

Chapitre-1

Evaluation des besoins en eau de consommation

1- Généralités :

1.1- Introduction :

La molécule d'eau pure est constituée par deux atomes Hydrogène et un atome Oxygène soumis à des liaisons covalentes.

On trouve l'eau sur terre sous trois états (gazeux, liquide et solide) et elle se trouve engagée dans un mouvement permanent d'évaporation et de précipitation. Sur terre l'eau véhicule pratiquement toutes les substances se trouvant à la surface et à l'intérieur de la croûte terrestre, donc on peut dire que dans une eau naturelle il existe des traces de tous les corps ou le produit de leurs dégradations, ces substances se présentent sous trois formes à savoir en suspension, colloïde ou dissoute.

1.2- L'eau potable :

On dit qu'une eau est potable lorsqu'elle présente des caractéristiques physiques (saveur, odeur, couleur, limpidité, température etc.), chimiques (minéralisation, Ph, dureté, tous les éléments chimiques) et bactériologiques (germes pathogènes pouvant indiquer que l'eau est contaminée) admises par les normes nationales et internationales.

1.3- Historique :

Les grands établissements humains ne pouvaient initialement se développer que là où l'eau douce de surface était abondante, comme près des rivières ou des sources naturelles. Tout au long de l'histoire, les gens ont mis au point des systèmes pour faciliter l'arrivée de l'eau dans leurs communautés et leurs foyers.

- Mésopotamie : tuyaux d'égout en argile vers 4000 avant notre ère.
- la Perse : Le système Qanat et Kariz remonte à plusieurs siècles et à des milliers d'années (3000ans avant notre ère).
- L'Egypte ancienne : réseau de tuyaux en cuivre (2400 ans avant notre ère).

- La Chine ancienne : Les Chinois néolithiques ont découvert et fait un usage intensif des eaux souterraines forées en profondeur pour boire (1046-771 avant JC).
- la civilisation de la vallée de l'Indus : La civilisation de la vallée de l'Indus en Asie montre les premières preuves de l'approvisionnement public en eau (vers 2350 avant notre ère).
- La Grèce ancienne : L'ancienne civilisation grecque de Crète, a été la première civilisation à utiliser des conduites souterraines d'argile pour l'assainissement et l'approvisionnement en eau (18ème siècle avant JC).
- Empire romain : L'Empire romain avait une plomberie intérieure, c'est-à-dire un système d'aqueducs et de tuyaux qui se terminaient dans les maisons et aux puits et fontaines publics à l'usage des gens (46 avant JC).
- Monde islamique : La jurisprudence islamique en matière d'hygiène, qui remonte au 7ème siècle, comporte un certain nombre de règles élaborées. Taharah (pureté rituelle) consiste à effectuer des wudu (ablutions) pour les cinq salah quotidiennes (prières), ainsi qu'à effectuer régulièrement du ghusl (bain), ce qui a conduit à la construction de bains publics à travers le monde islamique. L'hygiène des toilettes islamiques nécessite également un lavage à l'eau après avoir utilisé les toilettes, pour la pureté et pour minimiser les germes.
- Afrique de l'Est postclassique.
- Mésoamérique classique et moderne.
- L'Europe médiévale.

