

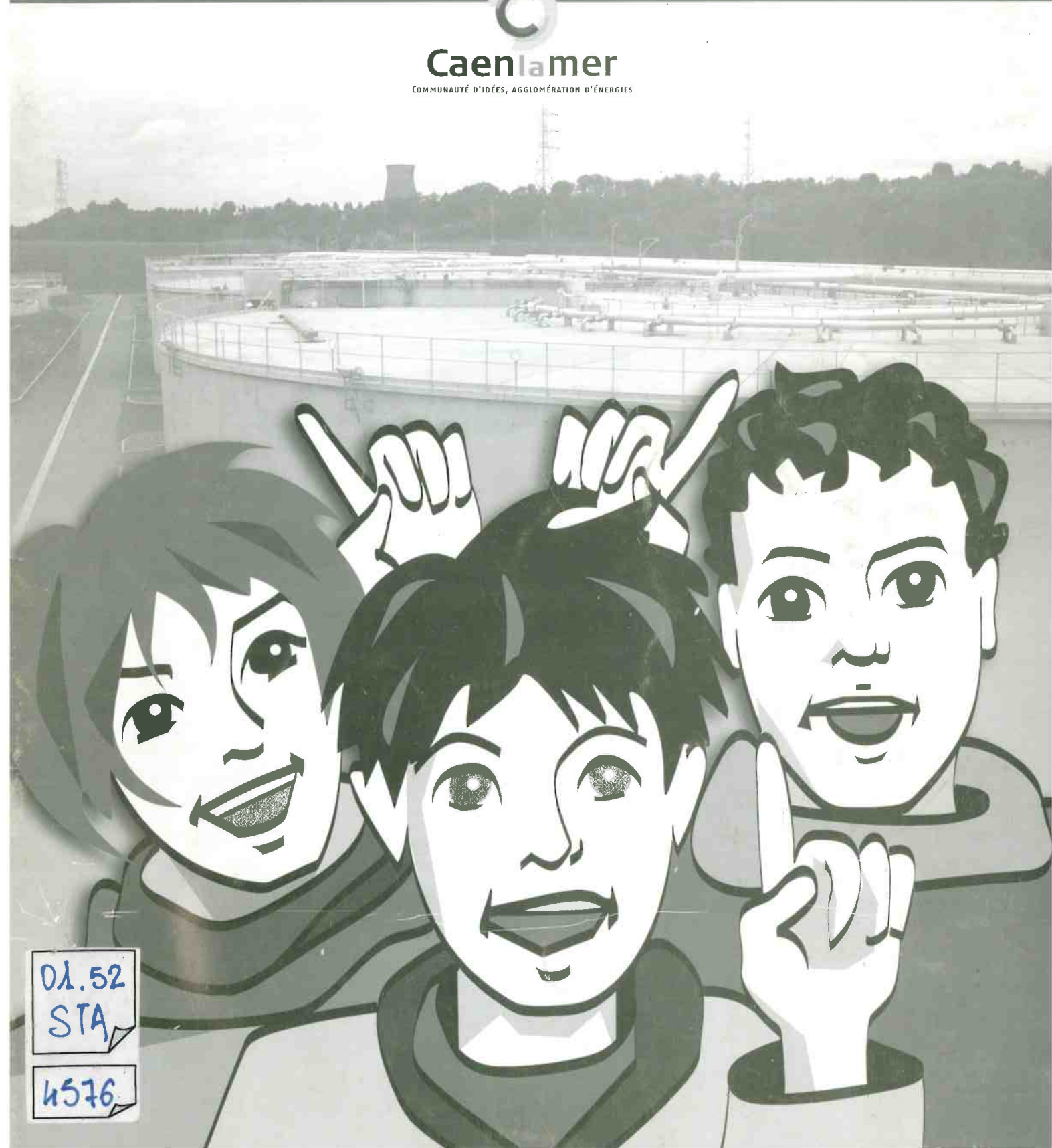
# LA STATION D'ÉPURATION DU NOUVEAU MONDE

Dossier d'information enseignant



**Caen la mer**

COMMUNAUTÉ D'IDÉES, AGGLOMÉRATION D'ÉNERGIES



01.52  
STA

4576

## **L'éducation à l'environnement est une partie intégrante de l'éducation.**

Elle a pour objectif de favoriser un comportement responsable de l'enfant d'aujourd'hui pour en faire un citoyen de demain capable de prendre part aux débats sur la gestion de notre environnement.

L'eau est une composante essentielle de notre environnement et sa qualité, un enjeu majeur pour notre société au début de ce troisième millénaire. Quoi de plus facile aujourd'hui que d'ouvrir un robinet et de bénéficier d'une eau en abondance !

Qui d'entre-nous sait d'où vient l'eau du robinet, ce qu'elle devient après utilisation ? Si notre maîtrise technique nous permet d'accéder facilement à la ressource, elle nous éloigne de notre environnement. Notre maîtrise technique doit-elle nous affranchir de nos devoirs de citoyens ?

Pour répondre à toutes ces questions, la communauté d'agglomération a souhaité dès le départ que la station d'épuration soit pensée pour être un support d'éducation à l'environnement. Aménagée et équipée, elle accueille les visites encadrées de tous les publics et plus particulièrement des scolaires.

L'assainissement des eaux usées est une étape essentielle pour préserver la qualité de notre environnement. Sans elle, les rivières se transformeraient en égout.

**Le fonctionnement d'une station d'épuration repose sur un ensemble de procédés** qui vont éliminer progressivement la pollution. Au cœur de ce dispositif, la digestion de la pollution organique est assurée par des milliards de bactéries. Ces bactéries sont des êtres vivants, qui peuvent être victimes de polluants chimiques. Le rendement de la station est ainsi fonction du bon état de ces bactéries.

Bien que se présentant comme un équipement à la pointe de la technologie, notre responsabilité individuelle reste première. Chacun d'entre nous, en adoptant de bons gestes, peut contribuer à améliorer son fonctionnement et donc la qualité de notre environnement.

**La station du Nouveau Monde de Caen la mer** a été mise en service en juin 2003. Étudiée pour accompagner l'évolution démographique et économique de la communauté d'agglomération, elle a pour objectif de traiter la majeure partie des eaux usées et d'améliorer ainsi la qualité des eaux de la rivière Orne et de la zone littorale proche de l'estuaire.

La station est la propriété de la communauté d'agglomération Caen la mer. La gestion est assurée par la Compagnie Générale des Eaux. L'encadrement et l'animation des groupes sont confiés au Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement Vallée de l'Orne.

<b>Introduction</b> .....	<b>p. 5</b>
<b>■ 1. La visite de la station</b> .....	<b>p. 6</b>
1.1 Présentation générale .....	p. 6
1.2 L'espace animation .....	p. 6
1.3 Panneaux le long du parcours .....	p. 9
1.4 Documents d'information pour les scolaires .....	p. 10
<b>■ 2. Le parcours de l'eau domestique</b> .....	<b>p. 13</b>
2.1 Un peu d'histoire .....	p. 13
2.2 Des eaux naturelles aux eaux épurées .....	p. 14
2.3 Eaux usagées, eaux usées, eaux résiduaires, eaux vannes, eaux ménagères, eaux d'égout... que d'eaux sales ! .....	p. 15
2.4 La pollution des eaux usées .....	p. 17
2.4.1 Des matières et des organismes en suspension .....	p. 17
2.4.2 Des matières en solution .....	p. 17
<b>■ 3. La station d'épuration du Nouveau Monde</b> .....	<b>p. 19</b>
3.1 Le pré-traitement ou traitement primaire .....	p. 20
3.2 Le traitement biologique des eaux usées .....	p. 21
3.3 Le floc : un microcosme impitoyable. ....	p. 22
3.4 Boues activées et azote propre .....	p. 23
3.5 L'élimination du Phosphore .....	p. 23
3.6 La clarification .....	p. 24
3.7 Le traitement des boues .....	p. 25
3.8 La désinfection par les ultraviolets .....	p. 26
3.9 Une zone humide artificielle .....	p. 27
3.10 La désodorisation .....	p. 29
3.11 La station en chiffres .....	p. 30
<b>■ 4. Des pistes d'activités pédagogiques</b> .....	<b>p. 31</b>
<b>■ 5. Sélection bibliographique</b> .....	<b>p. 32</b>
<b>■ 6. Sites internet</b> .....	<b>p. 33</b>
6.1 Sites publics, institutionnels .....	p. 33
6.2 Sites pour enseignants et scolaires .....	p. 33
<b>■ 7. Lexique</b> .....	<b>p. 34</b>

**Ce dossier d'information** est conçu pour vous permettre de préparer et/ou d'exploiter la visite de la station d'épuration du **Nouveau Monde**.

Il fait partie d'un ensemble de supports pédagogiques destinés à faire comprendre aux scolaires le rôle et le fonctionnement de la station.

Un document d'aide à la visite est remis aux élèves en début de visite. Ce document est complété au fur et à mesure de la découverte des différentes phases du processus de dépollution. En fin de visite, un document "final" retraçant l'ensemble des points à retenir est remis aux enfants.

La station comporte un certain nombre de supports conçus pour l'accueil et la visite des groupes :

- Un parcours illustré d'une dizaine de panneaux.
- Un espace d'animation équipé :
  - d'un atelier vidéomicroscopie permettant de visualiser la dégradation de la pollution organique par les organismes vivants,
  - d'une maquette,
  - d'ateliers d'animation.
- Les visites sont encadrées par un animateur.



# 1. La visite de la station

Les interventions sont gratuites.

- DURÉE DE L'INTERVENTION  
**2 heures incluant le parcours  
et l'espace d'animation.**

Elles ont été conçues pour être accessibles aux enfants à partir de 10 ans. Un groupe de visite correspond à l'effectif d'une classe normale.

## Consignes de sécurité

Pendant la visite de la station d'épuration, les enfants doivent veiller à :

- **Ne pas s'écartier du groupe**
- **Ne pas courir**
- **Appliquer toutes les consignes de l'animateur et/ou des employés de l'usine.**

## Déroulement d'une visite type

Le déroulement de la visite comprend la visite guidée le long d'un parcours aménagé et une animation sur un espace aménagé et équipé de supports pédagogiques.

### 1.1 Présentation générale

Le déroulement présenté est le déroulement de base. Il est adapté selon la taille du groupe et le temps d'animation.

#### INTRODUCTION

##### Objectif

- Découvrir l'environnement de la station d'épuration.

#### DÉROULEMENT

Expliquer le déroulement en atelier pour comprendre chaque étape de traitement.

Expliquer l'importance de protéger l'environnement.

- Taille du groupe : toute la classe.
- Durée : 5 à 10 minutes

### 1.2 L'espace animation

A cet endroit, un ensemble d'ateliers équipés de supports pédagogiques permettent à l'animateur de préciser certains aspects du fonctionnement de la station et de faire prendre conscience aux enfants de l'intérêt de protéger l'environnement.

Les animations sont adaptées selon le fait que le groupe utilise le point d'animation avant ou après la visite.

L'aménagement de cet espace en amphithéâtre modulable permet à l'animateur de capter son auditoire et d'offrir des conditions d'animation satisfaisantes.



# 1. La visite de la station

## Atelier 1

### Le milieu naturel, les pollutions domestiques

#### Objectifs

- Découvrir un écosystème aquatique.
- Découvrir l'importance du rôle des bactéries.

#### DÉROULEMENT

Reconstituer la chaîne alimentaire à partir d'éléments présents dans la rivière. En démonstration, les enfants avec l'aide de l'animateur complètent le jeu de la rivière en remplaçant les différents éléments à leur place. Établir une relation entre les déchets organiques, les bactéries et l'oxygène.

- Outils utilisés : le jeu de la rivière.
- Taille du groupe : en sous-groupes de 7 à 8 enfants.
- Durée : 5 à 10 minutes.

## Atelier 2

### Classer les déchets du plus polluant au moins polluant

#### Objectifs

- Prendre conscience de la diversité et de la dangerosité des pollutions.
- Découvrir les différentes classes de pollutions.

#### DÉROULEMENT

Distribuer les vignettes des eaux sales de la maison et le tapis de classement.

Faire réfléchir le groupe sur un classement des eaux, des plus sales au moins sales, qui sortent de la maison : eau de vaisselle, eau de la douche, eau des toilettes, eau de la machine à laver, eau de nettoyage, eau de cuisine, eau du jardinage, eau de piscine.

