

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INFORMATIQUE ET RESEAUX
POUR L' INDUSTRIE ET LES SERVICES TECHNIQUES**

Session 2006

**EPREUVE E.4
Etude d'un système informatisé**

Durée : 6h00 Coefficient 5

« Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999). »

Aucun document autorisé.

Ce document comprend :

Sujet : pages 1 à 25 (couleur rose)
Annexes : pages 1 à 21 (couleur verte)
Document réponse : pages 1 à 12 **A rendre obligatoirement (même vierge).**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

**BTS INFORMATIQUE ET RESEAUX
POUR L'INDUSTRIE ET LES SERVICES TECHNIQUES**

Session 2006

**EPREUVE E.4
Etude d'un système informatisé**

**COMMANDE AUTOMATISEE DES CENTRALES HYDRAULIQUES
DU RHIN**

Sujet

Durée : 6h00 Coefficient 5

« Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999). »

Aucun document autorisé

Toutes les réponses sont à fournir dans le livret « Document réponse » à l'exclusion de toute autre support.

Les réponses doivent être exclusivement mises dans les emplacements prévus à cet effet. Si nécessaire, le candidat a la possibilité de rectifier ses réponses sur la page non imprimée en regard.

On ne justifiera une réponse que si le document le demande.

Temps conseillés et barèmes indicatifs :

Lecture du sujet :	30 minutes	
B) Etude des éléments du système	45 minutes	10 points
C) Analyse UML	60 minutes	20 points
D) Conception & Codage	90 minutes	25 points
E) Communication - Réseau	45 minutes	25 points
F) Architecture matérielle du PHV	60 minutes	20 points
Relecture	30 minutes	

Sommaire

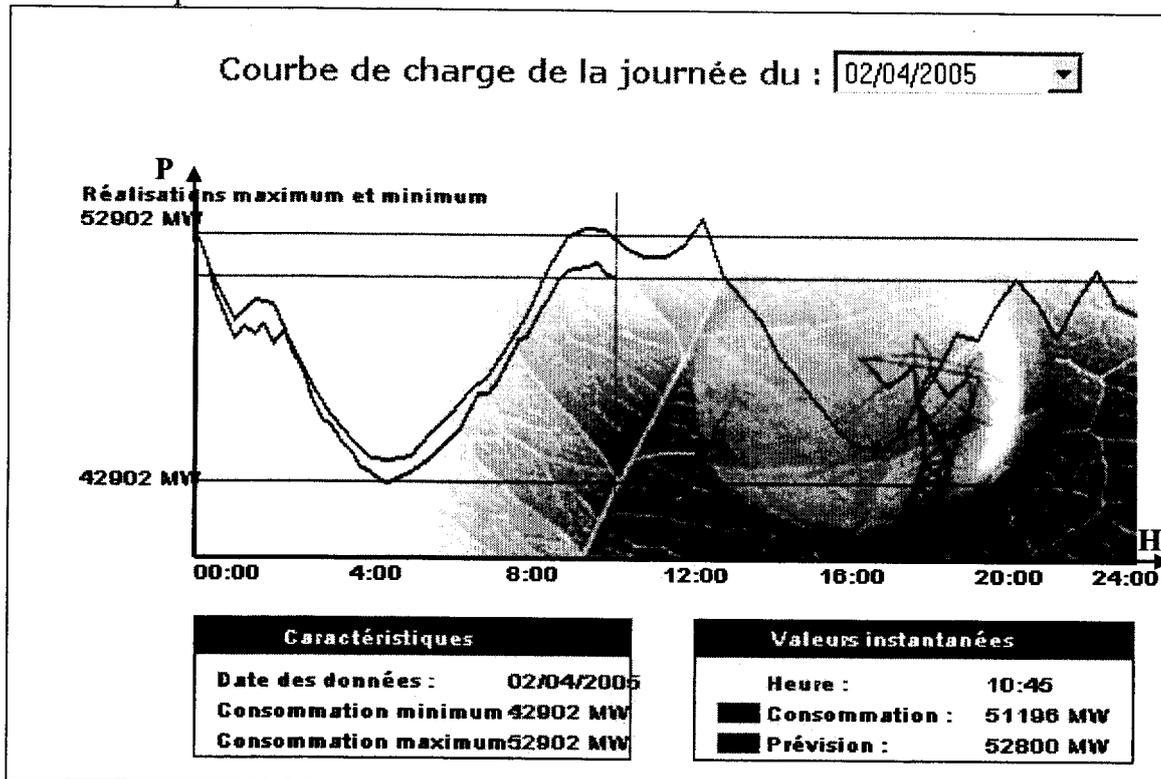
A.	Présentation du système.....	3
A.1	La problématique :.....	3
A.2	Le système technique :	4
A.3	Glossaire	9
B.	Etude du fonctionnement.....	10
B.1	Calcul de marnage & puissance :	10
B.2	Répartition des débits au PA de Kembs :	11
B.3	Liaison fibre optique :.....	11
B.4	Synchronisation horaire :.....	11
C.	Analyse UML	12
C.1	contexte.....	12
C.2	expression des besoins.....	12
C.3	scénario planification des éclusées	13
C.4	scénario régulation du débit.....	15
C.5	identification des éléments de la structure.....	16
D.	Conception et codage au PA.....	18
D.1	Conception générale :	18
D.2	Codage:.....	19
E.	COMMUNICATION ET RESEAUX.....	21
E.1	MODBUS.....	21
E.2	Réseaux du P.A.	21
E.3	Composition des API	22
F.	Architecture matérielle du PHV	23
F.1.	Adressage des ports série du CDS1.....	24
F.2.	Configuration des ports série d'un module "IP-Serial"	25