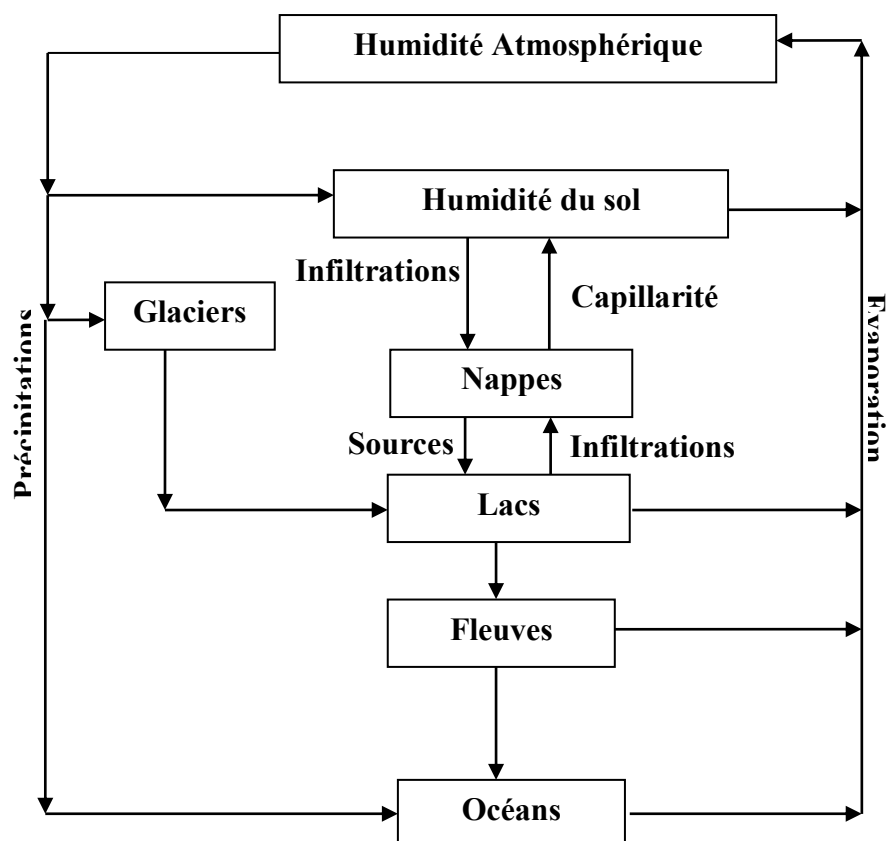
2- L'eau dans la nature :

2.1- L'eau sur terre :

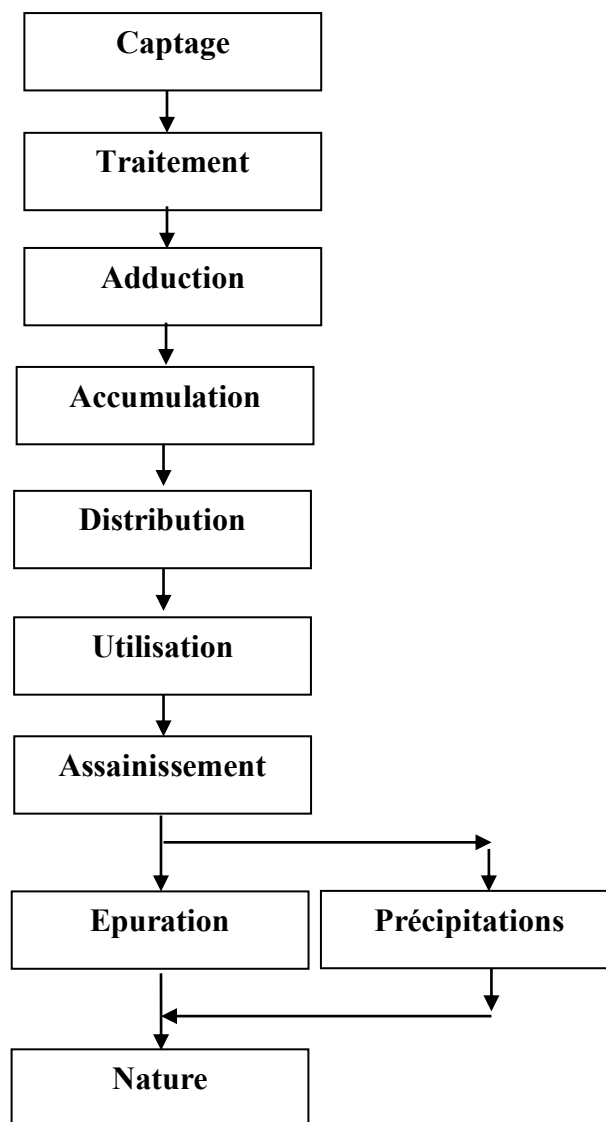
Toute l'eau qui existe sur terre est estimée comme suite :

N°	Désignation	Volume (km ²)	Volume (%)
01	Océans	1 348 000 000	97.39
02	Icebergs et Glaciers polaires	27 820 000	2.01
03	Nappes (Humidité du sol)	8 062 000	0.58
04	Lacs et rivières	225 000	0.019
05	Atmosphère	13 000	0.001
Total		1 384 120 000	100

