

MND/AD  
REPUBLIQUE DU SENEGAL  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE



Institut Sénégalais  
De Recherches Agricoles  
Centre National de la Recherche Agronomique

CN980012  
P104  
NDO

de CNRA → DOC

## "COURS INTENSIF"

### QUALITE ET TRAITEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES ET AGRICOLES

25 OCTOBRE AU 10 NOVEMBRE 1998  
(Delta du Fleuve Sénégal et Agglomération Dakaroise)

Par

Moussa NDOYE  
Technicien Supérieur  
en Chimie Biologie Fertilisation minérale  
des Sols "ISRA/CNRA Bambej

C.N.R.A. - BAMBEY - S.D.I.

Date 05/02/99

Numéro 1061/99

Mois Bulletin

Destinataire S.D.I.

# REMERCIEMENTS

Je remercie sincèrement

La Fondation Universitaire Luxembourgeoise pour l'organisation matérielle de ce cours

Le Directeur de l'I.S.E., les enseignants et les professeurs belges de la qualité de l'enseignement dispensé au cours de ces 2 semaines

## AVANT PROPOS

Avec l'augmentation de la population, les besoins en eau ne cessent de croître. Le développement accéléré des industries, de la culture irriguée ne font qu'accroître les besoins en eau. Sous la pression des besoins considérables de la civilisation, l'emploi des eaux de nappes et de sources a cédé le pas à une utilisation plus poussée des eaux de surface.

La pollution a pour origine les rejets industriels, les eaux usées domestiques, l'emploi des engrais et des pesticides et exceptionnellement le déversement intempestif des hydrocarbures.

Les eaux chargées ont des impacts négatifs sur les eaux de nappes et de surface (contamination des nappes, destruction des systèmes aquatiques etc..).un traitement des eaux usées est un préalable avant tout rejet vers les exutoires rivières, lacs et les mers etc..

Les problèmes de pollution dans cette étude portent sur :

1. Les pollutions des eaux agricoles
2. Les pollutions des eaux domestiques

### I - LES EAUX AGRICOLES

#### LA PROBLEMATIQUE DES POLLUTIONS DUES AUX ENGRAIS ET AUX PESTICIDES

Le secteur agricole représente 70 % des exportations du Sénégal.

Depuis les années 70, le Sénégal est confronté à de nombreuses difficultés dans le domaine de la production agricole. Les causes principales sont :

- baisse de la pluviométrie : lourde de conséquence pour une agriculture essentiellement pluviale
- baisse de la fertilité des sols
- croissance démographique galopante (3 % par an).

Un déficit vivrier s'est installé dans le pays. Avec la nouvelle politique agricole, l'un des objectifs majeurs est la réduction de ce déficit. Pour absorber ce déficit, une amélioration des systèmes de productions agricoles est devenue une impérieuse nécessité. Les infrastructures hydro-agricoles s'inscrivent dans la perspective d'une intensification de la production agricole. La culture irriguée intensive a ses inconvénients puisqu'elle fait appel à l'utilisation intensive d'intrants (engrais, pesticides, herbicides).

La gestion préventive de la pollution des ressources en eaux et sols au niveau de zones où la culture irriguée est pratiquée est primordiale pour l'avenir de l'agriculture et pour l'écosystème. C'est pourquoi, il faut attirer l'attention des promoteurs ruraux et des agro-industries sur les dangers que représente pour l'environnement une utilisation irrationnelle des intrants (engrais et pesticides).

## **A - La pollution agricole due aux engrais**

Des cas de pollution des eaux par les nitrates et des résidus phosphores sont signalés en Europe et au Japon.

Les risques de pollution de l'environnement par les nitrates et les résidus phosphatés ne sont plus à écarter dès l'instant où les populations rurales ne maîtrisent pas l'emploi de ces fertilisants.

Des études pour connaître les besoins en éléments fertilisation pour chaque culture sont indispensables compte tenu de la nature des sols.

Des actions de sensibilisation doivent être menées en direction des promoteurs ruraux sur les impacts négatifs de l'application irrationnelle des engrais chimiques.

### **1) LES ENGRAIS**

Ce sont des matières fertilisantes dont la fonction principale est d'apporter aux végétaux des éléments fertilisants. Ils renferment en générale des éléments fertilisants secondaires Ca, Mg, S, etc et des oligo-éléments (Zn, Cu, Mn, etc..).

Les classifications des engrais sont basées selon leur origine et leur forme. On distingue :

- /// les engrais organiques
- /// les engrais minéraux

#### **• Les engrais organiques**

Ils proviennent de la transformation des déchets des végétaux et des animaux. Ils sont incorporés au sol pour augmenter les réserves en éléments nutritifs mais surtout pour améliorer le complexe argilo humique. Ces engrais apportent sous forme organique tous les éléments majeurs, secondaires et la plupart des oligo-éléments.

Le compost est un engrais organique stable de grande valeur riche en éléments nutritifs ayant subi une humification plus ou moins complète.

## - Les engrais minéraux

Ils renferment des éléments nutritifs pour la croissance et le développement normal des plantes.

### • Les macro éléments

- éléments principaux (N, P, K)
- éléments secondaires (Ca, Mg, S)

### • Les oligo-éléments (Bo, Fe, Cl, Cu, Mn, Mo, Zn)

Les engrais minéraux sont classés selon l'élément majeur dominant. On distingue les engrais azotés, les engrais phosphatés et les engrais potassiques.

### - Les engrais azotés

L'azote est le facteur principal de croissance : croissance végétative (tige, tronc, densité foliaire). Il donne de la vigueur à la plante et retarde la sénescence et la maturité des organes. Il est responsable de la faible résistance de la plante à l'action du vent et aux maladies cryptogamiques.

### • Les engrais azotés ammoniacaux

Sulfate d'ammoniaque  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  à 20 % d'azote

### • Engrais azotés nitriques

Action rapide mais non soutenue (non retenu par le complément absorbant)

Nitrate de Chaux  $(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)$  35 % d'azote

### • Engrais azotés ureiques

Urée  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  dosée à 46 % d'azote

### - Engrais phosphatés

Le phosphore est un facteur de croissance

• il joue un rôle dans le développement des racines des jeunes pousses

• facteur de précocité : il raccourcit la durée du cycle végétatif et accélère la maturité

- **accroissement de la résistance aux maladies cryptogamiques**

Les principaux engrais sont :

- ▬ Les phosphates naturels

phosphates tricalciques de Taïba et Matam, le phosphal (phosphate d'alumine de Lam-Lam).

- ▬ Les phosphates naturels traités par de l'acide orthophosphorique ou par de l'acide sulfurique.

- ▬ Superphosphates de solubilité beaucoup plus élevée.

La solubilité demeure le problème majeur de l'utilisation des phosphates.

- Engrais potassiques

Le potassium joue un rôle important dans la synthèse des sucres. Il accroît la résistance de la plante au stress hydrique et aux maladies cryptogamiques.

- Les engrais composés

- engrais à 1 élément majeur (simple)
- engrais à 2 éléments majeurs (binaire)  
DAP cl'ammonium phosphate (18-46-0)
- engrais à 3 éléments majeurs (ternaire)

## 2) RÔLE DES ENGRAIS DANS LE SYSTÈME DE LA PRODUCTION AGRICOLE

### 2.1. Amélioration des rendements des cultures

Une application rationnelle de l'engrais sous une culture donnée dans un sol donné s'accompagne le plus souvent d'un accroissement de rendement. Cette croissance a des limites. La dose d'engrais correspondant au rendement maximal de la culture est la dose optimale du point de vue technique. Cette dose optimale au point de vue technique dépasse le plus souvent la dose optimale du point de vue économique. La dose optimale sur le plan économique est la dose pour laquelle le prix du supplément de récolte obtenue compense exactement le prix de l'engrais.

#### 2.1.1 Améliorer la fertilité du sol

Le rôle des engrais est d'apporter aux plantes les éléments nutritifs (N, P, K etc) pour un développement normal.

### 3) MECANISMES DE TRANSFERT DES RESIDUS D'ENGRAIS VERS LES EAUX DE SURFACE ET SOUTERRAINES

Des quantités importantes étant souvent apportées au sol en culture intensive par les agriculteurs, il serait intéressant de savoir comment le sol stocke les éléments nutritifs et comment les éléments en excès sont évacués.

La plante n'absorbe que 50 à 70 % des nutriments apportés sous forme d'engrais. Les autres 30 à 50 % vont s'accumuler dans le sol ou seront évacués par des écoulements de surface et souterrains (Jolankai, 1991).