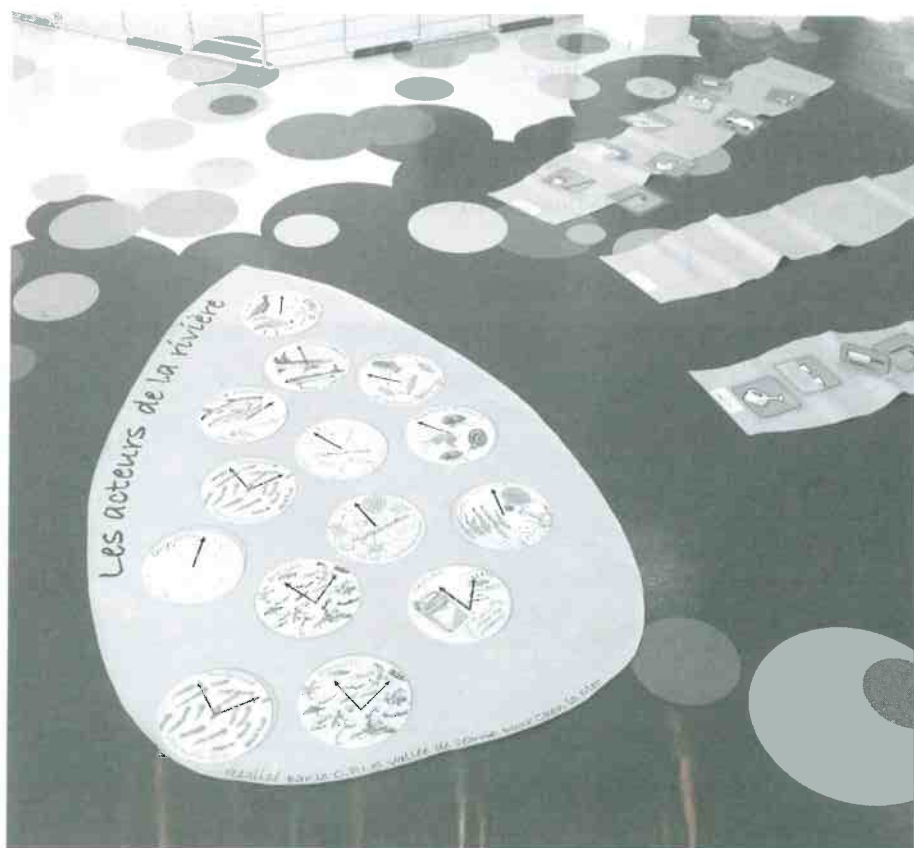
Chaque groupe choisit un représentant qui reconstitue le classement.

L'animateur demande les explications du choix de chaque groupe.

Questionner les enfants sur la dangerosité des déchets selon leur nature et leur présence dans la rivière.

Questionner les enfants sur le danger des déchets et le rôle des bactéries dans la digestion de la matière organique.

- Outils utilisés : les pollutions de la maison
- Taille du groupe : en sous-groupes de 7 à 8 enfants.
- Durée : 5 à 10 minutes



# 1. La visite de la station

## Atelier 3

Les pré-traitements :  
le dégrillage, le dessablage - déshuilage

### Objectif

- Comprendre la notion de déchets indésirables pour le traitement biologique et les processus utilisés pour les retirer des eaux usées.

### DÉROULEMENT

#### a. Le dégrillage

Présenter l'outil "dégrillage".

L'animateur demande à un enfant de faire passer l'ensemble des déchets dans l'outil dégrillage. Chaque déchet est représenté par un lego de taille différente.

L'enfant soulève le tamis, une certaine partie va traverser les grilles (déchets de taille inférieure à 1 cm), les grilles arrêtent les gros déchets.

Demander à l'élève de vérifier et d'observer les pollutions qui sont arrêtées grâce aux grilles (les plus gros déchets : animaux morts, chiffons...).

#### b. Le dessablage - déshuilage

Présenter l'outil "dessablage - déshuilage".

L'animateur demande à un enfant de constater ce qui se passe quand on retourne la bouteille (eau, sable et huile). On constate que le sable sédimente au fond de la bouteille et que les huiles flottent.

- Outils utilisés : L'outil dégrillage, la bouteille d'huile et de sable
- Taille du groupe : toute la classe.
- Durée : 5 minutes

## Atelier 4

Le traitement biologique

### Objectif

- Comprendre le rôle des bactéries dans le traitement de la matière et des pollutions organiques.

### DÉROULEMENT EN TROIS TEMPS

- Rassembler les enfants sur les bancs.
- Présenter à la classe le fonctionnement du traitement biologique à l'aide de la vidéo microscopie.
- Présenter le floc bactérien à partir de la vidéo microscopie.

Démontrer l'importance du milieu de vie des bactéries (besoin d'oxygène pour leur développement) et faire un parallèle avec le milieu de la rivière.

Présenter la multiplication de bactéries (une bactérie donne deux bactéries au bout de 20 minutes).

- Outil utilisé : la vidéo microscopie.  
Un montage comportant un microscope équipé d'une caméra avec une projection sur écran permet l'observation en direct du floc bactérien. La phase essentielle de digestion de la matière organique effectuée par les microorganismes n'est pas visible lors de la visite. Elle peut être observée ici en direct.

- Taille du groupe : toute la classe.
- Durée : 10 minutes.

Bactéries isolées en forme de bâtonnets observées à l'aide d'un microscope électronique à balayage.



# 1. La visite de la station

## Atelier 5

### La maquette et les panneaux

#### Objectif

- Synthétiser des informations.

#### DÉROULEMENT

Reprendre le fonctionnement de la station en reconstituant la maquette de fonctionnement avec un tiers de la classe.

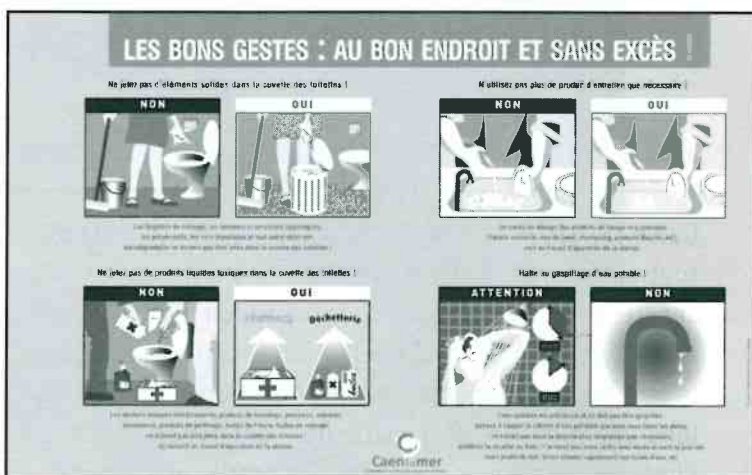
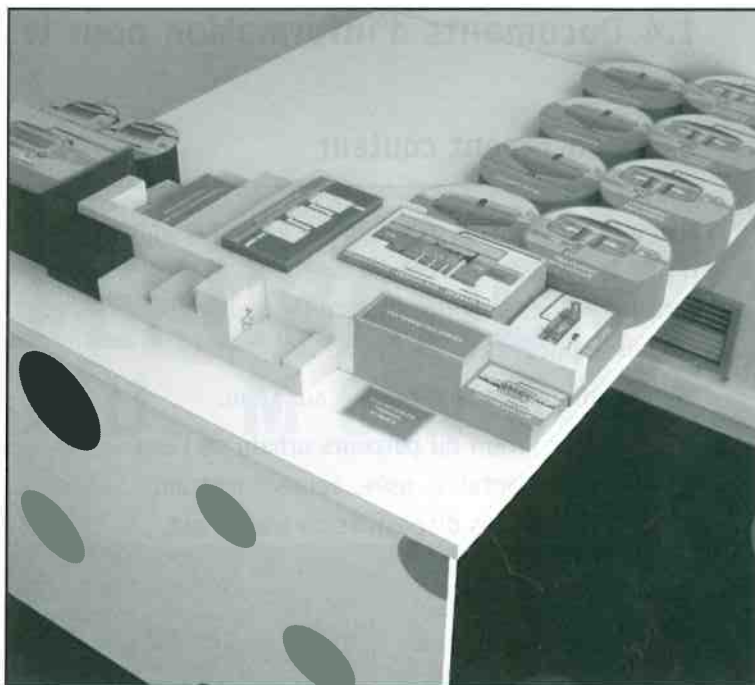
Les deux autres groupes attendent leur tour en commençant à remplir le livret en s'aidant des panneaux. Revenir sur les bons gestes avec les trois groupes.

#### ■ Outils utilisés :

- Deux panneaux :
  - le fonctionnement de la station sous forme d'un tableau synoptique,
  - les gestes au quotidien : travailler sur la responsabilité individuelle : les gestes à éviter (produits toxiques...).
- Une maquette pédagogique (station en kit réalisée dans un matériau léger (mousse compacte), manipulable, elle permet aux enfants de replacer les différents blocs constitutifs des étapes de la station.

- Taille du groupe : toute la classe.

- Durée : 5 à 10 minutes.



## Conclusion

Conclusion générale et évaluation pour toute la classe. (5 minutes).

## 1.3 Panneaux le long du parcours



# 1. La visite de la station

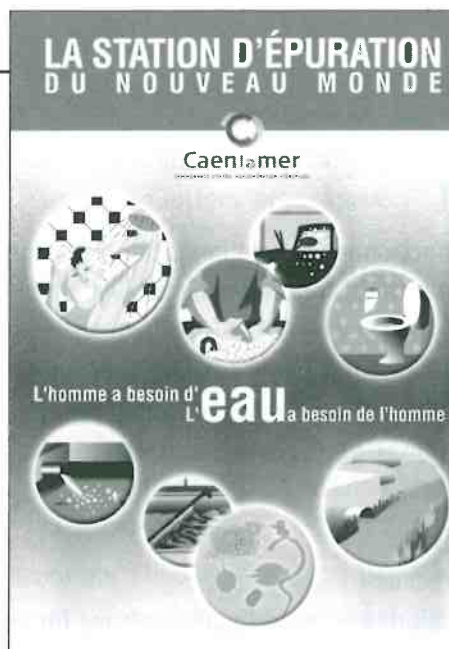
## 1.4 Documents d'information pour les scolaires

### 1. Le document couleur

Mémoire de la visite, il est remis à chaque enfant à la fin de la visite.

Écrit en termes simples, illustré de photos, schémas et croquis explicatifs, il comprend :

- des informations générales sur l'eau,
- une description du parcours urbain de l'eau (naturelle, potable, usée, épurée) mettant en évidence les dispositifs de traitement, les réseaux ainsi que les activités humaines consommatrices d'eau,
- la description des différentes étapes de traitement.



### 2. Le document noir et blanc

Guide de visite interactif, il accompagne les enfants tout au long de la visite.

Les réponses font appel à la réflexion individuelle, à l'observation des différents dispositifs ainsi qu'à la lecture des panneaux et autres supports disposés le long de l'itinéraire et dans l'espace animation.

Plusieurs techniques sont utilisées : QCM (questionnaire à choix multiples), mots à trous, calculs...



## Pour compléter ou préparer la visite

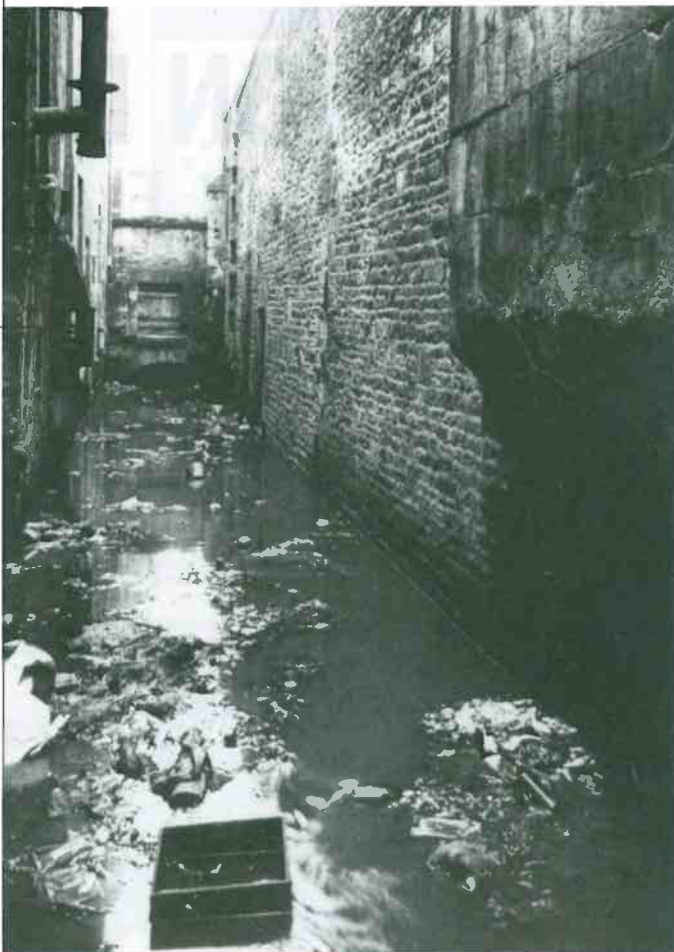
- Dans le cadre de sa politique d'animation auprès des scolaires, le CPIE peut vous aider à monter un projet pédagogique sur l'eau, réaliser des animations dans votre classe ou sur des sites.
- Un ensemble d'outils pédagogiques complémentaires (coffrets, mallettes, vidéos, dossiers enseignants, livres pour enfants...) sur le thème de l'épuration et de l'eau domestique est à votre disposition. Ils peuvent être empruntés au **Centre de Ressources Environnement du CPIE**, situé au local de la Baleine, 37 rue Desmoueux, à proximité du jardin des plantes, tél. 02 31 50 10 59

# LA STATION D'ÉPURATION DU NOUVEAU MONDE





Les bords du Grand Odon en 1836



Le petit Odon au début du XX<sup>e</sup> siècle

Pose d'une canalisation  
d'eaux pluviales,  
rue du Carel en 1930



Vue aérienne de l'ancienne station

## 2. Le parcours de l'eau domestique

### 2.1 Un peu d'histoire

Dans l'Antiquité, les romains utilisaient des conduits étanches où l'eau servait à évacuer les immondices.

