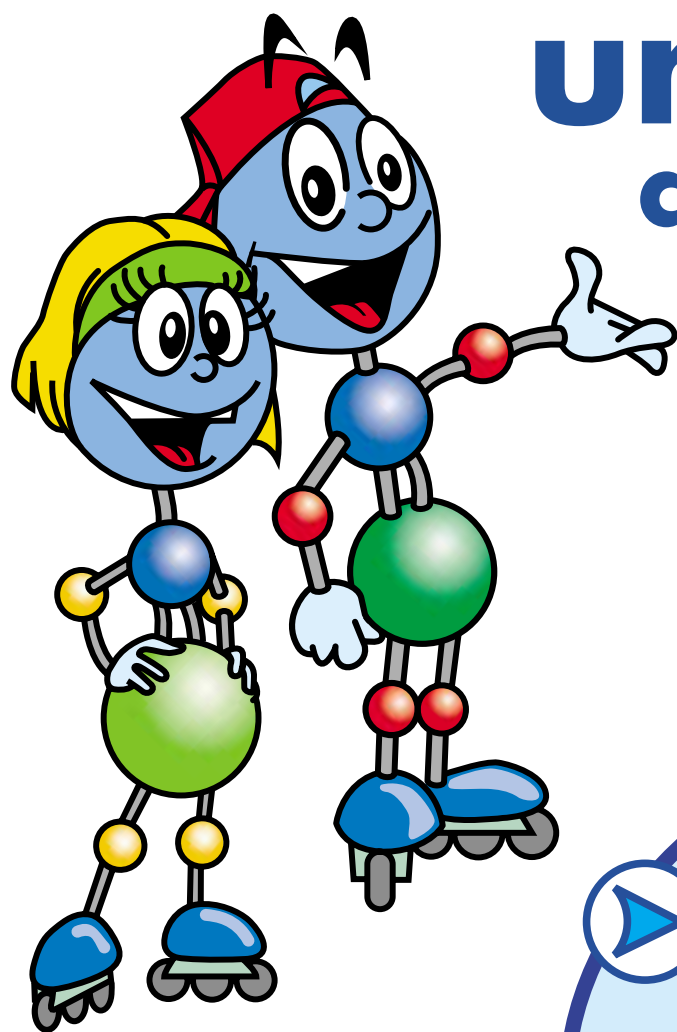


La Chimie

dans notre

univers quotidien



LIVRET DE
L'ENSEIGNANT(E)
POUR LES ÉLÈVES
DE CM1 ET CM2

Chimie,
la classe

Auteur des textes et de la mise en page : Delphine Thibault, Association Graine de Chimiste

avec l'aide précieuse d'un comité de rédaction composé de :

Caroline Brugère-Hubac, chargée de mission, société de communication GERCOM • Denis Bouchet, professeur des écoles
Gérard Brugère, dirigeant, société de communication GERCOM • Rose Costantini et Hélène Petit, directrices d'école
primaire • Thierry Rousse, inspecteur de l'Education nationale • Pierre-Jean Thion, professeur des écoles • Janine
Thibault, enseignant chercheur • Henri Vacher, secrétaire général de syndicats professionnels de la chimie • la Direction
de la communication de l'Union des Industries Chimiques.

Composition graphique : Claire Goudouchaouri, Arto

Union des Industries Chimiques
et
Association Communication Collective Chimie
Le Diamant A
92909 PARIS LA DÉFENSE CEDEX

La Chimie.

dans notre Univers quotidien

La chimie dans notre univers quotidien est une nouvelle rédaction du livret « Chimie la classe », proposé en 1994 par les industriels de la Chimie. Ce document s'adresse aux enseignants de l'école primaire pour les élèves de CM1 et de CM2, mais peut, sans nul doute, fournir des informations à des professeurs de collèges.

Conçu avec le souci d'apporter un soutien pédagogique, il invite les enseignants à faire plus ample connaissance avec la chimie, science dont les multiples applications nous accompagnent dans la vie quotidienne.

Les thèmes traités sont en liaison avec la vie courante et prennent en considération les programmes d'enseignement des sciences et de la technologie à l'École. Ils sont tous abordés sous un aspect pluridisciplinaire où la chimie ne représente qu'un maillon.

Les objectifs des rédacteurs émanent de constats de terrain ; les enseignants rencontrent parfois des difficultés pour choisir parmi la masse des informations à leur disposition, les données pertinentes et utiles à la construction de séquences scientifiques. Dès lors il fallait :

- leur apporter des informations, voire des connaissances, sur quelques thèmes de la vie courante ;
- les guider pour construire des activités sous forme de séquences scientifiques ;
- leur proposer des prolongements transdisciplinaires et des liens autour de l'éducation à la citoyenneté.

Les membres de l'équipe de rédaction ont mis en commun leurs pratiques et connaissances pour tisser ce document. Ils sont issus de formations et de milieux professionnels variés : inspecteur de l'Éducation nationale, enseignants de l'École primaire, spécialistes de la communication, industriels de la chimie, formateur d'animateurs scientifiques, enseignant chercheur.

La construction de ce livret repose ainsi sur de nombreuses concertations. Une page illustrant les implications de la chimie dans des domaines variés est proposée en introduction. Trois dossiers suivent :

- l'eau et son circuit domestique
- l'air, l'atmosphère et la pollution
- le tri sélectif et les plastiques

Chaque dossier est repérable par une couleur spécifique et comporte :

- un support d'activité originale pour introduire et étudier le thème ;
- une série de séquences pédagogiques et didactiques conçues pour guider l'enseignant dans son approche en classe ;
- une série de ressources pour cerner les connaissances sur lesquelles s'appuie l'étude ;
- quelques références d'ouvrages.

Précisons que certaines des séquences pédagogiques ont été testées dans des classes pour permettre leur évaluation et éventuellement leur réajustement.

L'équipe de rédaction espère, à travers ce document, vous accompagner dans vos démarches scientifiques. Elle souhaite que les élèves apprécient ce parcours chimique. Elle reste à votre disposition pour toute information complémentaire concernant le contenu de ce livret, critiques et suggestions seront les bienvenues.