#### 3.1. Principales voies d'évacuation

- érosion des terres

L'eau de ruissellement arrache les particules du sol et emporte les nutriments vers les marigots, lacs et rivières. Le phosphore, peu mobile dans le sol est emporté par érosion dans les rivières et réceptacles aquatiques (0,5 à 0,1 %) de la quantité épandue).

- infiltration

Le sol est un substrat poreux. Les eaux de pluies ou les eaux d'irrigation s'infiltrer à travers les pores de diamètre variables avec les substances associées et peuvent atteindre les nappes phréatiques.

Estimation de la porosité totale (p.t.)

$$P.t = \frac{(1 - \frac{d.a}{d.r}) \cdot 100}{d.r} \quad D.a = \text{densité apparente}$$

$$D.a = \frac{\text{poids (p) sol}}{\text{vol (v) sol (cm}^3\text{)}} \quad D.R = \text{densité réelle (2,65)}$$

$P.t < 40 \%$  (% volumique)  $\Rightarrow$  négatif pour la plupart des cultures

$P.t > 60 \%$   $\Rightarrow$  négatif  $\Rightarrow$  terre creuse

$P.t = 50\%$   $\Rightarrow$  optimum pour les cultures

#### 3.2. Où sont stockés les éléments nutritifs dans le sol ?

Les éléments nutritifs sont stockés dans le sol sous forme d'ions dissous dans la solution du sol. Certains de ces éléments interviennent directement dans la nutrition des plantes d'autres jouent un rôle indirect en contribuant à l'équilibre de la réaction chimique du sol en l'occurrence le pH.

La grande partie des éléments nutritifs sont fixés sur le complexe absorbant du sol ou complexe argilo-humique qui est en équilibre dynamique avec la solution du sol.

Trois paramètres principaux caractérisent le complexe argilo humique :

- z La capacité d'échange cationiques : T (meq/100 g de sol) quantité maximale de cations pouvant être absorbés et échangés)
- z la somme des cations basiques absorbés à la surface du complexe S (en meq/100 g)
- z V % taux de saturation en bases  $V \% = \frac{S}{T} \times 100$

La propriété d'adsorption du complexe argilo humique est d'une grande importance pour l'application des engrais dans le sol. Certains éléments sont moins énergiquement retenus que d'autres. L'apport d'engrais azotés fournit au sol l'azote sous formes  $NH_4 + NO_3^-$  et  $NO_3^-$ . L'ion  $NH_4^+$  se fixe facilement sur le complexe argilo humique contrairement à l'ion  $NO_3^-$ . Ce dernier migre dans les profondeurs et atteint les nappes phréatiques d'où une pollution des eaux. Quant la capacité d'échange cationique (T) est faible, le sol retient peu de cations donc peu d'éléments nutritifs.

Les quantités d'engrais apportées doivent être proportionnelles à la capacité d'échange cationique. Les risques de pollution des eaux sont réels quand le tonnage d'engrais dépasse largement la capacité d'adsorption du sol

Le sol est donc un substrat poreux à travers lequel peuvent transiter les éléments nutritifs apportés sous forme d'engrais pour atteindre les nappes phréatiques ou de surface. Certains éléments comme le phosphore ne migre pas dans les profondeurs, d'autres éléments comme l'azote et le calcium se déplacent et se sont entraînés vers les nappes par les eaux d'infiltration où les concentrations peuvent devenir élevés.

## 4) - ALTERATION DE LA QUALITE DES EAUX DE NAPPES

### 4.1 Salinisation des eaux de nappes

C'application irrationnelle des engrais (minéraux et organiques) sur les terres de culture peut se traduire par une contamination des nappes phréatiques et des eaux de surface (rivières, marigots, lacs).

Les potentialités de contamination des nappes dépend de plusieurs facteurs, mais la teneur du sol en sels y contribue pour beaucoup. Il existe une corrélation étroite entre utilisation du sol et pollution des sols par les nitrates. L'épandage des engrais sur le sol enrichit ce dernier en sels. Les sels apportés en excès ou à une période inappropriée, par érosion ou par lessivage atteignent les nappes, phréatiques qui communiquent indubitablement avec les rivières, les marigots et les lacs.

La contamination des eaux souterraines (nappes phréatiques) est beaucoup plus lente que celle des eaux de surface. Cependant, les nappes phréatiques peu profondes sur sols légers sableux, très perméables sont vite contaminées.

Ces eaux contaminées deviennent riches en  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4^-$ . Si la concentration en sels dépasse certaines normes, les eaux sont classées salées.

Les principales sources d'eau potable ou d'eau d'irrigation pour les cultures sont les puits, les marigots, les rivières, les lacs. La salinisation des eaux est lourde de conséquence.

Les eaux salées utilisées pour l'irrigation inhibent la croissance des plantes et stérilisent les sols cultivés.

Normes de salinité des eaux proposées par le laboratoire de Riverside et modifiées par Durand, 1983.

Cl (classe 1) C.E. à 25°C	250	/C	Eaux non salines
C2	250 <	C.E <	750 - Eaux à salinité moyenne
c3	750 <	C.E. <	2250 - Eaux à forte salinité
C4	2250 <	C.E <	5000 - Eaux à très forte salinité
c5	5000 <	C.E <	20000 - Eaux à salinité excessive

Ces normes de salinité combinées au coefficient d'absorption du sodium (SAR ou TAS) permettent de mieux apprécier la qualité d'eau d'irrigation (Diagramme permettant de déterminer la qualité des eaux d'irrigation en fonction de la C.E ou SAR

$$\text{SAR ou TAS} = \frac{\text{Na}^*}{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})^{1/2}} \quad \text{en meq/l}$$

La SAR ou taux d'absorption du sodium est un indice de nocivité du sodium vis-à-vis du sol. Il exprime le pouvoir qu'à une eau d'irrigation à induire la fixation du sodium qu'il renferme sur le complexe adsorbant du sol.

Les eaux d'irrigation sont classées en fonction du taux d'absorption du sodium. Il existe 4 classes (S1, S2, S3 et S4).

S1 : Eaux utilisables pour l'irrigation de presque tous les sols avec peu de danger d'alcalinisation bien que certaines cultures sensibles au sodium puissent être gênées (avocatier).

**S2** : Le danger d'alcalinisation du sol est appréciable dans les sols à texture fine et à forte capacité d'échange, surtout dans des conditions de faible lessivage, à moins que du gypse ne soit présent dans le sol. Cette eau est utilisable dans les sols à texture grossière ou les sols organiques ayant une bonne perméabilité.

S3 : Eaux pouvant provoquer l'apparition d'une alcalinité dangereuse dans la plupart des sols, leur emploi exigera la mise en œuvre d'un aménagement spécial : bon drainage, fort lessivage, addition de matière organique.

S4 : Le danger d'alcalinisation est très fort de telles eaux sont utilisables pour l'irrigation si leur faible salinité permet d'addition de calcium soluble ou si le sol en contient suffisamment.

Diagramme permettant de déterminer la qualité des eaux en fonction de la CE à 25°C et du coefficient d'absorption du sodium (SAR).

#### 4.2. Pollution des eaux de nappes par les nitrates et les phosphates

La pollution par les nitrates est l'un des problèmes les plus graves de l'environnement continental.

Au cours de ces 20 à 30 dernières années, il y a un grand changement de la qualité des eaux de rivières. En effet, la concentration en nitrates dans les eaux de surface a augmenté de 0,15 mg/l de nitrates par an (Jolankai 1981).

Le front des nitrates avance dans les aquifères sans qu'on puisse l'arrêter. On note un fort accroissement des nitrates dans les forages de la S.D.E. à Thiaroye (600 mg de nitrate/l)..

La cause principale de cette pollution est le taux d'utilisation très important d'engrais (engrais minéraux, déjections animales, irrigation excessive). L'excès de nitrate dans l'eau de boisson serait la cause d'une maladie "la méthémoglobinémie chez les nourrissons. Les nitrates augmenteraient les risques de cancer de l'estomac chez l'homme.

