

Niveau

- Première STL
- Activité technologique  
Biotechnologie-MI

Thème du  
programme

- Fonctionnement d'une  
station d'épuration
- Microorganismes dépolluants  
des boues activées

Situations  
pédagogiques

- Travail en autonomie

Liens  
internet

- Lien 1 : cliquer [ici](#)
- Lien 2 : cliquer [ici](#)

Compétences  
B2i

- Domaine 1 : s'approprier un environnement informatique de travail
- Domaine 3 : créer, produire, traiter, exploiter des données
- Domaine 4 : s'informer et se documenter

Matériels  
TICE

- Un poste PC par binôme
- Une connexion internet
- Logiciel [Xmind](#)- [Mesurim](#)



Mots clés

- Dépollution- Epuration- Potabilisation- Boues activées- Ecosystème- Valorisation des boues- Contrôle- Incertitude



Votre avis nous intéresse, merci de répondre à notre enquête concernant ce scénario

Elève, cliquer [ici](#)

Professeur, cliquer [ici](#)

## Activité 1

## Traitements des eaux résiduaires et de l'eau potable

### • Objectif

- Connaître les moyens de traitement des eaux résiduaires et de l'eau potable

### • Durée

- 1 h

### • Consignes

- Visionner le film-Répondre aux questions

### • Compétences

- Mobiliser les connaissances

### Questions / Consignes

### Ressource numérique

#### Questions

##### Les eaux usées:

1. Indiquer les origines des pollutions de l'eau liées aux activités humaines.
2. Donner la nature des pollutions éliminées lors de l'épuration des eaux usées en station.
3. Citer le procédé utilisé.
4. Expliquer la formation d'un floc.
5. Nommer l'étape physique permettant le rejet des eaux dans les cours d'eau.
6. Expliquer l'expression valorisation des boues.

##### L'eau potable:

7. Quelle est la provenance de l'eau potable?
8. Quelle(s) activité(s) humaine(s) sont redoutées?
9. Expliquer les procédés permettant d'éliminer les nitrates et les microorganismes.

#### [Cliquer ici](#)

Pour  
télécharger la  
vidéo  
« Les  
biotechnologies  
au service de  
l'épuration des  
eaux »

#### Consignes

Visionner le film et prendre des notes  
Répondre aux questions en utilisant un logiciel de traitement de texte ou  
réaliser un document collaboratif à partir du lien ci-dessous  
<https://lite6.framapad.org/p/MDpUQ8VOJg>



## Activité 2

## Apprendre à réaliser une carte conceptuelle avec Xmind

### • Objectif

- Réaliser une carte conceptuelle pour classer et mémoriser les informations de l'activité 1 en appliquant une démarche de Neuroéducation

### • Durée

- 2h

### • Consignes

- Lire la fiche méthode d'utilisation du logiciel Xmind
- Construire une carte conceptuelle

### • Compétences

- Mobiliser les connaissances

### Questions / Consignes

### Ressource numérique

1. Suivre [tutorielXmind.pdf](#) d'utilisation du logiciel Xmind pour réaliser une carte heuristique.
2. Choisir un sujet central parmi les trois ci-dessous : (S'aider de la prise de notes de l'activité 1)
  - L'eau
  - Les microorganismes dépollueurs
  - Station d'épuration

<http://www.bpmultimedia.fr/formatio-ntice/captive/xmind/>

## Activité 3

## Fonctionnement d'une station d'épuration (STEP) par le procédé des boues activées

### • Objectif

- Comprendre le but des différentes étapes de l'épuration des eaux usées.
- Connaître l'écosystème des bassins d'aération

### • Durée

- 1 h

### • Consignes

- Faire une visite virtuelle
- Compléter les exercices

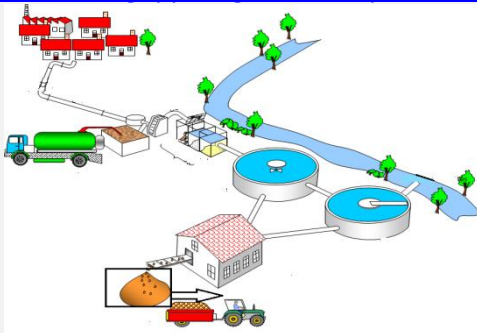
### • Compétences

- Mobiliser les connaissances

### Questions / Consignes

### Ressource numérique

1. Faire une visite virtuelle de la station d'épuration
2. A partir du schéma de la STEP faire l'exercice d'appariements :  
<http://LearningApps.org/watch?v=pa1ikmz9a01>



3. Consulter l'écosystème des boues et trouver le nom des microorganismes des boues  
<http://LearningApps.org/watch?v=pq72i4at301>
4. Vérifier vos connaissances en réalisant les mots croisés  
<http://LearningApps.org/watch?v=p7spc0ksc01>

Lien pour visionner la station d'épuration :

<https://www.youtube.com/watch?v=QxNxmLISB-U>

Lien pour visionner la faune des boues activées :