Le plus grand de ces conduits existe encore : le *cloaca maxima* (*cloaca* = égout\* en latin, d'où le mot cloaque en français) ; il faisait partie d'un système d'égouts\* qui collectait les eaux sales et les ordures de Rome.

Les villes qui se sont développées en Europe depuis l'époque romaine n'ont pas construit dès leur origine de systèmes d'égouts copiés sur ce modèle. Pendant longtemps, leurs habitants ont utilisé les rivières et les fleuves pour se débarrasser de leurs ordures ou ils les enfouissaient ou encore ils utilisaient des fosses étanches et des paniers métalliques : les "tinettes" qu'il fallait régulièrement collecter et vidanger.

La ville de CAEN traversée par l'Orne et les ramifications de l'Odon et de la Noé utilisait ces cours d'eau comme des égouts à ciel ouvert qui n'étaient nettoyés que par les mouvements des marées et les crues hivernales. On peut facilement imaginer les nuisances olfactives qui résultaient de ces pratiques. Des parasites et de nombreux germes de maladies infectieuses sont transmis par les eaux souillées. Le choléra et la typhoïde sont des maladies mortelles transmises de cette façon et les épidémies qu'elles provoquaient furent fréquentes dans l'histoire de toutes les villes, jusqu'à ce que des systèmes d'assainissement et de traitement des immondices soient mis en place.

CAEN doit à l'action du Doyen BERTRAND sous le second Empire puis de DETOLLE et GUILLOU avant la Seconde Guerre mondiale, la mise en place d'un système d'assainissement.

Cependant, les immondices charriées par ces égouts<sup>1</sup> sont encore envoyées dans l'Orne en aval de CAEN. La première station d'épuration destinée à éviter ce rejet direct est construite en 1931. Cette station sera détruite pendant la Seconde Guerre. Après sa reconstruction, des améliorations et des agrandissements seront réalisés pour faire face au développement de l'agglomération.

La dernière étape est franchie en 2003 avec la construction d'une nouvelle station : **la Station du Nouveau Monde**, capable de répondre aux enjeux et aux exigences environnementales actuelles.

---

\* Voir lexique pages 34-35.

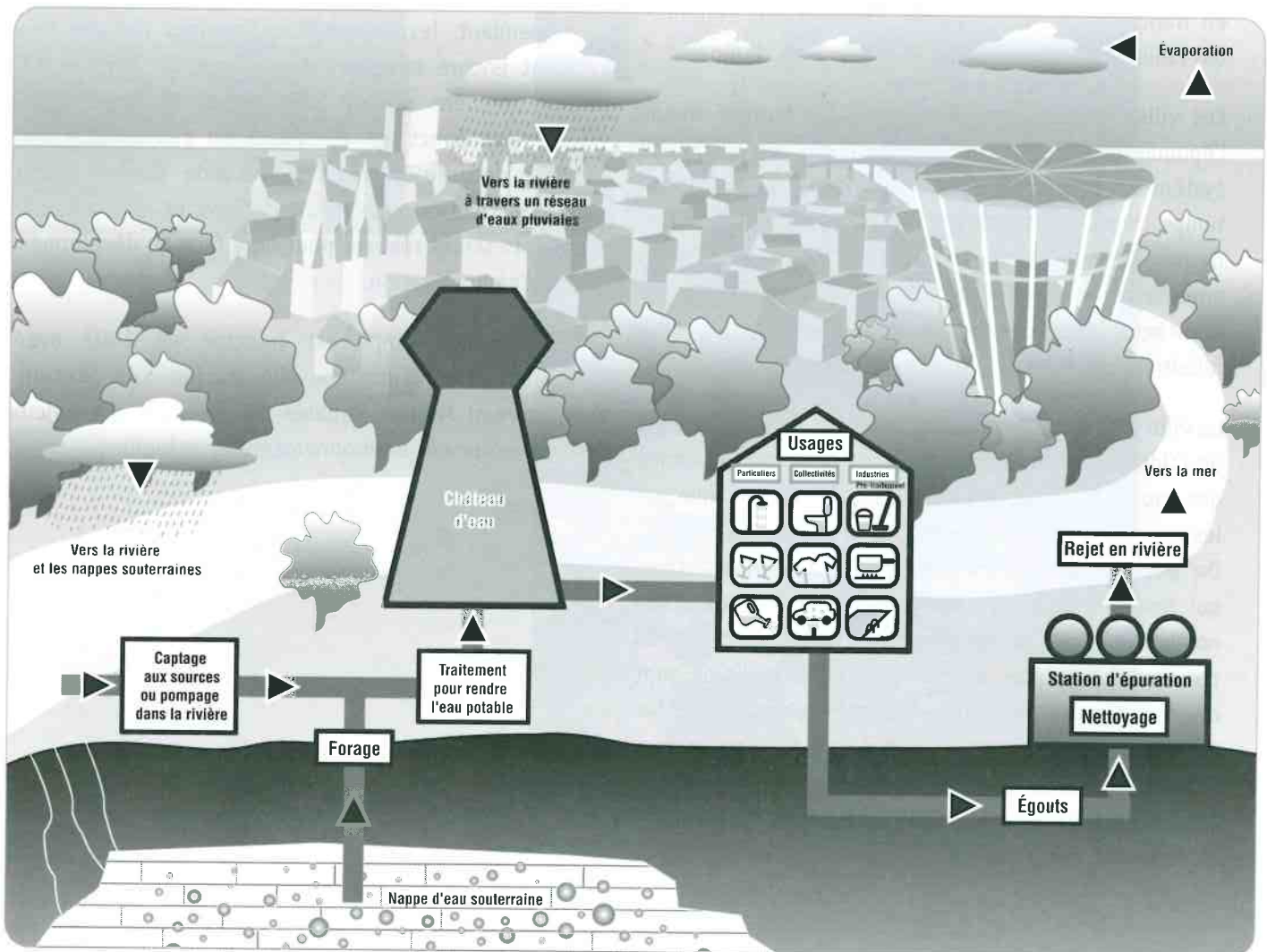
---

<sup>1</sup> D'après L. MUSSET : "Propos d'un historien sur l'ancien CAEN", Le mois à CAEN N°16

## 2. Le parcours de l'eau domestique

### 2.2 Des eaux naturelles aux eaux épurées

L'eau fait un cycle durant lequel elle forme des nuages, qui donnent la pluie et alimentent les rivières et les nappes souterraines. De la source, elle rejoint la mer, s'évapore et redevient nuage. Lorsque nous utilisons l'eau, nous devons l'épurer de nos pollutions avant de lui laisser continuer son cycle.



**Dans la nature,** l'eau pure n'existe pas. Il faut utiliser des procédés tels que la distillation pour obtenir de l'eau contenant très peu de substances en solution\*. L'eau dont l'homme a le plus besoin est de l'eau douce peu concentrée en sels dissous. Cependant cette eau contient à l'origine une quantité variable de substances en solution et parfois des substances en suspension\*.

L'approvisionnement en eau des communes de l'agglomération est varié :

- **Pompage dans les nappes souterraines.** Le sous-sol calcaire permet de bénéficier de réserves d'eau importantes, il existe ainsi de nombreux points de forage.
- **Captage de sources.** Une part importante de l'eau potable distribuée sur Caen provient des sources de Moulines, situées à 30 km au sud de Caen.
- **Pompage dans la rivière Orne, en amont de Louvigny.**

Ces eaux brutes subissent un traitement pour les rendre potables. Ce traitement est toutefois variable en fonction de la qualité initiale de l'eau. L'eau une fois traitée peut alors être stockée dans des réservoirs ou châteaux d'eau avant d'être distribuée.

## 2. Le parcours de l'eau domestique

### 2.3 Eaux usagées, eaux usées, eaux résiduaires, eaux vannes, eaux ménagères, eau d'égout... que d'eaux sales !

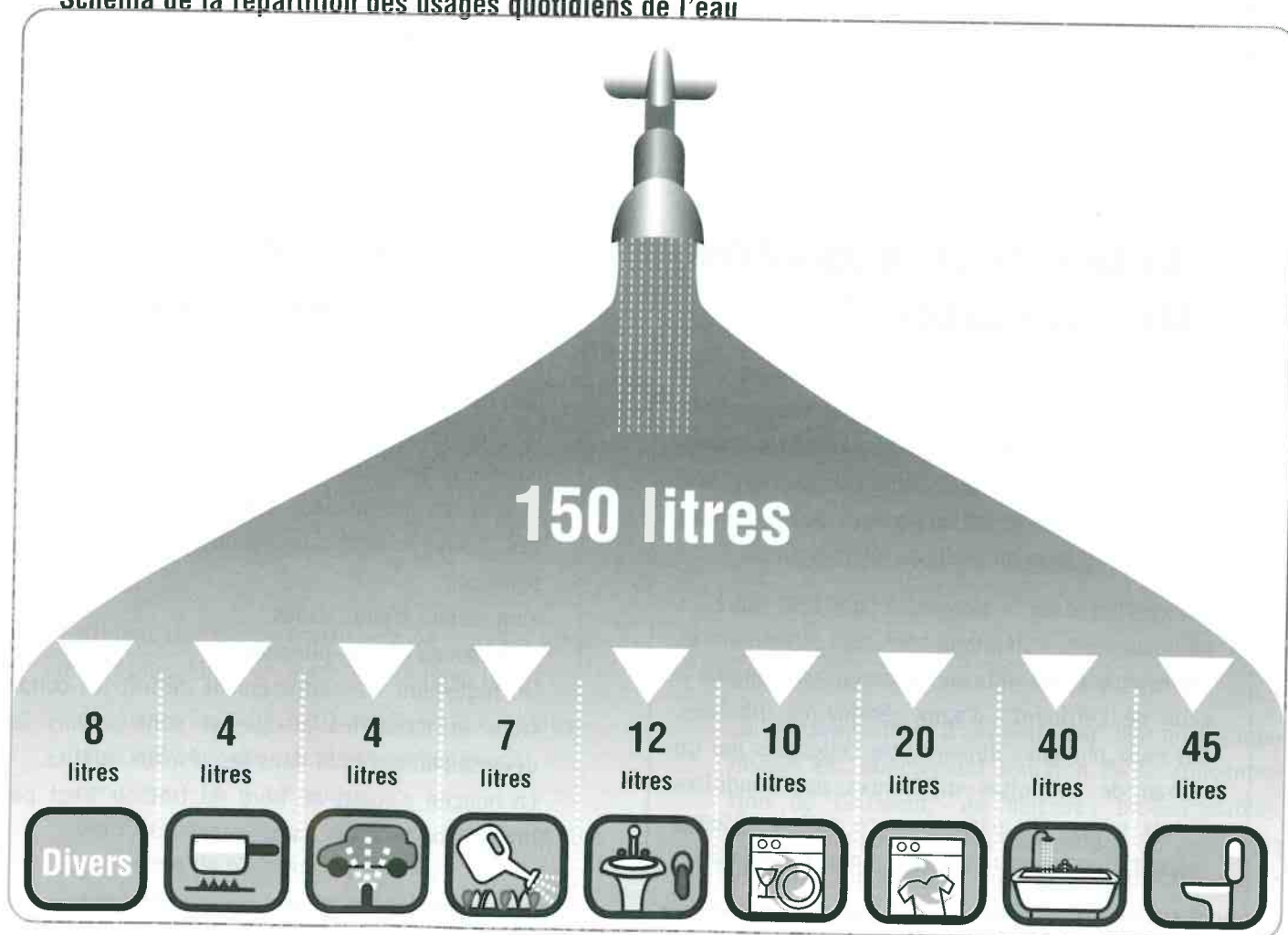
L'eau potable consommée (environ 150 litres par habitant et par jour) est souillée par des produits qui proviennent d'organismes vivants ou morts : "les substances organiques".

S'y ajoutent d'autres produits issus de l'industrie chimique qui accompagnent toutes les activités domestiques. Ainsi l'eau des sanitaires reçoit l'urine, les excréments, le papier hygiénique, des produits de désinfection, de nettoyage, des désodorisants et des colorants.

De la même façon, les eaux de vaisselle et de lessive contiennent un mélange de substances organiques et de produits d'entretien.

Les rejets industriels ne sont pas admis directement dans le réseau des eaux usées. Un certain nombre de sites industriels possèdent des installations de traitement en rapport avec leurs activités.

Schéma de la répartition des usages quotidiens de l'eau



## 2. Le parcours de l'eau domestique

En cheminant dans les réseaux d'assainissement, les eaux souillées transportent une grande diversité de produits en solution, mais aussi des débris et détritiques sous la forme de particules fines en suspension dans l'eau : les matières en suspension (M.E.S.).

Des déchets plus grossiers sont aussi entraînés par le courant : morceaux de plastiques, de tissus, des graviers....

Une fois utilisée pour nos différents besoins, l'eau est dite usée. L'expression eau usée est la plus couramment employée et figure dans les textes réglementaires. Cette expression signifie qu'elle a été salie et ne peut plus servir dans son état pour des utilisations humaines exigeantes vis-à-vis de la quantité et de la nature des substances contenues ou transportées. Une eau utilisée pour laver des légumes n'est plus de l'eau potable, mais elle peut très bien servir pour arroser le jardin.

