



les eaux usées urbaines
réglementation des rejets urbains
traitement de finition par géoépuraton

B. Méot
Z. Alamy

août 1990
R 31 588

SOMMAIRE

	<u>Page</u>
RESUME	1
INTRODUCTION	2
I - <u>RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	3
I.1. Les eaux usées urbaines et la réglementation des rejets	3
I.1.1. <i>Les eaux usées urbaines</i>	3
I.1.2. <i>Les rejets - La réglementation</i>	6
a) Code permanent environnement et nuisances	6
b) Circulaire environnement du 4/11/1980	15
c) Qualité requise des eaux destinées à la baignade	16
d) Niveaux de qualité	18
I.2. Les traitements des eaux usées urbaines et leur finalité	21
I.2.1. <i>Le traitement physico-chimique</i> <i>(sens large)</i>	22
a) Le pré-traitement	22
b) La décantation primaire	22
c) Le traitement physico-chimique (sens strict)	22
I.2.2. <i>Le traitement biologique</i>	25
a) Le lit bactérien	28
b) Les boues activées	28
c) Le lagunage	31
d) L'infiltration-percolation	32
e) La méthanisation	34

	<u>Page</u>
<i>I.2.3. Le traitement tertiaire</i>	39
a) L'épandage - l'irrigation	40
b) La désinfection	41
c) L'infiltration-percolation	41
<i>I.2.4. Principales combinaisons d'épuration envisageables</i>	43
I.3. Rejet en zone littorale	44
II - LE PROJET : LA GEOEPURATION	50
II.1. Finalité de ce type de traitement	50
II.2. Ses avantages et inconvénients	50
II.3. Caractérisation d'un effluent secondaire ...	51
<i>II.3.1. La turbidité</i>	<i>52</i>
<i>II.3.2. Les matières en suspension</i>	<i>52</i>
II.3.3. La DCO	52
<i>II.3.4. Les composés azotés</i>	<i>52</i>
<i>II.3.5. Les composés phosphorés</i>	<i>53</i>
<i>II.3.6. Les analyses bactériologiques</i>	<i>53</i>
II.4. Présentation et réalisation du pilote de Géoépuration	55
CONCLUSION	57
BIBLIOGRAPHIE	58
ANNEXES	

LISTE DES FIGURES

	<u>Page</u>
Figure 1 : Carte de la qualité des cours d'eau	12
Figure 2 : Tâches administratives et techniques pour réaliser une station d'épuration	20
Figure 3 : Le traitement physico-chimique	23
Figure 4 : Le pré-traitement	24
Figure 5 : Schéma d'une station d'épuration biologique	27
Figure 6 : Lit bactérien	29
Figure 7 : Le traitement par boues activées	30
Figure 8 : Le lagunage	33
Figure 9 : La méthanisation	34
Figure 10 : Les cultures libres	36
Figure 11 : Les cultures fixées	37
Figure 12 : La caractérisation d'un effluent secondaire	54

LISTE DES TABLEAUX

	<u>Page</u>
Tableau 1 : Caractéristiques des eaux résiduaires urbaines	5
Tableau 2 : Qualité requise des eaux de baignade	16
Tableau 3 : Conditions d'exemption d'autorisation de rejet	17
Tableau 4 : Les niveaux de qualité	18
Tableau 5 : Valeurs des paramètres déterminant les niveaux de qualité	19
Tableau 6 : Charges admises par filière de traitement	26
Tableau 7 : Combinaisons d'épuration	43

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1** : Une station d'épuration des eaux usées
- Annexe 2** : Plan de la station d'épuration d'Orléans-la-Source
- Annexe 3** : Echantillonneur automatique
- Annexe 4** : Dosages des échantillons :
- 4.1 - La demande biologique en oxygène
 - 4.2 - La demande chimique en oxygène
 - 4.3 - Les nitrates
 - 4.4 - Les nitrites
- Annexe 5** : Minéralisateur DIGESDAHL pour dosage de l'azote total Kjeldahl
- Annexe 6** : Schéma de fonctionnement d'un bassin d'infiltration d'Orléans-la-Source
- Annexe 7** : Schéma de l'alimentation automatisée
- Annexe 8** : Procédés d'épuration des eaux usées urbaines
- Annexe 9** : Capacité d'auto-épuration des cours d'eau
- Annexe 10** : Dilution
- Annexe 11** : Arrêté du 13 Mai 1975 fixant les conditions dans lesquelles les avis préalables doivent être recueillis avant la délivrance d'une autorisation de rejet
- Annexe 12** : Circulaire du 10 Juin 1976, relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs.

SIGLES

BRGM	:	Bureau de Recherches Géologiques et Minières Avenue de Concyr - B.P. 6009 45060 - ORLEANS CEDEX 2
CUST	:	Centre Universitaire des Sciences et Techniques (Université Blaise Pascal - CLERMONT-FERRAND II) Rue des Meuniers - B.P. 206 63174 - AUBIERE CEDEX
Unité log	:	Unité logarithmique
MES	:	Matières En Suspension
MO	:	Matière Organique
DCO	:	Demande Chimique en Oxygène
DBO₅	:	Demande Biologique en Oxygène (à 5 jours)
N-NTK	:	Azote total Kjeldahl
DDASS	:	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DDE	:	Direction Départementale de l'Equipement
DDA	:	Direction Départementale de l'Agriculture
AFB	:	Agence Financière de Bassin
SATESE	:	Service d'Assistance Technique aux Exploitants des Stations d'Épuration
GEPIC	:	GEOépuration Par Infiltration Contrôlée.

RESUME

Ce rapport constitue une synthèse bibliographique des documents et rapports parus à ce jour sur les eaux usées urbaines, leurs traitements en station d'épuration et la réglementation concernant leur rejet (d'après le Code Permanent Environnement et Nuisances).

Il a pour objet de présenter les différents traitements subis par les eaux usées urbaines lors de leur épuration avant rejet dans le milieu naturel :

- le pré-traitement de l'effluent brut (menant à l'obtention d'un effluent primaire) : dégrillage, déshuilage et désablage ;
- le traitement de l'effluent primaire par voie physico-chimique et/ou biologique ;
- le traitement secondaire.

Cependant, ces procédés classiques n'aboutissent qu'à une épuration moyenne des eaux usées. Les performances atteintes sont de l'ordre :

- d'une réduction de 60 à 75 % des Matières En Suspension (MES) ;
- d'une réduction de 60 à 90 % de la DBO₅ ;
- d'une réduction très faible des germes pathogènes (1 à 2 unités logarithmiques seulement) ; et
- d'une réduction faible des composés azotés et phosphorés.

Il est donc nécessaire de faire appel à des traitements de finition des effluents en sortie de station d'épuration.

La Géoépuration sur bassin-pilote utilisée en tant que traitement tertiaire (de finition) permet d'obtenir :

- une réduction de 100 % des MES ;
- une réduction de 99 à 99,9 % des germes pathogènes (2 à 3 unités.log.) ;
- une réduction de plus de 90 % de la Matière Organique (MO) ;
- une réduction de 100 % des composés phosphorés et 50 % des composés azotés.

INTRODUCTION

Dans le contexte actuel, les niveaux de pollution du milieu naturel augmentent de façon inquiétante. Il est donc nécessaire de mettre au point des systèmes de traitement poussé des eaux usées urbaines et industrielles.

Ce rapport rend donc compte :

- de la législation sur les eaux usées ;
- d'une synthèse bibliographique sur le traitement de ces eaux usées avant rejet dans le milieu naturel ;
- de la place de la géoépuration en traitement de finition des eaux usées urbaines (traitement tertiaire) parmi les différentes techniques existantes ;
- d'un début d'étude, sur site pilote à Orléans-la-Source, du traitement tertiaire des effluents par géoépuration.

I - RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Depuis l'entrée en vigueur de la "loi sur l'Eau" en 1964, la réglementation concernant l'utilisation de l'eau et l'exploitation des ressources en eau n'a cessé d'évoluer. Qui plus est, l'eau se transforme peu à peu en un enjeu de première importance pour le devenir économique et social de notre société.

I.1. Les eaux usées urbaines et la réglementation des rejets

I.1.1. Les eaux usées urbaines

Ces eaux résiduaires sont collectées et acheminées, en général, vers les stations d'épuration affectées à chaque communauté urbaine pour les traiter avant leur rejet final. De nos jours, lois et décrets définissent des seuils de pollution des eaux, de flux de pollution après épuration, etc., afin de prévenir toute contamination du milieu en aval du rejet.

Ces eaux usées ont trois origines, essentiellement :

- eaux météoriques,
- eaux d'usages industriels,
- eaux d'usages domestiques.

Elles constituent un effluent brut dont la composition varie suivant :

- la taille de la communauté urbaine d'origine,
- les habitudes alimentaires et d'hygiène des individus,
- le lieu géographique étudié,
- le réseau d'eaux usées urbaines utilisé :

- . séparatif : contient des eaux usées et des eaux pluviales dans deux réseaux séparés,
- . unitaire : contient tous types d'effluents (d'où grande dilution).

Remarque : le réseau d'eaux usées urbaines n'est pas étanche et peut servir de drain à la nappe phréatique ou aux eaux parasites (eaux pluviales en cours d'infiltration).

Néanmoins, il est établi une composition moyenne des effluents bruts (qui sera fonction aussi des cycles jour-nuit des rejets urbains) d'un réseau séparatif :

- éléments grossiers : excreta humains, ordures, scories, etc.,
- eaux ménagères : lessives, urines, etc.,
- eaux vannes.

Cependant, on préfère définir des paramètres plus constants et faciles à déterminer lors de la caractérisation de ces eaux résiduaires :

- Matières En Suspension (MES) = 70 g/équivalent hab.
≈ 200 à 500 mg/l
- Demande Chimique en Oxygène (DCO) ≈ 800 à 1000 mg/l
(Annexe 4.2)
- Demande Biologique en Oxygène (DBO₅) = 40 à 70 g/équivalent hab.
(Annexe 4.1) ≈ 150 à 400 mg/l
- pH ≈ 7 à 7,5
- Composés azotés (Annexes 4.3, 4.4 et 5) :
 - . Azote Kjeldahl = 12 à 14 g/équivalent hab.
≈ 30 à 80 mg/l
 - . Azote ammoniacal ≈ 10 mg/l
 - . Azote minéral (NO₂- et NO₃-) = 0
- Composés phosphorés = 3 g/équivalent Hab.
≈ 7 à 20 mg/l
(proviennent à 50 % des fèces humaines et à 50 % des lessives).

Il est établi également les volumes moyens d'eaux résiduaires rejetés par habitant et par jour d'après l'importance des agglomérations étudiées :

- si agglomération < 10.000 usagers : débit = 80 à 150 l
par jour et par hab.
- si agglomération comprise entre 10.000 et 50.000 usagers : débit = 150 à 250 l
par jour et par hab.
- si agglomération > 50.000 usagers : débit = 250 à 500 l
par jour et par hab.

Ces effluents vont être acheminés vers une station d'épuration des eaux usées urbaines suffisamment dimensionnée pour minimiser les risques de pollution.

Tableau 1

CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES URBAINES

	Par usager et par jour	Journalières
Volume	80 à 500 l	-
Matières en suspension	50 à 70 g	200 à 500 mg/l
Matières oxydables (DBO ₅)	40 à 70 g	150 à 400 mg/l
Rapport $\frac{DCO}{DBO_5}$	-	2,5
pH	-	7 à 7,5
Azote total (N-NTK)	12 à 14 g	30 à 80 mg/l
Autres formes azotées (Nitrates, Nitrites)	-	0
Phosphore total	4 g	7 à 20 mg/l
Charge bactériologique (coliformes fécaux par 100 ml)	10 ⁷ à 10 ⁸	-

Remarque :

- Si $\frac{DCO}{DBO_5} = 3$: Charge organique bien biodégradable
- Si $\frac{DCO}{DBO_5} > 3$: Charge organique mal biodégradable (DCO résiduelle non-biodégradable : industries chimique, pharmaceutique, cosmétique)

I.1.2. Les rejets - La réglementation

a) Code permanent environnement et nuisances

SECTION II

Les interdictions générales de rejets

40 Définition des interdictions. - Par interdictions générales, il y a lieu d'entendre celle de déverser un quelconque produit, une quelconque substance, solide ou liquide, dans les eaux superficielles ou souterraines ou d'exercer certaines activités telles que le lavage des véhicules et de tous engins à moteur, la vidange d'huile de moteurs à proximité de cours d'eau, lacs, étangs, canaux et nappes alluviales (*Règl. san. dép., art. 90** ; v. aussi en rubrique « DÉCHETS ») et en ce qui concerne spécialement les détergents, huiles et lubrifiants à la présente rubrique n° 100 et 101.

La réglementation des parcs nationaux interdit notamment les rejets polluants pour les eaux (*Décr. n° 61-1195 du 31 oct. 1961* modifié, v. ce texte en rubrique « Protection de la nature »*).

Pour les sanctions pénales réprimant les interdictions indiquées ci-après, v. Tableau des sanctions pénales, n° 221.

41 La protection des intérêts piscicoles.

a) Cette protection est essentiellement le fait de l'article 407* du Code rural (v. n° 207 et s.) qui punit d'amende et, le cas échéant, de prison, le déversement dans les cours d'eau de substances quelconques dont l'action ou les réactions ont détruit le poisson ou nuï à sa nutrition, à sa reproduction ou à sa valeur alimentaire.

b) Le rejet ou le déversement dans les cours d'eau non domaniaux de matières nuisibles « à la conservation du poisson » est interdit (v. n° 43).

42 La protection des cours d'eau appartenant au domaine public. - Il est interdit de jeter dans le lit des rivières et canaux domaniaux ou sur leurs bords des matières insalubres ou des objets quelconques, ni rien qui puisse embarrasser le lit des cours d'eau ou canaux ou y provoquer des atterrissements.

Cette interdiction vise notamment les déversements d'effluents pollués qu'ils soient effectués directement dans un cours d'eau ou un canal domanial, navigable ou non, par un bateau ou un ouvrage implanté sur le domaine public fluvial, ou indirectement dans un fossé ou une dépendance quelconque de ce domaine.

Celui qui contrevient à ces dispositions est passible d'une amende dite « de grande voirie », appliquée par le Tribunal administratif (*C.E. 29 juin 1979**) et il doit en outre remettre les lieux en état ou, à défaut, payer les frais de la remise en état d'office par l'administration. Cette dernière mesure peut être imposée, par exemple, lorsque les matières en suspension présentes dans les eaux déversées auront provoqué des dépôts dans le cours d'eau (*C. Dom. Pub. Fluv. art. 28* et Circ. du 2 août 1972**; *C.E. 10 mars 1976**).

43 La protection des cours d'eau non domaniaux. - Le règlement de police des cours d'eau non domaniaux (*Circ. n° 451 du 1^{er} juin 1906*) interdit « de jeter, de déverser ou de laisser écouler soit directement, soit indirectement, dans le lit des cours d'eau, des matières, des résidus, des liquides s'ils sont susceptibles d'occasionner des envasements ou de gêner l'écoulement des eaux, s'ils sont nuisibles par leur température ou leur nature à leur emploi aux usages domestiques ou à la conservation du poisson ».

44 La protection des eaux d'alimentation. - L'introduction de matières susceptibles de nuire à la salubrité publique dans l'eau des sources, des fontaines, des puits, citernes, conduites, aqueducs, réservoirs d'eau servant à l'alimentation publique est formellement interdite (*C. Santé Pub., art. L. 47**), sous peine d'amende ou de prison contraventionnelles. Si l'acte a été commis volontairement, ces peines sont correctionnelles et d'un montant plus élevé.

Il est également interdit de déverser dans les cours d'eau, lacs, étangs, canaux, sur leurs rives et dans les nappes alluviales toutes matières usées, tous résidus fermentescibles d'origine végétale ou animale, toutes substances solides ou liquides, toxiques ou susceptibles de constituer une cause d'insalubrité... et de communiquer à l'eau un mauvais goût (*Règl. san. dép., circ. 9 août 1978**, art. 90 : v. rubrique « DÉCHETS »).

SECTION III

Les lieux de baignade et natation

45 La protection des réseaux d'assainissement. – Il est interdit de déverser toute matière solide, liquide ou gazeuse susceptible d'être la cause directe ou indirecte soit d'un danger pour le personnel d'exploitation des ouvrages d'évacuation ou de traitement, soit d'une dégradation desdits ouvrages ou d'une gêne dans leur fonctionnement.

L'interdiction porte notamment sur le déversement d'hydrocarbures, d'acides, de cyanures, de sulfures, de produits radioactifs et, plus généralement, de toute substance pouvant dégager soit par elle-même, soit après mélange avec d'autres effluents, des gaz ou vapeurs dangereux, toxiques ou inflammables (v. *Règl. san. dép., art. 29-2**).

46 La protection des eaux souterraines. – Tout déversement d'eaux usées dans les puits est interdit (*Règl. san. dép., art. 10**).

Les puits perdus et les puisards destinés à recevoir des eaux usées sont également interdits (art. 50 * v. n° 102).

80 Les conditions d'ouverture. – Toute personne publique ou privée procédant à l'installation d'une piscine ou à l'aménagement d'une baignade pour un usage autre que familial doit désormais en faire la déclaration à la mairie du lieu de son implantation (*C. Santé Pub., art. L. 25-2**) selon les modalités précisées par l'arrêté du 7 avril 1981 *. Les piscines non couvertes sont dispensées de permis de construire (*C.U. art. R. 422-2**). Les normes physiques, chimiques et biologiques auxquelles doivent répondre leurs eaux ont été fixées par le décret n° 81-324 et l'arrêté du 7 avril 1981 * qui sont pris en application de la directive C.E.E. n° 76/160 du 8 décembre 1975 * relative aux eaux de baignade.

Le contrôle sanitaire des eaux est effectué par les laboratoires agréés dont la liste est fixée par arrêté, v. n° 34.

Sur les règles d'hygiène publique applicables aux piscines et baignades aménagées ou exploitées par des formations ou organismes du ministère de la Défense (v. *Arr. du 13 juill. 1983, J.O.N.C. du 25 août*).

Les piscines doivent comporter un certain nombre d'installations minimum. Les baignades en rivières, lacs, étangs ne peuvent être installées que dans les zones où la pollution est très faible ou moyenne. Sur les modalités que doit revêtir la surveillance des zones de baignade en eau douce (*Circ. du 30 juin 1980 BOSPSS n° 80/19190*). La distribution et la répartition des matières de vidange ne peuvent s'effectuer, là où elles sont tolérées, qu'à une distance supérieure à 35 m du lieu de baignade (*Règl. san. dép., art. 92**), les dispositions ne font pas obstacle aux pouvoirs généraux de police des maires qui peuvent interdire la baignade notamment en cas de pollution des eaux (*C.E. 28 nov. 1980*).

Un décret devra définir les normes auxquelles doivent satisfaire les baignades non aménagées, au sens de la directive européenne n° 76/160 du 8 décembre 1975 * concernant la qualité des eaux de baignades (*C. San. Pub., art. L. 25-5**).

81 Les contrôles. – Toute piscine ou baignade autorisée à recevoir du public doit faire l'objet d'un double contrôle portant sur le fonctionnement des installations et sur l'état des eaux. Un carnet sanitaire permet de s'assurer que les contrôles ont été effectués (*Arr. 7 avr. 1981** ; sur les sanctions, v. *art. 44 et s.* ; sur les types d'analyses à effectuer pour s'assurer de la qualité des eaux, v. *Décr. du 7 avr. 1981, art. 12 et annexe 1*). Sur les laboratoires agréés, v. n° 34.

SECTION II

Les rejets dans un réseau d'assainissement

69 **Qu'est-ce que l'assainissement ?** – L'assainissement a pour objet d'assurer l'évacuation des eaux usées et pluviales ainsi que leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement. « Tout service chargé de la collecte, du transport ou de l'épuration des eaux usées constitue un service d'assainissement » (*C. communes, art. R. 372-1 **).

Deux principes constituent le fondement de l'assainissement individuel ou collectif :

a) évacuer rapidement et sans stagnation, loin des habitations, tous les déchets d'origine humaine ou animale susceptibles de donner naissance à des putréfactions ou à des odeurs ;

b) éviter que les produits évacués puissent souiller, dans des conditions dangereuses, les eaux des nappes souterraines, cours d'eau, canaux, lacs et étangs et du littoral (notamment les eaux de baignade et de conchyliculture ; sur ce point, v. n° 182).

L'assainissement des agglomérations est réglementé par la circulaire du 10 juin 1976 * (v. n° 77 et 78) et l'assainissement des petites agglomérations rurales a fait l'objet de la circulaire du 15 juin 1976 * (v. n° 71), étant précisé que les normes techniques qu'elles édictent doivent prendre en compte l'arrêté du 20 novembre 1979 *.

70 **Les communes sont-elles tenues de disposer d'un réseau d'assainissement ?** – Il n'existe pas d'obligation générale (*C.E. 9 mars 1977, req. n° 00311*). Cependant :

– les lotissements et les ensembles d'habitation doivent, sauf dérogation, être desservis par un réseau d'égouts évacuant directement les eaux usées de toute nature (*C.U., art. R. 111-9 * et R. 111-11 **) ;

– dans les communes littorales, les zones d'urbanisation futures ne peuvent être urbanisées que sous réserve de l'existence ou du début de réalisation d'un équipement d'évacuation des effluents des futures constructions, installations ou aménagements. A défaut, elles ne peuvent être réalisées que si la zone précise que les autorisations d'occupation du sol ne pourront être délivrées que sous réserve d'un dispositif d'assainissement autonome adapté au milieu et à la quantité d'un effluent. Ces dispositions sont applicables à la délivrance des autorisations relatives à l'ouverture de terrains de camping et au stationnement des caravanes (*Loi n° 86-2 du 3 janv. 1986, art. 17, J.O. du 4*, v. n° 56 et 58).

– dans la mesure où les règles relatives à l'urbanisme et à la santé publique l'exigent, les terrains à bâtir doivent être notamment desservis par un réseau d'assainissement situé à proximité immédiate des terrains et de dimension adaptée à la capacité de construction de ces terrains. L'autorité qui délivre l'autorisation de construire peut exiger la réalisation et le financement de tous travaux nécessaires concernant le branchement des équipements publics qui existent au droit du terrain sur lequel ils sont implantés, et notamment aux opérations réalisées à cet effet en empruntant les voies privées ou en usant des servitudes (*C.U. art. L. 332-6.2° et L. 332-6.1.2° a et C. expr. pub., art. L. 13-15-11-1°*) ;

– dans les communes ayant un pourcentage de mortalité excessif, « si une enquête établit que l'état sanitaire de la commune nécessite des travaux d'assainissement, notamment qu'elle n'est pas pourvue d'eau potable de bonne qualité ou en quantité suffisante, ou bien que les eaux usées y restent stagnantes, le préfet, après une mise en demeure à la commune non suivie d'effet, invite le Conseil départemental d'hygiène à délibérer sur l'utilité et la nature des travaux jugés nécessaires » (*C. Santé Pub., art. L. 44 **).

71 **Les deux modes d'évacuation.** – L'évacuation peut être réalisée selon deux méthodes principales :

– dans le système unitaire : un seul réseau d'égout recueille à la fois les eaux ménagères, les eaux-vannes, les eaux pluviales (éventuellement les effluents industriels ; v. n° 128 et s.) ;

– dans le système séparatif : les eaux ménagères, les eaux-vannes (éventuellement les effluents industriels ; v. n° 128 et s.) sont reçues dans le réseau d'eaux usées proprement dit. Les eaux de pluie et de lavage des chaussées s'écoulent dans un autre réseau.

Des systèmes mixtes sont concevables, notamment des systèmes « pseudo-séparatifs ». Pour plus de détails sur le choix des méthodes d'évacuation, on se reportera à la circulaire du 10 juin 1976 * (chap. II).

Pour les communes rurales, des traitements simples et économiques sont conseillés et décrits par la circulaire du 15 juin 1976 *.

L'instruction jointe à la circulaire du 22 juin 1977 * rassemble les dispositions techniques qui doivent inspirer la rédaction des projets d'assainissement des agglomérations. Elle mentionne l'intérêt de l'informatique pour déterminer les conditions hydrauliques de fonctionnement ou le dimensionnement du réseau d'assainissement. Donnant des précisions sur les deux programmes de calcul ou de dessin adaptés par les soins de l'administration, elle a pour objet d'aider les collectivités locales à améliorer le fonctionnement des ouvrages mais ne doit toutefois pas les contraindre à l'emploi de tel ou tel procédé ou programme de calcul (*Circ. n° 79-69 du 13 févr. 1979, BOMET n° 236-79/9*).

77 Les déversements d'égouts dans le milieu récepteur sans traitement préalable.

a) Ils sont soumis aux mêmes interdictions générales que les déversements domestiques (v. n° 40 et s.) et industriels (v. n° 98 et s.).

b) Ils constituent des rejets visés par le décret n° 73-218 du 23 février 1973 *, qu'ils soient évacués dans les eaux superficielles, les eaux souterraines ou sur le sol (Pour les déversements des agglomérations littorales, v. n° 182). Au titre de la police des eaux, ils sont donc soumis à la réglementation générale décrite au chapitre V.

Les prescriptions techniques dépendent des caractéristiques de l'effluent (*Arr. du 20 nov. 1979 **, art. 2, 4 et 11) ; les différents niveaux de qualité minimale des rejets qui peuvent être autorisés, compte tenu de la nature des éléments polluants susceptibles d'être rejetés et des possibilités des techniques de leur élimination, ont été fixés par la circulaire du 4 novembre 1980 *. Les niveaux de qualité a), b), c), du premier groupe sont plus spécialement orientés vers des procédés permettant d'éliminer les matières en suspension, tandis que les niveaux de qualité d), e), f), à dominante biologique, correspondent à des procédés destinés à éliminer les matières oxydables. Les deuxième et troisième groupes correspondent à différents niveaux pouvant être fixés comme objectifs pour réduire les rejets de substances azotées et de substances phosphorées. Le choix de classes de niveaux sur les matières en suspension, matières oxydables, substances phosphorées ou substances azotées a été défini de façon qu'à une combinaison de ces objectifs puisse être associée, chaque fois, une filière de traitement.

c) L'autorisation délivrée au titre de la police des eaux ne dispense pas des autres autorisations éventuellement nécessaires (v. n° 104), notamment au titre de l'article 25 * du Code du domaine public fluvial, pour les travaux exécutés sur les cours d'eau domaniaux, et de l'article 112 * du Code Rural, pour les cours d'eau non domaniaux. Une coordination des procédures est cependant prévue (*Décr. n° 73-218 du 23 févr. 1973 **, art. 5 et 15).

78 Les déversements d'égouts après passage dans une station d'épuration. - La construction d'une station d'épuration par une commune n'est pas obligatoire mais le respect des conditions exigées par l'acte autorisant le déversement peut impliquer cette construction qui sera alors soumise aux textes énumérés ci-dessous et qui sont publiés en rubrique « PROTECTION DE LA NATURE ».

- Toute construction ou extension de la station est subordonnée à la délivrance d'un permis de construire (*C.U. art. L. 421-1 **), à l'exception des postes de relèvement du réseau d'assainissement (*C.U. art. R. 422-2 **). Le permis de construire est accordé sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales concernant notamment la salubrité publique (*art. R. 111-2 **).

De plus, lorsque la capacité de traitement de la station à construire ou à agrandir est égale ou supérieure à 10 000 habitants équivalents au sens du décret du 24 août 1961 *, sont exigées :

- une étude d'impact en application du décret n° 77-1141 du 12 octobre 1977 * (*Ann. III, 14° et Ann. IV 9°* ; v. aussi *C.E. 30 oct. 1987, Ass. pour la sauvegarde du littoral des communes de Crach et autres, req. n° 61 098*). Au dessous de ce seuil, une notice est seulement exigée (*T.A. Rennes, 11 juill. 1979 **). La circulaire du 10 mai 1979 * précise le contenu et la procédure de l'étude d'impact.

- une enquête publique, en application du décret n° 85-453 du 23 avril 1985 *, annexe 16.

L'effluent épuré doit obéir aux normes techniques fixées par l'arrêté du 20 novembre 1979, par la circulaire du 4 novembre 1980 * et par la circulaire du 10 juin 1976 * en ce qu'elle concerne les procédés et les conditions d'épuration.

Les précautions les plus sévères doivent être prises pour que l'ensemble de l'installation ne provoque aucune gêne dans son voisinage en raison des odeurs qui peuvent éventuellement se dégager, de fuites ou de toute autre cause.

Il importe, en particulier, de réserver autour des installations, et notamment des lits de séchage des boues, une bande de terrain d'une largeur de 50 m sauf si, sur une bande d'au moins 35 m, on peut établir une plantation dense de rangées d'arbres disposés en quinconce, constituée d'essence à feuilles persistantes. Ces dispositions n'ont cependant pas valeur réglementaire.

Dans les communes rurales, les installations d'épuration doivent être adaptées à la situation des collectivités et à la sensibilité du milieu récepteur et représenter un coût économique raisonnable (*Circ. du 15 juin 1976 **).

- Les conditions et la procédure des autorisations de déversement sont les mêmes que pour les rejets sans traitement préalable (v. n° 77).

- Les contrôles sont exercés par la Direction de l'action sanitaire et sociale et par le service de police des eaux chargé de vérifier le respect des autorisations de rejet dans les conditions indiquées ci-dessous au n° 119. Ces contrôles peuvent être étendus à l'environnement et au milieu récepteur.

Sur les prescriptions destinées à la prévention des risques du travail (risques toxicologiques et pathologiques) lors de la construction des stations d'épuration, v. note du ministre de l'Agriculture n° DIAME SAREQ n° 83/5012 du 30 mars 1983.

Sur le respect des modalités d'utilisation des boues, voir l'arrêté du 29 août 1988.

79 L'aide au bon fonctionnement des stations d'épuration. Dans la quasi-totalité des départements, des services d'assistance technique aux exploitants de stations d'épuration (S.A.T.E.S.E.) ont été créés. Ils étaient rattachés administrativement à un organisme ou à une Administration variable d'un département à un autre : D.D.A.S.S., D.D.A.F., Préfecture, Agence de bassin, etc.

Les missions des S.A.T.E.S.E. étaient doubles et concernaient d'une part, le contrôle des installations d'assainissement et, d'autre part, l'assistance technique aux collectivités locales. La décentralisation a entraîné pour certains S.A.T.E.S.E. rattachés notamment aux D.D.A.S.S. et D.D.A.F. leur transfert à l'État et leur a conféré exclusivement une mission de contrôle. Pour les départements concernées, la mission d'assistance technique, primordiale pour le bon fonctionnement des systèmes d'assainissement, pourra être exercé également par eux dans la mesure où des Conventions seront passées entre l'État et les Conseils généraux intéressés, ou lorsque ces derniers décideront de mettre en place un tel service.

La mission d'assistance technique proprement dite est assez large et doit partir sur l'examen du fonctionnement des stations d'épuration, le conseil aux exploitants et la formation permanente du personnel d'exploitation, l'assistance aux maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, l'aide à la mission de contrôle, les réseaux et les installations d'assainissement autonome (*Circ. CAB/DPP/SE.D n° 2375 du 12 août 1981 ** ; v. également *Circ. DGSH/POS/1.D/n° 4412 du 30 oct. 1981 et Circ. du 10 mars 1983 **).

Il peut fournir des informations à tous les services qui ont à connaître, à des titres divers, des conditions de fonctionnement des ouvrages d'épuration.

Le financement des S.A.T.E.S.E. est variable et fonction du rattachement à l'État ou aux Conseils généraux.

SECTION II

Les rejets directs dans les cours d'eau, canaux, lacs et étangs (eaux superficielles)

Sous-section 1

Réglementation au titre de la police des eaux

110 Quels sont les rejets concernés ? - Il s'agit des déversements, écoulements et jets directs susceptibles d'altérer la qualité de l'eau dans les cours d'eau, lacs et canaux domaniaux, et les cours d'eau non domaniaux (Décr. n° 73-218 du 23 févr. 1973 *, art. 9).

Ces rejets doivent être autorisés lorsqu'ils dépassent les seuils de nocivité définis, pour les cours d'eau, par l'article 3 et pour les canaux, lacs et étangs, par l'article 4 de l'arrêté du 13 mai 1975 * ou lorsque, comme on l'a dit (v. n° 105), la vocation ou la vulnérabilité du milieu récepteur l'exige.

Les rejets d'eaux pluviales canalisées recueillies dans les conditions définies par l'article 9 du même arrêté sont exemptés d'autorisation.

Sur tous ces points, on se reportera à la circulaire du 14 janvier 1977 *, exception faite des dispositions concernant les conditions techniques générales.

Pour les rejets émanant des installations classées, voir cette rubrique.

114 Les prescriptions techniques imposées par l'autorisation. - L'arrêté préfectoral définit les conditions techniques que doivent respecter les rejets pour tenir compte du degré de pollution des eaux réceptrices, des conditions d'utilisation de ces eaux, notamment l'alimentation en eau des populations, de leur aptitude à se régénérer naturellement, de la nécessité de préserver leur équilibre biologique (Décr. n° 73-218 du 23 févr. 1973 *, art. 13) et, le cas échéant, des objectifs de qualité (v. n° 4 et 115).

L'arrêté d'autorisation fixe un certain nombre de caractéristiques énumérées aux articles 2, 3, 4 et 11 de l'arrêté du 20 novembre 1979 *, qui peuvent être modulées selon les conditions saisonnières.

Pour la température et le pH, les effluents devront, en outre, répondre à des caractéristiques particulières pour des cours d'eau qui ont été désignés par arrêtés préfectoraux dans certains départements comme salmonicoles ou cyprinicos en application de la directive de la C.E.E. du 18 juillet 1978 (v. n° 4 et 116).

Les indicateurs définissant la qualité des rejets doivent être mesurables lors des contrôles techniques. Ils sont choisis en fonction des risques de pollution découlant des activités qui sont à l'origine des rejets.

Dans les cas où l'importance et la nocivité des rejets nécessitent la consultation par le préfet d'instances nationales et de bassin (v. n° 113), des prescriptions techniques particulières peuvent être imposées.

117 Le dispositif de rejet. - L'arrêté d'autorisation définit les conditions techniques que doit respecter le dispositif de rejet. Un certain nombre d'exigences doit être satisfait (Arr. du 20 nov. 1979 *, art. 9).

119 Les contrôles des déversements. - Ils peuvent être opérés :

- soit, lors de la visite de récolement (v. n° 118) ;
- soit, en application du décret n° 73-218 du 23 février 1973 *, à l'occasion de visites périodiques et, le cas échéant, inopinées prévues pour vérifier la qualité des rejets ;
- soit enfin, en vue de la constatation des infractions aux règles édictées pour lutter contre la pollution des eaux (Décr. du 15 déc. 1967 *).

Les contrôles sont à la charge du bénéficiaire de l'autorisation (Loi mod. du 16 déc. 1964 *, art. 6, al. 4). Ils sont effectués par des laboratoires agréés (v. n° 34), la procédure de contrôle étant contradictoire (v. Décr. n° 75-177 du 12 mars 1975 *). Pour un prélèvement non conforme aux prescriptions de ce décret, voir C.A. Paris 16 décembre 1982, Gentil, req. n° 3617. L'arrêté du 7 juillet 1983 * a fixé les conditions dans lesquelles doivent s'effectuer les opérations de contrôle des rejets et des eaux réceptrices.

Sanctions, v. n° 216.

Sous-section 1

Les rejets industriels

179 Réglementation au titre de la police des eaux. - Les rejets industriels sont soumis, soit à la réglementation applicable aux rejets des installations classées (v. n° 103 et rubrique « INSTALLATIONS CLASSÉES »), soit à la réglementation générale du décret n° 73-218 du 23 février 1973 * (v. n° 104 et s.).

Pour les dépôts effectués à proximité de la mer (v. n° 148 et s.).

Pour les rejets radioactifs liquides (v. n° 157 et s.).

Sous-section 2

Les autres rejets

180 Les rejets domestiques. - En principe soumis à autorisation au même titre que les autres rejets, ils en sont cependant souvent exemptés en application de l'arrêté du 13 mai 1975 * (art. 5), les seuils fixés par cet arrêté n'étant généralement pas dépassés par ce genre de rejet (v. également Circ. du 14 janv. 1977 *).

181 Les rejets agricoles. - Au titre de la police des eaux de mer, il n'existe pas de règles spécifiques aux rejets des installations agricoles si ces rejets proviennent d'installations classées. Si tel n'est pas le cas, ils sont soumis aux dispositions du décret n° 73-218 du 23 février 1973 * (v. n° 104). On se référera donc à la réglementation des rejets décrite au n° 179 à propos des rejets industriels.

182 Les rejets des agglomérations littorales. - Ils sont soumis à autorisation comme tout autre déversement (v. n° 176 et 179). Les conditions techniques sont définies par l'arrêté du 20 novembre 1979 * (art. 5), la circulaire du 10 juin 1976 * (v. n° 77) et l'instruction du 12 mai 1981 *.

Le rejet ne peut être autorisé qu'après un traitement approprié équivalant au moins à un traitement primaire, l'effluent ne devant pas affecter les zones sensibles que constituent les plages, baignades, gisements naturels de coquillages, parcs d'élevage et établissements conchylicoles.

Les ouvrages d'épuration littoraux et les dispositifs de rejet doivent répondre aux spécifications prévues par l'instruction du 12 mai 1981 *.

La consultation du Conseil supérieur d'hygiène publique de France est prévue par l'arrêté du 13 mai 1975 * et par le décret du 24 août 1961 * (v. T.A. Rennes, 18 févr. 1981 *).

Les services maritimes doivent être consultés dès lors qu'un rejet, effectué dans des eaux superficielles autres que les eaux de mer, peut également affecter la qualité de ces dernières (v. C.E. 2 févr. 1977 *, req. n° 96.474).

Dans les zones d'urbanisation future des communes littorales, l'urbanisation ne peut se faire que sous réserve de l'existence de traitement et d'évacuation des effluents conformes à la réglementation issue de la police des eaux ou de dispositifs autonomes (Loi « littoral » n° 86-2 du 3 janv. 1986, art. 17, J.O. du 4).

116 Les décrets d'objectifs de qualité. - Pour certaines rivières devant répondre à des critères spécifiques en raison des usages que leurs eaux sont appelées à satisfaire, que ce soit directement (production d'eau potable, vie piscicole, pêche de loisir, tourisme), ou indirectement (qualité des eaux permettant, dans les baies et estuaires, l'exercice de la conchyliculture), des prescriptions particulières peuvent être imposées afin que les prescriptions du décret d'objectif soient respectées (v. n° 4).

Le seul décret d'objectif paru concerne la Vire, la Douvre, l'Aure et leurs affluents (*Décr. du 16 févr. 1977, J.O. du 22 mars*). Tous les déversements doivent satisfaire aux objectifs fixés pour les différentes sections de ces rivières. A cet effet, les autorisations déjà accordées sont modifiées de plein droit et les déversements non autorisés réglementés d'office.

a) Exigence de qualité. Les eaux ne doivent présenter aucun signe de dégradation de leur qualité, et doivent satisfaire aux exigences de qualité définies à l'annexe I du décret. Cette annexe fixe les paramètres organoleptiques (odeur, turbidité...), des paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux (magnésium, sodium, chlorures, etc.), des paramètres concernant les substances indésirables (nitrate, nitrite, etc.), des paramètres concernant des substances toxiques (arsenic, cadmium, cyanure, etc.), des paramètres microbiologiques (salmonelles, streptocoques, etc.), des valeurs de concentration en pesticides et produits apparentés (aldrine, HCH, etc.), et les paramètres concernant les eaux adoucies ou déminéralisées livrées à la consommation humaine (dureté, alcalinité).

Toutefois le préfet peut :

- après avis du Conseil départemental d'hygiène, autoriser l'utilisation, dans les industries alimentaires, d'eaux dont la qualité ne respecte pas des paramètres organoleptiques, physico-chimiques ou ceux concernant les eaux adoucies ou déminéralisées (art. 2) ;

- déroger, à la demande de la personne publique ou privée qui assure la distribution, aux exigences de qualité requises à l'annexe I du décret, dans certains cas (nature ou structure du terrain, circonstances météorologiques exceptionnelles ou accidentelles graves, obligation de faire appel à une ressource en eau superficielle non conforme aux qualités requises pour les eaux brutes par l'annexe III). Les dérogations sont accordées par arrêté préfectoral pris après avis du Conseil départemental d'hygiène, cet avis n'étant pas requis en cas de circonstances météorologiques exceptionnelles. L'arrêté fixe les valeurs maximales des paramètres sur lesquels portent les dérogations qui dans certains cas ne sauraient porter sur les substances toxiques, les paramètres biologiques (art. 3 du décret).

