SYSTÈME DE TÉLÉGESTION DU CANAL PRINCIPAL BAS SERVICE - OFFICE DES DOUKKALA

par

El Abdelatit Morchad
Office Régional des Doukkala (ORMVAD), Morocco

Introduction

La télégestion est la solution qui a été adoptée par l'Office des Doukkala pour améliorer la régulation du Canal Principal Bas Service (CPBS) d'une part et pour gérer son futur Canal Principal Haul Service d'autre part.

Elle est basée sur les techniques nouvelles en Electronique, Automatique, Télétransmission et Informatique.

Le Systéme de Télégestion du CPBS a passé les étapes d'étude, de réalisation et de mise en service. Actuellement il est dans la phase d'adaptation et de mise à l'épreuve.

Ainsi il est de notre devoir, qui est l'objectif de ce rapport, d'assurer la continuité du travail de nos prédécesseurs et de veiller à la réussite de ce project.

Ce rapport sera structuré de la manière suivante:

1. Equipements hydrau-agricoles de base du Bas Service
2. Problèmes classiques de l'exploitation du CPBS
3. Système de Télégestion du CPBS
4. Simulation
5. Conclusion
6. Annexe
7. Bibliographie

1. EQUIPEMENTS HYDRO-AGRICOLES DE BASE DU BAS SERVICE

Le périmètre bas service dont la superficie totale irriguée (15.08.94) s'éléve à 62292 ha est irrigué par le biais des équipements hydro-agricoles suivants:

a. Barrage Imfout:

Superficie	: 907 ha
Cote maximale	: 190 NGM
Capacité initiale (1948)	: 80 millions de m^3
Capacité actuelle	: 20 millions de m^3

b. Galerie:

Ouvrage de prise
deux vannes murales de bâtardage
deux vannes murales motorisés

Longueur	: 17 Km
Diamètre intérieur	: 5.3 m
Débit nominal (1986)	: 36 m3/s

H-021934

c. Canal Principal Bas Service (CPBS):

Longueur : 111 Km
Débit nominal en tête : 42 m3/s
Débit nominal à l'extrémité : 6 m3/s
Régulation Amil du PK 17 au PK 34
Zone tampon du PK 34 au PK 57
Bassin de compensation au PK 57 (cote maximale: 174.20 NGM)
Régulation Avis du PK 57 au PK 128

d. Casiers irrigués:

Faregh	11913 ha	19%
Sidi Smail	11833 ha	19%
Sidi Bennour	9844 ha	16%
Zemamra	15922 ha	26%
Gharbla	12780 ha	20%

2. LES PROBLÈMES CLASSIQUES DE L'EXPLOITATION DU CPBS

Le canal principal bas service a été conçu au départ pour assurer une irrigation gravitaire avec distribution au tour d'eau, 24 heures sur 24, sur tous les casiers gravitaires : Faregh, Sidi Smamil et Sidi Bennour, equipés entre les années 1950 et 1973.

Cette première tranche concerne le CPBS du PK 21 au PK 77, avec un mode de régulation combiné:

Régulation Amil du PK 17 au PK 34
Zone tampon (non régulée) du PK 34 au PK 57
Régulation Avis du PK 57 au PK 77

Le développement ultérieur (équipements entre les années 1975 et 1982) de l'irrigation par aspersion à la demande dans la partie aval du PK 86, était la source des problèmes de régulation à cause des variations aléatoires du débit.

Ces perturbations se manifestent par un déficit ou par des débordements qui se répercutent en premier lieu au niveau de la zone tampon.

Les principales sources de ces perturbations sont:

a. Perturbations à caractère aléatoire:

Non-consommation des débits demandés
Sur-consommation par rapport à la demande
Délestage non prévu de l'ONE
Arrêt non prévu d'une ou plusieurs stations de pompage
Accidents sur le réseau canaux portés
Accidents sur le réseau grosses conduites en aspersif
Variation du niveau de la retenue d'Imfout

b. Perturbations nécessitant une surveillance 24 heures sur 24 de toutes les vannes:

Coincement (naturel ou par vandalisme) d'un régulateur Avis ou Amil.

c. Perturbations nécessitant des travaux de curage et d'entretien:

Envasement et poussée de la végétation

Un autre point qui complique davantage la gestion du CPBS, qu'elle soit manuelle ou automatique, est dû au fait que la station de relevage Bir El Abid, alimentée à partir de la fin de la zone tampon, impose un niveau minimum allant de 173.00 à 173.60 NGM suivant le nombre de groupes motopompes en fonctionnement.

