

Exercice n° GE 0102

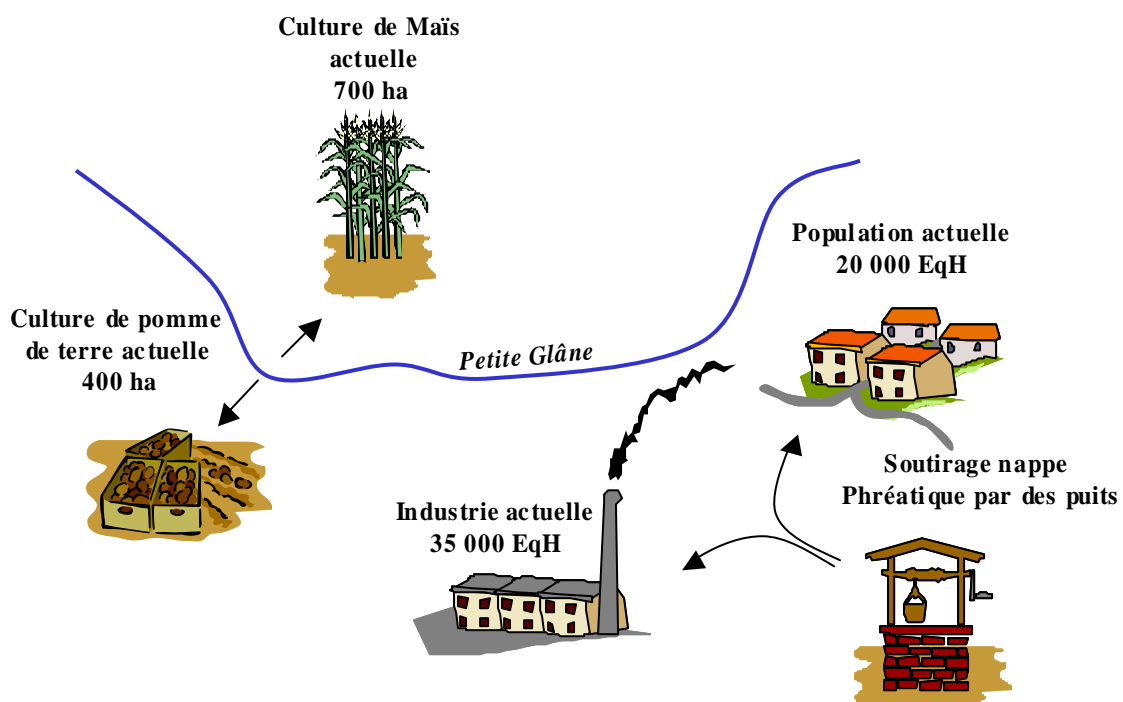
Gestion des ressources en eau pour le district de Payerne (VD) – Bilan de l'offre et de la demande actuelle et future

Avant propos :

Les autorités politiques du district de Payerne (VD) souhaitent établir un nouveau plan de gestion des ressources en eau, tant pour la situation actuelle que pour celle projetée d'ici 20 ans. La gestion des eaux devant se faire au niveau régional, des réunions préliminaires avec les autorités des autres districts de la Broye ont été organisées.

Il en découle les principes suivants pour la région de Payerne (cf figure ci-dessous) :

- Le prélèvement d'eau de surface, qui sert à l'irrigation, se fera uniquement dans la Petite-Glâne, rivière située à 3 kilomètres au nord-ouest de Payerne,
- Seules les cultures de pommes de terre et de maïs seront irriguées,
- Le captage dans la nappe phréatique servira pour les besoins domestiques et industriels prioritairement,
- Le soutirage dans la nappe phréatique ne devra pas dépasser une valeur de $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le district de Payerne,
- La consommation journalière par Equivalent-Habitant s'élève à 300 litres.



Questions

A l'aide des informations disponibles on vous demande de répondre aux questions suivantes :

Question 1. Pour la situation actuelle, identifier et quantifier les besoins en eau pour l'agriculture et la population.

Question 2. Pour la situation actuelle, déterminer le nombre de puits permettant de satisfaire les besoins en eau du district. Identifier et quantifier les possibilités d'offre en eau (nappe et rivière).

Question 3. Comparer offre/demande et estimer la quantité d'eau ainsi que les périodes durant lesquelles l'irrigation est possible pour la situation actuelle.

Question 4. Pour la situation future, estimer l'accroissement du nombre d'hectares pouvant être irrigués (soit maïs, soit pommes de terres).