Les matériaux utilisés dans les systèmes de production ou de distribution et qui sont au contact de l'eau ne doivent pas être susceptibles d'altérer la qualité de l'eau (art. 7).

Dans l'attente des textes d'application du nouveau décret, les circulaires des textes abrogés (*Décr. du 1^{er} août et arrêté du 10 août 1961*) restent toujours valables en ce qu'elles ne sont pas contraires au décret du 3 janvier 1989*, savoir notamment les textes suivants :

- présence du plomb dans l'eau, *Circ. du 6 août 1984 ; BOSNS n° 3756-84/41 ;*

- traitement thermique de l'eau, *Règl. san. dép., art. 16-9* et Circ. du 2 juill. 1985, J.O. du 15 août ; fluides caloporteurs, Circ. du 2 mars 1987, J.O. du 7 avr. ;*

- emploi et utilisation de résines échangeuses d'anions, *Circ. n° 1136 du 23 juill. 1985 et Circ. n° 1810 du 5 déc. 1985 ;*

- procédés de dénitrification, *Circ. n° 1143 du 24 juill. 1985 ;*

- rayons ultraviolets, *Circ. du 19 janv. 1987 ; BOASE n° 87/12 du 17 avr., texte n° 9295.*

b) Vérification de la qualité des eaux.

b. 1. Le programme d'analyse.

La vérification est assurée par l'exploitant conformément à un programme d'analyse d'échantillons défini à l'annexe 2 du décret (art. 8). Cette annexe précise le contenu des analyses bactériologiques, physico-chimiques, le type d'analyses à effectuer, et la fréquence des prélèvements à effectuer chaque année dans l'eau dans la ressource et en usine, et en distribution (dans le réseau). Ce programme peut être modifié par arrêté préfectoral, si le préfet estime notamment que les vérifications effectuées et la qualité de l'eau le nécessitent ou le permettent. Toutefois, cette modification ne peut conduire à une augmentation du coût du programme d'analyse supérieur à 20 % (art. 9). Des analyses complémentaires peuvent être imposées par le préfet dans certains cas (art. 10 du décret).

Les prélèvements d'échantillons d'eau pour la réalisation du programme sont effectués par les agents de la DDASS (direction départementale des affaires sanitaires et sociales), les agents des laboratoires agréés désignés par elle ou par les agents des services communaux ou intercommunaux d'hygiène et de santé qui à la date du 1^{er} janvier 1984 exerçaient effectivement la vérification des eaux (art. 11). Aucune dérogation en tout état de cause ne peut présenter un risque inacceptable pour la santé.

Les analyses des échantillons doivent être réalisées selon des méthodes de référence par des laboratoires agréés. L'agrément est accordé par arrêté du ministre chargé de la santé après avis du Conseil supérieur d'hygiène publique. La D.D.A.S.S. doit être informée régulièrement des résultats, dans certains cas immédiatement.

Les frais des prélèvements et des analyses sont supportés par l'exploitant qui est tenu de surveiller en permanence la qualité des eaux (art. 12). Sur le tarif des analyses et remboursement des frais en 1989, voir l'arrêté du 31 août 1988 (J.O. du 16 nov.).

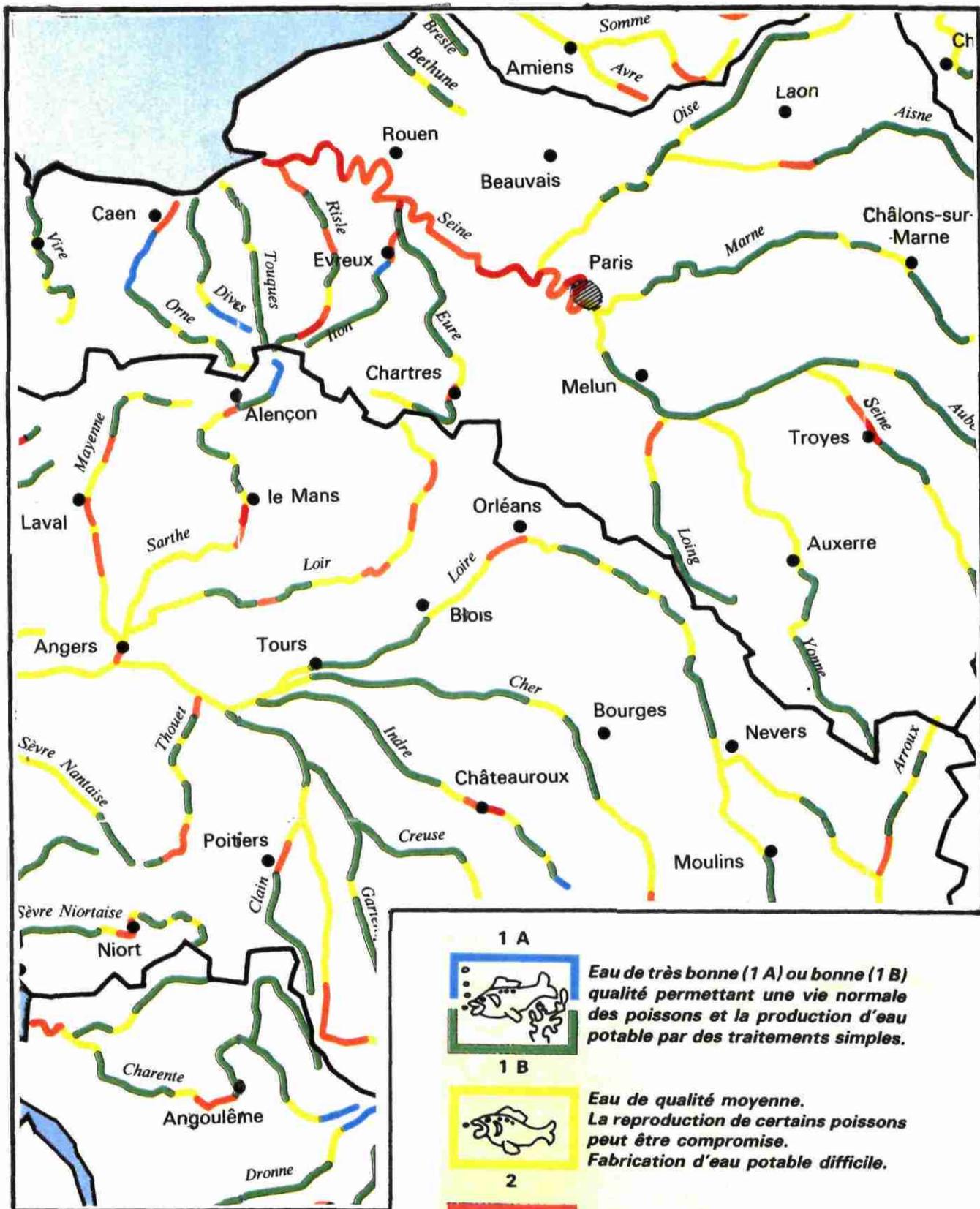
b. 3. Contrôles et responsabilités.

Les préfets, avec le concours des directions départementales de l'équipement et de l'agriculture (D.D.E. et D.D.A.), sont chargés, au nom de l'État, du contrôle technique, administratif et financier des distributions d'eau publique (*C. communes, art. R. 371-15* et s.*). Le contrôle sanitaire est exercé, sous leur autorité, par les directions départementales de l'action sanitaire et sociale (D.D.A.S.S.) qui peuvent à tout moment s'assurer du fonctionnement des installations. Les directions régionales de l'action sanitaire et sociale sont chargées d'animer et de coordonner l'action des directions départementales.

Si la sécurité et la salubrité sont menacées, les maires peuvent agir dans le cadre de leurs pouvoirs de police généraux n° 60 (*Rép. min. Quest. n° 25576, J.O. Déb. Ass. nat. du 14 nov. 1983*).

Ils peuvent être tenus responsables de la qualité des eaux distribuées dans leur commune (art. 21 et suivants du *Code de la santé publique*). Le public peut avoir connaissance des analyses effectuées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Leurs résultats constituent des documents administratifs qui doivent être communiqués par le maire ou la DDASS, en application de la loi du 17 juillet 1978 portant diverses mesures d'amélioration des relations entre l'administration et le public.

Les eaux conditionnées autres que les eaux minérales naturelles, leurs matériaux de conditionnement, la glace alimentaire d'origine hydrique et leurs matériaux d'emballage font l'objet de procédures particulières destinées à éviter tout risque de contamination ou susceptible d'altérer la qualité de l'eau et de la glace (art. 19 du *décr. n° 89-3 du 3 janv. 89**). Leur importation est réglementée (art. 20).



CARTE DE LA QUALITE DES COURS D'EAU.

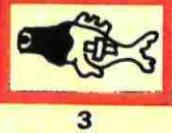
- 1 A**



Eau de très bonne (1 A) ou bonne (1 B) qualité permettant une vie normale des poissons et la production d'eau potable par des traitements simples.
- 1 B**



Eau de qualité moyenne. La reproduction de certains poissons peut être compromise. Fabrication d'eau potable difficile.
- 2**



Eau polluée. La survie du poisson peut être compromise.
- 3**



Eau quasiment inutilisable. Pas de poisson (sauf épisodiquement).
- Mauvais**



Limite des bassins hydrographiques.

Fig. i

(d'après A.F.B., Loire-Bretagne)

CHAPITRE VI

Les prélèvements et la pollution des eaux de mer

SECTION II

Les interdictions de rejet

167 Les interdictions générales de rejet. – Les rejets dans les eaux de la mer de matières de tout nature sont interdits sauf s'ils sont autorisés ou réglementés, selon les prescriptions du décret n° 73-218 du 23 février 1973 * et de l'arrêté du 20 novembre 1979 *, ou s'il s'agit de rejets provenant d'une installation classée selon les prescriptions de la loi du 19 juillet 1976 * et du décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 * dans des conditions telles qu'ils garantissent l'innocuité ou l'absence de nuisances (v. *L. n° 64.1255 du 16 déc. 1964* *, art. 2). En outre, il est interdit de déverser dans la mer toutes matières nocives ou déchets (*C. Ports Mar.*, art. *L. 322-1* * et s.) toutes matières usées, tous résidus fermentescibles d'origine végétale ou animale, toutes substances solides ou liquides, toxiques ou inflammables, susceptibles de constituer une cause d'insalubrité (*Règl. san. dép.*, art. 90, v. rubrique « DÉCHETS » ; pour les sanctions, v. n° 44).

Sur l'utilisation de peinture marine antisalissure, voir n° 197-5°.

Sur la pratique du camping et du stationnement du caravane sur le rivage de la mer, voir n° 56.

168 La protection des parcs ostréicoles et conchylicoles. – Ces parcs font l'objet d'une protection spéciale organisée par le décret du 30 octobre 1935 (*J.O. du 31*), qui crée un « périmètre de protection » autour des gisements naturels d'huîtres et établissements ostréicoles.

Les zones conchylicoles exploitées ou prévues à court terme doivent être prises en compte dans les documents d'urbanisme (*Instr. du 15 juin 1978*). Dans les communes dotées d'un plan d'occupation des sols, les servitudes résultant de cette protection doivent figurer en annexe au plan (*C.U. art. R. 126-1* * et s.).

A l'intérieur du périmètre de protection, tous les déversements et dépôts sont prohibés.

La salubrité des eaux conchylicoles est déterminée sur la base d'isolement de germes tests de contamination fécale présents dans les coquillages vivant au lieu considéré. Les zones classées salubres doivent répondre aux normes précisées par l'arrêté du 12 octobre 1976 *. Dans les zones insalubres, la récolte des coquillages est interdite, sauf autorisation du directeur de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer et, le cas échéant, du directeur départemental de l'Action sanitaire et sociale.

Une directive de la C.E.E. du 30 octobre 1979 * fixe les paramètres physico-chimiques que devront présenter à l'avenir les eaux conchylicoles.

La circulaire du 10 mai 1982 * porte partiellement application de cette directive en droit français, précisant notamment que l'action des préfets en matière de protection des eaux littorales doit tenir compte de la localisation des zones conchylicoles. Sur la qualité des huîtres, moules et autres coquillages, livrés à la consommation, on se reportera au décret modifié du 20 août 1939 * (v. également, *Règl. san. dép.*, art. 141 *).

172 Les rejets industriels et la protection de la pêche maritime. – Tout rejet de substances solides ou liquides susceptibles de nuire à la conservation des poissons, crustacés et mollusques ou de les rendre impropres à la consommation est interdit.

SECTION III

Les rejets réglementés à partir de la côte

174 Le réseau national d'observation du milieu marin. – Mis en place par le ministère de l'Environnement et géré par l'IFREMER, il vise à évaluer les niveaux et tendances des polluants et des paramètres de la qualité du milieu marin notamment sur l'eau, la matière vivante et le sédiment. La surveillance dans les eaux littorales s'effectue essentiellement dans les sites où des apports d'eau douce importants influent notablement sur la qualité du milieu marin.

175 Les eaux de baignade du littoral.

1° Le suivi de la qualité des eaux de baignade en mer fait l'objet chaque année d'un contrôle des zones de baignade effectué par les services du ministère chargé de la Santé et du ministère de l'Environnement, conformément à la directive C.E.E. du 8 décembre 1975 *. Ce contrôle s'effectue sur plus de 1 700 points situés dans 643 communes. Les prélèvements d'eau de mer sont effectués du 1^{er} juin au 30 septembre, avec une fréquence hebdomadaire ou seulement mensuelle dans le cas d'une eau de bonne qualité sur plusieurs saisons consécutives. Un classement des plages en catégorie A, B, C, D selon la qualité des eaux est publié. Sur la réglementation et la police des baignades, et la publicité des contrôles, voir nos 80 et 81.

2° Mettant le droit français en harmonie avec la directive du Conseil CEE du 8 décembre 1975 *, la circulaire du 12 mai 1981 * prévoit des « nombres guides » pour les zones de baignade et instaure des contrôles, dans l'attente d'un décret pris sur le fondement du Code de la santé. Lors des contrôles, si un dépassement des normes autorisées est constaté, les résultats sont transmis aux maires des communes concernées qui doivent interdire la baignade dans la zone polluée. Les maires sont tenus d'informer le public, par une publicité appropriée en mairie et sur les lieux de baignade, de la réglementation ainsi que des résultats des contrôles de la qualité des eaux accompagnés des précisions nécessaires à leur interprétation (*C. communes, art. L. 131-2-1*).

176 Le cadre de la réglementation.

1° Les rejets effectués à partir de la côte doivent respecter les règles édictées au titre de la police des eaux pour :

– assurer la protection de la faune et de la flore sous-marine, notamment de la conchyliculture ;

– répondre aux exigences sanitaires, économiques et touristiques de la région concernée ;

– respecter les normes de qualité des eaux qui sont éventuellement fixées dans certaines zones en fonction de leur contribution aux activités d'exploitation et de la mise en valeur des ressources biologiques de ces zones. Ces activités peuvent être interdites ou réglementées en fonction de ces normes de qualité (*Loi n° 64-1245 du 16 déc. 1964 * modifiée, art. 2*).

– maintenir la propreté des plages.

Doivent faire l'objet d'autorisation préalable, dès lors que ce ne sont pas des rejets provenant d'installations classées et qui relèvent donc de cette réglementation (v. n° 179), tous

les rejets, déversements, écoulements, jets et immersions, dépôts directs ou indirects effectués dans les eaux de mer territoriales (v. n° 20) ou sur le domaine public maritime (v. rubrique « PROTECTION DE LA NATURE ») et, plus généralement, tous faits susceptibles d'altérer la qualité des eaux de mer ou de porter atteinte aux objectifs ci-dessus définis (*Décr. n° 73-218 du 23 févr. 1973 *, art. 17*). Sur tous ces points, on se reportera à la circulaire du 14 janvier 1977 *, exception faite des dispositions concernant les conditions techniques générales antérieurement fixées par l'arrêté du 20 novembre 1979 * (v. n° 103 et s.).

Ces rejets sont toutefois exemptés d'autorisation lorsque les conditions énumérées à l'article 5 modifié du second arrêté du 13 mai 1975 * sont simultanément satisfaites, mais ces conditions peuvent être rendues plus sévères lorsque le milieu marin doit être particulièrement protégé. Pour les rejets d'eaux pluviales canalisées, v. n° 110.

2° L'autorisation exigée au titre de la police des eaux ne fait pas double emploi avec d'autres autorisations éventuellement nécessaires. Ainsi pour les installations de rejets sur le domaine public, les autorisations d'occupation prévues à ce titre (v. rubrique « PROTECTION DE LA NATURE ») ; également, pour les centrales électriques, *Circ. du 4 oct. 1978, BOMET n° 1148-78/42*.

3° La surveillance des rejets peut être également assurée dans le cadre de la police générale, notamment des pouvoirs attribués aux maires (*C. Communes, art. L. 131-2 **).

Sur la réglementation communautaire, on se reportera au n° 103.

b) Circulaire environnement du 4/11/1980

CIRCULAIRE ENVIRONNEMENT DU 4/11/1980

(Application de l'arrêté du 20/11/1979)

CONDITIONS DE DETERMINATION DE LA QUALITE MINIMALE
D'UN REJET D'EFFLUENTS URBAINS

S'applique à "tout rejet d'effluents à dominante domestique ainsi qu'à tout rejet provenant d'une collectivité locale sauf s'il s'agit d'eaux strictement pluviales".

Pour les rejets :

- dans les cours d'eau : la qualité du rejet doit d'abord tenir compte du milieu et de son objectif de qualité, et concerner les paramètres de pollution principaux : MES, DCO, DBO, NH₄ et N organique, parfois N Total (si risque d'eutrophisation), bactériologie (amont de conchyliculture, baignade, prises d'eau...), polluants particuliers émis. Il reste une marge d'incertitude. "Retenir l'optimum". Le débit du rejet doit être vu, éventuellement avec action sur le réseau, les déversoirs d'orage (leurs rejets sont à instruire si possible en même temps), stockage avant rejet à marée... ;
- dans les canaux, lacs, étangs : tenir compte du risque d'eutrophisation, parfois des dilutions et stratifications thermiques... ;
- en mer : en particulier soit en amont des zones de conchyliculture ou de baignade ;
- vers le sol, et dans les milieux sans possibilité de dilution.

L'expression de la qualité minimale d'un rejet : "il est... logique pour facilité du contrôle, de traduire les données de l'arrêté d'autorisation en concentration et en débit"... "commode dans les cas courants".

c) Qualité requise des eaux destinées à la baignade :

N°	Paramètre	Unité	Valeur guide G	Valeur impérative I	Fréquence des contrôles
1	Coliformes totaux	100 ml	500	10 000	bimensuelle
2	Coliformes fécaux	100 ml	100	2 000	bimensuelle
3	Streptocoques fécaux	100 ml	100		(1)
4	Salmonelles	Litre	—	0	(1)
5	Enterovirus	PFU/10 l	—	0	(1)
6	pH	unité pH	—	6 à 9	
7	Coloration	visuelle	—	pas de changement anormal	bimensuelle (1)
8	Huiles minérales	visuel mg/l	— 3	pas de film ni d'odeur	bimensuelle (1)
9	Substances tensio-actives réagissant au bleu de Méthylène	visuel mg/l	— 0,3	pas de mousse	bimensuelle (1)
10	Phénols	visuel mg/l CaH ₂ OH	— 0,005	absence d'odeur 0,05	bimensuelle (1)
11	Transparence	mètre	2	1	bimensuelle
12	Oxygène dissous	%	80 à 120	—	(1)
13	Résidus goudronneux matières flottantes...	visuel	—	absence	bimensuelle
14	Ammoniaque		—	—	à vérifier si eutrophisation
15	Azote Kjeldahl		—	—	
16	Pesticides (parathion, HCH, dieldrine...)		—	—	(1)
17	Métaux lourds, arsenic, cadmium, chrome 6+, plomb, mercure...		—	—	(1)
18	Cyanures		—	—	(1)
19	Nitrates et phosphates		—	—	à vérifier si eutrophisation

Tableau 2 : Qualité requise des eaux de baignade

(1) Teneurs à vérifier par les autorités compétentes lorsqu'une enquête effectuée dans la zone de baignade en révèle la présence possible ou une détérioration de la qualité des eaux.

ARRETE n° 2 du 13 Mai 1975

Tableau 3 : Conditions d'exemption d'autorisation de rejet

Sont exemptés d'autorisation les rejets satisfaisants simultanément à :

Milieu de rejet	Cours d'eau	Canaux, lacs et étangs	Mer	Epandage	Enfouissement (6)	Dépôts
Flux de pollution avant épuration inférieure à : (E.H.) (1)	<u>500</u>	<u>50</u>	<u>500</u>	<u>500</u>	<u>150</u>	Apports inférieurs à 30 T/an Surface inférieure à 100 m ²
Effluent rejeté apportant au milieu moins de : Hydrocarbures q/j(2)	<u>100</u>	<u>10</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>30</u>	
Composés cycliques hydroxylés-halogénés ou non (q/j)	<u>10</u>	<u>1</u>	<u>10</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	
Sels (résidus secs en Kg/j)	<u>300</u>	<u>30</u>		<u>300</u>	<u>100</u>	
N + P totaux :		<u>500 q/j</u>		<u>300 Kg/ha/an</u>		
Toxicité :	Absence de substance inhibitrice de la vie en concentration décelable par voie biologique.					Pas de substance toxique ou fermentescible.
Ph compris entre	5,5 et 8,5	5,5 et 8,5	5,5 et 9	5,5 et 8,5	5,5 et 8,5	
Température	≤ 30°	≤ 30°	≤ 30°			
Débit	<u>< 10 l/s</u> (3)	<u>< 10 l/s</u> (3)	<u>< 10 l/s</u> (3)		<u>< 3 m³/h</u>	
Distance à : une baignade autorisée	<u>> 1000 m</u> (5)	<u>> 1000 m</u> (5)	<u>> 1000 m</u> (4)			> 100 m (4)
une prise d'eau potable	<u>> 1000 m</u> (5)	<u>> 1000 m</u> (5)		Rejet ou dépôt effectué à l'extérieur du périmètre de protection rapproché		
gisement de coquillages			<u>> 1000 m</u>			
ou parc conchylicole			<u>> 1000 m</u>	> 500 m		> 500 m
ou cours d'eau						> 100 m
					Profondeur <u>< 5m</u>	

Les conditions soulignées peuvent être rendues plus sévères par arrêté préfectoral.

NOTES DE L'ANNEXE II - 1

- (1) 1.E.H = 1 équivalent-habitant = 147 g/j de matières polluantes, somme de MES + MO où
 MES = matières en suspension mesurées par la méthode normalisée NF T 90 - 105
 MO = $\frac{DCO_{ad2} + DBO5_{ad2}}{3}$ avec
 DCO ad2 et DBO5 ad2 mesurées sur un échantillon décanté pendant 2 heures par les méthodes normalisées NF T 90 101 (DCO) et NF T 90 103 (D.B.O)
- (2) Hydrocarbures mesurés par la méthode normalisée NF T 90 202
- (3) Si la température de l'effluent excède 25°
- (4) L'expression "baignade autorisée" est à remplacer par "zone de baignade"
- (5) Les rejets d'eau de refroidissement ne sont pas soumis à cette condition de distance.
- (6) Sont également exemptés d'autorisation les enfouissements :
 - d'eaux ayant servi à un transfert de chaleur, sans pollution, et réenfouies dans leur gite.
 - ou constitués par des stockages souterrains, réglementés par ailleurs, de gaz, d'hydrocarbures ou de produits chimiques.

d) Niveaux de qualité :

Tableau 4 : Les niveaux de qualité

*Niveaux de qualité minimale d'un rejet à dominante domestique.
Qualité minimale de l'effluent*

<i>Premier groupe</i>								
<i>Niveaux de rejet pour les matières en suspension et les matières oxydables.</i>								
<i>Niveaux</i>	<i>Échantillon moyen sur vingt-quatre heures non décanté</i>				<i>Échantillon moyen sur deux heures non décanté</i>			
	<i>Matières décantables</i>	<i>M.E.S. totales</i>	<i>D.C.O. (mg/l)</i>	<i>D.B.O. 5 (mg/l)</i>	<i>M.E.S. totales (mg/l)</i>	<i>D.C.O. (mg/l)</i>	<i>D.B.O. 5 (mg/l)</i>	
<i>a</i>	Élimination à 90 p. 100	Élimination à 80 p. 100 (1) Élimination à 90 p. 100 (1)						
<i>b</i>								
<i>c</i>								
<i>d</i>						120	(2) 120	(2) 40
<i>e</i>					90	30	30	120
<i>f</i>			50	15	20	80	20	

(1) *Remarque.* — Dans le cas d'un effluent particulièrement dilué pour lequel l'application d'une exigence de qualité exprimée, dans les niveaux *b* ou *c*, en terme de rendement d'élimination conduirait à ce que la concentration en matières en suspension totales dans l'effluent traité soit inférieure à 20 mg par litre, on fixera l'exigence de traitement à cette dernière valeur.
(2) Sur échantillon filtré.

<i>— Deuxième groupe</i>
<i>Niveaux de rejet pour les formes de substances azotées</i>
Azote Kjeldahl (N.K.) : azote organique + azote ammoniacal exprimé en N :
Niveau N.K. 1 :
50 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures ;
40 mg par litre sur un échantillon moyen de vingt-quatre heures.
Niveau N.K. 2 :
15 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures ;
10 mg par litre sur un échantillon moyen de vingt-quatre heures.
Niveau N.K. 3 :
5 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures.
Azote global (N.G.L.) : azote organique + azote ammoniacal + azote nitreux + azote nitrique exprimés en N :
Niveau N.G.L. 1 :
25 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures ;
20 mg par litre sur un échantillon moyen de vingt-quatre heures.
Niveau N.G.L. 2 :
10 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures.

<i>— Troisième groupe</i>
<i>Niveaux de rejet pour les substances phosphorées (phosphore total). (Exprimés en P.)</i>
Niveau P.T.1 :
80 p. 100 d'élimination sur vingt-quatre heures (1).
Niveau P.T. 2 :
1 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures.
(1) Dans le cas d'un effluent particulièrement dilué pour lequel l'application de l'exigence de qualité minimale P.T. 1 exprimée en terme de rendement d'élimination conduirait à ce que la concentration en phosphore total dans l'effluent traité soit inférieure à 2 mg par litre, on pourra fixer l'exigence de traitement à cette dernière valeur.

Tableau 5 Valeurs des paramètres déterminant les niveaux de qualité (1)

Critères de qualité	1 A	1 B	2	3	
Température	≤ 20°C	20° à 22°C	22° à 25°C	25° à 30°C	
O ₂ dissous en mg/l(2)	7 mg/l	5 à 7	3 à 5	milieu aérobie à maintenir en permanence	
O ₂ dissous en % saturation	≥ 90 %	70 à 90 %	50 à 70 %		
D.B.O 5 eau brute mg/l	≤ 3	3 à 5	5 à 10		10 à 25
Oxydabilité mg O ₂ /l	≤ 3	3 à 5	5 à 8		—
D.C.O. eau brute mg O ₂ /l	≤ 20	20 à 25	25 à 40		40 à 80
NO ₃ mg/l (azote forme nitrique)			44	44 à 100	
NH ₄ mg/l (azote forme ammoniacale)	≤ 0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8	
Écart de l'indice biotique par rapport à l'indice normal(3)	1	2 ou 3	4 ou 5	6 ou 7	
Fer total mg/l précipité et en solution	≤ 0,5	0,5 à 1	1 à 1,5		
Mn total mg/l (manganèse)	≤ 0,1	0,1 à 0,25	0,25 à 0,50		
Matières en suspension totales mg/l	≤ 30	≤ 30	≤ 30	30 à 70	
Matières décantables			< 0,5 mg/l	< 1 mg/l	
Couleur mg Pt/l	≤ 10	10 à 20	20 à 40	40 à 80	
Odeur	absence de coloration visible non perceptible		ni saveur, ni odeur anormales	pas d'odeur perceptible à distance du cours d'eau	
Subst. extractibles au chloroforme mg/l	≤ 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	> 1	
Graisses et huiles	néant	néant	traces	présence	
Phénols mg/l	≤ 0,001	≤ 0,001	0,001 à 0,05	0,05 à 0,5	
Toxiques	normes permises pour la vocation la plus exigeante pour préparation d'eau alimentaire			traces inoffensives pour la survie du poisson	
pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	5,5 - 9,5	
Coliformes/100 ml	< 5000				
Esch. coli/100 ml					< 2000
Radioactivités	catégorie I du S.C.P.R.I. (4)		Catégorie II du S.C.P.R.I.		

(1) Bibl. 131. Les niveaux de qualité (1A-1B-2-3) sont définis en 5,22, tome 2.
(2) En période de non-satisfaction exceptionnelle du degré de saturation, la teneur en O₂ dissous ne devra jamais descendre au-dessous du seuil fixé.
(3) Dans le cas où l'indice normal n'a pas été déterminé, on le suppose égal à 10.
(4) S.C.P.R.I. : Service central de protection contre les rayonnements ionisants (cf. 4,2, tome 1 et 2,8, tome 2).

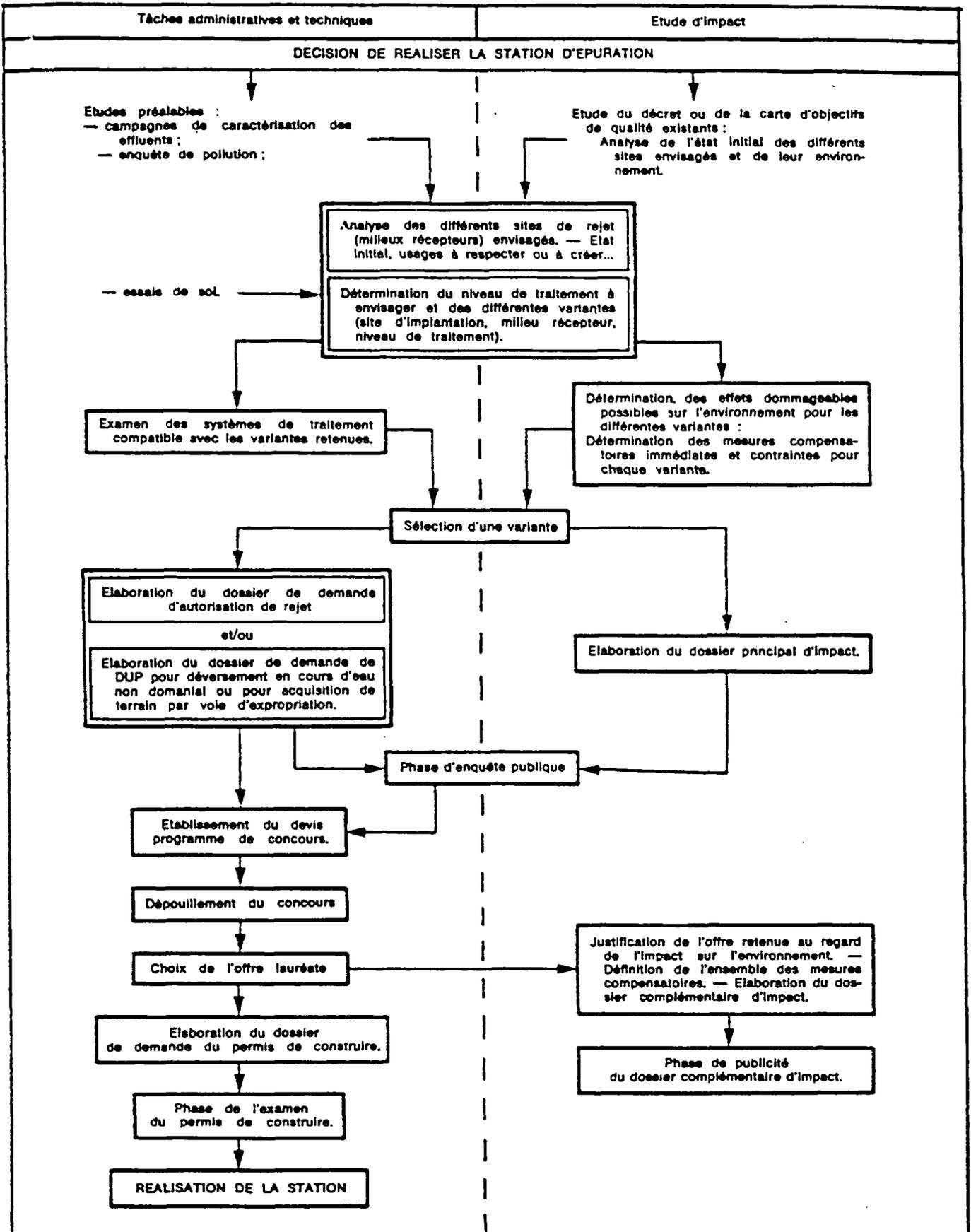


Figure 2 : Tâches administratives et techniques pour réaliser une station d'épuration

I.2. Les traitements des eaux usées urbaines et leur finalité

Les différents traitements des eaux résiduaires existant de nos jours ont tous pour but d'améliorer la qualité des effluents rejetés dans l'environnement.

Cependant, l'efficacité de toutes ces techniques est très différente, c'est pourquoi il convient le plus souvent de les utiliser en complément les unes des autres.

Ainsi, le processus classique de traitement des effluents urbains en station d'épuration comporte deux grandes phases, plus une troisième facultative :

- 1er processus : le traitement physico-chimique,
- 2ème processus : le traitement biologique,
- 3ème processus : la finition ou traitement tertiaire.

Toutes ces techniques doivent respecter les normes de rejet des effluents imposées par les organismes chargés du contrôle de la qualité des eaux :

- Administrations Départementales : DDE, DDA, DDASS, etc.,
- Agences Financières de Bassin (au nombre de six en France),
- Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France,
- Conseil Supérieur des Installations classées,
- Mission déléguée de Bassin,
- Comité National de l'Eau, et autres.

Il faut remarquer que, en plus de la surveillance stricte des paramètres physico-chimiques et biologiques caractérisant les eaux résiduaires traitées, il est impératif que ces eaux aient une absence totale de toute substance inhibitrice de la vie, en concentration décelable par voie biologique (ceci est applicable à tout lieu de rejet envisagé :

- cours d'eau,)
- canaux, lacs, étangs, (
- mer,) (Arrêté n° 2 du 13/05/1975)
- épandage, (
- enfouissement,)

Remarque : les Agences Financières de Bassin ont aussi pour rôle d'apporter une aide financière (sous forme de subventions) aux études et réalisations d'assainissement des agglomérations.

I.2.1. Le traitement physico-chimique (sens large)

Il est constitué de trois niveaux (voir figures 3 et 4) :

a) Le pré-traitement :

Il a pour objectif principal d'éliminer une grande partie des éléments décantables et colloïdaux contenus dans un effluent brut urbain : éléments grossiers, graisses, huiles, etc.

Il se compose de trois processus et se situe en tête de station d'épuration (voir Annexes 1 et 2) :

- le dégrillage (voir figure 4.1) : élimine la plupart des éléments grossiers ;
- le désablage : canal étroit reliant le dégrilleur au déshuileur et ayant pour but de faire décanter les éléments plus fins ;
- le déshuilage-dégraissage (voir figure 4.2).

En général, l'effluent issu de ces traitements est trop chargé en éléments décantables et ce pré-traitement est suivi d'une décantation primaire et/ou d'un système de floculation-flottation.

b) La décantation primaire (voir figure 4.3) :

Ce procédé a pour objectif de réduire de 90 % les matières décantables contenues dans l'effluent primaire (non-retenues par le pré-traitement). Ces éléments constituent une part assez importante des matières sèches d'un effluent brut urbain (50 à 60 g de matières sèches/équivalent habitant en général).

Ses performances :

- réduction de 25 à 35 % de la DBO₅,
- réduction de 50 à 65 % des MES,
- réduction faible de l'azote, du phosphore, des métaux et des germes pathogènes (10 à 30 %).

La charge hydraulique moyenne traitée par cette décantation est de l'ordre de 2m³ d'effluent/m²/heure.

c) Le traitement physico-chimique (sens strict) :

Il s'agit de procédés utilisés en complément du pré-traitement dans le cas d'eaux fortement chargées en MES (MES résiduelles).

- La floculation : consiste à ajouter à l'effluent pré-traité une substance chimique ayant pour rôle de faire floculer les MES résiduelles ; les floccs ainsi formés vont décanter dans le fond du flocculateur et être éliminés.

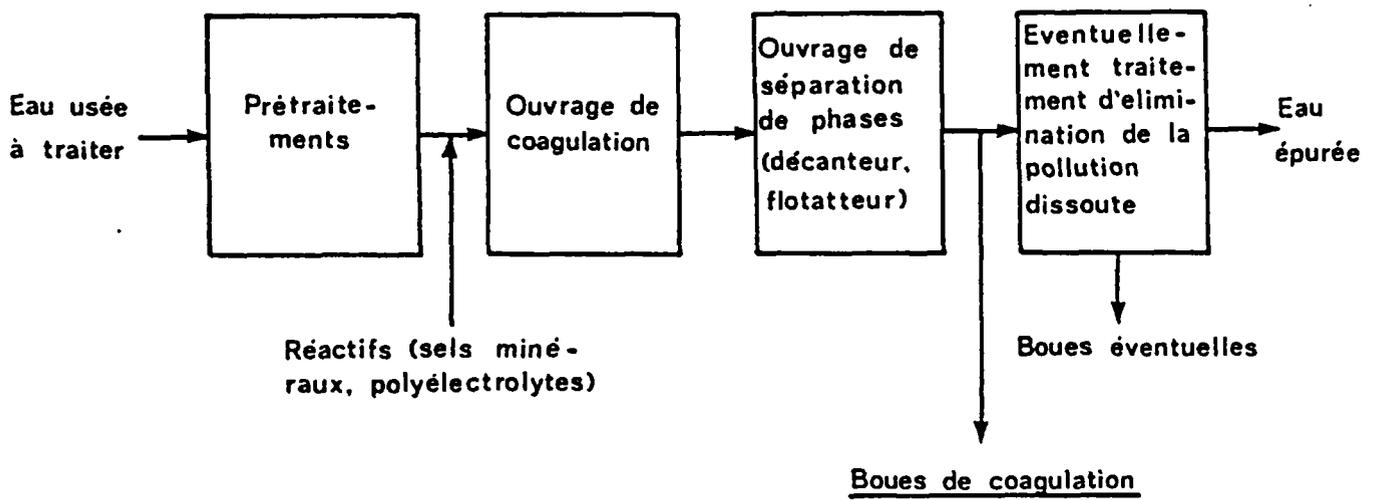
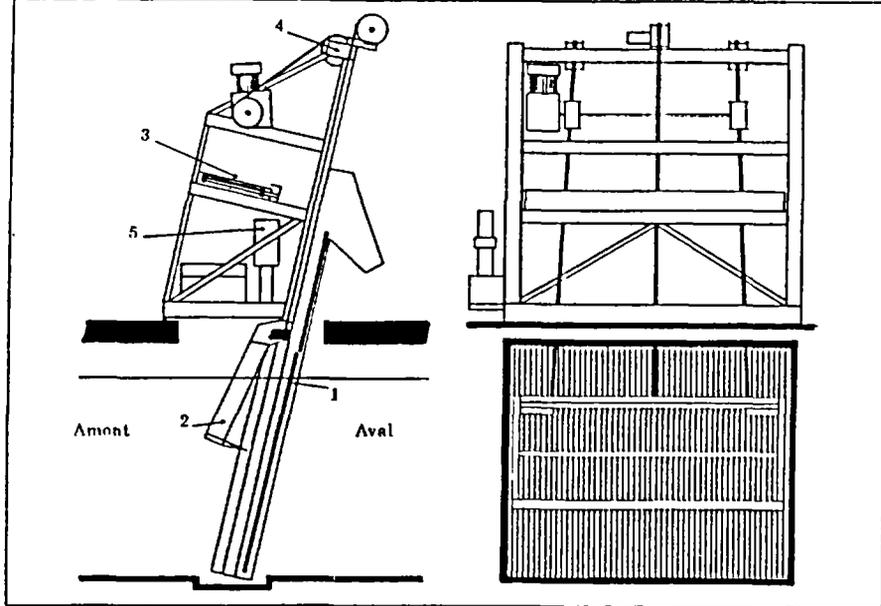


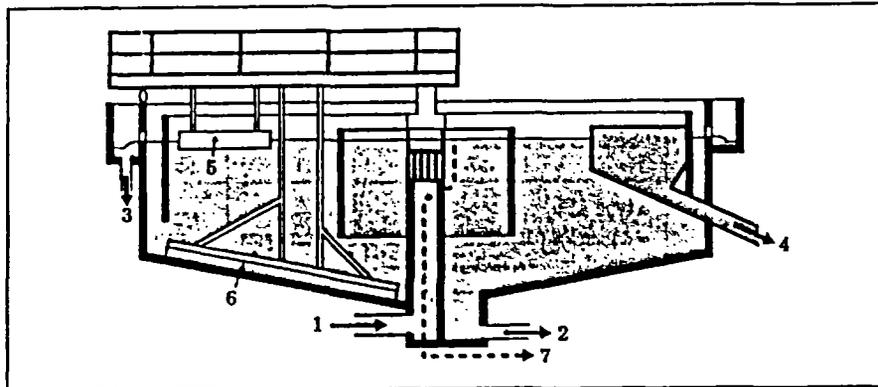
Fig. 3 SCHEMA D'UNE STATION D'EPURATION PHYSICO-CHIMIQUE

Fig. 4 : Le prétraitement



1. Châssis rigide avec champ de grille. 2. Chariot porte-peigne. 3. Éjecteur. 4. Ligne d'arbre de relevage. 5. Centrale hydraulique.