En effet ceci nécessite une régulation d'une précision de 50 cm sur la zone la plus sensible du CPBS.

3. LE SYSTÈME DE TÉLÉGESTION DU CPBS

3.1 Introduction

En 1985, l'ORMVAD a confié au groupement ADI-GERSAR l'étude de la régulation du CPBS des Doukkala, dans l'objectif de trouver une solution aux problèmes de son exploitation.

Cette étude a été effectuée en trois phases:

Phase 1: Analyse de l'existant et élaboration du modèle de simulation
Phase 2: Comparaisons des solutions envisageables
Phase 3: Etude d'avant-projet de la solution retenue

Les solutions proposées peuvent se résumer comme suit:

Solution 1: Extension de la réserve
Solution 2: Extension vers l'amont de la régulation par l'aval
Solution 3: Télécontrôle
Solution 4: Télécommande
Solution 5: Télégestion

Après étude et comparaison des différentes solutions, il a été décidé de retenir la solution 5 avec 4 points de mesures et extension de la réserve de 3300 m3 à 65000 m3.

3.2 Description du système de télégestion du CPBS

Le système de télégestion du CPBS est constitué d'un poste central (PC) situé à Sidi Bennour et de 4 postes secondaires (PS) situés à Imfout (PSO), au PK 57 (PS57), à la station de pompage Bir El Abid (PSB) et au PK 84 (PS 84).

Le PC recoit par Radio et en temps réel les informations des PS; un relais hertzien à 11 Km d'Imfout permet la liaison Radio PSO-PC.

Le choix des PS57 et PSB á été imposé par le fait qu'il faut réguler le niveau en ce point, de façon à respecter la cote minimale de fonctionnement de la station Bir El Abid et ne pas atteindre la cote de fonctionnement des siphons de sécurité.

D'autre part le PS84 permet d'anticiper sur les besoins du secteur aspersif des casiers Zemamra et Gharbia, avant sa répercussion sur le PK 57 par le cheminement hydraulique; ainsi on peut intervenir immédiatement sur le débit Imfout pour compenser les fluctuations au niveau de la zone tampon, sachant que les temps de transit PKO-PK57 et PK57-PK84 sont presque identiques.

Ci dessous un schéma représentatif des PS et du PC:

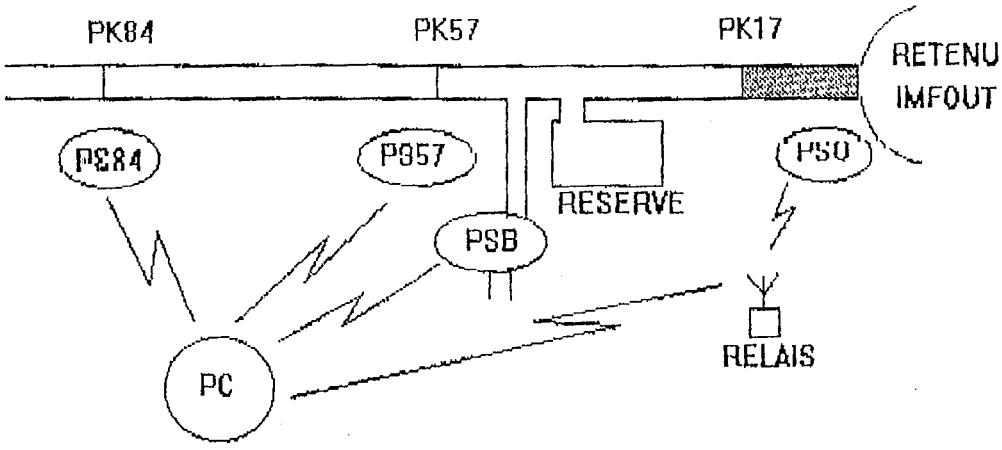


Figure n° 1

Les distances entres les différents sites de Télégestion sont:

PC-RELAIS: 43 Km	
RELAIS-PSO	: 11 Km
PC-PS57	: 13 Km
PC-PSB	: 12 Km
PC-PS84	: 13 Km

3.3 Architecture du système de télégestion

Le système de télégestion du CPBS peut être découpé en quatre niveaux:

Niveau A:

Le niveau A correspond à la prise d'information. Il est représenté par les capteurs et les détecteurs.