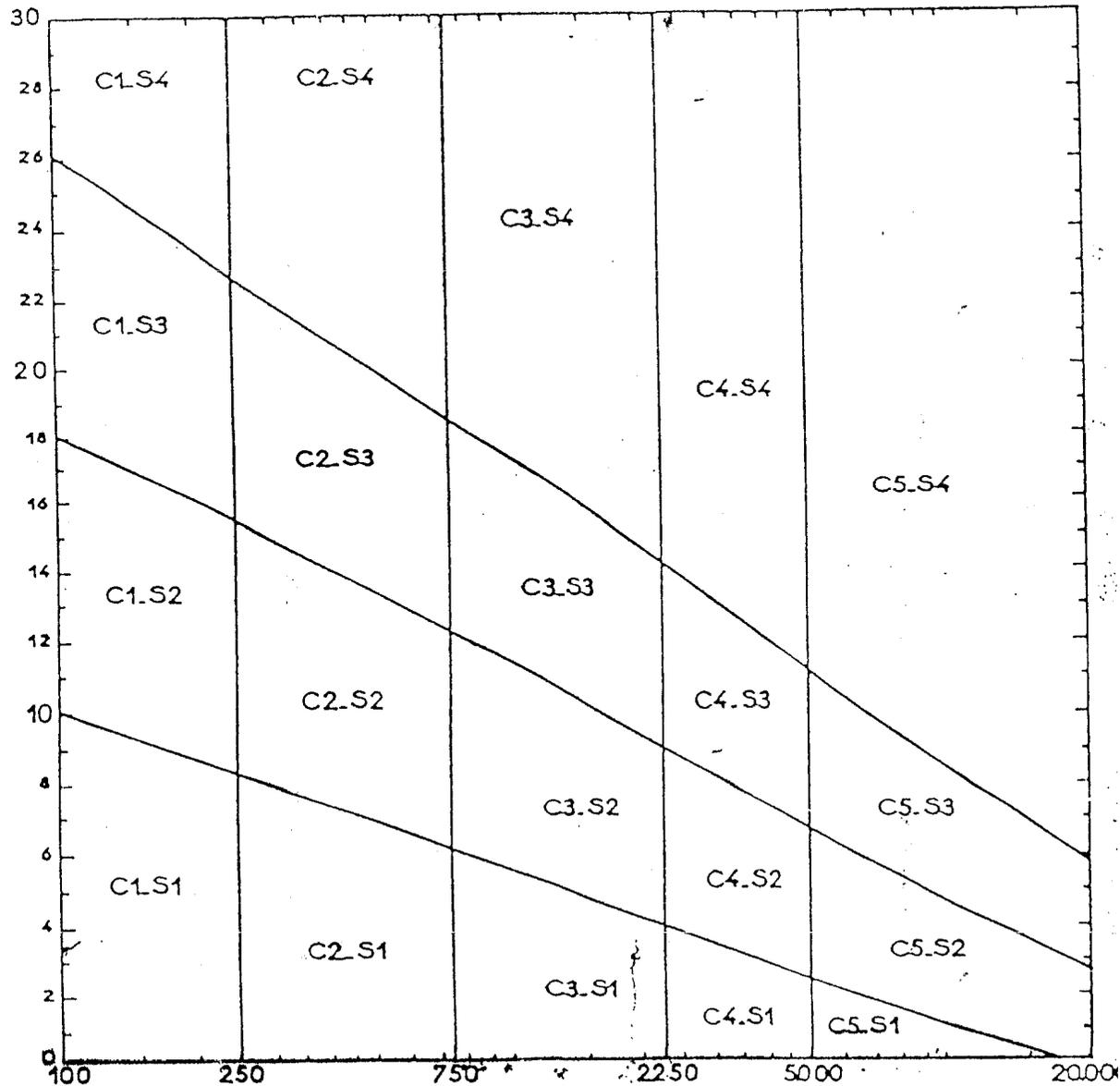
Les concentrations admissibles par l'OMS sont 50 mg/l pour les nitrates et 5 mg/l pour le phosphore dans l'eau de boisson.

Les risques de pollution liée à l'application des engrais au Sénégal

Le type d'agriculture pratiquée au Sénégal est semi-intensif d'une manière générale. Dans ce contexte précis, la pollution n'est pas alarmante, mais avec l'avènement des barrages et dans certaines localités où l'irrigation est pratiquée à grande échelle (Vallée du Fleuve, la Haute Casamance, les Niayes) ; il y a lieu de faire attention.

Dans le Sud du Sénégal, la localité à surveiller est le bassin de l'Anambé où la riziculture intensive y est pratiquée. La pollution éventuelle de la rivière le Kayanga sera dramatique pour l'écosystème.

SAR  
ou  
TAS



CE ( $\mu\text{mols}$ )

- Diagramme permettant de déterminer la qualité des eaux en fonction de CE 25°C et du coefficient d'absorption du sodium.

La région de Niayes le long du Littoral Dakar, Saint-Louis connaît la pratique d'un maraîchage intensif. Les sols sableux de la zone et la nappe peu profonde font que les Niayes sont exposés à la pollution par les nitrates et à la salinisation.

Le Delta du Fleuve Sénégal où la riziculture irriguée est pratiquée risque de connaître des pollutions dues aux engrais. La maîtrise de l'eau a engendré l'applications de fortes doses d'engrais.

Des mesures effectuées par l'I.S.E. dans la zone du Delta (Mbakhana, Bifèche, Mamadou Sow) montrent des teneurs élevées en nitrates (80 mg/l).

## 5 • MESURES CONSERVATOIRES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION DES EAUX DUE AUX ENGRAIS

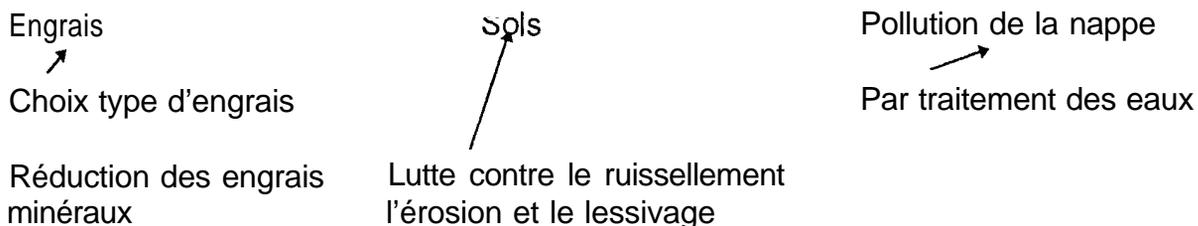
La pollution des eaux est fonction de 2 grands facteurs

- le cadre physiques (sol, climat)
- les pratiques agricoles dont l'application des engrais

La lutte contre la dégradation des eaux doit se baser sur les composantes de la trilogie suivante.

Sources de pollution ----- Transfert d'éléments fertilisants ----- Pollution de la nappe

Toute action visant à atténuer ou à éliminer la pollution doit agir sur ces 3 composantes.



- Lutte contre #érosion des terres cultivées

- Travail minimal du sol
- Labour suivant les courbes de niveau
- Cultures en bandes alternées avec des bandes non cultivées
- Mise en place de haies vives pour lutter contre l'érosion hydrique et éolienne
- Rotation culturale
- Enfouissement de matières organiques (fumiers compost)
- Respect des techniques culturales
- Jachères

## - Lutte contre le lessivage des éléments nutritifs $\text{NO}_3^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$

L'objectif recherché en fertilisation minérale est le maintien des rendements à un niveau acceptable. Cependant, il faut concilier cet objectif à la protection de l'environnement..

Le maintien de la fertilité des sols à un niveau acceptable est possible, tout en évitant le gaspillage des fertilisants.

Les mesures suivantes doivent être respectées

Utilisation rationnelle des engrais. Les doses d'engrais en éléments fertilisants doivent être fonction des besoins des cultures, de la nature des sols et de la pluviométrie ;

- Amélioration des techniques de fertilisation (fractionnement des engrais, maintien du taux de matière organique à un niveau suffisant.
- Ne pas faire la sur-irrigation pour éviter le lessivage des éléments fertilisants ( $\text{NO}_3^-$  et  $\text{Ca}^{++}$  etc..).
- Développer une politique de protection de l'environnement basée sur la prévention de la pollution..

Dans le cadre de cette politique de la mise en place de bonne pratique agricole, il faut utiliser 3 éléments principaux pour appliquer

l'éducation des agriculteurs

- l'économie (principale pollueur - payeur)
- la réglementation.

L'obtention de bons rendements est l'un des soucis majeurs de la fertilisation, mais les problèmes liés à l'environnement doivent toujours nous guider dans nos actions,

### **5.1. Pollutions minérales dues aux nitrates et au phosphore - phénomènes d'eutrophication et d'eutrophisation.**

La pollution minérale est provoquée par l'abondance des composés minéraux de l'azote et du phosphore. Dans un premier stade, il y a prolifération des algues, dans un second stade, il y a mort des algues et phénomène de décomposition aérobie se traduisant par la consommation totale de l'oxygène. On assiste à une chute vertigineuse de la biodiversité et à des mortalités piscicoles massives.

L'augmentation de la matière organique peut se traduire par une activité très intense des micro organismes qui consomment l'oxygène dissous. Comme dans le cas précédent on a des pertes piscicoles très importantes.

## B I- Pollution agricole par les pesticides

### 1. Introduction

Pour la protection des plantes cultivées contre les ravageurs et les maladies, on utilise essentiellement des produits chimiques. Les catastrophes dues aux ravageurs avaient entraîné au 18<sup>ème</sup> siècle l'exode massif d'Irlandais vers les U.S.A.