A. Présentation du système

A.1 La problématique :

NB : Les mots notés en gras sont spécifiques au métier et sont définis dans le glossaire à la fin de cette partie A.

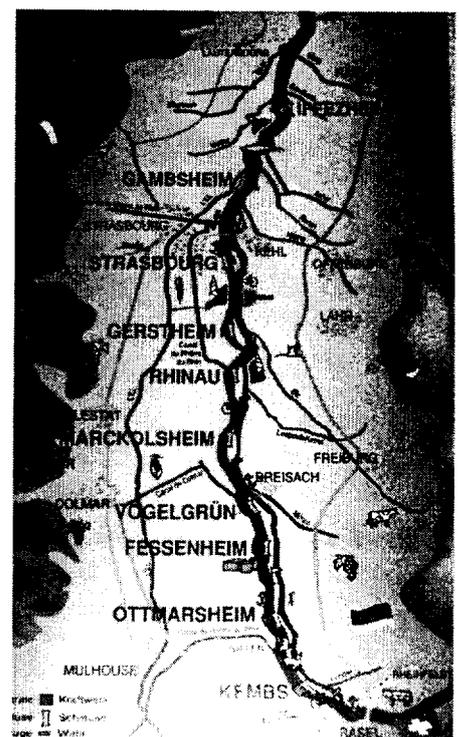
EDF produit de l'électricité en fonction de la demande qui varie selon la tranche horaire. Cette courbe fournie sur Internet par le RTE (Gestionnaire du réseau de transport de l'électricité) illustre tout à fait le problème :



L'énergie hydraulique, en particulier celle fournie par le Rhin contribue à l'adaptation de la production aux besoins.

Dix centrales hydroélectriques sont installées le long du Rhin de Kembs à Iffezheim. Pour augmenter la puissance électrique, on procède à des **éclusées**, c'est à dire des rétentions d'eau pendant les heures creuses que l'on restitue pendant les heures dites pleines ; cette opération entraîne un **marnage** (changement de niveau d'eau) des **biefs** du Rhin. Le niveau doit rester dans des valeurs contractuelles (pour la navigation fluviale).

