

— sinon, il faudra trouver des destinations compatibles avec les fortes teneurs de ces solides en certains micro-polluants ou avancer dans les techniques spécifiques de détoxification.

## CONCLUSIONS

Les résultats présentés dans cet article montrent que pour des bassins versants strictement pluviaux d'une surface de quelques dizaines d'hectares :

— le traitement efficace de la pollution annuelle (impact cumulé) nécessite des volumes de 100 m<sup>3</sup>/ha.imp. (cas d'ouvrages à dominante stockage-décantation) et des débits de 15 à 20 l/s/ha.imp. (cas d'ouvrages de traitement au fil de l'eau) ;

— pour agir contre les événements les plus critiques (effets de choc) des volumes de 200 m<sup>3</sup>/ha.imp. et des débits de 75 l/s/ha.imp. sont nécessaires ;

— la réduction de la fréquence des événements les plus critiques est satisfaisante avec des volumes de 200 m<sup>3</sup>/ha.imp. et des débits de 40 l/s/ha.imp.

De plus nous pouvons, aussi, proposer des seuils de vitesse de chute tels que 80 % des matières en suspension sédimentent plus vite : de 6 cm/heure à 1,3 m/heure en réseau unitaire, de 0,7 m/heure à 2 m/heure en réseau pluvial ; les plus basses valeurs correspondant aux pluies les plus faibles.

Aujourd'hui, il est urgent de confirmer ces résultats en :

— exploitant au mieux la base de données en cours de constitution au CERGRENE, pour affiner les valeurs de volumes et débits à traiter et saisir les clés éventuelles de variations dans les ratios, qui seraient essentielles sur le plan stratégique ;

— effectuant des mesures supplémentaires, sur un nombre assez important de pluies et sur plusieurs bassins versants, pour mieux décrire la répartition de la pollution (pour tous les paramètres de pollution) par classes de vitesse de chute de particules et définir des seuils de vitesse de chute en fonction des caractéristiques des événements pluvieux, ce qui constitue un paramètre clé de dimensionnement et de gestion des ouvrages de décantation.

D'autre part, il est aussi vital d'avancer sur d'autres fronts :

— l'analyse des effets néfastes à attendre au droit des rejets et à l'aval, immédiatement et de manière différée ;

— une modélisation de la décantation tenant compte de la réalité hydraulique, vite complexe, dans les ouvrages de traitement.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BACHOC A., SAGET A., CHEBBO G., HABABOU C. — Rejets pluviaux urbains : distribution de leur pollution et efficacité de bassins de stockage-décantation : analyse des données des 4 bassins versants expérimentaux de la campagne nationale de mesure 1980-1982. Rapport d'étude CERGRENE / Plan Urbain, 1991, 121 pages + annexes.
- [2] SAGET A., CHEBBO G., BACHOC A. — Evaluation of urban runoff volume to be treated at the outlet of separately sewered catchments. *Wat. Sci. Tech.*, 1992, vol. 25, n° 8, pp. 225-232.
- [3] CHEBBO G. — Solides des rejets urbains par temps de pluie : caractérisation et traitabilité. Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale des Ponts-et-Chaussées, 1992, 400 pages + annexes.
- [4] BENOIST A.P., LIJKLEMA L. — Distribution of sedimentation rates of suspended solids and heavy metals in combined sewer overflows. *Proceedings of the 2nd Wageningen Conference on Urban Storm Water Quality and Ecological Effects Upon Receiving Waters*, CHO/IAWPRC/IAC, 1989, 8 pages.
- [5] MICHELBAACH S., WORHLE C. — Settleable solids in a combined sewer system : measurement, quantity, characteristics. 1st International Workshop on Sewer Sediments, 4-6 sept. 1992, Université Libre de Bruxelles, 8 pages.

## INTEGRATION DE LA DECANTATION DANS LA GESTION EN TEMPS REEL DE BASSINS D'EAU PLUVIALE

P. VOIGNIER \*\*, Anne GUILLON \*, J.-M. DELATRE \*, G. JACQUET \*\*,  
\* Conseil Général de Seine-Saint-Denis/D.E.A.  
\*\* Société RHEA

### RESUME

Les bassins de retenue d'eaux pluviales ont été conçus en Seine-Saint-Denis avec un objectif prioritaire de lutte contre les inondations, et sont gérés actuellement en ce sens. Or, la gestion en temps réel permet de mieux prendre en compte leur fonction de dépollution par décantation dès que les risques d'inondations sont écartés.