Raisons d'utiliser les pesticides

- augmentation des rendements des cultures
- /// limitation des irrégularités de production liées aux grandes catastrophes parasitaires
- /// protection des stocks
- /// lutte contre les vecteurs des maladies
- /// protection de certaines espèces.

Raisons de s'inquiéter

Avec le développement de l'agriculture intensive de grandes quantités de pesticides sont utilisées pour la protection des cultures. La production américaine de pesticides (matières actives) est passée de 45.000 t à 700.000 t entre 1948 et 1998.

Près de 3 millions de tonnes de DDT ont été dispensés dans la biosphère. Les écosystèmes sont de plus en plus menacés.

### 2) Présentation

#### 2.1. Définition

Un pesticide est toute substance ou association de substances utilisée pour détruire, repousser, combattre les ravageurs des plantes, les vecteurs de maladies humaines et animales.

#### 2.2. Structure de la molécule

a/- Une molécule de pesticide comprend 3 parties :

- une partie active
- /// des fonctions chimiques conditionnant la plus ou moins grande solubilité dans l'eau
- /// une partie qui joue le rôle de support pour les deux premières parties et conditionnant la solubilité dans les huiles.

L'affinité des pesticides pour les corps gras d'une part et pour l'eau d'autre part, conditionne sa pénétration dans l'organisme animal ou végétal.

Les pesticides ne sont pas commercialisés à l'état de matières actives pures, il sont présentés sous forme de préparation qui peuvent être solides ou liquides. Ces dernières peuvent avoir les propriétés fongicides, herbicides, nématicides ou insecticides.

#### b/- Présentation des matières actives (m.a)

Elles sont responsables de l'activité pesticide d'une préparation commerciale. La préparation doit présenter une teneur garantie en m.a, une toxicité faible vis-à-vis de l'écosystème et des propriétés physicochimiques favorables à un épandage.

#### Teneurs en m.a dans les formulations

- quantité de m.a/unité de volume (g m.a/l)
- quantité de m.a/unité de poids (g. m.a./kg)
- pourcentage poids/poids (% p/p)

#### c/- Formulation des pesticides

Une formulation est composée en dehors de la substance active, d'autres substances inertes ayant pour but d'augmenter l'efficacité (épandage, poudrage, pulvérisation).

Les principales formulations sont :

- les poudres pour le poudrage
- les granulés
- les poudres mouillables
- les concentrés émulsifiables
- les concentrés ultra bas volume

#### 2.3/- Caractères physico-chimiques

Les propriétés physico-chimiques dictent le futur comportement de la matière active dans le milieu

- la solubilité dans l'eau
- la tension de vapeur
- la réactivité le coefficient de distribution

#### 2.4/- Classification et mode d'action

Elle est basée sur la nature des ravageurs ou parasites qu'ils combattent

- Insecticides
- Fongicides
- Herbicides
- Nématicides

## a/- Insecticides

La classification est basée sur leur mode d'action

- contact
- inhalation
- ingestion

On distingue 4 grandes familles :

Les organo chlorés : présence de plusieurs atomes de chlore, non ioniques donc très peu solubles dans l'eau, solubles dans les huiles, très stables à l'air à la lumière et à la température, spectre d'action très large.

Dans les années 40 et 80, ils ont été massivement utilisés contre le criquet pèlerin. Ils regroupent le DDT, l'aldrine, endosulfan (thiodane), l'endrine, le chlordane, l'heptachlore.

Les organo phosphorés : hautement toxiques, volatiles, liposolubles et non persistants. Inhibiteurs de la cholinestérase.

Pour la lutte anti-acridienne, 70 % des produits utilisés appartiennent à cette famille. Ils regroupent le parathion, malathion, le fénitrothion, le diazinon etc..

Les carbamates : Ils dérivent de l'acide carbamique, leur mode d'action est identique à celui des organo phosphorés, neurotoxique inhibiteur de la cholinestérase. Composés peu stables, peu solubles dans l'eau, utilisés à grande échelle contre le criquet pèlerin.. On peut citer le carbofuran (furan), le carbaryl (sevin), le propoxur (baygon).

Les pyrethrinoïdes : produits de synthèse à partir de substances naturelles, grande stabilité, peu volatiles, faiblement solubles dans l'eau, très toxiques pour les animaux à sang chaud et la faune aquatique, grande utilisation en lutte anti acridienne. Les plus connus sont : la deltaméthrine, la lambda-cyhalothrine, la cyperméthrine et le fenvalérate.

Les phénylbenzoil urées : ce sont des régulateurs de croissance (action sur le mécanisme hormonal ou synthèse de la cuticule). Les larves de criquets meurent au moment de la mue (utilisation en lutte préventive). Principaux produits de la famille : le diflubenzuron et le téflubenzuron.

## b/- Les fongicides

Ils s'attaquent aux champignons parasites des cultures. Faiblement toxiques pour l'environnement. Le classement est basé sur le mode d'action et en fonction du type de traitement. Les fongicides minéraux sont à la base de soufre ou de cuivre, les fongicides organiques à base de carbamates ou de ses dérivés.

### c/- Lfs herbicides

Utilisation contre les mauvaises herbes. On peut distinguer parmi eux, les colorants nitrés (le dno), les carbamates, les urées substituées, les triazines, les phytohormones de synthèse. L'oxadiazon, le pendiméthalin sont utilisés à grande échelle dans la vallée.

### d/- Les nématicides

Produits utilisés pour la destruction des vers dans le sol. Ils peuvent se présenter sous forme gazeuse (fumigant), liquide ou solide. Ils appartiennent à différentes formules chimiques comme les oximes N - Méthyl carbamates (aldicarbe), le groupe des dithio carbamates (Métam sodium) ou le groupe des thiadazines (dazomet).

## 3/ - Effets toxiques

a/- Définition : la toxicité d'un produit exprime le degré de sensibilité à la résistance d'un individu ou d'un groupe d'individus à ce produit. La toxicité peut avoir des effets immédiat (toxicité aigue) ou effets à longs termes (toxicité chronique).

b/- Evaluation de la toxicité : la pratique des tests de mortalité permet la détermination de la dose létale pour 50 individus DL 50 on l'exprime la DL 50 en mg m.a./kg de poids vif.

c/- Classification par la toxicité : l'OMS a classé les pesticides en 4 groupes selon les valeurs de DL 50 aigues, orales et dermales.

### Classification FAO/OMS des matières actives

Classe (CL)	DL 500 pour le rat (mg m.a./kg de poids corporel)			
	orale		dermale	
	Solide	Liquide	Solide	Liquide
(L (IA) extrêmement dangereux	< 5	< 20	< 10	< 40
CL (Ib) très dangereux	5 - 50	20 - 200	10 - 100	40 - 400
CL (II) modérément dangereux	50 - 500	200 - 2000	100 - 1000	400 - 4000
CL (III) légèrement dangereux	> 500	> 2000	> 1000	> 4000

## 4 - CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT

Les pesticides demeurent toujours dangereux pour l'écosystème. Un grand inconvénient commun à presque tous les pesticides est leur faible sélectivité qui entraîne une perturbation dans l'écosystème (destruction de la faune utile).

Parmi les nombreux problèmes posés à l'environnement par les pesticides on peut citer :

- Accumulation dans la chaîne alimentaire

Une attention particulière doit être portée aux organochlorés suite à leur persistance dans la chaîne alimentaire (poissons, crustacés, etc.). Peu solubles dans l'eau, les organochlorés ne peuvent être évacués par les reins.

- Contamination du sol

La présence de pesticides influence directement ou indirectement la macro et la microfaune du sol (lombrics et bactéries) qui jouent un rôle important dans la fertilité des sols.

- Contamination de l'eau

Les poissons et les batraciens vivant dans les rivières peuvent être décimés par l'emploi des pesticides. Les sources d'eau de boisson peuvent être contaminées et cela représente de réels dangers pour l'homme.

## 5 - UTILISATION RATIONNELLE DES PESTICIDES

Une réglementation amendée par les pays membres de la FAO est nécessaire.

Les principes suivants doivent guider tout utilisateur de pesticides

- éviter les problèmes de surdosages
- respecter le seuil économique
- respect des paramètres de traitements

### c/- Problèmes généraux rencontrés dans le delta

Les sols du delta du Fleuve Sénégal sont des sols salés sulfatés acides avec une nappe souterraine salée et peu profonde.