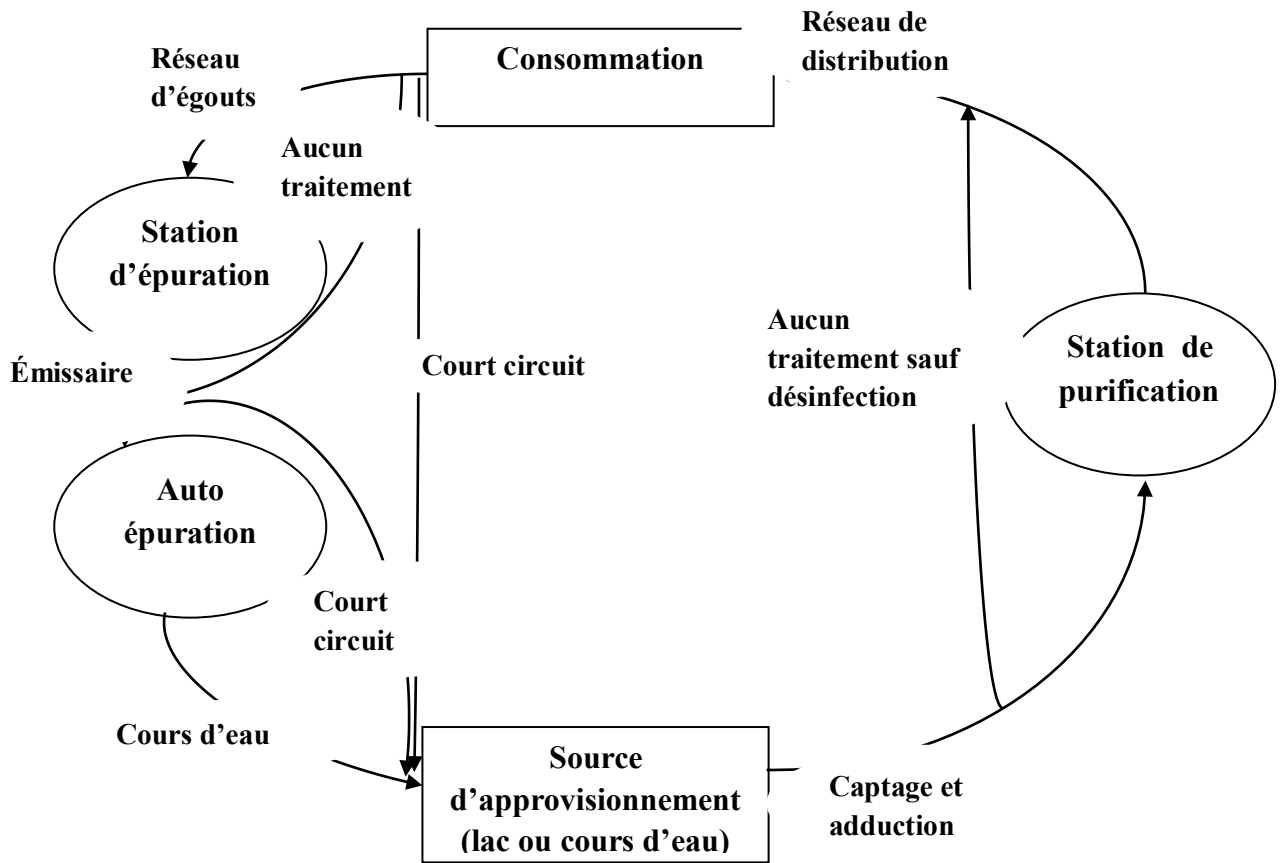
2.2- Cycle de l'eau dans la nature :