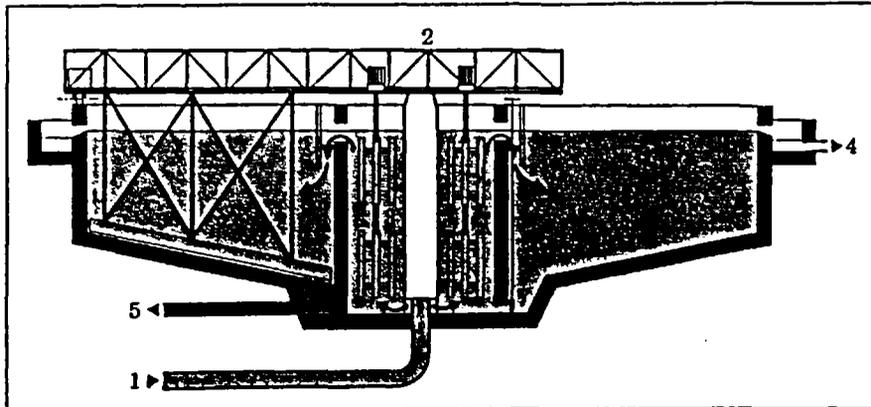
Fig. 4.1 Schéma de principe d'une grille droite



1 - Arrivée d'eau brute.
2 - Sortie des boues.
3 - Sortie de l'eau traitée.
4 - Sortie des huiles lourdes.

5 - Raclage de surface.
6 - Raclage de fond.
7 - Reprise des huiles légères à l'abri de l'atmosphère.

Fig. 4.2 Schéma d'un déshuileur circulaire



1 - Arrivée d'eau brute.
2 - Pont racleur.
3 - Zone de floculation.

4 - Sortie d'eau décantée.
5 - Évacuation des boues.

Fig. 4.3 Décanteur flocculateur avec entraînement périphérique du pont

Il existe deux familles de flocculateurs :

- . flocculateurs agités (les plus fréquents),
- . flocculateurs à chicanes ou statiques (réservés aux installations rustiques).

Les flocculants utilisés généralement sont :

- . les polyélectrolytes de synthèse : très spécifiques et permettant une réduction de 65 % de la DBO₅ et 75 % des MES de l'effluent ;
 - . les sels de fer et d'aluminium : permettant une réduction de 75 % de la DBO₅ et de 90 % des MES ;
 - . la chaux : (à pH élevé).
- La flottation : méthode se servant d'eaux préalablement flocculées : les floccs seront maintenus en surface de bassin grâce à des bulles d'air (ou de gaz) issues d'une eau pressurisée et détendue.

L'ensemble particule-bulle, ayant une densité inférieure à celle de l'eau, va migrer en surface du bassin de stockage (éliminé ensuite par raclage automatique).

I.2.2. Le traitement biologique (voir figure 5)

Ce procédé est le plus souvent utilisé en aval d'un décanteur primaire. Chaque traitement sera caractérisé par une charge hydraulique qui permettra de déterminer le procédé à utiliser pour une communauté rurale, pour un village ou pour une zone urbaine dense.

Ce traitement n'a pas d'action sur le phosphore mais une action assez importante sur l'azote.

On peut distinguer :

FILIERE	CHARGE VOLUMIQUE	CHARGE HYDRAULIQUE
Lit bactérien - forte charge	jusqu'à 10 kg DBO ₅ par m ³ /jour par remplissage plastique	0,8 à 1,7 m ³ /m ² /h
Lit bactérien - faible charge	0,08 à 0,4 kg DBO ₅ par m ³ /jour	0,3 à 0,4 m ³ /m ² /h
Boues activées - forte charge	1,6 à 5 kg DBO ₅	< 1,2 m ³ /m ² /h
Boues activées - faible charge	0,16 à 0,35 kg DBO ₅ par m ³ /jour	< 0,8 m ³ /m ² /h
Boues activées - moyenne charge	0,8 à 2 kg DBO ₅ par m ³ /jour	< 0,6 m ³ /m ² /h
Lagunage aéré	500 à 1000 kg DBO ₅ par hectare	-
Lagunage naturel	50 à 100 kg DBO ₅ par hectare	-

Tableau 6 : Charges admises par filière de traitement

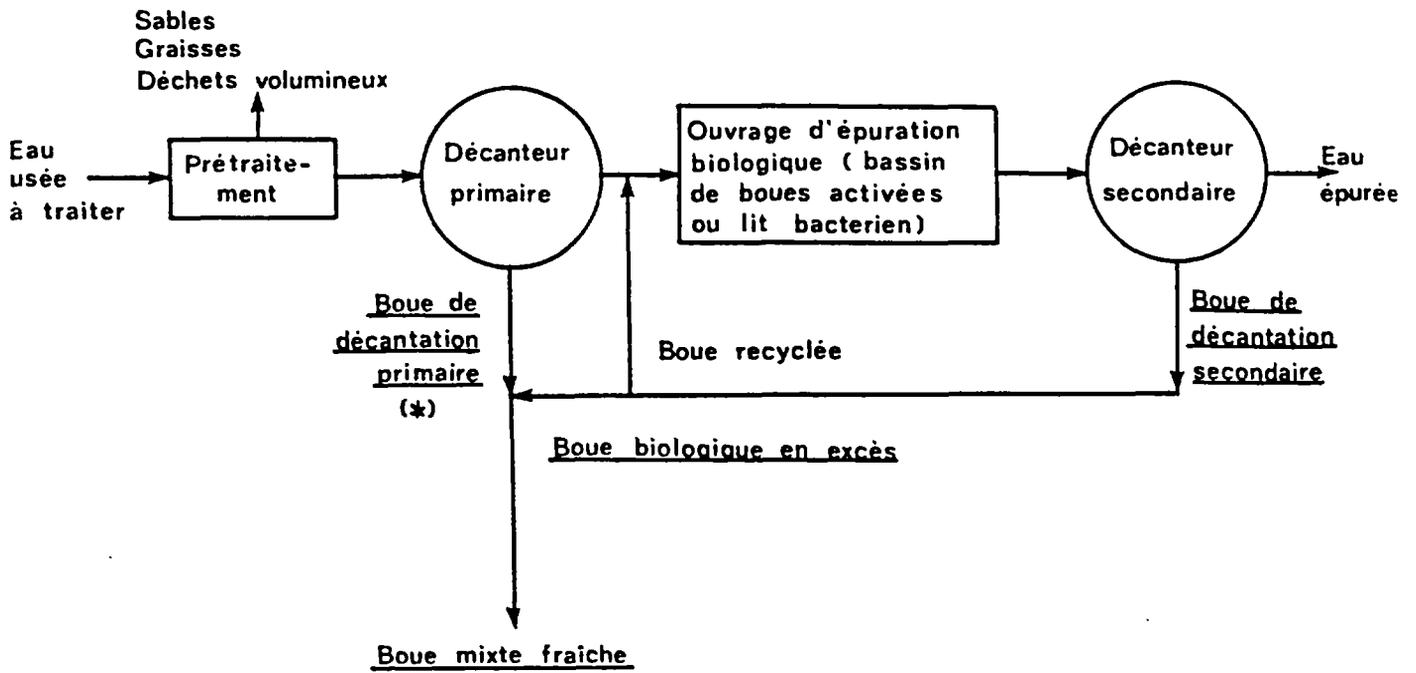


Fig. 5 SCHEMA D'UNE STATION D'EPURATION BIOLOGIQUE

Il n'est pas dans le but de ce rapport de détailler chacun de ces procédés, mais d'en donner les principales caractéristiques.

a) Le lit bactérien (voir figure 6) :

- sa composition :

- . lit de cailloux (ou remplissage plastique) de 5 à 10 cm d'épaisseur,
- . ventilation naturelle à la base,
- . fixation de la masse bactérienne sur le lit de pierres (ou sur du polyéthylène),
- . existence d'un auto-curage des boues par la vitesse de passage de l'effluent (doit être assez grande).

- ses performances :

. forte charge :

- épuration faible à moyenne,
- réduction de 60 à 90 % de la DBO₅,
- réduction de moins de 30 mg/l de MES,
- réduction faible de l'azote, du phosphore, des métaux et des germes (50 à 95 %).

Ce système d'épuration, équipé en recirculation, est souvent suivi par un bassin de boue activée de finition.

. faible charge :

- forte épuration selon le type d'effluent pollué apporté,
- réduction de 90 à 95 % de la DBO₅,
- réduction de moins de 30 mg/l de MES,
- réduction de 50 à 80 % de l'azote (lié à la température),
- réduction faible du phosphore, des métaux et des germes,
- taux d'azote Kjeldahl toléré à 40 mg/l.

Il s'agit d'un système de traitement non-recirculé qui peut craindre un certain colmatage.

b) Les boues activées :

Ce système d'épuration peut être appliqué soit en traitement secondaire, soit en tertiaire (finition après lit bactérien par exemple).

- Principe (voir figure 7) : l'eau décantée séjourne dans un bassin où existe une concentration de biomasse aérée, de 2 à 5 mg/l, qui va consommer la matière biodégradable. Puis cette eau est séparée des boues dans un décanteur secondaire (clarificateur). La fraction de boues en excès provient de la croissance bactérienne lors de la dégradation de la matière organique.

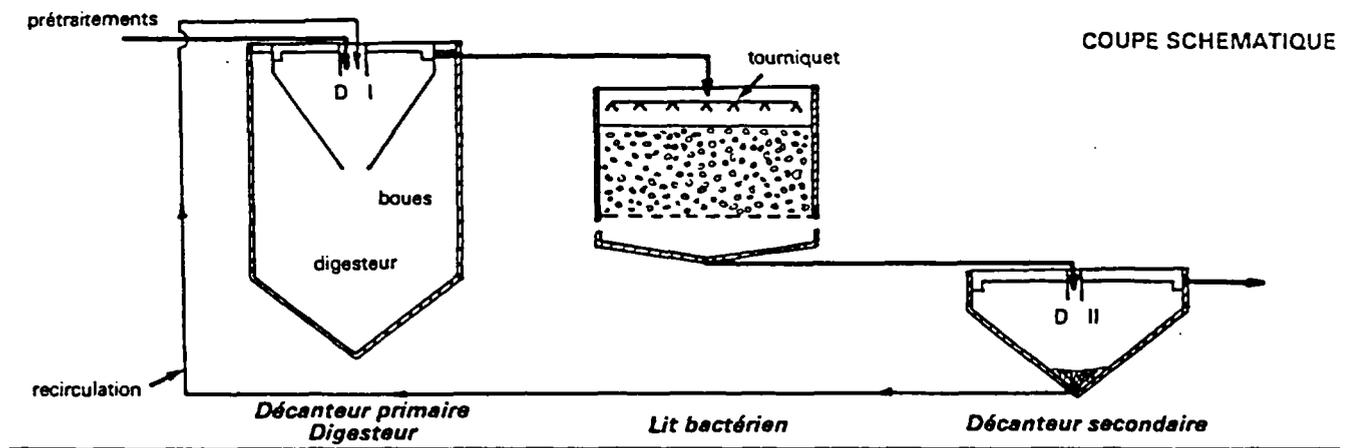


Fig. 6 LIT BACTERIEN



Fig. 7 : Le traitement par boues activées
(aération des bassins par grille immergée)

(Station d'épuration d'Orléans
La Source. Doc. BRGM)

- Ses performances :

- . utilisée sur des effluents urbains de grandes agglomérations,
- . réduction de 75 à 90 % de la DBO₅,
- . réduction de moins de 30 mg/l des MES,
- . réduction de moins de 10 % de l'azote (par assimilation bactérienne),
- . réduction de 15 % du phosphore,
- . réduction de 60 à 90 % des germes pathogènes (soit 1 unité log.).

- Inconvénient : il existe une forte production de boues fraîches qu'il faudra traiter. Ces boues sont très sensibles aux variations de charge et aux produits toxiques (exploitation délicate).

- . Moyenne charge : ce qui varie par rapport aux systèmes précédents, c'est surtout au niveau de la réduction de la DBO₅ (de 85 à 95 %) et de l'aération :

- de 0,5 à 2 h pour les boues à forte charge,
- de 6 à 10 h pour les boues à moyenne charge.

De ce fait, ce procédé est assez peu sensible aux variations de charge et aux produits toxiques.

- . Faible charge : c'est avec ce système que l'on obtient la meilleure épuration quant aux germes pathogènes (2 unités log), à la réduction de l'azote (de 60 à 80 %) et à la réduction des métaux (60 à 90 %). Ceci s'obtient grâce à une aération prolongée de 18 à 36 heures : la production de boues fraîches se stabilise ainsi.

Ce procédé est très fiable car il est peu sensible, ce qui permet une exploitation aisée.

c) Le lagunage : (figure 8)

Ce système peut être utilisé en tant que traitement primaire, secondaire ou tertiaire, ce qui prouve le manque de spécificité de ce procédé.

Les temps de séjour de l'effluent à traiter sont nettement supérieurs à ceux des autres traitements et oscillent entre 5 et 60 jours (ce qui favorise une bonne épuration biologique).

- Ses performances :

- . Lagunage aéré : l'aération forcée se fait par des aérateurs de surface (turbines flottantes ou fixes) mécaniques ou à diffuseur.

On obtient classiquement un abattement de :

- 80 à 95 % de la DBO₅,
- 30 % de l'azote,
- 3 unités log des germes fécaux,
- 75 % des MES.

Il s'agit d'un procédé simple à réaliser, rapide (5 à 15 jours de temps de séjour) et assez fiable car peu sensible aux variations de flux des effluents (voir figure 8.1).

- Lagunage naturel ou aérobie : la grande différence par rapport au lagunage aéré se trouve au niveau de l'abattement de l'azote et du phosphore des effluents :

- réduction de 70 à 90 % des teneurs en azote,
- réduction de 80 à 90 % des teneurs en phosphore.

Ce procédé est surtout utilisé pour les eaux des petites collectivités et présente l'inconvénient d'avoir un temps de séjour des eaux de 30 à 60 jours (voir figure 8.2).

Le système de lagunage peut être un bon moyen d'épurer, mais il présente certains inconvénients :

- forte production d'algues responsable des MES dans l'effluent de sortie (phénomène d'eutrophisation) ;
- problème de dilution des eaux en cas de fortes pluies, d'où un changement de composition (dépendance des conditions météorologiques) ;
- odeurs insupportables ;
- dimensionnement très difficile à réaliser (car trop de paramètres mis en jeu) ;
- superficie utilisée trop importante.

d) L'infiltration-percolation :

Ce procédé peut être utilisé tant en traitement secondaire qu'en traitement tertiaire.

- Principe : il consiste à faire percoler des eaux usées issues d'un traitement primaire soit dans des bassins de faible profondeur remplis de sable, soit dans le sol directement. Ce sable joue le rôle d'un support où se crée une activité biologique et physico-chimique importantes, ayant pour résultat l'épuration des effluents traités.

COUPE SCHEMATIQUE

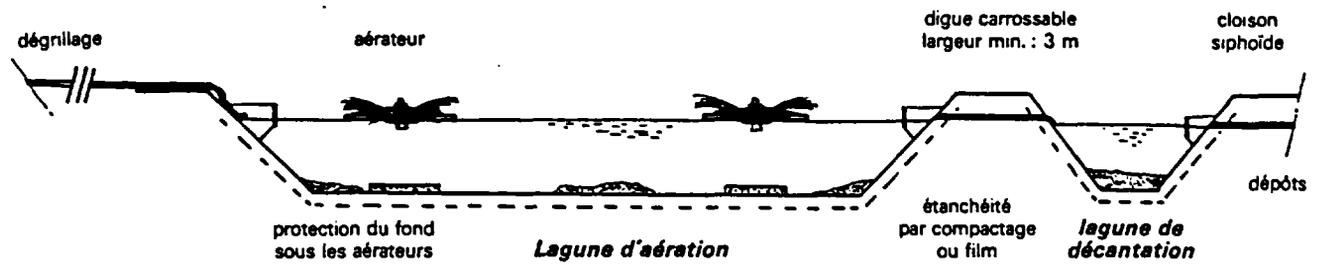


Fig. - 8.1 LAGUNAGE AERE

COUPE SCHEMATIQUE

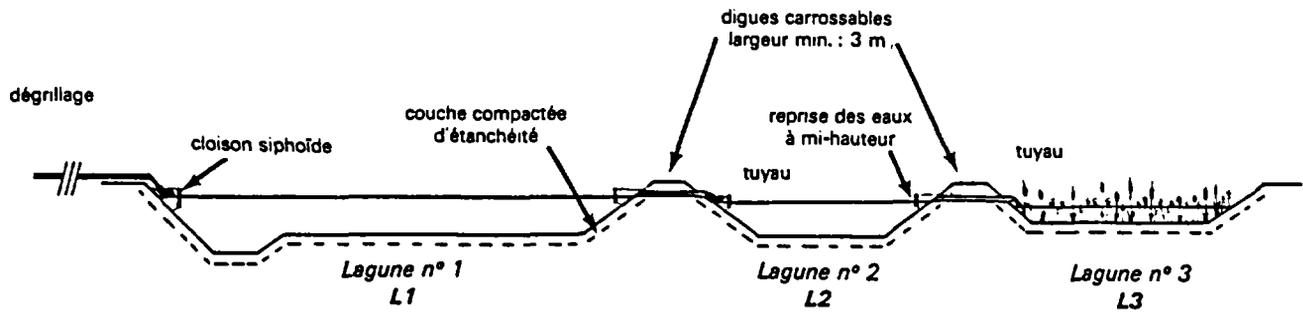


Fig.-8.2- LAGUNAGE NATUREL

Fig. 8 : Le lagunage

L'élimination des germes pathogènes est fonction :

- . du milieu poreux,
- . de la vitesse d'infiltration,
- . de l'épaisseur du sable,
- . de l'aération du massif sableux.

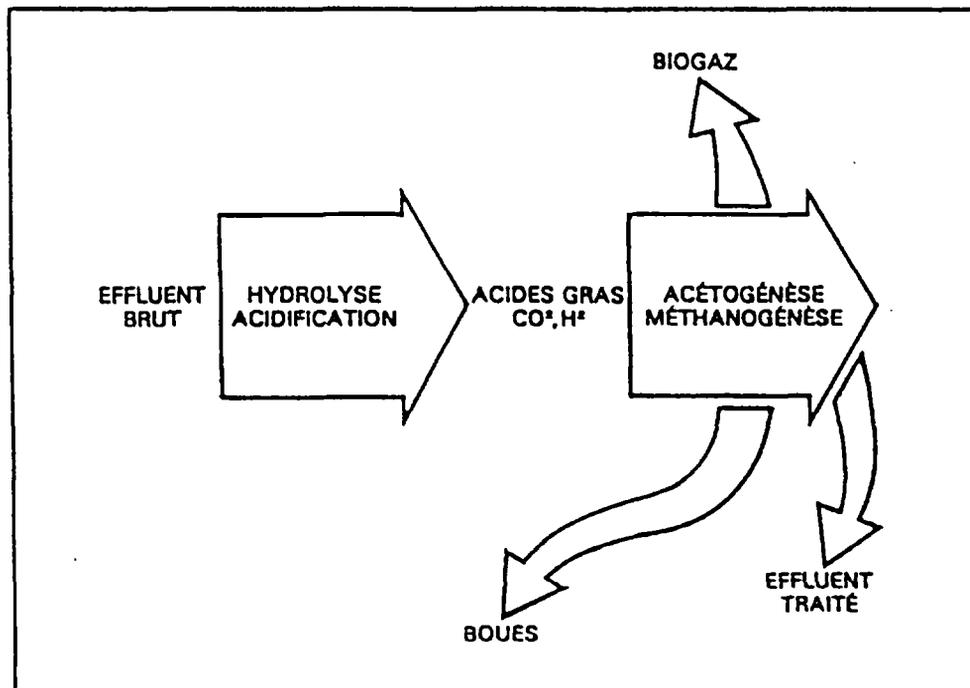
- Ses performances :

- . réduction de 100 % des mes,
- . réduction de 99 % des germes pathogènes (2 à 3 unités log).

Cette technique rend possible l'élimination de plus de 90 % de la matière organique contenue dans l'effluent, la nitrification des composés azotés et l'élimination d'une bonne part des microorganismes pathogènes (grâce à l'existence d'un écosystème épurateur dans le massif de sable).

e) La méthanisation : (figure 9)

Processus biologique dans lequel les microorganismes épurateurs se développent en l'absence d'air et produisent un gaz combustible : le biogaz.



"DCC. DEGREMONT"

Figure 9 : La méthanisation

Le biogaz se produit à partir de : $\text{CH}_3 - \text{COOH} + \text{H}_2 + \text{CO}_2$;
température = 35°C (mésophile).

- Les objectifs :

- . traitement des pollutions carbonées (déchets solides, semi-solides, rejets liquides) ;
- . augmentation des rendements d'épuration ;
- . diminution des coûts d'investissements (diminution T.S. hydrauliques dans les réacteurs) ;
- . diminution de la production de boues en excès :
 - le traitement avant rejet, ou
 - valorisation : épaissement, déshydratation, aseptisation.

- Les procédés :

cultures libres (figure 10)

- . Le procédé contact : ce procédé nécessite l'utilisation combinée de :
 - un réacteur de méthanisation brassé au biogaz,
 - un système de séparation (par décantation) des boues anaérobies.

Option : un dispositif de dégazage placé entre les deux appareils précédents.

but : éliminer du mélange les gaz nuisibles à la décantation.

rendement : diminution de 70 à 95 % de la DCO.

- . Le procédé à lit de boues : un seul appareil est nécessaire pour la méthanisation et la décantation des boues.
Lit de boues = biomasse épuratrice floculée.
Le gaz recueilli peut servir à l'alimentation de pompes à émulsion permettant le recyclage des boues décantées dans la zone de méthanisation.

Cultures fixées (figure 11)

- Principe : fixation de la biomasse sur un support solide afin d'obtenir de la boue épuratrice dans le réacteur. Pas de recyclage, pas de clarification séparée.

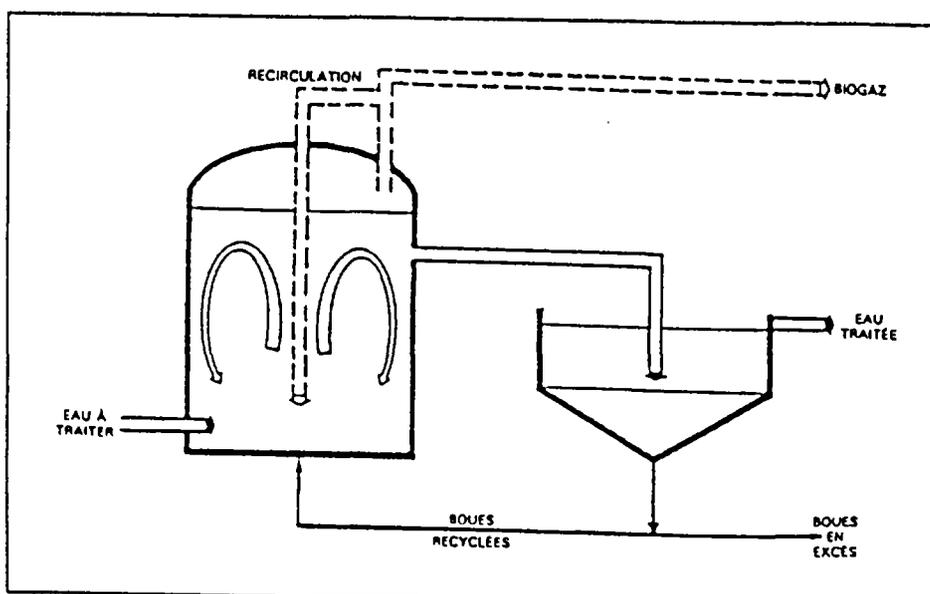
- . Le procédé à lit fixe : le support est constitué d'un garnissage en matière plastique occupant une petite partie du volume utile du réacteur. Le colmatage du matériau est évité grâce à un brassage au biogaz.
- . Le procédé par lit fluidisé : le support est constitué d'un biolite (matériau granulaire mobile) maintenu en expansion contrôlée. Pas de risque de colmatage du réacteur.

Présentation des procédés

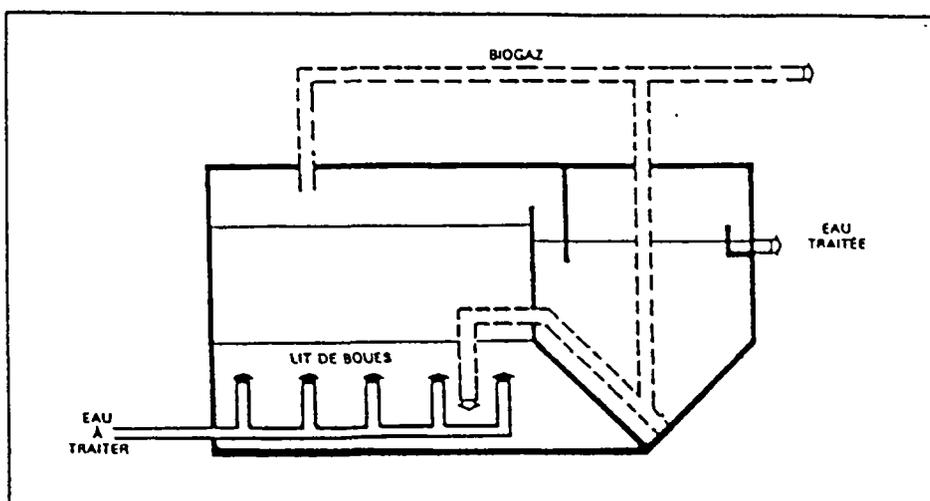
Figure 10

Les Cultures libres

PROCÉDÉ CONTACT ANAÉROBIE



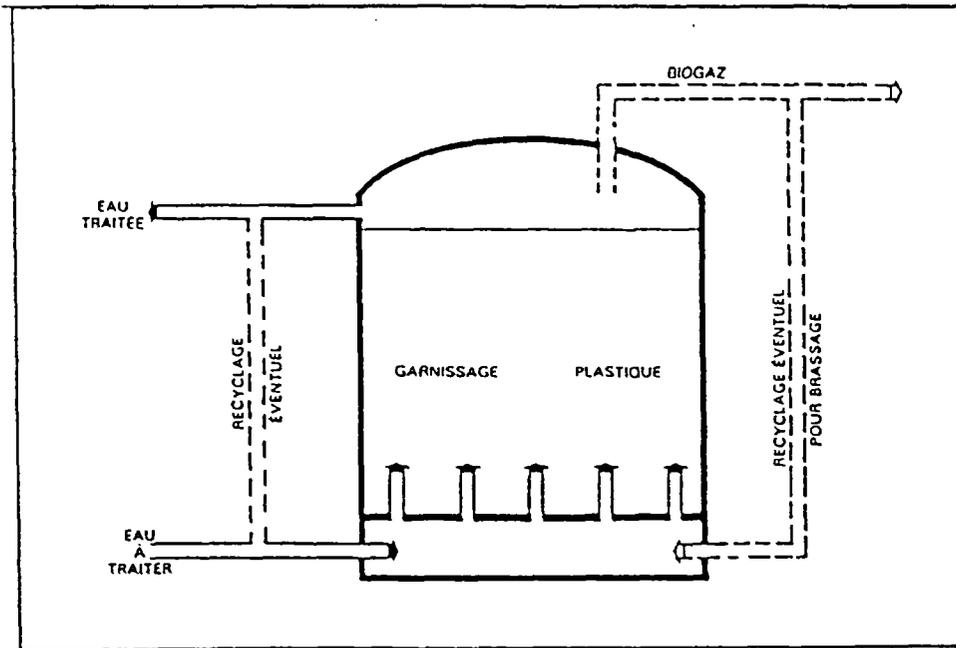
PROCÉDÉ À LIT DE BOUES



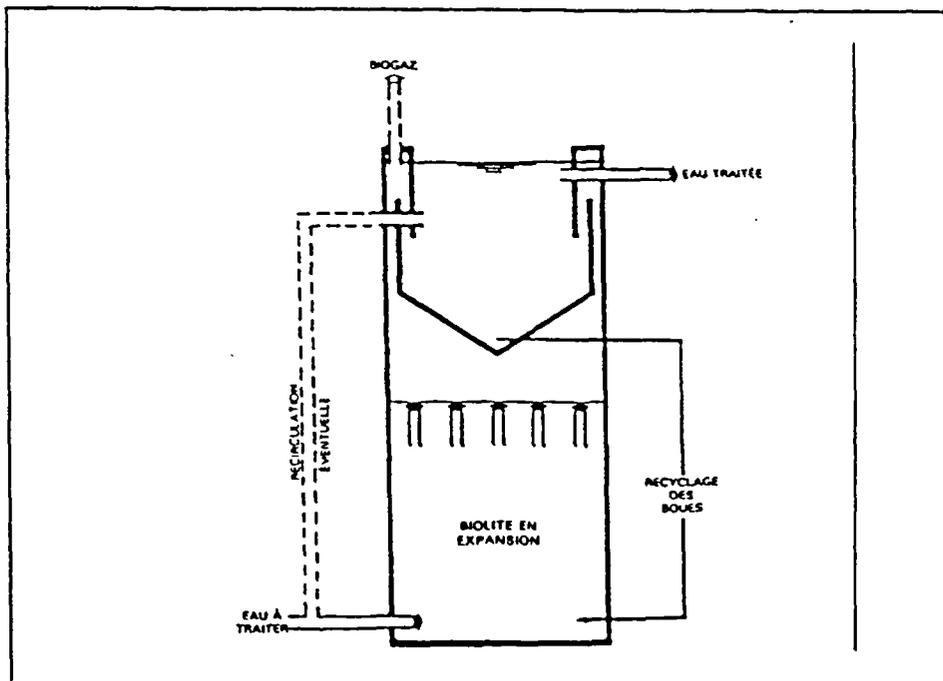
Les Cultures fixées

Figure 11

PROCÉDÉ LIT FIXE



PROCÉDÉ À LIT FLUIDISÉ



- Remarque : adaptation aux contraintes de rejet

Il faut bien sûr s'intéresser à la destination finale de l'eau traitée sortant du réacteur de méthanisation. Plusieurs cas sont possibles :

- . traitement complémentaire, par boues activées généralement, et rejet en milieu naturel,
- . rejet direct dans un réseau existant (vers une station urbaine par exemple),
- . rejet vers une lagune (aérobie ou anaérobie),
- . simple décantation ou filtration avant rejet en milieu naturel.

- But principal : pré-traitement efficace des effluents polluants au point de vue DCO, DBO₅, avant leur rejet dans le milieu naturel.

I.2.3. Le traitement tertiaire

But des traitements tertiaires

Les traitements tertiaires, que l'on dénomme aussi *épuration complémentaire* ou *épuration avancée* ou *épuration de finissage*, constituent un complément d'épuration des eaux usées pour régénérer ces eaux et adapter leurs nouvelles qualités à l'usage qu'on veut en faire.

En effet, l'épuration classique ne conduit qu'à un abattement limité des germes pathogènes (90 % environ), taux de pollution trop élevé dans certains cas, notamment dans les zones de baignades et dans les zones d'élevage de coquillages (conchyliculture).

Il s'agit donc, en cette circonstance, du cas particulier de la réutilisation des eaux usées urbaines. Les usages de ces eaux sont variés et peuvent répondre, après un certain degré de régénération :

- à servir d'appoint pour les besoins de l'hygiène publique dans une ville (arrosage des jardins, alimentation des fontaines publiques, etc.) ;
- à préserver les qualités du milieu récepteur et faciliter le traitement des eaux souterraines destinées à l'alimentation ;
- à l'irrigation de certaines surfaces maraîchères ;
- à l'alimentation des plans d'eau destinés aux sports nautiques, aux baignades, à la conchyliculture en bordure des mers, à la pêche ou pour des usages industriels divers : vapeurs, climatisation et refroidissement, etc. ;
- à lutter contre l'eutrophisation des lacs, type de pollution des eaux lacustres constaté souvent en France (lacs du Bourget, d'Annecy, de Nantua, etc.), cette pollution étant caractérisée par l'enrichissement excessif des eaux en sels nutritifs (azote et phosphore) comme cela a été évoqué en 4,12 du tome I.

Bien entendu, ce vaste et important problème de réutilisation des eaux usées exige des traitements, dits « *traitements tertiaires* », pour que ces eaux présentent toutes les qualités requises, afin d'être à nouveau utilisables. Bien entendu, il est indispensable que cette régénération des eaux soit économiquement valable.

Dans tous les cas, il est indispensable qu'une installation d'épuration tertiaire utilise comme source d'eau à traiter les eaux usées après les traitements préliminaires, primaires et secondaires. En moyenne générale, les trois traitements successifs ci-dessus ont permis d'éliminer 80 à 98 % de la demande biochimique d'oxygène (D.B.O.) et des matières en suspension. Ils ont réduit, sans la supprimer, la contamination microbienne. Ils ont laissé toutefois subsister de nombreux sels minéraux et n'ont pas permis d'éliminer un grand nombre de substances indésirables.

Il convient de préciser qu'approximativement un effluent secondaire présente les caractéristiques suivantes :

D.C.O.....	de 50 à 150 mg/l
Carbone organique total.....	de 20 à 50 mg/l
Azote (en NH ₃).....	de 5 à 30 mg/l
Couleur.....	« paille » pâle
Odeur.....	variable
Turbidité.....	de 30 à 60 unités Jackson

Les unités *Jackson* traduisent le pouvoir colmatant d'une eau qui n'est pas transparente et qui est chargée de matières en suspension. La cotation va de 1 à 100.

Les traitements tertiaires permettent plus précisément :

- de réduire davantage la masse de certaines matières en suspension et de D.B.O. ;
- de détruire la plupart des micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, parasites, protozoaires) par la désinfection, mais en résultats pratiques, il s'agit beaucoup plus de réduire le risque de contamination microbiologique ;
- de supprimer en partie la virulence de quelques substances toxiques, comme le mercure par exemple ;
- de lutter contre les micro-polluants non biodégradables, c'est-à-dire les détergents, les pesticides et les insecticides, etc. ;
- d'atténuer la masse des sels nutritifs qui provoque l'asphyxie des eaux lacustres (azote et phosphore).

Il existe trois grands types de méthodes de finition en plus de toutes les combinaisons possibles des traitements primaires et secondaires pour obtenir une meilleure épuration des eaux :

- l'irrigation, l'épandage,
- la désinfection,
- l'infiltration-percolation.

a) L'épandage et l'irrigation :

Ces deux méthodes ont un principe commun de fonctionnement qui consiste à recouvrir une certaine surface (sol) avec l'effluent primaire ou secondaire à épurer, et le laisser s'infiltrer lentement.

- L'épandage : il a pour but de recycler l'eau et les éléments fertilisants dans le sol ; les racines des végétaux peuvent ainsi absorber ces éléments minéraux, donc minéraliser la matière organique. Cependant, il faut que les effluents reçus par le sol ne soient pas trop chargés en matière organique pour qu'il y ait plus d'efficacité.

La dose annuelle totale utilisée est inférieure à 2000 m³/ha, ce qui équivaut à 5 - 20 % de la pluviométrie moyenne annuelle en climat tempéré.

Les eaux non puisées par le système racinaire végétal rejoindront les circulations souterraine et superficielle.

. ses performances :

- réduction de 100 % des MES,
- réduction de 100 % de la MO,
- réduction de 100 % des composés phosphorés,
- réduction de 90 à 100 % des composés azotés.

. ses inconvénients :

- mauvaise image et préjugés,
- contraintes climatiques,
- contraintes agronomiques (adaptation aux pratiques agricoles régionales),
- problèmes d'odeurs,
- contraintes administratives.

- L'irrigation : a pour objectif de réutiliser les eaux usées dans l'agriculture ; cette réutilisation agricole permet d'adopter une stratégie d'assainissement (mode d'épuration extensif dont le sol est le support) et d'augmenter les ressources en eau. Or, comme ces eaux ont une charge polluante assez grande, elles sont à l'origine de :

- . problèmes sanitaires (germes pathogènes, éléments traces et éléments toxiques),
- . problèmes agronomiques (fertilisants, azote, etc.),
- . problèmes d'irrigation liés aux MES, à la salinité et à la charge organique des eaux usées.

Remarque : l'effluent secondaire à traiter doit avoir au plus 10^3 coliformes fécaux/100 ml d'effluent, si possible moins de 100. Cette méthode doit donc être vigilante sur la qualité des effluents secondaires à traiter. Pour ce faire, ces effluents sont désinfectés préalablement ou traités par infiltration-percolation.

b) La désinfection des effluents secondaires :

Il existe plusieurs moyens de désinfecter les eaux usées : par chloration, par ozonation, par les rayons ultraviolets, par la température.

La désinfection consiste en une élimination durable des agents pathogènes de l'eau et elle est surtout pratiquée au chlore et à l'ozone.

La chloration permet de passer d'un effluent brut à 10^7 coliformes fécaux/100 ml à un effluent épuré à 10^3 germes pathogènes/100 ml.

Cependant, la chloration est difficile à réaliser avec des effluents en sortie de station d'épuration, car ils ont une DCO et une concentration en azote ammoniacal assez élevées.

Inconvénients :

- production de dérivés halogénés pouvant être cancérigènes ;
- dépend de la nature des microorganismes à éliminer ;
- dépend de la concentration de l'agent chimique utilisé (Cl_2 , hypochlorite, chloramines, etc.) ;
- dépend du temps de contact, de la température et des réactions possibles avec d'autres composés.

c) L'infiltration-percolation :

Cette méthode permet d'obtenir une bonne épuration de finition, tant du point de vue physico-chimique que bactériologique et ce, sous des charges hydrauliques assez importantes.

- Ses performances :

- . réduction de 100 % des MES,
- . réduction de 90 % de la DCO (des matières organiques),

- . réduction de 80 à 90 % des composés azotés,
- . réduction de 100 % des composés phosphorés (suivant la nature du matériau filtrant : argiles, etc.),
- . réduction des germes pathogènes à $10^3 - 10^4/100$ ml.

Les eaux usées traitées par cette technique subissent une épuration relativement poussée et peuvent, de ce fait, être réutilisées pour l'agriculture.