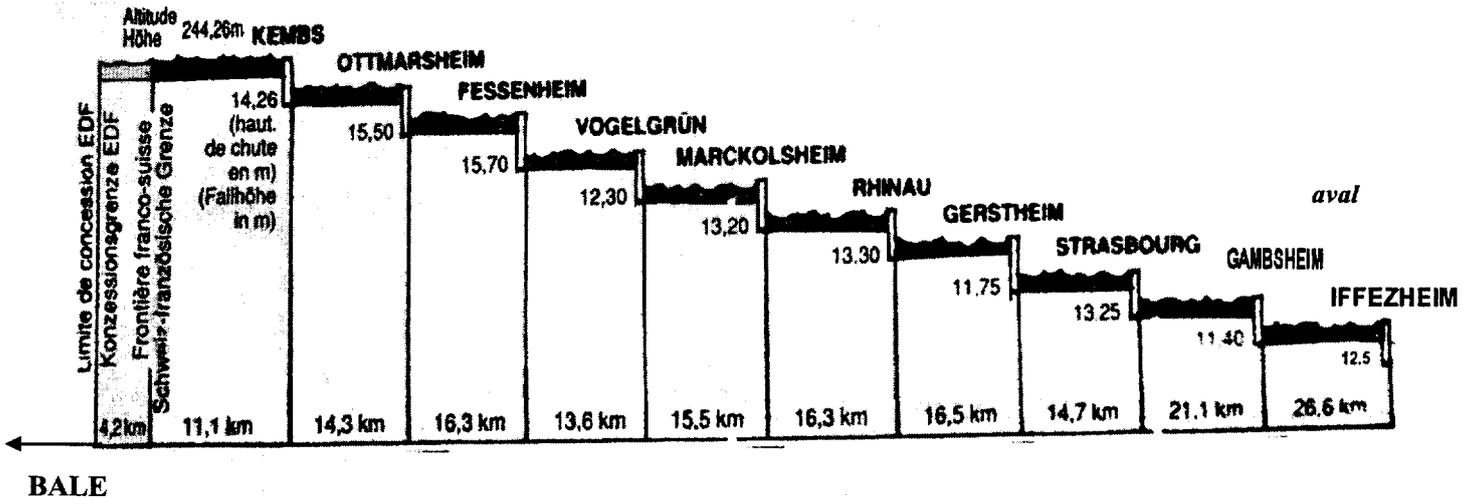
Les 10 centrales hydroélectriques que nous appellerons par la suite **PA** (Poste Automatisé) sont commandées depuis le poste central appelé **PHV** (Poste Hydraulique de la Vallée du Rhin). Celui-ci donne les consignes de débit pour chacun des **PA**, adaptées aux périodes creuses ou pleines de production.



A.2 Le système technique :

□ Le Rhin et le canal d'Alsace :

amont



Chaque site est composé d'un PA et d'une écluse pour assurer la navigation. Le poste central PHV est situé à Kembs.

Les éclusées et le marnage :

Le principe de la modulation de la production de la puissance électrique consiste à retenir en heure creuse un volume d'eau dans les biefs amonts, ce qui a pour conséquence de faire baisser le niveau d'eau des biefs aval. De même on turbinera ce volume en vidant les biefs amonts en heure pleine au profit des biefs aval. Ceci permet d'obtenir un débit nominal constant à l'entrée et à la sortie du dispositif tout en différant le transfert d'un volume d'eau dont on pourra contrôler la descente sur 24 heures.

Les éclusées consistent à ajouter ou retrancher au débit naturel du Rhin un débit de modulation selon les formules ci-dessous :

$$D_t = D_n + D_m$$

D_t : Débit total à turbiner (m^3/s)

D_n : Débit naturel du Rhin au PA (m^3/s)

D_m : Débit de modulation (m^3/s)

- Période de rétention : $D_m < 0$
- Période de lâcher : $D_m > 0$
- Période d'équilibre : $D_m = 0$

PA	modulation maximale (Mmax)
Kembs	0
Ottmarsheim	74
Fessenheim	154
Vogelgrun	218
Marckolsheim	270
Rhinau	300
Gerstheim	300
Strasbourg	300
Gamsheim	195
Iffezheim	0

Le débit de modulation est fonction de la modulation maximale donnée, pour chaque PA, par le tableau ci-contre et d'un coefficient de modulation que l'on choisit dans un intervalle]0,1].

$$D_m = M_{max} * C_m * k$$

D_m : Débit de modulation (m^3/s)

M_{max} : modulation maximale (m^3/s)

C_m : coefficient de modulation

k : = -1 pendant une période de rétention
 +1 pendant une période de lâcher
 0 pendant une période d'équilibre

Par exemple : Au PA d'Ottmarsheim, avec un débit naturel de $500\text{m}^3/\text{s}$, durant une période de lâcher ($k=+1$) avec $C_m=0,5$ entraîne un débit total égal à $537\text{ m}^3/\text{s}$.