Au cours des visites effectuées dans la vallée, 2 grands problèmes majeurs se posent dans la zone :

- salinité des terres (parcelles de culture de riz abandonnées)
- mort massive de poissons dans les cours d'eau (pesticide ou eutrophisation des eaux)

L'agriculture intensive pratiquée au niveau de la zone (culture irriguée) utilise des intrants à grande échelle (pesticides, engrais). L'utilisation rationnelle de l'eau et des intrants est nécessaire pour la survie de l'écosystème.

La zone du delta risque de connaître de graves problèmes liés à la qualité des eaux.

#### 1 - Utilisation rationnelle de l'eau et des engrais:

Il faut éviter la sur-irrigation (ne pas recharger la nappe en éléments minéraux et ne pas la remonter) pour éviter la salinisation des terres.

'De nombreux périmètres non aménagés (drainage mal assuré et irrigation irrationnelle) sont abandonnées à cause de la salinité des terres.

#### 2 - Utilisation rationnelle des pesticides

Les pesticides demeurent toujours dangereux sur les écosystèmes (biologie des poissons perturbée, élimination d'insectes utiles, contamination de la chaîne alimentaire etc..) C'est la raison pour laquelle une utilisation rationnelle est plus que nécessaire.

#### 3 - gestion des eaux de drainage

La gestion des eaux de drainage doit être une priorité dans les systèmes de culture de la zone.

Aujourd'hui, les eaux de drainage sont rejetées dans les exutoires (cuvettes, Fleuve Sénégal, Lac de Guiers) sans aucun traitement préalable.

Ces eaux de drains chargées en nitrates, phosphore et matières organiques risquent de contaminer les eaux du Fleuve et du Lac (phénomènes d'eutrophisation).

Avant tout rejet dans les exutoires, un contrôle et un traitement préalables sont indispensables.

#### 4 - Résultats d'analyses d'eau

(prélèvements dans les cours d'eau et dans les drains)

Eléments	pH	C.E us	Ca	Mg	Na	K	Cl	CO3	HC03	NO3	P mg/l	SAR classe
Lieu												
Nor drain "Pont gendarme"	6.7	2920	3	2.4	17.21	0.36	22.5	-	3.0	-	1	7.55 C4 S2
GAELA drain	6.95	4330	2,4	9,0	26.7	0.35	35	-	4.0	-	1.5	11.19 C4 S3
Boundoum Lamsar	6.75	1118	0.4	3.0	7.64	0.14	8.5	-	2.5	-	0.25	C3 S1 0.52
CSS drain debut dessalement parcelle	6.75	1118	0.4	3.0	7.64	0.14	8.5	-	2.5	-	0.25	C3 S1 0.52
Canal d'irrigation	6.04	137	0.4	0.8	0.48	0.09	2.5	-	2.0	-	0.25	C1 S1 0.62

Les eaux provenant des rivières (Lamsar, Taoué) sont bonnes pour l'irrigation. Les eaux des drains ayant pour origines ces rivières deviennent chargées.

## ▪ RECOMMANDATIONS

- /// Suivi rigoureux des eaux de drainage avant tout rejet vers les exutoires (Fleuve Sénégal), Lac de Guiers, cuvettes). Les eaux doivent répondre à des normes pour éviter les phénomènes d'eutrophisation et d'eutrophication des eaux (taux de matière organique, de phosphore et de nitrates élevés).
- /// Reboisement au niveau de la vallée
- /// Utilisation de la matière organique (fabrication de compost) pour la fertilité des terres.
- /// Formation des agriculteurs pour une gestion rationnelle de l'eau, des engrais et des pesticides.

## II - LES EAUX USEES DOMESTIQUES

### - Problématique des eaux usées

La pollution provoquée par les eaux domestiques peut conduire à des catastrophes si des mesures d'urgence ne sont pas prises. L'agglomération Dakaroise qui croît à un rythme sans précédent connaît déjà de graves problèmes liés à la non épuration des eaux. L'environnement marin est menacé (dans les baies de Soumbédioune, Hann etc.), les nappes phréatiques polluées (600 mg de nitrates dans les forages de la SDE à Thiaroye).

Les industries déversent directement dans la mer sans aucun traitement préalable divers effluents (métaux lourds, colorants, eaux chaudes etc.). Des solutions très urgentes sont nécessaires pour sauver la zone.

### A - LES EAUX USEES OU RESIDUAIRES

#### 1 - Caractéristiques des eaux résiduaires

Les eaux résiduaires sont des eaux chargées provenant de l'activité humaine essentiellement. La qualité médiocre de ces eaux exige une épuration avant tout rejet dans le milieu naturel.

#### 2 - Origines et composition des eaux résiduaires

On distingue différents types d'eau résiduaire :

a/- type domestique (habitations individuelles) : présence de micro organismes

b/- type industriel (industries, entreprises) : grande variabilité avec la nature des productions et des activités

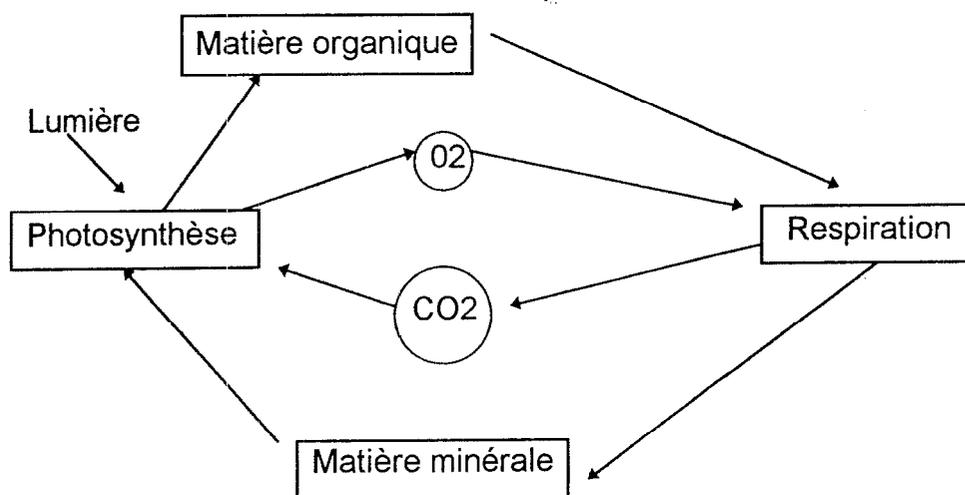
c/- type urbain (agglomération) : grandes variabilité avec la charge industrielle et la dilution.

La composition des eaux résiduaires est très variable (surtout avec les eaux usées industrielles)

### 3 - Impact d'une eau résiduaire sur le milieu récepteur

Les eaux résiduaires peuvent engendrer suivant la nature et la concentration de ces substances, des effets pervers sur le milieu récepteur.

Représentation d'un écosystème aquatique



Les eaux de surface ont un écosystème faible en oxygène dissous (10 mg/l).

Dans les rejets domestiques ou industriels on trouve des matières organiques, de l'azote, du phosphore, des métaux lourds et des produits de synthèse etc.

Le milieu aquatique peut être perturbé dans les cas suivants :

- La présence de matière organique en concentrations importantes peut se traduire par une consommation de l'oxygène dissous par les bactéries vivant dans l'eau (mort de poissons dans le lac ou la mer).
- La présence de nitrates (et de phosphates) peut comme la matière organique accélérer le phénomène d'eutrophisation (prolifération du plancton, consommation des algues par les micro-organismes qui consomment l'oxygène dissous)

La présence de substances toxiques, organiques ou minérales, peut entraîner des phénomènes comme la mort des espèces animales et végétales.

#### 4) Echantillonnage des eaux usées et mesure des débits

Le prélèvement est à la base des échantillons (faire des échantillons composites)

Le mode de conservation est fondamental pour les analyses d'eau (garder les échantillons prélevés à une température de 4°C.)

Le problème d'échantillonnage est une opération très délicate. Les objectifs à atteindre conditionnent les méthodes à suivre :

- échantillonnage instantané
- échantillonnage discontinu
- échantillonnage couplé à 1 débit
- échantillonnage continu proportionnel au débit

La connaissance du débit est très importante dans les eaux résiduaires pour une bonne maîtrise de l'assainissement.

#### 5) Paramètres physiques et chimiques

(Gaz dissous, température, pH, conductivité etc..)

##### 5.1. L'oxygène dissous

L'oxygène dissous est un élément essentiel de l'environnement aqueux. Il est le réactif limitant de la voie de biodégradation organique. Dans les eaux résiduaires, sa concentration est voisine de zéro pour atteindre 10 mg/l dans le milieu naturel. La concentration dépend de facteurs tels que la température, elle diminue quand la température augmente. La mesure de l'oxygène dissous se fait par iodométrie (méthode de Winkler) soit par électrochimie (électrode sélective).