I.2.4. Principales combinaisons d'épuration envisageables

Niveaux	Principales combinaisons d'épuration envisageables	Observations	
Premier groupe			
a	1. Prétraitement + décantation + décantation primaire + lits de séchage des boues	Prétraitement : dégrillage ; dessable- ment ; déshuilage. à partir du niveau <i>d</i> , il faut utiliser les filières à dominante biologique. Niveau réservé à des cas exceptionnels	
b	2. Prétraitement + clarifloculation + lits de séchages des boues 3. Prétraitement + floculation + décantation + lits de séchage des boues 4. Prétraitement + coagulation par la chaux + lits de séchage des boues 5. Prétraitement + floculation + décantation lamellaire + épaissement des boues 6. Prétraitement + floculation + flottation + lits de séchage ou épaissement des boues		
c	7. Prétraitement + floculation + filtration avec polyélectrolytes + épaissement des boues		
d	8. Prétraitement + décantation primaire + lagunage aéré ou non aéré		
e	9. Prétraitement + décantation primaire + lits bactériens à faible charge + décantation secondaire + épaissement des boues 10. Prétraitement + décantation primaire + lits bactériens à garnissage plastique + décantation secondaire + épaissement des boues 11. Prétraitement + décantation primaire + lits bactériens + nitrification + épaissement des boues. 12. Prétraitement + décantation primaire + aération + boues activées + épaissement des boues 13. Prétraitement + décantation primaire + phase anoxie + aération + épaissement des boues		
f	14. Prétraitement + décantation primaire + lits granulaires (charbon actif) ou filtration sur sable + épaissement des boues. Dans certains cas la désinfection des effluents est nécessaire (chlore, ozone)		
Deuxième groupe (azote)			
N.K. 1	15. Procédés biologiques assurant le niveau <i>e</i> + précipitation et stripping de l'ammoniac + chaux et polyélectrolytes 16. Procédés biologiques assurant le niveau <i>e</i> + nitrification si les teneurs en N.K. sont élevées 17. Procédés biologiques assurant le niveau <i>d</i> + lagunage aéré ou non aéré		
N.K. 2	18. Procédés des boues activées + aération + phase anoxie d'aération + décantation lamellaire + lits granulaires (charbon actif)		
N.K. 3	19. Procédés des boues activées en aération prolongée + décantation + floculation avec charbon actif et clarification		
N.G.L. 1	20. Procédés des boues activées + phase de dénitrification incorporée aux phases d'oxydation de la matière carbonée + mise en œuvre d'une phase anoxie en tête du réacteur 21. Procédés des bassins en alternance, fonctionnant en phase aérobie et en phase anoxie		
N.G.L. 2	22. Dénitrification complète associée à une nitrification parfaite 23. Filière comportant une phase anoxie, recevant les boues recyclées et l'effluent brut + dénitrification + phase d'aération + zone anoxie avec une dénitrification + zone d'aération + clarification		
Troisième groupe (phosphore)			
P.T. 1	24. Précipitation + procédés des boues activées + coagulation en aval du bassin aération		La seule épuration biologique (niveau <i>e</i>) conduit à une élimi- nation de 40 % de phosphore
	25. Filière de floculation + clarification		
P.T. 2	26. Filière après précipitation dans l'épuration biologique à l'aide de polyélectrolytes 27. Floculation + épuration biologique + clarification 28. Floculation + décantation		

Tableau 7 : Combinaisons d'épuration

I.3. Rejet en zone littorale

Modes de rejet des eaux usées en zone littorale

Le rejet en zone littorale peut s'effectuer selon plusieurs modalités dont le choix, plus ou moins étendu en fonction des conditions géographiques locales, est effectué parmi l'une des catégories suivantes :

- les émissaires en mer ;
- les bassins à flots ;
- les rejets à la côte ;
- les rejets en estuaire ;
- les rejets dans les marais.

Des conditions particulièrement favorables peuvent dans certains cas autoriser une absence de rejet dans le milieu marin par l'emploi des techniques :

- de rejet dans le sol ;
- d'utilisation agricole des eaux.

Les rejets par émissaires

L'émissaire se définit comme un dispositif comprenant une canalisation et un diffuseur conduisant les eaux usées en un site du milieu marin capable d'accepter ces eaux. Cette capacité est évaluée en tenant compte des différents processus de convection et de diffusion qui doivent réduire au minimum les risques de retour à la côte. Il doit donc permettre d'éviter tout contact

direct et immédiat entre l'effluent et les individus ou les coquillages consommables. Sa mise en œuvre nécessite toujours une connaissance préalable des courants marins susceptibles d'affecter le rejet.

Il n'existe pas de définition précise de l'émissaire de rejet en mer : cependant le rapport du G.I.P.M.* explicite cette notion par : « les émissaires, qui constituent des collecteurs particuliers permettant d'effectuer des rejets à plus ou moins longue distance..., facilitent sa dispersion et son assimilation par le milieu récepteur ».

On doit donc considérer qu'une canalisation de rejet en mer ne mérite le qualificatif d'émissaire que si le point d'émission équipé d'un diffuseur est toujours submergé. Pratiquement ceci implique que dans la plupart des cas un rejet soit effectué à une profondeur au moins égale à - 2 m par rapport au zéro hydrographique.

Dans ces conditions, il se situe généralement sur le littoral atlantique, à une distance suffisante des côtes et bénéficie d'un minimum de dilution initiale pour remplir, lorsque les conditions

* G.I.P.M. : Groupe interministériel pour la protection des mers.

courantologiques s'y prêtent et si la gestion du rejet est bien étudiée, la mission qui lui est assignée. La mise en place d'un émissaire permet d'atteindre l'objectif souhaité malgré un degré d'épuration limité à une élimination partielle des matières en suspension décantables et des éléments flottants solides ou liquides (huiles) [épuration primaire]. Il assure, d'autre part, un minimum de protection en cas d'insuffisance accidentelle d'épuration à terre.

En facilitant l'élimination naturelle de la matière organique et des germes, sans mettre en péril les usages du milieu marin, l'émissaire en mer peut être, dans une certaine mesure, considéré comme un élément complétant le processus d'épuration. Il permet, en outre, de ménager l'avenir et de faire face à des conditions nouvelles plus exigeantes (accroissement du volume des rejets, développement de nouveaux usages) pour lesquelles on peut alors envisager l'installation de dispositifs conduisant à une épuration plus poussée des eaux avant leur rejet. Il convient également de bien prendre en compte la fiabilité de la solution adoptée et de bien pouvoir évaluer les risques de détérioration des émissaires qui peuvent être très élevés dans certaines conditions d'implantation.

Dans les cas où le choix d'un site et d'une technique de diffusion n'assure pas des conditions suffisantes de dilution, ce qui se traduit par des risques plus ou moins limités mais cependant certains de retour à la côte, on se posera d'abord la question de savoir si la technique du rejet par émissaire est opportune. Si elle l'est, ce qui peut être le cas lorsqu'un pseudo-émissaire existe déjà, il est alors nécessaire d'envisager un complément d'épuration dont les performances seront définies en fonction du risque de retour à la côte. Dans ces cas, une épuration primaire doit faire porter l'essentiel de l'épuration sur les matières en suspension dont la présence prolonge nettement la durée de survie des germes pathogènes dans l'eau de mer.

Les rejets dans les bassins à flots

Les bassins à flots sont les ports en eaux profondes utilisés pour la pêche ou la plaisance qui sont en communication avec le milieu marin soit par des goulets, soit, lorsque le marnage est trop important, par des écluses fermées à marée basse. Ils reçoivent fréquemment des rejets anciens d'eaux usées non épurées. Ils constituent des milieux tampons entre la terre et la mer. Leurs eaux saumâtres se prêtent bien à la dilution des eaux usées et sont le produit du mélange des eaux de ruissellement avec celles de la mer avec laquelle ils sont en relation.

Leur utilisation comme moyen naturel de traitement complémentaire a fait l'objet d'études sur les sites de Saint-Brieux et de Binic. Ces études ont montré que la décroissance bactérienne était voisine d'une puissance de 10 par jour de temps de séjour et conduisait à ne laisser subsister que 1 000 à 100 germes dans 100 ml au bout d'une semaine. Ainsi, à la sortie d'un bassin à flots, les eaux possèdent les caractéristiques bactériologiques jugées compatibles avec la baignade; on obtient donc une protection efficace du milieu marin.

Cette solution peut être parfois facilement mise en œuvre lors de la création des ports en eaux profondes, elle permet dans ces cas d'éviter des canalisations de rejet coûteuses.

En fait, l'éventualité d'un rejet dans un bassin à flots ne sera envisagée que si elle se présente comme seule alternative à un rejet sur une plage ou à proximité d'un parc conchylicole.

Il est bien évident que l'utilisation d'un bassin à flots à la manière d'un lagunage naturel de finition implique un traitement préalable poussé éliminant les matières en suspension et les matières organiques susceptibles de flocculer dans ces bassins. On devra également vérifier que l'apport en éléments fertilisants (azote et phosphore) n'est pas susceptible d'entraîner un développement gênant d'algues.

Les rejets à la côte

Le rejet à la côte se définit comme le débouché d'un collecteur en un point du rivage dont le choix n'a d'autre justification que sa proximité et sa facilité d'exécution. C'est le mode généralement en place pour les rejets anciens d'eaux résiduaires non traitées et pour les eaux pluviales. Il ne peut être maintenu, associé à une élimination des matières en suspension (épuration primaire) et pour les rejets importants (plus de 5 000 habitants) à une élimination des colloïdes que sur des sites pratiquement inaccessibles par voie de terre et bien sûr en l'absence de conchyliculture.

Dans un certain nombre de cas, le rejet à la côte ne peut être évité dans les zones justifiant d'une protection renforcée. Ce sont essentiellement les cas où la mise en place d'un émissaire se heurte à des obstacles économiques (cas des côtes très plates, rejets de faible importance), ou techniques (fonds instables ne permettant pas la tenue dans le temps d'un émissaire). Dans ces cas, l'épuration préalable au rejet doit assurer une élimination efficace des germes par des procédés performants et surtout très fiables.

Dans tous les cas de rejet à la côte, on doit envisager l'utilisation des bassins à marée. Ce sont des capacités de stockage capables d'accumuler les eaux usées plus ou moins traitées, afin d'en limiter la durée du rejet à la période favorable à sa dispersion, période qui se situe souvent au début du jusant. On trouve ainsi 2 fois par jour et sur une période de 2 à 3 heures les conditions de dispersion qui diminuent les risques de retour à la côte. Ces capacités tampons entre les stations d'épuration et le milieu naturel présentent un intérêt supplémentaire lorsqu'on doit avoir recours à la désinfection par le chlore ou ses dérivés. Ils ménagent des temps de contact importants indispensables à une bonne efficacité du traitement qui s'ajoutent à celui du bassin de contact tout en diminuant les teneurs en composés chlorés résiduels.

Les rejets en estuaires

Les estuaires constituent des milieux naturels différents à la fois des eaux douces situées en amont et du milieu marin. Soumises au balancement des marées, les pollutions émises dans un estuaire n'atteignent que lentement la mer et restent donc longtemps dans ces sites qui sont par ailleurs souvent favorables au développement des activités conchylicoles.

Les risques d'eutrophisation généralement négligeables dans le milieu marin atlantique, peuvent être sensibles dans les estuaires. Enfin, les estuaires subissent les effets des pollutions émises et plus ou moins dégradées par l'auto-épuration, de l'ensemble des bassins versants des rivières. La notion d'estuaire pourra être étendue aux zones marines étroites pénétrant profondément à l'intérieur des terres, même si les cours d'eau apparaissent comme très modestes (rivière d'Étel par exemple).

On trouve donc dans les estuaires des fleuves côtiers, de par leurs usages et leurs caractéristiques naturelles, des conditions de rejet exigeantes impliquant des dispositifs de traitement particulièrement fiables et performants.

L'installation de bassin de marée présente souvent au moins d'autant d'intérêt pour les rejets en estuaires que pour les rejets à la côte. Enfin, il convient de noter que les rejets en estuaire ne présentent généralement pas d'alternative de rejet par émissaire économiquement envisageable.

Dans certains cas, il pourra être souhaitable, en vue de la protection du milieu marin, de reporter le rejet d'un effluent très en amont de l'embouchure des rivières côtières. On devra dans ce cas vérifier que dans les conditions d'étiage, l'état des cours d'eau concernés reste satisfaisant. Il convient de garder présent à l'esprit la nécessité de préserver la qualité des cours d'eau côtiers et des estuaires en raison de leur rôle important

Caractères spécifiques des eaux résiduaires des collectivités littorales

Après avoir déterminé les conditions d'acceptation des eaux usées dans le milieu naturel et défini le ou les modes de rejet possibles, il convient de prendre en compte les caractéristiques spécifiques des eaux résiduaires des collectivités littorales qui ont une incidence sur les choix technologiques des dispositifs d'épuration.

Cette spécificité concerne à la fois les paramètres qualitatifs et les paramètres quantitatifs et plus précisément ceux exprimant la variabilité dans le temps des flux de pollution.

Elle sera plus ou moins marquée d'une agglomération à une autre en fonction surtout de la vocation touristique. Les eaux résiduaires de certaines villes au peuplement sédentaire nettement prépondérant ou aux activités industrielles marquées présentent peu d'originalité par rapport aux eaux usées des agglomérations situées à l'intérieur des terres.

Particularités des eaux usées des agglomérations littorales

Les investigations effectuées sur les eaux usées issues des collectivités littorales font le plus souvent état des caractéristiques suivantes :

- concentrations en matière organique élevées. Des valeurs de DCO supérieures à 1 000 mg/l

en moyenne sur 24 heures sont couramment rencontrées ;

- salinité importante et variable jusqu'à plusieurs grammes par litre ;
- septicité nettement marquée.

Les concentrations généralement élevées d'effluents d'origine exclusivement domestique peuvent s'expliquer par les raisons suivantes :

- absence d'eau d'infiltration en raison de la structure des terrains, de la date récente de mise en place des réseaux, de l'absence de pluie ;
- mode d'utilisation différent de l'eau par les populations en vacances et sans doute suroccupation des logements ;
- présence de matières de vidange déversées dans les égouts.

A l'inverse cependant lorsque les réseaux non étanches sont établis dans des nappes, les phénomènes de dilution sont très amplifiés en dehors des périodes estivales. On pourra donc être conduit à prévoir dans ces cas, pour les installations de traitement, des conditions de fonctionnement profondément différentes entre les périodes d'hiver et les périodes estivales.

La salinité importante provient essentiellement de l'intrusion d'eau de mer dans les réseaux soit par l'utilisation d'eau de mer pour les criées à

poissons par exemple, soit par des infiltrations au moment de l'étalement de la marée.

Enfin, la septicité qui caractérise les eaux usées ayant subi un début de fermentation anaérobie est la conséquence de la longueur des réseaux et de leur faible pente n'assurant pas l'autocurage. Elle est encore aggravée en période de faible fréquentation.

Ces caractéristiques qui sont parfois rencontrées dans les collectivités à l'intérieur des terres peuvent être à l'origine de difficultés dans le traitement. On sait en effet que des variations brutales du taux de chlorure peuvent perturber les phénomènes de décantation et sont incompatibles avec un bon déroulement des processus biologiques.

La septicité conjuguée avec des fortes concentrations peut être à l'origine de graves difficultés de traitement en induisant notamment pour les boues activées des phénomènes de foisonnement (bulking). D'autre part, ces eaux fermentées sont à l'origine d'émanation d'odeurs nauséabondes à base de mercaptans et d'hydrogène sulfuré.

Variabilité des flux de pollution

La variabilité des flux de pollution qui est la conséquence du caractère saisonnier du peuplement de ces régions est incontestablement la caractéristique essentielle des eaux résiduares issues des collectivités littorales. On peut distinguer deux aspects de cette variabilité :

l'amplitude qui est définie par le rapport entre les chiffres de populations sédentaires et saisonnières et la soudaineté qui marque la différence du flux de pollution entre deux jours consécutifs. On peut prévoir que l'amplitude augmentera avec le temps dans les stations estivales à développement récent.

Les variations brutales sont observées lors des week-end de l'avant et de l'arrière-saison et sont très marquées dans les stations estivales proches des grandes villes. L'amplitude de ces variations soudaines ne peut souvent pas être prévue plus de quelques heures à l'avance car elle est soumise aux conditions météorologiques.

Cette variabilité a des conséquences aux niveaux du dimensionnement et de l'exploitation.

Conséquences au niveau du dimensionnement

La période de fréquentation maximum coïncide avec celle où l'exigence envers la qualité du traitement liée aux usages des plages est la plus grande. Le dimensionnement des dispositifs d'épuration doit donc permettre d'atteindre les performances les plus élevées dans les conditions les plus difficiles. Au plan économique, on constate une faible utilisation des investissements. Par exemple, une installation recevant en période de pointe estivale les eaux usées de 50 000 habitants et en dehors de la saison estivale celles de 5 000 habitants, élimine annuellement une quantité de pollution correspondant à 20 % de sa capacité nominale, l'utilisation de ces investissements est donc particulièrement faible.

Conséquences au niveau de l'exploitation

Les conséquences au niveau de l'exploitation sont sensibles sous le double aspect de la difficulté technique et du coût d'exploitation.

Les traitements biologiques classiquement utilisés pour traiter les effluents domestiques supportent mal les variations de charge. On situe à environ 20 % l'accroissement quotidien admissible du flux de pollution, ce qui signifie qu'une variation de 1 à 4 nécessite une période délicate d'adaptation d'environ une semaine. Une telle

variation appliquée lors d'une fin de semaine en avant saison est mal acceptée et provoque parfois des phénomènes de défloculation des boues activées qui se traduisent :

- par un rejet massif de pollution à la période la plus exigeante sur le traitement ;
- par une phase de lente reconstitution de la flore épuratrice pouvant exiger plusieurs semaines.

Au plan économique, on constate que le coût

unitaire limité aux frais de fonctionnement de la pollution éliminée par une installation biologique recevant 10 % de sa capacité nominale est de 5 à 8 fois celui constaté pour la même installation fonctionnant à pleine charge.

Les échecs des dispositifs d'épuration, coûteux et lourds de conséquences pour les usages du milieu marin, trouvent souvent leur origine dans une inadéquation des procédés utilisés aux caractéristiques spécifiques des eaux usées issues des collectivités littorales.

Procédés d'épuration applicables aux collectivités littorales

Les procédés d'épuration doivent être choisis en fonction des objectifs à atteindre définis par les usages du milieu, et réalisés en tenant compte des modes de rejet. Leur fonctionnement doit être compatible avec les caractéristiques spécifiques des eaux résiduaires des collectivités littorales. Nous examinerons donc les procédés d'épuration les plus connus pour tenter de préciser leur domaine d'application résultant de leurs principales caractéristiques techniques et financières.

Ces procédés peuvent se classer par grandes catégories en fonction du type de pollution concernée et on distingue :

- les procédés d'élimination des matières en suspension ;
- les procédés d'élimination des matières colloïdales ;
- les procédés d'élimination des matières solubles ;
- les procédés d'élimination des germes.

II - LE PROJET : LA GEOEPURATION

Ce projet a pour but d'aborder le procédé de Géoépuración (épuración des eaux usées par le sol), en tant que traitement tertiaire.

II.1. Finalité de ce type de traitement

La station d'épuración municipale d'Orléans-la-Source traite actuellement, en moyenne, 7000 m³/jour d'effluent brut.

L'effluent traité par cette station est directement déversé dans la Loire et, bien que des contrôles assez stricts soient effectués régulièrement par des organismes tels que la DDASS et le SATESE, il s'avère que les eaux en sortie de station sont encore susceptibles de polluer (surtout d'un point de vue bactériologique). La finalité du type de traitement utilisé dans ce projet est donc d'améliorer la qualité physico-chimique et bactériologique des rejets en Loire de cette station, afin de prouver l'efficacité d'un tel traitement de finition et de l'améliorer.

II.2. Les avantages et inconvénients d'un tel traitement

Le procédé de Géoépuración des eaux usées domestiques a l'avantage d'être une méthode naturelle (infiltration d'un effluent à travers un sol, et/ou un sous-sol, naturel ou partiellement reconstitué avec du sable), faisant appel à des processus physico-chimiques et biologiques simples ; c'est un procédé rustique, facile à réaliser et pouvant conférer une épuración mécanique et un coût de fonctionnement relativement peu élevé.

Les inconvénients de ce type de traitement résident surtout en l'utilisation d'une surface au sol assez importante (1 m² par équiv.hab. en moyenne), ce qui risque d'être une contrainte dans certains contextes.

Bien qu'on ait essayé de minimiser la surface de traitement des effluents, il reste clair que l'épaisseur et la surface du lit de sable (ou de sol) filtrant sont deux paramètres essentiels à la qualité de l'épuración et qui, par conséquent, doivent être conservés et respectés.

De plus, nous avons pu constater lors de ce stage que le procédé de Géoépuración placé en aval d'une station d'épuración des eaux usées urbaines est étroitement dépendant de la qualité d'épuración de la station mais aussi de la qualité des effluents bruts arrivant en tête de station.

- Avantages :

. économie et coût d'équipement intéressant ;

- . résorption complète des nuisances créées par l'épandage et l'irrigation, plus économie d'eau particulièrement appréciable par les réutilisations des eaux épurées dans les régions déficitaires.

II.3. Caractérisation d'un effluent secondaire

Afin de déterminer le degré d'épuration optimum des rejets en Loire, il faut connaître la qualité des effluents à traiter. En effet, tout rejet en rivière (cours d'eau en général) est soumis à une réglementation stricte concernant la composition de l'effluent, son débit, sa distance à un lieu public (baignade, pêche) ou à une prise d'eau potable.

Néanmoins, si les rejets s'avèrent trop polluants, les conditions de rejet peuvent être rendues plus sévères par des arrêtés préfectoraux.

Pour pouvoir apprécier la qualité de l'eau en sortie de station d'épuration, il faut suivre l'évolution de paramètres tels que :

- la quantité de Matières En Suspension (MES) ;
- la quantité de Matières solides Totales (MT) ;
- la Demande Chimique en Oxygène (DCO) ;
- la Demande Biologique en Oxygène (DBO₅) ;
- la teneur en Matières Organiques et minérales (MO) ;
- la composition bactériologique (témoins de contamination fécale) et en substances azotées.

D'autres paramètres, tels que l'oxygène dissous, le potentiel d'oxydo-réduction, le pH et la conductivité peuvent venir à l'appui d'une analyse complète d'eau résiduaire.

L'effluent que l'on a donc caractérisé est un effluent secondaire obtenu en sortie de station d'épuration ; il a subi des traitements épuratoires physico-chimiques et biologiques.

L'effluent issu de la station d'épuration municipale d'Orléans-la-Source a été collecté au niveau du bassin de stockage de la station et caractérisé pendant 24 heures, à raison d'un prélèvement toutes les trois heures. Ce suivi effectué à l'aide d'un préleveur automatique (Annexe 3), permet ainsi de connaître la qualité moyenne des eaux résiduaires avant leur rejet en Loire ; ceci conditionnera le choix du traitement de finition à utiliser en aval de cette station d'épuration.

Les analyses :

II.3.1. Mesure de la turbidité de l'eau

Cette mesure a été effectuée à différentes heures de la journée pour définir une turbidité moyenne de cet effluent. Elle a été réalisée grâce à un disque de SECCHI, installé en permanence sur le pont du bassin de stockage et elle a pour but de contrôler l'abondance des MES dans cette eau.

L'eau du bassin est renouvelée 7 à 8 fois par 24 heures (grâce à une pompe qui évacue cet effluent directement dans la Loire) et elle est brassée et homogénéisée pendant la nuit : ceci contribue donc à obtenir dans ce bassin une turbidité à peu près constante.

On mesure la profondeur à partir de laquelle le disque de SECCHI cesse d'être visible : les résultats obtenus oscillent entre 0,80 m et 1,10 m ; on peut en conclure que la limpidité de cette eau est conforme aux normes de rejet en rivière.

II.3.2. Les Matières En Suspension

Leur analyse n'a pas été effectuée puisqu'un effluent secondaire est pratiquement dépourvu de MES (grâce aux différents traitements subis au cours de l'épuration) : les mesures de turbidité réalisées confirment l'existence de très peu d'éléments en suspension.

II.3.3. Demande Chimique en Oxygène

Les tests ont été réalisés avec un spectrophotomètre DR/2000 HACH (voir notice et fonctionnement Annexe 4.2).

Il s'agit d'un test fiable et plus rapide (deux heures) que celui de la DBO₅, et les analyses ont été réalisées aussitôt après la prise d'échantillon.

Les résultats obtenus sont résumés sur la figure 12.1. La variation de ce paramètre sur 24 heures est minimale, ce qui permet de dire qu'un prélèvement d'échantillon est représentatif d'une journée. La moyenne sur 24 heures est de $54,37 \pm 2,09$ mg/l : ceci corrobore les résultats obtenus par la station d'épuration.

II.3.4. Les composés azotés

L'azote est présent dans un tel effluent sous forme organique et/ou minérale (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-).

Nous avons effectué des mesures d'azote total Kjeldahl (voir protocole exp. et appareillage en Annexes 4 et 5) et d'azote ammoniacal afin de vérifier que l'essentiel de l'azote se trouve ici sous forme NH_4^+ (car il y a eu dégradation quasi-complète de la matière organique).

Les résultats pour ces deux types de mesures sont donnés en figure 7.2. On remarque une faible variation de la teneur en azote total Kjeldahl ; la moyenne sur 24 heures est de $33,46 \pm 1,17$ mg/l d'azote-NTK, ce qui est conforme aux résultats attendus en sortie de station d'épuration.

Les nitrates et les nitrites ont été analysés selon les programmes $N-NO_3^-$ et $N-NO_2^-$ du spectrophotomètre DR/2000 HACH.

Les résultats obtenus sont donnés en figure 12.2. Les variations observées sur ces deux courbes sont infimes : les moyennes obtenues sur 24 heures sont de $3,82 \pm 0,29$ mg/l de $N-NO_3^-$ et de $1,82 \pm 0,23$ mg/l de $N-NO_2^-$. Nous constatons que les teneurs en $N-NO_2^-$ sont trop fortes ; cet excès peut s'expliquer par l'existence d'une zone de prélèvement des échantillons à tendance anoxique, donc réductrice (due à la profondeur et au manque de brassage de l'eau) qui réduirait les nitrates issus du traitement par boues activées en nitrites.

Les basses teneurs en azote minéral confirment bien que la quasi-totalité de l'azote de l'effluent se retrouve sous forme N-NTK (azote ammoniacal essentiellement).

II.3.5. Les composés phosphorés

Ils n'ont pas été dosés puisque la station d'épuration d'Orléans-la-Source est équipée d'un système de déphosphatation au sulfate ferreux (l'effluent secondaire issu de cette station est donc, en principe, exempt de phosphates).

II.3.6. Les analyses bactériologiques

Comme les normes existantes s'intéressent particulièrement au caractère pathogène des bactéries contenues dans cet effluent, nous avons recherché les bactéries témoins de contamination fécale, notamment les coliformes fécaux, sachant que d'autres études seront faites dans les mois à venir sur des salmonelles et des aéromonas.

Pour ce faire, nous avons utilisé un milieu nutritif à base de gélose lactosée additionnée de deux inhibiteurs bactériens (TTC et Tergitol) : seuls les coliformes fécaux se développent sur ce milieu.

1 ml d'échantillon a été dilué de 1/10 en 1/10 jusqu'à obtenir 4 dilutions ; puis 0,1 ml des dilutions (-2), (-3) et (-4) ont été étalés en conditions stériles sur des boîtes de Pétri contenant 20 ml de gélose sélective (à raison de deux boîtes par dilution effectuée).

Ces boîtes ont été incubées 24 heures à 44° C.

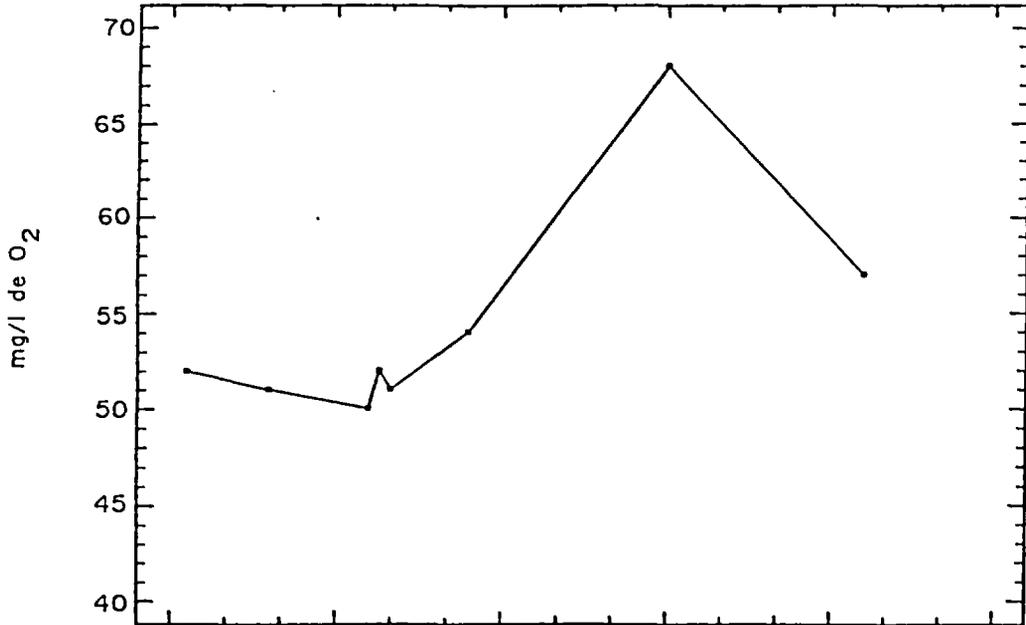


Fig. 12.1
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE
SUIVIE SUR 24 HEURES

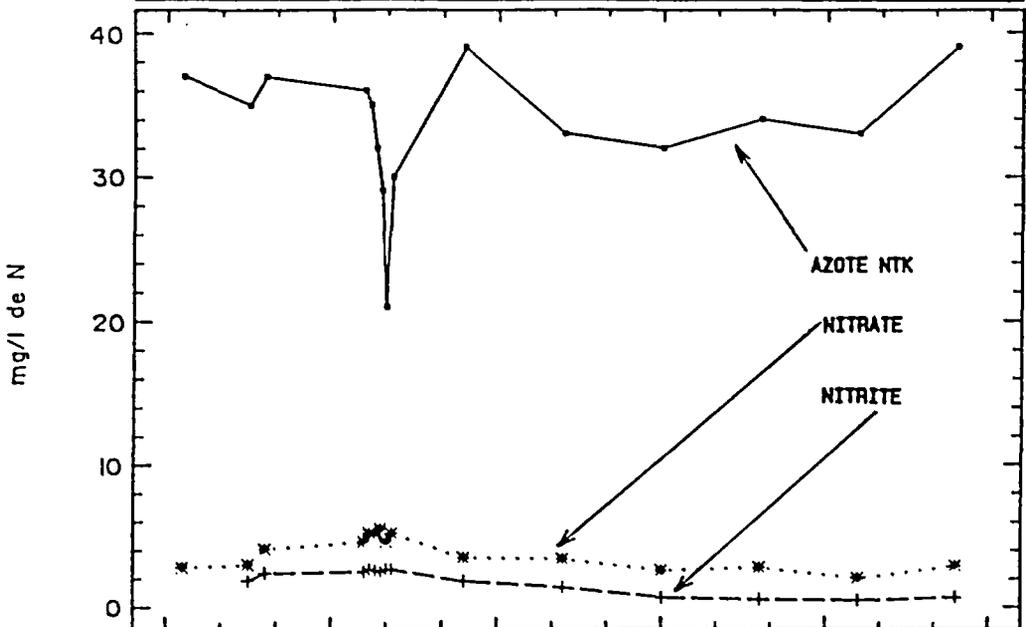


Fig. 12.2
DIFFERENTES FORMES DE L'AZOTE
SUIVIES SUR 24 HEURES

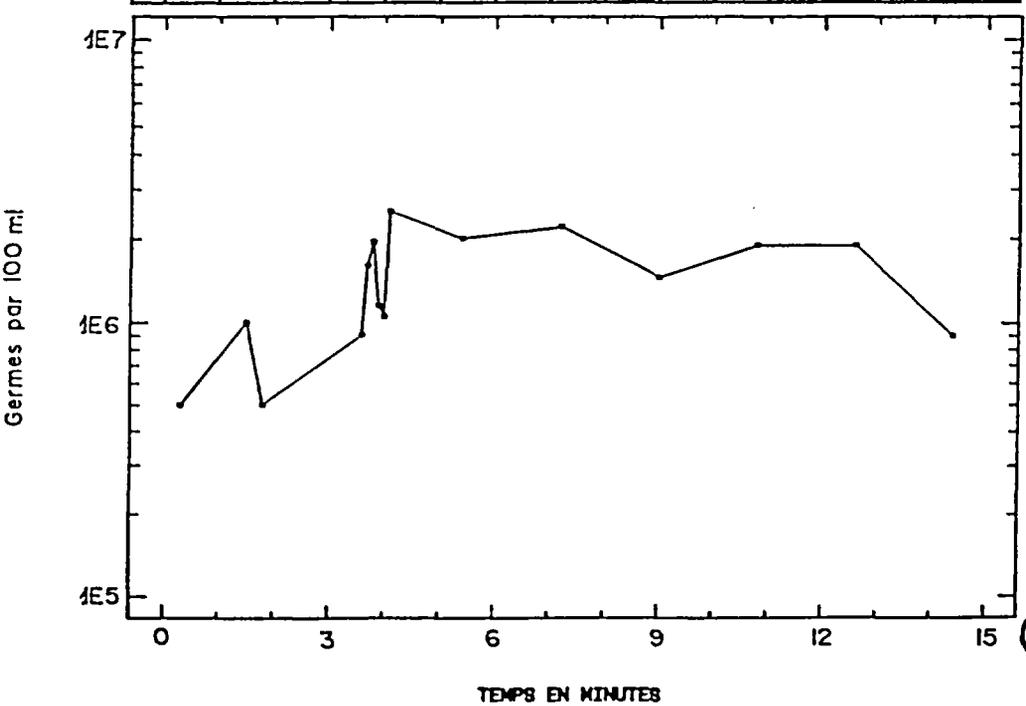
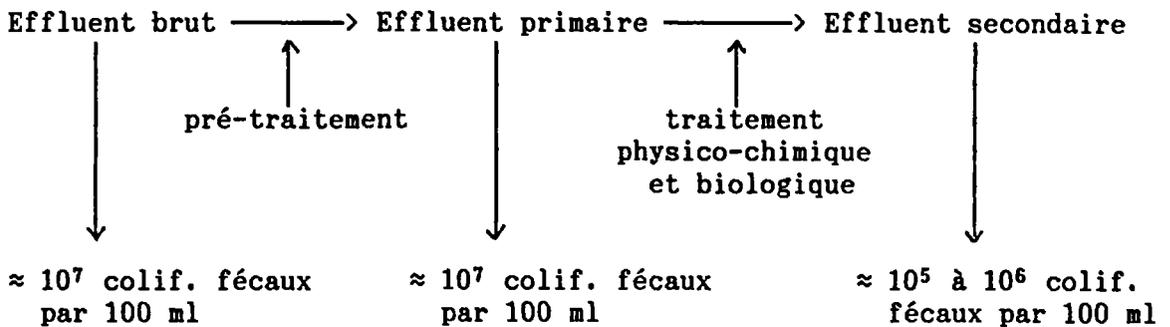


Fig.12.3
COLIFORMES FECAUX
SUIVIS SUR 24 HEURES

Fig. 12 : Caractérisation d'un effluent secondaire suivi sur 24 h.

Remarque : le choix des étalements et dilutions effectués a été déterminé en fonction des données bactériologiques théoriques existant à la sortie d'une station d'épuration par boues activées :



Les résultats obtenus lors de ce suivi sont présentés sur la figure 12.3. On constate que la moyenne sur 24 heures est de $1,43.10^6 \pm 1,61.10^5$ coliformes fécaux par 100 ml ; la variation de cette teneur en germes pathogènes est négligeable. Comme cette moyenne est élevée, il faudrait appliquer un traitement de finition en sortie de station d'épuration.

II.4. Présentation et réalisation du pilote de Géoépuration d'Orléans-la-Source

Le pilote de Géoépuration Par Infiltration Contrôlée (GEOPIC) d'Orléans-la-Source est situé dans l'enceinte de la station d'épuration municipale.

Il est constitué de quatre bassins de 16 m^2 de surface unitaire. Chaque bassin est rempli de 1,50 mètre de sable de Loire lavé. A 50 cm de profondeur dans le sable, une batterie d'aérateurs constitués de drains agricoles annelés est reliée à l'air atmosphérique par des cheminées de PVC. Ces structures d'aérations peuvent être ouvertes ou fermées à volonté pour favoriser l'oxygénation du sable.

Des effluents secondaires seront pompés en sortie de la station au niveau du bassin de stockage des eaux allant directement dans la Loire (voir Annexe 6).

Ces effluents seront envoyés par lames d'eau (= bâchées) fractionnées sur le bassin n° 1 (voir Annexe 7), grâce à un système d'électrovannes commandées par un automate programmable.

Le volume d'eau à traiter est de 13 m^3 par jour, soit une lame d'eau de 0,80 m/jour au-dessus du massif filtrant. Ceci est répété pendant une période de 5 jours (cycle actif), suivi d'un cycle inactif de 5 jours (arrêt de l'alimentation en effluent).

Le système d'aération sera fermé afin de permettre une meilleure élimination de l'azote par dénitrification au sein du massif filtrant (conditions d'anoxie requises).

Après épuration au travers du massif de sable, l'eau épurée arrivera dans un regard de prélèvement et de mesure où sa qualité sera contrôlée en continu et de façon complète par un système d'acquisition de données (automate - logiciel GEOPIC - appareils de mesure).

Cette qualité sera appréciée en déterminant les paramètres suivants :

- débits,
- conductibilité,
- pH,
- température,
- oxygène dissous,
- bactériologie,
- DCO/DBO,
- formes azotées,
- formes phosphorées, etc.

CONCLUSION

Les eaux usées urbaines sont des effluents polluants pour le milieu naturel ; elles sont caractérisées par un débit et une qualité qui peuvent être variables. Les paramètres concernés sont la teneur en MES, la DCO, la DBO₅, le pH, la teneur en composés azotés et phosphorés, etc.

La variabilité de ces effluents bruts va conditionner le type de traitement épuratoire à utiliser afin d'adapter ce dernier aux exigences du milieu (pré-traitement, traitement physico-chimique et/ou biologique).

Dans certains cas, l'utilisation d'un décanteur unique suffit à une épuration acceptable, alors que dans d'autres cas, un traitement de finition est impératif.

L'effluent secondaire à traiter dans ce cas est caractérisé par une composition physico-chimique et biologique particulière, notamment une charge en germes pathogènes de 10^5 à 10^6 coliformes fécaux par 100 ml : le traitement tertiaire à utiliser permettra d'ajuster alors la qualité de l'effluent aux normes de rejet ($< 10^3$ coliformes fécaux par 100 ml) imposées par la réglementation actuelle.

7) **RODIER J.**

L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.
Tome 1 et Tome 2 - Cinquième Edition - Collections Dunod, 1976.

8) **SAUNIER EAU ET ENVIRONNEMENT**

Traitement des eaux usées - Formation continue - 15, 16, 17
Novembre 1989.

9) **VALIRON F.**

La réutilisation des eaux usées.
Edition : BRGM - Technique et documentation, 1983.

10) **MONITEUR TECHNIQUE**

L'assainissement en milieu urbain ou rural.
Tome 2 : l'épuration et les traitements, 1987.
Editions du Moniteur, 17 rue d'Uzès - 75002 PARIS.

11) **CODE PERMANENT**

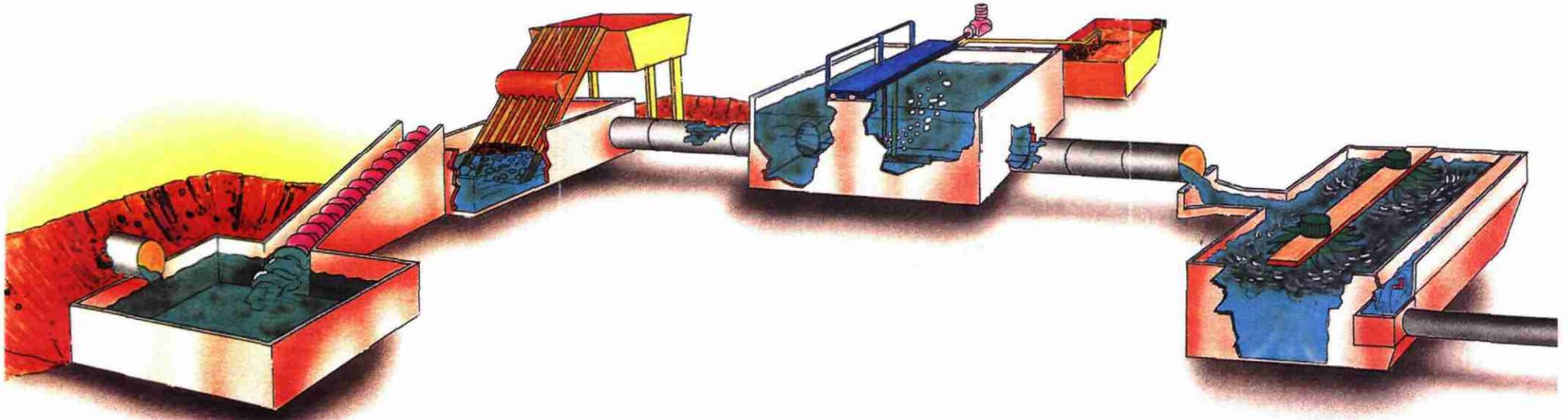
Environnement et Nuisances - 15 Février 1990.
Editions législatives et administratives.