On entend par eaux usées dans un territoire urbanisé :

- les eaux vannes qui proviennent des sanitaires,
- les eaux ménagères qui proviennent des cuisines,

### Les eaux de pluie sont-elles des "eaux usées" ?

La pluie tombant sur une agglomération ne peut pas s'infiltrer facilement dans le sol. Elle ruisselle sur les toits, les rues, les parkings et lave toutes ces surfaces. Cette eau de pluie est de l'eau sale chargée de matières en suspension, de substances dissoutes et bien entendu de microbes.

Les variations de la pluviosité sont telles que les volumes d'eau ruisselant sont très irréguliers et représentent des volumes énormes par rapport à ceux de l'effluent\* d'eaux résiduaires urbaines. Ces eaux pluviales doivent être collectées par un réseau de conduites différentes des conduites d'eaux usées. On parle dans ce cas de réseaux séparatifs entre eaux usées et eaux pluviales.

salles de bain, lave-linge, lave-vaisselle. L'ensemble des eaux usées d'une agglomération forme les eaux résiduaires urbaines (E.R.U.).

### La loi (92-3 du 3 janvier 1992) interdit :

les déversements, écoulements, jets, dépôts directs ou indirects d'eau et ou de matières et plus généralement tout fait susceptible d'altérer la qualité des eaux et du milieu aquatique.

Ces dispositions conduisent les communes à délimiter sur leur territoire les zones où il est nécessaire de faire une collecte des eaux usées à l'aide d'un réseau de conduites qui les achemine vers un dispositif de traitement d'assainissement collectif. Ce dispositif est le plus souvent une Station d'Épuration des Eaux usées comme **la Station du Nouveau Monde** pour la communauté d'agglomération de Caen la mer.

Les zones des communes dont les eaux usées ne peuvent pas être acheminées par un réseau public vers le traitement collectif doivent posséder des dispositifs d'assainissement non collectif (arrêté du 6 mai 1996), comme par exemple des fosses toutes eaux accompagnées de dispositifs d'infiltration dans le sol.

### "Tout à l'égout" ? Surtout pas !

Avoir le tout à l'égout est compris comme un critère de confort moderne et de qualité de l'habitat. De nos jours, l'assainissement des eaux usées impose la séparation des réseaux ce qui implique la révision des anciens égouts et la vérification des branchements des habitations aux deux réseaux :

- un réseau d'eaux usées,
- un réseau d'eaux pluviales.

Un règlement d'assainissement définit les conditions et modalités auxquelles sont soumis les déversements d'eaux dans les réseaux publics.

La bouche d'égout au bord du trottoir n'est pas une entrée pour les eaux usées.

## 2. Le parcours de l'eau domestique

### 2.4 La pollution des eaux usées

Elle est composite.

■ L'effluent transporte dans son courant comme le ferait une rivière tous les déchets qui peuvent flotter ou dont la taille et la densité permettent le transport.

■ L'effluent est un mélange hétérogène instable contenant :

1. Des matières et des organismes en suspension
2. Des matières en solution

#### 2.4.1 DES MATIÈRES ET DES ORGANISMES EN SUSPENSION

a - Les matières en suspension peuvent être plus denses que l'effluent : sable, particules minérales ou organiques. D'autres sont moins denses et forment avec l'eau une émulsion instable. C'est le cas des matières huileuses ou grasses.

Toutes ces matières en suspension ou en émulsion peuvent être séparées de l'eau par des procédés physiques qui forment le traitement primaire dans la station d'épuration (se reporter à la première étape du traitement des eaux usées dans la station).

Les graisses et les huiles sont des matières organiques qui peuvent être détruites par des micro-organismes. Ces organismes digèrent les graisses et les utilisent comme source de carbone. La station d'épuration de CAEN la mer utilise cette propriété pour éliminer cette pollution dans un bassin particulier dédié à cet usage. Cet équipement permet à la station de traiter le contenu des bacs à graisses dont disposent obligatoirement les restaurations et les dispositifs d'assainissement individuel.

b - L'effluent transporte en suspension tous les micro-organismes éliminés avec les matières fécales :

- des bactéries :  $10^7$  à  $10^8$  bactéries pour 1 litre dont  $10^5$  sont des bactéries pathogènes.
- des virus :  $10^3$  à  $10^4$  par litre.
- des Protozoaires : amibes, Giardia, présents sous une forme de résistance (kystes).
- des vers parasites (Helminthes) sous forme d'œufs : 10 à  $10^3$  par litre.

Ces micro-organismes courants sont la cause du risque sanitaire présenté par un effluent non assaini. La survie de ces germes dans l'eau douce ou l'eau de mer est variable, mais elle est suffisamment longue pour que la contamination par des eaux usées non assainies pollue sur de longues distances des eaux de rivière ou des eaux côtières. Ces germes peuvent contaminer directement par ingestion ou contact avec les eaux usées. Ces germes pathogènes peuvent aussi être filtrés et accumulés par les Mollusques filtrants : moules, huîtres... dont la pêche et la culture sont alors interdites.

#### 2.4.2 DES MATIÈRES EN SOLUTION

Elles peuvent être classées suivant les effets qu'elles exercent en tant que polluants.

On peut distinguer :

- a - Des substances eutrophisantes\*
- b - Des substances toxiques

##### a - Des substances eutrophisantes

Certaines substances, organiques ou minérales de l'effluent, sont des engrais lorsqu'elles sont déversées dans les rivières ou la mer. Elles provoquent une croissance excessive des végétaux, des algues en particulier. Les milieux aquatiques évoluent alors vers l'eutrophisation\*.

Les matières organiques sont utilisées par des bactéries et des champignons. Dans un premier temps, ces micro-organismes consomment l'oxygène dissous dans l'eau et asphyxient le milieu aquatique. Dans un deuxième temps, d'autres micro-organismes dégradent ce milieu par la fermentation de ces matières et des organismes morts.

La pollution par les matières organiques est désignée dans le vocabulaire de l'épuration des eaux sous le nom de : pollution carbonée.

Des matières minérales : nitrates et phosphates sont les substances premières responsables de la propriété eutrophisante des eaux usées.

La consommation d'oxygène par les micro-organismes est directement fonction de la concentration de l'effluent\* en matières biodégradables. Pour connaître cette concentration, on mesure la Demande Biochimique en Oxygène (D.B.O.) sur un échantillon de l'effluent. Cette mesure est longue à réaliser. On peut beaucoup plus rapidement

## 2. Le parcours de l'eau domestique

oxyder par une réaction chimique brutale tout ce qui est oxydable dans l'effluent et mesurer la quantité d'oxygène nécessaire à cette oxydation. C'est la Demande Chimique en Oxygène (D.C.O.).

La D.C.O. ne représente pas la quantité de polluants biodégradables, mais dans le cas d'une eau résiduaire urbaine, le rapport D.C.O./ D.B.O. est inférieur à 2, ce qui indique un effluent globalement biodégradable, donc un effluent qui peut être dépollué par un procédé biologique.

Il est indispensable de connaître de façon continue le débit de l'effluent arrivant à la station d'épuration et de prélever régulièrement des échantillons de cet effluent pour y mesurer la D.C.O. et la D.B.O. Ces mesures de débit et de demande en oxygène renseignent sur la charge de pollution que la station doit traiter.

### b - Des substances toxiques

L'effluent transporte des substances toxiques. On réunit dans cet exposé sous le nom de substances toxiques toutes les substances qui peuvent agir sur les êtres vivants en les tuant ou en modifiant leur physiologie.

- Des produits détergents peuvent gêner la biodégradabilité des substances présentes dans l'effluent, en plus du fait qu'eux-mêmes ne sont pas toujours complètement biodégradables.

- Les produits classés dans les pesticides, insecticides, fongicides, sont moins présents dans un effluent provenant des eaux résiduaires urbaines que dans les eaux d'infiltration sur un territoire agricole.

- Des métaux sont des substances toxiques : chrome, plomb, cadmium, mercure...

Ces métaux peuvent s'accumuler dans les organismes vivants et rendre leur masse polluante. Ainsi les boues issues du traitement de dépollution des eaux usées peuvent contenir des concentrations plus élevées en métaux lourds que l'effluent.

La liste des polluants toxiques ne peut pas être complète étant donnée la diversité des produits utilisés dans la vie courante pour : laver, désinfecter, parfumer, lustrer et soigner sa personne, son chien, ses plantes d'appartement.

## Nous sommes tous des pollueurs

L'effluent est le résultat des quantités d'eau consommées par les résidents de chaque habitation connectée au réseau des eaux usées, soit une moyenne de 150 litres par jour et par personne.

La pollution contenue dans cette eau est en premier lieu la pollution venant des sanitaires. Les excréments et l'urine sont riches en matières organiques (pollution carbonée) et en azote. Ces polluants se trouvent également fournis par les lavages, mais dans ce cas s'y ajoute la pollution par les produits contenant du phosphore.

On évalue la quantité de l'élément chimique azote (combiné sous toutes formes de molécules = azote Total) produite par individu à 15g / jour et celle du phosphore à 4g / jour.

Ces évaluations de la pollution moyenne dont chaque habitant est journellement le producteur, ont abouti à la définition d'une unité appelée : l'équivalent habitant. Connaissant la population connectée à un réseau d'eaux usées, on en déduit la pollution qu'il faudra traiter et donc les dimensions et caractéristiques de la station d'épuration.

# 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

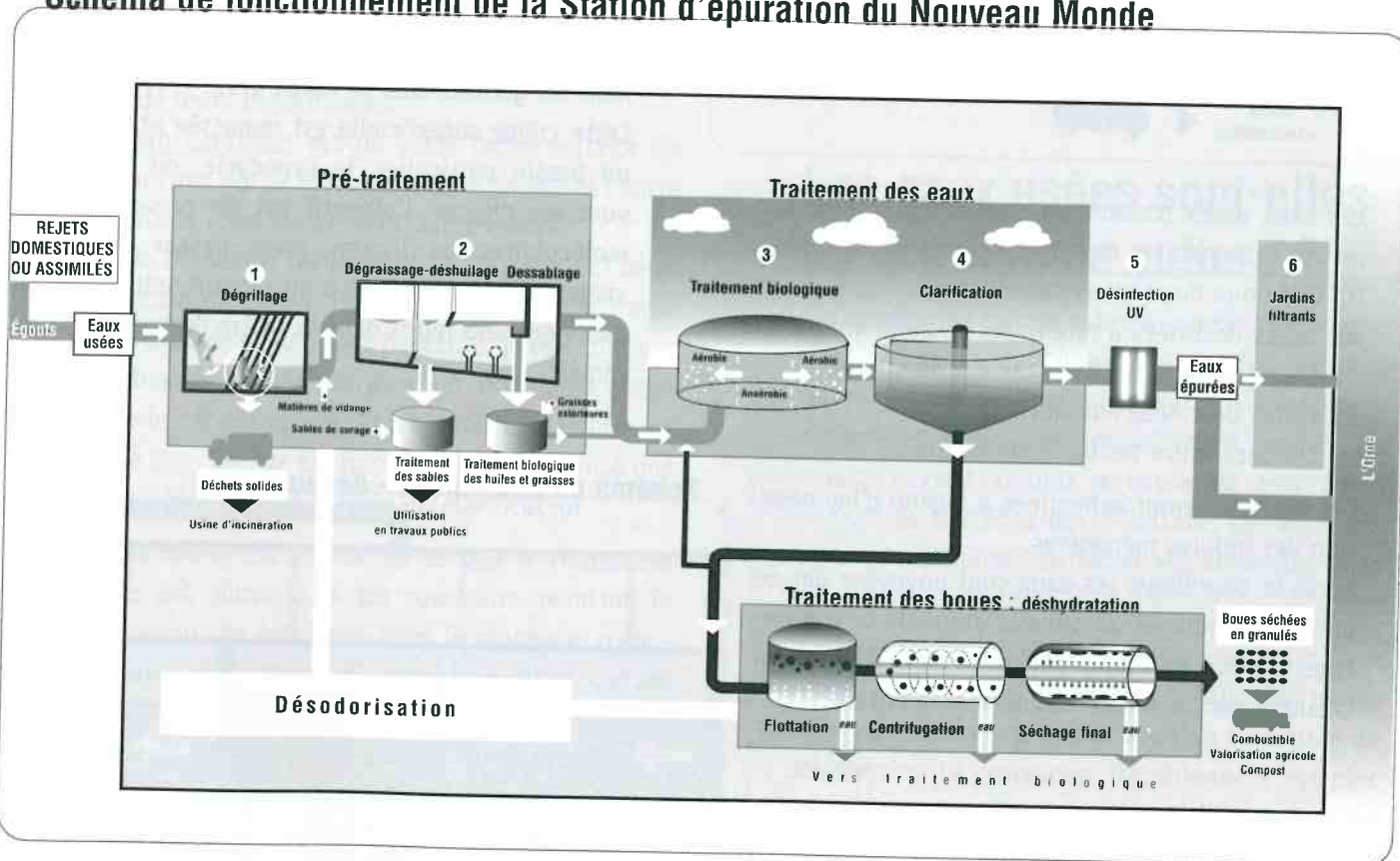
Les eaux usées doivent être débarrassées des matières polluantes en solution et en suspension. Le but n'est pas de transformer cette eau en eau potable (buvable par l'homme), mais de faire en sorte que son rejet dans l'Orne n'entraîne pas de phénomène d'eutrophisation, ni dépôt de boues. La pêche côtière et le tourisme balnéaire sur les portions de côte situées à proximité de l'estuaire de l'Orne pourraient être affectés par les virus, bactéries et parasites rejetés par l'agglomération. Le traitement des eaux usées de l'agglomération caennaise se doit d'être tel que le risque sanitaire soit le plus faible possible. Une station d'épuration moderne comme la Station du Nouveau Monde est une véritable usine où une succession d'opérations s'effectue dans un ordre défini. Les débits de l'eau entrant et sortant de la station sont constamment mesurés.