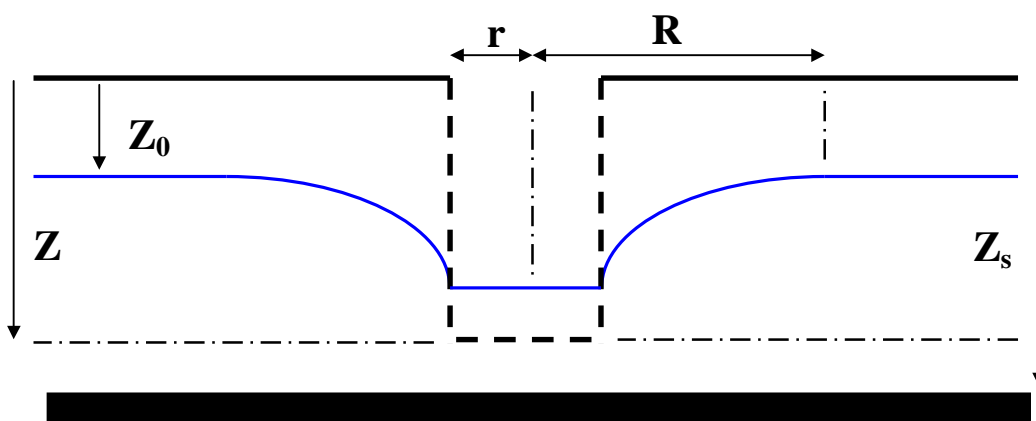
Donnée de l'exercice :

Les données nécessaires à la réalisation de l'exercice sont :

- Le débit moyen annuel de la Petite-Glâne est de $0.99 \text{ m}^3/\text{s}$.
- La pluie efficace est prise égale à 90 % de la pluie totale. Dans cet exercice, le terme "pluie efficace" est pris au sens agronomique. Il est défini comme la fraction de l'eau des précipitations qui répond aux besoins en eau des cultures.
- Le soutirage dans la nappe phréatique se fera par des puits à fond et à parois latérales entièrement perméables (figure 1), conduisant à la formulation suivante du débit (formule de Vibert) :

$$Q = \pi \cdot K_s \cdot \frac{H \cdot h}{\text{Ln}(R/r)}$$

Q : débit de soutirage, en m^3/s
K_s : conductivité hydraulique à saturation, valant 0.003 m/s
H : puissance de la nappe ($H = z_s - z_0$), valant 10.0 m
h : hauteur entre le toit de la nappe phréatique et le fond du puits ($h = z - z_0$), valant 5.0 m
R : rayon d'action du puits, valant 100.0 m
r : rayon du puits, valant 1.0 m



z_0 : profondeur de la nappe
 z : profondeur du fond du puits
 z_s : profondeur du substratum imperméable
 R : rayon d'action du puits
 r : rayon du puits

$H = z_s - z_0$: puissance de la nappe
 $h = z - z_0$

Figure 1 : Puits à fond et parois latérales entièrement perméables

- L'efficience du réseau d'irrigation (aspersion, couverture intégrale) est prise égale à 0.8.
- La profondeur racinaire du maïs est de 0.8 mètre, alors que celle des pomme de terre est de 0.4 mètre.
- Les besoins en eau d'une culture sont estimés en multipliant la valeur de la demande climatique ET_0 par un coefficient cultural K_c dépendant du stade de cette culture.]
- L'irrigation est requise lorsque la réserve facilement utilisable RFU est épuisée ($RFU = 0$). La notion de réserve facilement utilisable correspond à la quantité d'eau du sol en dessous de laquelle une plante flétrit (i.e. c'est la dose pratique d'arrosage à ne pas dépasser par apport une fois le plein du sol effectué). La RFU est exprimée en mm. Le calcul de la RFU se fera en prenant les valeurs suivantes :
 - Capacité de rétention du sol $\theta_{max} = 0.23 \text{ m}^3/\text{m}^3$,
 - Humidité au point de flétrissement permanent $\theta_{fp} = 0.15 \text{ m}^3/\text{m}^3$,
 - La réserve facilement utilisable RFU est égale aux $2/3$ de la RU . Elle est considérée à son maximum à la fin de l'année précédente.
 - La réserve utile (RU) correspond à la capacité de rétention du sol (le volume d'eau que le sol est susceptible d'absorber). Ici, on prendra $RU = \text{profondeur racinaire} \times (\theta_{max} - \theta_{fp})$.

- Equivalents-Habitants présents et futurs, surfaces irriguées

	Population [EqH]	Industrie [EqH]	Culture maïs [ha]	Culture pomme de terre [ha]
Situation actuelle	20'000	35'000	700	400
Situation future	25'000	50'000	à déterminer	à déterminer

- Evolution mensuelle des précipitations, des débits et de la demande en eau des cultures

Paramètres	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Unité
pluie moyenne	59	52	57	63	91	98	83	88	86	85	59	68	[mm]
écart-t. pluie	37	31	32	38	35	48	28	41	54	41	34	30	[mm]
coef. Pardé*	1.3	1.69	1.46	1.11	0.78	0.72	0.61	0.61	0.63	0.72	1.11	1.26	[-]
K_c maïs	0.1	0.1	0.1	0.3	0.6	0.9	1.2	1.2	0.4	0.1	0.1	0.1	[-]
K_c pdt	0.1	0.1	0.1	0.5	0.85	1.2	1.2	0.7	0.1	0.1	0.1	0.1	[-]
moy. ET₀	19	26	55	77	106	123	143	125	79	43	22	19	[mm]
écart-t. ET₀	5	5	9	14	19	12	16	14	11	7	4	5	[mm]

* Coefficient de Pardé : rapport entre le débit mensuel moyen et le débit annuel moyen

- Une feuille de calcul Excel à compléter est disponible dans le fichier « GE0102_feuillecalcul.xls ».

