

PRESENTATION DU SYSTEME D'EAU DE LA COMOÉ

Le système d'eau étudié ici est situé dans le haut bassin de la Comoé, dans la région de Banfora. Cette zone sud-ouest du Burkina Faso est la zone la plus arrosée du pays (environ 1000 mm an¹). Contrairement au reste du territoire, certains cours d'eau y sont pérennes et la zone subit donc de fortes pressions anthropiques dues aux migrations nationales en provenance des zones purement sahéliennes défavorisées.

Les ressources (Fig. 1)

Les ressources mobilisées sont essentiellement constituées de trois retenues: la Lobi à Bodadiougou ($6 \times 10^6 \text{ m}^3$), le Yannon à Toussiana ($6.1 \times 10^6 \text{ m}^3$) et la Comoé à Moussodougou ($38.5 \times 10^6 \text{ m}^3$). A ces ressources, viennent s'ajouter deux lacs, qui peuvent occasionnellement servir de ressource d'appoint: le lac de Karfiguèla ($800\,000 \text{ m}^3$) et le lac de Lémouroudougou ($400\,000 \text{ m}^3$). L'ensemble de ces infrastructures de stockage est géré par la SO.SU.CO. (Société Sucrière de la Comoé) principal consommateur d'eau du système pour l'irrigation de la canne à sucre.

Les besoins (Fig. 1)

On identifie trois types de demandes: agricoles, industrielles et demandes en eau potable. Les demandes d'origine agricole (4000 ha de canne à sucre, 350 ha de riz et 100 ha de maraîchage) représentent annuellement $49 \times 10^6 \text{ m}^3$ contre $3.8 \times 10^6 \text{ m}^3$

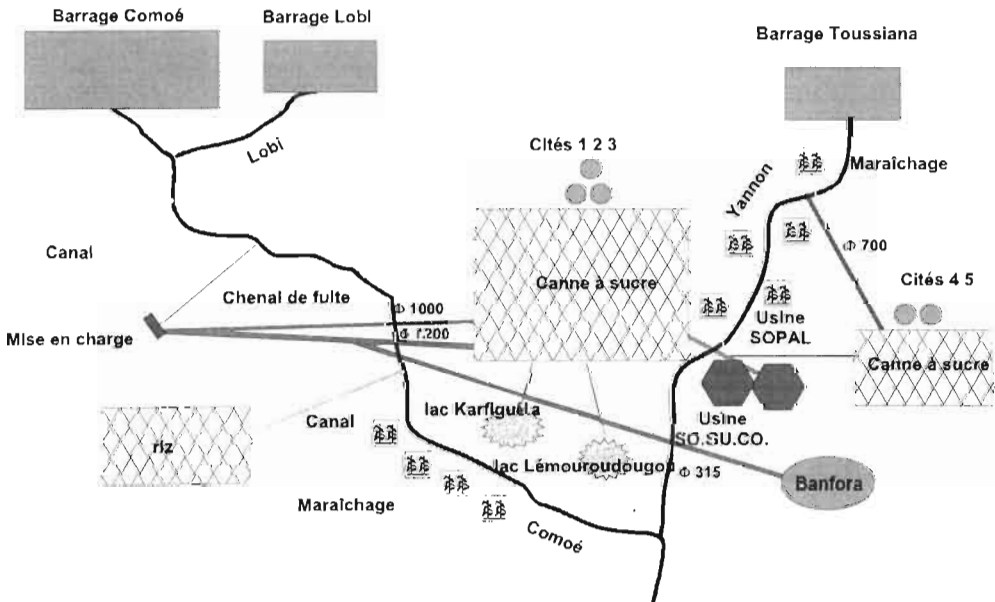


Fig. 1 Plan schématique de l'hydro-aménagement de la Comoé.

pour les besoins industriels et 1.1 millions de m³ pour les besoins en eau potable. Soit un total de 53.9×10^6 m³ qui est supérieur au volume stocké par les retenues (50.6×10^6 m³). Cette remarque est à nuancer par le fait qu'une partie de l'eau demandée pour l'irrigation est apportée par la pluie, mais ces apports sont irréguliers et concentrés sur la saison des pluies d'une durée de 3 à 4 mois.

Les organes de transfert (Fig. 1)

Le système peut être subdivisé en deux sous-ensembles: un sous-ensemble Ouest avec les deux retenues "Comoé" et "Lobi" et un sous-ensemble Est avec la retenue "Toussiana". Ces deux sous-ensembles sont interconnectés par le maillage du réseau d'irrigation de la canne à sucre. Chacun d'eux présente un certain nombre d'éléments de transferts hydrauliques permettant d'assurer les différents besoins du système d'eau.

