Prévision et télésurveillance hydrométéorologique à EDF

Patrick Tourasse

EDF - Division technique générale
Grenoble

1. Introduction

Parallèlement à l'automatisation d'un nombre de plus en plus important d'aménagements hydroélectriques — automatisation qui suppose la connaissance permanente des variables hydrologiques qui influent sur les performances énergétiques des chutes — la nécessité pour EDF d'assurer une gestion sûre et rationnelle de l'ensemble des moyens de production a conduit la Division technique générale (DTG) à développer, depuis quelques années, un système opérationnel pour la collecte automatique, le suivi temps réel et la prévision d'un certain nombre de grandeurs hydrométéorologiques comme les précipitations, l'enneigement, la température de l'air, le débit et la température des cours d'eau.

Les valeurs collectées sont issues des réseaux de mesure dont la DTG assure la gestion permanente depuis maintenant plus de quarante ans. Elles sont accessibles, via le réseau téléphonique commuté ou grâce aux satellites ARGOS et METEOSAT, par tous les utilisateurs (Mouvements d'énergie ou Service de la production hydraulique) qui ont en charge, pour les uns, la définition des programmes hebdomadaires et journaliers de production et, pour les autres, la gestion quotidienne — y compris en période critique — des usines et des barrages hydroélectriques.

2. La télésurveillance hydrométéorologique à EDF

2.1. Collecte automatique des données hydrométéorologiques par le réseau téléphonique commuté : le système SCHTROUMPH

S'agissant d'automatiser la collecte des données de près de 500 points de mesure — tous situés sur le territoire national mais principalement en zone de montagne — le vecteur de transmission le mieux adapté est le réseau téléphonique commuté qui, outre son faible coût d'installation et son bon niveau de fonctionnement, offre le gros avantage de rendre chaque point de mesure accessible par plusieurs utilisateurs ou centres de collecte différents.

Pour les points les plus stratégiques qui doivent rester accessibles même en cas de défaillance du réseau téléphonique des solutions alternatives utilisant (fig. 1) la voie hertzienne et le satellite à défilement METEOSAT sont envisageables mais ne peuvent être généralisées pour des raisons essentiellement économiques.

Principe

Les stations de mesure (HERIGAULT J., 1990) sont équipées chacune d'un répondeur à mémoire ou Poste d'Acquisition

Hydrometeorological forecasting and remote control at Electricité de France

Use of Public Telephone Network and, in some cases, of satellite (ARGOS or METEOSAT) is of great interest for real-time hydrological data collection especially for the management of power production and distribution systems. It allows both central automatic collection of basic hydrological information — more than 400 points are already telemetered at EDF by the SCHTROUMPH system — as well as local operation of reservoirs during flood periods using an Automatic Collection Station and a micro-computer to interrogate the measurement peripheral stations. In some cases, stochastic models treating rainfall-runoff processes — but also quantitative rainfall and/or air temperatures forecasts — are used to anticipate the evolution of these parameters. Even if they need sophisticated identification techniques, these models are, now, easy to install on microcomputers. But they still remain only decision tools and they have to be disconnected from automatic operating processes.

1. Collecte automatique des données hydrologiques à EDF-DTG : Architecture d'ensemble.

2. Evolution du nombre de points de mesure équipés de répondeur à mémoire statique au cours des 5 dernières années.

(PA) qui stocke périodiquement — en général toutes les heures — dans une mémoire statique les mesures d'un ou de plusieurs capteurs ; le nombre de mesures ainsi mémorisées pouvant varier de 96 pour un PA multiparamètre à plus de 500 pour un PA à un seul paramètre. Un Poste Automatique de Collecte (PAC) ou un simple interface numéroteur (NUMOPAC) relié à un ordinateur, interroge les stations, au travers du réseau téléphonique commuté : soit à la demande, pour de simples interrogations ponctuelles ; soit, selon un cycle préétabli, pour des interrogations régulières et systématiques (scrutinations nocturnes

pour la télécollecte centralisée des données du réseau, scrutations à cycle horaire ou pluri-horaire pour les systèmes opérationnels de surveillance et de prévision). Les informations ainsi recueillies sont transmises au calculateur qui, lui seul, peut assurer les opérations de décodage, de contrôle, de mise en forme et d'archivage.

Grâce à la grande flexibilité du vecteur téléphonique, les stations de mesure peuvent être appelées de manière totalement transparente par différents utilisateurs, dès lors qu'ils possèdent, en local, un micro-calculateur convenablement interfacé ou qu'ils sont à même de se connecter, en simple émulation de terminal, au calculateur de la DTG qui fait alors office de centre serveur (fig. 1).