Pour épargner des nuisances olfactives aux habitants proches de son site, les techniques de désodorisation ont été appliquées aux bâtiments en construisant une usine sous cloche qui ne laisse échapper que de l'air lavé de ses odeurs nauséabondes.

La succession des opérations d'épuration utilise des procédés physiques, chimiques et biologiques. Ces procédés interviennent dans les étapes suivantes : le pré-traitement, le traitement biologique, la clarification, la désinfection. Au terme de ces étapes, des boues de station d'épuration se forment.

Ces boues suivent une série de traitements visant à éliminer l'eau et à éviter leur fermentation.

Schéma de fonctionnement de la Station d'épuration du Nouveau Monde



# 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

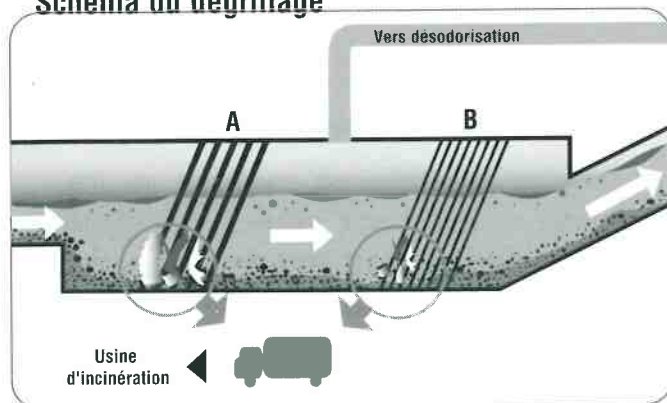
## 3.1 Le pré-traitement ou traitement primaire

Il consiste en un traitement physique visant à éliminer les déchets volumineux, les sables et graviers, les graisses et les huiles.

### LE DÉGRILLAGE

Cette première étape a pour objet de retirer les déchets les plus volumineux qui accompagnent les eaux usées : bois, papiers, débris de matière plastique, chiffons... Ces déchets ne pourront pas être digérés par les bactéries. Leur présence ne ferait que gêner leur travail et risquerait d'endommager les installations.

Schéma du dégrillage



Les eaux usées passent au travers d'une grille qui les retient à la manière d'un tamis ou d'une écumoire...

On distingue deux types de grilles :

- celles destinées à retenir les déchets grossiers. L'espace entre les barreaux est de 40 mm,
- celles destinées aux déchets fins. L'espace entre les barreaux est de 10 mm.

Ces déchets seront acheminés à l'usine d'incinération des ordures ménagères.

Après le dégrillage, les eaux sont envoyées par de puissantes pompes au premier étage de la station. Elles suivront les étapes suivantes de l'épuration en circulant par un simple écoulement gravitaire.

### LE DESSABLAGE

Les eaux usées charrient des sables et des graviers plus ou moins grossiers. Ces éléments pourraient user et gripper les pompes permettant la circulation de l'eau ; il convient donc de les éliminer.

Les grains de sable et les graviers sont plus denses que l'eau. Les eaux usées passent dans un bassin où le courant très lent permet à ces éléments de sédimenter au fond. Le fond du bassin est nettoyé par un racleur qui les élimine.

Ces sables et ces graviers sont souillés et il est interdit de les utiliser tels quels. Ils seront lavés (accompagnés des sédiments collectés lors des curages des réseaux) et entreposés dans un silo pour permettre leur valorisation.

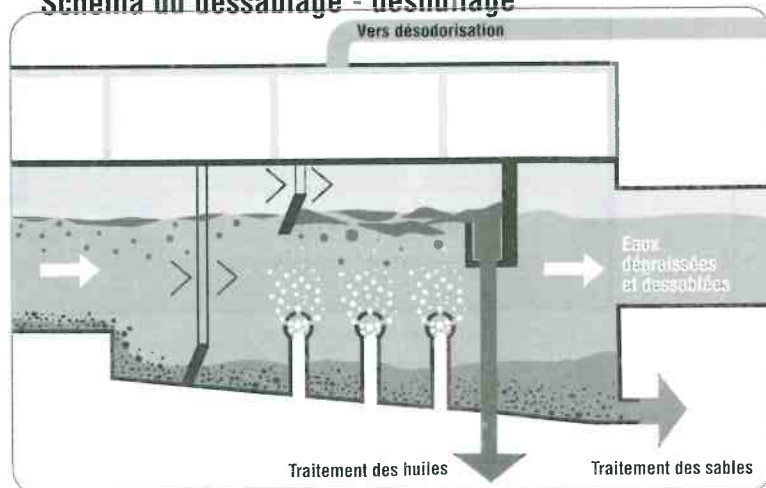
### LE DÉSHUILAGE - DÉGRAISSAGE

Les eaux usées contiennent des gouttelettes de corps gras : huiles, graisses en suspension. Ces corps gras moins denses que l'eau tendent à venir flotter et former une couche huileuse en surface de l'eau.

Dans le même bassin que l'opération de dessablage où le courant d'eau est très faible, de l'air est injecté. Les petites bulles d'air remontent vers la surface et entraînent les gouttelettes de corps gras.

Cette crème superficielle est ramassée et envoyée vers un bassin particulier, le Lypocycle, où des bactéries vont les digérer. L'objectif est de casser les chaînes moléculaires de lipides pour passer d'un produit visqueux très concentré à un produit soluble biodégradable qui sera repris dans la filière de traitement biologique.

Schéma du dessablage - déshuilage



# 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

Le temps moyen de parcours de l'eau dans la station est de 24 heures alors que le temps de dégradation des molécules de graisse est de 24 jours.

Si elles n'étaient pas traitées spécifiquement, elles traverseraient la station sans être dégradées et risqueraient même de perturber son fonctionnement (colmatage...).

La station étant équipée d'un système particulier de traitement des huiles et des graisses, elle accepte les déchets de cette nature (bacs à graisse) venant des industries, des commerces et des particuliers.

## 3.2 Le traitement biologique des eaux usées

Le but du traitement biologique est d'éliminer le plus possible de matières polluantes. Le métabolisme des bactéries leur fournit de l'énergie en oxydant une fraction des matières organiques.

Le carbone de ces matières se retrouve sous la forme de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>, le gaz carbonique) qui est dispersé dans l'atmosphère. Les bactéries utilisent l'autre fraction de ces matières organiques pour faire la synthèse de leurs constituants.

La pollution carbonée est de cette façon extraite de l'eau puisqu'une partie est transformée en gaz et l'autre est concentrée dans les cellules bactériennes.

L'intérêt du dispositif réside dans le brassage et l'aération du bassin où vivent les bactéries et dans le transfert en continu de l'eau et des bactéries qu'elle contient vers un bassin dit de clarification ou clarificateur. Les bactéries forment des amas dont l'ensemble est appelé : le floc. Le floc est normalement plus dense que l'eau ; il se dépose vers le fond du clarificateur.

L'eau superficielle est épurée de ce que le traitement biologique est parvenu à lui soustraire pendant le temps de séjour de cette eau dans le processus d'épuration. Cette eau épurée doit satisfaire à un certain nombre de critères fixés par arrêté préfectoral à l'exploitant de la station. L'eau épurée sera envoyée soit dans l'Orne, soit dans le canal, soit pour une faible partie dans les jardins filtrants. Dans tous les cas, elle subit un traitement de désinfection en période estivale.

Le bassin de clarification situé à l'air libre a une forme conique pour que le floc glisse vers le fond.

Le floc sédimenté et l'eau forment un liquide épais de teinte brunâtre : la liqueur mixte.

Cette liqueur est renvoyée dans le bassin de traitement biologique pour que les bactéries y continuent de vivre et d'effectuer leur travail de dépollution.

Mais la croissance et la multiplication des bactéries font que la quantité de floc augmente très rapidement. Il faut soutirer une partie de la liqueur mixte pour éliminer cet excès de floc.

La liqueur mixte contient beaucoup d'eau. Par différents traitements, cette eau sera éliminée (*se reporter au chapitre : Traitement des boues*) et la liqueur mixte va de plus en plus ressembler à de la boue. Cette boue de station d'épuration n'est donc pas de la terre diluée. Le fait d'aérer fortement l'eau en cours de traitement dans le bassin de traitement biologique active les bactéries aérobies du floc. L'expression boue activée peut être comprise ainsi.

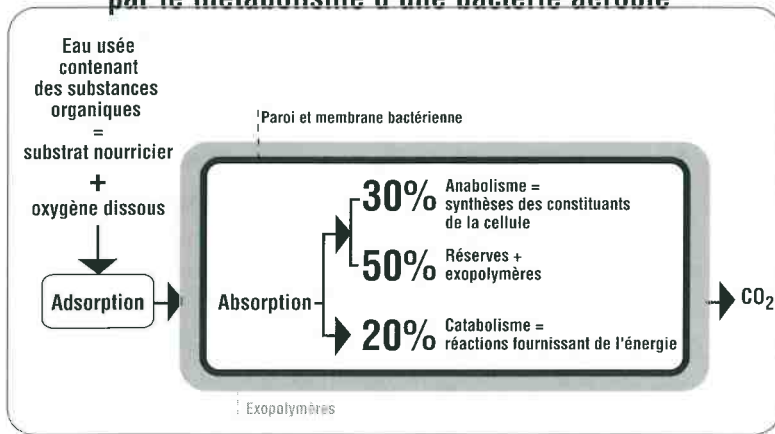
## Les eaux usées sont-elles un bouillon de culture ?

Un bouillon de culture est une solution très nutritive utilisée au laboratoire pour cultiver les bactéries. Ces micro-organismes s'y multiplient rapidement et le bouillon coloré, mais limpide au début, devient trouble à cause du très grand nombre de bactéries qui y flottent. Les bactéries s'y sont multipliées de façon exponentielle, mais en restant dispersées.

Aussi grises et nauséabondes que soient les eaux usées, elles sont cependant beaucoup moins riches en nutriments que le bouillon de culture du laboratoire. La croissance bactérienne y est plus lente, mais la différence essentielle est que les bactéries se collent les unes aux autres par une sécrétion formant une sorte de gelée appelée exopolymère.

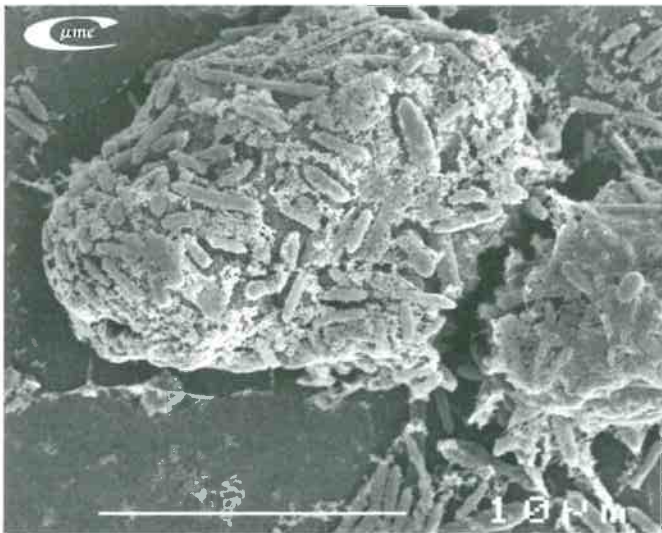
# 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

## Schéma de l'utilisation des matières organiques des eaux usées par le métabolisme d'une bactérie aérobie



Les bactéries sont agglutinées en petites masses floconneuses irrégulières. Cette propriété de multiplication bactérienne est appelée : la croissance floculée. Ces petits flocons présentent deux caractéristiques qui en font des outils de la dépollution :

- Ils sont plus denses que l'eau et ont tendance à couler. Il sera donc facile de les séparer de l'eau en laissant celle-ci se clarifier par décantation.
- La gelée collant les bactéries adsorbe des produits en solution et colle des matières en suspension.

