

**TABLEAU 1 : FREQUENCES D'INONDATION**

LIEU	FREQUENCE D'INONDATION
Zones rurales	1 tous les 10 ans
Zones résidentielles	1 tous les 20 ans
Centres-villes, Zones industrielles ou commerciales - risque d'inondation vérifié - risque d'inondation non vérifié	1 tous les 30 ans
Passages souterrains routiers ou ferrés	1 tous les 50 ans

**Remarque** : la fréquence d'inondation indiquée par la norme serait donc le seuil séparant le niveau 3 du niveau 4 cité au paragraphe précédent, c'est-à-dire celui au-delà duquel on quitte le domaine de l'assainissement pour entrer dans celui des risques majeurs.

L'introduction de cette norme dans les Marchés publics est prévue par l'article R.2111-4 du Code de la Commande Publique (CMP). Le maître d'ouvrage a toute latitude pour en préciser son application, voire édicter des prescriptions différentes.

## 2 B - Conception des réseaux

### 2 B.1 - REJETS URBAINS

**Par temps sec**, les eaux usées urbaines ont des caractéristiques qualitatives et quantitatives variables mais assez reproductibles d'un cycle journalier à l'autre, sauf cas particulier (activité industrielle prédominante par exemple).

**Par temps de pluie**, les eaux qui transitent dans les réseaux unitaires ont généralement des caractéristiques spécifiques différentes de celles des eaux usées et des eaux pluviales strictes.

Des exceptions sont possibles, mais on observe le plus souvent :

- une teneur en Matière En Suspension (MES) minérales supérieure à celle des eaux usées de temps sec, associée à une meilleure aptitude à la décantation. La pollution de temps de pluie est majoritairement particulière ;
- une biodégradabilité moins bonne que celle des eaux usées de temps sec ;
- une concentration en DBO5, azote et phosphore inférieure à celle des eaux usées de temps sec.

De fortes variations des concentrations sont souvent observées au cours d'un même événement pluvieux. Mais il est maintenant admis que la notion de premier flot d'orage, si elle est statistiquement vraie en moyenne (50 % de la masse de polluants généralement transportés dans les premiers 30 % du volume total) est un phénomène insuffisamment marqué pour construire a priori une stratégie efficace de lutte contre la pollution des rejets de temps de pluie.

Toutefois, stocker les premiers flots rejetés lors d'événements pluvieux permet généralement de collecter des effluents très concentrés, ce qui peut être une mesure efficace si l'ouvrage est en dérivation sur le collecteur, car on va ainsi conserver puis traiter un flux polluant maximal pour le volume de rétention disponible.

Les différences de composition entre les eaux rejetées par temps de pluie par plusieurs déversoirs d'orage d'un même réseau d'assainissement peuvent être importantes. La variabilité des concentrations selon les événements est cependant plus forte encore. La mesure de 10 à 12 événements pluvieux au moins est nécessaire pour en avoir une approche significative.

## 2 B.2 - PARAMÈTRES DE LA POLLUTION

Ce sont essentiellement :

### **Matières organiques et oxydables**

Origine : pollution urbaine (excréments, matières végétales...) et éventuellement activités industrielles (agro-alimentaire) ou agricole.

Paramètres : DCO, DBO5, COD ou NKJ.

Impacts principaux : consommation d'oxygène pour la biodégradation en éléments simples - désoxygénation des milieux récepteurs.

### **Nutriments (azote et phosphore)**

Origine : matière organique et apports spécifiques (détergents, lessives, engrais).

Paramètres : différentes formes de l'azote (NKJ, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>) et du phosphore (P04, P total).

Impacts principaux : facteur d'eutrophisation et risque de toxicité aiguë par l'azote ammoniacal, présent dans les rejets urbains bruts.

### **Substances indésirables**

Origine : activités diverses (industrie, artisanat, hôpitaux...) et ruissellement des eaux de pluie sur les surfaces imperméabilisées.

Paramètres : métaux lourds (plomb, mercure, cadmium), hydrocarbures (en particulier HAP, potentiellement cancérigènes), solvants, pesticides, etc..

A rechercher de préférence dans les matières en suspension fines, dans les sédiments ou dans certains tissus des organismes vivants.

Impacts principaux : effets cumulatifs sur les plantes et les organismes vivants (maladies, perturbation de la reproduction, mort).

### **Bactéries et virus**

Origine : humaine ou animale.