À noter,

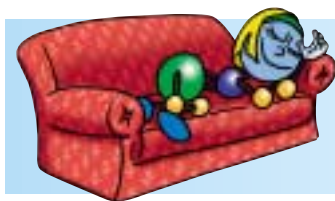
le site « www.chimielaclass.org » est à consulter comme site ludique complémentaire.

la fabrication de produits
du quotidien,



le traitement
et la transformation
de produits naturels,

la recherche et la création
de nouveaux
matériaux,



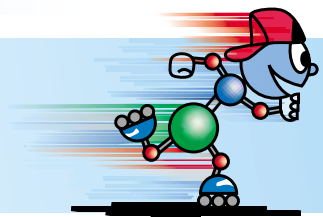
l'amélioration
du confort et
de l'esthétique,

l'amélioration
de la santé et
de la sécurité,



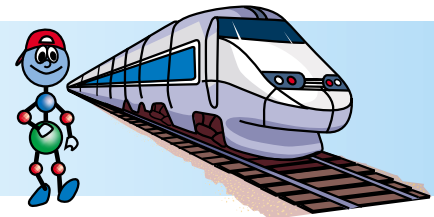
la protection de
l'environnement,

l'amélioration
des performances
sportives,



le développement
de la
communication,

le développement
des transports,



le contrôle
et l'amélioration
de la qualité, ...



Préambule 3

La chimie, c'est 4
Présentation graphique des applications de la chimie dans la vie de tous les jours.

Dossiers pédagogiques thématiques

1. L'eau et son circuit domestique 7

Modèle d'une facture d'eau 8

■ Séquence 1 - Approche de l'eau domestique par l'étude d'une facture d'eau . . . 9

■ Séquence 2 - La qualité et l'origine de l'eau du robinet 10

■ Séquence 3 - Le circuit de l'eau domestique et le prix de l'eau 11

■ Séquence 4 - La production d'eau potable et l'épuration des eaux usées . . . 12

■ Ressources 13

2. L'air, l'atmosphère et la pollution 19

Extrait de la nouvelle « La tour Eiffel » de Dino Buzzati 20

■ Séquence 1 - Approche de l'atmosphère par un extrait de « La tour Eiffel » . . 21

■ Séquence 2 - L'atmosphère et ses couches principales 22

■ Séquence 3 - L'air et la notion de pollution 23

■ Séquence 4 - La pollution atmosphérique, sources et prévention 24

■ Ressources 25

3. Le tri sélectif et les plastiques 35

Jeu des mots mêlés 36

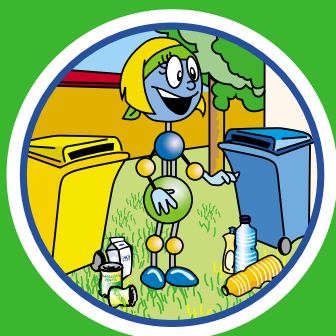
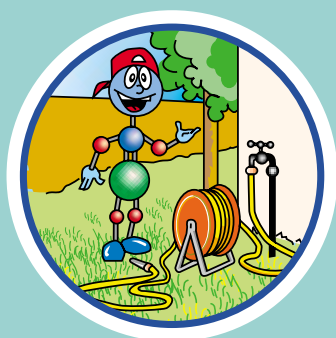
■ Séquence 1 - Approche du tri sélectif par un jeu de mots mêlés 37

■ Séquence 2 - L'utilité du tri sélectif 38

■ Séquence 3 - Les plastiques et l'emballage 39

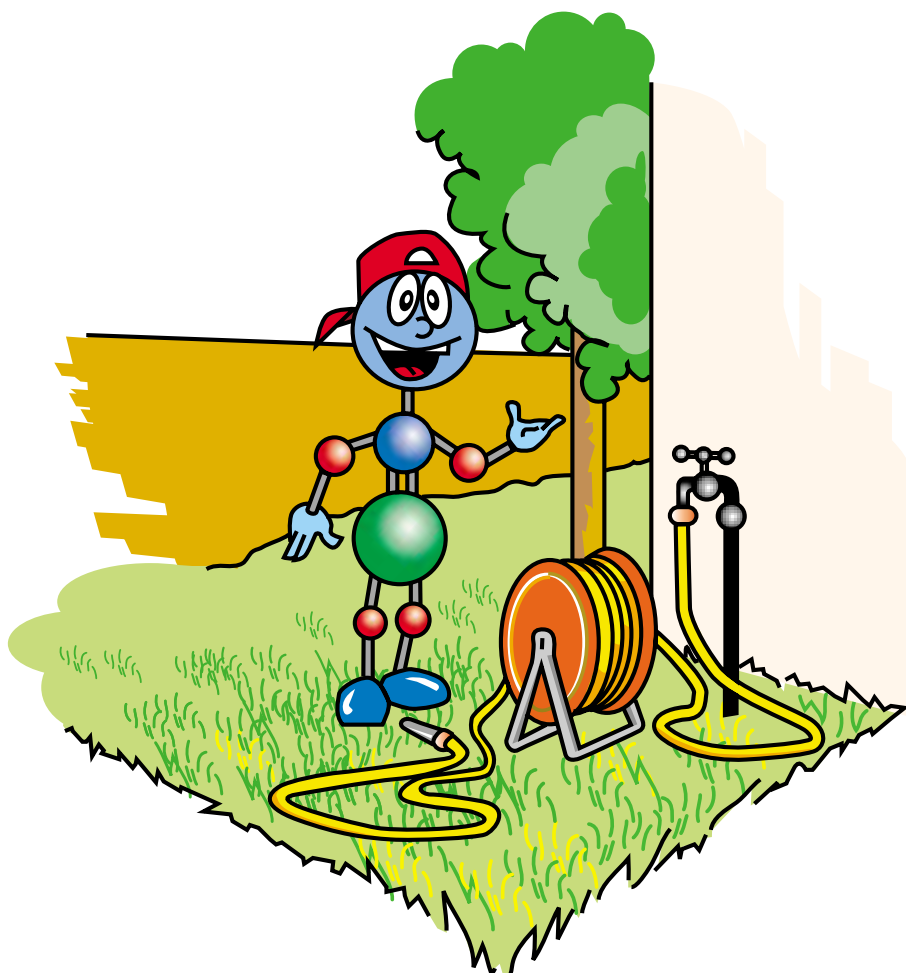
■ Séquence 4 - L'art « plastique » ! 40

■ Ressources 41



L'eau

et son
circuit domestique



• *Activité*

Etude d'un modèle de facture d'eau

Etudier et comprendre le circuit de l'eau domestique pour sensibiliser les enfants à limiter leur consommation en eau potable.



KIMICOL'EAU SA France

12, rue des Aqueducs
79892 KIMY-LA-VILLE CEDEX

Tél. : 0 810 256 256
Fax : 01 75 12 13 14

Accueil téléphonique,
du lundi au vendredi, de 8h à 19h.

