

## ***NOTATIONS ET ABREVIATIONS***



$A, B, C, D$	- matrices d'évolution du système en régime libre, de commande, d'observation respectivement de transmission directe de l'information d'un système d'état
$A_l, B_l, C_l, D_l$	- matrices du système lent
$A_r, B_r, C_r, D_r$	- matrices du système rapide
$A\ddot{Y}, B\ddot{Y}, C\ddot{Y}$	- matrices du système continu obtenu après transformations homographiques
$A\ddot{Y}_l, B\ddot{Y}_l, C\ddot{Y}_l$	- matrices du système lent obtenu par découplage en continu après transformations homographiques
$A\ddot{Y}_r, B\ddot{Y}_r, C\ddot{Y}_r, D\ddot{Y}_r$	- matrices du système rapide obtenu par découplage en continu après transformations homographiques
$A_{l\ddot{Y}}, B_{l\ddot{Y}}, C_{l\ddot{Y}}$	- matrices du sous-système lent discret obtenu après transformations homographiques directes, découplage en continu et transformations homographiques inverses
$A_{r\ddot{Y}}, B_{r\ddot{Y}}, C_{r\ddot{Y}}, D_{r\ddot{Y}}$	- matrices du sous-système rapide discret obtenu après transformations homographiques directes, découplage en continu et transformations homographiques inverses
card (E)	- nombre d'éléments de l'ensemble E
C	- sous-ensemble des états cibles d'une chaîne
d(i)	- période de l'état périodique $e_i$
D	- matrice dynamique de la chaîne de Markov
dev <sub>i</sub> (n)	- débit relatif déversé par le barrage i dans la journée n
dev' <sub>i</sub> (n)	- débit d'eau déversé en moyenne pendant la journée n par la retenue du barrage i
diag (A)	- diagonale principale de la matrice carrée A
$e_i$	- état du système
E	- espace des états
$f_i$	- forme propre de la matrice de transition
$f^*_i$	- forme propre généralisée associée à une matrice carrée non diagonalisable
$f_i(u'_i, y'_i)$	- fonction non linéaire continue croissante
F	- matrice des formes propres
F*	- matrice des formes propres généralisées d'une matrice carrée non diagonalisable
Fin <sub>j</sub>	- ensemble des états persistants appartenant à la classe finale j de la chaîne de Markov réductible
F <sub>l</sub>	- matrice modale dominante (correspondant aux valeurs propres de module grand)
g(n, $e_i$ )	- loi ou stratégie de commande ;
G	- matrice de conditionnement du système lent après l'application des

	<i>perturbations singulières aux chaînes de Markov à commande</i>
$G = \text{Error!}$	
$G(n)$	- stratégie globale de commande
$h_i$	- coefficient de corrélation entre le débit maximal turbinable et le volume d'eau maximal de la retenue
$H$	- transformation homographique directe
$H^{-1}$	- transformation homographique inverse
$H$	- permutation donnée par l'élimination Gaussienne
$I$	- sous-ensemble des états initiaux d'une chaîne
$I_i$	- ensemble des indices des états de la partie lente
$I_k$	- ensemble des indices des états de la partie rapide
$j$	- coefficient de couplage entre les états lents et rapides d'un système à double échelle de temps
$J$	- permutation selon les pondérations décroissantes d'une chaîne de Markov ergodique;
$J$	- forme de Jordan
$J_i$	- bloc de Jordan correspondant à une valeur propre distincte $\lambda_i$
$k_i$	- coefficient de corrélation entre les débits maximaux turbinable des usines consécutives $i-1$ et $i$
$l^*$	- nombre des états forts à évolutions globalement lentes d'une chaîne de Markov ergodique
$L$	- solution de l'équation matricielle de Riccati
$L(n)$	- vecteur des probabilités d'état de la partie lente à l'instant $n$
$L'(n)$	- vecteur des probabilités d'état de la partie lente à l'instant $n$ avant calibrage
$L\ddot{Y}$	- vecteur de probabilités d'état lent du processus de Markov continu obtenu après transformations homographiques
$M$	- matrice de transition d'une chaîne de Markov réductible
$n$	- temps discret
$N_i$	- nombre total de niveaux du volume relatif utile de la retenue du barrage $i$ , retenus lors de la modélisation
$p_{ij}$	- probabilité de transition entre l'état $e_i$ et $e_j$ d'une chaîne de Markov homogène
$p_{ij}(n)$	- probabilité de transition entre l'état $e_i$ et $e_j$ à l'instant $n$ (chaîne de Markov non homogène)
$p^{(n)}_{ij}$	- la probabilité de passer de l'état $e_i$ à $e_j$ en exactement $n$ transitions
$p_{ij}(U)$	- probabilité de transition entre les états $e_i$ et $e_j$ si la commande appliquée est $U$
$p^k_{ij}$	- composante constante de la probabilité de transition affine en la commande $p_{ij}(U) = p^0_{ij} + \text{Error!}u_k$
$P_i(n)$	- probabilité de l'état $e_i$ à l'instant $n$
$P(n)$	- vecteur des probabilités d'état (distribution des états) à l'instant $n$
$P(0)$	- distribution initiale
$P(\infty)$	- distribution limite
$P\ddot{Y}$	- vecteur de probabilités d'état du processus de Markov continu obtenu après les transformations homographiques
$P_{tr}$	- distribution des états transitoires d'une chaîne de Markov réductible
$P_{per}$	- distribution des états persistants d'une chaîne de Markov réductible
$q(U)$	- vecteur des espérances mathématiques de revenus immédiats perçus en utilisant la commande $U$
$q_i(U)$	- espérance mathématique de revenu immédiat si le système se trouve dans l'état $e_i$ et la commande appliquée est $U$
$q'(U)$	- vecteur des espérances de revenus immédiats en partant des états