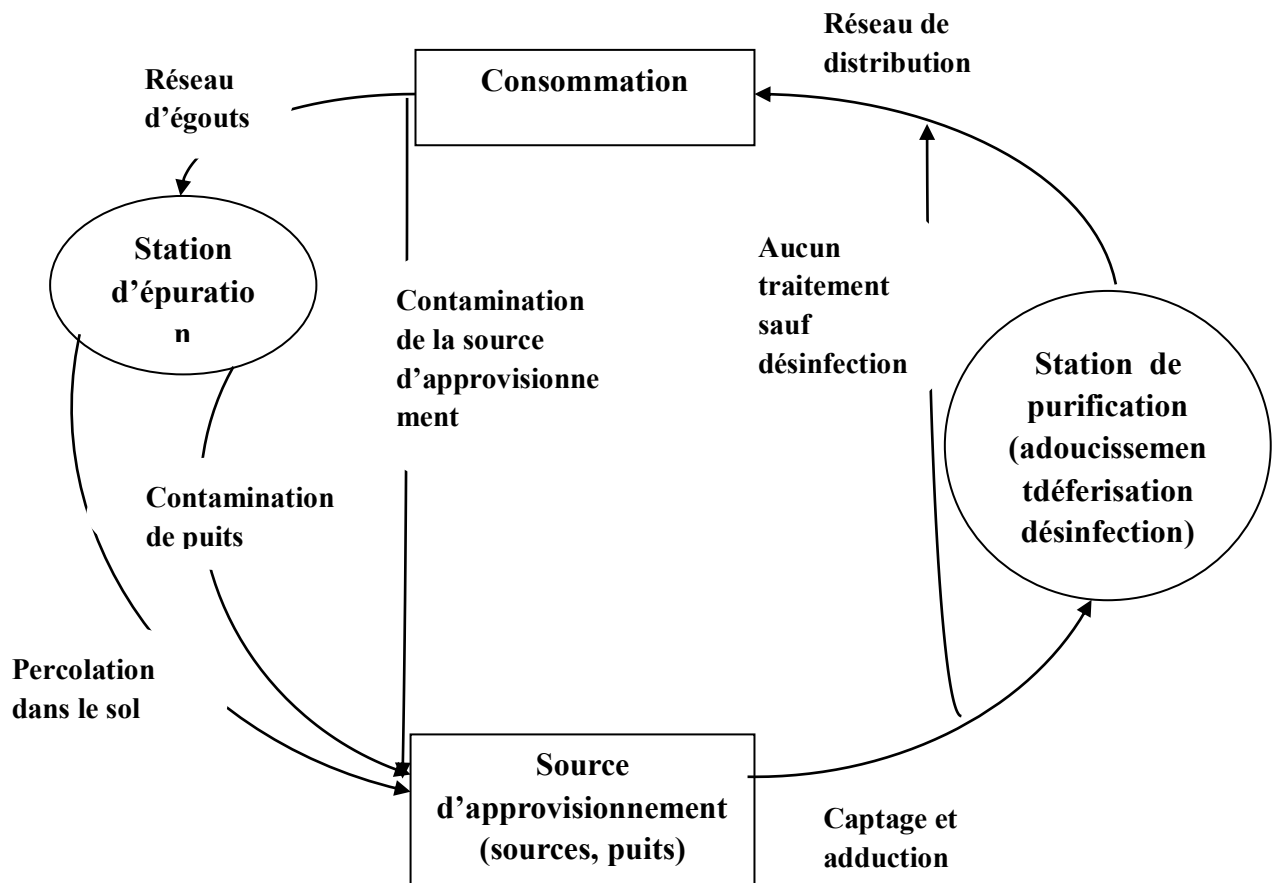
2.3- Cycle de l'hydraulique urbaine :



2.4- Cycle d'utilisation des eaux de surface :



2.5- Cycle d'utilisation des eaux souterraines :



3- origine des eaux de consommation :

2.1- eaux de surface :

Dans certains pays sont bien dotés en lacs naturels ou artificiels et en rivières, on utilise souvent ces eaux pour approvisionner les populations. Dans le cas de ces eaux, un traitement complet est indispensable pour les rendre potables.

2.2- Eaux souterraines :

Ces eaux proviennent des sources ou de puits et elles sont habituellement potable donc elles ne nécessitent qu'une simple désinfection avant d'être données à la consommation, parfois il est nécessaire de procéder à un adoucissement, une deferrisation etc....

2.3- Eaux de mer et les eaux saumâtres :

Le dessalement des eaux saumâtres en général reste très coûteux et ne peuvent constituer une solution sauf dans le cas d'absence totale des eaux douces.

4- Estimation des populations à desservir :

4.1- Introduction :

La réalisation des ouvrages hydrauliques doivent pouvoir répondre aux besoins de la population pendant une certaine durée d'utilisation, ce qui nous impose d'estimer la population futur à desservir pour un horizon choisi égal à la durée de vie des ouvrages projetés.