Numéro URGENCES 24h/24h :
0 812 813 814

Monsieur LACLASSE Jimmy

Adresse desservie :

64, rue des Gouttes
79540 PUISSANFONT

Référence client : 02165478 K

FACTURE TRIMESTRIELLE (n° 050216879)
Service de l'Eau de Puissanfont

23 septembre 2003

N° compteur	Nouvel index Relevé le 03/09/03	Ancien index Relevé le 05/06/03	Consommation
4854448	1026	960	66 m ³

Votre consommation

66 m³

	Nombre de m ³	Prix moyen du m ³ TTC	Montant TTC
Distribution de l'eau			
Abonnement			8,00
Consommation	66	0,918	60,59
Collecte et traitement des eaux usées	66	0,936	61,78
Organismes publics	66	0,471	31,09
Total			161,46 €

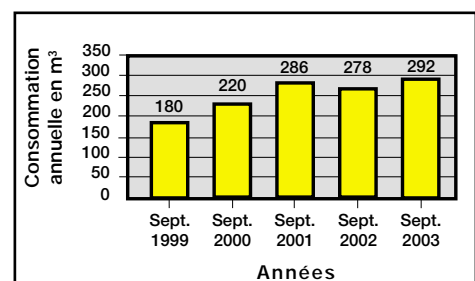
NET À PRELEVER

161,46 €

Ce montant sera prélevé sur votre compte à partir du 1^{er} octobre 2003.

POUR INFORMATION

Dernier relevé : 03/09/03
Prochain relevé : Début décembre 2003
Prochaine facture : Décembre 2003



Approche de l'eau domestique par l'étude d'une facture

MATÉRIEL ET PRODUITS



- Photocopies du document "la facture d'eau".

OBJECTIFS >>

- > Définir et situer le document « une facture d'eau ».
- > Introduire la notion de consommation.

DÉROULEMENT >>

DURÉE : 1h à 1h30

1 Lecture du document « la facture d'eau »

- Distribuer à chacun des élèves le document photocopié « la facture d'eau ».
- Demander aux élèves de lire et observer individuellement ce document.
- Demander aux élèves par groupe de 4 à 5, de répondre par écrit à quelques questions simples. *Qu'est-ce que ce document ? Que concerne ce document ? Qui reçoit ce document ? Qui envoie ce document ? A quoi sert ce document ? Etc.*

2 Etude plus approfondie du document « la facture d'eau »

- Reprendre collectivement les questions précédentes pour y répondre précisément et situer le document. *Ce document est une facture émise par une société distributrice d'eau (Kimicol'eau SA France). Il est adressé à M. Laclasse pour qu'il paye l'eau qu'il a utilisée durant un trimestre.*
- Définir ce qu'est une facture. Éventuellement partir d'exemples simples comme le ticket de caisse. *Une facture est un document émis par un fournisseur pour indiquer au client le montant à payer lors de l'achat de marchandises, l'utilisation de biens ou pour des services rendus.*
- Demander aux élèves le montant de la facture.

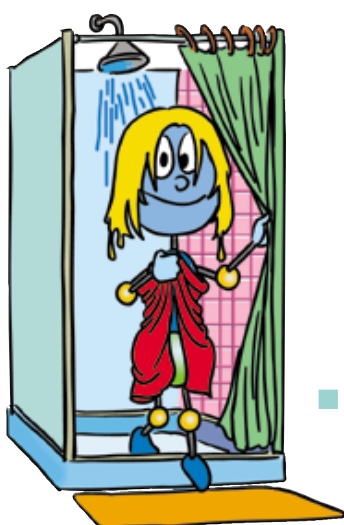
3 Introduction de la notion de consommation d'eau

- Poursuivre la discussion collective avec les élèves sous forme de questions ouvertes.
 - Pourquoi M. Laclasse doit-il payer la somme de 161,46 € ? *Pour payer l'eau qu'il a utilisée.*
 - Pourquoi précisément cette somme ? *Parce qu'il a utilisé une certaine quantité d'eau.*
 - Quelle quantité d'eau du robinet M. Laclasse a-t-il utilisée ? *M. Laclasse a utilisé 66 m³.*
 - Que signifie m³ ? *Le m³ est une unité de mesure d'une quantité appelée volume. Un m³ équivaut à 1000 litres ; il est plus facile de l'employer lorsqu'on évoque de grandes quantités.*
 - En combien de temps M. Laclasse a-t-il utilisé 66 m³ d'eau du robinet ? *En un trimestre.*
 - Comment peut-on savoir que M. Laclasse a utilisé 66 m³ d'eau du robinet durant cette période ? *Un agent vient relever son compteur d'eau. Le dernier relevé date du 03/09/03, le prochain est prévu au mois de décembre 2003.*

Introduire et définir le mot « consommation ». L'employer alors toujours à bon escient. « La consommation est l'action de faire des choses un usage qui les détruit et les rend ensuite inutilisables » (Petit Robert). *L'eau consommée au robinet pour une quelconque utilisation (laver, boire,...) n'est ensuite plus utilisable.*

Récapitulons – *Suite au relevé du compteur d'eau de M. Laclasse, il a été calculé que la consommation en eau du robinet durant la période de 05/06/03 au 03/09/03 s'élève à 66 m³. C'est cette consommation que M. Laclasse doit payer.*

- Faire observer le graphique de l'évolution de la consommation de M. Laclasse. Définir les axes des abscisses et des ordonnées. Expliciter le graphique.



ÉVALUATION DE LA SÉQUENCE >>

Demander aux élèves d'établir une facture à partir de la situation suivante.

Le 12 septembre 2003, Mme Laclasse achète 6 bouteilles d'1L d'eau à 0,3 € le litre au magasin « Kim'2000 », 65 rue des roseaux à Puissanfont.

SUGGESTIONS DE PROLONGEMENTS >>

L'euro. Les unités de mesure. Lecture/construction de graphique. Calcul de montants à partir de prix unitaires.

La qualité et l'origine de l'eau du robinet

MATÉRIEL ET PRODUITS



- Photocopies du document "la facture d'eau".
- Feuilles de papier à dessin, crayons de papier.
- Crayons de papier.
- Gobelets transparents « cristal ».
- Eau du robinet.

OBJECTIFS >>

- > Introduire la notion de potabilité.
- > Faire prendre conscience de la nécessité du traitement de l'eau naturelle.

DÉROULEMENT >>

DURÉE : 1h à 1h30

1 Evaluation des connaissances des élèves à propos du circuit de l'eau domestique

- Introduire la séquence par un bref rappel de la séquence précédente : montrer aux élèves la facture d'eau et leur demander de rappeler la nature et l'utilité du document.
- Partir de la question : d'où vient l'eau du robinet et où va-t-elle lorsqu'elle a été utilisée ? Demander aux élèves de représenter grossièrement une maison au centre d'une feuille blanche et de dessiner le parcours de l'eau avant son arrivée au robinet dans la maison et après son écoulement par le siphon du lavabo.
- Relever les dessins des élèves. Les observer pour évaluer les connaissances des élèves sur le sujet et adapter au mieux la suite de la séquence.