Etat d'avancement du projet

Le nombre de sites équipés à la fin 90 est de 425 avec un objectif final qui devrait s'établir entre 450 et 500 points de mesure. Les premiers points (une quarantaine) ont été équipés en 1983-1984 dans le cadre du développement du Système de Prévision Hydrologique du Rhône mis en place au PCH de Génissiat et au PSH de Châteauneuf pour améliorer la conduite des aménagements hydroélectriques du Rhône à l'amont et à l'aval de Lyon. Les autres, soit plus de 380 PA, ont été installés après 1985 avec un effort particulier (fig. 2) en 1987 et 1988 ; ils permettent aujourd'hui de disposer d'une couverture spatiale relativement homogène sur l'ensemble des bassins de montagne qui intéressent EDF (fig. 3).

3. Système SCHTROUMPH : Localisation des stations de mesure de précipitations équipées de répondeurs à mémoire (PA) dans les Alpes du Sud et les Cévennes.

Exploitation et maintenance

Les systèmes mis en place pour la collecte automatique de données hydrologiques ne peuvent garder un bon niveau de fiabilité que si la maintenance, tant préventive qu'après incident, est effectuée dans les meilleurs délais et par du personnel qualifié. Cette maintenance concerne tout autant les capteurs que les interfaces d'acquisition ; aussi est-elle confiée à EDF aux agents qui sont chargés de l'exploitation des réseaux permanents de mesure avec, comme avantage, la possibilité d'intégrer certaines interventions de maintenance électronique dans les tournées programmées de mesure et/ou de surveillance des capteurs.

A titre d'exemple, le nombre total d'interventions sur panne a été de 60 en 1989 pour le Centre hydrologique Alpes (190 points de mesure équipés) avec un maximum bien marqué (fig. 4) pendant l'été lorsque le risque orageux est maximum et une répartition deux tiers/un tiers entre les interventions programmées et les interventions immédiates (sans attendre le déplacement d'une équipe au voisinage de la station).

4. Nombre d'interventions sur incidents en 1989 sur les PA des Alpes du Sud (98 PA concernés).

5. Sortie METEOTEL® du champ d'humidité prévu à 30 heures sur la France.

2.2. Suivi temps réel et adaptation régionale de l'information hydrométéorologique

Malgré les efforts effectués par la Météorologie Nationale pour adapter ses services aux besoins multiples de ses nombreux clients, la surveillance et la prévision hydrométéorologique en zone de montagne — là où sont situés les principaux aménagements hydroélectriques français — reste un problème suffisamment difficile pour que la simple consultation, par voie de presse ou par l'intermédiaire de répondeurs kiosqués, des bulletins quotidiens ou spéciaux émis par les services régionaux et départementaux de Météo-France suffise à garantir une exploitation sûre et optimale de l'ensemble des moyens de production.

Si l'observation quotidienne de la situation météorologique synoptique est indispensable, c'est surtout son association permanente à la situation hydrologique qui prévaut sur le terrain qui permet de bien renseigner les services EDF qui ont à prendre des décisions d'exploitation. Plus que l'évolution du temps ce sont, en effet, surtout ses effets hydrologiques quantitatifs (extension et intensité des épisodes pluvieux, durée et importance des vagues de froid, évolution des débits, etc...) qui intéressent l'exploitant. Cela suppose un personnel qualifié — la météorologie dynamique et l'hydrologie opérationnelle (DUBAND, 1989) restant, malgré les progrès de la modélisation, des sciences difficiles — mais aussi et surtout des outils et des moyens techniques qui, pour être spécifiques, ne peuvent être utilisés que par des spécialistes. Ils sont par ailleurs souvent coûteux et donc difficiles à multiplier.

La mise en place, depuis de longues années, des Centres hydrologiques EDF de Toulouse — pour les Pyrénées, le

Languedoc et la façade atlantique du Massif-Central — et Grenoble — pour les Alpes, le Jura et la bordure orientale du Massif-Central — répond à cet objectif. Ces Centres sont dotés de tous les moyens techniques dont disposent les stations météorologiques départementales mais aussi d'outils spécifiques développés par la DTG qui leur permettent de jouer un vrai rôle d'interface entre la Météorologie nationale d'une part et les centres de décision EDF d'autre part. Ils renseignent les exploitants au quotidien et les informent par téléphone, par télécopie ou même par l'intermédiaire de serveurs informatiques de l'évolution des précipitations, des températures et des débits.