L'originalité de la gestion proposée repose principalement sur la sélection d'un objectif très précis : la réduction de la durée de l'impact en Seine lors des orages ou des pluies importantes, lorsque cet impact est prévisible. Elle évite d'utiliser des critères de moindre signification comme le volume annuel d'eau retenue dans les bassins.

### 1. LE CONTEXTE

La Seine-Saint-Denis dispose de bassins de retenue d'eaux pluviales dont la première fonction consiste à lutter contre les inondations, et qui sont principalement situés au Nord du département. Parmi les plus grands bassins figurent celui des Brouillards (80.000 m<sup>3</sup>) et de la Molette (200.000 m<sup>3</sup>) (voir figure 1).

Le bassin des Brouillards se situe à l'aval immédiat d'un site de régulation des écoulements qui contrôle la répartition des eaux entre ce bassin et un gros émissaire vers la Seine : le Garges/Epinay.

Pour le bassin de la Molette, les eaux proviennent des déversements du réseau unitaire collectés par le Bondy/Blanc-Mesnil.

Les débits qui traversent le bassin des Brouillards ou le bassin de la Molette se rejettent dans le réseau de la Vieille-Mer.

Dans la traversée de Stains et de Saint-Denis, le réseau de la Vieille-Mer reçoit des apports intermédiaires et présente des zones sensibles aux inondations, comme le quartier de la Mutualité, ou la rue Leloir. L'objectif prioritaire étant la lutte contre les inondations, la stratégie actuelle consiste à ne pas lâcher d'eau du bassin des Brouillards pendant la pluie, pour ne pas saturer la capacité du réseau de la Vieille-Mer, le bassin étant vidangé en fin de crue. Au bassin de la Molette, le débit de sortie est contrôlé entre 4 et 5 m<sup>3</sup>/s, permettant de conserver une réserve de stockage. De cette façon, le réseau de la Vieille-Mer, reçoit de l'amont des débits compatibles avec son fonctionnement, et le transit de l'eau dans les bassins permet d'abattre une partie de la pollution, sans que cet objectif soit considéré comme prioritaire.

Afin de mieux prendre en compte ce second objectif de dépollution des eaux, des études hydrauliques [référence 1 et 2] s'imposaient au préalable sur le nœud complexe entre le Pantin / La Briche, la Vieille-Mer et sa dérivation (voir figure 1). L'aménagement de ce point devant être étudié pour qu'il puisse faire face à des situations hydrométéorologiques très diverses (crues de Seine, forts apports orageux, faibles apports de temps sec...), et pour permettre une gestion en temps réel.

L'étude du réseau de la Vieille-Mer a permis de préciser les limites hydrauliques de fonctionnement correspondant à un début de débordement sur les points sensibles, et confirme que le contrôle de ce réseau passe par le contrôle des bassins des Brouillards et de la Molette.

## 2. CHOIX DE L'OBJECTIF

D'abord, il importe de choisir des objectifs pour quantifier les gains que peut apporter une gestion privilégiant un objectif de dépollution.

Pour cela, nous avons choisi de nous intéresser à la durée d'impact que l'on tentera de minimiser.

On considère qu'il y aura impact si les eaux de la Seine voient leurs concentrations dépasser des seuils en différents paramètres (DBO5, DCO, NH4, O2 ...).

Notons que minimiser la durée d'impact ne conduit pas aux mêmes actions que minimiser le volume ou la masse de pollution rejetée.

Par exemple, pour le critère masse de pollution rejetée, si nous considérons deux mêmes masses de pollution injectée, avec des durées différentes, dans la Seine, les nuisances causées seront différentes. Si la durée d'injection est très longue, le milieu récepteur pourra absorber la pollution et il n'y aura aucun effet perçu. Par contre si cette durée, pendant laquelle la même masse de pollution est injectée, est plus faible, cela conduit à un accroissement de la concentration qui peut se traduire par un effet visible. La masse de pollution rejetée dans le fleuve, ne suffit pas à elle seule pour quantifier les gains que peut apporter une nouvelle gestion.

