

COLLOQUE SUR L'UTILISATION
DES TECHNIQUES INFORMATIQUES ET DE L'AUTOMATION
DANS LES SYSTEMES D'EAU

TECHNIQUE DE SIMULATION POUR LE CALCUL HYDROLOGIQUE,
EN QUANTITE ET QUALITE, DES AMENAGEMENTS INTEGRES
par Marcel ROCHE.

On peut considérer, comme aménagement des eaux au sens large, tout équipement et toute organisation ayant pour but :

- de satisfaire des besoins en eau, en quantité et qualité,
- de satisfaire des besoins en énergie,
- de protéger l'homme, son environnement et ses moyens de production, contre les dégâts occasionnés par les crues, contre la pollution.

Lorsque l'étude se rapporte à un seul aménagement de structure, chargé de satisfaire les besoins d'une seule demande, il est souvent possible d'utiliser des méthodes d'estimation simplifiées, bien que l'utilisation de modèles mathématiques puisse, même dans ce cas, rendre des services. Mais s'il s'agit d'aménagements comportant de nombreux ouvrages, des sources variées et des utilisations multiples, il devient quasi-impossible de procéder sans mettre en jeu des méthodes élaborées. La simulation des aménagements est un des types de méthodes qu'on peut alors employer.

1. Principe de la simulation.

Supposons qu'on ait défini un système d'eau, c'est-à-dire un ensemble de structures caractérisées chacune par un ou plusieurs paramètres, un ensemble de sources naturelles caractérisées chacune par des chroniques de débits et éventuellement de valeurs concernant la qualité de l'eau, et enfin, un ensemble d'aires d'utilisations caractérisées par des demandes éventuellement variables au cours de l'année et définies en quantité et qualité.

ORSTOM Fonds Documentaire
N° 33539, ex 1
Cote : B

24 JUL. 1992

70384

On élabore alors un modèle qui décrit les structures au moyen d'algorithmes contenant un certain nombre de paramètres, et une stratégie d'utilisation de ces structures (mode opératoire et consignes) qui peut également faire l'objet d'une représentation paramétrique. La technique de simulation consiste à faire fonctionner le système en introduisant dans le modèle les chroniques de débits et de qualités disponibles, historiques ou synthétiques, et à vérifier si, avec les valeurs des paramètres adoptées pour les structures et pour la stratégie d'utilisation, il est possible de satisfaire les demandes imposées en quantité et éventuellement en qualité.

L'optimisation de l'aménagement, ou tout au moins son amélioration progressive, est effectuée en faisant varier les différents paramètres de manière à réaliser au mieux ces objectifs. Bien entendu, la variation des paramètres de structure ne va pas sans influencer le prix de l'aménagement et les résultats obtenus n'ont un sens que s'ils sont examinés à travers une étude économique conduite éventuellement, elle aussi, au moyen d'un modèle mathématique.

En réalité, les résultats de la simulation se traduisent par des défaillances (nombres discrets indiquant combien de fois le "contrat" de fourniture n'a pas été respecté) et des déficits chiffrant l'importance volumétrique (ou énergétique) de ces défaillances. C'est l'examen statistique des chroniques de déficits et / ou de défaillances ainsi obtenues qui, lié aux considérations économiques, permet d'estimer si ces résultats sont satisfaisants ou non.

Une simulation qui procède strictement de cette façon aboutit finalement à un simple constat de résultats obtenus par des consignes rigides (modèle statique). On peut également construire le modèle de façon à lui permettre de modifier lui-même les consignes lorsqu'il constate des défaillances; la stratégie et les algorithmes qui la traduisent sont alors plus compliqués (modèle dynamique).

2. La description d'un système d'eau et de son exploitation.

Cette description commence par celle des structures, c'est-à-dire des interventions humaines se traduisant par des ouvrages, et par celle des aires d'utilisations. Cela revient à porter d'abord sur la carte du ou des bassins fluviaux l'emplacement de ces aires d'utilisation et celui des sites possibles d'ouvrages de stockage (barrages-réservoirs). Il convient à ce point de vue de se montrer assez large dans cette première acceptation des sites : au cours de l'exploitation du modèle, il est infiniment plus facile de supprimer des ouvrages que d'en ajouter, cette dernière opération conduisant à modifier la structure elle-même du modèle.