Fonctionnement du système

La SO.SU.CO a la maîtrise opérationnelle du système. Les ressources mobilisées étant limitées et les demandes croissant au fil des ans, des pénuries et des conflits d'usages apparaissent régulièrement. Face à cette situation, un comité de gestion des eaux de la Comoé a été créé en 1992. Il est chargé d'organiser l'exploitation de la ressource par la définition d'un programme de lâchures, d'arbitrer les conflits entre les utilisateurs, et de veiller à la préservation de la ressource.

LE MODELE DE SIMULATION HYDRAM

L'utilisation du modèle de simulation HYDRAM (Pouget & Dezetter, 1993) passe par trois étapes: la conception (représentation du système par le modèle), la simulation (simulation du fonctionnement), et l'analyse (analyse des simulations en termes de performances du système).

Construire des hydro-aménagements

Ensemble de composants physiques, avec des modalités de fonctionnement et de gestion, un hydro-aménagement constitue un système hiérarchisé destiné à atteindre un certain nombre d'objectifs (Votruba *et al.*, 1989). L'étude du système consiste en la confrontation de besoins et de ressources sous la contrainte des moyens mis en oeuvre pour solliciter ces dernières.

Les besoins La définition de la demande en eau est plus ou moins complexe suivant les besoins. Une demande en débit est le type de composant le plus simple. Les périmètres d'irrigation sont les plus complexes, le calcul de leur besoin devant notamment tenir compte de plusieurs facteurs dont la réserve en eau du sol. On

utilise la notion de disponibilité globale du système, définie par le rapport entre la somme des volumes disponibles au niveau des ressources et la somme des volumes des demandes à satisfaire, sur une période donnée. Il y a pénurie lorsque l'état de disponibilité globale est inférieur à 1. En cas de déficit, deux solutions sont possibles:

- tous les besoins ont la même priorité: ils seront théoriquement desservis avec un même coefficient de réduction, égal au coefficient de disponibilité globale.
- il existe une hiérarchie dans les besoins: les prioritaires bénéficient d'un pourcentage de satisfaction supérieur au pourcentage de disponibilité globale.

La satisfaction attendue se définit pour un besoin et pour un état de disponibilité globale donné, comme le rapport du volume distribuable au volume de la demande. La politique de distribution est introduite en définissant les satisfactions attendues pour 0% et 100% de disponibilité globale. Ces coefficients induisent une hiérarchie dans les besoins: les besoins assurés à 100% pour l'état de disponibilité le plus faible étant les plus prioritaires (Fig. 2).

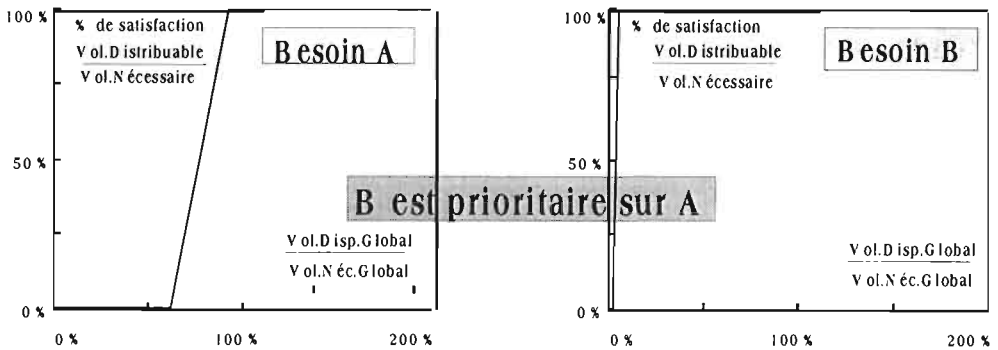


Fig. 2 Définition de la satisfaction attendue.

Les ressources L'expression du volume mobilisable constitue la caractéristique de base d'une ressource en eau. La politique de gestion des ressources est reproduite grâce à l'introduction de coefficients de sollicitation attendue qui induisent une hiérarchie dans les ressources. Le composant réservoir est un des éléments du système les plus complexes à spécifier de manière externe (Sigvaldason, 1976). En effet la notion de volume disponible est difficile à cerner dans un système où les réservoirs doivent permettre d'échelonner les déficits d'eau : une politique de gestion doit introduire des restrictions d'eau avant que tout le volume de stockage des retenues ait été consommé.

Les liens Le propre d'un lien est d'assurer le transfert d'eau d'un point à un autre.

