

Exercice n° GE 0101 - Corrigé

Gestion des ressources en eau sur une petite commune du canton de Vaud – Possibilité de fonctionnement d'une micro-centrale hydraulique

Données de l'exercice :

- Caractéristiques actuelles de la gestion des eaux sur la commune de 1 550 habitants :
 - Exploitation d'un réservoir qui recueille l'eau de diverses sources situées en zone agricole pour l'alimentation en eau potable.
 - Exploitation du cours d'eau qui borde la commune pour l'irrigation de 40 ha de vergers (débit fictif continu pour l'irrigation : 1 l/s/ha).
- Plan d'extension à terme de la commune :
 - Augmentation de la population d'environ 800 habitants
 - Implantation d'une zone artisanale et industrielle - 300 équivalents habitants.
 - Installation d'une micro centrale électrique avec une prise en amont du village.
- Caractéristiques du cours d'eau qui borde la commune :
 - Hydrogramme moyen annuel pour la période 1986 – 1995 (figure 1- énoncé).
 - Courbe des débits classés établie sur la période 1986 – 1995 (figure 2- énoncé).
 - teneur en nitrates de l'eau de la rivière peut être considérée comme négligeable
 - l'eau de cette rivière est admise comme potable (à la clarification près).
- Teneur en nitrates admise pour les normes de santé : 40 mg/l,
- Consommation journalière d'un équivalent-habitant s'élève à 300 litres

Question 1. Contraintes légales liées à l'installation de la micro-centrale

⊙ Démarche à appliquer :

Pour estimer la quantité d'eau que pourrait exploiter la PME, il est avant tout nécessaire de passer par les étapes suivantes :

1. Identifier et quantifier les contraintes légales,
2. Proposer une / des solution(s) permettant de respecter les contraintes du point 1,
3. Estimer la quantité d'eau ainsi que les périodes durant lesquelles la PME pourrait exploiter la micro-centrale.

⊙ Résultats :

Première contrainte liée au prélèvement d'eau dans le milieu naturel. La première contrainte est d'assurer le débit résiduel minimal Q_{min} prévu par la « Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) » : ce débit résiduel est calculé d'après la valeur du débit atteint ou dépassé en moyenne 347 jours par an (Q_{347}) selon la relation suivante :

$$Q_{min} = 0.8 \cdot Q_{347}$$

D'après la figure 2-énoncé, le débit atteint ou dépassé en moyenne 347 jours par an est d'environ 66.2 l/s, soit d'après l'équation (1) un Q_{min} égal à **53.0 l/s**.

Deuxième contrainte liée au respect des normes concernant les teneurs en nitrates pour l'eau potable (40 mg/l).

Les sources de la commune étant exploitées à leur capacité maximale, la solution la plus simple est d'utiliser l'eau de la rivière (considérée comme potable à la clarification près) pour abaisser la concentration en nitrates, ceci après son mélange dans le réservoir avec l'eau provenant des sources. Il s'agit donc de réaliser un second prélèvement sur le débit du cours d'eau de la commune.

On peut alors calculer quelle est la quantité d'eau dont la commune a besoin pour satisfaire la demande en eau potable futur :

- La consommation journalière actuelle de la commune de 1550 habitants assurée par les sources « polluées » est de : $Q_1=1550*300=465 \cdot 10^3 \text{ l/j} = 5,4 \text{ l/s}$
- La consommation journalière supplémentaire prévue suite à l'extension de la commune devant être assurée par le cours d'eau « non pollué » : $Q_2=(800+300)*300=330 \cdot 10^3 \text{ l/j} = 3,8 \text{ l/s}$
- Consommation totale prévue : $Q_3= Q_1 + Q_2 = 9,2 \text{ l/s}$

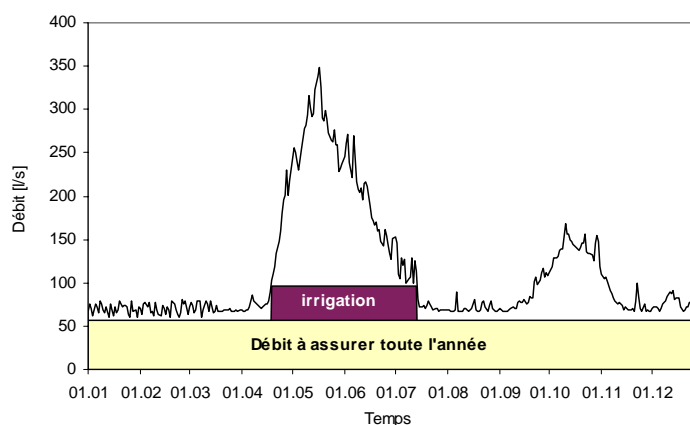
On peut alors voir si la contrainte liée au respect des normes concernant les teneurs en nitrates pour l'eau potable (40 mg/l) est vérifiée. L'eau potable parvenant aux habitants proviendra du mélange d'un débit de 3,8 l/s avec une teneur en nitrate négligeable et d'un débit de 5,4 l/s avec une teneur en nitrate de 60 mg/l. La teneur en nitrate de l'eau potable sera alors d'environ 35 mg/l soit inférieur à la norme de 40 mg/l.

On peut aussi faire le raisonnement dans l'autre sens en partant du calcul de la quantité d'eau à prélever nécessaire pour réduire de 20 mg/l la concentration dans le réservoir, puis ajouter la quantité d'eau qui manque pour satisfaire les besoins en eau de la population.

Question 2. Périodes de fonctionnement et débit moyen disponible

Afin d'estimer les périodes durant lesquelles la micro-centrale hydraulique pourrait fonctionner et quel serait le débit moyen disponible pour le turbinage, il est nécessaire de récapituler le bilan des apports et des prélèvements sur le cours d'eau :

Prélèvements sur le cours d'eau :
▪ Besoin en eau potable pour la population : 3,8 l/s toute l'année
▪ Débit minimum pour le cours d'eau : 53 l/s toute l'année
+
▪ Irrigation du verger de 40 ha : 1 l/s/ha = 40 l/s uniquement durant la période mi-avril à mi-juillet



Pour respecter à la fois les contraintes légales et les besoins en eau de la population, il faut que la rivière possède **durant toute l'année** un débit égal ou supérieur à 57 l/s (53.0 + 3.8 l/s), ce qui est le cas en regardant la courbe des débits classés (Q_{365} valant 60.0 l/s) et l'hydrogramme moyen. On constate également que les 40 l/s pour l'irrigation des vergers sont aussi possible **durant la période mi-avril à mi-juillet**.

En définitive la micro-centrale hydraulique pourrait fonctionner durant toute l'année mais avec des débits moyens très variables suivant la période de l'année. La rentabilité économique d'une telle installation devra ensuite être étudiée en fonction notamment de son coût (construction et entretien) et de la charge disponible pour le turbinage.