Paramètres : ceux des analyses bactériologiques.

Impacts principaux : propagation de maladies infectieuses.

### **Matières en suspension**

Origine : érosion et lessivage des surfaces - remise en suspension des dépôts en réseau.

Paramètres : MES.

Impacts principaux : colmatage des fonds - transport de substances indésirables qui s'adsorbent sur les fines.

## **2 B.3 - ORIGINE ET COMPOSITION DES EAUX USÉES URBAINES (TEMPS SEC ET TEMPS DE PLUIE)**

### **→ Eaux usées urbaines de temps sec**

C'est un mélange d'eau usée domestique et de divers déversements dans le réseau d'assainissement urbain avec des eaux parasites.

La production d'eau usée domestique est variable mais assez reproductible sur un cycle journalier, toutes choses égales par ailleurs. Il existe cependant des cas particuliers tels que les stations touristiques en saison (variation brutale et importante de la population sur une courte période) ainsi que les réseaux d'assainissement urbains qui reçoivent une part importante de rejets industriels.

La production d'eaux usées observée par temps sec continue bien évidemment pendant le temps de pluie.

### **→ Sources de pollution des eaux de pluie**

Les eaux de pluie constituent l'essentiel des eaux de ruissellement. Avant d'arriver dans les réseaux, elles se chargent de pollution en deux étapes, dans l'atmosphère puis lors du ruissellement sur les surfaces.

### **Pollution atmosphérique**

Elle est due aux gaz, poussières et vapeurs (industrie, transport, chauffage...) présentes dans l'atmosphère. Les eaux de pluie n'arrivent pas pures au sol.

**TABLEAU 3 : INTERVALLE DE VARIATION DES PRINCIPAUX PARAMETRES DE LA POLLUTION DE LA PLUIE**

pH	4 à 7
DCO	20 à 30 mg/l
NH4+	0 à 1,5 mg/l
S04	2 à 35 mg/l
Ca	0,5 à 2 mg/l
Na	0,5 à 2 mg/l
Zn	0,02 à 0,08 mg/l
Pb	0 à 0,15 mg/l

La part de la pollution atmosphérique dans la pollution globale apportée par les eaux pluviales est estimée à 20 - 25 % sauf pour ce qui concerne les métaux lourds où elle semble encore plus importante.

### Apports liés au ruissellement

Le phénomène de ruissellement commence après mouillage de la surface (de l'ordre de 0,5 mm de pluie) qui ne se traduit pas par un écoulement.

Les eaux de ruissellement sont chargées des éléments suivants :

- pollution atmosphérique ;
- éléments solubles déposés sur les sols imperméables ;
- particules arrachées et entraînées par la force érosive des écoulements.

En zone urbaine, les principaux types de substances déposées sur les surfaces imperméables ont les origines suivantes :

- pollution liée au transport : hydrocarbures, particules de pneus... ;
- déchets organiques divers : déjections animales, résidus des marchés, consommation en plein air ;
- déchets minéraux divers : terre des chantiers, produits de déneigement, usure mécanique des surfaces... ;
- érosion des matériaux routiers et de construction (béton, peinture, toiture et zinguerie).

On constate donc que les eaux de ruissellement, avant même de pénétrer dans un réseau d'assainissement, peuvent contenir une charge non négligeable de pollution.

### Dépôts en réseau

Des dépôts sont présents dans tous les réseaux, avant, pendant et après la pluie. En réseau unitaire, on peut distinguer les dépôts de temps sec, dont les caractéristiques peuvent être voisines de celles des effluents domestiques, et des dépôts de temps

de pluie, à dominante plus minérale. Les tronçons à faible pente et les ouvrages de retenue sont particulièrement exposés au risque de formation de dépôt.

Il est important de prendre en compte le fait que les phénomènes en cause ne sont pas seulement physiques (sédimentation et érosion), mais également chimiques et biologiques. En temps sec, le réseau se comporte comme un bioréacteur : une partie importante des matières organiques facilement biodégradables (pouvant atteindre 50 % de la DBO5) est dégradée dans le réseau lui-même. Cette biodégradation se traduit par la formation d'un biofilm qui va être érodé pendant les périodes pluvieuses. Ce biofilm semble également jouer un rôle important dans la rétention de certaines substances indésirables (métaux lourds en particulier).