Simuler la desserte en eau

La simulation doit offrir un moyen de discerner entre les défaillances du système dues à des limites de l'aménagement et celles qui résultent des règles de gestion adoptées, notamment au niveau des réservoirs.

Tableau 1 Scénario 1, texte d'analyse globale fourni par le modèle HYDRAM.

comoefin - système d'eau - simulation 1 de comoefin - résultats globaux		
fourniture	2 515 571.7	10 ³ m ³
déficits	41 624.3	10 ³ m ³
défaillances	16	
prélèvements	2 672 376.0	10 ³ m ³
Evénements extrêmes - distribution des besoins		
pénurie max.	70.5% - avril 1985	
durée max. de pénurie	3 mois de avril 1994 à juin 1994 avec une pénurie de 38.0%	
analyse des résultats	en 36 ans de gestion simulée on compte 28 ans sans pénurie, 5 ans à faible pénurie inférieure à 10.0%, 3 ans à pénurie moyenne.	

Les défaillances sont survenues pour les mois de février avec un taux de pénurie de 0.4%, mars avec un taux de pénurie de 2.3%, avril avec un taux de pénurie de 9.8%, mai avec un taux de pénurie de 1.5%, juin avec un taux de pénurie de 0.1%.

Sur les 18 besoins de l'aménagement, il est survenu au moins une défaillance sur:

- 10 besoins de priorité moyenne (18 au total) - le besoin le moins prioritaire, Karfigue de type périmètre d'irrigation, a connu une pénurie de 2.2% - Banfora de type demande en eau potable est le besoin le plus prioritaire à avoir connu une pénurie de 0.0%.

Tableau 2 Scénario 2 (déconnexion du barrage de Toussiana), texte d'analyse globale fourni par le modèle HYDRAM.

comfinst - système d'eau - simulation 1 de comfinst - résultats globaux		
fourniture	2 433 457.2	10 ³ m ³
déficits	173 439.9	10 ³ m ³
défaillances	76	
prélèvements	2 528 145.2	10 ³ m ³
Evénements extrêmes - distribution des besoins		
pénurie max.	77.7% - avril 1985	
durée max. de pénurie	5 mois de février 1994 à juin 1994 avec une pénurie de 25.5%	
analyse des résultats	en 36 ans de gestion simulée on compte 7 ans sans pénurie, 18 ans à faible pénurie inférieure à 10.0%, 11 ans à pénurie moyenne.	

Les défaillances sont survenues pour les mois de février avec un taux de pénurie de 7.0%, mars avec un taux de pénurie de 14.3%, avril avec un taux de pénurie de 24.3%, mai avec un taux de pénurie de 7.1%.

Sur les 17 besoins de l'aménagement, il est survenu au moins une défaillance sur:

- 12 besoins de priorité moyenne (17 au total) - le besoin le moins prioritaire, perim7 de type périmètre d'irrigation, a connu une pénurie de 6.0% - Banfora de type demande en eau potable est le besoin le plus prioritaire à avoir connu une pénurie de 6.9%.

Les Tableaux 3 et 4 montrent l'influence d'une variabilité des ressources sur ces deux systèmes. Pour le premier scénario, qui donnait un système acceptable, la baisse simulée des écoulements et de la pluviométrie conduit à un système aussi vulnérable que lorsqu'on déconnecte le barrage de Toussiana. L'influence de cette baisse est donc importante. Cette différence peut ainsi expliquer pourquoi de nombreux aménagements de la région, dont l'étude de faisabilité a été faite sur des données des décennies 50 et 60, ont maintenant des performances moindres. S'agissant du scénario 2, déjà déficitaire à l'origine, on obtient alors un système inacceptable avec des taux de pénurie de près de 50% pour les mois "critiques".

En conclusion, le système aménagé de la Comoé atteint ses limites d'extension par le manque de ressources en eau. Les ressources mobilisables supplémentaires

Tableau 3 Scénario 1 + baisse des ressources, texte d'analyse globale fourni par le modèle HYDRAM.

comofin - système d'eau - simulation 1 de comofin - résultats globaux		
fourniture	2 377 284.5	10 ³ m ³
déficits	377 441.1	10 ³ m ³
défaillances	77	
prélèvements	2 577 544.9	10 ³ m ³
Evénements extrêmes - distribution des besoins		
pénurie max.	100.0% - mars 1971	
durée max. de pénurie	5 mois de février à juin 1994 avec une pénurie de 41.3%	
analyse des résultats	en 36 ans de gestion simulée on compte 9 ans sans pénurie, 7 ans à faible pénurie inférieure à 10.0%, 12 ans à pénurie moyenne, 8 ans à forte pénurie supérieure à 25.0%, dont l'année 1984 (30.8%).	