2 Introduction de la notion de potabilité d'une eau

- Demander à chaque élève de remplir un gobelet d'eau au robinet et de le poser sur leur table.
- À partir de l'observation du contenu des gobelets, demander de façon collective de décrire l'eau du robinet. Lister les réponses des élèves au tableau.
- Proposer d'organiser la description de l'eau en suggérant les caractéristiques suivantes : couleur, état, rapport à la lumière. Associer à ces caractéristiques les réponses précédemment citées par les élèves, au besoin compléter. *Couleur : incolore / Etat : liquide / Rapport à la lumière : transparente.*
- Ajouter deux caractéristiques : odeur et goût. Observer la réaction des élèves : ont-ils le réflexe de sentir et goûter ou répondent-ils en se fondant sur leur vécu ?
- Proposer aux élèves de sentir l'eau et définir son odeur. *Inodore.*
- Avant de proposer de goûter l'eau, demander aux élèves s'ils pensent que cela présente un danger de le faire. Les laisser argumenter. Leur faire goûter l'eau en buvant une gorgée et définir son goût. *Insipide.*
- En s'appuyant sur les arguments des élèves quant à la possibilité de boire l'eau du robinet, introduire le mot « potable ». Définir et développer la notion de potabilité. (*voir ressources*) Demander aux élèves de réfléchir à l'utilité d'une eau potable au robinet.

3 Prise de conscience de la nécessité de traitement des eaux

- Par une discussion collective, demander : où trouve-t-on de l'eau dans la nature ?
- Enchaîner sur les questions : l'eau trouvée dans la nature est-elle potable ? Pourquoi ? (*voir ressources*)
- Puis : d'où peut provenir l'eau du robinet pour qu'elle soit potable ? Distribuer les dessins réalisés en début de séquence et discuter de leur contenu.
- Demander aux élèves d'imaginer des solutions pour que l'eau naturelle devienne potable. En arriver à mettre en évidence la nécessité d'un traitement en amont du robinet. Après renseignement auprès de la commune, expliquer la nature du traitement effectué pour l'eau du robinet utilisée par les élèves.

ÉVALUATION DE LA SÉQUENCE >>

Poser la question aux élèves : le jus d'orange est-il potable ? Si oui, pourquoi ? Si non, pourquoi ? Réponse individuelle ou par groupe de 4 à 5 élèves par écrit. (*voir ressources*)

SUGGESTIONS DE PROLONGEMENTS >>

Les usages de l'eau. Le cycle de l'eau naturelle. Étude de l'analyse de l'eau du robinet communiquée en mairie. Les cinq sens. Le goût des eaux de boisson.



Le circuit de l'eau domestique et le prix de l'eau

MATÉRIEL ET PRODUITS



- Photocopies du document « la facture d'eau ».
- Feuilles de papier à dessin, crayons de papier.
- Crayons de papier.
- Crayons de couleur (bleu, vert, marron).

OBJECTIFS >>

- > *Tracer le circuit de l'eau domestique.*
- > *Distinguer traitement de production d'eau potable et épuration des eaux usées.*
- > *Etudier les composants du prix de l'eau.*

DÉROULEMENT >>

DURÉE : 1h à 1h30

1 Schématisation du circuit de l'eau domestique en amont du robinet

- Introduire la séquence par ce rappel : quelle est la principale caractéristique de l'eau du robinet ?
- Schématiser au tableau une maison avec un robinet et de l'eau dans la nature, par exemple en représentant une rivière ou une nappe souterraine en fonction du système d'approvisionnement en eau utilisé par la commune concernée. Annoter ce schéma avec les élèves en inscrivant « eau potable » en sortie de robinet et « eau brute » dans la nature.
- Demander aux élèves à l'oral le tracé du circuit de l'eau brute jusqu'au robinet, en précisant les « lieux » ou « étapes » empruntés. Annoter le schéma avec le vocabulaire adéquat.
- Introduire la nécessité de réservoirs d'eau potable pour un approvisionnement continu au cours du trajet de l'eau : château d'eau dans la plupart des cas.

2 Schématisation du circuit de l'eau domestique en aval du robinet

- Relancer une discussion collective pour mettre en évidence la nécessité du traitement de l'épuration à partir par exemple des questions suivantes.
 - A quoi sert l'eau qu'on utilise ? *Boire, laver, rincer, évacuer nos déchets naturels (excréments, urine), etc.*
 - Une fois utilisée, cette eau du robinet est-elle toujours potable ? Pourquoi ?

Introduire alors le terme d'« eaux usées ». Préciser au besoin que l'eau s'écoule du lavabo et de l'évier, mais aussi de la baignoire, de la cuvette des toilettes, du lave-linge, etc., et contient différents déchets.

- Que devient l'eau usée ? Peut-on la rejeter dans la nature ? Pourquoi ?

Faire prendre conscience aux élèves du caractère polluant des eaux usées. Notons que si ces dernières étaient rejetées dans la nature, elles pourraient nuire à la faune et la flore de par les ajouts qu'elles ont reçus (lessive, savon, excréments, urine, poussières, solvants, résidus de peinture, etc.).

- Demander aux élèves d'imaginer des solutions pour que les eaux usées puissent être évacuées. En arriver à mettre en évidence la nécessité d'un traitement en aval du robinet.
- Compléter le schéma du tableau en traçant le circuit des eaux usées. (*voir ressources*)

3 Etude du prix de l'eau

- Faire reprendre à chacun le document « la facture d'eau ». Au besoin, demander aux élèves : pouvez-vous me rappeler ce qu'est ce document, quel montant doit payer M. Laclasse et pourquoi ?
- Etudier le contenu du montant : faire lire un à un les postes de facturation en demandant aux élèves ce qu'ils en comprennent. Expliquer ensuite le vocabulaire employé et situer les étapes sur le schéma du circuit de l'eau resté au tableau. (*voir ressources*)
- En conclusion, faire prendre conscience que l'on paye l'eau aussi bien pour qu'elle coule potable au robinet que pour qu'elle soit rejetée à peu près propre dans la nature après son utilisation.

ÉVALUATION DE LA SÉQUENCE >>

Effacer le schéma du tableau. Faire tracer aux élèves le circuit de l'eau domestique à partir du dessin d'une maison. Leur demander d'annoter ce circuit à partir de la liste de termes suivante : usine de traitement de production d'eau potable, station d'épuration, égouts, château d'eau, eau brute. Enfin, leur faire colorier l'eau brute en vert, l'eau potable en bleu et les eaux usées en marron.