ANNEXES

Relevage, dégrillage

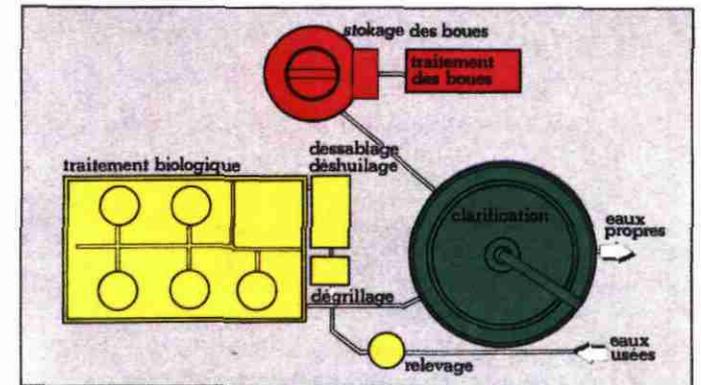
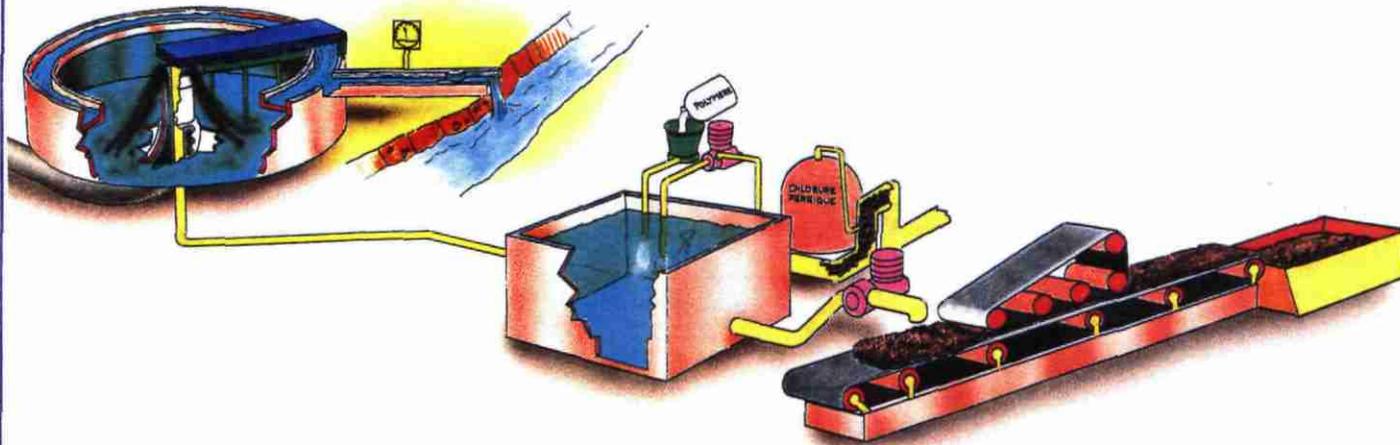
Dessablage, déshuilage

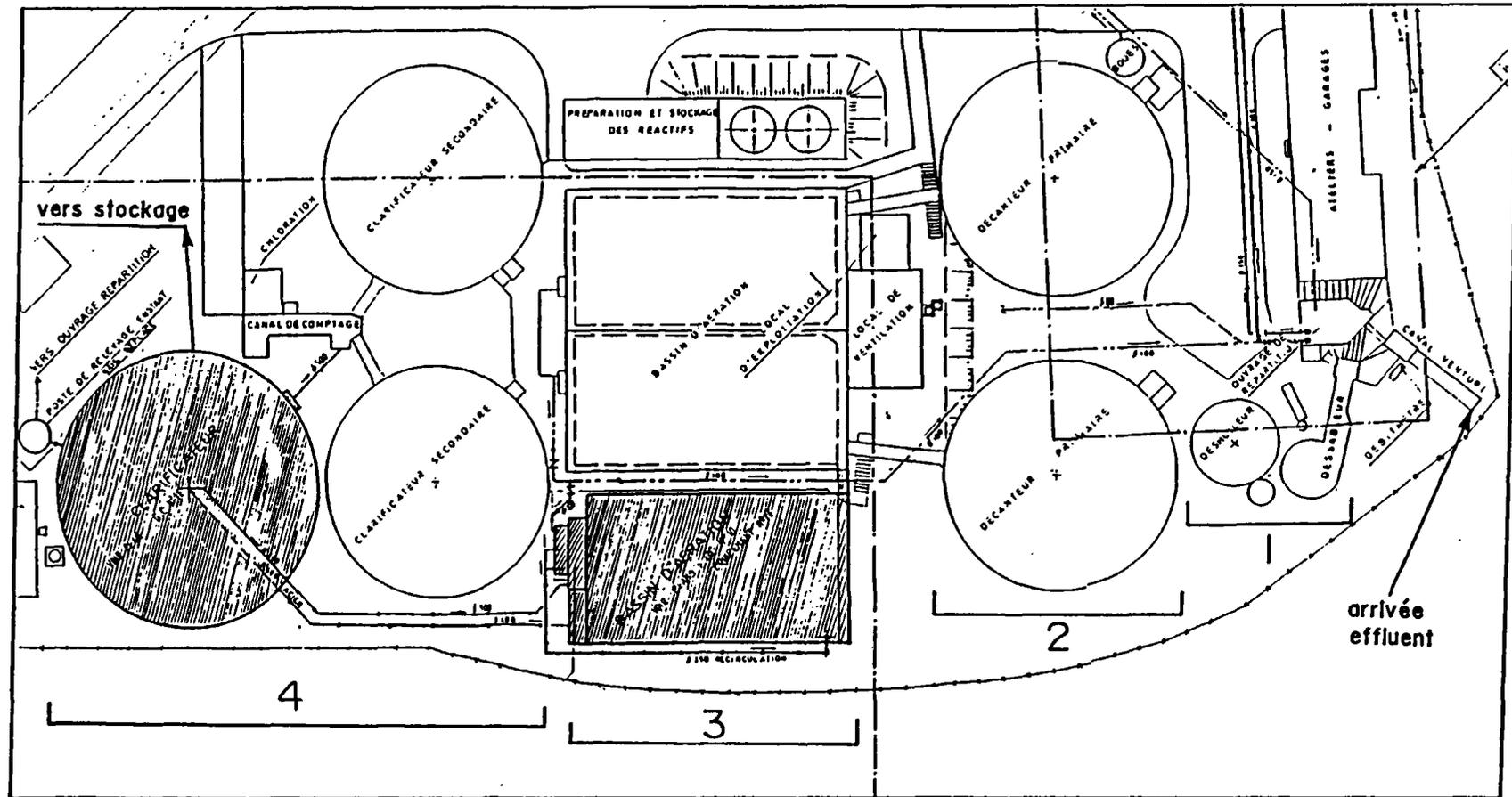
Traitement biologique



Clarification

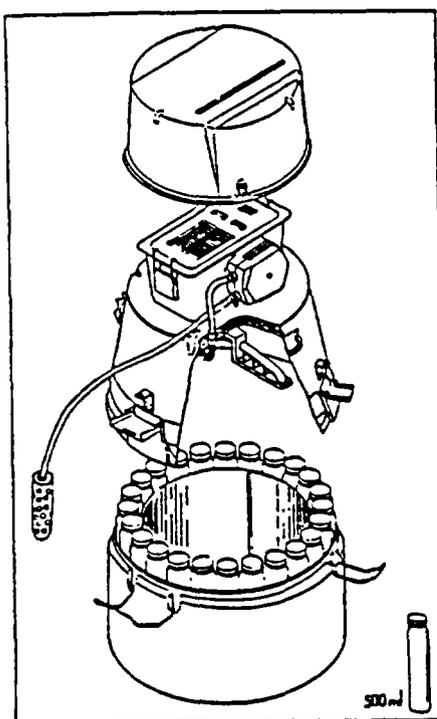
Traitement des boues





- 1 - Pré-traitement 2 - Décanteurs primaires 3 - Bassins d'aération (boues activées)
 4 - Décanteurs secondaires (clarificateurs)

ANNEXE 2 - Plan de la station d'épuration d'Orléans-la-Source



Appareil de prélèvement automatique
d'échantillons d'eau
(ex : 24 flacons par jour)

ANNEXE 3

FONCTIONNEMENT :

Par adjonction d'un débitmètre, la périodicité des séquences de prélèvement peut être asservie au débit ; il est également possible de coupler l'appareil avec un détecteur de niveau qui le met en service dès qu'une certaine cote est atteinte (la coupure peut être provoquée de la même façon).

ANNEXE 4

Annexe 4.1 - Demande biochimique en oxygène

La demande biochimique en oxygène est, par définition, la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes vivants pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau usée. Par convention, la DBO est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation, DBO₅.

Annexe 4.2 - Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale (fer ferreux, nitrites, ammoniacale, sulfures et chlorures).

Pour déterminer la demande chimique en oxygène, l'échantillon est chauffé deux heures avec un oxydant puissant, le dichromate de potassium. Les composés organiques oxydables réduisent l'ion dichromate (Cr⁶⁺) en ion chrome (Cr³⁺) vert. La quantité de dichromate restant ou la quantité de chrome trivalent produite est mesurée colorimétriquement pour déterminer la demande en oxygène. Le réactif DCO contient aussi des sels d'argent et de mercure. L'argent est un catalyseur et le sel de mercure est utilisé pour complexer l'interférence de l'ion chlorure.

Annexe 4.3 - Nitrate, fort (0 à 30,0 mg/l)

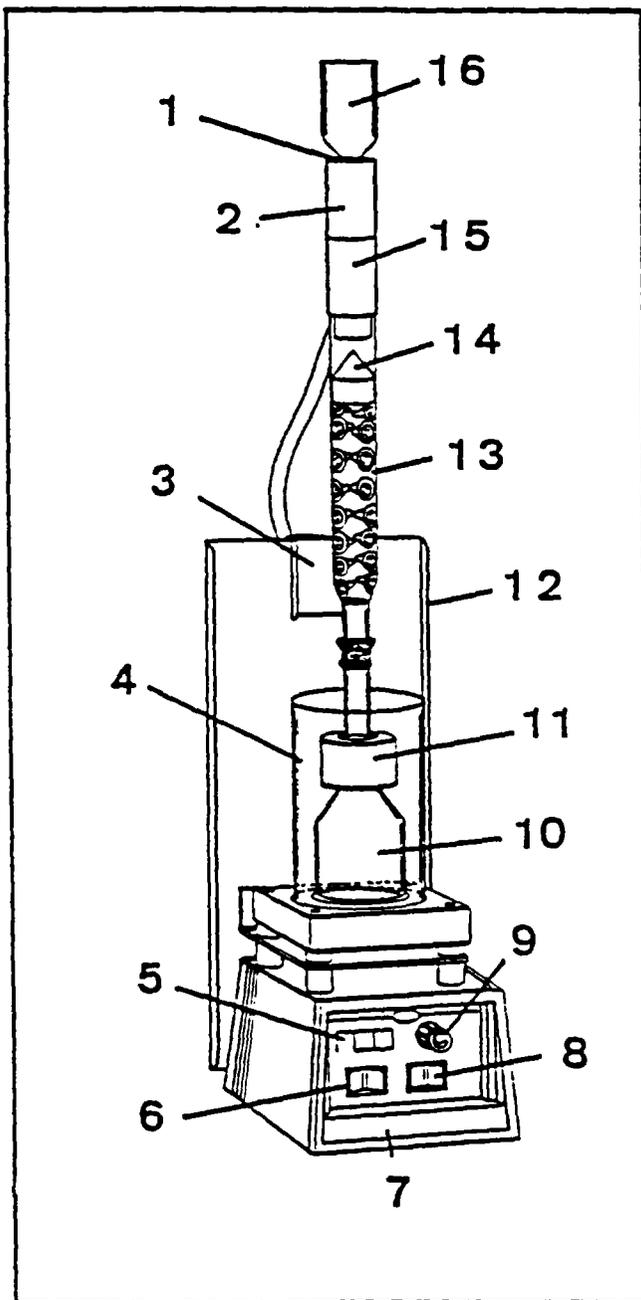
Pour eau, eau résiduaire et eau de mer
Méthode de réduction au Cadmium (Réactifs en gélules ou ampoules AccuVac)
Technique utilisant les réactifs en gélules.

Le cadmium métallique réduit le nitrate présent dans l'échantillon en nitrite. Le nitrite réagit en milieu acide avec l'acide sulfanilique pour former un sel de diazonium. Ce sel réagit avec l'acide gentisique pour former un complexe coloré ambre. L'ion nitrate peut aussi être déterminé directement en utilisant l'électrode sélective Nitrate (réf. n° 44560-71).

Annexe 4.4 - Nitrite faible (0 à 0,300 mg/l)

Pour eau résiduaire et eau de mer
Méthode Diazotation (Réactifs en gélules ou ampoules AccuVac)
Approuvée par l'EPA
Technique utilisant les réactifs en gélules

Le nitrite dans l'échantillon réagit avec l'acide sulfanilique pour former un sel de diazonium qui réagit avec l'acide chromotrope pour produire un complexe coloré rose dont la coloration est proportionnelle à la quantité de nitrite présent.

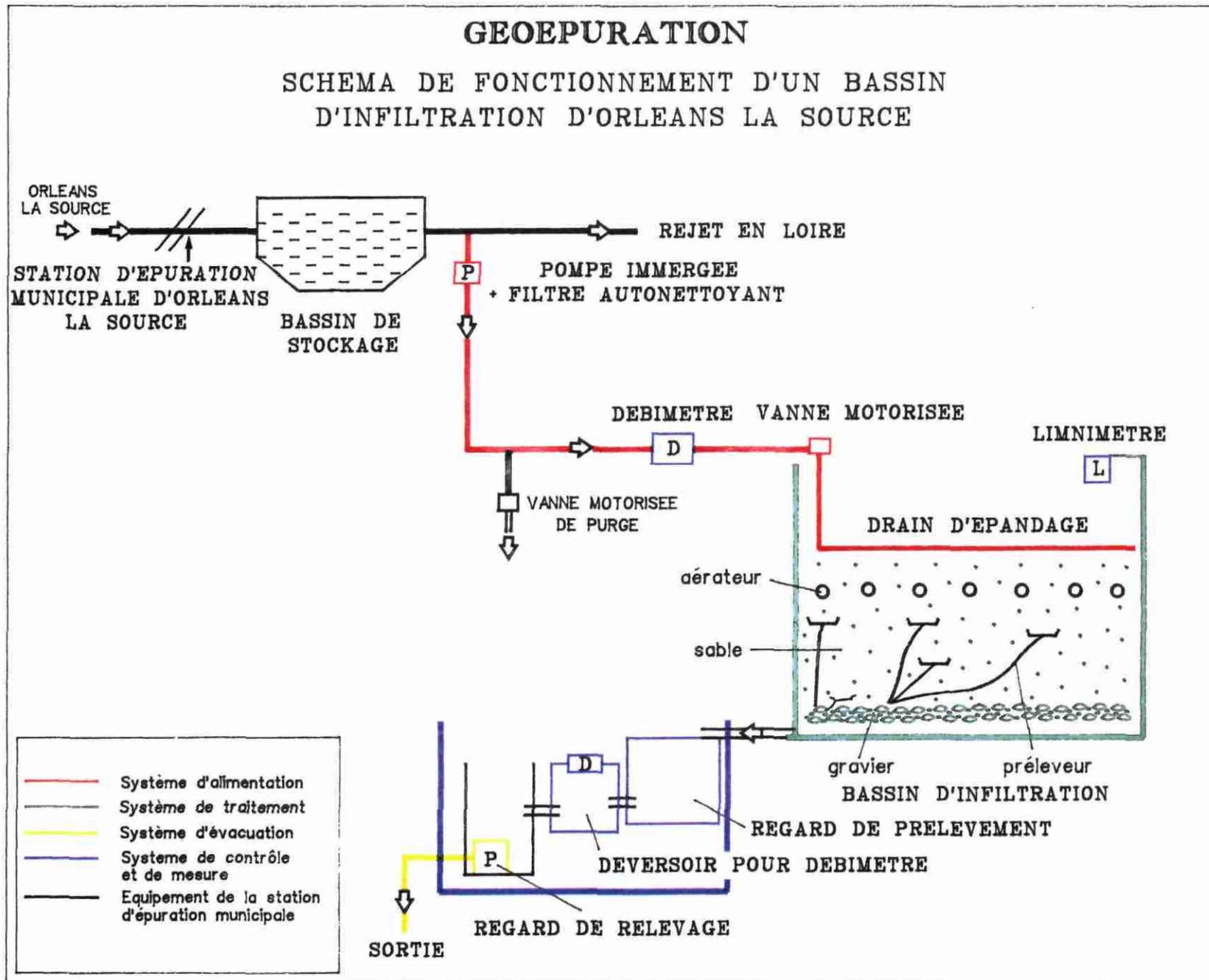


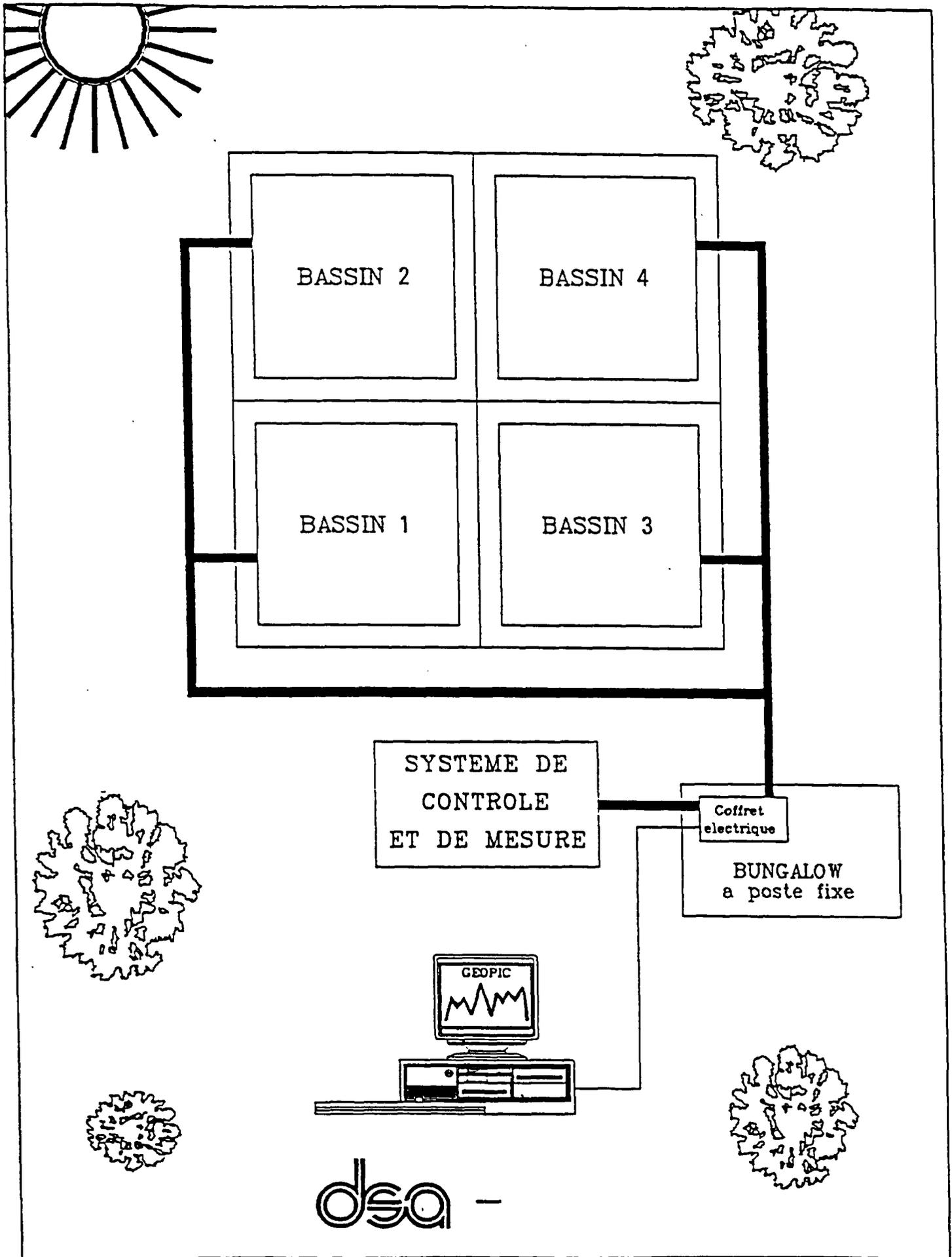
ANNEXE 5

Minéralisateur DIGESDAHL pour dosage de l'Azote Total Kjeldahl

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 1 Piège de vapeurs, bouchon | 9 Réglage de la température |
| 2 Adaptateur d'entonnoir à capillaire | 10 Fiole de digestion |
| 3 Réceptacle de colonne | 11 Poids |
| 4 Manchon de protection | 12 Support vertical |
| 5 Indicateur de température | 13 Colonne de fractionnement |
| 6 Commutateur de mode | 14 Chicane |
| 7 Système de chauffage | 15 Piège de vapeurs, corps |
| 8 Interrupteur général | 16 Entonnoir à capillaire |

Le Terme azote total kjeldahl se rapporte à l'ensemble azote ammoniacal et organique. Seuls, les composés organiques azotés dont l'azote est lié sous forme N_3^- sont déterminés par cette méthode. L'azote sous cette forme est converti en sels d'ammonium par l'action de l'acide sulfurique et de l'eau oxygénée. L'ammoniac est ensuite analysé par la méthode de Nessler modifiée. Le réactif de Nessler réagit avec l'ammoniac pour former un complexe coloré jaune dont la coloration est proportionnelle à la concentration de l'ammoniac.





Annexe 7 - Schéma de l'alimentation automatisée

Procédés d'épuration des eaux usées urbaines

Principes de base

Le but des procédés d'épuration est d'obtenir un effluent satisfaisant pour lequel la pollution soit limitée à un degré tel que le rejet ne crée aucune nuisance à la flore, ni à la faune du milieu récepteur.

Chaque pays fixe, dans la législation sanitaire qui lui est propre, la limite de pollution tolérable pour les rejets en rivière.

Pour effectuer l'épuration des eaux usées, on est conduit, d'une part, à retenir les déchets qui seront rejetés à la nature sous forme de produits inertes utilisables pour l'agriculture et de produits gazeux ayant une certaine valeur énergétique et, d'autre part, à obtenir finalement un effluent épuré à divers niveaux d'efficacité et rejeté à la nature.

L'évolution des eaux usées brutes vers un effluent épuré s'opère en passant par divers stades ou filières qui constituent des épurations successives.

Ces stades successifs à caractères physiques, chimiques ou biologiques sont combinés, afin d'éliminer ou réduire d'abord les matières en suspension, puis des matières colloïdales et enfin des éléments dissous, qu'ils soient minéraux ou organiques.

D'après la circulaire ministérielle n° 19-1216 du 10 juin 1976, ces traitements se distinguent en fonction du degré d'épuration recherché et d'après les moyens techniques mis en œuvre ; le classement comprend :

- les traitements préliminaires (ou traitements mécaniques) (cf. 1,3) ;
- les traitements primaires (cf. 1,4) ;
- les traitements secondaires (cf. 1,5) ;
- les traitements complémentaires, que l'on qualifie parfois de traitements tertiaires ou avancés (cf. 1,6).

Instabilité des eaux usées

Les eaux usées présentent, comme on a pu le constater, une grande instabilité de composition rendue plus ou moins modifiable par certains changements de conditions de circulation que forment :

- les turbulences des courants d'eau dans le réseau qui améliorent l'oxygénation du milieu ;
- les ralentissements du flux des effluents dans les canalisations qui provoquent des phénomènes de sédimentation et la prolifération des bactéries anaérobies ;
- les percolations à travers un lit poreux qui produisent des colmatages sur lesquels apparaît un film biologique à la partie supérieure du lit, ce qui entraîne une activité microbienne intense ;
 - la finesse de certaines matières en suspension qui empêche l'eau de décanter ;
- les contacts gaz-liquide, lesquels s'opèrent par barbotage de bulles d'air de différentes grosseurs à l'intérieur même du lit poreux, l'ascension des bulles occasionnant des brassages des matières fines en suspension ;
- enfin, parfois, les fortes dimensions des matières en suspension qui peuvent provoquer des obturations des tuyaux (sables, graviers, papiers, chiffons, etc.).

En résumé, on est bien obligé d'admettre que tous ces facteurs disparates par leur caractère ont pour conséquence, lors des études, de faire concevoir un réseau et une station d'épuration devant fonctionner dans des conditions délicates, d'autant plus que les écoulements ne s'effectuent pas sans forte pression permanente.

Il faut enfin comprendre que ces épurations successives font appel à des phénomènes d'ordre physique, chimique et biologique au sein des installations entièrement artificielles que constituent les stations d'épuration.

Traitements secondaires

Considérations générales

Généralement, le taux d'épuration exigé pour le rejet des effluents dans le milieu naturel n'est pas atteint par une simple épuration préliminaire et primaire.

Les traitements secondaires ont pour objet de poursuivre l'épuration de l'effluent provenant du décanteur primaire. Par voie biologique le plus souvent, il s'agit de transformer ces eaux décantées en amont, dans des limites acceptables, afin d'assurer l'imputrescibilité de l'effluent grâce à la stabilisation des matières organiques. A ce stade de stabilisation définitive, on évacue tous les déchets, les boues et les gaz.

Cette épuration complémentaire constitue, avant le rejet des eaux dans le milieu naturel, une phase très importante pour laquelle de gros efforts ont été consacrés afin d'obtenir des progrès techniques et financiers intéressants.

Les procédés les plus couramment utilisés aujourd'hui mettent en œuvre des installations biologiques, tant pour l'épuration des eaux usées urbaines que pour certaines eaux résiduaires industrielles. On les classe généralement en :

- procédés biologiques naturels (cf. 1,53) ;
- procédés biologiques artificiels (cf. 1,54).

Tous ces procédés conduisent à la formation de déchets (boues) qu'il faudra rejeter ou utiliser dès que l'on se trouve en présence d'une station d'épuration d'importance moyenne.

Le schéma de fonctionnement des traitements secondaires obéit au processus suivant :

- les micro-organismes des boues se développent et se nourrissent avec les matières organiques polluantes et les éliminent des effluents bruts ;
- les micro-organismes sont contenus dans des bassins spéciaux où ils forment une véritable communauté ; des décanteurs dits « secondaires » assurent la séparation de ces bactéries du liquide, ce qui permet d'évacuer une grande partie des eaux relativement épurées ;
- la masse biologique qui épure l'eau polluée doit trouver sa nourriture constante en utilisant un certain volume de boue provenant des décanteurs « secondaires ».

En fait, l'épuration biologique des eaux usées urbaines repose sur l'application de deux phénomènes, d'abord la sédimentation partielle des matières en suspension et ensuite l'activité biologique des très nombreuses bactéries qui se multiplient en dévorant les matières organiques formant par excellence des substances nutritives.

En dehors des procédés d'épuration par la voie biologique, on peut aussi avoir recours :

- aux moyens chimiques (cf. 1,52 et 2,4) ;
- aux procédés physico-chimiques [Bibl. 168 bis] (cf. 1,521).

Procédés chimiques

L'épuration chimique, en général coûteuse et difficile à réaliser, s'applique plutôt aux eaux résiduaires industrielles ou aux eaux d'égout contenant en proportion notable des résidus d'usines susceptibles d'entraver le développement des processus biologiques.

La nature et la proportion des réactifs à employer varient selon les circonstances et la composition des eaux à traiter.

La *neutralisation*, les *réactions stérilisantes*, la *chloration*, constituent autant de procédés chimiques que l'on examinera en détail en 2,4, lors de l'étude des traitements des eaux usées industrielles.

Procédés d'épuration physico-chimiques

La mise en œuvre des procédés physico-chimiques appliqués à l'épuration des eaux urbaines est relativement récente et trouve une adaptation satisfaisante aux effluents domestiques avec variation de charges polluantes de toute nature contenant en particulier des éléments inhibiteurs ou toxiques [Bibl. 168 bis].

Effectivement, on constate des rendements épura-toires excellents, puisque l'élimination des M.E.S. se situe entre 80 et 95 %, celle des matières organiques entre 65 et 75 % et enfin celle des phosphates à 90 %. Par ailleurs, tandis que le temps moyen de réponse d'une épuration biologique demeure

entre 12 et 24 heures, celui d'une épuration physico-chimique ne dépasse pas 1 heure. A ces résultats positifs, on peut considérer que l'exploitation de ces stations est simple et très souple et que l'utilisation de décanteur lamellaire s'adapte bien à ce procédé d'épuration, surtout si en phase finale on emploie un polyélectrolyte (cf. 1,43) qui favorise l'épaississement des floccs.

En contrepartie, trois problèmes se posent à l'exploitant, c'est-à-dire :

— celui de l'augmentation de 15 à 25 % de la production des boues ;

— cet accroissement du volume des boues décantées peut nuire au bon fonctionnement des décanteurs lamellaires ;

— celui de l'élimination insuffisante des matières organiques.

Procédés biologiques naturels

Les procédés biologiques naturels réalisent l'épuration par le sol, où grâce à l'énergie solaire, les matières organiques polluantes (biomasse du milieu « eau ») sont dégradées [Bibl. 179].

En pratique, ils se présentent sous trois aspects et peuvent servir de traitement complémentaire des effluents d'une station d'épuration biologique artificielle, afin de parfaire l'élimination de substances indésirables, comme l'azote et le phosphore.

Ils comprennent l'épandage sur le sol, le bassin de lagunage ou l'étang de stabilisation, et la filtration par le sol.

Épandage sur le sol

L'épandage d'un effluent sur le sol constitue un véritable procédé d'épuration biologique. Les matières organiques contenues dans les eaux sont retenues par les particules de terre, puis détruites par les bactéries qui prolifèrent par milliards dans les couches superficielles du terrain ; quant aux matières azotées existant sous la forme d'azote organique (ou azote ammoniacal), elles sont dénitrifiées par les plantes se développant à la surface du terrain.

Le sol, par sa nature, doit être obligatoirement perméable à l'air en surface là où se situe l'activité microbienne.

Il est indispensable de connaître :

— le débit des effluents,

— la D.B.O. 5 et la D.C.O. ;

— les M.E.S. et les M.V.S. ;

— la température et le pH des eaux.

On adopte généralement ce procédé lorsque la densité de la population et l'activité industrielle de la commune sont très faibles.

Il est nécessaire de disposer de vastes surfaces de terrain correctement drainées. La température, l'ensoleillement, les précipitations atmosphériques sont aussi des facteurs de réussite. L'ordre de grandeur des surfaces dont on doit disposer est de 20 à 50 m² par équivalent-habitant.

L'avis d'un géologue est indispensable pour fixer d'une façon précise le pouvoir filtrant du sol et l'absence de risques de contamination des nappes d'eau souterraines.

L'épuration s'effectue par irrigation ou par épandage proprement dit ou encore par aspersion. L'*irrigation* s'opère par le ruissellement de l'eau en nappe à la surface du terrain (irrigation sous couvert forestier à Saint-Tropez), tandis que l'*épandage* proprement dit est une combinaison de l'irrigation et d'un drainage artificiel. Quant à l'*aspersion*, ce sont des conduites mises sous pression par des moto-pompes qui alimentent des tuyauteries mobiles que l'on déplace au fur et à mesure des besoins.

Pratiquement, l'effluent est souvent acheminé après décantation. Un stockage intermédiaire en deux ou trois bassins est conseillé en séparant les eaux polluées et les eaux non polluées.

A titre indicatif, il est donné ci-après, quelques précisions concernant les débits relatifs à l'épandage sur le sol des eaux usées, lequel est un mode d'épuration intéressant s'il est exploité rationnellement.

Les volumes sont en mètres cubes susceptibles d'être déversés par hectare et par an :

— Céréales	3 000 m ³ /an
— Cultures maraîchères	10 000 m ³ /an
— Prairies	100 000 m ³ /an
— Terrains nus	200 000 m ³ /an

Les règlements sanitaires s'opposent à la culture, sur ces champs d'épandage, de légumes et de fruits à consommer crus.

Le choix du mode d'épandage appartient aux ingénieurs de la D.D.A.S.S. (Direction départementale d'action sanitaire et sociale).

Lagunage naturel ou bassin de stabilisation

L'Association française pour l'étude des eaux a édité en 1960 une notice où il est précisé : « Nous

prendrons l'habitude de désigner par bassin de stabilisation toute dépression ou excavation naturelle ou artificielle dans laquelle s'écoulent naturellement les eaux usées, brutes ou décantées pour ressortir, sans intervention extérieure d'aucune sorte, dans un état où elles ne risquent pas d'altérer la qualité du milieu récepteur. »

Toutefois, lorsqu'il s'agit de dépression naturelle, il est d'usage d'employer l'expression « étang de stabilisation ».

Ainsi, les bassins ou étangs de stabilisation peuvent être utilisés pour traiter, à l'état brut ou décanté, soit les eaux usées domestiques, soit les matières organiques des eaux résiduaires industrielles, celles-ci étant mélangées ou non à des eaux usées domestiques :

On distingue trois types de lagunes :

a) les lagunes profondes (3 à 4 m) fonctionnant en anaérobiose ;

b) les lagunes de faible profondeur ou bassins de stabilisation (1 m), de grande surface, dans lesquels la flore bactérienne, essentiellement aérobie, hydrolyse la matière organique et la dégrade grâce à l'oxygène qui lui est fourni par l'activité photosynthétique des algues de surface (qui trouvent là un milieu favorable à leur développement) et par les échanges gazeux air-eau à la surface liquide ;

c) les lagunes de finition en complément d'un traitement traditionnel et fonctionnant en aérobie.

Le type de lagune le plus couramment utilisé pour un traitement complet des eaux usées est le bassin ou étang de stabilisation. Il s'agit d'un ou de plusieurs bassins en série, dans lesquels les effluents bruts sont soumis aux processus biochimiques naturels de l'autoépuration ; généralement ces bassins en série sont au nombre de trois (fig. 7 et 8) [Bibl. 36].

Le milieu interne des bassins est évidemment plus ou moins riche en oxygène et les phénomènes biochimiques s'opèrent comme il suit (fig. 9) :

— dans la zone inférieure du plan d'eau, les bactéries anaérobies stabilisent dans la « couche limite » la matière organique en deux phases ; une partie de cette matière, sous l'influence des enzymes de certaines bactéries, est décomposée en nitrates et phosphates, puis rejoint la masse supérieure du plan d'eau ; l'autre partie de la matière est, par un autre groupe de bactéries, transformée en méthane, gaz carbonique et ammoniac ;

— dans la zone supérieure, la matière organique est dégradée par l'oxygène et les bactéries aérobies ; cette transformation produit du gaz carbonique, de l'eau, des phosphates et des nitrates, à leur tour ces éléments minéraux servent d'aliments à la flore

aquatique. A noter que les bactéries aérobies, très avides d'oxygène, recherchent le supplément d'oxygène nécessaire à leur vie et leur reproduction auprès des algues de surface, lesquelles, par photosynthèse, produisent de l'oxygène ; cette transformation est d'autant plus intense que le climat est chaud et ensoleillé.

Ces algues de surface, bleues, vertes ou brunes sont appelées algues à microphytes, elles produisent l'oxygène dissous O_2 , leur peuplement varie en fonction de la profondeur de l'eau, de l'intensité des rayons solaires et des saisons. La photosynthèse des plantes aquatiques chlorophylliennes constitue l'apport le plus important d'oxygène O_2 en lagunage naturel. Dans les lagunes à faible profondeur (0,30 à 0,50 m) on rencontre des algues à macrophytes, ces végétaux permettent d'envisager des performances d'épuration supérieures à celles relatives au traditionnel lagunage à microphytes (notamment les M.E.S.) [Bibl. 167 bis].

Ainsi, la destruction des matières organiques dans les bassins de lagunage s'opère grâce à une association des bactéries anaérobies et aérobies, il est donc nécessaire de les développer et de veiller sur la bonne santé de ces cultures (bactéries aérobies en particulier). Le pouvoir de digestion des matières organiques par ces micro-organismes est mesuré par la D.B.O.

Lorsque certaines conditions de terrains disponibles à bon marché et de climat sont remplies (climats tempérés et chauds, degré important d'ensoleillement), on admet que l'épuration par voie biologique de ce procédé constitue la solution la plus économique pour le traitement des eaux domestiques et celui de la plupart des eaux résiduaires industrielles.

En France, ce procédé est timidement utilisé sur le littoral méditerranéen au Grau-du-Roi et dans certains départements du Midi comme le Tarn et l'Aude (communes de Dénat, Senouillac, Réalmont, Saint-Pierre-sur-Mer). On peut noter aussi que la ville de Montpellier (200 000 habitants) étudie actuellement le traitement de ses eaux usées par aménagement de bassins de stabilisation sur l'étendue d'un étang du littoral.

Toutefois, il faut bien reconnaître que ce procédé est utilisé depuis des siècles en Asie et en Europe. Les États-Unis utilisent la photosynthèse pour la stabilisation des effluents depuis 1901. Néanmoins, ce système connaît une extension considérable dans de nombreux pays ayant souvent des climats très divers : Canada, Australie, Suède, Allemagne ; en effet, par temps froid un bassin conserve sa chaleur, il peut donc fonctionner sous la glace en hiver, la lumière fusant à travers la couche de glace.

— bassins aérobies ou mixtes : 1 100 à 1 700 hab./ha.

Le taux d'épuration ou rendement peut s'exprimer par la réduction de la charge polluante exprimée en D.B.O. 5, mesurée à l'entrée et à la sortie des bassins.

Ce procédé permet d'obtenir des rendements qui varient de 80 à 90 %. Ces rendements sont fonction du type de bassin, de la charge polluante unitaire appliquée à ce bassin et surtout, du temps de séjour des effluents.

Le taux d'élimination de l'azote et du phosphore est de l'ordre de 25 à 30 % de l'azote total initialement présent dans les effluents bruts (cf. 1,641 et 1,642).

La durée de séjour pour les bassins aérobies est de 20 à 30 jours si l'effluent a subi une décantation préalable. Le climat, la température et la luminosité ont une grande influence sur la durée de séjour des eaux usées dans le bassin.

Les bassins aérobies ont une profondeur de 1,10 m à 1,80 m.

L'admission des eaux d'égout se fait par le fond du bassin et dans la partie centrale ; les orifices de distribution sont multiples et toujours noyés.

La communication entre bassins est réalisée de telle sorte qu'on oblige l'effluent à passer par le fond.

Les bassins rectangulaires assurent une meilleure répartition des eaux usées.

Les inconvénients qui peuvent se présenter lors de l'exploitation de ces bassins sont d'ordres divers :

- curage nécessaire des boues au fond des étangs ou des bassins et évacuation des boues qui s'accumulent dans le premier bassin (10 cm par an et vidange tous les 8 à 10 ans).
- production importante d'algues (désherbage obligatoire) ;
- surface importante de bassins à entretenir ;
- nécessité d'imperméabiliser le terrain (compactage, argile, pose d'un film plastique sur le fond et les berges) ;
- prolifération de moustiques ;
- risque d'odeurs, particulièrement pour les bassins anaérobies.

Le lagunage peut être pourvu d'une installation d'aérobie artificielle ; dans le cas d'un tel équipement, il semble plus rationnel d'étudier ce procédé à l'occasion des « procédés biologiques artificiels » développés au point 1,54 [Bibl. 3,81].

Épuration par filtration par le sol

a) Sans mise en valeur culturale

On utilise la possibilité de disposer de grandes surfaces de *terrains sableux* de granulométrie fine convenable (0,2 à 0,5 mm de diamètre) et sur des surfaces où l'activité agricole est nulle ; on dirige les eaux sur toute l'étendue de ces surfaces, en admettant comme base un effluent correspondant à celui d'une population de 2 000 habitants par hectare de terrain (cf. 1,531).

b) Bassins sur des dunes

Si les phénomènes qui se manifestent lors de l'épuration d'eaux usées infiltrées dans le sol sont encore peu connus, il semble intéressant de signaler la mise en application de méthodes d'infiltration naturelle d'eaux usées domestiques traitées biologiquement dans plusieurs bassins chacun de 750 m² environ, sur des dunes nues ou par irrigation sur des dunes plantées. Les sols dunaires sont formés de sables grossiers avec 80 % d'éléments compris entre 0,2 et 1 mm et moins de 5 % d'éléments fins (limons, argiles) ; ils constituent un milieu perméable où l'on maîtrise les risques de colmatage.