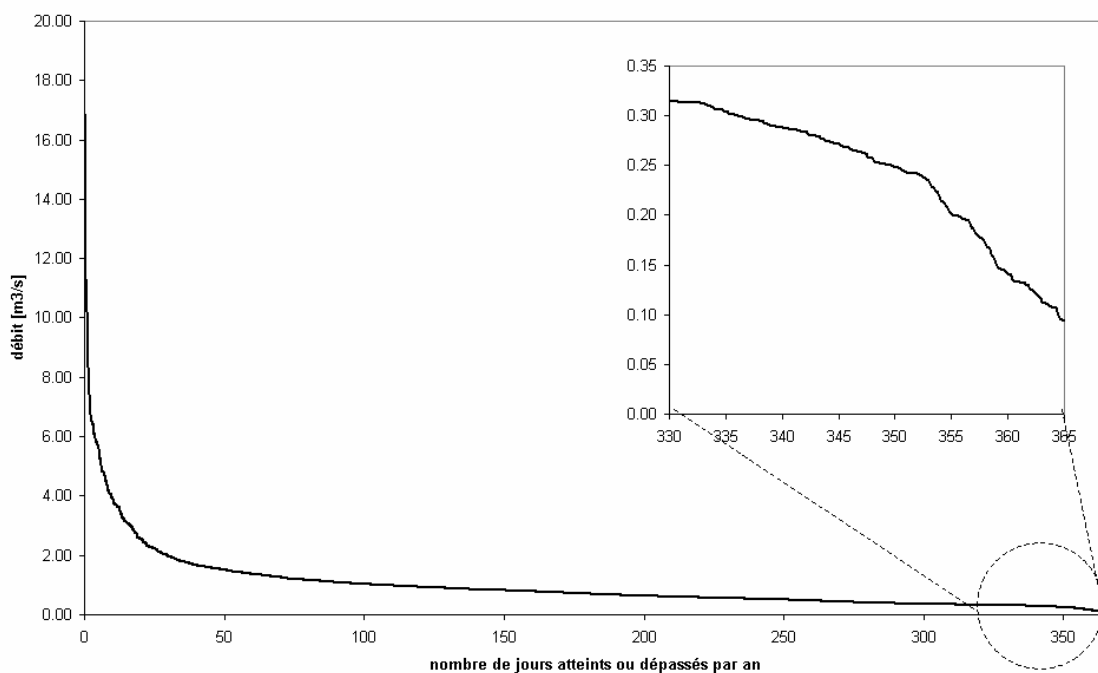


Figure 2 : Courbe des débits classés de la Petite-Glâne
(coordonnées suisses 566'490 / 194'420) – Période 1985 – 1990

Définition du débit résiduel minimal en fonction du débit Q_{347} selon la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux)

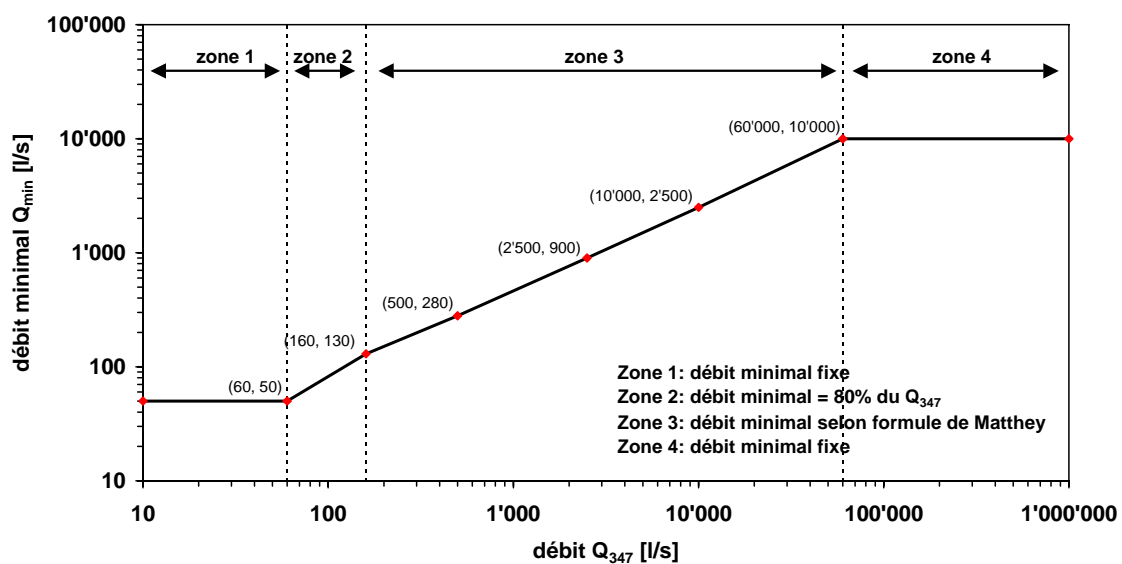


Figure 3 : Définition du débit résiduel minimal en fonction du débit Q_{347} selon la Leaux