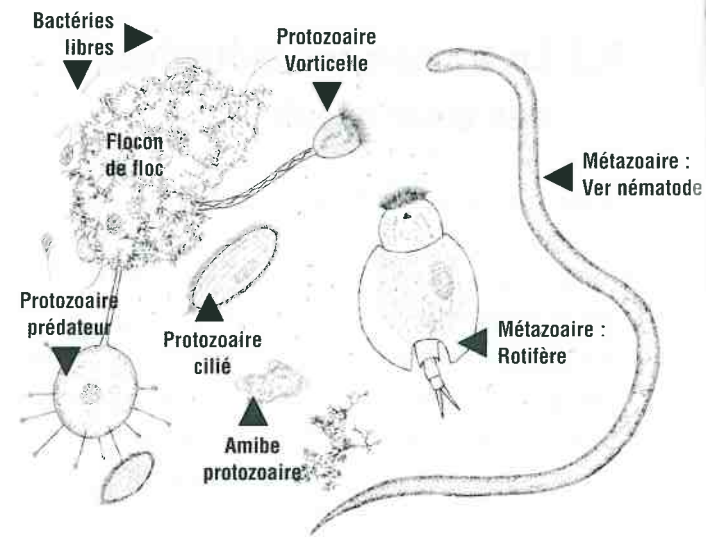


Bactéries agglutinées en amas dans du purin d'ortie, à l'image des bactéries agglutinées dans le floc.  
Image de microscopie électronique à balayage  
1μm = 0,001mm

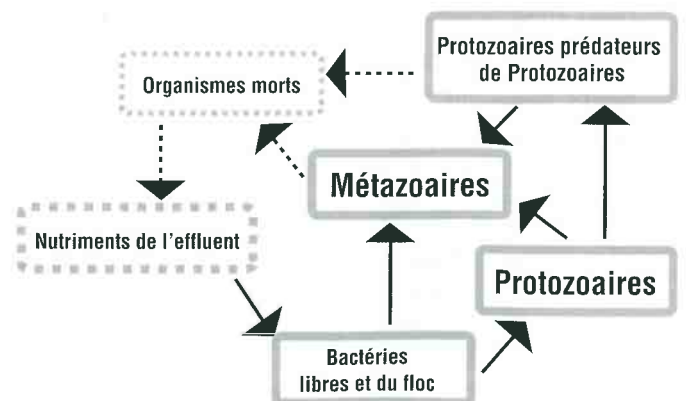
L'ensemble des flocons de bactéries agglutinées forme le floc. Sa composition est la suivante :

- des bactéries de différentes espèces mais dont les plus importantes pour le mécanisme de l'épuration sont :
  - . des bactéries autotrophes aérobies strictes des genres *Nitrosomonas* et *Nitrobacter*.
  - . Des bactéries hétérotrophes aérobies facultatives du genre *Pseudomonas*.

## 3.3 Le floc : un microcosme impitoyable



Un litre de floc contient beaucoup d'êtres vivants, mais les espèces qu'ils représentent sont beaucoup moins diversifiées que dans les milieux naturels. Les espèces du floc sont uniquement celles capables de résister aux conditions de vie très sévères dans les bassins du traitement biologique et aux différents polluants contenus dans les eaux usées. Ces espèces sont cependant liées entre elles dans un réseau trophique simplifié.



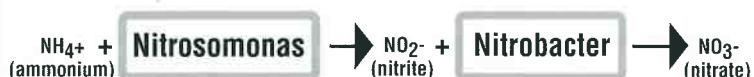
Flèches dans le sens du flux de matière.

# 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

## 3.4 Boues activées et azote propre

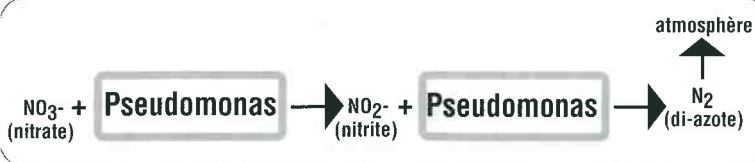
La principale source d'azote transportée dans l'effluent d'eaux usées urbaines est l'urine qui contient en particulier de l'urée et de l'acide urique. Ces matières sont transformées par des bactéries en ammonium :  $\text{NH}_4^+$ . Cette réaction d'ammonification donne un effluent avec de l'azote sous forme ammoniacale toxique pour la faune aquatique. L'effluent est très pauvre en oxygène dissous.

La première étape d'élimination de cette pollution azotée est la transformation de cet ammonium en nitrate par les bactéries *Nitrosomonas* et *Nitrobacter*. C'est le processus de la nitrification biologique. Ces bactéries sont strictement aérobies et elles exigent que l'effluent soit vigoureusement brassé et aéré par insufflation d'air au travers de matériaux poreux.



La partie aérobie du bassin de traitement biologique est une fabrique de nitrates. Ces nitrates sont des substances polluantes eutrophisantes. Les stations d'épuration modernes comme la station du Nouveau Monde prolongent le traitement biologique pour éliminer ces nitrates.

Une partie du bassin de traitement biologique n'est pas aérée. L'effluent mélangé à de la liqueur mixte s'y trouve en condition d'anoxie. Dans ces conditions, d'autres bactéries du genre *Pseudomonas* vont réduire ces nitrates en effectuant une dénitrification biologique. La dénitrification aboutit à la formation de di-azote :  $\text{N}_2$  qui est le composant majoritaire de l'atmosphère (78%).



Le processus complet du traitement biologique fait alterner les phases aérobies et anaérobies et transforme les matières azotées sales de l'effluent en azote atmosphérique que l'on peut qualifier d'azote propre car il n'est plus polluant.

## 3.5 L'élimination du Phosphore

Les matières contenant du phosphore assimilable par les plantes comme les phosphates, sont des engrais efficaces qui deviennent des polluants eutrophisants lorsqu'ils sont en forte concentration dans les milieux aquatiques. La réglementation exige que les grandes stations d'épuration des eaux usées urbaines dépolluent l'effluent de son phosphore.

**La station du Nouveau Monde procède à cette dépollution en utilisant le traitement biologique auquel est adjoit un traitement chimique.**

Les bactéries du floc prélèvent le phosphore de l'effluent pendant la phase aérobie du traitement biologique. Cette absorption et accumulation de phosphore est excédentaire par rapport aux besoins du métabolisme des bactéries. Lorsque le floc passe en anaérobiose, les bactéries sont stressées et perdent seulement une partie du phosphore stocké. Le soutirage du floc permet donc de retirer une fraction du phosphore de l'effluent entraîné avec la masse des cellules bactériennes qui seront prises dans la boue.

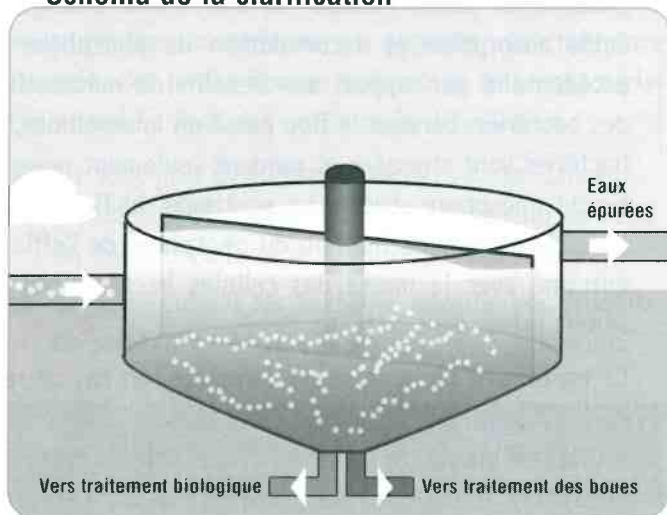
Ce traitement biologique est complété, en cas de rejet dans le canal, par un traitement chimique qui consiste à **injecter un sel de fer** non toxique dans le bassin. Le phosphore relargué par les bactéries stressées en anaérobiose, réagit avec le sel de fer pour former du phosphate de fer insoluble dans l'eau. Le phosphate de fer est sous la forme de petits flocons ; un précipité dit-on en chimie. Ces flocons de précipité vont suivre la même destinée que le floc. Ils seront soutirés et seront mélangés à la boue.

## 3.6 La clarification

L'eau chargée de flocons bactériens et de précipités de phosphate coule vers d'autres bassins à ciel ouvert. Ces bassins ont une forme conique dont leur sommet est dirigé vers le fond. Ils sont surmontés par un pont tournant qui entraîne un racleur passant sur les parois inclinées du bassin. L'eau boueuse est amenée au centre de ces bassins.

Sans agitation, les flocons se sédimentent et descendent vers le fond où ils sont renvoyés vers les bassins de traitement biologique pour continuer leur travail de digestion sur les nouvelles eaux usées qui arrivent. La part de boues en excès va être dirigée vers les traitements des boues pour y être deshydratée.

Schéma de la clarification



En surface, l'eau est claire et doit être dépourvue de flocons et de mousses. Elle est collectée et peut être rejetée dans la rivière sans autre traitement si les virus, bactéries et parasites qu'elle contient ne sont pas susceptibles de porter préjudice à une activité humaine.

## Quelle réutilisation peut-on faire des eaux usées épurées ?

Les eaux usées épurées contiennent encore :

- des bactéries, des virus, des œufs et des kystes de parasites,
- une faible quantité de matières en suspension,
- des substances solubles non biodégradables ou incomplètement dégradées.

Dans notre région où la ressource en eau est en général abondante, le retour au milieu naturel : rivière, eaux littorales est la destination des eaux épurées. Les critères de qualité d'épuration imposés aux stations d'épuration visent à ce que ces eaux épurées ne perturbent pas ces milieux et leur permettent d'auto-épurer la fraction de pollution résiduelle.

La position géographique de la station d'épuration du Nouveau Monde fait que les eaux épurées déversées dans l'Orne ou le canal de Caen à la mer ont un impact sur la qualité des eaux du canal, de la baie d'Orne et des eaux littorales limitrophes. Ces masses d'eau servent à différents usages : activités portuaires, baignade, pêche et sports nautiques. Le rejet d'une eau seulement épurée pénaliserait la baignade, la pêche et les sports nautiques qui peuvent être limités ou interdits si les critères de qualité de l'eau se référant à leur pratique ne sont pas réunis. Pour éviter ces conséquences, la station d'épuration du Nouveau Monde est équipée d'un dispositif de désinfection de l'eau épurée par un traitement aux rayons ultraviolets. Un second dispositif expérimental consiste en la création d'une zone humide artificielle appelée : "jardins filtrants".

# 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

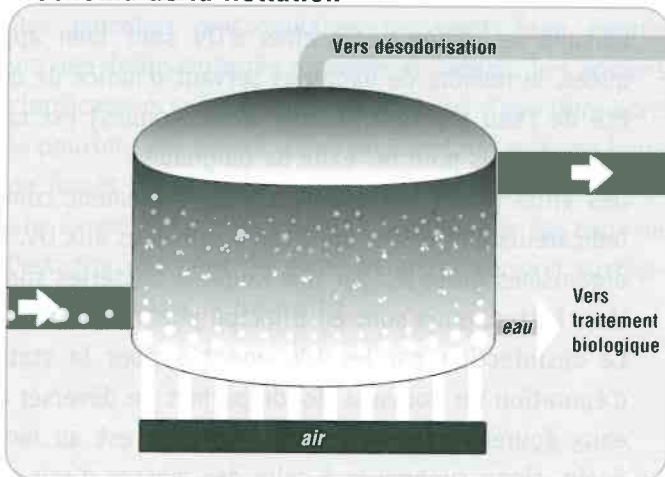
## 3.7 Le traitement des boues

La boue très liquide recueillie à la base des bassins de clarification va subir trois traitements successifs pour en diminuer la teneur en eau et éviter sa fermentation : la flottation, la centrifugation, le séchage.

### La flottation

La boue liquide est amenée dans une cuve cylindrique où de très fines bulles d'air sont injectées depuis le fond. Ces fines bulles se collent aux éléments du floc qui de ce fait deviennent moins denses et montent en surface. La surface de la cuve est écremée du floc aggloméré. La boue résultant de l'opération ne contient plus que 97% d'eau.

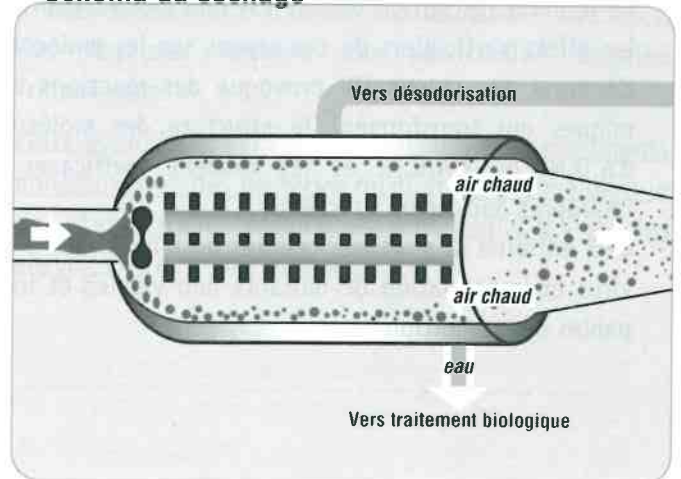
#### Schéma de la flottation



### Le séchage

Les boues pâteuses sont introduites dans un cylindre rotatif dont la paroi est chauffée. Au fur et à mesure de la progression dans le cylindre, la teneur en eau s'abaisse jusqu'à 10%. Ces boues séchées peuvent être agglomérées en granulés et stockées avant une utilisation ultérieure comme combustible ou comme amendement. La production annuelle de boues de la station du Nouveau Monde est actuellement de 5000 tonnes.

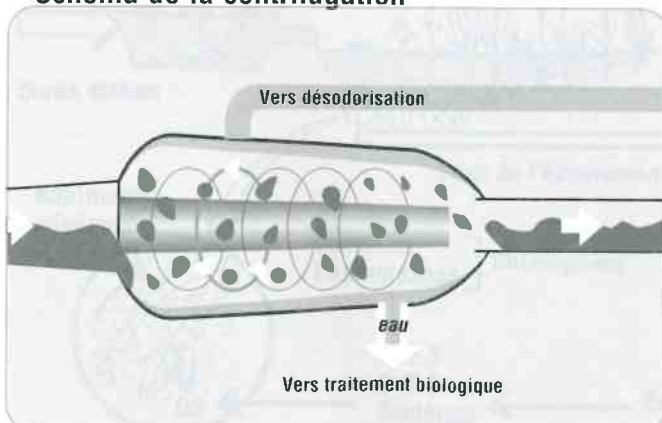
#### Schéma du séchage



### La centrifugation

Après ajout de substances agglomérantes, des centrifugeuses vont essorer cette boue en continu. Il en ressort une pâte ne contenant plus que 80% d'eau.