	initiaux et en utilisant la commande $U$ (problèmes avec cible)
$Q$	- sous-matrice des probabilités de transitions entre les états transitoires et persistants
$r^*$	- nombre des états faibles-rapides d'une chaîne de Markov ergodique
$r_{ij}$	- revenu élémentaire correspondant à la transition de l'état $e_i$ à l'état $e_j$ de la chaîne de Markov
$r^{i,j}_{kj}$	- revenu élémentaire de passage de l'état $y^{i,k}$ à $y^{i,j}$ , deux niveaux de la retenue du barrage $i$
$R_i$	- rayon du disque de Gershgorine construit avec la ligne $i$ d'une matrice de transition;
$R'_i$	- rayon du disque de Gershgorine construit avec la colonne $i$ d'une matrice de transition
$R$	- solution de l'équation matricielle de Lyapunov
$\mathcal{R}$	- matrice de revenus élémentaires d'une chaîne de Markov à commande
$R(n)$	- vecteur des probabilités d'état de la partie rapide à l'instant $n$
$R'(n)$	- vecteur des probabilités d'état de la partie rapide à l'instant $n$ avant calibrage
$R\ddot{Y}$	- vecteur de probabilités d'état rapide du processus de Markov continu obtenu après les transformations homographiques
$\mathcal{R}_i$	- sous-matrice des revenus de passage entre les états initiaux
$\mathcal{R}_c$	- sous matrice des revenus de passage entre les états cibles
$\mathcal{R}_{ic}, \mathcal{R}_{ci}$	- sous matrices des revenus correspondant aux transition qui relient les états initiaux avec les états cibles
$S(n)$	- vecteur des probabilités d'état de la partie forte à l'instant $n$
$S^*(n)$	- distribution des probabilités des états forts globalement lents
$t$	- temps continu
$\mathcal{T}$	- espace temps
$T$	- sous-matrice carrée de la matrice de transition réductible $\mathcal{M}$ , associée aux états transitoires de la chaîne de Markov
$Tr$	- ensemble des états transitoires d'une chaîne de Markov réductible
$u_i$	- composante scalaire du vecteur de commande
$u_i(n)$	- débit moyen relatif turbiné par l'usine $i$ dans la journée $n$
$u'_i(n)$	- débit moyen turbiné par l'usine $i$ dans la journée $n$
$u'_{i \max}$	- débit maximum turbinable par l'usine $i$
$u_l$	- composante lente du vecteur de commande
$u_r$	- composante rapide du vecteur de commande
$U$	- vecteur d'entrée d'un système continu
$U_n$	- vecteur d'entrée d'un système discret à l'instant $n$
$U = [u_i]_{i=1, \dots, K}$	- vecteur de commande
$U^O$	- commande optimale
$U_{\min}$	- limite inférieure de l'espace de commande $\Omega$
$U_{\max}$	- limite supérieure de l'espace de commande $\Omega$
$v_i$	- variables d'entrée fonction des débits turbinés relatifs
$v_i^*$	- vecteur propre
$v_i^*$	- vecteur propre généralisé
$V^*$	- matrice des vecteurs propres généralisés d'une matrice carrée non diagonalisable
$v^O(n)$	- vecteur des espérances de revenus totaux optimaux de la partie forte
$V$	- matrice des vecteurs propres
$\mathcal{V}$	- matrice de conditionnement du système fort après l'application du découplage en régime permanent sur les chaînes de Markov à