On remarque que les deux PA extrémités ne font jamais d'éclusées pour les raisons suivantes :

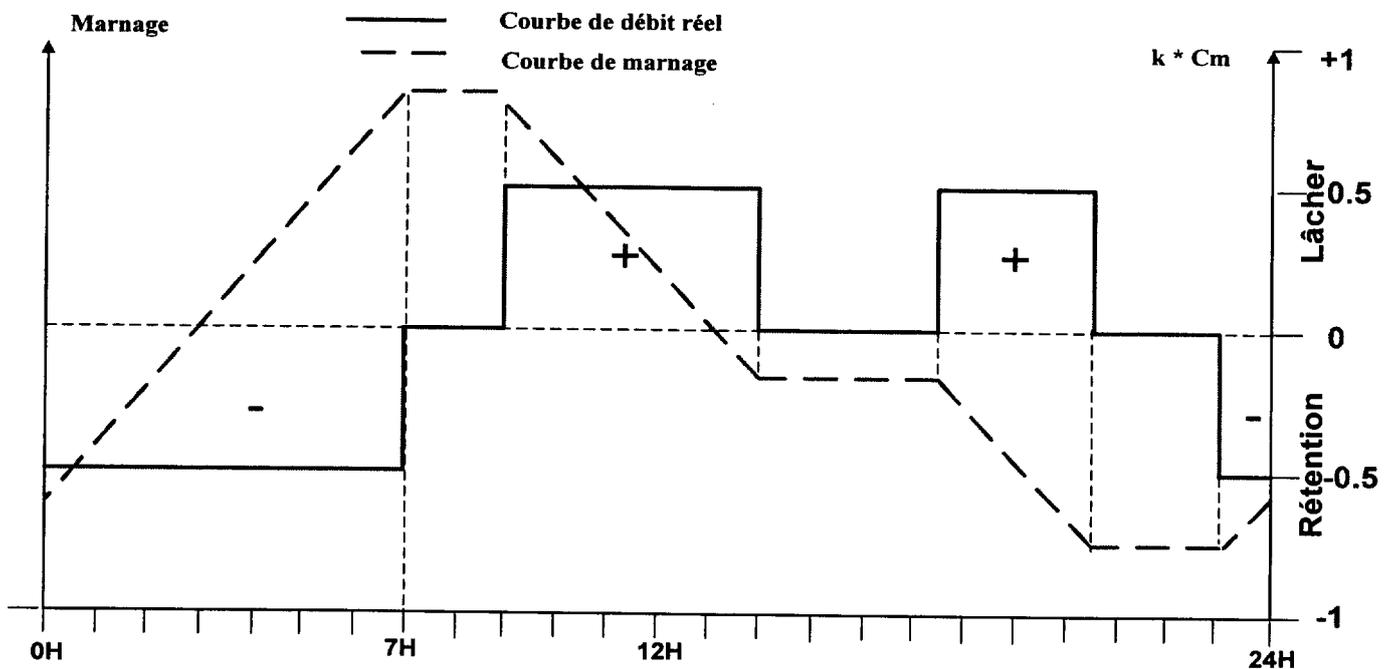
- Le niveau du bief au port de Bâle (en amont du PA de Kembs) doit rester constant.
- Le débit sortant du Rhin après Iffezheim doit être égal au débit entrant à Bâle augmenté de ceux des affluents (en tenant compte du temps de transfert).

Le coefficient de modulation est le même pour tous les PA sauf si un PA ne peut participer aux éclusées pour des raisons techniques.