Les informations météorologiques sont centralisées sous forme de cartes synoptiques et surtout, depuis 1987, sous forme d'images radar et satellitaire qui sont régulièrement rafraîchies — tous les quarts d'heure pour les mosaïques radar, toutes les demies-heures pour les images satellites centrés sur le territoire français — et diffusées par le système METEOTEL de Météo-France (fig. 5).

Parallèlement la réception quotidienne, via TRANSPAC, des valeurs numériques, observées et prévues, des champs de géopotentiels au-dessus de l'Europe permet, par des techniques de recherche de situations analogues développées à la DTG, de calculer les quantités de précipitations journalières qui sont susceptibles de tomber, au cours des 6 jours à venir, sur une trentaine de bassins cibles. Ces prévisions sont confrontées en permanence à la réalité du terrain — le système SCHTROUMPH permettant de disposer, à tout moment, d'une véritable photographie des précipitations qui sont déjà tombées — et sont utilisées au quotidien pour mieux appréhender l'évolution potentielle des débits entrants dans un certain nombre de réservoirs de tête et, d'une manière plus générale, de l'ensemble du productible hydraulique.

3. La prévision opérationnelle des crues à EDF

Après la mise en service au début des années 80 (Duband D. et Tourasse P., 1987), du système de prévision hydrologique du Rhône (42 points de mesure équipés de PA SCHTROUMPH et alimentant près de 15 modèles de prévision) et face aux difficultés rencontrées pour faire fonctionner en temps réel tout cet ensemble, la DTG s'est orientée, depuis quelques années, vers des systèmes plus légers qui s'appuient sur les possibilités récentes de la microinformatique et qui dissocient complètement les fonctions de prévision des fonctions de conduite. L'expérience montre, en effet, que l'environnement informatique des calculateurs de conduite est très complexe et qu'il est, dès lors, difficile d'y intégrer puis d'y faire évoluer des modèles de prévisions hydrologiques.

La solution retenue par la DTG consiste à intégrer le logiciel d'acquisition des données hydrologiques et les modèles de prévision sur un microcalculateur doté d'un NUMOPAC. L'ensemble, qui doit être dédié à la fonction de prévision, se veut un simple outil d'aide à la décision et, comme tel, doit rester indépendant des fonctions de conduite.

Les logiciels d'acquisition et de prévision s'articulent autour de structures algorithmiques maintenant bien para-

SYSTEMES DE PREVISION DE CRUES OPERATIONNELS A EDF AU 1er JUIN 1990

Système de prévision	Implantation opérationnelle	Matériel	Modèles	Type de modélisation	Nbre de points de mesure concernés	Exploitant
DOUBS	En central (serveur DTG)	VAX DTG + NUMOPAC	Doubs aux BRENETS	Pluie-débit	5	CIME EST et GRPH RHIN
GENISSIAT	Sur site (PCH GENISSIAT)	Calculateur de conduite + PAC	Valserine à LANCRANS	Pluie-débit	4	GRPH RHONE
			Fier à MOTZ	Mixte	6	
FIER	En central (serveur DTG)	VAX DTG + NUMOPAC	Fier à ARGONAY	Pluie-débit	3	GRPH SAVOIE et GRPH RHONE
			Chéran à LA CHARNIAZ	Pluie-débit	3	
			Fier à MOTZ	Mixte	7	
BASSE-ISERE	Sur site (PSH PIZANCON)	MAC PLUS + NUMOPAC	Isère à ST-GERVAIS	Débit-débit	8	GRPH ALPES
BUECH	Sur site (PCC STE TULLE)	MAC SE + NUMOPAC	Bourne à PONT DE MANNE	Pluie-débit	4	GRPH ALPES
VERDON	Sur site (Usine CASTILLON)	MAC SE + NUMOPAC	Buech aux CHAMBONS	Pluie-débit	5	GRPH MEDITERRANEE
VERDON	Sur site (Usine CASTILLON)	MAC SE + NUMOPAC	Verdon à CASTILLON	Pluie-débit	5	GRPH MEDITERRANEE
CHATEAUNEUF	Sur site (PSH CHATEAUNEUF)	Calculateur de conduite + PAC	Saône à COUZON	Mixte	14	GRPH RHONE
			Ardèche à ST-MARTIN	Pluie-débit	12	
			Eyrieux à PONTPIERRE	Pluie-débit	8	
			Cèze à BAGNOLS	Pluie-débit	10	
MONTPEZAT	En cours d'implantation sur site (Usine MONTPEZAT)	MAC SE + NUMOPAC	Loire à RIEUTORD	Pluie-débit	12	GRPH LOIRE
ARDECHE	En central (serveur DTG)	VAX DTG + NUMOPAC	Ardèche à ST-MARTIN	Pluie-débit	8	GRPH RHONE
CREUSE	Sur site (Usine d'EGUZON)	MAC SE + NUMOPAC	Creuse à EGUZON	Pluie-débit	10	GRPH MASSIF CENTRAL
TARN	En central (Serveur DTG)	VAX DTG TOULOUSE + NUMOPAC	Tarn à PONT MONTBRUN	Pluie-débit	5	GRPH LANGUEDOC
			Dourbie à LA GARDIES	Pluie-débit	4	
			Tarn à MILLAU	Mixte	4	
CERE	En central (serveur DTG)	VAX DTG TOULOUSE + NUMOPAC	Cère à CANTALES	Débit-débit	3	GRPH MASSIF CENTRAL