	<i>commande</i>
$W_i(n)$	- énergie débitée par l'usine $i$ dans la journée $n$
$\mathcal{W}(n)$	- demande totale d'énergie électrique pendant la journée $n$
$\mathbf{W}(n)$	- vecteur des probabilités d'état de la partie faible à l'instant $n$
$\mathbf{W}^*(n)$	- distribution des probabilités des états faibles-rapides
$\mathbf{x}$	- composante lente du vecteur d'état
$\mathbf{x}\hat{\mathbf{O}}(n)$	- vecteur des espérances de revenus totaux optimaux de la partie lente
$x_i(n)$	- apport moyen relatif d'eau entre le barrage (l'usine) $i-1$ et le barrage (l'usine) $i$ dans la journée $n$
$x'_i(n)$	- apport moyen d'eau entre le barrage (l'usine) $i-1$ et le barrage (l'usine) $i$ au cours de la journée $n$
$X_a$	- état de service approprié
$X_i$	- état de service inapproprié
$X_{ic}$	- état de service inapproprié critique
$X_{ac}$	- état de service approprié critique
$\mathbf{X}$	- vecteur d'état d'un système continu
$\dot{\mathbf{X}}$	- dérivée du vecteur d'état en fonction du temps ( $d\mathbf{X}/dt$ )
$\mathbf{X}_n$	- vecteur d'état d'un système discret à l'instant $n$
$y_i(n)$	- volume moyen utile relatif de la retenue du barrage $i$ dans la journée $n$
$y'_i(n)$	- volume utile d'eau stocké en moyenne dans la journée $n$ par la retenue du barrage $i$
$y'_{i \max}$	- volume utile maximal dans la retenue du barrage $i$
$\mathbf{y}\hat{\mathbf{O}}(n)$	- vecteur des espérances de revenus totaux optimaux de la partie faible
$\mathbf{y}_l$	- composante lente du vecteur de sortie
$\mathbf{y}_r$	- composante rapide du vecteur de sortie
$\mathbf{Y}$	- vecteur de sortie d'un système continu
$\mathbf{Y}_n$	- vecteur de sortie d'un système discret à l'instant $n$
$\Upsilon$	- matrice de conditionnement du système faible après l'application du découplage en régime permanent sur les chaînes de Markov à commande
$\mathbf{z}$	- composante rapide du vecteur d'état
$\mathbf{z}\hat{\mathbf{O}}(n)$	- vecteur des espérances de revenus totaux optimaux de la partie rapide
$\alpha$	- coefficient de corrélation des unités de mesure
$\alpha(n)$	- facteur de calibrage des parties lente et rapide à l'instant $n$
$\alpha_i^j$	- probabilité d'absorption par la classe finale $j$ , en partant de l'état transitoire $e_i$
$\boldsymbol{\alpha}^j$	- vecteur colonne des probabilités d'absorption par la classe $j$
$\alpha_s$	- facteurs de calibrage de la partie forte
$\alpha_w$	- facteurs de calibrage de la partie faible
$\beta$	- taux de réparation
$\chi$	- taux de récupération
$\chi'$	- taux d'acquittement
$\chi_i^j$	- somme des probabilités de transition d'un état transitoire $e_i$ vers la classe finale $j$
$\boldsymbol{\chi}^j$	- vecteur colonne $[\chi_i^j]$ des probabilités de transition de l'ensemble des états transitoires vers la classe finale $j$
$\delta_i$	- coefficient énergétique de l'usine $i$
$\Delta = [\delta_{ij}]$	- matrice adjacente correspondant au graphe d'une chaîne de Markov
$\varepsilon$	- coefficient de découplage des dynamiques en continu
$\Phi$	- matrice diagonale de calibrage des disques de Gershgorine