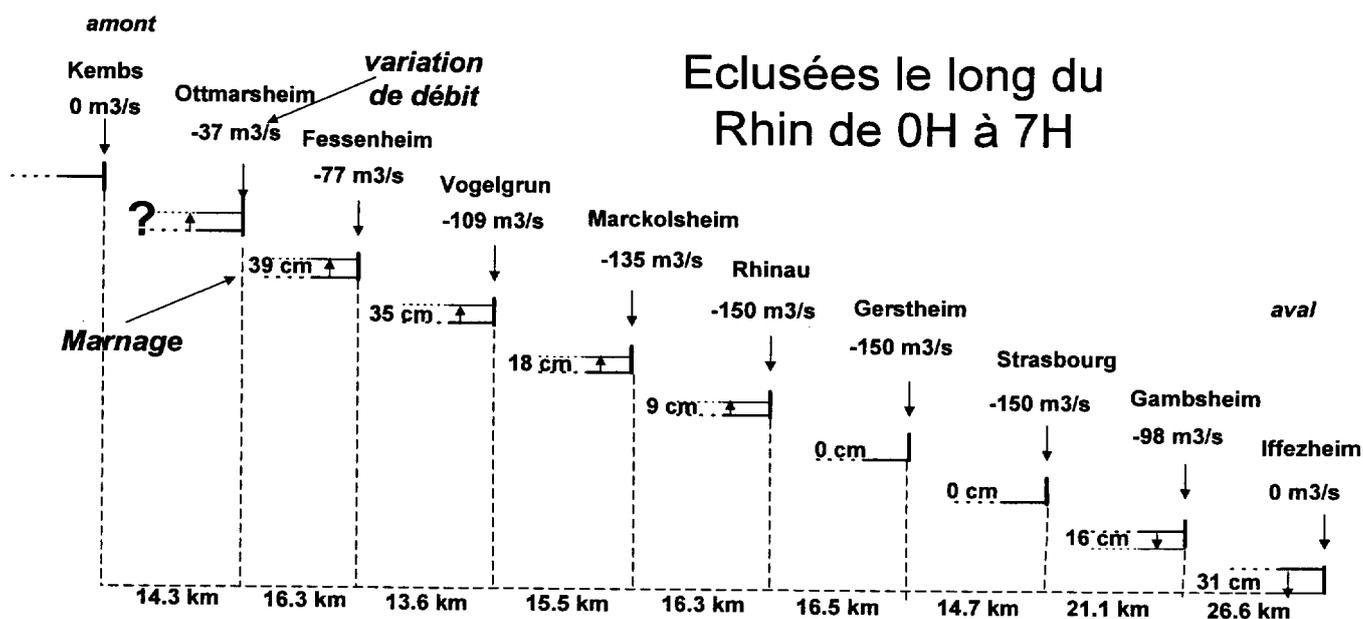
Les éclusées sont programmées la veille. On y choisit :

- le coefficient de modulation (le même toute la journée);
- les plages horaires des éclusées ainsi que leur type (rétention, lâcher ou équilibre).

La courbe ci-dessous illustre l'interaction entre le débit réel et le marnage du bief amont pour le PA d'Ottmarsheim :



Le schéma ci-dessous illustre les marnages aux différents PA entre 0H et 7H :
 Le niveau d'un bief donné va augmenter si le débit de son PA amont est supérieur au débit de son PA aval et inversement.



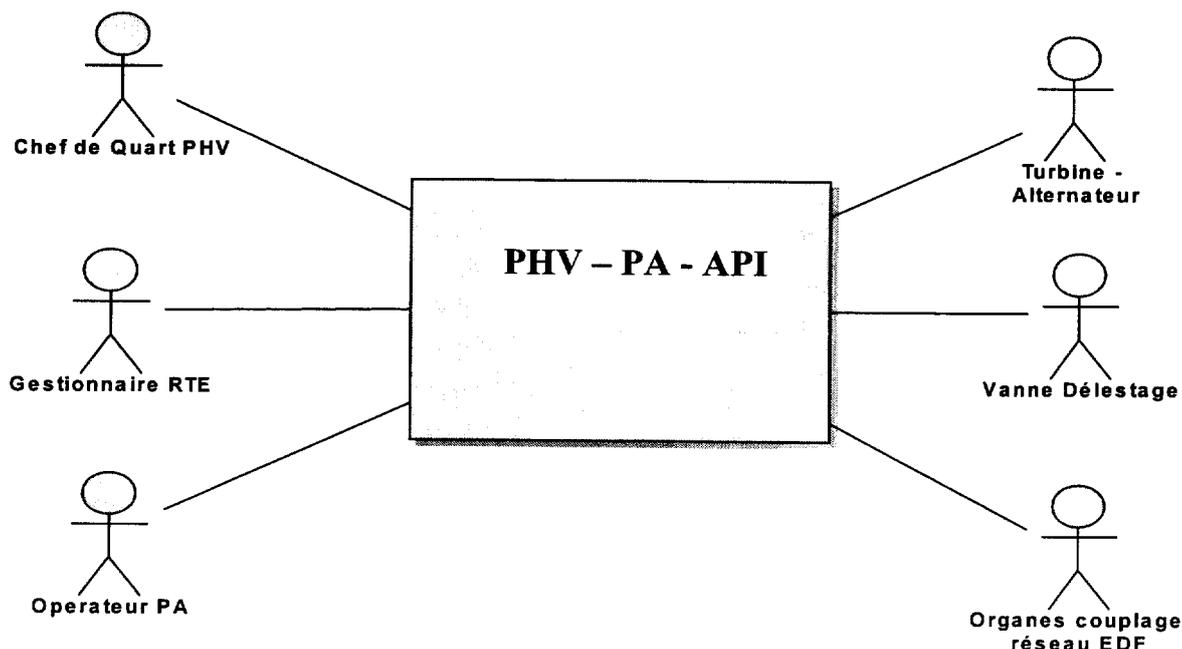
La consigne de débit :