Niveau B:

Le niveau B assure la fonction de traitement local et télétransmission des informations acquises par le niveau A. Il comprend les stations de télétransmission, les automates et la radio.

Niveau C:

Ce niveau est constitué par un frontal de télétransmission assurant les fonctions suivantes:

- gestion des protocoles de dialogue avec les stations de télétransmission
- gestion de l'astreinte
- envoie des télécommandes
- animation des synoptiques sur écran et du synoptique mural
- impression au fil de l'eau
- suivi du système en temps réel

Niveau D:

Le niveau D possède les fonctionnalités liées à la gestion des informations centralisées par le frontal, à savoir:

- gestion de la communication entre le frontal et le P.C. Bureautique
- régulation du CPBS

3.4 Présentation du matériel de télégestion

Pour assurer la maintenance, il faut connaitre d'une part l'architecture générale du système ainsi que les caractéristiques de chaque matériel et ses fonctionnalités.

En effet la maintenance ne se limite pas au dépannage et à l'entretien du système, mais elle dépasse ces fonctions pour comprendre les actions de modifications et adaptations dans l'objectif d'assurer le meilleur service au coût global optimal.

D'autre part une maintenance efficace oblige de garder en permanence le contact avec les nouveautés du marché, afin d'en profiter pour améliorer le système.

Dans ce qui suit on va présenter les principaux matériels, dans l'ordre des niveaux définis précédemment:

a. Les capteurs de mesure:

Les principaux objectifs du système de télégestion sont:
- Economie de l'eau
- Meilleur service client

Or ces deux objectifs nécessitent en priorité la maîtrise de deux types de mesure:
- Mesure de débit
- Mesure de niveau

D'ou l'importance qu'il faut donner aux procédés de mesure. En effet une fausse information conduit à une prise de décision érronée de la part du logiciel de régulation.

D'autre part la sensibilité des capteurs et leur fragilité nécessitent un soin dans le transport, l'installation et la manipulation.

Mesure de niveau

Les mesures de niveau se font par deux types de capteurs:

⇒ *Capteurs de pression (VEGA)*
Ces capteurs sont installés aux PSO, PS57 et PS84.

Principe: La pression hydrostatique de l'eau agit sur la membrane de mesure et est convertie en déplacement mécanique de 0.3 mm maxi. Un axe transmet ce déplacement à un condensateur.

Un convertisseur de mesure électronique convertit les variations de capacité en signal courant continu 4-20 mA

⇒ *Capteurs à ultrason (VEGA)*

Destinés pour la mesure de différence de niveaux, ils sont installés aux PS57 et PS84.

Principe: Un transducteur acoustique émet périodiquement un train d'impulsions acoustiques très court vers la surface du produit. Les impulsions réfléchies par le produit sont enregistrées par le transducteur fonctionnant alternativement comme émetteur et récepteur. Le temps de propagation mesuré est converti en distance ou en hauteur de remplissage.

Grâce à de puissantes impulsions, ce procédé continu permet une mesure sans contact de liquides et de produits en vrac.

Mesure de hauteur et degré d'ouverture des vannes (rittmeyer)

Ces capteurs sont utilisés pour mesurer l'angle d'ouverture des vannes Avis aux PS57 et 84 (Type GVI) et pour mesurer les hauteurs d'ouverture des vannes motorisées du PSO (Type G2G).

Principe: Le type GV1 est fixé directement sur la vanne; un potentiomètre fixé au capteur effectue la même rotation que la vanne; la mesure de l'angle se fait par rapport à une masse pendulaire incorporée.