$\gamma$	- facteur de perte d'information dans le calcul de la commande optimale avec horizon infini
$\Gamma(E)$	- application multivoque sur l'espace d'état
$\lambda$	- taux de défaillance
$\lambda'$	- taux de défaillance propagée
$\lambda_c$	- taux de défaillance critique
$\lambda_i$	- valeur propre d'une matrice carrée
$\mathbf{A}$	- matrice diagonale formée par les valeurs propres de la matrice de transition
$\eta_i$	- rendement énergétique de l'usine $i$
$\mu$	- coefficient de découplage des dynamiques en discret
$\mu_p$	- coefficient de découplage des pondérations
$\nu$	- point de régénération d'un processus pseudo-markovien
$\Pi$	- distribution stationnaire
$\theta$	- rapport de couplage entre les dynamiques différentes
$\rho$	- rayon spectral
$\ddagger$	- matrice de transition d'une chaîne de Markov irréductible
$\ddagger(\mathbf{U})$	- matrice de transition d'une chaîne de Markov à commande
$\ddagger_c(\mathbf{U})$	- sous matrice correspondant aux transitions entre les états cibles
$\ddagger_{ci}(\mathbf{U})$	- sous matrice des transition entre les états cibles et les états initiaux
$\ddagger_i(\mathbf{U})$	- sous matrice de transition correspondant aux passages entre les états initiaux
$\ddagger_{IC}(\mathbf{U})$	- sous matrice des transition entre les états initiaux et les états cibles
$\ddagger_{infl}$	- matrice d'influence de la partie lente sur la partie rapide.
$\ddagger_k$	- composante matricielle constante de la matrice de transition affine en la commande $\ddagger(\mathbf{U}) = \ddagger_0 + \mathbf{Error!}u_k$
$\ddagger_l$	- matrice de transition correspondant à la partie lente d'une chaîne de Markov ergodique
$\ddagger'_l$	- matrice redondante de la partie lente
$\ddagger_r$	- matrice de transition correspondant à la partie rapide d'une chaîne de Markov ergodique
$\ddagger_{\ddot{Y}}$	- matrice de transition du processus de Markov continu
$\ddagger_{\ddot{Y}_l}$	- matrice de transition de la partie lente du processus de Markov
$\ddagger_l \ddot{Y}$	- matrice de transition de la partie lente de la chaîne de Markov obtenue après transformations homographiques, découplage en continu et transformations homographiques inverses
$\ddagger_{\ddot{Y}_r}$	- matrice de transition de la partie rapide du processus de Markov
$\ddagger_{r\ddot{Y}}$	- matrice de transition de la partie rapide de la chaîne de Markov après transformations homographiques, découplage en continu et transformations homographiques inverses
$\ddagger_s$	- matrice de transition correspondant à la partie forte d'une chaîne de Markov
$\ddagger_w$	- matrice de transition correspondant à la partie faible d'une chaîne de Markov

$\left. \begin{matrix} \dagger'_s \\ \dagger'_w ; \dagger'_{sw} \\ \dagger'_{ws} \end{matrix} \right\}$	- sous matrices de la matrice de transition d'une chaîne de Markov
	ergodique à double échelle de pondération
$\omega_i$	- débit minime réservé relatif
$\omega'_i$	- valeur minime du débit moyen réservé
$w_i(N)$	- espérance de revenu final si à cet instant le système se trouve dans l'état $e_i$ (problèmes terminaux)
$w\acute{O}_i(n)$	- espérance de revenu optimal perçu à l'instant $n$ (problèmes terminaux) respectivement l'espérance de revenu total optimal perçu entre l'instant $n$ et l'instant où la cible est atteinte (problèmes avec cible), sachant qu'à l'instant $n$ le système se trouve dans l'état $e_i$
$w(N)$	- vecteur des revenus finaux (problèmes terminaux)
$w\acute{O}(n)$	- vecteur des espérances de revenus totaux optimaux perçus entre l'instant $n$ et l'instant final (problèmes terminaux) respectivement l'instant où la cible est atteinte (problèmes avec cible)
$\Omega$	- espace de commande borné
$\Omega'_i(n)$	- débit moyen réservé dans la journée $n$ en aval du barrage $i$
$\Omega_i(n)$	- débit moyen relatif réservé dans la journée $n$ en aval du barrage $i$
$\xi$	- variable aléatoire
$\Psi_i$	- opérateur espérance mathématique.
$\zeta$	- probabilité d'avoir l'instant présent comme instant final (problèmes terminaux avec horizon aléatoire)
$I_r$	- vecteur de dimension $r$ ayant des éléments unitaires
$\ \cdot\ _{N_1}, \ \cdot\ _{N_2}$	- normes vectorielles
$\ \cdot\ _{N_1 N_2}$	- norme matricielle induite par les normes vectorielles $N_1$ et $N_2$
$\wedge$	- produit de Kronecker