En réseau pluvial, le développement de biofilms peut aussi être observé, en particulier lorsque des opérations régulières de nettoyage des rues ou des espaces publics apportent des matières organiques.

#### Dépôts de temps sec

D'une manière globale, les faibles pentes associées aux petits débits génèrent des dépôts importants lors des périodes de temps sec. Une fraction de la pollution de temps sec se dépose donc dans le réseau et peut être remise en suspension totalement ou partiellement lors d'une pluie qui va générer un débit et des vitesses d'écoulement suffisamment importantes.

***La quantification de ces dépôts de temps sec, remis en suspension lors de la pluie, est difficile.***

L'azote étant essentiellement présent sous forme dissoute, ce paramètre de la pollution est peu concerné par les dépôts en réseau.

Une classification des dépôts dans les réseaux d'assainissement a été proposée par CRABTREE (G.B. 1989) et confirmée au moins partiellement par les observations réalisées par CHEBBO et AHYERRE sur les réseaux d'assainissement dans le quartier du Marais à Paris.

Ils distinguent :

- les sédiments grossiers non cohésifs, essentiellement minéraux, qui constituent l'essentiel des dépôts dans les collecteurs (présence de matières organiques inférieure à 10 %) ;
- les sédiments fins et organiques qui se déposent en couche fine, souvent à la surface des sédiments précédents (matières organiques évaluées à 50 %). Cette couche principalement composée de matières organiques d'origine humaine est facilement remise en suspension lorsque les vitesses d'écoulement augmentent ;
- les biofilms qui recouvrent les parois dans la zone de marnage de temps sec (matières organiques évaluées à 60 %).

### Dépôts de temps de pluie

Les périodes de pluie sont la cause de dépôts importants de matières en suspension à fortes vitesses de chute (donc très minérales), entraînées par le ruissellement dans les zones de tranquillisation et au pied des seuils.

Lorsque l'on cherche à évaluer les flux déversés en temps de pluie, il est difficile de faire la part entre les dépôts antérieurs, remis en suspension par la pluie et les dépôts dus à la pluie elle-même. En effet, des phénomènes de reprise de dépôts ont lieu lorsque les vitesses d'écoulement augmentent en cours d'événement pluvieux.

En réseau, on assimile la reprise de la pluie précédente en début d'événement aux dépôts éventuels en fin d'épisode pluvieux. Le flux entrant est en moyenne voisin du flux sortant.

L'hypothèse demande à être confirmée du fait que ces dépôts sont plutôt minéraux, alors que les paramètres de la pollution sur lesquels on travaille sont usuellement les matières organiques et l'ammonium.

### Qualité bactériologique des rejets

Les rejets urbains de temps de pluie contiennent une charge bactériologique non négligeable. Ce type de contamination a peu d'effets connus sur le milieu aquatique. En revanche, c'est une cause de perturbation pour certains usages de l'eau par l'homme, comme la potabilisation de l'eau et la baignade.

**TABLEAU 4 : TENEURS EN COLIFORMES FECAUX DANS LES REJETS URBAINS\***

	Type de milieu	Coliformes fécaux pour 100 ml
D'ANDREA et MAUNDER, 1993 ; Toronto	Égout, temps sec	$10^4$ à $3.10^4$
	Déversoir d'orage	$10^6$
	Ruissellement	$10^4$ à $10^6$
WHITELEY et al., 1993 ; Ontario	Ruissellement	$10^3$ à $10^4$
SIM et al., 1993 ; Sydney	Ruisseau urbain récepteur en temps sec	$10^3$ à $3.10^4$
	Ruisseau urbain récepteur en temps de pluie (des surverses d'orage)	$5.10^4$ à $10^5$
ELLIS et WU, 1994 ; Londres	Déversoirs d'orage	$3.10^3$ à $3,6.10^6$
ASHLEY et DABROWSKI, 1994; Dundee	Réseau unitaire, temps sec	$10^4$ à $2.10^7$
	Réseau unitaire, temps de pluie	$2.10^4$ à $2.10^8$
HART et WALLER, 1993 ; Canada	Eau de ruissellement, quartier résidentiel	$10^3$ à $4.10^3$

\* Présenté par CHEBBO, MOUCHEL, SAGET et GOUSAILLE dans TSM, Spécial eaux pluviales, novembre 1995

### Éléments comparatifs des concentrations

Le tableau 5 suivant extrait de l'Encyclopédie de l'Hydrologie Urbaine [B. CHOCAT] donne des ordres de grandeur usuels des concentrations habituellement mesurées selon la nature de l'eau.