#### Schéma de la centrifugation



# 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

## 3.8 La désinfection par les ultraviolets

La première qualité requise pour un procédé de désinfection est d'être efficace sur les micro-organismes pathogènes, mais ce procédé ne doit pas former de produits nocifs pour l'homme ou le milieu aquatique. L'utilisation du rayonnement ultraviolet répond à ces exigences.

### Comment agissent-ils ?

Les molécules d'A.D.N. (acide désoxyribonucléique) qui sont le support génétique du fonctionnement des cellules absorbent les UV. Chez certains virus où l'A.R.N. (acide ribonucléique) remplace l'A.D.N., cette molécule absorbe également les UV.

Le terme d'absorption des UV est une façon d'exprimer les effets particuliers de ces rayons sur les molécules. L'énergie des rayons UV provoque des réactions chimiques qui transforment la structure des molécules d'A.D.N. ou d'A.R.N. et les rendent inefficaces et impropres dans leurs fonctions.

Ceci entraîne la mort des cellules ou l'inactivation des virus et la formation de mutants non viables et incapables de se multiplier.

### Sont-ils efficaces ?

Des UV sont produits par les réactions nucléaires dans le soleil. L'exposition de nos cellules aux UV présente les mêmes risques d'induction de mutations à l'origine de cancers cutanés.

De la même façon, les UV sont efficaces si le coup de soleil donné aux micro-organismes pathogènes est assez fort. Les rayons UV sont peu pénétrants et ils ne doivent pas être arrêtés par des matières en suspension qui joueraient le rôle de filtre. L'exposition doit être assez longue pour qu'une dose mortelle de rayonnement élimine les micro-organismes les plus résistants.

Lorsque les doses nécessaires d'UV sont bien appliquées, le nombre de bactéries servant d'indice de qualité de l'eau (*Escherichia coli*, Entérocoques) est celui qui est admis pour les eaux de baignade.

Des virus (bactériophages) utilisés également comme indicateurs d'infection sont aussi sensibles aux UV. Les organismes protégés par une coque : bactéries sporulées, kystes, œufs sont en principe plus résistants.

La désinfection par les UV, adoptée pour la station d'épuration du Nouveau Monde permet de déverser des eaux épurées dont la qualité sanitaire est au moins égale, sinon supérieure à celle des masses d'eau avec lesquelles elle se mélange.

# 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

## 3.9 Une zone humide artificielle

Le site de l'ancienne station d'épuration, les terrains bordant le cours de l'Orne et la réserve foncière prévue pour une extension (se reporter aux maquettes exposées dans la salle d'accueil), forment une enclave où Caen la mer mène une opération de reconstitution d'un milieu humide diversifié avec une flore et une faune spécifiques.

Ce milieu en bordure de l'Orne peut servir de zone d'expansion de crue lorsque le débit du fleuve en crue se conjugue à une haute mer de vive-eau.

Cette opération a consisté en la réutilisation de bassins de l'ancienne station d'épuration et en l'installation de **jardins filtrants**®. Ces jardins doivent pouvoir recevoir 15% du débit des eaux épurées.

Des parcelles rectangulaires reçoivent l'eau épurée via des drains enterrés disposés en râteau. Les anciens clarificateurs sont devenus des bassins d'eau libre dont le pourtour est planté. L'eau excédentaire suit une ligne de fossés parallèles aux parcelles et rejoint l'Orne par une vanne à clapet qui interdit la remontée des eaux de l'estuaire chargées de matières en suspension susceptibles d'envaser le dispositif.

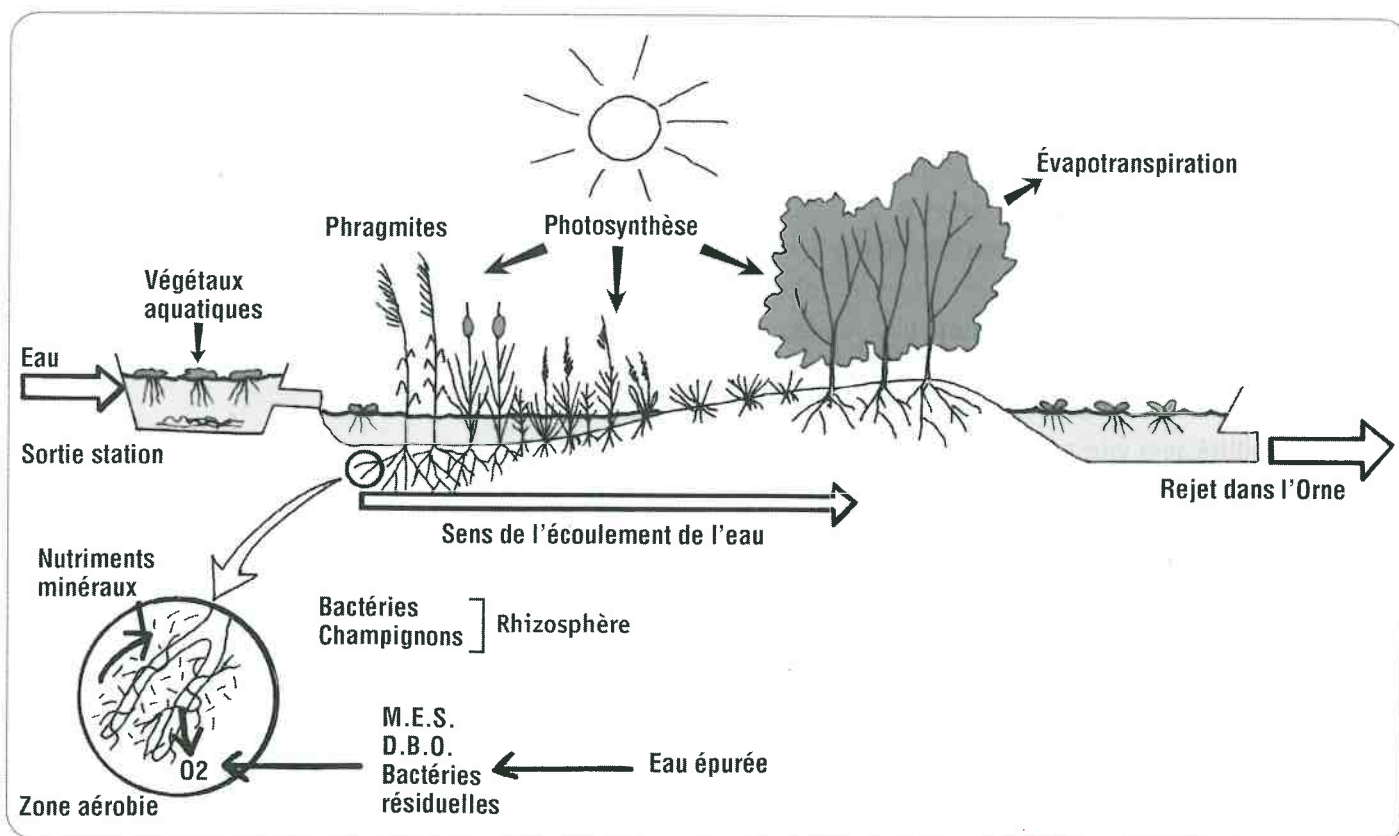
### A) L'UTILISATION DU "ROSEAU FILTRANT"

Les parcelles de jardin ont un sol dont tous les espaces sont remplis d'eau. Cette eau contient peu d'oxygène dissous.

Dans un sol normal, les particules minérales ou organiques laissent entre elles des espaces, des pores dont une partie contient de l'air. L'oxygène de cet air diffuse dans l'eau du sol. Il est indispensable à la respiration des cellules végétales des racines.

Les roseaux plantés appelés "phragmites" dégagent de l'oxygène grâce à la photosynthèse. Une partie de cet oxygène est conduite jusqu'aux rhizomes et aux racines dont les cellules peuvent ainsi respirer. Cet oxygène dirigé vers les racines diffuse dans le sol et y crée une zone aérobie. Comme chez beaucoup de végétaux, les racines de ces plantes sont associées à des champignons filamenteux et à des bactéries. Ces végétaux forment une association appelée "rhizosphère".

Cette association permet une utilisation des nutriments minéraux avec des bactéries nitrifiantes comme dans le floc. Les matières organiques sont dégradées par les enzymes et des champignons.



# 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

## **B) DES BASSINS ET DES FOSSÉS POUR DES VÉGÉTAUX FLOTTANTS OU IMMERGÉS**

L'eau des fossés et des bassins est un milieu où vivent d'autres végétaux fixés ou planctoniques ainsi qu'un plancton animal. Un réseau trophique en milieu aquatique se développe dans ce milieu qui peut être rapproché pour ce qui concerne l'épuration du fonctionnement de bassins de lagunage.

## **C) LES JARDINS FILTRANTS SONT SOUMIS AUX SAISONS**

Les arbres, arbustes et d'une façon générale, tous les végétaux de ces jardins sont soumis à l'alternance des saisons qui se traduit en hiver par la mise en repos de la photosynthèse et de l'évapotranspiration des parties aériennes. Le filtre de rhizomes des phragmites est protégé par les tiges sèches et mortes de l'ensemble des roseaux d'une parcelle, mais les synthèses de matières organiques par les parties aériennes des végétaux sont arrêtées.

La phytorestauration dans les parcelles de phragmites ne peut plus s'effectuer que par l'intermédiaire des algues, cyanobactéries, bactéries et champignons de la rhizosphère des végétaux plantés. En période de végétation active, l'ensemble des végétaux des jardins filtrants peut apporter son concours en complétant l'épuration des eaux usées. Cependant ces végétaux adaptés à un sol noyé ou très humide peuvent souffrir de sécheresse, si les besoins en eau du canal font concurrence à l'alimentation des jardins filtrants.

Cette aire paysagère présente un intérêt pédagogique car en plus de l'exposé du système de phytorestauration, elle permet l'étude d'adaptations du règne végétal au milieu aquatique, l'observation d'une microflore de diatomées, cyanobactéries, algues planctoniques et filamenteuses, de Protozoaires...

Au fur et à mesure du développement végétal, cet îlot de tranquillité sera vite adopté par beaucoup d'oiseaux profitant du couloir formé par la rivière pour communiquer avec les zones naturelles de l'estuaire.

# 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

## 3.10 La désodorisation

### Origine des mauvaises odeurs

Les populations qui vivaient à proximité de l'ancienne station d'épuration qui fonctionnait à l'air libre se plaignaient fréquemment de "mauvaises odeurs" d'œuf pourri, de choux pourri, d'ammoniac... Ces odeurs étaient dues à des molécules en très faible concentration dans l'air ambiant (quelques  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air).

Ces molécules proviennent de l'action des bactéries aux différentes étapes du traitement.

- Pendant le transit des eaux usées qui n'ont pas à l'origine un parfum agréable : l'effluent dégage de l'ammoniac, des mercaptans (molécules organiques contenant du soufre, émises par les matières en décomposition).
- Des molécules malodorantes sont également entraînées dans l'air à chaque étape du traitement qui utilise une insufflation d'air.
- Le traitement anaérobie s'accompagne aussi d'un dégagement de gaz nauséabonds. Enfin, les boues, pendant qu'elles épaississent, sont une des sources les plus importantes de mauvaises odeurs.

Ces mauvaises odeurs sont sensibles pour des concentrations plus faibles que celles donnant des effets toxiques. Elles constitueraient une réelle nuisance olfactive pour les habitants de MONDEVILLE, COLOMBELLES, HEROUVILLE-SAINT-CLAIR, BLAINVILLE-SUR-ORNE, si la station du Nouveau Monde ne désodorisait pas l'air pendant l'épuration de l'eau : la station du Nouveau Monde possède "un bel aérateur pour manger les odeurs"<sup>2</sup>.

## Principe de la désodorisation

- a- La station est ventilée "sous cloche".  
Tous les locaux et équipements à l'exception des clarificateurs, sont couverts et fermés. L'air ambiant y est aspiré et conduit vers des tours de désodorisation avant d'être expulsé à l'extérieur.
- b- L'air est lavé de ses mauvaises odeurs.  
Les composés malodorants sous forme gazeuse sont transférés dans de l'eau par un passage forcé de l'air successivement dans trois enceintes cylindriques garnies d'un matériau alvéolé : des tours de lavage.  
Ce matériau alvéolé comme une éponge offre le maximum de contact entre l'air et des solutions de produits chimiques. Ces solutions captent et neutralisent les molécules malodorantes.  
Ce lavage chimique permet d'atteindre de très bons rendements de désodorisation. La station du Nouveau Monde répond ainsi aux normes imposées pour permettre une meilleure protection de l'environnement.