Ce qui importe, c'est l'impact perçu, ou l'objectif de qualité fixé pour le milieu récepteur. Pour la Seine, en été, lorsque la température de l'eau est voisine de 20 °C, dès que la concentration en oxygène dissous devient inférieure à 1,5 mg par litre, il est certain qu'il y a dégradation de la qualité du milieu récepteur. Cela sera d'autant plus important que la durée pendant laquelle ce seuil est franchi est longue. C'est à partir de ce constat que nous préférons retenir le critère durée d'impact. Il reflète davantage le comportement perçu de la crue. Ce raisonnement simplificateur est à la base du concept auquel nous nous sommes attachés : la durée d'impact.

L'intérêt de ce critère est qu'il permet d'évaluer très efficacement le résultat d'une gestion aussi bien au cours d'un événement qu'au cours de plusieurs événements, et qu'il rend compte de l'effet visible de la pollution rejetée sur le milieu naturel : mort de poissons, augmentation de turbidité, changement de couleur...

Cependant, la durée d'impact est assez complexe à définir, car il faut choisir les paramètres et les concentrations seuil à ne pas franchir.

## 3. RESULTATS COMPARATIFS

A partir du réseau schématisé figure 1, nous avons réalisé des simulations avec des événements historiques ayant eu une certaine importance, tant sur le plan des inondations que sur le plan de la pollution. Le but est de montrer comment l'objectif durée d'impact peut qualifier une gestion par rapport à une autre. Nous avons donc envisagé trois gestions possibles :

- priorité au contrôle de la pollution (gestion proposée) ;
- la gestion actuelle (décantation partielle) ;
- aucune action sur la pollution (gestion sans décantation).

Pour simuler chacune de ces gestions, il nous faut définir un pollutogramme associé aux hydrogrammes des événements retenus. Nous considérons des valeurs observables dans les effluents lors de crues moyennes à fortes : environ 5 mg NH4+/l et environ 1.000 mg DCO/l. Ces concentrations (Co) sont approximativement 10 fois supérieures à celles que nous allons observer en Seine (Cs0) et nous allons retenir cet ordre de grandeur.

La position géographique des différents points concernés (le Garges/Epinay, le bassin des Brouillards et celui de la Molette), permet de considérer que le temps de parcours jusqu'à la Seine est identique pour chacun des 3 sites. De la sorte, les hydrogrammes et les pollutogrammes résultants sont la somme de ceux définis à l'amont du réseau modélisé.

En ce qui concerne l'impact en Seine de cet effluent, nous allons supposer qu'il se produit après plusieurs heures, c'est-à-dire lorsque l'effluent s'est mélangé sur toute la largeur de la Seine.

Comme cela a été démontré grâce aux modélisations mathématiques existant en Seine [thèse de Elisabeth CLAMAGRAND : « Modèle de qualité des eaux de la Seine à l'étiage en période d'orage », CERGRENE, 1985] et aux expérimentations menées par RHEA en 1992, on acceptera que la concentration en Seine après plusieurs heures est le résultat du mélange des eaux polluées dans une tranche d'eau de Seine qui s'écoule à la vitesse normale du fleuve :

$$C_{sij} = \frac{1}{Q_{seine} \cdot Dt} \cdot \int_{t_j}^{t_j + Dt} (C_{eff} \cdot Q_{eff} \cdot dt) + C_{s0}$$

après déversement en Seine.

Soit, avec les indices utilisées :

- j : concentration toutes les heures (moyenne en 1 heure sur la Seine en plusieurs points de la tranche d'eau concerné, de l'ordre de grandeur de 1.000 m) ;
- i = 1 : correspond à la gestion en temps réel intégrant aussi la lutte contre la pollution = gestion proposée. Elle consiste à utiliser le bassin des Brouillards avec un débit traversier pendant l'événement pluvieux. Ce débit est modulé en fonction de l'importance des apports intermédiaires. Pour le bassin de la Molette, il s'agit d'utiliser davantage la capacité de stockage en modulant son débit de sortie par rapport au volume stocké. Plus ce volume est faible, plus le débit de fuite associé est réduit ;
- i = 2 : correspond à la gestion actuelle (pas de débit traversier dans les Brouillards et 4 m<sup>3</sup>/s de débit traversier à la Molette) ;
- i = 3 : correspond à l'absence de décantation.