##### 5.2. La température

Les réactions physico-chimiques et biologiques dépendent de la température. La concentration de l'oxygène dissous, le pH, la conductivité, le processus de la biodégradation carbonée et nitrique sont des paramètres qui sont fonction de la température. La mesure de la température se fait avec un thermomètre. La plupart des appareils de mesure de paramètres physico-chimiques intègrent un système de compensation de la température. Certains rejets industriels à température élevée peuvent modifier la stratification thermique d'un milieu récepteur calme tel qu'un lac.

### 5.3. La conductivité

La connaissance de la valeur de la conductivité d'une eau usée n'offre que peu d'intérêt. La variation de cette valeur dans une localité et la comparaison avec celle de l'eau de consommation peut apporter des indications sur la charge de la pollution associée. Si la nature de l'eau potable distribuée et celle de l'eau industrielle prélevée soit comparable, tout rejet polluant se traduit globalement par des augmentations de la demande chimique en oxygène (D.C.O.) donc de la conductivité.

### 5.4. Le pH

L'importance de la mesure du pH est limitée aux effluents industriels (les eaux résiduaires ont un pouvoir tampon élevé et le pH est voisin de la neutralité). Pour les eaux industrielles, la mesure du pH est couplée avec une installation de neutralisation ce qui permet un contrôle avant tout rejet..

## 6) - POLLUTION PARTICULIERE ET PARAMETRES LIES

La pollution particulière est due à la présence d'objets flottants, de matières grossières et de particules en suspension. Elle est à l'origine de nombreux problèmes (envasement, dégradation anaérobie, bouchage des canaux).

On distingue les matières grossières (décantables ou flottantes) et les matières en suspension, de natures organiques (résidus, micro organismes) et minérales (limons, sables).

Les méthodes de mesures reposent d'une part sur la gravimétrie après simple séparation (décantation, filtration), et d'autre part sur des méthodes optiques (absorptiométrie et la néphélogétrie).

Les principales déterminations portent sur :

- les matières grossières (décantation)
- les matières en suspensions (MES) par gravimétrie
- la turbidité dont la connaissance est utile pour l'eau de boisson

### 6.1 - La pollution organique globale

La présence de matières organiques dans les eaux résiduaires représente la principale pollution pour le milieu aquatique.

Les principaux paramètres sont :

### 6.2 - demande biochimique en Oxygène (DBO5)

Le principe de la DBO5 est de mesurer la quantité à apporter par litre d'effluent pour dégrader par voie biochimique la pollution initiale.

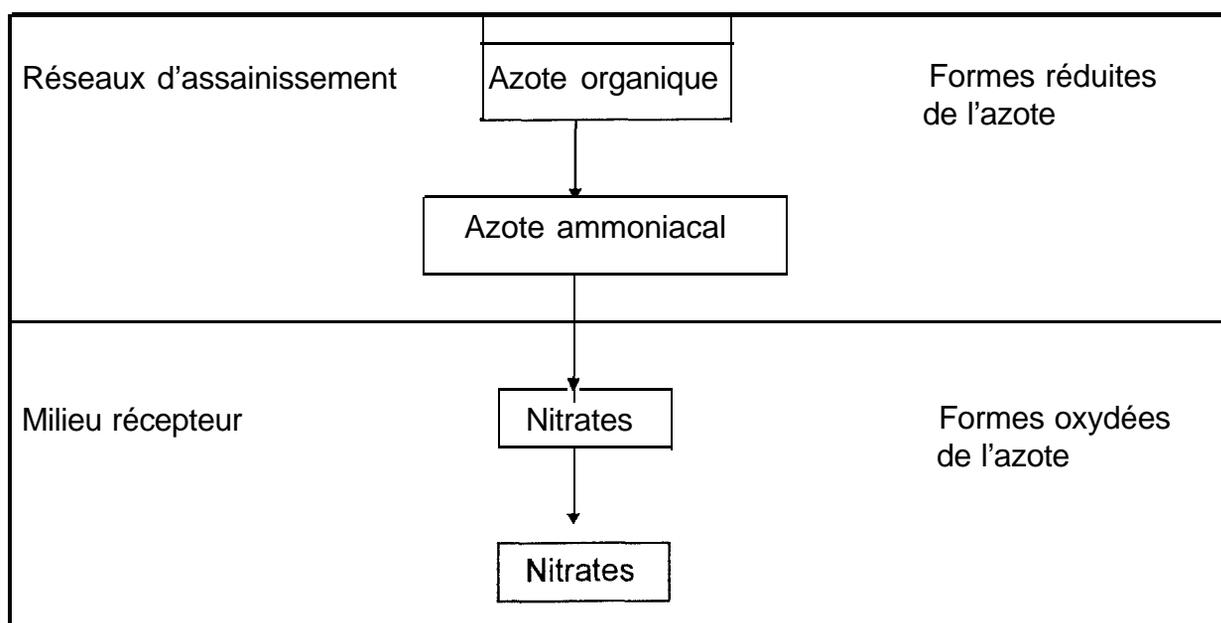
### 6.3 - demande chimique en Oxygène (DCO)

L'oxydation de la matière organique est effectuée en utilisant du  $K_2Cr_2O_7$  en milieu sulfurique concentré, en présence de sulfate d'argent comme catalyseur et la réaction conduite à chaud sous reflux pendant 2 heures (Méthode AFNOR normalisée).

### 6.4. les constituants dissous

Les paramètres les plus suivis dans les eaux résiduaires sont les composés azotés et phosphorés.

#### 6.4.1 Les composés azotes



La concentration en azote est importante dans les eaux résiduaires urbaines (50 à 100 mg/l en N). La limite admise avant tout rejet est de 10 mg/l.

#### - L'azote organique et ammoniacal

L'azote organique est représenté par les protéines, les acides aminés. L'attaque par l'acide sulfurique transforme la totalité de l'azote en ammonium qui peut être dosée au phénate alcalin. L'azote ammoniacal est dosée au réactif de Nessler. Cependant les méthodes de dosages des différentes formes d'azote sont très nombreuses.

#### - Les nitrates et les nitrites

Les formes oxydées de l'azote dans les eaux résiduaires sont les nitrates et les nitrites. Les ions nitrites du fait de leur caractère toxique (formation de nitrosamines cancérigènes) sont à surveiller dans les eaux de boissons.

La méthode colorimétrique de Griess permet un dosage des nitrates et des nitrites.

**6.4.2.** Les composés phosphorés présents sous forme organique (phospholipides, phosphoprotéines) et minérale (orthophosphates ;  $H_2PO_4^-$ , et  $PO_4^{3-}$  ou polyphosphates).

Les concentrations rencontrées dans les eaux résiduaires sont dans l'ordre de 10 mg/l de phosphore total. La réglementation sur les rejets des eaux résiduaires est de 1 à 2 mg/l de phosphore total. Pour le dosage du phosphore total, utiliser les mêmes extraits que pour l'azote total.

## 7 - Aspects microbiologiques

L'analyse microbiologique des eaux entre dans le cadre de la protection de la santé de l'homme et de l'environnement afin de rendre les eaux polluées compatibles avec diverses formes de vie aquatique.

Deux seuils sont définis, l'un représentant un objectif de qualité et l'autre un impératif.

Normes européennes de qualité biologique

Seuils/100 ml	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux
Guide	500	100	100
Impératif	10 000	<b>2 000</b>	

L'analyse bactériologique consiste en une phase de prélèvement, de traitement de l'échantillon de mise en culture des bactéries, de numération et d'indentification.

## 8 - Epuration des eaux usées domestiques

### 8.1 - Introduction

L'organisation de nos agglomérations n'a pas tenu compte de notre dépendance vis-à-vis de la nature. Notre environnement est un recycleur de matière à travers des réseaux trophiques très complexes.

La pollution provoquée par les eaux usées domestiques est très inquiétante dans les pays du Sud.

Les déchets rejetés sont d'autant plus importants que la densité est élevée. L'eau utilisée pour véhiculer ces déchets est rejetée dans l'environnement immédiat, dans des sites exigus. La nature ne dispose ni de l'espace ni du temps pour recycler ces déchets : l'équilibre naturel est rompu avec des conséquences catastrophiques.

Dans toute agglomération, une station d'épuration pour le traitement des eaux usées est un préalable. Mais malheureusement, de nombreuses villes ont été érigées sans tenir compte de l'assainissement des eaux usées.

## 8.2 - Les enjeux

- la pollution urbaine et ses impacts environnementaux

La pollution des eaux usées est une des causes de la dégradation du milieu et une menace pour la santé de l'homme.

La pollution des eaux est répartie en 4 groupes :

### La pollution physique ou primaire

Les matières en suspension (MES) représentent cette pollution. Ces matières rejetées dans l'eau, déséquilibrant ainsi la chaîne trophique (blocage de la photosynthèse du plancton).