4.2- Durée d'utilisation :

La durée d'utilisation est fonction de l'analyse financière où il faut tenir compte de :

- Des investissements.
- Des coûts d'exploitation (main d'œuvre, énergie, produits chimiques ; etc.).
- Des taux d'intérêt.
- De la facilité avec laquelle on peut agrandir l'ouvrage ou lui ajouter des éléments.
- Des améliorations technologiques éventuelles à venir.

4.3- Durée d'utilisation de quelques ouvrages :

N°	Ouvrages	Durée d'utilisation (années)
01	Barrage et tunnel	50 à 75
02	Prise d'eau et conduite d'adduction	25 à 50
03	Station de traitement et réseau de distribution	25 à 50
04	Conduite de diamètre :	
	>300 mm	25 à 30
	≤300 mm	15à20
05	Station de pompage :	
	Structure	15à20
	pompe	5à10

4.4- Estimation de la population :

L'estimation de l'évolution de la population d'une agglomération à court, moyen et long terme se base sur des données historiques où l'on fait une extrapolation en utilisant une méthode qu'on juge adaptée à la situation. Parmi les méthodes utilisées on peut citer :

- Extrapolation graphique.
- Comparaison avec d'autres agglomérations.
- Croissance arithmétique.
- Croissance géométrique.

En général pour les agglomérations où le recensement se fait régulièrement, on emploie

l'équation suivante : $P_{\text{Future}} = P_{\text{Actuelle}}(1 + \tau)^n$

P_{Futur} : Population future.

P_{Actuelle} : population actuelle.

τ : taux d'accroissement de la population.

n : nombre d'années séparant l'horizon voulu et l'année présente.

5- Estimation des besoins en eau de consommation :

5.1- Introduction :

Le volume et le débit d'eau de consommation est variable en fonction de plusieurs facteurs (climat, habitudes sanitaires, les régions, usages etc.).

5.2- Consommation moyenne :

Le volume d'eau de consommation moyenne [volume/jour] est la somme de toutes les consommations majorée des pertes éventuelles sur le réseau.

➤ Consommation domestique :

La consommation domestique varie selon le pays et le degré de développement des populations.

$$C_{Dom} = P \times D$$

C_{Dom} : Consommation domestique.

P : Nombre d'habitants.

D : Dotation journalière.

On peut utiliser les dotations suivantes :

P (hab)	>100 000	20 000 à 100 000	2000 à 20 000	<2000
Dotation (l/j/hab)	300	200	150	100

La répartition de l'utilisation de l'eau dans une maison se répartie comme suite :

Désignation	Sanitaire	Toilette	cuisine	lessive	nettoyage	Arrosage du jardin	boisson	divers
Utilisation (%)	41	38	6	4	3	3	1	4

➤ **Consommation publique :**

Cette consommation concerne toutes utilisations dans les domaines commerciales, administratives, culturelles, sanitaires, éducatives etc.

Les dotations peuvent être prises sur le tableau suivant :

N°	Usages	Unité	Dotation (l/j/unité)
01	Aéroport	Passager	8 à 12
02	Centre commercial	Employer	40
03	Centre de vacances	vacancier	100 à 200
04	Cinéma ou théâtre	Siège	10 à 15
05	Ecole	Elève	50 à 200
06	Edifices à bureaux	Employer	60
07	Hôpital	Lit	Jusqu'à 600
08	Hôtel et pension	client	150 à 200
09	Magasin	Client	8
10	Restaurant	Siège	150
11	Café, bar	place	40
12	Station service	Automobile	40
13	Abattoir	Tête	500
14	lavoirs	Place	1200
15	Urinoir	Usager	25
16	Bain, douche	Utilisateur	200

➤ **Consommation industrielle :**

La consommation industrielle est estimée en fonction de la nature de l'industrie et en général chaque unité industrielle exprime ses besoins globalement en l/s.