Chaque PA reçoit du PHV :

- une valeur de débit naturel rafraîchie toutes les 5 minutes et qui correspond au débit naturel du fleuve ainsi que de tous les affluents. Elle tient aussi compte de la distance entre les usines car une variation de 100m³/s à Bale n'est pas envoyée en même temps à Kembs et à Iffezheim (1h40 plus tard).
- une valeur de débit de modulation (durant les éclusées, donc positive ou négative) qui vient se rajouter à celle naturelle pour former la consigne totale que le calculateur du PA va ensuite répartir entre ses différents groupes.

Contexte global du système :

Le système est composé du PHV et des différents PA, eux mêmes composés d'un calculateur et d'API.

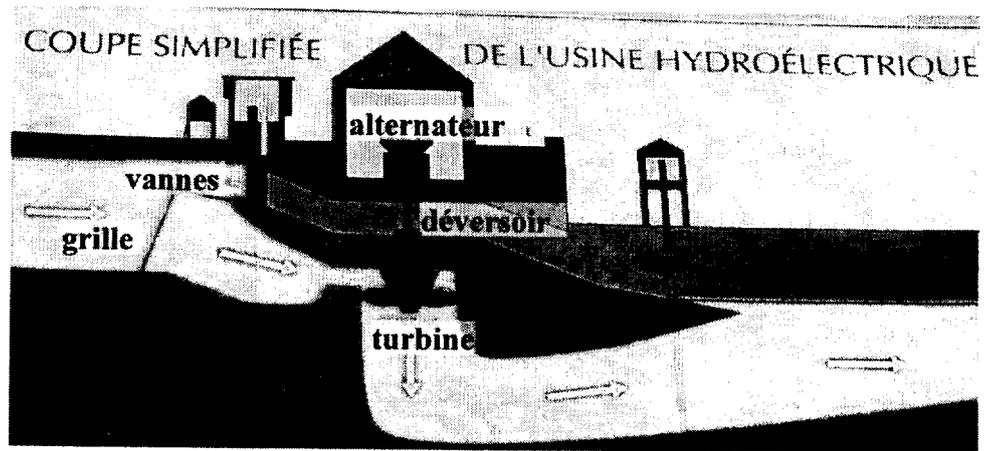


Le PA et ses groupes :

Le PA est composé d'un calculateur Bull SPS5 et d'un nombre de groupes allant de 6 à 10 selon les PA.

Un groupe est composé de 2 API (automates TSX37) dont un assure entre autre la commande :

- ❑ d'une turbine couplée à un alternateur,
- ❑ des vannes de délestage,
- ❑ des organes nécessaires au couplage de la tension produite sur le réseau Edf.



Le 2^{ème} automate n'est là que pour des raisons de sécurité, en fonctionnement normal cet automate est passif.

L'automate actif reçoit des informations de capteurs avec notamment le débit mesuré et le niveau en amont.

Le calculateur reçoit du PHV les valeurs de débit naturel et débit de modulation, en déduit la consigne de débit total et attribue ou non à chaque groupe un quota de ce débit en fonction de l'algorithme de répartition présenté en annexe 2.

Si le PA pour des raisons techniques ne peut mettre en service les turbines, l'eau passe par les vannes des déversoirs : dans ce cas, les vannes sont également commandées par l'automate pour assurer le débit de consigne.

L'opérateur du PA peut mettre chacune des turbines :

- ❑ en mode automatique (le calculateur du PA calcule le débit),
- ❑ en mode manuel (l'opérateur fixe un débit)
- ❑ à l'arrêt.

Les turbines :

On peut avoir 3 sortes de turbines : les Kaplan, les Hélices et les Bulbes.

Les Kaplan et les Hélices ont un flux d'eau vertical (voir figure ci-dessus) alors que les Bulbes ont un flux d'eau horizontal.

Le débit des Kaplan et des Bulbes peut être ajusté en jouant sur l'inclinaison des pales.

La remontée d'information vers le PHV :

Le débit turbiné, les pertes calculées et les niveaux sont remontés vers le PHV toutes les minutes.