L'élimination de cette pollution primaire est assurée par les installations dites "d'épuration primaire".

### La pollution organique ou pollution secondaire

Elle est représentée par l'ensemble des matières organiques provenant de la cuisine et du sanitaire.

Les matières organiques en excès dans le milieu entraîne une consommation de l'oxygène dissous pouvant entraîner la destruction totale de l'écosystème (pertes piscicoles importantes). L'élimination de cette pollution secondaire est assurée par les installations dites "d'épuration secondaires".

### La pollution minérale ou pollution tertiaire

L'abondance des composés minéraux de l'azote et du phosphore est la cause de la pollution tertiaire. Ces composés proviennent des matières fécales, des déchets de cuisine et des détergents (phosphore). En concentrations élevées dans le milieu aquatique, ils entraînent un développement très important des végétaux surtout celui du phytoplancton (phénomène d'eutrophication). L'évolution se poursuit par la mort des algues entraînant ainsi une nouvelle pollution secondaire nouvelle dite "de néoformation". Selon l'importance de la pollution tertiaire, le milieu se rééquilibre (auto épuration) ou devient anaérobie et même abiotique (mortalités piscicoles importantes). L'élimination de la pollution tertiaire est assurée par des installations dites "d'épuration tertiaire".

## La pollution biologique ou quaternaire

L'ensemble des germes pathogènes véhiculés par les eaux usées représente la pollution quaternaire. Ces germes sont responsables de nombreuses maladies à caractère endémique ou épidémique dans les pays en voie de développement (hépatite, poliomyélite, choléra, gastro-entérites etc.).

Cette pollution biologique ou péril fécal est éliminée dans les stations d'épuration par les installations de désinfection. La nécessité d'épurer les quatre groupes de pollution représentée est un des aspects fondamentaux de la protection de l'environnement des hommes, lui-même condition impérative de la qualité de la vie.

### 8.3 - Les techniques d'épuration

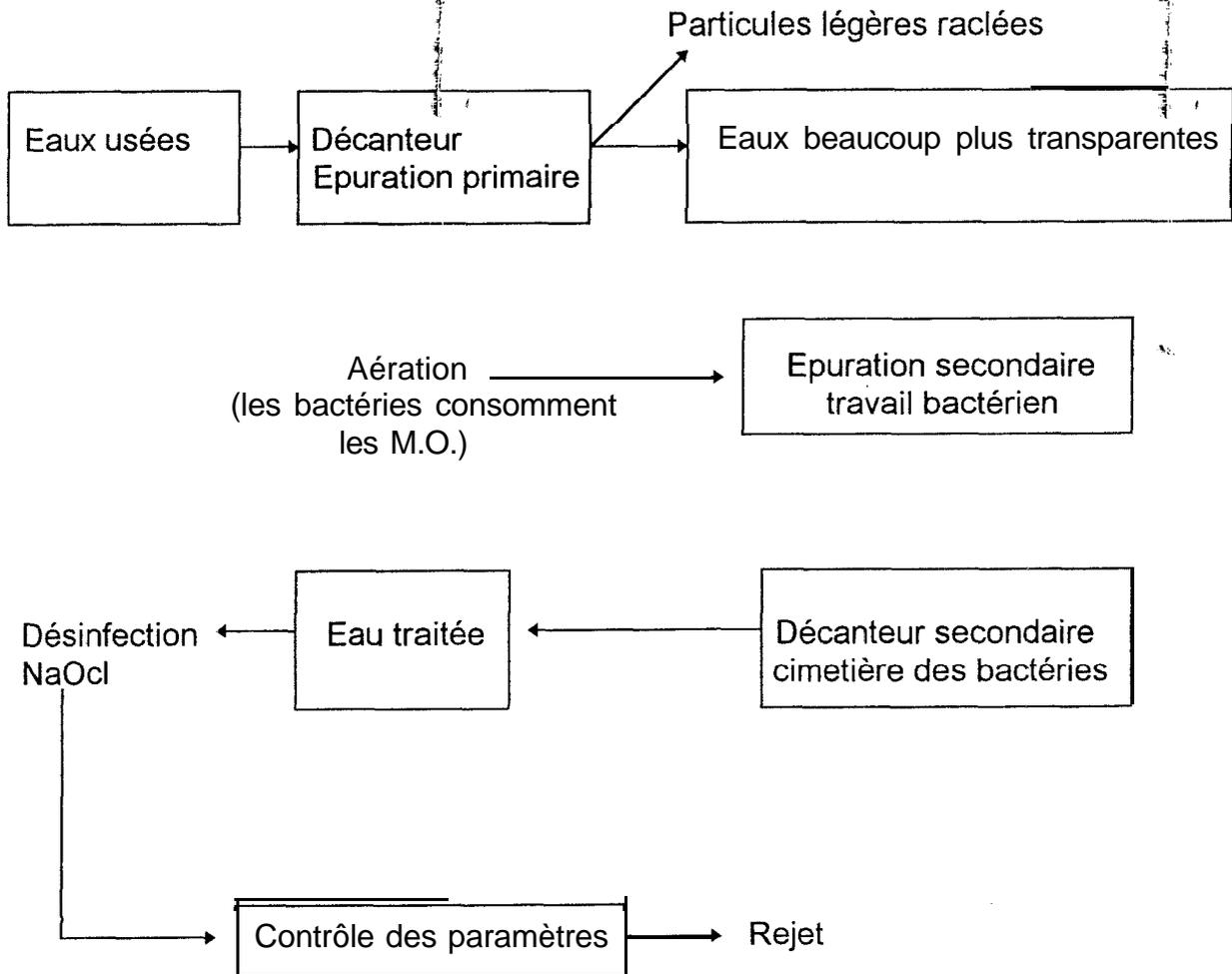
Les techniques d'épuration sont très nombreuses et peuvent être classées en deux catégories.

8.3.1. Les techniques individuelles, lorsqu'il n'y a pas d'égouts. L'assainissement individuel consiste à traiter les eaux usées de la maison au sein même de la propriété familiale. Il est constitué d'une fosse septique suivie d'un épandage souterrain, installé et dimensionné en fonction des caractéristiques du site (pente, nappe phréatique, puits). Les contraintes locales limitent son utilisation.

8.3.2. Les techniques collectives (collecteurs d'égouts rassemblent et évacuent les eaux usées). Elles se répartissent en deux groupes :

- les stations classiques intensives
- les stations rustiques ou "naturelles" extensives

## a) . Les stations classiques



Les processus classiques d'épuration tertiaire sont très efficaces et maîtrisés techniquement, ils coûtent chers et sont d'entretien très élevé. Les stations classiques sont bien adaptées à l'épuration des grands centres urbains, toute fois elles laissent l'épuration tertiaire sans solution.

## - Les stations naturelles extensives

Les systèmes rustiques d'épuration s'inspirent des types d'écosystèmes naturels : aquatiques, semis aquatiques ou terrestres.

Le domaine d'application des techniques naturelle d'épuration est large si le terrain est disponible et bon marché. Elles sont très indiquées pour les villages et les petites villes contrairement aux grandes villes.

Les technologies "naturelles" actuelles d'épuration exploitent chacune les processus écologiques du fonctionnement d'un seuil des écosystèmes de ces ensembles naturels complexes.

- les lagunages à mérophyte s'inspirent des plans d'eau libre naturels
- les techniques d'épuration des eaux par les végétaux équatiques flottants (bassins à jacinthes d'eau, à laitue ou à lentilles d'eau) copient les prairies flottantes
- les bassins d'épuration à rhyzophytes fixés dans les prairies immergées
- le lagunage à macrophytes appliquent l'écologie des ceintures naturelle semi aquatiques.

## 9 • Gestion des eaux usées : la revalorisation des sous produits

La pollution des eaux est due à la concentration des matières (solubles ou insolubles et non de leur nature) qui provoque la dégradation du milieu récepteur.

L'épuration consiste à abaisser cette concentration dans l'eau. Elle génère des produits qu'il faut disperser. Cette opération représente l'étape de la valorisation des produits qui sont les boues.

- Assainissement individuel

Les boues de la fosse septique peuvent servir d'amendement agricole après stabilisation en station collective de traitement.

La production végétale résultant de l'épandage souterrain peut être constitué de légumes, de gazons etc..

- Stations collectives classiques d'épuration

Les sous produits sont constitués par les boues primaires et secondaires. Les traitements qu'elles peuvent subir avant leur valorisation sont. très diversifiés. Beaucoup trop coûteux, certains d'entre eux ne permettent encore que leur élimination en décharge contrôlée. La destination courante reste l'agriculture, bien que les boues, après un traitement anaérobie puissent donner du gaz naturel utilisé comme appoint d'énergie.