Nous supposons, en outre, qu'il y a impact lorsque la qualité moyenne de la Seine se détériore sensiblement, c'est-à-dire lorsqu'il y a doublement de la concentration (C<sub>impact</sub> = 2 · C<sub>s0</sub>). Ce seuil correspond approximativement à un changement de classe de la Seine dans les catégories fournies par les Agences de l'Eau pour des paramètres comme l'azote, la DCO ou la DBO.

Pour les événements sélectionnés, nous avons calculé à chaque pas de temps la concentration dans La Seine (Cs1j, Cs2j et Cs3j), et reporté leurs évolutions temporelles sur la figure 2.

Les données considérées ont été :

- Q<sub>seine</sub> = 80 m<sup>3</sup>/s (débit pendant la période d'étiage),
- Co = 5 · U,
- Cs0 = 0,5 · U,
- C<sub>impact</sub> = 1 · U.

Comme l'objectif est de comparer différentes gestions à l'aide de la durée d'impact, nous raisonnons en unité relative.

Pour les trois crues considérées, nous obtenons les résultats suivants :

Durée (h) de dépassement du seuil	Date des crues		
Sans bassin	27/06/90	28/10/90	21/03/91
Gestion actuelle	5 h 15min	12 h 15min	9 h 39min
Gestion proposée	5 h 6min	10 h 51min	8 h 42min
	3 h 33min	7 h 12min	1 h 24min

## DECANTATION

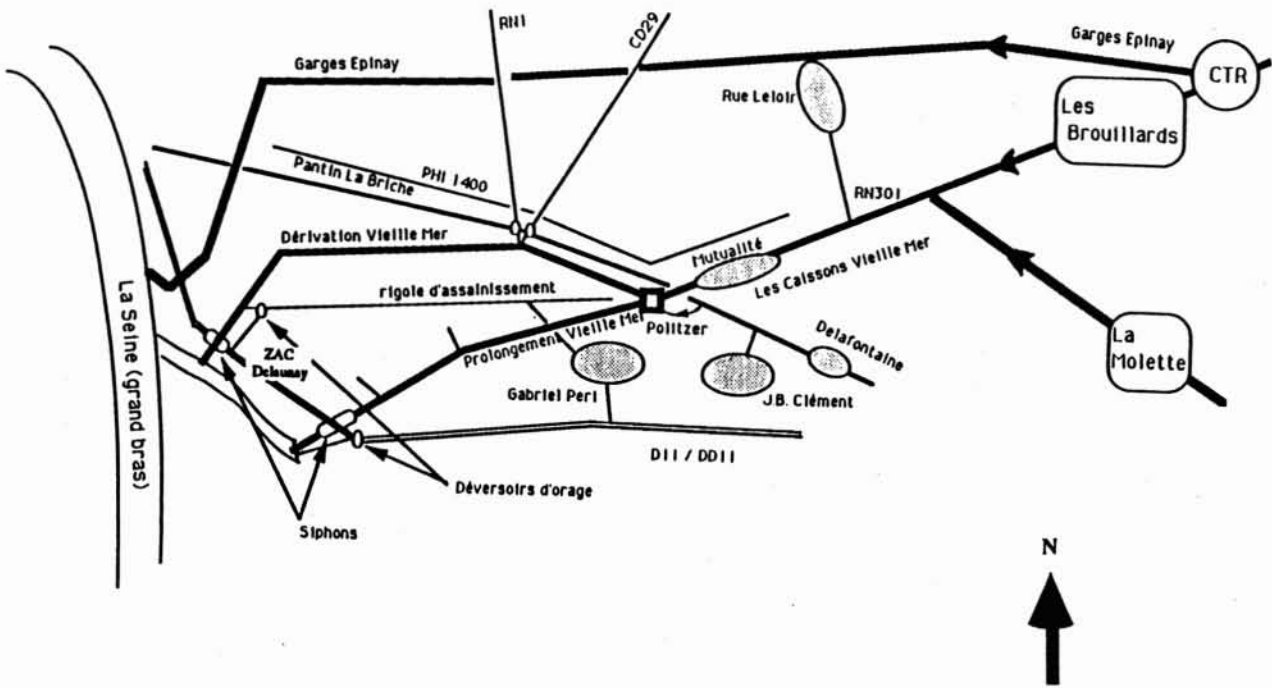


Figure 1 : Schéma simplifié du réseau des bassins jusqu'à la Seine.