L'archivage et les statistiques :

Tous les jours à 0H00, le PC d'archivage récupère ces mêmes données pour produire des états statistiques.

Le réseau PHV :

Le réseau du PHV ainsi que sa liaison vers les PA sont dédoublés dans un souci de sécurité.

Il est composé de :

- 2 serveurs (CDS1 et CDS2)
- 2 unités de gestion graphique (CVS1 et CVS2)
- 2 unités de gestion des liaisons (UGG1 et UGG2)

Ces 6 unités sont placées dans 4 racks VME disposés selon le schéma ci-dessous. Chacune des 6 unités a un coupleur Ethernet.

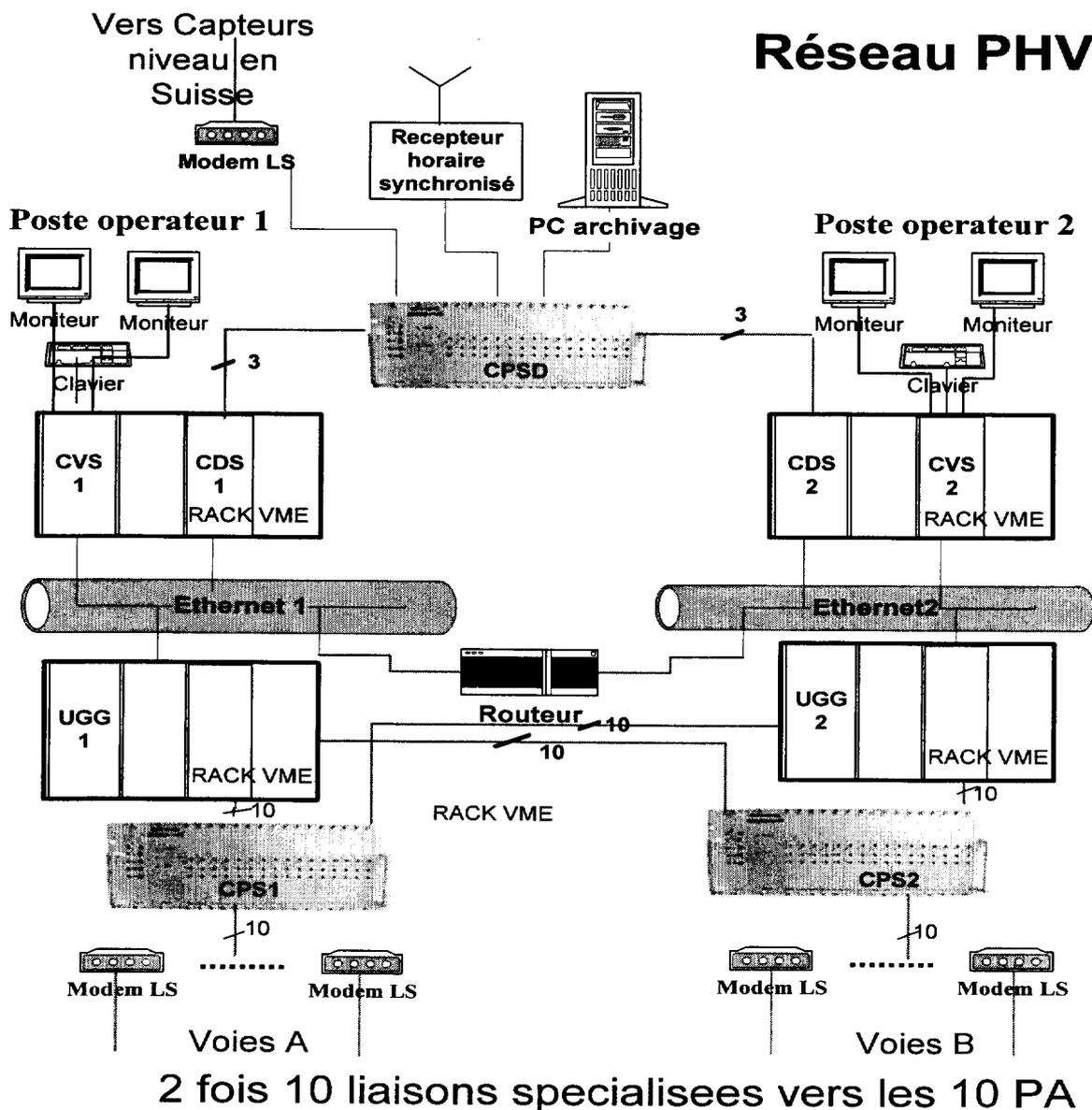
Deux réseaux Ethernet reliés par un routeur permettent à tous ces équipements de communiquer entre eux. Seul un serveur et une unité de gestion des communications sont actifs sur l'ensemble des 2 réseaux, par contre, les 2 unités de gestion graphique (CVS1 & CVS2) sont actives (le chef de quart du PHV peut utiliser indifféremment un poste opérateur ou un autre).