Consommation de quelques types d'industrie :

N°	Type d'industrie	unité	Consommation (litres/ 1000 unités de produit fabriqué)
01	Aciérie	Kg	40 000 à 50 000
02	Raffinerie de pétrole	litre	1000 à 6000
03	Savon	Kg	1000 à 2500
04	Papier	Kg	10 000 à 100 000
05	Tannerie	Kg	1000 à 5000
06	Coton	Kg	80 000 à 300 000
07	Teinture	Kg	60 000 à 80 000

➤ Consommation agricole :

Cette consommation ne concerne que l'alimentation en zone rurales ou l'agro-alimentaire :

- Gros bétail : 50l/j/tête.
- Petit bétail : 5l/j/tête.
- Jardin et espace vert : 6 l/j/m² ± 50%.
- Fabrication de lait, beurre, fromage : 5 l/ litre de lait traité.
- Sucrierie : 100l/ Kg de sucre fabriqué.
- Bière : 20l/ litre de boisson fabriqué.

6- Variation des débits :

6.1- Introduction :

La consommation d'eau dans agglomération n'est jamais constante et elle varie suivant les saisons, les mois, les jours, les semaines et les heures donc le dimensionnement des

installations servant à l'alimentation en eau potable doit tenir compte du débit d'eau demandé à l'heure de pointe du jour de l'année où la consommation est maximale.

6.2- Débit moyen journalier :

$$C_{\text{moy.j}} = (C_{\text{Dom}} + C_{\text{equ}}) + \text{pertes} \quad [\text{m}^3/\text{j}]$$

$$Q_{\text{moy.j}} = \frac{C_{\text{moy.j}}}{86400} \quad [\text{l/s}]$$

Avec :/.

$Q_{\text{moy.j}}$: débit moyen journalier (l/s).

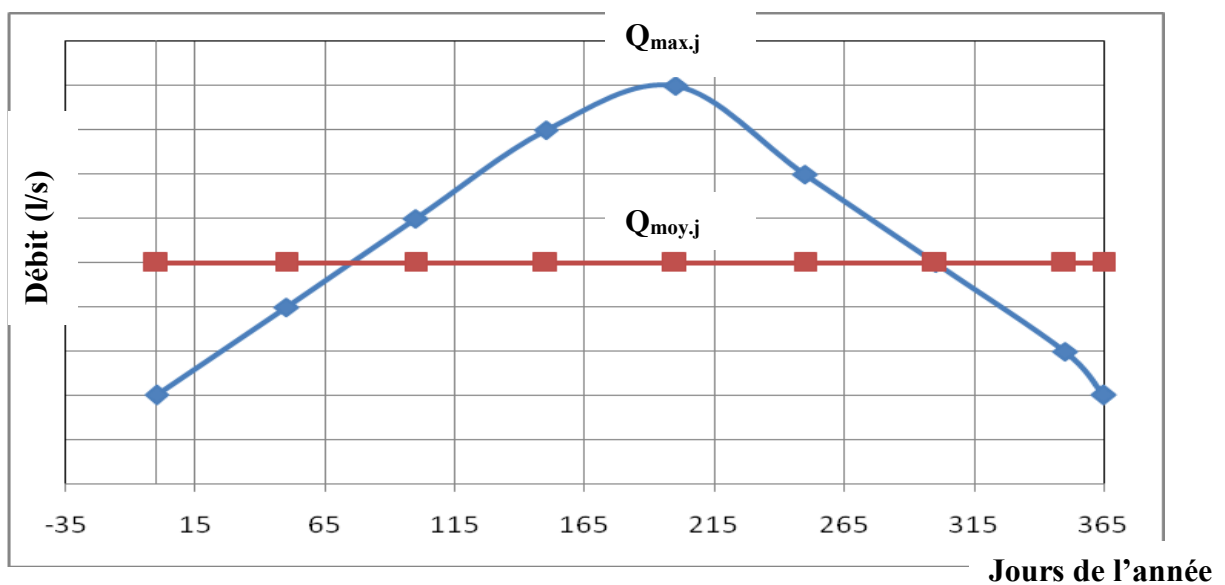
$C_{\text{moy.j}}$: consommation moyenne journalière (m^3/j).

Les pertes peuvent être estimées comme suite :

- Pertes < 25% si le réseau est bien entretenu.
- Pertes de 25% à 35% si le réseau est à entretien moyen.
- Pertes > 35 % si le réseau est mal entretenu.

6.3- Débit max. journalier :

La consommation est maximale pour une journée de l'année et le débit y correspondant servira à dimensionnement des ouvrages de captage et d'adduction.



Pour déterminer le débit max. journalier, il est fait usage d'un coefficient dit, coefficient max.journalier ($Q_{\max,j}$) et il est fonction du climat de la zone d'étude et de la nature d'activité de l'agglomération.