Nous remarquons, que l'utilisation du bassin des Brouillards abaisse notablement la durée d'impact, alors que le volume d'eau traitée va faiblement augmenter.

Bien que le profil des courbes de concentration soit différent entre la gestion actuelle et la gestion hypothétique où il n'y a aucune décantation, le résultat en terme de durée d'impact est très proche. Par contre, la gestion proposée induit une légère baisse de la concentration en Seine par rapport à la gestion actuelle, ce qui se traduit par un très grand écart en terme de durée d'impact.

La notion de durée d'impact est primordiale, car c'est ce critère qui permet de quantifier et de qualifier l'effet d'une crue sur le milieu récepteur. Le critère de durée d'impact est très différent des critères habituellement retenus pour quantifier l'efficacité d'ouvrages de dépollution (volume ou charge de pollution rejetée). Ce critère est facilement intégrable à une gestion en temps réel et sa validation fait l'objet de réflexions complémentaires.

## 4. PERSPECTIVES

Le critère de qualité de la gestion, par la détermination de la durée d'impact permet d'apprécier si le système de contrôle du flux est efficace. Il s'agit de déterminer la durée pendant laquelle un seuil de pollution est franchi. Sur les sites étudiés, l'efficacité de la gestion proposée est supérieure puisque la durée de l'impact pour l'ensemble des trois crues est réduite de plus de 50 % en moyenne, alors que l'abattement de la charge polluante et de l'ordre de 20 % par rapport à la gestion actuellement opérationnelle. Naturellement, ces résultats n'ont qu'une valeur indicative, car ils sont fondés sur des simulations avec des hypothèses réalistes, mais simplifiées. Ils démontrent l'intérêt d'utiliser ce critère et de l'appliquer en temps réel pour évaluer l'efficacité d'une gestion de deux bassins de retenue en Seine-Saint-Denis.

Des efforts complémentaires sont nécessaires pour standardiser les paramètres choisis pour quantifier la durée d'impact.

De même, la valeur des seuils critiques est à préciser en relation avec les caractéristiques du point de rejet et les objectifs de qualité sur la rivière.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Département de la Seine-Saint-Denis / Direction de l'Eau et de l'Assainissement, Division Hydrologie Urbaine Opérationnelle — Exploitation des mesures hydrauliques de la station de Pollitzer en vue de l'aménagement d'un nœud hydraulique : Pantin/La Briche/Vieille-Mer — Etapes n° 1, 2 et 2bis. Rapport RHEA, juillet 1991.
- [2] Département de la Seine-Saint-Denis / Direction de l'Eau et de l'Assainissement, Division Hydrologie Urbaine Opérationnelle — Exploitation des mesures hydrauliques de la station de Pollitzer en vue de l'aménagement d'un nœud hydraulique : Pantin / La Briche / Vieille-Mer — Etape n° 3 : étude des informations hydrométéorologiques. Rapport RHEA, novembre 1991.
- [3] Doyen L. — La Molette : dépollution par décantation — Rapport intermédiaire : pluie du 7 août 1989. Conseil général de la Seine-Saint-Denis / Direction de l'Eau et de l'Assainissement, décembre 1990.
- [4] Pollution des eaux de ruissellement. Journées du 14-15 mai 1992, CERGRENE.
- [5] Colloque « La ville et l'eau », Hydrotop 92, marseille, 8-10 avril 1992.
- [6] Colloque « Les bassins nouvelle vague », Conseil général de la Seine-Saint-Denis, Pantin, 16-17 juin 1992.
- [7] Lyonnaise des Eaux-Dumez / Département Assainissement DE Bordeaux — Procédés de traitement des eaux pluviales en R.F.A. et en Suisse. Rapport RHEA, 1991.
- [8] Conseil général de la Seine-Saint-Denis / Direction de l'eau et de l'Assainissement — Etude de l'efficacité d'un bassin de stockage pour la décantation par temps de pluie : approche conceptuelle et conditions d'application. Rapport RHEA, juillet 1992.
- [9] Doyen L. — Etude qualité pour l'avant-projet du bassin de Beauregard sur le collecteu E.P. « canal du Chesnay ». Conseil général de la Seine-Saint Denis / Direction de l'Eau et de l'Assainissement, juin 1991.