SUGGESTIONS DE PROLONGEMENTS >>

Visite d'un château d'eau, des égouts, d'une station d'épuration. Les inondations et leurs conséquences. Les maladies liées à l'eau, notamment dans les pays en voie de développement.



La production d'eau potable et l'épuration des eaux usées

MATÉRIEL ET PRODUITS



- Les schémas des élèves du circuit de l'eau domestique réalisés en séquence 3.
- Le document « la facture d'eau ».
- Quelques feuilles A3.



OBJECTIFS >>

- > *Etudier les techniques scientifiques employées dans les traitements des eaux.*
- > *Mettre en évidence une des applications de la chimie.*

DÉROULEMENT >>

DURÉE : 2h à 2h30

1 Présentation des techniques de traitement de production d'eau potable

- Introduire la séquence par la question : où situe-t-on le traitement de production d'eau potable dans le schéma du circuit de l'eau domestique ? En quoi consiste-t-il ? *Le traitement de production d'eau potable consiste à traiter une eau « brute » prélevée dans la nature pour qu'elle devienne potable.*
- Poursuivre la séquence sous forme de débat collectif à partir des questions suivantes.
 - Que peut contenir une eau « brute », par exemple une eau de rivière, qui l'empêche d'être potable ? Lister les réponses des élèves ; au besoin les orienter vers des exemples d'éléments de petite taille voire microscopiques (bactéries, virus, substances dissoutes, etc.).
 - Quel est le but du traitement de production d'eau potable ? *Éliminer tout ou partie des substances et êtres vivants que l'eau ne peut contenir pour être potable.*
- Exposer aux élèves la technique du traitement de production d'eau potable en précisant les procédés faisant appel à la chimie. (*voir ressources*)

2 Présentation des techniques d'épuration des eaux usées

- Selon la même démarche pédagogique, qui permettra l'évaluation de la compréhension du principe du traitement de production d'eau potable, exposer aux élèves la technique de l'épuration. Bien insister sur le fait que l'eau « épurée » n'est pas rejetée potable, ni même totalement propre.

3 Débat citoyen autour de la préservation de l'eau

- Faire reprendre la facture d'eau et demander aux élèves : pourquoi doit-on payer l'eau ?
- Faire observer le graphique de l'évolution de la consommation d'eau, situé en bas à droite de la facture. Demander aux enfants d'émettre des hypothèses sur les raisons de l'augmentation de la consommation en eau du foyer de M. Laclasse.
- Lancer un débat sur les conséquences générales d'une augmentation de la consommation d'eau par chacun des foyers.
 - 1° *Augmentation de la quantité d'eau brute prélevée, entraînant la réduction des ressources naturelles en eau (conséquences quantitatives).*
 - 2° *Augmentation de la quantité d'eau épurée rejetée, entraînant la dégradation de la qualité des ressources en eau naturelle (conséquences qualitatives).*
- Demander aux élèves d'imaginer des solutions pour réduire la consommation en eau.

ÉVALUATION DE LA SÉQUENCE >>

Demander aux élèves par groupe de 4 à 5, de lister sur une feuille A3, quatre actions que chacun d'entre nous peut entreprendre pour respecter l'eau naturelle.

Mettre en commun les listes. Réagir collectivement sur leur contenu respectif. Les afficher.

SUGGESTIONS DE PROLONGEMENTS >>

Rédiger une charte de citoyenneté pour le respect de l'eau. Mesurer approximativement les quantités d'eau consommées lors d'actions quotidiennes : brossage des dents, lavage des mains, etc.

La facture d'eau, le prix de l'eau (séquences 1, 2 et 3)

La facture

La facture d'eau, sur laquelle s'appuient les séquences, est simplifiée pour permettre une exploitation pédagogique plus aisée avec les élèves. Son contenu demeure cependant ardu pour le niveau cycle 3. En procédant progressivement et sans traiter l'ensemble des éléments indiqués, il est probablement nécessaire de faire réaliser aux élèves, d'une part, que l'eau est payante et d'autre part, que son prix résulte d'un ensemble complexe de processus et réalisations technico-scientifiques et politiques. Car bien souvent, sauf sensibilisation préalable sur le sujet, les enfants imaginent que l'eau du robinet provient directement de la nature... et une fois consommée retourne à la nature... La représentation du circuit domestique de l'eau par les élèves en début de séquence 2 permettra sans doute d'en obtenir confirmation.

Si l'élève parvient à comprendre les coulisses de l'alimentation et de l'assainissement de l'eau, pourquoi ne pas espérer qu'il devienne sensible et responsable face au respect de cette ressource vitale ?...

Les postes de facturation

1° « Distribution »

On « distribue » l'eau dans les habitations, c'est-à-dire que l'on prélève de l'eau brute, on la rend potable, on la stocke et on la transporte jusqu'aux robinets de chacune des habitations. Le prix de cette distribution comprend également une participation par les Agences de l'Eau afin d'aider les collectivités locales à s'équiper pour préserver leurs ressources en eau. Il se répartit en deux éléments : l'abonnement, qui est un prix fixe et la consommation, qui est fonction de la quantité d'eau que l'on a consommée.

2° « Collecte et traitement des eaux usées »

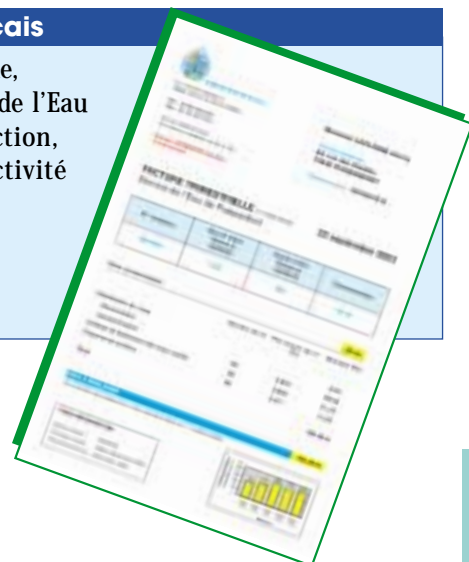
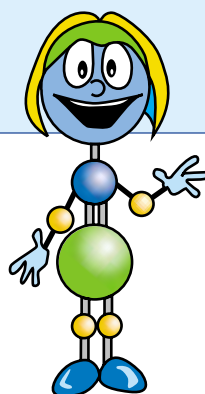
On « collecte », cela signifie que l'on récupère les eaux usées et qu'on les « traite ». Le prix concerne donc la partie aval du circuit domestique de l'eau, celle à laquelle on ne pense pas toujours..., avec entre autres l'entretien du réseau des égouts et bien sûr le coût de l'épuration. Il est fonction de la consommation en eau.