Les défaillances sont survenues pour les mois de janvier avec un taux de pénurie de 1.0%, février avec un taux de pénurie de 9.8%, mars avec un taux de pénurie de 40.0%, avril avec un taux de pénurie de 39.6%, mai avec un taux de pénurie de 18.5%, juin avec un taux de pénurie de 1.2%.

Sur les 18 besoins de l'aménagement, il est survenu au moins une défaillance sur:

- 18 besoins de priorité moyenne (18 au total) - le besoin le moins prioritaire, perim7 de type périmètre d'irrigation, a connu une pénurie de 14.7% - Banfora de type demande en eau potable est le besoin le plus prioritaire à avoir connu une pénurie de 1.9%.

Tableau 4 Scénario 2 + baisse des ressources, texte d'analyse globale fourni par le modèle HYDRAM.

cofinst - système d'eau - simulation 1 de cofinst - résultats globaux		
fourniture	2 262 787.8	10 ³ m ³
déficits	511 880.6	10 ³ m ³
défaillances	126	
prélèvements	2 350 859.4	10 ³ m ³
Evénements extrêmes - distribution des besoins		
pénurie max.	82.8% - avril 1979	
durée max. de pénurie	6 mois de janvier à juin 1984 avec une pénurie de 48.5%	
analyse des résultats	en 36 ans de gestion simulée on compte 2 ans sans pénurie, 5 ans à faible pénurie inférieure à 10.0%, 17 ans à pénurie moyenne, 12 ans à forte pénurie supérieure à 25.0%, dont l'année 1984 (33.9%).	

Les défaillances sont survenues pour les mois de janvier avec un taux de pénurie de 2.7%, février avec un taux de pénurie de 20.9%, mars avec un taux de pénurie de 47.5%, avril avec un taux de pénurie de 50.8%, mai avec un taux de pénurie de 22.9%, juin avec un taux de pénurie de 1.4%.

Sur les 17 besoins de l'aménagement, il est survenu au moins une défaillance sur:

- 12 besoins de priorité moyenne (17 au total) - le besoin le moins prioritaire, perim7 de type périmètre d'irrigation, a connu une pénurie de 19.8% - Banfora de type demande en eau potable est le besoin le plus prioritaire à avoir connu une pénurie de 5.3%.

sont rares et leur mobilisation doit faire l'objet d'attentions particulières au regard des conséquences environnementales possibles. L'influence de la baisse constatée de la pluviométrie et des écoulements dans la région conduit à des systèmes d'eau dont le fonctionnement n'est pas du tout celui qui avait été prévu lors de la conception. L'utilisation du modèle de simulation HYDRAM doit permettre d'envisager d'autres scénarios de développement en relation avec tous les acteurs et utilisateurs du système.

Remerciements Les auteurs remercient le Conseil Général de la Guadeloupe; les travaux d'élaboration du modèle HYDRAM ont été cofinancés par le Conseil

Général de la Guadeloupe et l'ORSTOM; ainsi que la Direction Régionale de l'Hydraulique des hauts-bassins de Bobo Dioulasso.

REFERENCES

- Hubert, P., Carbonnel, J. P. & Chauche, A. (1989) Segmentation des séries hydrométriques. Application à des séries de précipitations et de débits de l'Afrique de l'ouest. *J. Hydrol.* **110**, 349-367.
- Pouget, J., C. & Dezetter, A. (1993) Water resources management in a tropical island environment. The case of Guadeloupe. In: *Hydrology of Warm Humid Regions* (ed. by J. S. Gladwell) (Proc. Yokohama Symp., July 1993), 365-374. IAHS Publ. no. 216.
- Servat, E., Paturel, J.-E., Lubes-Niel, H., Kouamé, B. & Masson, J.-M. (1997a) Variabilité des régimes pluviométriques en Afrique de l'ouest et centrale non sahélienne. *C.R. Acad. Sci., Paris* **324**, série IIa, 835-838.
- Servat, E., Paturel, J.-E., Lubes-Niel, H., Kouamé, B., Travaglio, M. & Marieu, B. (1997b) De la diminution des écoulements en Afrique de l'ouest et centrale. *C.R. Acad. Sci., Paris* **325**, série IIa, 679-682.
- Sigvaldason, O. T. (1976) A simulation model for operating a multipurpose multireservoir system. *Wat. Resour. Res.* **12**(2), 263-278.
- Votruba, L., Kos, Z., Nachazel, K., Ptera, A. & Zeman, V. (1989) *Analysis of Water Resource Systems*. Developments in Water Science no. 32, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.