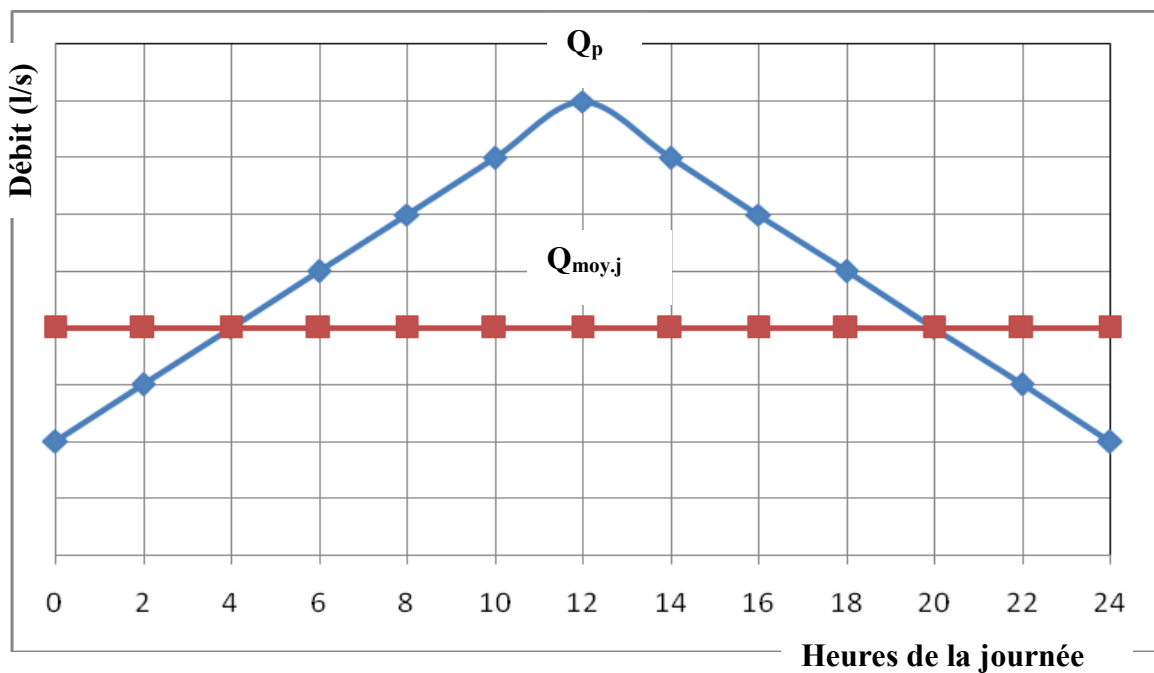
$$K_J = \frac{Q_{\max,j}}{Q_{\text{MOY},J}}$$

Et

$$1.10 \leq K_j \leq 1.30$$

6.4- Débit de pointe :

Le débit de pointe est le débit maximum qui serait enregistré durant une heure de la journée de l'année où la consommation serait maximale.



Le calcul du débit de pointe est effectué en se basant sur le débit moyen journalier et en faisant usage d'un coefficient de pointe (K_p)

$$K_p = \frac{Q_p}{Q_{\text{moy},j}}$$

Le coefficient de pointe est fonction de l'importance de l'agglomération, du régime de travail et du degré d'équipement du confort et du niveau de vie.

Pour choisir la valeur du coefficient de pointe on peut employer :

- **1^e méthode (France)**

$K_p=3$ communes rurales.

$K_p=2.4$ Villes ordinaires.

$K_p=2.0$ Agglomérations importante.

- **2^{eme} méthode (ex. URSS)**

$$K_p = K_j \cdot K_h$$

K_j - coefficient max. journalier.

K_h – coefficient Horaire

Avec

$$K_h = \alpha_{\max} \cdot \beta_{\max}$$

$$1.20 \leq \alpha_{\max} \leq 1.40$$

$$0.40 \leq \alpha_{\min} \leq 0.60$$

Et la valeur de β_{\max} et β_{\min} sont déterminés à partir du tableau suivant :

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000	≥ 100000
β_{\max}	2.00	1.80	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.15	1.10
β_{\min}	0.10	0.10	0.10	0.20	0.25	0.40	0.50	0.60	0.70