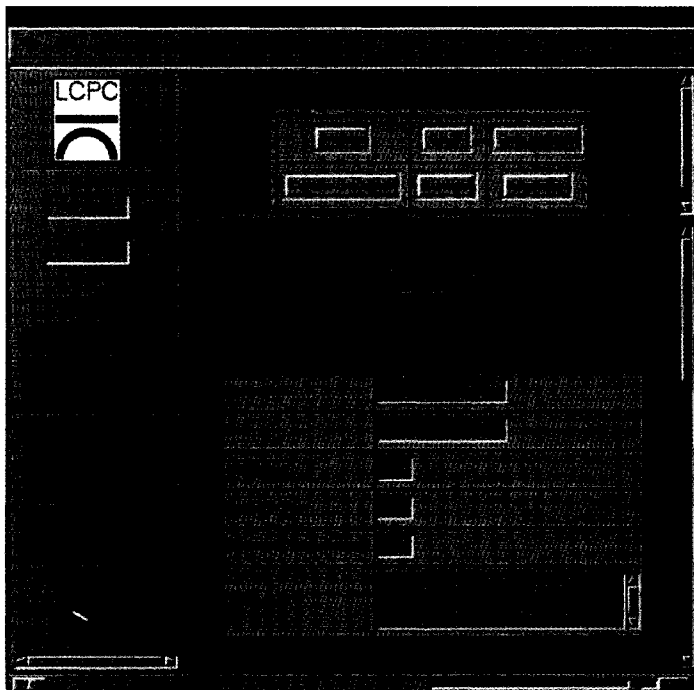
De plus, grâce à leur autonomie de traitement, chaque nœud peut, en cas de franchissement d'un seuil d'alarme, prendre l'initiative de requérir l'attention du contrôleur système.

VIGILOG-PRO est compatible avec ces deux types d'architecture. Lorsque l'architecture centralisée est appropriée, le serveur doté de quelques cartes d'interface assure la fonction d'unité centrale d'acquisition. Lorsque l'architecture distribuée est requise, c'est la technologie des capteurs intelligents (bien maîtrisée au LCPC), associée à la radio transmission, qui est mise en œuvre. Le serveur assure alors la fonction de contrôleur système.

La relation serveur/client : TCP/IP et le service Web (cf. encadré 3)

VIGILOG est un système « propriétaire ». Cela signifie que l'ensemble de ses fonctions a été développé au LCPC et, en particulier, les fonctions de mise en relation client/serveur, de transfert d'information, de télémaintenance.

Aujourd'hui, les couches logicielles permettant la communication entre systèmes informatiques sont désormais disponibles. Elles sont performantes, modulaires, fiables, maintenues et mises à jour régulièrement.



Encadré 2 Les capteurs intelligents

Un capteur intelligent est constitué par un ou plusieurs transducteurs associés à un dispositif électronique miniaturisé à base de microprocesseur. Ce dispositif effectue la mesure, la conversion numérique et le traitement des informations délivrées par les transducteurs. Il peut également communiquer avec d'autres capteurs intelligents et avec un contrôleur du système par un réseau numérique de communication. L'ensemble forme un système d'acquisition de données à architecture répartie.

Par rapport aux systèmes classiques, les réseaux de capteurs intelligents présentent certains avantages : modularité, réduction du coût du câblage, forte immunité vis à vis des perturbations électromagnétiques, puissance et parallélisme de traitement élevés, etc.

On peut, par exemple, utiliser les capteurs intelligents sur un site géotechnique pour effectuer la mesure et le traitement de signaux délivrés par des nivelles électroniques, des potentiomètres de pendule inverse, des extensomètres à fil tendu. Le capteur peut alors fournir directement des directions de déplacement, des vitesses, des accélérations, effectuer des comparaisons par rapport à des seuils, produire des messages d'alarmes.

Enfin, lorsque le routage des câbles n'est pas possible, les capteurs intelligents peuvent facilement être « interconnectés » par voie hertzienne et alimentés par panneaux solaires.

Encadré 3

Les serveurs et les navigateurs Web

Un serveur Web est une application (utilisant la technologie d'interconnexion TCP/IP) destinée à fournir, par l'Internet, des documents à la demande d'utilisateurs. Ces documents peuvent être des textes, des images, des sons ou des fichiers.

Un client Web utilise des mêmes technologies ainsi qu'un logiciel de navigation qui transforme les demandes de l'utilisateur en requêtes compréhensibles par le serveur. Ce dernier délivre en retour le document demandé, qui selon son type, peut être affiché, enregistré ou transformé en message électronique et envoyé au navigateur du client.

Un document électronique est le page Web, mais plusieurs pages peuvent être liées entre elles par des liens hypertexte qui procurent à l'utilisateur un moyen très simple de parcourir une documentation de structure complexe. Les pages peuvent aussi contenir tous les objets graphiques usuels permettant de développer une interface utilisateur ergonomique (filet et menus déroulants, fenêtres de saisie, boutons et cases à cocher, etc.).