Il s'agit d'une technique nouvelle, mise en place dans le Bassin méditerranéen à Port-Leucate (Aude), qui traite les effluents de 20 000 habitants sur 5 hectares (6 bassins de 750 m² chacun, d'une profondeur de 1,30 m et une revanche de 0,30 m).

Les excellents résultats d'élimination sont les suivants :

- D.B.O.5 = 90 % ; D.C.O. = 95 à 98 % et M.E.S. = 100 % ;
- disparition totale des germes pathogènes ;
- abattement : 43 % de l'azote et 100 % des phosphates ;
- odeur très faible eu égard à l'environnement.

Cet appréciable niveau de qualité, après l'application de ce système d'épuration, est intéressant pour les communes rurales du littoral sud et ouest de notre pays, où se développent les lieux de baignades et certaines activités comme la conchyliculture et la pêche.

Procédés biologiques artificiels

Généralités

En dehors des procédés biologiques naturels développés ci-avant, on dispose, pour parfaire cette épuration, de procédés biologiques artificiels. Ceux-ci

comprennent des dispositifs qui permettent de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques, tels qu'ils se produisent en milieu naturel.

On utilise deux grands types de procédés : l'un employant des *lits bactériens*, l'autre mettant en œuvre le principe des *boues activées* [Bibl. 87]. D'autres systèmes apparentés à ces deux procédés sont à examiner ; ils comprennent les tubes plastiques, les disques biologiques tournants, les procédés d'aération intense et prolongée, l'oxydation totale (blocs d'oxydation totale et chenaux d'oxydation), le lagunage aéré et l'utilisation de l'oxygène pur.

Lits bactériens

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien, quelquefois appelé *filtre bactérien* ou *filtre percolateur*, consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées, sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. C'est la raison pour laquelle les lits bactériens sont désignés également sous la dénomination de réacteurs à biomasse fixée, la biomasse étant la quantité de matière vivante dans un écosystème aquatique par unité de surface ou de volume.

Une aération est pratiquée, le plus souvent par tirage naturel et quelquefois par ventilation forcée. Cette aération a pour but d'apporter dans toute l'épaisseur de la masse poreuse l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs, tandis que les sous-produits et le gaz carbonique s'éliminent dans les fluides liquides et gazeux.

Le film biologique appelé « zoogée » ou « mucilage » comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Ce film se détache en lambeaux et les matériaux poreux se trouvent dénudés, l'épaisseur du film se reconstitue automatiquement après trois semaines, à la température moyenne de 25 °C, il faut tenir compte pour cette reconstitution de la charge hydraulique qui varie dans la journée.

La masse de matériaux poreux composée de scories, pouzzolanes, mâchefers, a une granulométrie de faibles dimensions (2 cm à 8 cm) ; son épaisseur varie de 1,50 m à 4 m. Ces matériaux reposent sur un

double radier ; le radier supérieur, généralement en béton, est perforé et le radier inférieur recueille l'eau traitée et l'évacue.

Le dispositif d'arrosage à la partie supérieure de l'ouvrage est constitué de tuyauteries perforées ; si la cuve est cylindrique, l'arrosage automatique se fait par un tourniquet hydraulique nommé *sprinkler* ; il présente l'avantage, en tournant lentement, d'aérer l'effluent (fig. 10 gauche).

Après le lit bactérien suit le décanteur secondaire chargé de retenir les boues « secondaires » et de les envoyer vers le digesteur anaérobie.

L'efficacité d'un lit bactérien dépend des facteurs suivants :

- les caractéristiques des matériaux servant de support aux bactéries (porosité, aire volumique) ;
- le volume et la profondeur du lit ;
- la régularité du débit d'alimentation ;
- la concentration des matières organiques nutritives (substrats).

Les lits bactériens classiques, garnis de pouzzolane, présentent souvent des difficultés de fonctionnement liées au colmatage du matériau filtrant.

Un lit bactérien est défini par sa charge hydraulique et par sa charge organique.

Charge hydraulique *Charge organique*

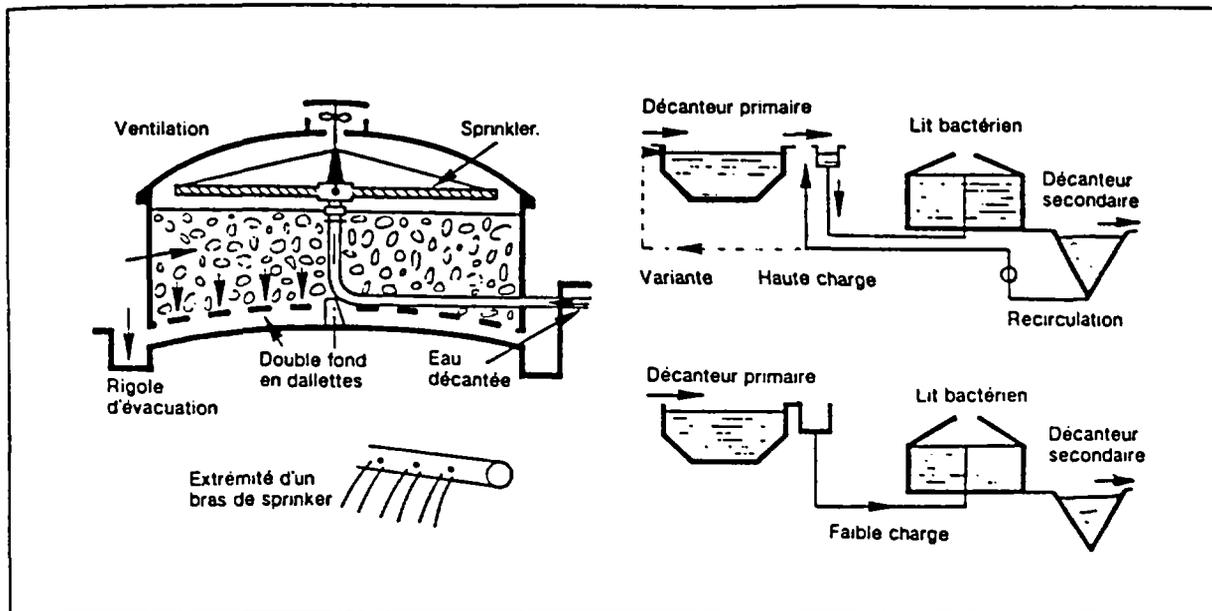
• La **charge hydraulique** est le volume des effluents distribués sur le lit bactérien, exprimé en mètres cubes par jour et par mètre carré de surface de filtre.

• La **charge organique** exprime la masse de D.B.O. 5 par mètre cube de matériaux filtrants et par jour, à la température de 20 °C (cf. 1,173).

Si le débit d'arrosage du lit bactérien est réduit, c'est-à-dire de 3 à 4 m³ par mètre carré de filtre, on est en présence d'un lit à *faible charge hydraulique* et la charge organique en D.B.O. 5 par mètre cube de matériaux est de 0,1 à 0,4 kg/j, soit en moyenne 0,2 kg/j, ce qui correspond à la D.B.O. 5 de l'effluent de 5 équivalents-habitant par mètre carré de lit.

A noter que le système de lit bactérien à faible charge hydraulique est rapidement colmaté et la tendance actuelle est de n'utiliser ce type de lit que dans des cas rares (fig. 10 droite).

On préconise plutôt les lits bactériens à *haute charge hydraulique* où l'on trouve un débit d'arrosage élevé



A gauche : lit bactérien percolateur.
A droite : schémas de lits bactériens figurant une installation à haute charge et une installation à faible charge.

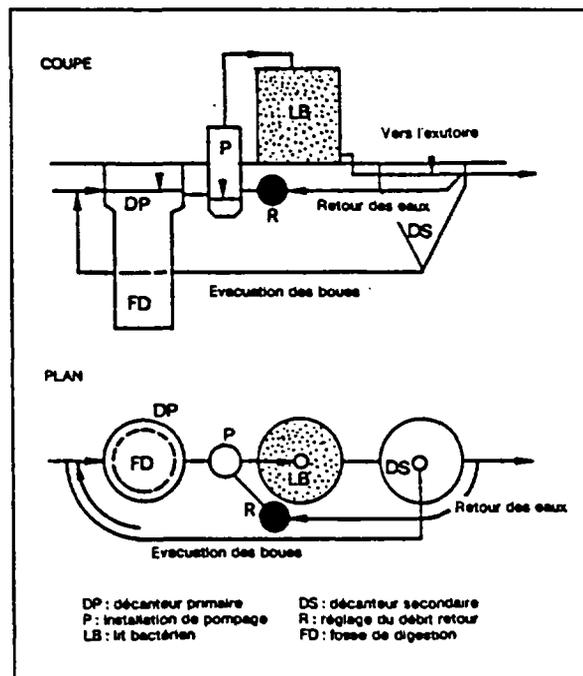
par le moyen de la recirculation des eaux. Ainsi, le colmatage n'étant pas à craindre, l'autocurage du lit est assuré. Dans ce cas, les boues sont évacuées vers un décanteur secondaire.

Dans les lits à haute charge hydraulique, celle-ci varie de 20 à 40 m³ d'eau usée par mètre carré de filtre et par jour ; la charge organique en D.B.O. 5 par mètre cube de matériaux est de 1 à 3 kg/j. correspondant à un effluent de 20 à 60 équivalents-habitant.

L'épuration biologique artificielle réduit de 90 % la D.B.O. 5. Elle convient au traitement des eaux usées ayant une forte D.B.O. 5 ou de certaines eaux chargées de produits toxiques. Toutefois, les installations nécessitent d'importants ouvrages de génie civil

Les lits à haute charge ont une faible perte de charge par suite du pompage des eaux pour la recirculation ; cette perte de charge est inférieure de 2 m environ comparativement aux lits à faible charge dont le circuit hydraulique est gravitaire.

Il est utile de signaler que la filière des lits bactériens est peu sensible aux surcharges hydrauliques passagères et offre de ce fait une qualité d'effluents traités plus constante.



— Schéma d'un lit bactérien à haute charge avec circuit de retour n'empruntant pas le décanteur primaire.

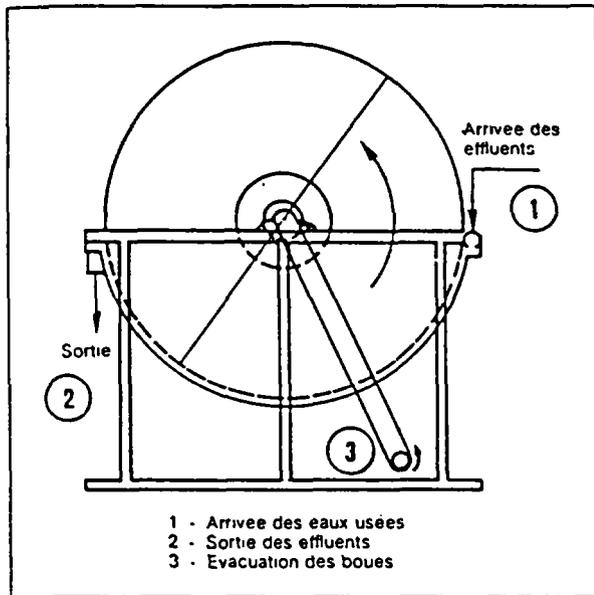


Schéma d'un dispositif de disques biologiques.

Ces disques, au nombre de plusieurs centaines (en fonction de la charge organique de la station) tournent lentement à une vitesse constante de 1 à 2 tours/mn. Ils plongent dans des cuvettes semi-circulaires où l'effluent, préalablement décanté, est admis et d'où il sort avec une perte de charge très faible, de l'ordre de 0,20 m environ. Ces disques forment une masse feuilletée cylindrique de 1 à 6 m de longueur et développent une surface de 150 à 200 m² par mètre cube de disques.

L'entrée des eaux usées dans les cuvettes est réglée par des vannes. Les matières en suspension sont entraînées sur les disques par leur rotation et sont mises au contact de l'air où elles subissent l'action de l'oxygène de l'atmosphère et des micro-organismes qui forment le film biologique, sur toute l'étendue de la surface de chaque disque.

On admet 2 m² de surface de disque par habitant.

La masse biologique retenue par les disques représente 120 g de M.E.S. par m² ; lorsqu'elle atteint 5 mm d'épaisseur, elle se détache et tombe au fond de la cuvette, puis l'évacuation se fait par le décanter secondaire.

Il faut rappeler que les boues représentent 1 à 1,3 l/hab/j, c'est-à-dire 0,8 à 1 kg de M.E.S. par kg de D.B.O. 5 éliminé.

Les disques biologiques doivent fonctionner dans des stations couvertes, pour mettre les installations à l'abri des intempéries et des écarts de tempéra-

res ; l'encombrement des appareils est très réduit, c'est un gain de place appréciable.

Ce procédé est mieux adapté à un système séparatif qu'unitaire, il s'adapte bien aux fortes charges des effluents. Il convient aux petites et moyennes agglomérations jusqu'à 50 000 habitants. Il offre le gros avantage de fonctionner avec une perte de charge très faible (0,20 m) et il élimine la D.B.O., la D.C.O. et l'ammoniaque d'une façon satisfaisante. Enfin, il est d'un entretien facile, peu sensible aux variations brutales des charges et nécessite une faible dépense d'énergie. Il faut souligner que les installations à disques sont parfois à l'origine de mauvaises odeurs, la cause de ces ennuis tenant le plus souvent à la répartition défectueuse des eaux sur l'étendue de la surface des disques.

Boues activées

Principe et fonctionnement

C'est un mode épuratoire très répandu.

Il s'agit d'une technique qui n'est autre qu'une accélération artificielle des processus d'auto-épuration dans les milieux naturels. Au sein d'un courant continu d'eau usée, les bactéries aérobies sont soumises à l'action prolongée d'une forte oxygénation obtenue par une introduction d'air régulièrement répartie dans l'effluent ; ces bactéries absorbent les matières organiques et forment de gros flocons qui décantent, lesquels à leur tour constituent des boues ou des masses flocculeuses dites *boues activées*.

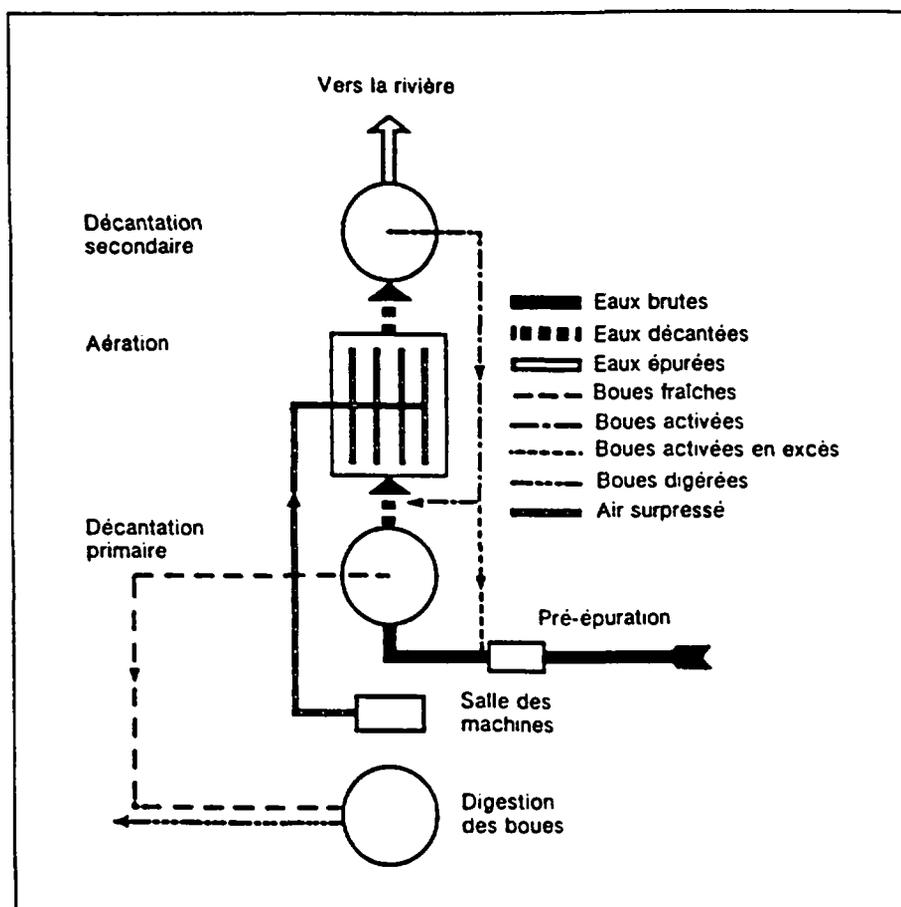
Une boue activée de bonne qualité a une couleur blonde légèrement rougeâtre.

Ces flocons constamment renouvelés par une circulation continue assurent rapidement la dégradation des matières putrescibles dans un délai beaucoup plus court que dans le milieu naturel.

Cette population bactérienne très variée en quantité et en qualité est sensible à de nombreux facteurs, à savoir :

- le rapport entre la nourriture et la population bactérienne ;
- la nature de l'alimentation fournie par les polluants (biomasse) ;
- la teneur en oxygène des eaux brutes contenue dans les bassins ;
- la température et le pH des eaux ;
- les interactions entre les variétés de bactéries.

*Épuration
biologique : schéma de
principe de l'épuration par
boues activées.*



Le mode d'alimentation le meilleur consiste à obtenir un mélange très fin des boues et des effluents.

L'élimination de la pollution est maximum pendant les premières minutes de contact boues-rejets correspondant à la parution des phénomènes d'adsorption et de floculation des matières organiques.

On a constaté que 30 à 45 % de la biomasse d'une boue activée permet d'assurer la dénitrification efficace des eaux brutes.

La qualité des polluants servant de nourriture aux micro-organismes joue un rôle important, car si l'on constate une faible concentration d'azote et de phosphore, les boues ont tendance à foisonner, ce symptôme de gonflement est la conséquence d'une certaine maladie des boues que l'on appelle « bulking ».

Pratiquement, le procédé par boues activées consiste à mélanger et à agiter les effluents d'eaux usées brutes avec ces boues activées liquides, bactériologiquement très actives, et cela avec une proportion de 15 % de boues activées. Il faut remarquer que ces boues conservent leur métabolisme intense grâce à

une aération artificielle suffisante, favorisant un contact intime avec toutes les parties de l'effluent pendant un temps déterminé.

Ce contact intime de 30 à 40 minutes est une phase très importante pour l'efficacité du procédé ; simultanément il se produit l'élimination des matières organiques en suspension par les floculants et l'adsorption des matières organiques colloïdales en solution.

On doit reconnaître que l'aération par diffusion d'air de l'atmosphère est une opération très utile pour l'épuration des eaux usées. Elle est simple et n'exige que peu d'entretien, même dans les régions à climat rigoureux. Une certaine quantité d'oxygène étant reconnue indispensable, il existe divers procédés pour l'introduction de l'air au sein des bassins d'aération, soit par différence entre la température de l'air extérieur et celle de l'effluent (ce qui produit un courant ascendant ou descendant), soit par une aération mécanique dite « extensive ».

Pour obtenir le rythme le plus intense d'oxydation biologique, une concentration minimale d'oxygène égale à 0,5 mg/l est nécessaire afin d'obtenir dans

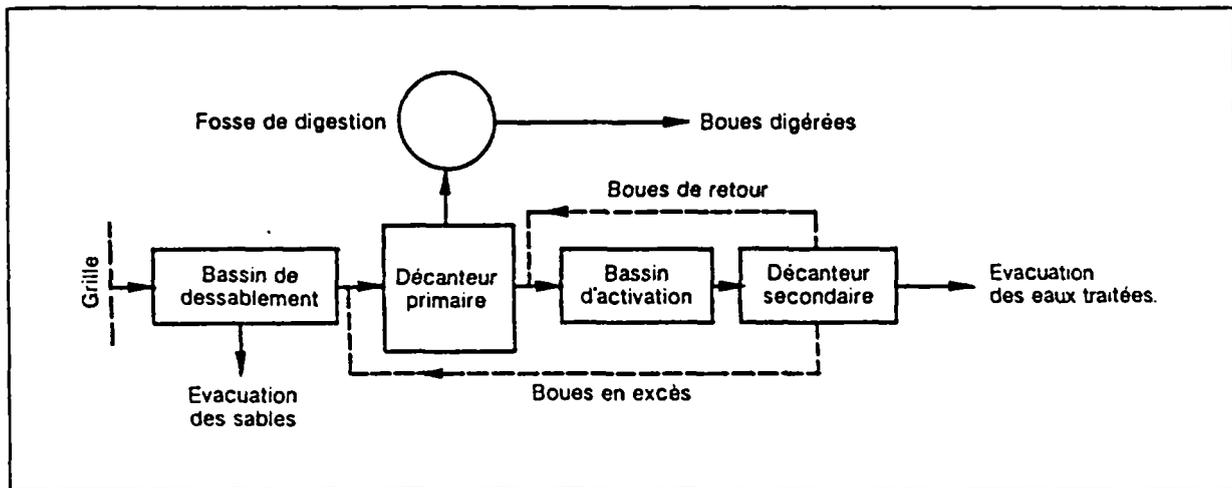


Schéma d'une station de traitement par boues activées.

le bassin d'aération l'oxydation des matières organiques, et il faut 2 mg/l pour obtenir la nitrification des substances azotées.

L'installation d'une station d'épuration par boues activées comprend successivement:

- en amont, les traitements préliminaires et primaires évoqués précédemment ;
- le bassin d'activation (ou bassin d'aération) ;
- le décanteur secondaire avec reprise d'une partie des boues (15 %) (cf. 1,586) ;
- l'évacuation des eaux traitées ;
- le digesteur des boues en excès provenant des décanteurs primaires et secondaires.

Le bassin d'activation, où arrivent, d'une part, les eaux usées et, d'autre part, les boues activées en retour, peut être considéré comme un lieu privilégié de fabrication de bactéries grâce auxquelles s'opère l'épuration. Ce processus est en outre favorisé par des dispositifs d'agitation mécanique des eaux ou de soufflage d'air comprimé. Ce brassage demande un volume d'air de 1 à 2 m³/hab./jour.

Le brassage et l'aération de l'effluent par air comprimé au moyen de conduites perforées entraînent la formation de bulles d'air au sein du liquide. On distingue les systèmes à grosses bulles d'air (>6 mm) ou à fines bulles d'air (<3 mm). Les premiers évitent le phénomène de colmatage, les seconds assurent une meilleure homogénéisation du mélange air-eau. Il semble que la diffusion par fines bulles soit appréciée dans les installations importantes ; elle est obtenue au moyen de plaques ou dômes poreux. La durée d'aération est de 1 à 3 h pour transformer la majeure partie de la matière organique en boues.

Les procédés par boues activées présentent certains inconvénients, voire certaines impossibilités, résultant de l'incompatibilité de la vie des microorganismes avec la nature et la qualité de l'effluent (cas des produits chimiques, de la température ambiante dans le bassin d'aération, de la pureté de l'air insufflé ou du débit de recyclage des boues). Ils exigent une surveillance très sévère incompatible avec les petites stations, mais peuvent très bien convenir pour les stations importantes où le personnel d'exploitation est spécialisé dans la conduite de ces installations.

Il faut reconnaître que, lorsque les conditions requises sont remplies, l'efficacité des procédés par boues activées est unanimement appréciée et l'on constate dans les installations bien exploitées des performances excellentes [Bibl. 14 et 33].

Ainsi, dans les eaux résiduaires urbaines moyennement polluées (150 < D.B.O. < 350 mg/l) on peut atteindre, après une bonne clarification, un rendement d'épuration de la D.B.O. 5 de l'ordre :

- aération prolongée à faible charge massique ≈ 95 % ;
- aération prolongée à moyenne charge massique ≈ 90 % ;
- aération prolongée à forte charge massique ≈ 85 %.

En ce qui concerne les concentrations virales trouvées avant traitement dans les eaux résiduaires urbaines, elles varient de 10 à 10 000 unités infectieuses par litre d'eau brute. Le traitement de ces eaux par boues activées permet de retenir 55 à 95 % de cette charge virale.

Lagunage aéré

On appelle lagune aérée un vaste bassin ou un étang comportant un système d'aération artificielle qui assure l'oxygénation des eaux usées et permet de maintenir dans l'étang un milieu aérobie ; en outre, il se produit un certain brassage des effluents pour éviter tout dépôt. Dans une telle lagune, il n'y a pas de fermentation anaérobie.

La teneur en oxygène des eaux de la lagune est un facteur essentiel, puisqu'elle conditionne le bon fonctionnement des bassins et favorise la croissance des bactéries aérobies. S'il y a déficience d'oxygène, il y a des dégagements de mauvaises odeurs.

L'apport d'oxygène dans les lagunes s'opère par l'échange gazeux au niveau de la surface de l'eau (interface cf. 1,111) :

- soit par l'agitation naturelle produite par le vent ou artificielle par des aérateurs ;
- soit par la production d'oxygène par photosynthèse (cf. 1,532 du tome 2 et 4,12 du tome 1).

Les bulles évoluant dans le liquide et produites par l'agitation, jouent un rôle important, plus elles sont petites, meilleure est l'oxygénation de l'eau.

L'intensité de la photosynthèse est fonction de la lumière, de la température, de la teneur de l'eau en oxygène et en gaz carbonique et du nombre des organismes végétaux capables de photosynthétiser (cf. 1,53). L'oxygénation par photosynthèse est plus efficace que celle par agitation mécanique.

L'oxygène dissous dans les lagunes est consommé par :

- la minéralisation des matières organiques (cf. 1,532) ;
- la respiration des organismes vivants ;
- l'oxydation des substances chimiques réductrices (nitrites, ammoniac, sels ferreux).

La lagune se comporte comme un système classique de boues activées sans recirculation [Bibl. 167 bis].

L'aération artificielle est réalisée soit par des insufflations d'air, soit le plus souvent par des aérateurs flottants constitués par des turbines à axe vertical portées par des flotteurs (système Actirotor). Ces installations permettent d'assurer un brassage énergétique de l'ensemble des eaux du bassin, on les dispose aux points où les besoins s'en font sentir.

Les aérateurs présentent les avantages suivants :

- ils assurent le brassage des eaux sortant du décanteur et celles contenues dans le bassin de lagunage, en effet, ces deux types d'eau ont des densités différentes et se mélangent lentement ;
- ils dispersent les matières décantables et évitent les dépôts à l'entrée du premier bassin ;

— ils favorisent la formation de bulles d'air (oxygénation meilleure) ;

— par leur mobilité, ils apportent l'oxygène là où la demande est la plus forte (en tête du premier bassin) ; pour faciliter ces manœuvres on peut avoir recours à un analyseur-régulateur d'oxygène installé à bord de l'aérateur, il assure la marche ou l'arrêt des turbines automatiquement, ces appareils d'une haute technicité accélérant le processus d'oxygénation et permettant d'obtenir 25 à 30 % d'économie d'énergie.

Mais il faut bien reconnaître que l'inconvénient des aérateurs traditionnels consiste essentiellement en la prise en compte non négligeable de la consommation électrique, lors du fonctionnement des appareils. On estime que l'élimination de 1 kg de D.B.O. 5 implique une consommation de 1,5 kg d'oxygène O₂. Dans les appareils d'aération, le taux de transfert d'oxygène s'exprime en kilos d'oxygène [Bibl. 176 bis] par kilowatt et par heure.

Les aérateurs ont un faible rendement d'oxygénation de 0,8 kg d'oxygène par kWh consommé. C'est pourquoi une consommation électrique de 2 kWh par kg de D.B.O. 5 éliminé est nécessaire. Pour une lagune de 1 000 hab. traitant 50 kg de D.B.O. 5, dont le volume sera de 3 000 m³, la puissance installée sera de 15 kW (l'énergie sera : 5 W/m³ de bassin).

Pour ces bassins on admet un ordre de grandeur de 1 ha pour 2 000 à 2 500 habitants. La profondeur d'une lagune aérée peut atteindre 3,50 m ; le temps de séjour est de 20 à 30 jours.

Les lagunes aérées peuvent être utilisées pour traiter des eaux domestiques et, plus souvent, des eaux résiduaires industrielles.

Ce procédé est très sensible aux variations climatiques ; il exige des surfaces importantes ; comme il peut engendrer périodiquement des problèmes d'odeurs, il convient de localiser les lagunes loin des habitants.

L'intérêt essentiel du lagunage aéré est son fort pouvoir tampon, son exploitation aisée, lorsque les eaux brutes sont peu chargées en produits lourds ou flottants. Le taux d'élimination de l'azote et du phosphore est de l'ordre de 25 à 30 % de l'azote total initialement présent dans les effluents bruts (cf. 1,641 et 1,642).

Des études sur l'efficacité du lagunage aéré sont actuellement menées à Baupré (Manche).

Capacité d'auto-épuration des cours d'eau

Actuellement, dans notre législation, les critères recommandés de rejets des effluents sont généralement formulés en fonction des objectifs de qualité fixés pour leurs exutoires naturels (cours d'eau, lac, etc.) en tenant compte de leur capacité d'auto-épuration dans les périodes de basses eaux.

Dans le cas où le pouvoir épurateur du milieu naturel récepteur est important, des économies d'énergie sont envisageables.

Il est donc particulièrement intéressant d'examiner la capacité d'auto-épuration au sein d'une eau aérée, c'est-à-dire le processus biologique, chimique et physique permettant à une eau polluée de retrouver naturellement, en partie, son état de pureté originel sans intervention extérieure.

Au point de vue microbiologique, il faut noter que l'auto-épuration n'élimine pas les virus.

Pour assurer l'auto-épuration, il faut que le cours d'eau contienne de l'oxygène en excès. Cet excès est nécessaire, car la limite admise pour la vie des poissons ne doit pas tomber au-dessous de 4 mg/l en période d'étiage et la D.B.O. 5 ne doit pas être supérieure à 5 mg/l.

L'acquisition de l'oxygène s'opère par l'intermédiaire des plantes et des animaux de toutes sortes, principalement des bactéries.

Dans les eaux naturelles d'un cours d'eau, l'ensemble de ces micro-organismes en suspension (le *plancton*) effectue le travail de l'auto-épuration. Ce travail entraîne bien entendu une certaine consommation d'oxygène. C'est ce qui explique pourquoi le pouvoir auto-épurateur d'une eau courante, pure et pauvre en plancton se révèle insignifiant. Par contre, il s'accroît et agit plus rapidement lorsque la prolifération de ce plancton se trouve favorisée par un apport de matières nutritives résultant de substances organiques.

Ainsi, c'est grâce à la pollution organique, laquelle nourrit le plancton, que les eaux courantes deviennent capables de mieux dégrader certains déchets impropres à la vie bactérienne, tels les acides, les matières toxiques et les huiles minérales.

5,41 Bilan en oxygène

On observe dans les cours d'eau que l'intensité des phénomènes vitaux qui se manifestent entraîne une consommation d'oxygène de plus en plus importante.

Dans ces conditions, les calculs relatifs à l'auto-épuration au sein des rivières revient à établir le *bilan d'oxygène*. Ce bilan nécessite la comparaison entre les dépenses représentées par les consommations d'oxygène par les phénomènes biologiques et les recettes représentées par le travail des planctons qui est un apport d'oxygène.

La *consommation d'oxygène* par l'auto-épuration dans les cours d'eau dépend de la quantité des matières organiques déversées, de la durée de désintégration de ces matières et de la température de l'eau de la rivière.

En ce qui concerne les *apports d'oxygène* en un point donné d'une rivière, il convient de mentionner que l'eau peut contenir de l'oxygène dissous O_2 (cf. 4,12 du tome 1) qui a généralement trois provenances :

- l'eau véhicule de l'oxygène provenant des courants amont ;
- l'eau absorbe, par la surface, de l'oxygène de l'air ;
- l'eau reçoit de l'oxygène par la fonction chlorophyllienne des plantes aquatiques, soumises à la lumière solaire.

L'eau n'absorbe l'oxygène de l'air que jusqu'à saturation et on a constaté (cf. 1,14) que cette limite de saturation se réduit au fur et à mesure de l'augmentation de la température, par exemple 12,80 mg/l à 5 °C et 9 mg/l à 20 °C.

De plus, la capacité d'adsorption en oxygène varie selon les caractères du cours d'eau (données hydrauliques de l'écoulement, influence du vent et des vagues).

L'établissement du bilan en oxygène d'un cours d'eau repose sur la connaissance de trois facteurs, celui de la teneur initiale en oxygène de la rivière, la consommation d'oxygène due à la pollution et l'absorption d'oxygène par la réaération.

Le calcul relatif à l'auto-épuration a généralement pour objet d'apprécier, par avance, la teneur en oxygène en un endroit donné, afin de vérifier si les procédés d'épuration envisagés suffisent.

Comme base des calculs relatifs à l'absorption d'oxygène, on peut considérer le débit de la rivière ou mieux la surface liquide du cours d'eau.

En consultant le tableau 18, on admet comme ordre de grandeur les valeurs suivantes pour l'absorption d'oxygène par la surface liquide à 20 °C. On observe ainsi que, généralement, pour une rivière ordinaire, la vitesse de réaération oscille, pour un degré de saturation moyen, aux environs de 3 à 4 g/m²/jour.

Il existe dans le commerce des appareils de mesure d'oxygène dissous (O_2). Ces appareils à sondes mobiles parfaitement fiables, que l'on appelle *oxymètres*, bénéficient des derniers perfectionnements électroniques ; ils permettent des mesures ponctuelles rapides ou précèdent à l'enregistrement de O_2 directement avec compensation de la température des eaux (résiduaux domestiques ou industrielles, rivières, etc.).

Dilution

La dilution, en assainissement, exprime le mélange d'une eau usée avec une eau superficielle de rivière ou de lac, plus ou moins capable d'en assurer par la suite l'épuration, grâce à son pouvoir auto-épurant.

Le processus de l'auto-épuration des rivières permet de comprendre le rôle important de la dilution dans le maintien des caractères de l'eau de la rivière. Il est essentiel que les eaux d'égouts subissent le plus vite possible une forte dilution dans les eaux d'un lac ou en mer.

L'augmentation des débits des cours d'eau en basses eaux, qu'on peut obtenir au moyen de barrage

de régularisation, peut jouer un grand rôle pour la réduction de la pollution.

En France, selon l'instruction du 6 juin 1953 (cf. 2,2) relative aux rejets des eaux résiduaires industrielles, la dilution minimale en volumes est de 8 pour les effluents convenablement traités ; pour les eaux usées domestiques, on admet cinq parties d'eau de dilution pour une partie d'eaux usées épurées déversées.

En effet, dans un système d'assainissement du type unitaire, il est nécessaire que le débit acheminé vers la station ait une valeur déterminé (4 fois le débit de temps sec) le supplément étant déversé vers l'exutoire naturel par le déversoir d'orage.

Nature du cours d'eau	Absorption d'oxygène par la surface de la rivière en g/m ² /j. pour un degré de saturation de					
	100 %	80 %	60 %	40 %	20 %	0 %
Petit étang	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
Lac de grande dimension	0	1	1,9	2,9	3,8	4,8
Cours d'eau à écoulement lent	0	1,3	2,7	4	5,4	6,7
Rivière importante	0	1,9	3,8	5,8	7,6	9,6
Cours d'eau à écoulement rapide	0	3,1	6,2	9,3	12,4	15,5
Torrent	0	9,6	19,2	23,6	38,4	48

ARRÊTÉ DU 13 MAI 1975

fixant les conditions dans lesquelles
les avis préalables énumérés à l'article 7
du décret modifié n° 73-218
du 23 février 1973
portant application des articles 2 et 6 (1°)
de la loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964
doivent être recueillis avant la délivrance
d'une autorisation de rejet
(J.O. du 18 mai 1975)

Vu la loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution, et notamment ses articles 2, 3 et 6, ensemble le décret n° 73-218 du 23 février 1973 portant application des articles 2 et 6 (1°) de ladite loi ;

Vu l'avis de la mission interministérielle de l'eau en date du 26 juin 1974 ;

Vu l'avis du conseil supérieur d'hygiène publique de France en date du 12 juin 1974,

Arrêtent :

Article premier. — Lorsqu'une autorisation de rejet est demandée en application de l'article 4 (alinéa 2) du décret n° 73-218 du 23 février 1973, les avis préalables visés à l'article 7 dudit décret sont recueillis par le préfet dans les conditions définies aux articles 2 à 7 ci-dessous.

Art. 2. — Lorsqu'il doit statuer sur une demande d'autorisation de rejet dans un cours d'eau, le préfet recueille l'avis de la mission déléguée de bassin, du conseil supérieur d'hygiène publique de France si l'une des conditions suivantes est satisfaite ;

a) Le flux de pollution avant épuration est supérieur à celui produit par 100 000 habitants réels ou équivalents.

b) L'effluent rejeté apporte au milieu :

Plus de 75 kg par jour d'hydrocarbures, mesurés par la méthode NF 90-202 ;

Plus de 2 kg par jour de composés cycliques hydroxylés, halogénés ou non ;

Plus de 100 tonnes par jour de sels dissous exprimés en résidu sec.

c) La température de l'effluent est supérieure à 25 °C et le débit du rejet supérieur à un mètre cube par seconde.

d) Le préfet se propose d'appliquer l'article 7 (alinéa 2) de l'arrêté du 13 mai 1975 relatif aux conditions techniques auxquelles sont subordonnées les autorisations prévues par le décret n° 73-218 du 23 février 1973.

e) Le rejet est de nature à réduire de façon notable la qualité du cours d'eau récepteur à la limite du département d'aval ou à la frontière d'un état situé en aval.

Art. 3. — Lorsque le rejet doit être effectué dans un canal, un lac ou un étang, le préfet recueille les avis énumérés à l'article 2 (alinéa 1°) ci-dessus si l'une des conditions suivantes est satisfaite :

a) Le flux de pollution avant épuration est supérieur à celui produit par 10 000 habitants réels ou équivalents.

b) L'effluent rejeté apporte au milieu :

Plus de 15 kg par jour d'hydrocarbures ;

Plus de 200 grammes par jour de composés cycliques hydroxylés, halogénés ou non ;

Plus de 10 tonnes par jour de sels dissous exprimés en résidu sec ;

Plus de 100 kg par jour de substances fertilisantes, définies par la somme de l'azote et du phosphore totaux.

c) La température de l'effluent est supérieure à 25 °C et le débit du rejet supérieur à 200 litres par seconde.

d) Le rejet est de nature à réduire de façon notable la qualité du milieu récepteur à la limite du ou des départements voisins ou à la frontière avec un État voisin.

Art. 4. — Lorsque le rejet doit être effectué par épandage sur le sol, le préfet recueille les avis énumérés à l'article 2 (alinéa 1) ci-dessus si le flux de pollution est supérieur à celui produit par 50 000 habitants réels ou équivalents.

Art. 5. — Lorsque le rejet doit être effectué dans le sol, le préfet recueille les avis énumérés à l'article 2 (alinéa 1) ci-dessus si l'une des conditions suivantes est satisfaite :

a) Le flux de pollution avant épuration est supérieur à celui produit par 10 000 habitants réels ou équivalents.

b) L'effluent rejeté apporte au milieu :

Plus de 15 kg par jour d'hydrocarbures ;

Plus de 200 grammes par jour de composés cycliques hydroxylés, halogénés ou non ;

Plus de 10 tonnes par jour de sels dissous exprimés en résidu sec.

c) L'effluent contient des substances inhibitrices de la vie en concentration décelable par voie biologique.

Art. 6. — Lorsque le rejet doit être effectué dans la mer, le préfet recueille les avis énumérés à l'article 2 (alinéa 1) ci-dessus si l'une des conditions suivantes est satisfaite :

a) Le flux de pollution avant épuration est supérieur à celui produit par 100 000 habitants réels ou équivalents.

b) L'effluent rejeté apporte au milieu :

Plus de 75 kg par jour d'hydrocarbures ;

Plus de 2 kg par jour de composés cycliques hydroxylés, halogénés ou non.

c) La température de l'effluent est supérieure à 25 °C et le débit du rejet supérieur à 10 mètres cubes par seconde.

d) Le préfet se propose d'appliquer l'article 7 (alinéa 3) de l'arrêté du 13 mai 1975 relatif aux conditions techniques auxquelles sont subordonnées les autorisations prévues par le décret n° 73-218 du 23 février 1973.

e) Le rejet est de nature à réduire de façon notable la qualité du milieu récepteur à la limite du ou des départements voisins ou à la ligne de partage des eaux territoriales d'un ou de plusieurs États voisins.

f) Le rejet est susceptible d'influencer de façon significative la qualité des eaux d'un gisement de coquillages ou d'un parc conchylicole.