3° « Organismes publics »

Ce prix, également fonction de la consommation en eau, correspond aux taxes et redevances qui sont versées à des institutions publiques pour divers objectifs comme la recherche pour l'amélioration des rejets dans les eaux naturelles, l'aide à l'équipement de petites communes rurales en réseaux d'assainissement et également pour l'entretien et la modernisation des voies navigables en France.

Les différences de prix de l'eau sur le territoire français

Le prix de l'eau doit équilibrer, dans chaque collectivité locale, le coût réel des redevances et taxes de l'Etat et des Agences de l'Eau ainsi que les investissements et contraintes locales de production, de distribution et d'assainissement. Il est décidé par la collectivité locale dans le cadre d'un contrat avec le distributeur. C'est pourquoi, il n'est pas identique sur l'ensemble du territoire français.



La description de l'eau du robinet (séquence 2)



Remarque

L'eau du robinet peut présenter des caractéristiques différentes selon les lieux ; elle peut être légèrement trouble, colorée, présenter un goût et une odeur par exemple chlorés. Dans le souci d'une démarche scientifique et pédagogique rigoureuse, il est important de retenir ce que constatent les élèves et non ce que l'on souhaiterait pour une eau du robinet...
Prendre soin de réaliser l'observation de l'eau du robinet avec des gobelets totalement transparents.

La couleur de l'eau

Si on demande à de jeunes enfants la couleur de l'eau, ils répondent souvent « bleue », car la plupart des ouvrages écrits ou audiovisuels utilise cette couleur pour la représenter. L'observation du contenu du gobelet doit permettre de supprimer cette représentation erronée, par simple comparaison avec des objets alentours bleus.
Selon la même démarche, on rectifiera également l'idée que l'eau est blanche, pour introduire le mot « incolore » souvent méconnu des enfants.
Notons aussi que « incolore » signifie « qui n'est pas coloré, sans couleur », et donc répond par l'absurde à la question « quelle est la couleur de l'eau ? »...

L'état de l'eau

En science, on entend par « état », l'état de la matière. Le mot peut paraître abstrait aux enfants, à moins que ces derniers aient été marqués par des expériences sur les changements d'état. Attention de ne pas interchanger le mot avec « aspect », qui inclut d'autres notions notamment relatives au sens du toucher.
Une substance liquide se reconnaît par sa capacité à prendre la forme du récipient dans laquelle on la verse, mais surtout et tout simplement parce qu'on peut la verser sous forme de gouttes (ce qui la différencie des poudres dont l'état est solide...).

Le rapport à la lumière de l'eau

L'eau peut être considérée transparente. La lumière la traverse afin de laisser paraître avec netteté un objet qui s'y trouve plongé. Les photos sous-marines illustrent parfaitement cette caractéristique.

Attention cependant : si l'on observe un objet situé par exemple derrière un aquarium, il apparaîtra probablement flou. La lumière, qui permet son observation, ne traverse pas uniquement le milieu aqueux, mais également les milieux « air » et « verre » et ce plusieurs fois, si bien que la qualité de l'image finale s'en trouve détériorée.

Lorsqu'une eau est trouble, elle n'est plus transparente, mais translucide, c'est-à-dire qu'elle laisse passer la lumière, mais ne permet pas de voir nettement un objet qui y est plongé. Son « trouble » appelé scientifiquement sa « turbidité » est dû à la présence d'une quantité non négligeable de matières en suspension.

L'odeur et le goût de l'eau

L'odeur et le goût sont des sensations très mêlées. Le sens du goût étant peu développé chez l'humain, on associe généralement un goût à une odeur.

Les papilles gustatives présentes dans la cavité buccale reconnaissent les 4 saveurs fondamentales : salée, sucrée, acide, amère. Cependant, lors de l'ingestion d'aliments, on peut décrire des sensations autres que ces 4 saveurs. Un phénomène « rétro nasal » se produit en effet, qui permet aux substances odorantes de remonter du fond de la gorge vers le nez pour toucher des récepteurs olfactifs et transmettre à l'individu une sensation qu'il croyait à l'origine gustative. L'eau est à priori inodore et insipide. Mais, n'étant jamais pure, elle peut présenter une odeur et/ou une saveur liée à la présence de substances en son sein. Le cas le plus fréquent pour l'eau du robinet est la détection d'un goût et d'une odeur chlorés, conséquence de l'ajout volontaire d'eau de Javel dans l'eau pour sa désinfection.

Des goûts ou des odeurs de vase ou de moisi peuvent également être perçus ; ils sont généralement transmis à l'eau lors de son transport dans des canalisations.



La notion de potabilité d'une eau (séquence 2)

Potable ou pas potable ?

Le langage courant admet qu'est potable tout ce qu'on peut boire sans être malade... Mais lorsqu'on aperçoit « eau potable » ou « eau non potable » sur une plaque par exemple d'une source en montagne ou d'une fontaine d'un jardin public, la définition scientifique mérite attention. Une eau est dite « potable » lorsqu'elle peut être bue à raison de 2 litres par jour toute une vie sans risque pour la santé.

Cela veut donc dire que si chacun sait que le jus d'orange peut être bu, en aucun cas il ne peut être qualifié de « potable » selon la définition scientifique... Buvez 2 litres par jour de jus d'orange (même d'oranges pressées) durant toute votre vie, ne craignez-vous pas quelques conséquences sur votre santé ?



Remarque

Le décret du 20 décembre 2001 « relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine » met en conformité avec les directives européennes la réglementation française datant de 1989. En application à partir du 25 décembre 2003, il modifie notamment les paramètres de qualité des eaux, définissant ainsi **48 limites de qualité** microbiologiques et chimiques auxquelles les eaux doivent être conformes et des **références de qualité** parmi lesquelles sont repris entre autres les paramètres organoleptiques.

Définition scientifique de la potabilité d'une eau

En France, un décret du Code de la Santé Publique définit actuellement **63 paramètres de qualité** pour qu'une eau soit propre à la consommation humaine et donc « potable ».

Cette norme fixe également des concentrations maximales ou minimales pour tous ces paramètres. Une eau qui répond à ces critères pourra être consommée toute la vie d'un adulte de 70 kg à raison de 2 litres par jour. Elle n'entraînera aucun effet néfaste sur sa santé pour des niveaux de risques définis. Au-delà de ces valeurs fixées, l'eau pourra être consommée dans certains cas ; le Préfet a la responsabilité d'informer par les médias la population concernée sur les teneurs exceptionnelles de cette eau en certains composés.