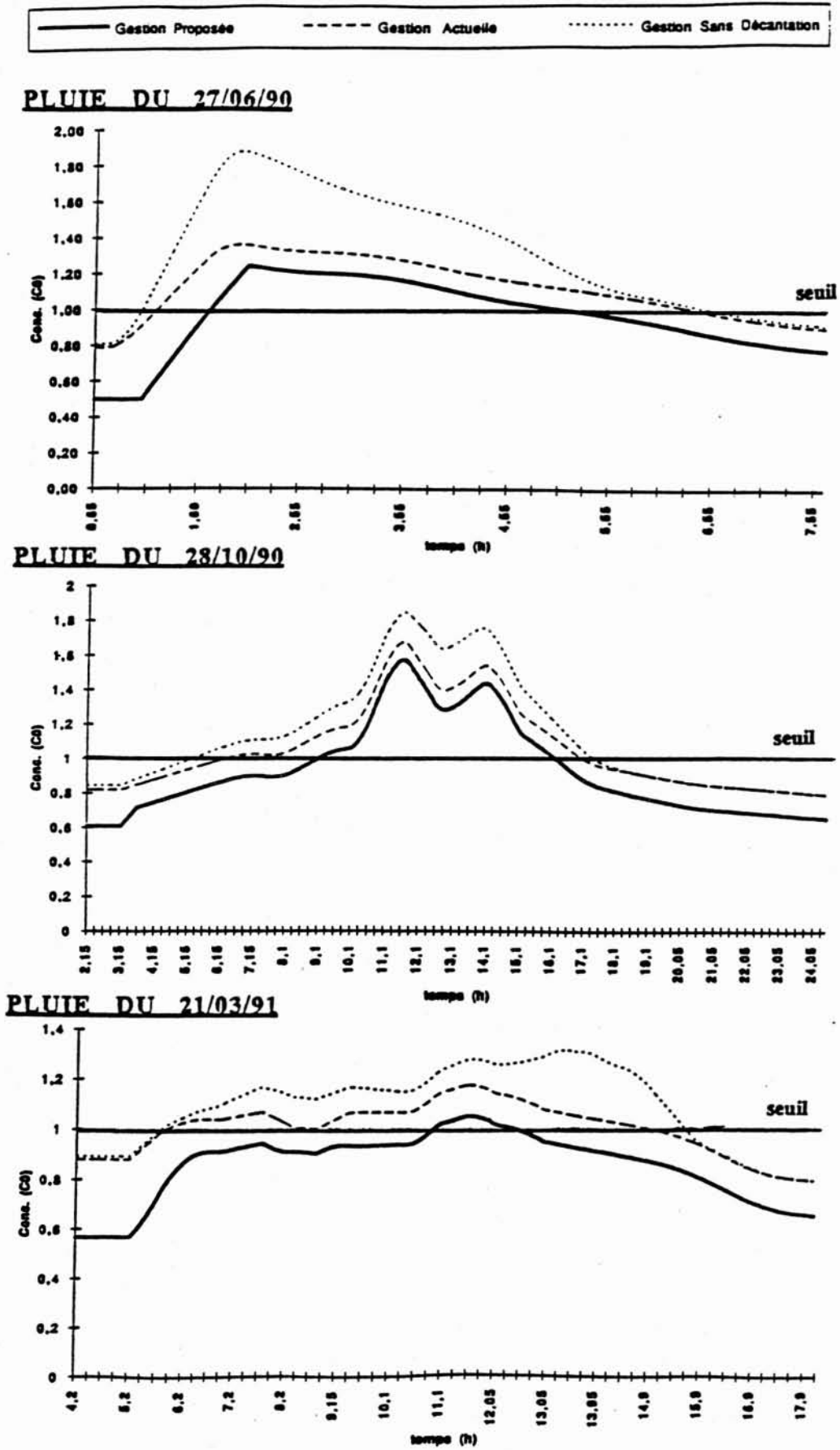


Figure 2 : Comparaison des différentes gestions.