Les pages sont le plus souvent enregistrées dans les fichiers du serveur et délivrées à la demande : ce sont des pages statiques. Mais elles peuvent aussi être créées dynamiquement (à la volée) par un programme appelé script, s'exécutant sur le serveur. Les scripts peuvent être écrits dans divers langages : les plus courants sont Perl, Java et C.

Par exemple, sur un serveur dédié à la surveillance d'un site géotechnique, on peut concevoir un script qui mesure les signaux délivrés par un ensemble de capteurs et délivre dans une page Web le résultat de ces mesures.

Dans VIGILOG-PRO, la relation client/serveur est assurée par les composants logiciels du domaine public suivants :

- un protocole pour la mise en relation entre serveur et client,
- le protocole TCP/IP pour la communication,
- le service Web pour l'interface utilisateur du client et du serveur.

Un système d'exploitation multitâche et sécurisé comme environnement d'exécution

Ainsi, le serveur VIGILOG-PRO peut contrôler trois tâches s'exécutant simultanément et pouvant, si nécessaire, échanger entre elles des informations :

- une tâche de contrôleur système pour l'acquisition de données sur un réseau de capteurs intelligents (architecture distribuée),
- une tâche d'unité centrale de traitement pour

l'acquisition de données sur des cartes d'interface (architecture centralisée),

- une tâche de serveur Web offrant un ensemble de pages pour la télésurveillance, la configuration à distance et la télémaintenance.

De plus, l'environnement d'exécution doit offrir des mécanismes garantissant la sécurité des accès et la confidentialité de certaines informations. VIGILOG-PRO peut traiter les requêtes de trois classes d'utilisateurs :

- les utilisateurs anonymes, qui n'auront que le droit de consulter certaines informations délivrées et qui pourront transférer les fichiers d'acquisition ;
- les utilisateurs nominativement déclarés dans le serveur et possédant une clé d'accès : ils pourront consulter et, si nécessaire, modifier les paramètres de fonctionnement du système ;
- l'administrateur du système, qui pourra créer ou supprimer des utilisateurs nommés, télécharger de nouvelles versions des logiciels et supprimer à distance les fichiers d'acquisition.

Ceci nous a conduits à choisir le système d'exploitation Unix, qui nous a semblé le mieux adapté à la communication en réseau, au traitement multitâche et à la mise en œuvre de la sécurité. Nous nous sommes orientés plus particulièrement vers une version du domaine public, dédiée aux machines de type PC : Free BSD.

Le client

L'effort de développement du système client est considérablement allégé grâce aux choix qui ont été faits. Le client doit être doté des mêmes couches logicielles pour la mise en relation et la communication (TCP/IP). Il doit de plus posséder un logiciel de « navigation » lui permettant de requérir et traiter les pages délivrées par le serveur. La majorité de ces logiciels est disponible dans le domaine public pour toutes les plates-formes matérielles en usage dans nos laboratoires (PC, Macintosh, station de travail).

Ainsi, les systèmes clients ne sont plus liés à un type de machine et le parc de matériel disponible dans les lieux de surveillance peut être utilisé au mieux. Ils n'en présenteront pas moins une interface homme/machine unifiée et indépendante de la plate-forme matérielle employée.

Conclusion

Un nouveau système de télésurveillance a été présenté. Il repose sur de nouveaux concepts :

- l'architecture répartie pour le matériel,
- la technologie des serveurs et navigateurs World Wide Web pour le logiciel.

Grâce à l'utilisation de composants logiciels standard disponibles pour la plupart dans le domaine public, nos efforts de développement se concentrent sur nos domaines de compétences spécifiques : électronique, capteurs intelligents, programmation des micro-processeurs, etc.

Les technologies utilisées sont indépendantes du matériel, modulaires, éprouvées, constamment maintenues et mises jour, ce qui garantit la pérennité et l'évolution du système.

La première version de ce qui constitue un système de télésurveillance de seconde génération devrait être mise en service au Venezuela au mois de juin 1998.

ABSTRACT

A second generation remote monitoring system

J. EHRICH - G. COCHE - R. MARTIN - C. CARLET

The first generation of remote monitoring systems which have been developed in the Ponts et Chaussées Laboratories during the last fifteen years are data acquisition system with a centralized architecture. The client/server relationship which is necessary for remote monitoring was virtually always based on "proprietary" computing products.

In the framework of co-operation with Venezuela, the LCPC has undertaken the development of a second generation system, Vigilog Pro, which is presented in this paper.

It is based on modern technologies, a distributed architecture with data acquisition performed by smart sensors, Internet communication protocols and Web server and clients for client/server links.

Finally, in order to reduce development time, public domain software components were used as far as possible. As a result it was possible to abandon some proprietary solutions in favour of tested continually maintained components. It should therefore be possible to commission this system in June 1998 on the Cantinas oil site near Caracas.