Art. 7. — Pour l'application du présent arrêté, le calcul du nombre d'habitants équivalents est effectué dans les conditions définies à l'article 3 de l'arrêté du 13 mai 1975 fixant les conditions dans lesquelles certains versements, écoulements, jets et dépôts de nocivité négligeable sont exemptés de l'autorisation prévue par le décret n° 73-218 du 23 février 1973 portant application des articles 2 et 6 (1°) de la loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964.

CIRCULAIRE DU 10 JUIN 1976

relative à l'assainissement
des agglomérations et à la protection
sanitaire des milieux récepteurs (1)
(J.O.N.C. du 21 août 1976)

Assainissement des agglomérations et protection sanitaire des milieux récepteurs

CHAPITRE PREMIER

Principes généraux

L'assainissement des agglomérations, au sens où l'entendent les présentes instructions, a pour objet d'assurer l'évacuation des eaux pluviales et usées ainsi que leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

1. Intérêt de l'assainissement

Tout en étant parfaitement conscient des charges de tous ordres qui incombent aux collectivités, le conseil supérieur d'hygiène publique de France considère qu'un effort accru s'impose, d'une part, pour assurer l'élimination des déchets indésirables et celle des eaux pluviales qui risqueraient de submerger les lieux habités, d'autre part, pour protéger les milieux naturels dont les causes de pollution tendent à se multiplier et à s'intensifier. On s'inspirera des deux principes directeurs suivants :

1. Évacuer rapidement et sans stagnation, hors des habitations, tous les déchets d'origine humaine ou animale susceptibles de donner naissance à des putréfactions ou à des odeurs ;
2. Éviter que les produits évacués puissent souiller dans des conditions dangereuses les eaux des nappes souterraines, des cours d'eau, canaux, des lacs, étangs, et le littoral (notamment dans les zones de baignade et de conchyliculture) (2).

(2) Arrêté du 7 mai 1974 et circulaire du 14 mai 1974 relatifs à la protection du littoral fréquenté par le public (J.O. du 18) ;
Circulaire du 1^{er} octobre 1975 relative aux ouvrages d'épuration littoraux et aux rejets en mer des effluents (J.O. du 6 déc.).

2. Cadre et portée de l'assainissement

Il appartient à toute collectivité ou à tout établissement d'assurer l'évacuation des eaux de toutes natures qu'ils reçoivent dans des conditions qui respectent les objectifs fixés pour le maintien et l'amélioration de la qualité des milieux récepteurs en application notamment des articles 2 à 6 de la loi du 16 décembre 1964.

La collectivité ou l'établissement en cause devra à cette fin établir un programme d'assainissement et poursuivre sa réalisation tant pour redresser les défauts de la situation présente que pour s'adapter de façon continue à l'évolution des choses.

Si le milieu récepteur a subi dès à présent, du fait de rejets polluants, une altération plus ou moins profonde, il importera d'observer son évolution en vue de prévoir les mesures à prendre pour redresser les orientations fâcheuses et éviter la poursuite de la détérioration.

On posera en principe que le recours à l'assainissement collectif constitue la solution préférable dans toute la mesure du possible pour les eaux usées d'origine domestique, sans préjudice des eaux pluviales et, dans les conditions qui seront précisées ci-après, des apports industriels de nature à être évacués concurremment avec les précédentes.

Cependant, la mise en œuvre d'un équipement collectif peut impliquer des sujétions excessives du point de vue technique ou économique ou se révéler préjudiciable à la qualité des eaux superficielles réceptrices. Dans ce cas, on pourra être conduit à admettre un assainissement par voie individuelle ; la préférence devra aller à une gestion communautaire de l'assainissement dans le cadre de groupements d'immeubles par îlots comportant chacun une installation d'épuration conçue selon les données de l'assainissement individuel. L'ensemble de ces installations pourra ainsi être exploité par un service commun, qui sera susceptible d'assurer en même temps la surveillance et l'entretien des réseaux partiels d'évacuation.

En principe général, il y a lieu de condamner, sauf exceptions dûment justifiées, l'établissement de réseaux définitivement réservés à l'évacuation des effluents d'appareils d'assainissement individuel s'interposant entre les branchements des immeubles particuliers et les ouvrages publics d'évacuation. Exceptionnellement, pour les établissements, les habitations ou les groupements isolés, des systèmes de ce genre pourraient être tolérés dans la mesure où le raccord à un réseau de tout-à-l'égout se révélerait impraticable, mais, dans cette éventualité, les garanties formelles et sûres devront être fournies relativement à la surveillance, au fonctionnement et à l'entretien du système, ainsi qu'à son contrôle sur les bases formulées par les présentes instructions. Par ailleurs, un établissement utilisateur d'eau (à des fins industrielles par exemple) peut lui-même, en fonction des circonstances, relever de l'assainissement privé, sous réserve d'une étude particulière ; il convient de ne pas perdre de vue que le mélange des effluents industriels avec les eaux usées d'origine domestique peut être de nature à faciliter l'épuration de l'ensemble des eaux et à la rendre plus économique, le contrôle des résultats obtenus se révélant lui-même plus facile à exercer.

L'utilisation agricole des eaux, lorsque les circonstances et notamment les qualités du

sol s'y prêtent, est de nature à intervenir efficacement pour sa part dans l'élimination des effluents collectés.

Il importe de vérifier la compatibilité des programmes d'assainissement avec les documents d'urbanisme et les prévisions de développement et d'aménagement.

3. Établissement des projets d'assainissement

Tout projet d'assainissement doit être soumis au préfet (direction départementale de l'action sanitaire et sociale), qui doit s'assurer de sa conformité avec les présentes instructions, puis en saisira le conseil départemental d'hygiène et, s'il y a lieu, le conseil supérieur d'hygiène publique de France.

Dans la préparation des programmes d'ensemble, les services responsables ne se préoccuperont pas seulement de répondre aux besoins immédiats ; ils considéreront les extensions de toute nature qui, compte tenu des dispositions relatives à l'aménagement du territoire ou du littoral considéré, sont susceptibles d'intervenir dans l'avenir prévisible.

Le projet ne concernant qu'une fraction d'un dispositif d'ensemble (desserte d'un quartier, d'un lotissement) doit être soumis à l'autorité sanitaire qui jugera de la compatibilité du projet avec l'étude d'ensemble préalablement approuvée. En cas de non-compatibilité, le conseil départemental d'hygiène en sera saisi.

De même, si l'avis demandé aux assemblées sanitaires porte sur des établissements particuliers : abattoir, usine..., le problème de l'assainissement de ces établissements ne saurait être dissocié de celui qui concerne l'équipement de l'ensemble de la collectivité locale en cause ; au cas où il s'imposerait, à titre provisoire ou définitif, d'admettre un assainissement particulier de l'établissement, les raisons de cette obligation devraient être précisées de façon explicite.

L'assainissement d'une agglomération étant une question trop complexe pour se prêter à une solution uniforme et relever de règles rigides, il convient, avant d'arrêter son choix, de se livrer à un examen approfondi des circonstances locales portant notamment sur : la topographie, la géologie et l'hydrographie des lieux, la pluviométrie de la région, le régime des nappes profondes ou superficielles, celui des vents, la densité de la population, les quantités d'eaux distribuées, les possibilités d'utilisation des ouvrages antérieurement établis, les usages des milieux récepteurs. Il est rappelé que le document d'urbanisme doit faire apparaître les caractéristiques essentielles des réseaux d'assainissement en leur état futur et justifier notamment les emplacements retenus pour les stations d'épuration des eaux usées.

On déterminera avec précision les nuisances à évacuer dans le cadre de la collectivité en cause ; eaux de ruissellement, eaux usées (c'est-à-dire eaux ménagères, urines, matières fécales, eaux industrielles). On indiquera ce que deviennent les ordures ménagères et les produits retirés lors du nettoyage des chaussées en faisant état des projets qui pourraient exister à ce sujet.

Sauf exception dûment justifiée, il n'y a pas lieu d'obérer le premier établissement du réseau d'évacuation en approfondissant les égouts dans une mesure telle qu'ils soient

aptes à assurer gravitairement la desserte systématique des caves ou autres sous-sols.

L'inventaire des nuisances à éliminer ayant été dressé, il convient de déterminer celles qui doivent être évacuées par le réseau d'assainissement (3).

Pour ce qui concerne spécialement les effluents industriels, on considérera comme essentiel que les problèmes posés par leur évacuation fassent l'objet d'une étude circonstanciée dans le cadre des projets d'assainissement et que soient notamment définis ceux qu'il conviendra d'évacuer de concert avec les eaux usées d'origine domestique sous réserve, le cas échéant, d'un prétraitement ; à cette occasion, un réaménagement des circuits intérieurs à chaque établissement intéressé, notamment par recours à des recyclages aussi développés que possible, peut être souhaitable.

On évitera d'accueillir dans le réseau général :

D'une part, les eaux qui auraient subi des altérations de nature telle que leur traitement se révélerait difficilement compatible avec celui des effluents urbains ;

D'autre part, les eaux pratiquement indemnes de pollution, telles les eaux de refroidissement.

Il est rappelé que le système d'épuration fonctionnera d'autant mieux que le réseau général ne recueillera pas d'eaux parasites.

On s'astreindra à rechercher et à justifier la solution optimale pour la destination à donner aux effluents en combinant, dans la mesure voulue, les milieux récepteurs (cours d'eau, lac, étang, mer, sol) et les divers degrés de traitement à admettre.

Par ailleurs, on tiendra compte de ce que certains milieux particulièrement sensibles en eux-mêmes (canaux, lacs, étangs) ou par l'utilisation dont ils sont susceptibles de faire l'objet (alimentation en eau potable, affectation aux loisirs, gisements coquilliers et parcs conchylicoles, usages piscicoles de nature particulière...) exigeront une protection spéciale de nature à éviter tout rejet d'effluent même épuré biologiquement, qui serait susceptible de les affecter. Le recours à une épuration « poussée », voire à une utilisation agricole des eaux ou à une réalimentation de nappe (visant éventuellement pour les zones littorales à contenir le biseau d'eau salée), ouvrira, le cas échéant, la voie à des solutions acceptables.

On devra s'attacher à définir, dans le cadre du programme d'ensemble :

Les étapes successives de réalisation, notamment en ce qui concerne le traitement des effluents en vue de leur épuration avant rejet ;

Les dispositions à prévoir en personnel et en moyens de toute nature pour assurer l'entretien et l'exploitation tant du réseau que des installations de traitement ;

Les dépenses qui, de ce fait, devront faire l'objet d'un examen circonstancié de manière que la collectivité en cause soit informée avec précision.

(3) Conformément au règlement sanitaire départemental type, on rappelle à cet égard que le recours aux « broyeurs d'évier » est en principe interdit et ne saurait être exceptionnellement admis qu'à titre de dérogation accordée par l'autorité préfectorale.

CHAPITRE II

Systèmes d'assainissement et construction des ouvrages

1. Principes

Ainsi qu'il a été indiqué au chapitre I^{er}, le premier principe directeur qui doit guider le technicien chargé d'établir le programme d'assainissement d'une collectivité est l'évacuation et l'élimination rapides sans stagnation de tous les déchets. Ce principe le conduit le plus souvent à prévoir un équipement collectif pour l'ensemble de la population à desservir.

Aucune décision en faveur de l'assainissement individuel ne saurait en tout cas être prise sans une étude particulièrement approfondie, dès que l'habitat dans la collectivité à desservir atteint une certaine densité. Il ne serait à ce propos pas admissible qu'elle pût découler de considérations financières mal fondées, telles que celle de décharger la collectivité de ses obligations pour les faire reposer sur les usagers ; d'autant que les collectivités peuvent couvrir leurs charges par les redevances d'assainissement.

1.1. Cas général

Il conviendra, dans l'établissement du programme d'assainissement d'une collectivité, de s'efforcer de ne prévoir qu'une seule station d'épuration. L'expérience montre en effet que cette solution est presque toujours préférable à une multiplication du nombre des installations, tant sur le plan financier que sur celui de l'exploitation. L'entretien, en particulier, en sera mieux assuré, et il importe même que le projecteur recherche si le réseau desservant la collectivité dont il étudie l'assainissement ne pourrait être rattaché à celui d'une collectivité voisine, de manière à n'exploiter qu'une seule station en commun. Cela implique une coordination de l'action des techniciens sanitaires et des urbanistes, de manière à éviter la construction dans des zones qu'il serait difficile de rattacher au réseau général ou en cas de dispersion de l'habitat dans les îlots espacés les uns des autres, ce qui conduirait à prévoir une multiplicité de petites installations d'épuration.

1.2. Cas particuliers

Toutefois, le recours à l'assainissement individuel peut être prévu dans les cas suivants :

a) L'assainissement individuel est d'abord pratiquement obligatoire dans le cas d'immeubles ou d'établissements isolés qu'on ne saurait, techniquement et financièrement, rattacher raisonnablement à un dispositif collectif ;

b) Le recours à l'assainissement individuel peut également résulter d'une décision délibérée visant à assurer une protection spéciale à un milieu naturel particulièrement sensible qui, dans le cas d'un assainissement collectif, constituerait l'exutoire obligatoire du réseau. On peut en effet estimer insuffisant pour la conservation des qualités requises pour certains milieux naturels le rejet d'effluents même épurés. On citera, à titre indicatif, comme milieux susceptibles de requérir cette protection spéciale : les lacs (risques d'eutrophisation) et les retenues, si leurs eaux sont utilisées pour l'alimentation

humaine, ainsi que le voisinage de gisements et parcs coquilliers ;

c) Les difficultés techniques et économiques que la construction du réseau d'égout et son exploitation seraient susceptibles d'entraîner peuvent, d'autre part, rendre souhaitable la prise d'une décision en faveur de l'assainissement individuel. Ce peut être le cas, par exemple, de certaines zones consacrées à un habitat uniquement saisonnier ou à faible densité. Encore faut-il que cette décision intervienne suffisamment tôt et que les usagers soient clairement et rapidement informés des dispositions à respecter (grandeur des parcelles constructibles, structures des installations d'assainissement).

Ces dispositions doivent avoir fait l'objet d'une étude convenable dans chaque cas d'espèce et toutes mesures doivent être prises pour assurer le respect des règles qui auront été fixées.

Il pourra, d'autre part, y avoir intérêt, selon les indications du chapitre I^{er}, à concevoir un assainissement par groupe d'immeubles grâce à des canalisations de liaison qui permettent la mise en service de dispositifs d'épuration et de dispersion plus importants que les installations purement individuelles dans des conditions telles que leur surveillance et leur exploitation soient correctement assurées, sous contrôle de l'autorité sanitaire.

d) En application de l'article L. 35-2 du code de la santé, dès l'établissement du branchement à un nouvel égout, le raccordement des eaux usées doit se faire en amont des fosses et autres installations de même nature, celles-ci étant mises hors d'état de servir ou de créer des nuisances à venir par les soins et aux frais du propriétaire.

1.3. Base de projet d'assainissement (Voir également chapitre VII)

C'est après avoir réalisé, compte tenu de l'ensemble des considérations exposées au chapitre I^{er}, les études préparatoires indispensables que l'on arrêtera les éléments de base du projet d'assainissement.

On déterminera, pour un réseau collectif, le mode d'évacuation à adopter (unitaire, séparatif...), les conditions générales de l'élimination des diverses matières et, plus particulièrement, de leur réception dans le réseau d'égouts, le degré d'épuration à prévoir, ainsi que les étapes de réalisation.

On indiquera enfin les données de base (débit et qualité des diverses eaux, cotes relatives tant au réseau de collecte qu'au milieu dans lequel s'effectuera le rejet...) qui serviront à l'établissement du projet des installations d'épuration pour les phases successives de leur exécution.

2.2. Choix du système

Le choix du mode d'assainissement ne saurait résulter de considérations d'ordre doctrinal.

Il procédera souvent, au moins pour une part, de considérations d'ordre économique prenant en compte les dépenses de premier établissement et les frais d'exploitation des installations, y compris la station d'épuration.

C'est ainsi qu'une collecte séparative apparaîtra le plus souvent préférable à une collecte unitaire lorsque les eaux pluviales peuvent être évacuées rapidement dans le milieu naturel avec un large appel au ruissellement superficiel.

Le choix du système d'assainissement peut cependant résulter d'autres considérations : des raisons d'ordre hygiénique interdiront parfois de recourir à un équipement unitaire si le milieu récepteur ne permet pas le rejet de surverses d'orage.

Des raisons d'ordre technique tenant par exemple à des difficultés d'exploitation du fait de la faiblesse des pentes du terrain pourront conduire à recourir à un système d'assainissement relativement coûteux, voire à des dispositifs spéciaux destinés à faciliter l'écoulement.

On notera que le recours à un assainissement séparatif peut être avantageux en particulier pour l'équipement d'un quartier d'extension réalisé par étapes, l'importance réduite du ruissellement n'imposant pas, au cours des premières années, la construction d'un réseau pluvial développé.

On évitera la construction de réseaux d'une trop grande longueur et surdimensionnés, entraînant des temps de transfert importants, lorsqu'ils risquent de favoriser, notamment à certaines époques, la septicité des effluents à l'arrivée à la station.

(4) Actuellement en cours de révision.

2.4. Remarque

Quel que soit le système d'assainissement, et tout en évitant l'établissement prolongé de remous de ralentissement qui favoriseraient la formation de dépôts dans la partie aval de l'ouvrage, il y a intérêt à prévoir, dans la mesure du possible, le débouché du collecteur général sur la station de traitement à une cote telle qu'il puisse être procédé à une décantation des eaux et à leur rejet par simple gravité pendant une période de l'année aussi longue que nécessaire.

Une application trop stricte des dispositions qui précèdent peut dans certains cas conduire à des implantations de stations d'épuration en des lieux (bas-fond) où les coûts de l'investissement et de l'exploitation deviennent prohibitifs. Dans ces cas, on fera appel à une alimentation non gravitaire de la station.

En dépit des incidents susceptibles d'affecter les installations mécaniques de la station, on s'assurera notamment que les effluents subissent un traitement minimal avant rejet au milieu naturel.

2.3. Eaux pluviales

Il est à noter que l'apport de pollution entraînée par les seules eaux pluviales peut ne pas être négligeable, surtout en début d'orage. Il est parfois utile de prévoir la mise en place immédiate ou future de dispositifs appropriés d'épuration de ces eaux pluviales, de façon à éviter en particulier, des rejets trop importants de sables, de matières décantables ou de flottants dans le milieu naturel ou, parfois, d'hydrocarbures.

En outre, s'il s'avère nécessaire d'assurer une protection renforcée d'un milieu récepteur sensible, il convient de collecter dans le réseau souterrain d'eaux usées les eaux de ruissellement susceptibles d'être souillées.

Par contre, chaque fois que les eaux pluviales sont exemptes de pollution, il est souhaitable de les écarter du réseau d'eaux usées. C'est ainsi que, en système pseudo-séparatif, il n'y a aucun intérêt à acheminer vers les canalisations d'eaux usées les effluents des toitures qui pourraient être sans difficultés dérivées vers le système pluvial.

La création de bassins d'orage en système unitaire permet de réduire les dimensions du réseau et améliore les performances globales de l'épuration. Toutefois, il convient de rappeler qu'il est nécessaire de prévoir un entretien régulier de tels dispositifs afin de pallier les nuisances sanitaires ou esthétiques éventuelles.

De nombreux projets établis selon le mode séparatif comportent un développement considérable des égouts pluviaux souterrains qui doublent pratiquement les canalisations d'eaux usées. Il semble cependant que, quelle que soit la structure de l'habitat et en particulier dans le cas d'immeubles implantés selon un dispositif excluant la rue traditionnelle, on puisse presque toujours procéder sur d'assez grandes longueurs à un acheminement superficiel des eaux pluviales (toitures et ruissellement des chaussées) à condition que les mouvements de terre nécessaires à la réalisation de cet acheminement aient été étudiés en étroite liaison par l'architecte et le technicien de l'assainissement (création de zones gazonnées, de talwegs, de bassins permettant l'étalement des eaux pluviales à l'amont des réseaux).

La décision à prendre concernant l'extension d'un réseau pluvial repose en grande partie sur l'appréciation des possibilités d'écoulement. Les services techniques municipaux et les administrations responsables de la voirie seront utilement consultés dans chaque cas, et surtout pour des situations particulières (localités de montagne, par exemple).

Pour le mode unitaire, les eaux pluviales à prendre en compte pour le calcul du réseau sont déterminées d'après la périodicité d'entrée en action des déversoirs d'orage que commandent les possibilités offertes par le milieu récepteur.

L'introduction volontaire d'eaux de source ou de nappe dans les réseaux d'eaux usées doit être évitée.

Par ailleurs, on constate souvent des intrusions plus ou moins importantes d'eau de nappe dans ces réseaux. Un soin tout particulier sera donc apporté pour assurer leur étanchéité.

Il est non moins recommandable de lutter contre l'intrusion des sables dans le réseau.

Il importe que la collectivité dispose d'un service assurant la stricte surveillance de la réalisation des branchements.

2. Mode d'assainissement : système unitaire, système séparatif, système pseudo-séparatif

Le choix du mode d'assainissement est à opérer, cas par cas, en fonction de l'ensemble des circonstances locales et d'éléments très divers qui incluent les considérations d'ordre économique. Sur ce dernier point, les études comparatives des divers modes d'assainissement doivent faire intervenir tant les frais de premier établissement que ceux d'exploitation et d'entretien. Les éléments techniques intervenant dans ce choix et le mode de calcul des réseaux font l'objet de la circulaire C.G. 1333 du 23 février 1949, à laquelle il conviendra de se référer (4).

2.1. Définitions

Dans le système unitaire, un seul réseau d'égouts recueille à la fois les eaux ménagères, les eaux vannes, tout ou partie des effluents industriels (après un prétraitement le cas échéant) et les eaux pluviales.

Dans le système séparatif, les eaux ménagères, les eaux vannes, une partie des eaux industrielles après le prétraitement nécessaire, sont reçues dans le réseau d'eaux usées proprement dit. Les eaux de pluie et de lavage des chaussées s'écoulent de leur côté d'abord superficiellement, puis, quand il devient nécessaire, dans les égouts spécialisés à cette fin qui aboutissent aux milieux naturels (le cas échéant, fossés à l'écoulement plus ou moins permanent ou même vallées sèches, si les données locales y conduisent); ces ouvrages pluviaux peuvent recevoir certains effluents industriels : eaux de refroidissement, effluents efficacement épurés.

On est parfois conduit à envisager un système mixte, qui implique le mode unitaire pour certaines parties de l'agglomération et le mode séparatif pour d'autres, tout en s'efforçant de limiter leur imbrication.

En certaines circonstances, par exemple dans le cas d'assainissement collectif appliqué à des agglomérations rurales, on admettra le système pseudo-séparatif qui déroge au mode séparatif proprement dit du fait de la collecte par le réseau d'eaux usées de certains apports pluviaux en provenance des propriétés riveraines (toitures ou cours). On tolère également parfois le système pseudo-séparatif à titre transitoire, lors de l'instauration d'un système séparatif, en n'imposant la séparation des eaux usées et des eaux pluviales au sein des immeubles riverains préexistants qu'au fur et à mesure des transformations réalisées dans ces immeubles.

2. Protection du milieu récepteur en général

2.1. Le déversement

A l'aval de tout réseau d'assainissement, l'effluent, quel qu'il soit, atteint un milieu récepteur qui est constitué, en principe, par un milieu naturel.

Peuvent jouer ce rôle des cours d'eau, sections de cours d'eau, canaux, lacs ou étangs, le sol superficiel, les couches plus profondes du sol ou enfin la mer.

Ces milieux naturels à divers égards tels que l'alimentation en eau des hommes, des animaux et des plantes, l'utilisation industrielle, la production piscicole et, le cas échéant, conchylicole, la pêche maritime, la navigation, les activités sportives, la protection des sites et de l'environnement constituent un capital commun qui doit être respecté et dont la protection constitue un impératif absolu.

En effet, l'altération des milieux naturels, voire simplement les déséquilibres qui y sont introduits, ont non seulement des effets immédiats sur les diverses utilisations de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles à l'échelle de la vie humaine.

Dans tous les cas, le degré de traitement et le choix du point de rejet devront être fixés dans le cadre des objectifs de qualité du milieu récepteur et de sa capacité d'acceptation. Le rejet ne doit pas être de nature à porter atteinte aux intérêts et activités énumérés ci-dessus, les intérêts de la vie aquatique ayant notamment une valeur de critère à l'égard des pollutions.

D'autre part, conformément aux prescriptions du paragraphe 2.1 ci-dessus, le degré de traitement à réaliser doit permettre non seulement le maintien, mais si possible, du moins à terme, l'amélioration des critères de qualité admis pour le milieu récepteur au point considéré.

Aussi les conditions ci-dessus évoquées en fonction de l'état actuel des milieux en cause ne sauraient-elles permettre de fixer définitivement le degré de traitement de tel rejet en particulier.

En effet, en vertu des dispositions de la loi du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre la pollution, et notamment de ses articles 3, 4 et 6, l'amélioration des milieux récepteurs constitue un objectif permanent qui doit conduire, dans un grand nombre de cas, à relever pour l'avenir les exigences de traitement.

De manière similaire, la preuve doit être apportée de ce que, le cas échéant, le traitement des eaux brutes avant leur rejet peut être limité jusqu'à nouvel ordre à des opérations simples, telles que dégrillage, décanation, sans que le stade de l'épuration biologique proprement dite soit atteint. Cette situation ne saurait être admise que dans des circonstances où ne se trouve mis en cause aucun des intérêts représentés, notamment par la proximité d'une prise d'eau pour l'alimentation d'une collectivité, de lieu de baignade, etc., où au contraire s'imposent les mesures prévues au paragraphe 2.3 suivant.

Une telle tolérance ne saurait être admise que dans le cadre des arrêtés autorisant le rejet et doit pouvoir être adaptée à toute époque, après avis des services qui ont à en connaître, à savoir le service chargé de la police des eaux (8), les services de la marine marchande, dont l'institut scientifique et technique des pêches maritimes, et, en tout état de cause, les services du ministère de la santé, en application des dispositions du code de la santé publique et du règlement sanitaire départemental.

De toute façon, cette situation ne peut être acceptée qu'à titre temporaire, comme dans le cas d'une installation de traitement à construire en plusieurs stades (cf. § 4 suivant), et ceci sous la condition que la capacité auto-épuratrice du cours d'eau, étang ou lac récepteur soit susceptible de satisfaire aux besoins physico-chimiques et biologiques de l'effluent rejeté, sans nuire aux autres usages des eaux. Enfin, il est évident que dans tous les cas, et en particulier pour les rejets pratiqués après les opérations simples susvisées, les résidus de dégrillage ne doivent pas être rejetés au milieu récepteur, mais au contraire doivent faire l'objet d'un enlèvement satisfaisant les règles de l'hygiène.

Dans le cas de plusieurs rejets successifs d'eaux polluées sur le parcours intéressé par l'auto-épuration, leur effet cumulé en chacun des points à protéger doit être considéré pour formuler les exigences relatives à chacun de ces rejets, ou à l'un d'eux en particulier.

La règle générale étant le traitement des effluents à un degré tel qu'il permette le maintien ou l'amélioration des critères de qualité admis pour le milieu récepteur, il est formellement stipulé que les dérogations temporaires qui auraient pu être consenties au cours des premières étapes de l'assainissement restent subordonnées aux résultats de l'observation directe et doivent être revisées dès qu'une évolution fait apparaître des nuisances inadmissibles du point de vue sanitaire.

Au surplus, et quelles que soient les modalités envisagées, tout déversement dans les cours d'eau, canaux, lacs ou étangs, sur le sol superficiel, dans les couches profondes ou dans la mer ne pourra être mis en œuvre qu'après avoir été autorisé dans les conditions prévues par le titre III du décret n° 73-218 du 23 février 1973 portant notamment application de l'article 6-1° de la loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution.

Quelle que soit la nature des dispositions admises dans l'immédiat, la collectivité doit fournir, à l'appui du dossier soumis aux assemblées sanitaires, la preuve que les terrains nécessaires pour la réalisation immédiate ou non de l'épuration des eaux, y compris le traitement des boues, seront mis en temps utile en la possession de la collectivité et réservés à cet usage.

(8) Directions départementales de l'agriculture (ministère de l'agriculture), directions départementales de l'équipement, services maritimes ou de navigation (ministère de l'équipement), arrondissements minéralogiques (ministère de l'industrie et de la recherche).

3. Prescriptions particulières à différents milieux récepteurs

3.1. Cours d'eau

Il convient, en ce qui concerne les cours d'eau, de tenir le plus grand compte des principes énoncés au paragraphe 2.1 ci-dessus pour la comparaison à établir entre la capacité auto-épuratrice du milieu et les besoins en oxygène des effluents rejetés, compte tenu, le cas échéant, des effets cumulatifs et de la nature même des rejets.

Le flux de pollution résiduel doit, en règle générale, être compatible avec l'objectif de qualité afin que la vocation assignée au cours d'eau soit respectée.

Malgré la variété des circonstances et en particulier de la capacité d'auto-épuration selon la nature des cours d'eau (plaine, montagne, etc.) en règle générale, sauf dans le cas de cours d'eau importants et de rejets à très faible débit, un traitement constitue, au moins comme objectif final, la seule solution admissible, son degré devant tenir compte en particulier de la protection de la biologie du cours d'eau, caractérisée par la vie piscicole qui en est l'un des meilleurs critères.

Il faut se montrer d'autant plus exigeant, même en matière de mesures transitoires, qu'il s'agit de cours d'eau restés indemnes de toute pollution notable.

On a déjà souligné qu'en cas de rejets à proximité de baignades ou de prises d'eau pour l'alimentation, un traitement complémentaire, voire la désinfection de l'effluent, peut être exigé. Les produits des réactions utilisées ne doivent eux-mêmes être rejetés que dans les conditions telles que le milieu récepteur n'en soit pas perturbé.

En tout état de cause, l'échelonnement des prises d'eau et baignades et des rejets, d'autre part, doit être assuré dans l'ordre qu'impose la protection d'ensemble.

3.2. Étangs, lacs et canaux

Il s'agit généralement de milieux où l'eau se renouvelle lentement et où l'oxygénation est moins active que dans les eaux courantes. De plus, même après épuration, l'enrichissement du milieu en matières fertilisantes (phosphore, azote, etc.) peut conduire à un phénomène d'eutrophisation aux conséquences graves, durables, voire irréversibles (12).

Le rejet à l'aval des lacs et étangs grâce à diverses modalités d'interception constitue la seule solution définitive; elle permet de concentrer les effluents sur une seule station d'épuration et, à ce titre, compense par certaines économies le développement des réseaux. En cas d'impossibilité, les rejets directs sont soumis aux mêmes conditions que dans les cours d'eau, mais sans qu'il soit possible d'accorder de dérogations ou de mesures transitoires. Des traitements dits complémentaires tels que décrits au chapitre III (§ 1-4) peuvent donc être imposés. Outre le rejet à l'aval évoqué ci-dessus, qui est la solution la plus recommandable, on peut, le cas échéant, envisager le transfert

(12) Ce phénomène peut se manifester sur des cours d'eau, mais l'évolution y est généralement plus lente et, sous réserve d'une observation attentive, des mesures appropriées peuvent y remédier.

dans un autre bassin ou une utilisation agricole.

3.3. Rejets sur le sol

Les épandages, avec ou sans utilisation agricole, constituent des procédés de traitement étudiés au chapitre III de la présente instruction.

Pour ce qui concerne la protection du milieu récepteur, l'utilisation agricole des eaux usées brutes constitue un procédé très efficace mais souvent délicat à utiliser par suite de l'importance des surfaces nécessaires, des conditions de travail qu'il implique et du lessivage des sols que peut provoquer l'utilisation de l'eau en surabondance. Aussi, pour autant que l'utilisation agricole puisse être envisagée, apparaîtra-t-il comme souhaitable à ces divers égards que l'effluent subisse un dégrillage, un tamisage, voire une décantation primaire.

L'aptitude des terrains à supporter dans des conditions convenables de telles opérations doit faire l'objet d'une enquête du service hydraulique, avec consultation du géologue agréé (13).

L'attention doit se porter sur la perméabilité du sol, qui doit souvent faire l'objet d'un drainage par fossés et drains enterrés, à défaut de possibilité d'infiltration en profondeur.

Moyennant ces précautions, l'épandage agricole assure un très haut degré d'épuration, sous réserve que les débits n'excèdent pas la capacité de saturation du sol, auquel cas se manifesterait un ruissellement; les champs d'épandage doivent être entretenus en état de culture par des labours périodiques assurant le décolmatage des sols de culture ou des plantations (peupliers). Moyennant ces conditions, la salubrité du milieu récepteur est respectée, l'efficacité de l'épuration étant aisément contrôlable dans les collecteurs d'eaux de drainage.

L'épandage sans utilisation agricole peut se justifier particulièrement comme complément de traitement, par exemple en remplacement d'une désinfection; à ce titre, il correspondrait à une opération de filtration de type tertiaire.

Avec ou sans utilisation agricole, les opérations de l'espèce ne sauraient être poursuivies au voisinage de nappes souterraines ou de puits susceptibles de servir à l'alimentation et à proximité des zones d'élevages coquilliers, qu'à condition de prendre toutes les précautions utiles pour assurer, d'une manière absolue, leur protection contre les infiltrations à partir de la surface, quelles que puissent être les vicissitudes de l'exploitation.

3.4. Bassins de rétention naturels ou aménagés

Le rejet dans les bassins de rétention naturels ou aménagés, tels les lacs collinaires, d'un effluent préalablement traité est susceptible d'en parfaire l'épuration, et de jouer ainsi le rôle d'un traitement complémentaire, grâce à un séjour prolongé dans des conditions favorisant les actions naturelles.

Ce procédé peut offrir une solution pour l'assainissement avec ou sans utilisation agricole, et ceci précisément dans des cas où il peut être admis concurremment avec les procédés de désinfection.

Le milieu récepteur à l'aval du lac collinaire ou du bassin de retenue est constitué, soit par des terres agricoles, soit par un cours d'eau assurant, s'il en est besoin, un complément d'épuration par des moyens naturels.

3.5. Rejet dans le sol

L'article 40 de la loi du 16 décembre 1964 interdit « tout déversement ou rejet d'eaux usées ou de déchets de toute nature dans les puits, forages ou galerie de captage désaffectés ». En outre, le rejet dans le sol d'eaux usées à l'aide de puits perdus est interdit par le règlement sanitaire départemental.

Les « puits filtrants », qui peuvent être autorisés après avis des autorités sanitaires à l'aval des installations de fosses septiques épuratrices en vue de permettre l'assainissement de l'habitat isolé, sont à interdire en ce qui concerne les effluents beaucoup plus importants des collectivités.

En effet, ou bien l'on aboutirait rapidement au colmatage des matériaux filtrants ou bien les eaux usées devraient s'écouler en profondeur dans des conditions peu favorables à leur épuration et il ne pourrait qu'en résulter une pollution caractérisée des nappes aquifères, l'ouvrage fonctionnant alors en « puits perdu ».

Le rejet par injection dans des couches profondes sans communication avec des nappes susceptibles d'être utilisées pour l'alimentation en eau, ni avec les eaux de surface et qui constitueraient ce qu'il est convenu d'appeler un « piège géologique » n'est pas du domaine de l'assainissement des agglomérations. Si, exceptionnellement, ce milieu récepteur devait être utilisé, les opérations correspondantes ne sauraient être envisagées qu'après examen par le conseil supérieur d'hygiène publique de France et, conformément à la réglementation en vigueur, ce procédé ne se justifiant éventuellement que pour des effluents concentrés non biodégradables.

3.6. Rejet en mer

Le rejet en mer des eaux usées relève du domaine d'application de la loi du 16 décembre 1964 (art. 2). Il fait en outre l'objet de réglementations spécifiques (circulaire équipement du 25 septembre 1967 relative à l'assainissement des communes du littoral et aux rejets en mer d'effluents domestiques, arrêté et circulaire interministériels des 7 et 10 mai 1974, circulaire interministérielle du 1^{er} octobre 1975).

Le rejet lui-même ne peut être autorisé qu'après traitement approprié (équivalent à un traitement primaire ou moins). L'effluent ne devra pas affecter les zones sensibles que constituent les plages, baignades, gisements naturels de coquillages, parcs d'élevage et établissements conchylicoles. Cette nécessité conduira fréquemment à construire un émissaire (de longueur suffisante) dont les caractéristiques auront été étudiées de manière que l'effluent se trouve effectivement dispersé dans le milieu et respecte sa capacité d'acceptation. Certains dispositifs, tels que la rétention de l'effluent dans les bassins de stockage à certaines heures de la marée, pourront aussi s'avérer efficaces.

Dans tous les cas où une dispersion suffisante ne pourra être assurée, ainsi que dans certaines zones à préserver sur le plan biologique, des procédés d'épuration plus complets devront être utilisés, permettant éventuellement de désinfecter les effluents. Ceux-ci pourront aussi être rejetés dans un milieu naturel à l'intérieur des terres, et s'écouler vers la mer avec ou sans complément d'épuration dans un cours d'eau, après stockage éventuel en bassin de stabilisation ou lac collinaire.

Enfin, il sera toujours tenu compte lors du choix du point de rejet des différents périmètres de protection existants, en mer ou à terre, autour des gisements de coquillages et des établissements de pêche.

(13) Circulaire du ministre de l'agriculture en date du 20 août 1906.

CIRCULAIRE DU 4 NOVEMBRE 1980

**relative aux conditions de détermination
de la qualité minimale
d'un rejet d'effluents urbains.
prise en application de l'article 12
de l'arrêté du 20 novembre 1979
fixant les conditions techniques
générales
auxquelles sont subordonnées
les autorisations délivrées
en application du décret n° 73-218
du 23 février 1973
(J.O.N.C. du 29 novembre 1980)**

L'article 12 de l'arrêté du 20 novembre 1979 prévoit que des instructions particulières préciseront pour certaines catégories de rejet la manière de fixer leur qualité minimale.

La présente circulaire s'applique aux rejets d'effluents urbains entendus comme tout rejet d'effluents à dominante domestique, que le pétitionnaire soit ou non une collectivité locale, ainsi que tout rejet provenant

d'une collectivité locale, sauf s'il s'agit d'eaux strictement pluviales.

I. - RECHERCHE DES CARACTÉRISTIQUES À IMPOSER À UN REJET D'EFFLUENTS URBAINS

La définition du degré de traitement à exiger résulte d'une confrontation entre la vocation du milieu récepteur, sa qualité actuelle, ses usages présents ou futurs et les possibilités de dilution qu'il offre, d'une part, les caractéristiques de l'effluent avant épuration et les possibilités techniques de traitement, d'autre part.

Ces facteurs ne peuvent s'apprécier correctement qu'à l'occasion de l'examen de chaque cas particulier, auquel procédera le service chargé de la police des eaux après avoir recueilli les différents éléments d'information nécessaires auprès des autres services intéressés.

Il est cependant possible, en distinguant les différents types de milieux récepteurs, de définir dans ses grandes lignes la démarche à suivre.

Dans l'autorisation qui sera délivrée au pétitionnaire, le rejet sera défini par deux caractéristiques essentielles : sa qualité et son débit, successivement examinées ci-après, en fonction de la nature du milieu récepteur.

I. - 1. Rejet dans les cours d'eau

A. - Qualité de l'effluent

Qu'il y ait ou non décret d'objectif de qualité, pris en application de l'article 3 (5°) de la loi du 16 décembre 1964, les prescriptions figurant dans l'arrêté d'autorisation doivent être définies en tenant compte de l'objectif de qualité du milieu récepteur tel qu'il ressort du décret d'objectif ou à défaut des propositions conjointes des services intéressés.

Dans ce dernier cas, les cartes départementales d'objectifs de qualité dressées en application de la circulaire interministérielle du 17 mars 1978, les schémas régionaux d'aménagement et d'utilisation des eaux et les diverses études préalables à la définition d'objectifs de qualité sont les outils de base pour la recherche des caractéristiques à imposer à un rejet d'effluents.

Dans le cas où un objectif de qualité n'aura pas été fixé par décret, les cartes départementales d'objectif de qualité, dont l'établissement a été demandé par la circulaire du 27 juillet 1971 (*Journal officiel du 27 août 1971*) et la circulaire du 17 mars 1978, serviront de base de référence principale.

La démarche générale définie par la circulaire du 14 janvier 1977 trouve son application aussi bien dans le cas des rejets de collectivités que dans celui des établissements industriels ou autres. La révision prévue de cette circulaire n'apportera pas de modifications à l'exposé de cette démarche.