Le type G2G possède un axe de sortie; le mouvement des vannes est transmis à l'axe au moyen d'une chaîne.

Mesure de débit

Au PSO on fait une double mesure de débit à l'aide d'un débitmètre à ultrason et par calcul à partir des niveaux amont, et aval et des hauteurs d'ouverture des vannes.

Au PS57 et PS84 la mesure du débit se fait par calcul à partir des niveaux amont et aval et des degrés d'ouverture des vannes.

Le débitmètre à Ultrason (Ultraflux).

Le Débitmètre est installé dans une niche sur la Galerie à 300 mètres du PSO, les sondes (2 paires) sont installées à l'intérieur de la galerie.

b. Station de télétransmission S100:

La station S100 de CETT est un équipement de télétransmission qui possède les fonctionnalités suivantes:

- acquisition des données à partir des capteurs et détecteurs
- échange des données et informations avec le frontal du PC via le réseau téléphonique, ligne spécialisée, radio.
- restitution des télécommandes en provenance du frontal
- gestion directe de 24 à 52 entrées-sorties
- datation des événements en station (résolution 10 ms)
- archivage local
- communication avec automate programmable local

3.5 Le logiciel de régulation du CPBS

C'est un logiciel qui a été développé spécialement pour le CPBS.

Son objectif est de réaliser une loi de fourniture optimale par commande des vannes de tête en tenant compte des prévisions de demande et de l'état du canal (niveaux et débits aux PS).

Ecrit en langage C, le logiciel de régulation est un système expert, utilisant la logique floue comme moyen d'élaboration de la consigne de débit.

a. Les variables d'état du CPBS:

VARIABLES D'ETAT DU CPBS			
PSO	**PS57**	**PSB**	**PS84**
Niveau amont	Niveau amont	Débit Qb	Niveau amont
Niveau aval	Niveau aval		Niveau aval
Hauteur ouv.vanne 1	Degré ouv. Vanne		Degré ouv. Vanne
Hauteur ouv.vanne 2	Débit calculé Q57		Débit calculé Q84
Débit calculé QcO	Niveau réserve		
Debit ultrason QuO			

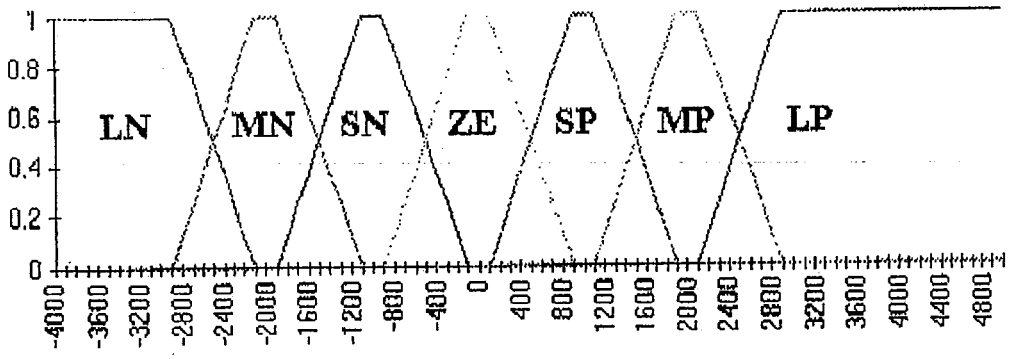
b. Les variables intermédiaires:

- Débit prévisionnel Qp
  A partir des prévisions de demande on calcule le débit prévisionnel qu'il faut lâcher.

- Volume optimal de la réserve Vopt
  Le volume optimal qu'il faut avoir dans la réserve dépend du débit consommé; pour illustrer ceci on va prendre les deux cas extrêmes:

  * si le débit consommé est nul, l'intérêt est d'avoir la réserve au maximum, puisque le seul événement possible est une demande de débit.
  * si le débit consommé est maximum l'intérêt est d'avoir la réserve à son niveau minimum, puisque le seul événement possible est une diminution de la demande.

c. Bases de domaines



LN	*Largement Négatif*	*MN*	*Moyennement Négatif*
SN	*Légèrement Négatif*	*ZE*	*Zéro*
SP	*Légèrement Positif*	*MP*	*Moyennement Positif*
LP	*Largement Positif*		

d. Les variables de régulation:

V1	=	Qp-QuO
V2	=	Vopt-Vrr avec Vrr le volume réel de la réserve
V3	=	Gradient du débit au PS84
V4	=	Gradient du volume de la réserve
V5	=	Vn-Vf (Volume nécessaire - Volume fourni dans le canal)

Exemple: si V1 = 2.6 m3/s avec un gain de 500 on a Vr1 = 1300
Vr1 appartient au domaine SP à 78%
et au domaine MP à 22%

e. Base de règles:

C'est un ensemble de règles, qui donne en fonction des domaines d'appartenance des variables de régulation le domaine d'application de la variable de commande.

La variable de commande est la correction à appliquer au débit en tête.

		Vrr > Vopt			Vrr - Vopt	Vrr < Vopt		
	V2 / V5	LN	MN	SN	ZE	SP	MP	LP
Excès Vf > Vn	LN	LN			LN			ZE
	MN		MN		MN		ZE	
	SN			SN	SN	ZE		
Vn = Vf	ZE	LN	MN	SN	ZE	SP	MP	LP
Déficit Vf < Vn	SP			ZE	SP	SP		
	MP		ZE		MP		MP	
	LP	ZE			LP			LP

Dans le logiciel ces règles seront écrites comme suit :

SI V2 - MN **ET** V5 - MP **ALORS** correction du débit en tête = ZE etc.

e. Elaboration de la consigne de débit:

Chaque variable de débit global est formulée sous forme numérique par la théorie de la logique floue en prenant en considération l'ensemble des recommandations de chaque variable de régulation affectée d'un poids (gain).

4. SIMULATION D'UN EXEMPLE DE RÉGULATION "FLOUE"

Dans l'objectif de maîtriser la technique de régulation floue et de comprendre le mécanisme d'élaboration de la consigne de débit, nous avons développé sur Excel au moyen des Macrocommandes un système de régulation basé sur la logique floue.

Le système de régulation peut réguler un système quelconque, mais faute de non-existence d'une simulation du CPBS, nous avons simulé un cas simple pour vérifier les performances du système développé.

Le système à régler est une réserve de 65000 m3, avec un débit entrant Qe et un débit sortant Qs. L'objectif de la régulation est de garder un volume optimal Vopt dans la réserve quelque soient les variations de Qe et Qs.

Les variables de régulation sont:

$Vp(t) = Vopt(t)-Vr(t)$
$Vi(t) = Vi(t-PDT)+Vp(t)*PDT$
$Vd(t) = [Vr(t-PDT)-Vr(t)]/PDT$
avec PDT = Pas de temps, Vr = Volume réel de la réserve

5. CONCLUSION

Après ces notions générales et après l'expérience vécue durant les phases des travaux, de mise en service, et après six mois de fonctionnement du système de télégestion, je me permets de formuler notre expérience sous forme de recommendations dans l'objectif de contribuer à la réussite d'un système de télégestion quelconque.

En effet la réussite d'un système de télégestion dépend de toutes les phases antérieures, qui commencent par la formulation du problème et se terminent par l'exploitation et la maintenance.

Les techniques et materiels en matière de télégestion sont très ouverts dans leurs possibilités et très divers dans leurs solutions. Ainsi pour ne pas compliquer l'exploitation et éviter des frais de maintenance très élevés, il faut définir précisément et ne pas dépasser le seuil de complexité résolvant juste le problème posé.

Il faut effectuer des visites à des systèmes similaires et ouvrir des discussions pour profiter des expériences.

Il faut prendre en considération les procédés utilisés par les exploitants du manuel, car se sont des solutions qui ont été optimisées avec le temps.

Suivant la complexité du système et le degré d'urgence, on a le choix entre un automatisme complet ou par étape et par site.

Le télégestion par étape et par site est une solution qui permet un changement technologique en douceur ainsi que la résolution des problèmes par niveau:

- les mesures
- la télétransmission
- le développement des logiciels qui peut etre effectué en interne ou en externe ou utiliser des progiciels paramétrables (système expert)
- la fonction sécurité de la commande.