<sup>2</sup> Dans la chanson "la complainte du progrès" de Boris VIAN

## 3. La station d'épuration du Nouveau Monde

### 3.11 La station en chiffres

#### STATION D'ÉPURATION DU NOUVEAU MONDE

DATE DE MISE EN SERVICE

**1<sup>er</sup> juin 2003**

SUPERFICIE DU SITE

**30 hectares**

FONCTIONNEMENT

**24h/24**

PERSONNEL

**20 personnes**

CAPACITÉ ACTUELLE DE TRAITEMENT

**45 000 m<sup>3</sup>/jour**

(potentiel de 56 500 m<sup>3</sup> à terme)

LA STATION COUVRE LES BESOINS D'UNE POPULATION DE

**240 000 habitants**

(avec un potentiel de 332 000)

QUANTITÉ DE BOUES PRODUITES

**5 000 tonnes/an**

SUPERFICIE DES JARDINS FILTRANTS

**11 hectares**

DÉBIT MAXIMUM D'ENTRÉE AUTORISÉ

**6 500 m<sup>3</sup> heure**

## 4. Des pistes d'activités pédagogiques

Le thème de l'eau est un sujet idéal pour mener un projet d'éducation à l'environnement. Il permet de s'interroger sur son environnement local tout en le situant dans un contexte national et planétaire. Il permet également de développer des pistes d'investigation, des méthodes d'enquêtes, de penser des démarches expérimentales et de structurer une démarche systémique.

Ainsi, les enfants pourront construire un projet leur permettant de :

### ■ S'interroger sur leur environnement.

- Qu'est-ce qu'un bassin versant ?
- D'où proviennent les eaux de l'école de la commune ?
- Quelles sont les qualités de l'eau ?
- Quelles quantités d'eaux sont liées à la consommation humaine ?
- Que deviennent les eaux usées ?

### ■ Déterminer la qualité d'un cours d'eau en fonction de différents paramètres :

- chimiques,
- bactériologiques,
- biologique : l'auto-épuration, l'écosystème rivière.

### ■ Identifier et expliquer le principe des procédés de traitement des eaux :

- eaux potables,
- eaux usées (individuel / collectif).

### ■ Identifier les différents usages de l'eau :

- domestiques,
- agricoles,
- industriels.

### ■ Identifier les impacts des activités humaines sur les cours d'eau.

### ■ Identifier les différents acteurs politiques, administratifs et techniques, du local au national.

# 5. Sélection bibliographique

## L'ABCdaire de l'eau

Auteur : H. MANEGLIER et M. SCHLEISS  
Editeur : FLAMMARION,  
AGENCE DE L'EAU SEINE NORMANDIE, 2000  
Type : Livre / Nature : DOCUMENTAIRE

## Les classes d'eau, livre de bord

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : AGENCE DE L'EAU SEINE NORMANDIE  
Type : Livret / Nature : DOSSIER PÉDAGOGIQUE  
Il existe toute une série de livres de bord couvrants  
tous les niveaux de la maternelle à la terminale.

## L'eau, carnet de bord

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : COLLEGE MOLIERE DE L'AIGLE, 1990  
Type : Livret / Nature : ACTIVITÉ PÉDAGOGIQUE

## L'eau dans la ville

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : CRDP LYON, 1998  
Type : Livret / Nature : DOSSIER PÉDAGOGIQUE

## L'eau dans la ville (n°1073)

Editeur : PEMF, 1995  
Type : Revue

## L'eau pour tous, tous pour l'eau !

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : ARIENA, 1998  
Type : Livret / Nature : ACTIVITÉ PÉDAGOGIQUE

## Éduquer à l'environnement & construire sa citoyenneté

Un PEC : l'eau un bien précieux  
Auteur : J.GARRET  
Editeur : CRDP AMIENS, 2002  
Type : Livre / Nature : DOSSIER PÉDAGOGIQUE

## Fiches Inf'Eau

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : AGENCE EAU SEINE-NORMANDIE, 2000  
Type : Dossier / Nature : DOCUMENTAIRE

## Fonctionnement des stations d'épuration

Auteur : MISSONNIER, GOURIO  
Editeur : AGENCE EAU SEINE-NORMANDIE, 1988  
Type : Livret / Nature : DOCUMENTAIRE

## Le fonctionnement du service de l'eau en France

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : CIEAU, 1999  
Type : Document / Nature : DOCUMENTAIRE

## Le grand livre de l'eau

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : LA CITÉ DES SCIENCES, 1990  
Type : Livre / Nature : DOCUMENTAIRE

## Je, tu, il, larguons les amarres

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : MAISON DE LA NATURE DE SUNDGAU, 2003  
Type : Document / Nature : DOSSIER PÉDAGOGIQUE

## Le magazine de Minéralix

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : PERRIER VITTEL France, 2000  
Type : Livre / Nature : DOCUMENTAIRE

## Le monde de la rivière : parcours pédagogique au fil de l'eau

D. DURAND, M-C. COLLIOU, V. LEFEBVRE  
Editeur : CRDP BRETAGNE, 2002  
Type : Livre / Nature : DOSSIER PÉDAGOGIQUE

## Les petits débrouillards : A la découverte de l'eau

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : ALBIN MICHEL, 1999  
Type : Mallette / Nature : ACTIVITÉ PÉDAGOGIQUE

## Pollution et épuration de l'eau

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, 1993  
Type : Livret / Nature : DOCUMENTAIRE

## Qu'est-ce que l'épuration ?

Auteur : G. CASTEIGNAU  
Editeur : MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, 1990  
Type : Livret / Nature : DOCUMENTAIRE

## La rivière m'a dit : observer, comprendre, créer

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : FRAPNA, 2001  
Type : Mallette / Nature : ACTIVITÉ PÉDAGOGIQUE

## Les usages de l'eau en chiffres

Auteur : COLLECTIF  
Editeur : CIEAU, 2000  
Type : Livret / Nature : DOCUMENTAIRE

## 100 mots pour comprendre l'eau

Auteur : R. FIDENTI  
Editeur : COM & CO, 1991  
Type : Livre / Nature : DOCUMENTAIRE

# 6. Sites internet

## 6.1 Sites publics, institutionnels

### **www.environnement.gouv.fr**

Site du Ministère de l'écologie et du développement durable.

### **www.eaufrance.com**

Site des agences de l'eau.

### **www.aesn.fr**

Site de l'Agence de l'Eau Seine Normandie. On peut y retrouver les informations sur le dispositif "classe d'eau".

### **www.oieau.fr**

Site très riche en informations générales. Nombreux liens.

## 6.2 Sites pour enseignants et scolaires

### **www.fnh.org**

Nombreuses informations générales, fiches pédagogiques à disposition pour réalisation d'activités en classe ou en visites (étude cours d'eau...).

### **www.cite-sciences.fr**

Activités scientifiques.

### **www.generale-des-eaux.com**

Possède un coin enfant avec un jeu de découverte. Des documents peuvent servir pour des dossiers d'élèves. Des adresses utiles et des listes bibliographies sont également présentes.

### **www.h2o.net**

Site sur l'actualité de l'eau, les ressources dans le monde... Une multitude de dossiers utiles pour la classe.

### **www.h2otetards.net**

Site pour les enfants (jeux, activités) mais aussi des ressources pour les enseignants.

### **www.cieau.fr**

Information générale sur le cycle de l'eau et un coin pour enfants avec des animations interactives.

### **www.cnrs.fr**

Des photos et des documents illustrés intéressants pour la classe.

### **www.ec.gc.ca/water/fr**

Site canadien très complet, possibilité de téléchargement de fiches pour enfants.

# 7. Lexique

## Aérobie

Organisme nécessitant la présence de la molécule de di-oxygène ( $O_2$ ), pour vivre.

## Autotrophe

Un être vivant est autotrophe pour le carbone quand il utilise le carbone minéral du  $CO_2$  pour faire la synthèse de matière organique.

## Azote

L'atome de ce corps élémentaire fut ainsi baptisé parce que le gaz formé de molécules de di-azote ( $N_2$ ) ne permet pas d'entretenir la vie : azoïque = sans vie. Ce corps entre dans la composition de très nombreuses matières organiques ou minérales et il est de première importance dans tous les procédés d'épuration. Ses méthodes de dosage sont différentes en fonction de la nature des matières dans la composition desquelles il entre ; ce qui donne des désignations différentes de l'azote.

## Biodégradable

Propriété de certaines molécules susceptibles d'être coupées en molécules plus petites par les réactions du métabolisme des êtres vivants.

Les produits issus de ces réactions sont souvent, mais pas obligatoirement, moins polluants pour l'environnement. Le métabolisme peut former des molécules plus toxiques que celles de la substance polluante d'origine. Il ne faut pas confondre la biodégradation avec la bioaccumulation ou la bioconcentration = concentration dans un organisme d'une substance à des niveaux supérieurs à ceux dans lesquels elle se trouve dans le milieu de vie.

## Décantation

Opération destinée à débarrasser un liquide de ses impuretés en les laissant se déposer au fond d'un récipient par sédimentation.

## Egout

Conduit pour l'écoulement des eaux usées. Aujourd'hui, on parle de réseau d'assainissement d'eaux usées.

La "bouche d'égout", désormais appelée bouche d'engouffrement, ne sert que pour les eaux pluviales.

## Effluent

Liquide (ou gaz) qui sort. On note que par rapport au fonctionnement de la STEP, le terme juste serait "affluent" (du latin *affluere* = couler vers) puisque les eaux usées coulent vers la STEP.

Le mot est par contre juste s'il se rapporte aux eaux usées qui sortaient de la cité romaine par le grand égout *cloaca maxima*.

## Eutrophisant

Provoque l'eutrophisation

## Eutrophisation

Prolifération de végétaux dans un milieu aquatique. La mort des couches végétales, leur accumulation et leur décomposition entraînent une chute de la concentration en oxygène dissous dans l'eau et l'asphyxie des êtres vivants qui utilisent cet oxygène pour respirer.

## Hétérotrophe

Un organisme hétérotrophe pour le carbone a besoin de matière organique pour faire la synthèse de sa propre matière organique.

## Matière

La matière peut-être :

- un corps pur élémentaire formé d'atomes identiques, par ex. une masse de fer.
- un corps pur composé d'atomes différents, par ex. l'alcool éthylique.

Cette matière peut se trouver suivant sa composition et les conditions de température et de pression sous des états physiques différents : solide, liquide ou gazeux.

## Matière en suspension (M.E.S.)

Matières non dissoutes contenues dans l'eau. Elles comptent à la fois des éléments minéraux (sable, argile) et des éléments organiques (fragments végétaux par exemple).

On exprime les quantités de M.E.S. en mg/l.

## **Matière minérale**

---

Matière formée par des molécules où peuvent être associés toutes sortes d'atomes. Le carbone peut s'y trouver sous la forme oxydée (par exemple :  $\text{CO}_2$  = dioxyde de carbone,  $\text{CO}$  = monoxyde de carbone), mais pas sous la forme réduite.

Les sulfates, chlorures, phosphates, nitrites, nitrates... sont des matières minérales solubles dans l'eau : lire la composition chimique des bouteilles d'eau minérale.

## **Matière organique**

---

Matière formée par des molécules où sont associés des atomes de carbone, hydrogène, oxygène, auxquels peuvent s'ajouter d'autres atomes comme ceux d'azote, phosphore, soufre...

Ces molécules contiennent du carbone sous forme réduite : C-Hydrogène. Ces molécules forment la matière vivante, ses sécrétions et certains de ses déchets.

## **Métabolisme**

---

Ensemble des réactions chimiques qui se produisent dans un être vivant. Le métabolisme comprend le catabolisme et l'anabolisme.

Le catabolisme groupe les réactions de dégradation dont celles fournissant de l'énergie. L'anabolisme correspond à l'ensemble des réactions de synthèse formant les molécules complexes de la matière vivante avec consommation d'énergie.

## **Micromètre**

---

$\mu\text{m}$  = millième de millimètre = 0,001 mm.

Un globule rouge humain mesure environ  $7\mu\text{m}$  de diamètre.

## **Solution**

---

Une solution est obtenue lorsqu'une substance liquide : eau, alcool, acétone... pénètre et divise un corps solide en particules invisibles. Une solution est transparente, mais elle peut être colorée. Une solution constitue un mélange homogène.

## **Substance**

---

Toute sorte de matière.

## **Suspension**

---

Une suspension est l'état d'une substance divisée par un solvant sans être dissoute par lui. Une suspension peut être stable si la substance divisée et le solvant ont des densités égales ou très peu différentes. Le plus souvent, la suspension est un mélange hétérogène instable. La substance divisée tend à se rassembler et à flotter si sa densité est inférieure à celle du solvant ; ou à couler (sédimenter) si elle est supérieure à celle du solvant. Suivant la taille des particules, la suspension laisse plus ou moins passer la lumière : eau trouble ou "louche".







**DOSSIER D'INFORMATION ENSEIGNANT  
STATION D'ÉPURATION DU NOUVEAU MONDE - CAEN LA MER**

RÉDACTION

CPIE vallée de l'Orne avec la collaboration scientifique de François Bazin

CONCEPTION GRAPHIQUE ET ILLUSTRATIONS

Com & Graph

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

Mairie de Caen (Michel Lacherez) - Com & Graph - Centre de Microscopie Electronique de l'Université de Caen  
Bibliothèque Caen (FNE 566) - CPIE vallée de l'Orne



**Caen la mer**

COMMUNAUTÉ D'IDÉES, AGGLOMÉRATION D'ÉNERGIES

**Communauté d'agglomération**

**Caen la mer**

21, place de la République  
14050 Caen cedex 4  
infos@agglo-caen.fr

**Station d'épuration du Nouveau Monde**

rue du Nouveau Monde  
14120 Mondeville  
Tél. 02 31 35 81 10  
Fax 02 31 35 81 15