**TABLEAU 5 : ORDRE DE GRANDEUR DES CONCENTRATIONS EN MG/L.**

Paramètres de pollution	Eaux usées	Eaux de ruissellement	Eaux unitaires
MES	400 à 800	200 à 1000	200 à 1000
DCO	600 à 1000	100 à 500	100 à 1000
DBO5	400 à 600	40 à 150	100 à 500
Azote ammoniacal	45 à 90		10 à 30

Par ailleurs, en ce qui concerne les flux produits par unité de temps, les comparaisons entre apport d'eaux usées et d'eau pluviales sur une même zone peuvent être très variables, ce qui n'est pas sans incidence vis-à-vis des impacts éventuels sur les milieux récepteurs.

Le tableau 6 suivant, tiré de COTTE (ENPC) porte sur deux sites en région parisienne (Les Ulis et Maurepas).

**TABLEAU 6 : COMPARAISON ENTRE EAUX RUISSELEES (ER) ET EAUX USEES (EU) AVANT EPURATION.**

Paramètres de pollution	Base annuelle	Base journalière	Base horaire
MES	ER = EU/2	ER = EUx2	ER = 50xEU
DBO5	ER = EU/27	ER = EU/6	ER = 4xEU
DCO	ER = EU/9	ER = EU/2	ER = 12xEU
Azote organique et ammoniacal	ER = EU/27	ER = EU/7	ER = 3,5xEU
Phosphore total	ER = EU/27	ER = EU/10	ER = 2,5xEU

Le tableau 7 ci-après, extrait de l'Encyclopédie de l'hydrologie [B. CHOCAT] donne des ordres de grandeur des masses moyennes annuelles de pollution à l'aval de bassins versants unitaires et pluviaux.

**TABLEAU 7 : MASSES MOYENNES ANNUELLES DE POLLUTION (en kg/ha imperméable)**

Paramètres de pollution	Collecteurs unitaires	Collecteurs pluviaux
MES	1000 à 2000	1000 à 2000
DCO	1000 à 2000	1000 à 2000
DBO5	800 à 1500	100 à 500
Hydrocarbures	5 à 80	4 à 35
Plomb	0,7 à 2,2	0,6 à 1,8

### → Impacts des rejets urbains sur les milieux récepteurs

Ces impacts sont l'ensemble des conséquences directes ou indirectes des rejets sur le milieu naturel et les espèces qui y vivent et sur les usages que l'homme en fait.

Les rejets sont susceptibles de perturber le fonctionnement de l'écosystème, voire de l'altérer. Ils en modifient la cinétique d'évolution. L'impact d'un rejet particulier peut ainsi être défini comme la part spécifique de responsabilité de ce rejet dans la modification du milieu par comparaison entre l'état observé et une situation de référence, sans rejet.

On peut identifier deux perceptions différentes de la qualité des milieux naturels, de leur dégradation et donc de l'impact d'un rejet.

**La perception écologique** est relative à l'équilibre général de l'écosystème, et notamment de la biocénose. On considère que le milieu est de bonne qualité si son état est voisin d'un état naturel de référence, souvent difficile à définir.

**La perception environnementaliste** de la qualité considère le milieu comme l'environnement de l'homme. Le milieu naturel doit être adapté aux usages que l'homme veut en faire : production d'eau potable, baignade, pêche, etc. Le milieu sera donc considéré comme dégradé si sa qualité rend difficile, voire impossible, un usage souhaité.

Dans le cadre d'une démarche d'approche de l'assainissement des agglomérations qui prend en compte le milieu naturel, la perception environnementaliste est retenue parce qu'elle est en pratique plus simple à utiliser pour évaluer et quantifier l'impact d'un rejet sur un milieu récepteur.

L'élément le plus usuellement utilisé est la mesure de certaines caractéristiques de la qualité de l'eau pour des paramètres significatifs représentatifs à la fois de la pollution urbaine et des impacts sur le milieu ou les usages de l'eau.

Mesurer l'impact d'un rejet (ou d'un ensemble de rejets relativement voisins) sur un milieu aquatique consiste à comparer la différence entre l'état du milieu perturbé par le rejet et l'état hypothétique du milieu en l'absence du rejet (mais néanmoins soumis aux apports diffus).