Ainsi, à partir de considérations relatives au milieu récepteur, peut être défini un ordre de grandeur du flux maximal de matières polluantes dont le rejet pourra être autorisé.

a) Paramètres de pollution principaux :

Dans le cas le plus courant des rejets de collectivités, ce flux est généralement à calculer au moins pour les matières en suspension (M.E.S.), la demande chimique en oxygène (D.C.O.), la demande biochimique en oxygène (D.B.O.) et les formes non oxydées de l'azote (azote organique et ammoniacal).

Les matières en suspension, et particulièrement la fraction décantable de celles-ci, peuvent constituer, à l'aval du rejet, des dépôts qui empêchent la vie d'une faune et d'une flore benthiques normales et qui dégradent la qualité de l'eau sous-jacente par le produit des fermentations. Les M.E.S. contribuent aussi à déséquilibrer le milieu aquatique en accroissant la turbidité, et peuvent avoir un effet néfaste direct sur l'appareil respiratoire des poissons. Elles rendent plus complexes et plus coûteuses les opérations de traitement d'eau pour l'alimentation humaine ou les usages industriels. Enfin, par leur fraction organique, elles participent à la demande biochimique en oxygène et à la demande chimique en oxygène du rejet, et transportent une part importante des germes indésirables.

La D.B.O. et la D.C.O. sont deux moyens d'apprécier la teneur en matières organiques oxydables. La dégradation de celles-ci dans le milieu naturel s'accompagne d'une consommation d'oxygène et peut entraîner un abaissement excessif de la concentration d'oxygène dissous. Même si le bilan d'oxygène reste satisfaisant, des rejets de matières organiques peuvent déséquilibrer l'écosystème en provoquant un développement excessif de bactéries au détriment d'autres espèces végétales ou animales.

Enfin, certains corps organiques, souvent difficilement biodégradables, ont des effets néfastes directs sur les organismes aquatiques et sur l'homme, de telle sorte que leur présence dans l'eau en concentration excessive risque de rendre celle-ci impropre à la fabrication normale d'eau potable.

La présence d'azote organique et ammoniacal traduit une dégradation incomplète des matières organiques qui devra se poursuivre dans le milieu naturel. L'oxydation de l'azote ammoniacal en azote nitrique par les bactéries nitrifiantes s'accompagne d'une consommation d'oxygène dont l'effet sur le bilan d'oxygène de la rivière doit être apprécié. En outre, une fraction de l'azote ammoniacal, d'autant plus importante que le pH est plus élevé, est, sous forme d'ammoniaque non dissocié (NH₃), toxique à faible concentration pour le poisson et pour

de nombreux organismes aquatiques. Enfin, la présence d'azote ammoniacal en concentration excessive rend plus difficile et plus coûteuse la préparation d'eau potable.

D'autres paramètres peuvent être à considérer dans certaines situations de rejets :

- l'azote global (somme de l'azote nitrique, nitreux et de l'azote organique et ammoniacal), notamment en cas de rejets à l'amont de prises d'eau destinées à l'alimentation des populations, lorsque la limite de concentration d'azote nitrique acceptable pour une eau potable risque d'être dépassée. L'azote étant un des éléments nécessaires au phénomène d'eutrophisation, devra être considéré lorsque son apport par les effluents rejetés apparaîtra important au regard des autres apports possibles de nutriments (eaux de ruissellement) ;

- le phosphore total, lorsque le rejet s'effectue dans le bassin versant d'un lac ou d'une retenue, ou même dans certaines rivières lentes (ou dans la mer) lorsqu'il existe un risque d'eutrophisation ;

- les micro-organismes pathogènes ou, à défaut, les germes tests de contamination fécale utilisés comme indicateurs du risque de la présence des précédents, notamment à l'amont des gisements ou parcs conchylicoles, des établissements piscicoles, des cultures immergées, des baignades et des prises d'eau pour l'alimentation humaine ou animale ;

- enfin, certains polluants particuliers (hydrocarbures, détergents, métaux lourds et produits toxiques) s'il en est émis dans le réseau public d'assainissement.

A partir des flux de matières polluantes collectées par le réseau ou apportées à la station d'épuration (cas des matières de vidange par exemple) et des flux maximaux dont le rejet est compatible avec l'objectif de qualité du milieu récepteur, on obtient une première approximation de l'effort d'épuration nécessaire.

b) Autres facteurs intervenant dans la définition de la qualité de l'effluent :

La définition précise des flux de matières polluantes, du débit de rejet et de la qualité des effluents qui figureront dans l'arrêté d'autorisation nécessite de prendre en compte d'autres facteurs.

Les raisonnements et les calculs qui aboutissent à définir les flux maximaux acceptables par le milieu récepteur comportent en effet toujours une marge d'incertitude en raison notamment de la difficulté d'apprécier avec précision les effets des divers polluants dans le milieu naturel, la capacité d'auto-épuration de ce dernier et la marge à réserver pour permettre le développement de nouvelles activités dans le bassin versant considéré.

Dans la marge d'incertitude qui subsiste, il est légitime de retenir les valeurs qui correspondent à l'optimum du rapport coût-efficacité d'un procédé de traitement connu ou même simplement celles que l'on sait correspondre au fonctionnement régulier et stable d'un type connu de station d'épuration.

Interviennent alors les caractéristiques des eaux usées telles qu'elles résultent des particularités de l'agglomération et du réseau de collecte, l'importance et les variations de la population en cause et les possibilités techniques d'épuration, compte tenu des con-

traintes du site, des conditions climatiques et des facilités d'exploitation.

B. - Débit

Le débit du rejet à autoriser est considéré le plus souvent comme une donnée impérative dans la mesure où le stockage des eaux usées apparaît difficilement réalisable. On rappellera cependant que tous les procédés d'épuration gagnent en efficacité lorsqu'ils sont appliqués à des effluents plus concentrés.

Lorsque des quantités excessives d'eaux non polluées, provenant de sources ou d'infiltration, ou d'eaux de refroidissement issues d'établissements industriels sont collectées avec les eaux usées, des actions sur le réseau d'assainissement ou en amont peuvent diminuer le volume des effluents à rejeter après épuration.

Il est alors normal d'en tenir compte dans l'arrêté d'autorisation de rejet, en prévoyant une réduction, le cas échéant échelonnée dans le temps, du débit maximum autorisé.

Dans le cas des réseaux unitaires, une certaine limitation du débit instantané rejeté en période pluvieuse peut être obtenue en utilisant par exemple des bassins d'accumulation dont le contenu est introduit progressivement dans la station d'épuration à la fin de l'épisode pluvieux. La mise en place de tels bassins peut également, lorsque le milieu récepteur l'exige, contribuer à réduire les flux de matières polluantes rejetées. Toutefois, une limitation du débit maximum autorisé à une valeur inférieure à celle que donne le calcul des apports au réseau serait inutile et même néfaste si elle devait entraîner seulement une augmentation des débits rejetés sans traitement par les déversoirs d'orage.

A ce titre, à la recherche d'un niveau de qualité déterminé et efficacement maintenu pour le rejet traité, doit être associée une réduction aussi complète que possible des pollutions apportées le long du réseau par le fonctionnement fréquent des déversoirs d'orage et, en tête de la station elle-même, par des déversoirs écrêteurs de débit qui court-circuitent trop souvent une partie de l'effluent brut. Il est donc souhaitable chaque fois que cela est possible d'instruire simultanément des autorisations de déversement pour les rejets de la station d'épuration et ceux des déversoirs d'orage.

Enfin, s'agissant de petites collectivités et de milieux récepteurs extrêmement sensibles, on pourra, dans des cas exceptionnels, envisager un stockage de l'eau épurée permettant de réduire ou de supprimer les rejets pendant une période critique. Un tel dispositif pourra dans certains cas être réalisé en combinaison avec un traitement par lagunage.

Un autre cas justifiera un stockage avant rejet (bassin de marée). C'est celui d'un milieu récepteur soumis à l'influence des marées (cours inférieur de rivière) lorsque l'étude montrera l'intérêt de ne rejeter qu'aux périodes favorables du cycle de marée.

1. - 2. Rejet dans les canaux, lacs et étangs

Les caractéristiques du rejet acceptable par le milieu récepteur seront déterminées au terme d'une démarche semblable à celle qui a été décrite dans le cas d'un rejet en rivière.

Toutefois, on attachera, plus encore que dans le cas précédent, une attention particulière aux conditions de dilution et de mélange au voisinage du point de rejet en tenant compte d'éventuels phénomènes de stratification thermique.

En outre, il existe, dans ces milieux peu renouvelés, un risque d'eutrophisation. On s'attachera donc à apprécier les flux de phosphore total et, le cas échéant, d'azote global, acceptables sans entraîner un développement excessif d'algues et de végétaux supérieurs.

1. - 3. Rejet en mer

Les principes de la démarche exposée pour les rejets en rivière, fondée sur la détermination de la capacité d'acceptation du milieu, sont le plus souvent applicables au cas des rejets en mer.

La sensibilité du milieu marin aux effets des matières en suspension est très importante : réduction de la pénétration de la lumière, asphyxie de certains fonds sous l'effet de l'accumulation des sédiments, colmatage des appareils respiratoires, etc. Aussi, compte tenu de la composition générale des effluents urbains dans laquelle les matières en suspension sont représentées en proportion importante, il sera toujours nécessaire d'en rechercher une élimination poussée, ce qui assurera d'ailleurs une élimination significative des matières oxydables. Ce n'est que dans des cas de rejets dans des zones particulières : zones fermées, marais littoraux où le renouvellement de l'eau est faible, ou dans des cas où l'on a voulu fixer pour diverses raisons des objectifs de qualité élevés, que le flux résiduel de matières oxydables composé principalement de matières oxydables solubles devra faire l'objet d'une réduction poussée.

Des limitations relatives aux germes pathogènes ou, à défaut, aux germes témoins de contamination fécale ne seront à envisager que lorsque le rejet a lieu à proximité de zones sensibles telles que les zones conchyliques et les zones de baignade, et que l'étude en aura montré la nécessité.

On étudiera avec une particulière attention la localisation et l'agencement du dispositif de rejet car la qualité minimale à imposer au rejet dépend essentiellement des conditions de dilution et de transfert des polluants vers les zones sensibles : gisements de coquillages, installations de conchyliculture, baignade, etc.

Il est important à ce sujet de prendre conscience de la différence qui existe, sous l'angle des rejets, entre les mers à marées et les mers sans marées ainsi qu'entre les côtes bordées de plateaux sous-marins à faible pente et celles à bathymétrie profonde.

Toutes ces considérations seront développées dans une instruction technique prochaine qui traitera dans le détail des problèmes spécifiques liés à l'assainissement du littoral et aux rejets en mer.

1. - 4. Rejets vers le sol

Le rejet à la surface ou à faible profondeur dans le sol d'effluents convenablement prétraités peut constituer un moyen efficace de préservation de la qualité des eaux en utilisant au mieux l'aptitude du sol à retenir et dégrader de nombreuses substances polluantes.

Les caractéristiques du dispositif à mettre en place et les exigences de traitement préalable des effluents ne peuvent être définies qu'après une étude de chaque cas particulier portant notamment sur les caractéristiques du sol et la vulnérabilité des eaux souterraines.

On n'admettra l'épandage que des effluents débarrassés des matières en suspension susceptibles de compromettre le fonctionnement des ouvrages de distribution, par simple dégrossissage dans le cas d'épandage de surface en billon ou en planche, par des procédés plus fins (décantation, tamisage, etc.) dans celui d'un épandage souterrain par drain.

Les dispositifs d'aéroaspersion générateurs de brouillards fins et l'épandage sur des cultures dont les produits consommés crus sont susceptibles d'une contamination directe du fait de la technique employée ne seront pas admis, à moins que l'effluent n'ait subi une décontamination microbiologique efficace.

Un lagunage assurant un temps de rétention d'au moins quarante-cinq jours est notamment capable de lever les limitations indiquées à l'alinéa précédent.

1. - 5. Cas particuliers des rejets dans un milieu n'offrant pas de possibilités de dilution

Il arrive que les effluents ne soient pas rejetés directement dans un milieu capable d'assurer une dilution importante, mais dans un fossé ou un ruisseau dont le rejet constituera, au moins à certaines périodes de l'année, l'essentiel du débit.

Il y aura lieu, alors, d'analyser les conséquences du rejet pour le milieu récepteur en s'intéressant à la rivière, au canal, à l'étang, au lac ou à la mer où aboutiront finalement les effluents, en tenant compte, le cas échéant, de l'évolution qui aura pu se produire au cours du trajet des eaux rejetées dans le fossé ou le ruisseau considéré comme émissaire.

On veillera également à ce que les eaux rejetées soient d'une qualité suffisante pour ne pas créer des conditions d'insalubrité dans l'émissaire. A cet égard, l'élimination des matières en suspension grossières est indispensable dans tous les cas. Elle pourra suffire, sous réserve des exigences du milieu récepteur situé à l'aval, si le fossé a une forte pente et s'il n'existe aucun risque de stagnation.

En revanche, si l'eau s'écoule lentement, il sera nécessaire d'éliminer aussi avant rejet une grande partie des matières organiques dissoutes afin d'éviter l'établissement de conditions d'anaérobiose. Enfin, il pourra être nécessaire d'exiger une désinfection s'il existe sur le parcours de l'émissaire des risques importants de contact direct des populations avec l'effluent.

II. - EXPRESSION DE LA QUALITÉ MINIMALE D'UN REJET

L'arrêté interministériel du 20 novembre 1979 définit le contenu général de l'arrêté préfectoral autorisant le rejet et notamment le mode d'expression des deux éléments nécessaires à la définition complète d'un rejet, à savoir son débit et le flux des substances susceptibles d'altérer le milieu récepteur.

Mais c'est essentiellement du second élément que dépend l'effet du rejet sur le milieu récepteur.

Or la mesure du flux d'un polluant s'atteint par celle de sa concentration et du débit du rejet. Il est donc logique, pour la facilité du contrôle, de traduire les données de l'arrêté d'autorisation en concentration et débit.

Par ailleurs, l'observation des résultats obtenus sur un effluent à dominante domestique par les principaux types de procédés d'épuration a permis de constater que ces résultats exprimés en termes de concentration étaient reproductibles.

Sous réserve que les débits maximaux fixés soient respectés, la qualité minimale du rejet peut être exprimée en termes de concentration.

La qualité minimale de l'effluent sera définie dans l'autorisation de rejet par les valeurs limites des concentrations d'un certain nombre de substances polluantes ou d'indicateurs de pollution. Ceux qui concernent essentiellement les effluents à dominante domestique peuvent être classés dans les groupes ci-après :

- le groupe des matières en suspension et des matières oxydables ;
- le groupe des substances azotées ;
- le groupe des substances phosphorées ;
- la qualité hygiénique (microbiologie, toxicologie).

La comparaison des exigences et capacités d'acceptation des milieux récepteurs courants d'une part avec les performances techniques et économiques des principaux procédés d'épuration d'autre part a conduit à dresser des tableaux de valeurs de rendements d'épuration et de concentration pour les différents polluants ou indicateurs de pollution rangés dans les groupes ci-dessus. Ces valeurs définissent des « niveaux » pour chacun des groupes. Il sera commode, dans les cas courants, de définir la qualité minimale du rejet par référence à l'un de ces niveaux pour chacun des groupes de polluants que l'autorisation de rejet réglementera.

III. - PRÉSENTATION DES NIVEAUX DE QUALITÉ MINIMALE D'UN REJET À DOMINANTE DOMESTIQUE

Un rejet d'effluent urbain est réputé à dominante domestique lorsque ses caractéristiques mesurées sur un échantillon moyen sur vingt-quatre heures prélevé avant les traitements préliminaires et décanté pendant deux heures sont telles que le rapport de sa demande chimique en oxygène (ou D.C.O.) à sa demande biochimique en oxygène à cinq jours (ou D.B.O.5) est inférieur ou égal à 2,5, sa D.C.O. inférieure ou égale à 750 milligrammes par litre, son azote Kjeldahl inférieur à 100 milligrammes par litre.

Dans ce cas, l'arrêté autorisant le rejet pourra fixer la qualité minimale de l'effluent effectivement rejeté par référence à l'un des niveaux donnés dans l'annexe à la présente circulaire. Cette annexe présente ces niveaux de qualité pour chacun des groupes des matières en suspension et matières oxydables, des substances azotées et des substances phosphorées. En revanche, il n'a pas été jugé possible de fixer de telles valeurs pour la qualité hygiénique des rejets ; cependant, le paragraphe IV-4 développe la démarche à

suivre pour la recherche et l'expression d'un niveau de qualité hygiénique d'un rejet.

L'arrêté autorisant le rejet pourra bien entendu ne pas comporter de prescriptions de qualité pour tous les groupes de substances définis dans cette annexe mais seulement pour certains d'entre eux. Seule l'analyse des exigences du milieu récepteur permet de déterminer ceux des paramètres à régler.

Les niveaux définis dans l'annexe étant proposés comme guides et non pas impérativement, des valeurs plus sévères ou moins sévères que celles affectées ci-dessus aux différents groupes de substances pourront être retenues si le milieu récepteur le justifie.

Lorsque l'arrêté d'autorisation concernera une collectivité à population variable, on pourra envisager de définir deux niveaux de qualité minimale : l'un pour la période de pointe, l'autre pour la période normale.

De même, lorsque le rejet se fait dans un cours d'eau au régime hydraulique très variable pendant des périodes suffisamment longues et définies au cours de l'année, on pourra envisager de définir deux niveaux de qualité minimale : l'un pour la période de hautes eaux, l'autre pour la période de basses eaux.

On peut aussi distinguer des périodes de températures différentes pendant lesquelles les exigences du milieu récepteur changent au regard des formes de l'azote. Il peut être intéressant d'en tenir compte et, si le milieu récepteur le permet, d'envisager la fixation de deux niveaux de qualité minimale, l'un pour la période des basses températures, l'autre pour le reste de l'année. On restera ainsi dans le domaine des performances obtenues pour les techniques biologiques classiques.

Dans la présentation des niveaux de qualité minimale d'un rejet pour chacun des groupes de substances polluantes, il n'a pas été indiqué de lien entre les niveaux des différents groupes dont l'indépendance devrait dans un premier temps permettre, à l'issue de la démarche décrite au chapitre I, de choisir le niveau minimum de qualité à respecter pour chacun des groupes de paramètres de manière à satisfaire strictement aux objectifs de qualité du milieu récepteur. Ainsi, en général, dans le cas d'un rejet en mer, une attention particulière sera portée aux matières en suspension et à la qualité microbiologique. Par contre, dans le cas d'un rejet dans un lac ou étang, des niveaux de qualité minimale relatifs à l'azote global ou au phosphore total devront généralement être définis.

Ensuite, et parce que, dans chaque filière de traitements, les rendements d'épuration sur les différents groupes de substances sont généralement liés, il y aura lieu de vérifier que les niveaux que l'on se propose de retenir pour chacun des groupes ne sont pas incompatibles et peuvent être satisfaits par le choix d'une filière de traitement techniquement et économiquement acceptable. Ceci pourra conduire à rectifier le choix des niveaux envisagés avant cette vérification.

A l'intérieur de chacun des groupes cette cohérence a été prise en compte dans la définition des niveaux donnée par la présente circulaire. Pour vérifier dans chaque cas la cohérence des niveaux entre les groupes, il faut examiner attentivement les caractéristiques des différents systèmes d'épuration. C'est l'objet du chapitre IV suivant.

IV. - PROCÉDÉS D'ÉPURATION ET NIVEAUX DE QUALITÉ

IV. - 1. Groupe des matières en suspension et matières oxydables

IV. - 1.1. Procédés à dominante physique et physico-chimique : niveaux *a, b, c*

Les niveaux de qualité *a, b, c*, du premier groupe sont essentiellement liés à la réduction des matières en suspension.

L'abaissement du taux de matières en suspension entraîne, dans une moindre mesure, un abaissement du taux de matières oxydables. Cet abaissement du taux de matières oxydables devrait être considéré comme résultat accessoire intéressant pour les procédés capables d'obtenir ces niveaux *a, b, c* du premier groupe.

Les matières en suspension contenues dans les eaux usées sont essentiellement constituées de matières dites décantables et de matières colloïdales. Ces dernières ne peuvent être éliminées qu'après une floculation-coagulation préalable alors qu'une séparation physique (décantation simple) suffit à la séparation des matières décantables.

Les procédés à mettre en œuvre sont essentiellement des procédés physiques ou physico-chimiques, dont les performances s'expriment le mieux en termes de rendement d'élimination.

Cependant si la concentration des M.E.S. dans les eaux à traiter est contenue à l'intérieur d'une fourchette connue, l'arrêté autorisant le rejet pourra fixer la qualité minimale de celui-ci, pour ces niveaux *a, b, c* du premier groupe, en termes de concentration.

Le niveau *a* du premier groupe vise la réduction des seules matières décantables. Il peut être obtenu par une séparation physique simple, celle-ci pouvant faire appel à la gravité ou à la flottation. Sous réserve de résultats d'essais sur les effluents concernés, le tamisage peut aussi être utilisé.

L'abattement de 90 p. 100 des matières décantables conduira en général à une réduction des matières en suspension totales dans une proportion de 50 p. 100 à 60 p. 100 environ.

Le niveau *b* du premier groupe vise la réduction de l'ensemble des matières en suspension décantables et colloïdales.

Un traitement chimique de l'effluent par coagulation-floculation sera nécessaire pour rendre décantables par formation de floes les matières colloïdales qui ne l'étaient pas.

L'association de réactifs minéraux de coagulation et d'un adjuvant de floculation suivie d'une opération de séparation de phases (décantation, flottation) permet, dans de bonnes conditions de dosages des réactifs, d'éliminer 80 p. 100 des matières en suspension totales contenues dans l'effluent. Ces procédés permettent par ailleurs une élimination de matières oxydables et de phosphore dans une proportion notable.

Une coagulation par la chaux avec élévation du pH au-delà de 11 permet en outre un abattement notable de la charge bactérienne de l'effluent.

Le niveau *c* du premier groupe vise une réduction très poussée des matières en suspension totales.

Par un choix très spécifique des réactifs et une augmentation de leur dosage, par un soin particulier apporté à la conception et au dimensionnement des dispositifs de séparation de phases, donc, au total, par une augmentation des coûts d'investissement et de fonctionnement, les différents procédés qui viennent d'être décrits permettent d'améliorer encore l'élimination des matières en suspension totales. Dans ces conditions, le rendement d'élimination doit pouvoir atteindre 90 p. 100, ce qui permet généralement d'éliminer environ 65 p. 100 de la D.B.O.5 et 60 p. 100 de la D.C.O.

IV. - 1.2. Procédés à dominante biologique : niveaux *d, e, f*

La réduction des matières en suspension aussi poussée soit-elle, ne permet pas d'éliminer les matières oxydables dissoutes ; cette réduction s'obtient donc par d'autres techniques : celles des procédés à dominante biologique. Par ailleurs, les procédés d'épuration adaptés à l'élimination de celles-ci maintiennent un certain rapport entre les taux d'abattement de la D.B.O., de la D.C.O. et des matières en suspension.

Au niveau *d* correspondent des procédés de type extensif qui permettent une dégradation poussée de la matière organique mais avec lesquels l'eau traitée est susceptible de contenir des particules en suspension produites au cours du traitement, algues pour les traitements de type lagunage, floes bactériens pour le traitement de type lit bactérien à faible charge.

Dans les conditions générales où ils sont conçus et exploités, les procédés de type lagunage permettent d'assurer une bonne qualité bactériologique de l'effluent. Une nitrification est aussi possible par les procédés permettant d'obtenir le niveau *d* du premier groupe, mais irrégulière parce que liée aux saisons.

Au niveau *e* correspondent les procédés les plus classiques, qui, précédés ou non par une décantation primaire, associent le traitement biologique proprement dit à une décantation secondaire ou un dispositif équivalent.

Les procédés permettant d'obtenir la qualité minimale du niveau *e* permettent aussi de réduire l'azote Kjeldahl (N.K.) dans une proportion de 30 p. 100 environ. Ce ne sont toutefois pas des procédés spécifiques de l'élimination de l'azote.

Lorsque le rapport D.C.O./D.B.O.5 d'un échantillon moyen sur vingt-quatre heures de l'effluent, ayant subi une décantation préalable de deux heures, dépassera 2, tout en restant inférieur à 2,5 ou que la D.C.O. de cet échantillon sera comprise entre 450 et 750 mg par litre, le respect des concentrations en D.C.O. qui définissent le niveau *e* nécessite un abattement en D.C.O. supérieur à 75 p. 100, ce qui peut dépasser les possibilités des procédés les plus classiques. S'il n'est pas possible d'assouplir les exigences portant sur la D.C.O. (par exemple vocation du milieu récepteur), les installations de traitement devront alors souvent être conçues spécialement pour répondre à cette obligation.

Le niveau *f*, réservé à des cas tout à fait exceptionnels d'exigence particulière du milieu récepteur, a pour objectif de réduire plus efficacement encore les teneurs en matières oxydables et matières en suspension.

Il s'agit d'améliorer la rétention des matières en suspension et de réduire la fraction de la D.B.O.5 et de la D.C.O. difficilement atteinte dans des conditions économiques favorables par les procédés relevant de l'obtention des niveaux *d* et *e*.

Suivant les caractéristiques de l'effluent à traiter, les procédés à utiliser varient, mais, d'une manière générale, cet affinage fait appel à des techniques telles que l'adjonction d'un étage de filtration des effluents secondaires et utilisation de charbon actif.

Ces filières accroissent de façon très sensible le coût de traitement (investissement et exploitation) et doivent donc demeurer d'un emploi très exceptionnel. Leur complexité technique est aussi un élément à considérer dans la mesure où elle conduit à une exploitation délicate nécessitant la présence constante d'un personnel spécialisé.

IV. - 2. Groupe des substances azotées

Azote Kjeldahl (N.K. 1, 2 et 3) :

Dans un effluent à dominante domestique, l'azote est principalement présent sous forme d'azote organique et ammoniacal (azote Kjeldahl : N.K.).

La diminution du taux d'azote kjeldahl peut être obtenue par transformation en azote nitreux puis nitrique. Cette diminution peut être obtenue en même temps que la réduction de la teneur en matières oxydables carbonées par les procédés d'épuration biologique correspondant aux niveaux *d* et *e* du premier groupe à condition que l'oxygénation soit renforcée et que l'installation fonctionne avec une charge d'autant plus faible que la température est basse. Dans le cas de température très basse, l'obtention par ces procédés des niveaux N.K. 2 et N.K. 3 devient difficile sinon impossible.

Il est exclu que les niveaux N.K. 1, 2 et 3 du deuxième groupe puissent être associés avec les niveaux *a*, *b* ou *c* du premier groupe.

Azote global (N.G.L. 1 et 2) :

La diminution de la teneur en azote global de l'effluent nécessite d'abord une oxydation aussi poussée que possible de l'azote Kjeldahl suivi d'une dénitrification. Cette seconde opération s'effectue par voie biologique, en l'absence d'oxygène dissous.

L'obtention des niveaux de qualité N.G.L. 1 et dans certains cas N.G.L. 2 pourra être assurée au cours des traitements spécifiques d'abattement des matières oxydables ou de l'azote Kjeldahl. Il pourra suffire d'aménager des zones de nitrification et de dénitrification par réglage de l'aération.

Mais cet abattement peut aussi être assuré par une étape supplémentaire de traitement par exemple à l'aide de boues activées non aérées ou de lit bactérien immergé avec addition éventuelle de substrat carboné. Ce pourra être nécessaire pour l'obtention d'un niveau de qualité N.G.L. 2.

Il résulte de ce qui précède que :

- le niveau N.K. 1 du deuxième groupe peut être associé aux niveaux *d*, *e* et *f* du premier groupe sans entraîner de modification majeure des procédés d'épuration correspondant à ces derniers ;

- le niveau N.G.L. 2 du deuxième groupe qui nécessite une bonne nitrification de l'azote Kjeldahl ne peut être associé qu'aux niveaux *e* et *f* du premier groupe. Dans le cas où l'association est faite avec *e*, c'est

alors l'exigence sur l'azote qui détermine le dimensionnement ;

- les niveaux N.K. 3 et N.G.L. 2 sont exceptionnels. Leur respect demande des précautions très particulières et conduit à un coût de traitement très élevé. Dans ces cas, les stations d'épuration ne peuvent être conçues qu'à la condition que soient précisées les proportions des différentes formes de l'azote dans l'effluent à traiter.

IV. - 3. Groupe des substances phosphorées

Une élimination importante des substances phosphorées relève essentiellement de techniques de coagulation-floculation à l'aide de réactifs minéraux (sels de fer, d'alumine, chaux) ; elle peut donc être associée à n'importe quelle filière d'élimination d'autres groupes de substances.

Il n'y a par conséquent pas de risque d'incompatibilité technique pour l'association d'un niveau de qualité du groupe des substances phosphorées et d'un niveau de qualité d'un autre groupe de substances, sauf en ce qui concerne le niveau *a* qui n'assure pas une élimination suffisante des matières en suspension.

Les niveaux de qualité P.T. 1 et parfois P.T. 2 du troisième groupe peuvent s'obtenir sans ouvrage spécifique supplémentaire important. Toutefois, dans certains cas, il pourra être nécessaire de prévoir un stade supplémentaire de traitement pour obtenir le niveau P.T. 2.

Il faut remarquer que les substances azotées et phosphorées constituent des « fertilisants » ou « nutriments » et sont nuisibles dans les eaux usées, précisément pour cette raison. Les procédés naturels d'épuration par le sol (notamment l'épandage agricole, lorsqu'il peut être pratiqué) remédient à ces formes de pollution, en tirant même parti, éventuellement.

IV. - 4. Qualité hygiénique du rejet

Certaines utilisations de l'eau, à partir d'un milieu naturel récepteur d'effluents pollués, peuvent être en rapport direct ou indirect avec la santé de l'homme. Dans ce cas, les exigences de qualité imposées par les utilisations de l'eau rendent parfois nécessaire, avant le rejet d'un effluent, un abattement de sa concentration en certaines substances toxiques ou en micro-organismes pathogènes. Ce cas se présente essentiellement lorsque l'éloignement du point de rejet par rapport aux zones à protéger est insuffisant pour que les concentrations limites correspondant aux normes soient obtenues par dilution, ou auto-épuration.

Il serait souhaitable que l'élimination ou l'abattement de la teneur des substances ou micro-organismes indésirables fussent appréciés par la détermination quantitative directe de ceux-ci dans l'effluent brut et l'effluent traité.

Dans la plupart des cas cependant, les difficultés de telles déterminations, la rareté ou l'irrégularité de la présence de certains de ces micro-organismes ou substances indésirables, conduisent à utiliser des « indicateurs » qui sont soit des « indicateurs de pollution » avant le traitement, soit des « indicateurs d'efficacité de traitement » après celui-ci. Il est nécessaire de prêter une grande attention aux choix de ces indicateurs en vue du but recherché.

Dans le domaine des risques d'origine microbiologique ou parasitaire qui proviennent en grande partie de pollution d'origine fécale, la réglementation actuelle prévoit d'utiliser comme « indicateurs de pollution » des germes tests qui sont des coliformes totaux, des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux. Mais il est bon de rappeler que la valeur de ces germes comme « indicateurs d'efficacité de traitement » n'est que relative : l'abattement en coliformes fécaux par exemple n'est représentatif que d'un certain nombre de micro-organismes pathogènes, pouvant varier selon le traitement utilisé ; ils ne peuvent pas en règle générale être considérés comme représentatifs d'un abattement du nombre de virus.

Si l'on envisage un abattement de la contamination bactérienne par un traitement correctif (dans le cas où l'utilisation du milieu récepteur l'exige et où les conditions de dilution et d'auto-épuration ne permettent pas d'obtenir un degré de protection suffisant) le niveau d'efficacité à obtenir sera établi par la fixation d'une concentration finale, soit des germes indicateurs cités précédemment, soit de tout autre paramètre plus spécifique de la pollution que l'on veut éliminer, y compris, lorsque cela est possible, les micro-organismes pathogènes eux-mêmes (1).

Les performances d'efficacité des traitements (filtration, utilisation des oxydants, élévation de pH, etc.) sont d'autant plus grandes, fiables et économiques que l'effluent est mieux débarrassé de ses matières en suspension.

Des résultats très satisfaisants peuvent être obtenus en été par des lagunes de finition assurant un temps de séjour suffisant, généralement de l'ordre de six semaines, et organisées de manière à éviter les courts-circuits.

L'emploi des techniques de lagunage dont les performances dépendent de la température suppose, dans le cas le plus courant, que les conditions imposées aux rejets soient modulées suivant les saisons, avec de moindre exigences en hiver, si un accroissement des temps de séjour ne compense pas l'effet de la température.

Il est bon de garder en mémoire que la décontamination chimique entraîne des sujétions de coût, de surveillance et de pérennité de fonctionnement, d'une part, des risques d'irrégularité, d'efficacité et de toxicité indirecte pour le milieu, d'autre part, qui doivent conduire, chaque fois que la chose est techniquement possible, à rechercher l'obtention de l'abattement de concentration des germes par un système d'épuration-rejet ne faisant pas appel à la désinfection chimique.

Dans le même esprit, l'appréciation de la bonne réalisation des opérations de décontamination par oxydation ou par procédés physico-chimiques pourra se référer à cette base.

Par contre (zone conchylicole notamment), les indications données par les coliformes fécaux sont notoirement insuffisantes. Dans ces cas particuliers, on devra s'assurer de

(1) A titre d'exemple, lorsque les usages de l'eau réceptrice conduisent à opérer une décontamination par lagunage, un niveau de 10^3 coliformes fécaux par 100 millilitres peut être retenu comme indication d'efficacité.

l'élimination suffisante des virus et des parasites par la recherche de ces micro-organismes eux-mêmes.

Quel que soit le mode de décontamination envisagé, la fixation de conditions de rejet moins sévères lorsque les exigences du milieu récepteur et les conditions de dilution le permettent, peut entraîner une économie sensible.

V. - COMMENTAIRES
SUR LE CHOIX D'UN NIVEAU
DE QUALITÉ MINIMALE DU REJET

L'étude du milieu récepteur permettra dans la plupart des cas de retenir un choix de plusieurs combinaisons de valeurs pour les paramètres correspondant aux différentes substances pouvant affecter le milieu récepteur.

On retiendra ensuite, parmi les différentes combinaisons envisageables, celle qui au moindre coût permet de respecter l'objectif de qualité du milieu récepteur.

Cependant, le niveau le moins exigeant n'est pas forcément le plus économique: cela s'explique en particulier par l'effet d'échelle jouant sur le coût des procédés d'épuration. Une attention particulière doit par ailleurs être accordée à la fiabilité du procédé retenu.

Enfin, les usages du milieu récepteur peuvent être modifiés à terme dans le sens d'une plus grande exigence, et il y a toujours lieu, dans le choix d'un procédé d'épuration, de se réserver des possibilités d'évolution vers des performances plus élevées et les extensions qui peuvent être nécessaires.

VI. - CAS DES EFFLUENTS URBAINS
N'AYANT PAS LES CARACTÉRISTIQUES
D'EFFLUENTS À DOMINANTE DOMESTIQUE

Les procédés biologiques classiques dans leur dimensionnement habituel risquent de ne pas permettre d'obtenir les valeurs fixées par la D.C.O. par les niveaux *d, e* et *f* du premier groupe, lorsque les effluents urbains ne respectent pas les caractéristiques correspondant à la définition des effluents à dominante domestique. C'est notamment le cas, lorsque, après avoir subi une décantation préalable de deux heures, l'effluent présente en moyenne sur 84 heures une D.C.O. supérieure à 750 milligrammes par litre ou un rapport D.C.O.:D.B.O.5 supérieur à 2,5.

Ce rapport peut parfois être amélioré par la mise en œuvre de pré-traitement sur certains effluents industriels. Lorsque la D.C.O. est supérieure à 750 milligrammes par litre, on examinera si un abattement de 75 p. 100 de la D.C.O. moyenne journalière est compatible avec le respect de l'objectif de qualité du milieu récepteur. Dans l'affirmative, on retiendra les valeurs correspondant à un tel abattement, au lieu des valeurs indiquées, ce qui n'imposera pas de contraintes complémentaires pour la conception des ouvrages de traitement.

Dans la négative, on retiendra les valeurs nécessaires pour la D.C.O. en sachant alors qu'elles deviennent déterminantes pour la conception, le dimensionnement et le coût de l'installation.

De même, lorsque après avoir subi une décantation préalable, pendant deux heures, l'effluent présente une concentration en

azote Kjeldahl supérieure à 100 milligrammes par litre en moyenne sur vingt-quatre heures, les niveaux N.K. du deuxième groupe pourront être difficilement obtenus par les procédés biologiques classiques. On examinera alors si un abattement du tiers du flux journalier d'azote Kjeldahl est compatible avec le respect du milieu récepteur.

Dans l'affirmative, on retiendra les valeurs correspondant à un tel abattement au lieu des valeurs indiquées, ce qui n'imposera pas de contraintes complémentaires.

Dans la négative, on retiendra les valeurs nécessaires pour l'azote Kjeldahl en sachant alors qu'elles deviennent déterminantes pour la conception, le dimensionnement et le coût de l'installation.

VII. - APPLICATION

Sont abrogées les dispositions contraires à celles du présent texte figurant dans la circulaire du 10 juin 1976 du ministre de la santé relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs et dans la circulaire interministérielle du 14 janvier 1977 relative à l'autorisation des déversements, écoulements, jets, dépôts et autres faits susceptibles d'altérer la qualité des eaux superficielles, souterraines et de la mer dans les limites territoriales.

La présente circulaire a reçu l'avis favorable:

Du conseil supérieur d'hygiène publique de France en date du 17 septembre 1979;

De la mission interministérielle déléguée de l'eau en date du 26 septembre 1979.

ANNEXE AU CHAPITRE III

Niveaux de qualité minimale d'un rejet à dominante domestique

QUALITÉ MINIMALE DE L'EFFLUENT

Premier groupe

Niveaux de rejet pour les matières en suspension et matières oxydables

NIVEAUX (voir chapitre IV)	ÉCHANTILLON MOYEN SUR VINGT-QUATRE HEURES NON DÉCANTÉ				ÉCHANTILLON MOYEN SUR DEUX HEURES NON DÉCANTÉ		
	Matières décantables	M.E.S. totales	D.C.O. (mg/l)	D.B.O. 5 (mg/l)	M.E.S. totales (mg/l)	D.C.O. (mg/l)	D.B.O. 5 (mg/l)
<i>a</i>	Élimination à 90 p. 100						
<i>b</i>		Élimination à 80 p. 100 (1)					
<i>c</i>		Élimination à 90 p. 100 (1)					
<i>d</i>					120	(2) 120	(2) 40
<i>e</i>			90	30	30	120	40
<i>f</i>			50	15	20	80	20

(1) Remarque. - Dans le cas d'un effluent particulièrement dilué pour lequel l'application d'une exigence de qualité exprimée, dans les niveaux *b* ou *c*, en terme de rendement d'élimination conduirait à ce que la concentration en matières en suspension totales dans l'effluent traité soit inférieure à 20 mg par litre, on fixera l'exigence de traitement à cette dernière valeur.

(2) Sur échantillon filtré.

Deuxième groupe

Niveaux de rejet pour les formes de substances azotées

Azote Kjeldahl (N.K.): azote organique + azote ammoniacal exprimés en N. :

Niveau N.K. 1 :

50 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures ;

40 mg par litre sur un échantillon moyen de vingt-quatre heures.

Niveau N.K. 2 :

15 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures ;

10 mg par litre sur un échantillon moyen de vingt-quatre heures.

Niveau N.K. 3 :

5 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures.

Azote global (N.G.L.): azote organique + azote ammoniacal + azote nitreux + azote nitrique exprimés en N. :

Niveau N.G.L. 1 :

25 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures ;

20 mg par litre sur un échantillon moyen de vingt-quatre heures.

Niveau N.G.L. 2 :

10 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures.

Troisième groupe

Niveaux de rejet pour les substances phosphorées (phosphore total), exprimés en P.

Niveau P.T. 1 :

80 p. 100 d'élimination sur vingt-quatre heures (2).

Niveau P.T. 2 :

1 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures.

(2) Dans le cas d'un effluent particulièrement dilué pour lequel l'application de l'exigence de qualité minimale P.T. 1 exprimée en terme de rendement d'élimination conduirait à ce que la concentration en phosphore total dans l'effluent traité soit inférieure à 2 mg par litre on pourra fixer l'exigence de traitement à cette dernière valeur.