Le décret concernant les eaux destinées à la consommation humaine régleme également la fréquence et le type d'analyses à effectuer en fonction de l'origine de l'eau et du nombre de consommateurs (ou la taille de l'agglomération desservie). Il s'applique d'une part, à l'eau du robinet et aux eaux de source, d'autre part aux eaux de fabrication ou de traitement utilisées dans l'industrie alimentaire.

Les critères de potabilité d'une eau

Les critères de potabilité prennent en considération le caractère sain de l'eau (absence de microorganismes, de produits toxiques, de substances polluantes), mais aussi les caractéristiques organoleptiques comme le goût, l'odeur, la turbidité.

La qualité des eaux est contrôlée par un laboratoire agréé par le Ministère de la Santé.

Les paramètres de qualité des eaux peuvent être classés en 6 catégories :

- **les paramètres organoleptiques** : couleur, turbidité, odeur, saveur ;
- **les paramètres physico-chimiques** : température, pH, conductivité, teneur en calcium, magnésium, aluminium,...
- **les paramètres concernant les substances indésirables** : teneurs en nitrates, nitrites, cuivre, fluorures, hydrocarbures, ...
- **les paramètres concernant des substances toxiques** : teneurs en arsenic, cyanure, plomb, vanadium,...
- **les paramètres microbiologiques** : absence de staphylocoques, streptocoques, salmonelles, ...
- **les pesticides et produits apparentés.**

La plupart des eaux naturelles ne sont pas potables, parce qu'elles ne répondent pas à l'ensemble de ces paramètres.

Pour que les enfants comprennent plus concrètement le principe de l'analyse de la qualité des eaux, il peut être suffisant de ne s'intéresser qu'aux seuls paramètres organoleptiques. Ces derniers font en effet appel aux cinq sens et donc ne nécessitent aucun matériel sophistiqué. Notons que le contrôle de la saveur d'une eau demeure aujourd'hui le travail d'humains, les « dégustateurs d'eau », dont la précision des mesures n'a jusqu'ici pas pu être égalée par des machines.

À partir des quatre paramètres organoleptiques (couleur, turbidité, odeur, saveur), il est possible de faire des comparaisons entre la qualité d'une eau prélevée dans la nature et celle du robinet et d'en déduire sa probable non-potabilité. Par exemple, imaginer la comparaison entre la saveur de l'eau de mer, la turbidité (ou trouble) et la couleur d'une eau de mare, l'odeur d'une eau de source, et celles de l'eau du robinet.

Le circuit de l'eau domestique (séquence 3)



Remarque

En France, les systèmes d'alimentation en eau potable et d'épuration des eaux usées sont différents d'un lieu à un autre. Il est vivement conseillé de s'informer auprès de la mairie des systèmes en place dans la commune afin d'être, dans un premier temps, au plus proche de la réalité vécue par les élèves.

Les informations qui suivent sont données à titre général. En aucun cas, elles ne prétendent s'adapter à tous les cas de figure. Sachez, par exemple, qu'un certain nombre de communes françaises ne recourent à aucun traitement en usine pour leur alimentation en eau du fait de la potabilité naturelle de leurs eaux brutes.

Le circuit de l'eau domestique, en amont du robinet

L'eau naturelle qui est destinée à être traitée est appelée « **eau brute** ». Elle peut être prélevée dans des nappes souterraines, à la sortie de sources ou dans des cours d'eau. Des analyses sont effectuées au préalable sur les lieux des prélèvements afin de s'assurer que l'eau ne présente pas une pollution excessive.

L'eau brute est traitée dans une **usine de traitement de production d'eau potable** afin d'être rendue propre à la consommation humaine. A la sortie de l'usine, l'eau est soumise aux tests vérifiant les paramètres de qualité des eaux pour s'assurer de son respect des critères de potabilité.

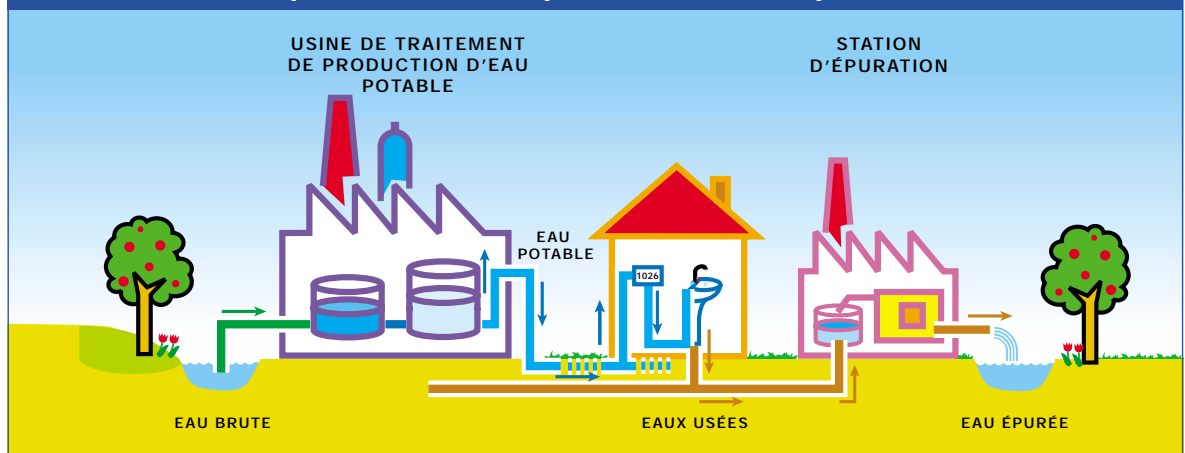
Après ajout d'eau de Javel pour éviter une contamination au cours de son transport, l'eau potable est canalisée jusqu'à des réservoirs pour permettre aux usagers un approvisionnement continu. Le château d'eau est un exemple de réservoirs d'eau potable ; il est une spécificité française. L'eau est enfin distribuée dans les habitations.

Le circuit de l'eau domestique, en aval du robinet

Les **eaux usées** sont les eaux qui ont été consommées pour diverses utilisations (lavage, évacuation de déchets, etc.) ou des eaux de ruissellement. Elles sont par conséquent sales et nécessitent un traitement dans une **station d'épuration** avant d'être rejetées dans la nature. L'eau épurée n'est pas une eau potable. C'est une eau dont la qualité est suffisante pour ne pas avoir d'effets écologiques néfastes. La nature prolonge le traitement des eaux épurées par une épuration dite « naturelle ».

La collecte des eaux usées s'effectue par les égouts qui rejoignent les stations d'épuration.

Schéma d'un exemple de circuit complet d'eau domestique



— Prélèvement d'eau brute. — Production et circuit d'eau potable. — Collecte et traitement des eaux usées.

Le circuit de l'eau domestique n'est pas un circuit fermé : l'eau épurée rejoint la nature et retourne dans le cycle naturel de l'eau.