métrées. Ils sont développés en langage évolué (PASCAL) et peuvent être implantés sur des microcalculateurs de type *Compatible PC* ou *MACINTOSH*. Ils permettent un fonctionnement entièrement automatisé du système de collecte des données et intègrent, en plus des modèles de prévision, des fonctionnalités de mise en alerte du personnel d'astreinte au travers des Dispositifs d'Alarme du SPH (D.A.P.H.).

Fin 1990, 5 systèmes de ce type sont opérationnels sur site : Pizançon pour la prévision des débits entrant dans la chaîne Basse-Isère (fig. 6), Castillon pour la prévision des crues du Verdon, Ste-Tulle pour le Buech, Eguzon pour la Creuse, et Montpezat pour la Loire supérieure. Ils sont tous implantés sur Macintosh selon une configuration standard qui facilite les opérations de maintenance et de mise à niveau.

Parallèlement (tabl. ci-dessus), un certain nombre de modèles sont implantés sur le calculateur de la DTG. Ils peuvent être activés ou désactivés à la demande et permettent de diffuser, par le biais de serveurs informatiques, des prévisions critiquées et filtrées par les agents qui sont chargés de la surveillance hydrométéorologique quotidienne.

Ces deux solutions — implantation opérationnelle des modèles sur site ou développement des modèles sur le calculateur de la DTG avec mise à disposition des résultats sur un serveur — ne sont pas exclusives l'une de l'autre.

Elles peuvent être développées conjointement avec, pour la solution centralisée, la possibilité de surveiller à distance le modèle implanté sur site et de stocker en central ses résultats pour une analyse a posteriori des prévisions.

6. Prévision des crues sur la Bourne (PSH Pizançon).

4. Conclusion

La mise en place et l'exploitation d'un système d'acquisition de transmission et de traitement automatisé de mesures hydrométéorologiques représente un progrès considérable pour le suivi temps réel et la prévision du phénomène qui influent sur la gestion du système Production-Transport.

Grâce à la souplesse du téléphone, toutes les stations peuvent être appelées par différents utilisateurs soit directement par l'exploitant à partir de systèmes légers de surveillance et de prévision, soit de façon centralisée par un Centre régional de prévision qui, avec des moyens annexes

adaptés, peut renseigner utilement les exploitants — sur la situation hydrométéorologique et son évolution probable.

Il convient toutefois (DUBAND *et al.*, 1988) de ne pas sous estimer les délais, les difficultés, le coût de mise en situation opérationnelle et de maintenance d'un tel système. Par ailleurs, il ne faudrait pas que la sophistication nécessaire du système de transmission et de traitement sur ordinateur occulte la précision, la fiabilité et la représentativité des mesures pour la connaissance du phénomène physique. Il serait vain en effet de sacrifier la maintenance des mesures (capteurs et étalonnages de courbes hauteur-débit par exemple) sur le terrain, à la seule maintenance du système d'acquisition et de traitement.

Bibliographie

- HERIGAULT J. (1990). — *Journées SEE, Grenoble : La télécommande et automatisme dans les usines hydroélectriques.*
- DUBAND D., TOURASSE P. (1987). — Actes du Colloque OMM sur la télémessure et la transmission des données hydrologiques, Toulouse.
- DUBAND D. (1989). — Paris, Connaissance de l'hydrologie, *Revue de l'énergie* (Ext. du n° 410).
- DUBAND D. *et al.* (1988). — Mise en œuvre opérationnelle d'une prévision des crues, *La Houille Blanche*, n° 5/6.