On procède alors au découpage "hydraulique" du bassin en "unités hydrauliques" définies par les nécessités des prélèvements, des dérivations et éventuellement des restitutions. Une unité hydraulique doit permettre, sur elle-même, un bilan d'eau complet établi sans ambiguïté.

Cette opération permet d'établir ensuite le schéma topologique du système, auquel on rajoute alors toutes les liaisons et transferts d'eau qui paraissent utiles. Plus ces transferts sont nombreux, plus le modèle est souple mais plus il est difficile à exploiter. Il convient donc de s'en tenir aux structures a priori réalistes. L'établissement du plan topologique peut amener à reconsidérer le découpage, soit en augmentant, soit en diminuant le nombre des unités hydrauliques.

Pour chacune des unités hydrauliques du schéma final, il faudra établir les données d'entrées, c'est-à-dire les chroniques de débits, et éventuellement de valeurs concernant la qualité.

Le mode opératoire du système est défini essentiellement par des consignes qui se rapportent :

- à la permission de tirer dans une réserve donnée suivant son état propre,
- au choix de la répartition des soutirages, lorsqu'il y a plusieurs sources possibles,
- à l'opportunité des transferts (il faut qu'il y ait suffisamment d'eau dans le réservoir dans lequel on tire, et pas trop dans celui où on veut en envoyer),
- à l'application des restrictions s'il y en a,
- etc.

La description du système d'exploitation comprend aussi les algorithmes opérationnels concernant :

- le remplissage des réservoirs,
- les transferts,
- l'exploitation des jonctions et dispatchings,
- les mélanges, s'il y a des problèmes de qualité,
- etc.

3. L'organisation d'un modèle de simulation (programme).

Cette organisation est conditionnée avant tout par le pas de temps adopté pour la simulation. La valeur de ce pas de temps est souvent le mois, ce qui veut dire que les apports introduits dans chaque unité hydraulique seront des volumes mensuels, que les données sur la qualité seront des valeurs moyennes mensuelles, que tous les bilans de chaque unité hydraulique porteront sur un mois, et que les critères d'exploitation seront basés sur l'état des réserves en début de mois. Naturellement les déficits et défaillances seront constatés, et s'il le faut totalisés, en fin de mois.

La rotation mensuelle de l'ensemble des bilans sur toutes les unités hydrauliques, en tenant compte de toutes les interactions des transferts, des demandes, des itérations éventuelles, etc, constitue alors le noyau du programme. Elle est organisée dans une boucle annuelle.

Autour de ce noyau, s'organisent, en élargissant les boucles :

- La boucle de la période adoptée pour la simulation, autour de la boucle annuelle avant laquelle on extrait les matrices des variables annuelles, on initialise les totalisateurs annuels, on calcule les restrictions à l'échelle annuelle, après laquelle on imprime les résultats mensuels ou annuels,
- La boucle des essais, qui permet d'effectuer dans un même passage plusieurs essais avec différentes valeurs des paramètres de l'aménagement (paramètres de structures et paramètres d'exploitation).

4. Les données d'entrée et leur établissement.

Il est de première importance, pour un modèle de simulation, de disposer de données d'entrées (apports et qualités) de bonne qualité. Ce n'est pas toujours facile. Même lorsqu'on dispose d'un réseau de stations de mesure acceptable :

- les périodes ne sont jamais les mêmes pour toutes les stations,
- les stations ne sont pratiquement jamais situées aux points utiles pour le modèle.

La première de ces circonstances oblige à effectuer une "homogénéisation" des périodes. Le choix de la période optimale, pour laquelle on doit avoir encore un nombre suffisant de stations avec des relevés simultanés, ne va généralement pas sans une certaine perte d'information.

La seconde nécessite une "interpolation géographique" qui a pour but de ramener l'information disponible et homogénéisée aux points intéressants pour le modèle.

Il faut enfin rendre toutes les données "compatibles" entre elles, aussi bien en volumes (ce qui vient de l'amont doit se retrouver à l'aval) que, par exemple, pour les poids de sel transportés en solution.