- Stations collectives naturelles d'épuration
- boues déjà stabilisées donc utilisation possible en agriculture
- biomasses végétales herbacés ou ligneuses peuvent être valorisées (compost, bois d'énergie, matériaux d'artisanat).

## 10 - Gestion des eaux usées : la réutilisation des eaux traitées

Les eaux traitées sont rejetées dans le milieu naturel : elles réintègrent le cycle de l'eau. L'épuration doit être suffisante pour que le milieu récepteur ne soit pas perturbé. Le rejet dans le réseau hydrographique est inoffensif si le traitement des eaux est complet (épuration primaire, secondaire et tertiaire ainsi que la désinfection). Dans le cas contraire, les risques de perturbations de l'éco-système aquatique récepteur seront d'autant plus grands que l'effet de dilution des eaux naturelles est faible Il faut tenir compte des usages de l'eau en aval (baignades, pêches etc.)

Dans les pays du sahel où le problème de l'eau se pose avec acuité, la réutilisation des eaux usées après traitement constitue une piste de plus en plus appliquée pour économiser l'eau de distribution. La destination la plus appropriée des eaux traitées est l'irrigation,

## B- Problèmes généraux rencontrés dans l'agglomération dakaraise

L'agglomération dakaraise connaît une pollution très poussée liée notamment à la qualité des eaux résiduaires rejetées. Au cours des visites à la baie de Hann, à Rufisque, Ouakam, des canaux à ciel ouvert déversent les eaux usées directement dans la mer.

Les eaux usées domestiques et industrielles sont rejetées directement dans la mer sans traitement préalable. Nestlé Sénégal, une industrie alimentaire traite les eaux avant rejet contrairement aux autres industries de la place (une eau usée provenant de la Sotiba, rejetée en mer avec un pH = 12).

Les nappes phréatiques et l'environnement sont menacés. La seule station d'épuration de Cambérène ne peut traiter que 10.000 m<sup>3</sup> soit le 1/10 de la quantité d'eau à épurer. Bien que la mer ait un grand pouvoir auto-épurateur, il y a des limites à ne pas dépasser.

Force est de reconnaître aujourd'hui que le problème des eaux résiduaires a atteint des proportions alarmantes.

L'augmentation de la population, l'implantation de nouvelles usines ne font qu'accroître les menaces qui pèsent sur l'environnement. Des prélèvements des eaux résiduaires ont été effectués sur des canaux rejetant directement à la mer. Les déterminations ont porté sur les paramètres caractérisant la pollution organique (M.E.S. ; la D.B.O<sub>5</sub> et la D.C.O).

Résultats d'analyses des eaux en mg/l

Paramètres	M E S	D B O <sub>5</sub>	D C O
Lieu			
Canal I eaux usées Hann	490	725	906
Canal II eaux usées Hann	1254	675	3 280
Canal Sotiba	182	625	2 816
Canal SERAS	1564	325	6 800
Canal eaux usées Ouakam	818	625	2 816
Normes admises par l'OMS	30	20	90

La détermination des paramètres caractérisant la pollution globale organique montre que les rejets dépassent très largement les normes admises. Les concentrations en azote et en phosphore sont aussi élevées. Les conséquences sont graves sur l'environnement.

Dans les pays du sahel où le problème de l'eau se pose avec acuité, la réutilisation des eaux usées après traitement constitue une piste de plus en plus appliquée; pour économiser l'eau de distribution. La destination la plus appropriée des eaux traitées est l'irrigation.

## B- Problèmes généraux rencontrés dans l'agglomération dakaroise

L'agglomération dakaroise connaît une pollution très poussée liée notamment à la qualité des eaux résiduelles rejetées. Au cours des visites à la baie de Hann, à Rufisque, Ouakam, des canaux à ciel ouvert déversent les eaux usées directement dans la mer.

Les eaux usées domestiques et industrielles sont rejetées directement dans la mer sans traitement préalable. Nestlé Sénégal, une industrie alimentaire traite les eaux avant rejet contrairement aux autres industries de la place (une eau usée provenant de la Sotiba, rejetée en mer avec un pH = 12).

Les nappes phréatiques et l'environnement sont menacés. La seule station d'épuration de Cambérène ne peut traiter que 10.000 m<sup>3</sup> soit le 1/10 de la quantité d'eau à épurer. Bien que la mer ait un grand pouvoir auto-épurateur, il y a des limites à ne pas dépasser.

Force est de reconnaître aujourd'hui que le problème des eaux résiduelles a atteint des proportions alarmantes.

L'augmentation de la population, l'implantation de nouvelles usines ne font qu'accroître les menaces qui pèsent sur l'environnement. Des prélèvements des eaux résiduelles ont été effectués sur des canaux rejetant directement à la mer. Les déterminations ont porté sur les paramètres caractérisant la pollution organique (M.E.S. ; la D.B.O<sub>5</sub> et la D.C.O).

Résultats d'analyses des eaux en mg/l

Paramètres	MES	DBO <sub>5</sub>	DCO
Lieu			
Canal I eaux usées Hann	490	725	906
Canal II eaux usées Hann	1254	675	3 280
Canal Sotiba	182	625	2 816
Canal SERAS	1 564	325	6 800
Canal eaux usées Ouakam	818	625	2 816
Normes admises par l'OMS	30	20	90

La détermination des paramètres caractérisant la pollution globale organique montre que les rejets dépassent très largement les normes admises. Les concentrations en azote et en phosphore sont aussi élevées. Les conséquences sont graves sur l'environnement,

### Zonas où la culture irriguée est pratiquée (Vallée du Fleuve, Bassin de l'Anambé, les Niaves et le Lac de Guiers)

Il est impératif d'utiliser rationnellement l'eau, les engrais et les pesticides pour le maintien de l'écosystème pour une agriculture durable. Il faudra éviter :

- la sur irrigation
- le respect des doses prescrites d'engrais
- le surdosage des pesticides pour les traitements
- surveillance des rejets de la CSS sur le lac de Guiers

### Zones fortement peuplées (l'agglomération dakaroise)

La presqu'île du Cap Vert souffre de la pollution domestique et industrielle. Une menace sérieuse pèse sur la zone (nappes phréatiques polluées, eaux marines agressées). La région connaît de graves problèmes d'épuration des eaux usées (la seule station d'épuration celle de Cambérène traite le 1/10 des eaux résiduelles). Environ 90.000 m<sup>3</sup> des eaux non traitées sont rejetées dans la mer. Les industries déversent directement dans la mer divers effluents (métaux lourds, colorants, eaux chaudes, matières organiques etc..)

#### - Solutions immédiates à préconiser

- Installation de nouvelles stations d'épuration (toutes les grandes villes doivent être dotées de stations d'épuration)
- Sensibiliser les populations sur les dangers que représentent les pollutions
- Décentralisation de la zone pour une occupation rationnelle du territoire national
- Industries doivent respecter les normes de rejet comme NESTLE Sénégal

#### - Zones industrielles

Les pollutions industrielles sont extrêmement graves. Le traitement des eaux usées industrielles est difficile.

La région naturelle des Niaves avec l'installation d'industries polluantes (ICS) risque de connaître une mort programmée si les industriels ne prennent pas en compte les problèmes environnementaux (au moins 6.000 hectares de terres détruites dans la zone de Taïba Mboro ; étude des créneaux porteurs dans la région de Thiès, rapport final P. A.G.P. F. Avril 1997). Le cas des Niaves est identique à celui du Lac de Guiers où la CSS envoie tous ses rejets.

Les problèmes de pollution représentent une sérieuse menace pour le maintien des écosystèmes. Une politique de protection environnementale basée sur la prévision de la pollution doit être développée. Une réglementation des eaux rejetées doit être établie (industries, agro industries etc.)

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Pesson (P.) 1976 : La pollution des eaux continentales - incidences sur les biocenoses aquatiques. Ed. Gauthier - Villars ISBN 2 - 04 - 00 8704 - 4
- Jolankai (G.) 1991 : Les impacts de l'agriculture sur les ressources en eau  
Cah. Mouvement universitaire de la Responsabilité Scientifique ; P 105 - 134.
- Matty (F.) 1997 : Dynamique du système de production agricole et évolution des sols autour du Lac de Guiers - Rap. Projet F U L - I S E Volet n°4
- Carat, Bur. Pédol Senegal 1992 : Fertilisation Vol 51-92 p.
- Thomas (O.) : Métrologie des eaux résiduaires B4000 - Liège (Belgique)
- Radoux (M.) Fondation universitaire Luxembourgeoise - Station d'épuration expérimentale de Viville Belgique