La liaison entre le PHV et les 10 PA est également doublée :

Les 2 unités de gestion des communications (UGG1 & UGG2) aiguillent les informations des 10 liaisons séries vers les 10 PA en commutant les voies A ou B des 2 unités de commutation RS232 (CPS1 & CPS2). Les lignes utilisées sont des liaisons spécialisées et nécessitent des modems LS.

Une autre unité de commutation RS232 (CPSD), permet au serveur actif (CDS1 ou CSD2) de communiquer avec :

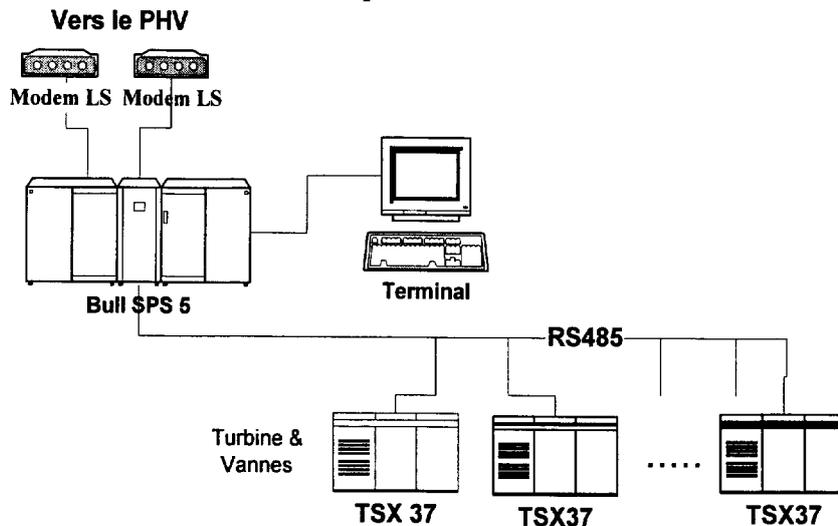
- Un récepteur horaire permet de synchroniser l'heure utilisée sur l'heure de Paris.
- Deux capteurs limnimétriques (capteurs de niveaux) via des liaisons spécialisées situés, le premier à Bâle, le second plus en amont (et qui permet au PHV de faire des prévisions).
- Un Pc d'archivage (de type industriel) pour l'archivage des données en provenance des PA.



Le réseau PA

Il ne diffère pour les 10 PA que dans le type de turbines utilisées ; celui de Kembs sur lequel portera le sujet est équipé de 2 Kaplan et de 4 Hélices.

Le calculateur communique avec les automates par une liaison RS485.



La liaison PHV - PA

Ce sont 2 fois 10 liaisons spécialisées, l'une en cuivre, l'autre en fibre optique utilisant des modems.

Le PHV après avoir envoyé une consigne au PA, attend un acquittement de celui-ci et en cas d'erreur se replie sur l'autre voie. Le PA procède de manière symétrique.

A.3 Glossaire

- **Bief :**
Tronçon entre deux barrages.
- **Eclusée :**
Phase de rétention ou de lâcher d'eau à un barrage.
- **Marnage :**
Amplitude entre un niveau haut et un niveau bas d'eau dans le bief.
- **Rétention :** phase d'éclusée pendant laquelle on diminue le débit ce qui a pour conséquence de produire moins d'électricité.
- **Equilibre :** le débit total est égal au débit naturel du Rhin,
- **Lâcher :** phase d'éclusée pendant laquelle on augmente le débit ce qui a pour conséquence de produire plus d'électricité.
- **RTE :**
Gestionnaire du réseau de transport de l'électricité.
- **PHV :**
Poste hydraulique de la vallée du Rhin : poste central de commande.
- **PA :**
Poste automatisé : correspond à une usine hydroélectrique.
- **API :**
Automate programmable industriel.