La production d'eau potable (séquence 4)



Remarque

Toutes les usines françaises de traitement de production d'eau potable fonctionnent selon des principes semblables. Il en est de même pour les stations d'épuration. Cependant, les techniques employées respectivement par ces dernières diffèrent en raison généralement de leur date de construction ou de rénovation ainsi que des volumes d'eau(x) à traiter.

Pour en savoir plus sur les procédés des usines concernant une commune, il est possible de s'informer auprès de ses services d'alimentation en eau et d'assainissement, qui réalisent souvent des documents pédagogiques et proposent parfois la visite de leur site pour des scolaires.

La distribution de l'eau en France est gérée par des organismes d'État, les Agences de l'Eau au nombre de 11. L'assainissement des eaux usées est géré par des syndicats professionnels.

Les informations qui suivent sont données à titre général. Elles s'inspirent des techniques employées par les usines récentes que sont Ivry-sur-Seine (94) pour la production d'eau potable et Colombes (92) pour l'épuration.

Principe du traitement de production d'eau potable

Le traitement de production d'eau potable comporte différentes étapes qui ont pour but d'éliminer ou de réduire en quantité les éléments susceptibles de provoquer des troubles de la santé chez l'homme.

Son principe est à la fois physique et chimique. Les usines emploient des processus différents, mais globalement on retrouve à peu près toujours les étapes suivantes.

Le **dégrossissage** qui permet d'éliminer les éléments macroscopiques. Il est composé de plusieurs étapes dont les principes sont physiques. L'eau brute passe à travers des grilles de plus en plus fines, puis des tamis (étapes de dégrillage et tamisage). Laissée au repos, elle décante pour permettre l'élimination des surnageants comme l'huile ou des substances qui coulent (étapes de déshuilage, dessablage et débourbage).

La **clarification** permet de rendre l'eau claire par élimination de matières en suspension ou colloïdales qui n'ont pu être piégées par le dégrossissage du fait de leur trop petite taille. Cette étape a recours à l'emploi de produits chimiques. D'abord, un coagulant rassemble les matières. Puis, les matières coagulées s'agglomèrent à un flocculant jusqu'à former ce qu'on appelle un « floc ». Le floc, eau dans laquelle surnagent comme des flocons de matières, est éliminé par des filtrations successives sur sable de différentes grosseurs. Les matières flocculées restent simplement coincées entre les grains de sable.

Si l'eau paraît alors claire et propre, il peut rester cependant un certain nombre d'éléments microscopiques qui ne la rendent pas encore saine à boire. Des éléments microscopiques comme les microorganismes (virus, bactéries par exemple), des poisons ou produits chimiques toxiques peuvent encore être présents.

Une **oxydation** de la matière organique permet l'élimination des microorganismes. Elle est réalisée selon différents procédés, généralement par injection dans l'eau d'un gaz oxydant.

Enfin, **une filtration sur charbon actif** permet d'adsorber les éléments submicroscopiques indésirables, comme les polluants, les produits toxiques, les produits responsables du mauvais goût de l'eau, etc. Le charbon actif se présente sous forme de petits grains sur lesquels restent fixés ces éléments ; c'est pourquoi on parle d'adsorption.

Ainsi, l'eau est potable ! Du moins, c'est la conclusion à laquelle on arrive après avoir réalisé la vérification des 63 paramètres de qualité sur des échantillons prélevés en fin de traitement.

On ajoute alors à l'eau potable une petite quantité d'eau de Javel, désinfectant, qui évitera une éventuelle contamination de l'eau au cours de son transport dans les canalisations.



L'épuration des eaux usées (séquence 4)

Principe de l'épuration des eaux usées

Le traitement réalisé dans les stations d'épuration a pour but de limiter la pollution qu'entraînerait le rejet immédiat des eaux usées dans les eaux naturelles.

Les techniques employées dans les différentes stations sont basées sur un processus biologique de dégradation de la pollution organique, fortement inspiré de l'auto-épuration des eaux naturelles.

Un pré-traitement, dit de « dégrossissage », élimine les déchets volumineux, le sable, les huiles ; les eaux usées traversent des grilles, puis décantent selon des procédés très voisins de ceux du traitement de production d'eau potable.

Un traitement physico-chimique permet ensuite l'élimination des matières en suspension et de la pollution phosphorée. L'ajout de réactifs chimiques induit la précipitation des phosphates et l'agglomération des particules en suspension qui se déposent en boues.

La suite du traitement se réalise alors selon deux filières : d'une part, le traitement des eaux, d'autre part, celui des boues.

1 - Le traitement des eaux

Les eaux poursuivent leur traitement selon des principes biologiques : elles circulent à travers des supports appelés « biofiltres » sur lesquels sont fixées des bactéries spécifiques non pathogènes, qui vont réaliser l'élimination des différentes pollutions. Un apport d'oxygène est constant pour permettre la vie et la multiplication des bactéries.

Pour éviter leur colmatage, les biofiltres sont régulièrement lavés à haut débit d'eau et d'air. Les eaux de lavage contiennent des matières en suspension et des bactéries en excès. Elles sont envoyées dans des bassins, les flottateurs, qui permettent de les concentrer dans une écume qui constitue les boues épaissies. Ces boues sont réintroduites dans la filière du traitement des boues. L'eau « presque propre » est ensuite rejetée dans la nature, généralement dans un cours d'eau.

2 - Le traitement des boues

Les boues issues du traitement physico-chimique, ainsi que celles sortant des flottateurs, subissent un processus de fermentation durant lequel elles sont en partie digérées par des bactéries en anaérobie (sans oxygène) ou sont directement déshydratées sur des centrifugeuses qui permettent de diviser leur volume par 10. Elles sont ensuite soit valorisées pour une utilisation agricole, soit incinérées dans des fours associés à un traitement des fumées.



Remarque

Un réseau de canalisations conduit l'air de toute l'usine vers un bâtiment de désodorisation.

Quelques ouvrages...



- PASQUES P. (rédaction), *Zoom sur l'eau*, Hachette jeunesse, « Zoom sur », Paris, 2003.
 - DE PANAFIEU J.-B., *Planète eau douce*, Gallimard Jeunesse, Paris, 2003.
 - MICHEL F., *L'eau à petits pas*, Actes Sud Junior, « À petits pas », Arles, 2003.
 - GOURIER J., *L'eau, Milan*, « Carnets de nature », Paris, 2002.
 - HUBERT P., MARIN M., *Quelle eau boirons-nous demain ?*, Hachette, « Phare », Paris, 2001.
-
- Site Internet du Centre d'information sur l'eau : www.cieau.com