<http://www.ac-grenoble.fr/disciplines/sti-biotechnologies/articles.php?lng=fr&p=546>

## Activité 4

## Contrôle de la pollution chimique d'un effluent d'entrée et de sortie

### • Objectif

- Exploiter les résultats d'un contrôle du dosage des phosphates dans un effluent -Notion de métrologie

### • Durée

- 2 h

### • Consignes

- Traiter des données avec Excel

### • Compétences

- Mobiliser les connaissances

### Questions / Consignes

### Ressource numérique

### EXERCICE

#### CONTRÔLE DU TRAITEMENT DES PHOSPHATES A LA STEP

De nombreux contrôles sont effectués à la station d'épuration, MES (matières en suspension), DCO (demande chimique en oxygène), DBO<sub>5</sub> (demande biologique en oxygène), phosphore, nitrates...

Ils sont réalisés sur des prélèvements réalisés par des laboratoires accrédités à l'entrée et à la sortie de la STEP et permettent de vérifier l'efficacité des traitements et de calculer le rendement de dépollution. Les phosphates qui ne peuvent pas être digérés par les microorganismes sont éliminés dans un bassin de capture dans lequel on ajoute du sulfate d'alumine.

Le dosage des phosphates exprimé en mg.L<sup>-1</sup> de P est réalisé par une méthode spectrophotométrique au molybdate d'ammonium selon la norme ISO 6878 :2004

Un volume de 5 mL de contrôle et 5 mL d'eau d'effluent de sortie sont traités dans les mêmes conditions que la gamme d'étalonnage. Le mesurage des absorbances à 700 nm donne les indications suivantes :

Tubes	Blanc réactif	1	2	3	4	contrôle	Eau en sortie
Masse de P en µg	0	5	10	15	20	A déterminer	
A	0	0,100	0,208	0,307	0,412	0,307	0,362

[Document ressource métrologie](#) session 2014 à donner aux élèves

## QUESTIONS

- Ouvrir une feuille de calcul Excel et suivre les consignes de la [fiche méthode](#)
  - Tracer la droite d'étalonnage  $A = f(\text{Masse de P en } \mu\text{g})$
  - Indiquer la valeur du mesurande en  $\mu\text{g}$  pour le contrôle et l'essai
  - Noter dans une cellule vide l'équation aux grandeurs et calculer la concentration massique en phosphore du mesurande pour le contrôle et l'essai en  $\text{mg.L}^{-1}$
- Vérifier l'exactitude de mesure à l'aide du contrôle



**Valeur conventionnelle du contrôle  $C_{\text{ref}} = 2,81 \text{ mg.L}^{-1}$  de P**

**Lim inf =  $2,72 \text{ mg.L}^{-1}$  de P**

**Lim sup =  $2,88 \text{ mg.L}^{-1}$  de P**

- Exprimer le résultat de mesure en phosphore dans l'effluent de sortie de la STEP sachant que l'incertitude élargie  $U = 0,032 \text{ mg.L}^{-1}$
- Calculer le rendement d'épuration en phosphore de la STEP.
  - Ouvrir dans le même classeur une deuxième feuille Excel
  - Reproduire le tableau
  - Rentrer la formule du calcul du rendement  $[(\text{Entrée} - \text{Sortie}) / \text{Entrée}] * 100$

Paramètre	Méthode	RESULTAT ENTREE STEP en $\text{mg.L}^{-1}$	RESULTAT SORTIE STEP en $\text{mg.L}^{-1}$	Rendement Epuratoire
Phosphore	NFEN 1189 Art.6	17,1	<b>RESULTAT EXPRIME au paragraphe 3</b>	<b>A CALCULER</b>



Résultat obtenu :

## Activité 5

## Contrôles microbiologiques des boues d'épandage – Valorisation des boues

### • Objectif

- Dénombrer *Escherichia coli* dans les boues d'épandage

### • Durée

- 2 h

### • Consignes

- Compter les colonies obtenues avec Mesurim
- Utiliser la formule de la norme AFNOR, calculer la concentration d'*Escherichia coli*/gramme de boues

### • Compétences

- Mobiliser les connaissances

### Questions / Consignes

### Ressource numérique

#### CONTRÔLE DES BOUES D'ÉPANDAGE

La richesse des boues en matières minérales permet de les utiliser comme engrais naturels sur les terrains agricoles. Ces boues ne doivent pas contenir de germes pathogènes pour l'homme.

Afin d'autoriser l'épandage, il est nécessaire de dénombrer les germes indiqués sur la norme « compost de boues NFU 44 095 » :

	Toutes cultures sauf cultures maraîchères
<b>Agents indicateurs de traitement</b>	
<i>Escherichia coli</i>	$10^4$ /g MB
<i>Clostridium perfringens</i>	$10^3$ /g MB
<i>Entérocoques</i>	$10^5$ /g MB

MB: Matière sèche des boues

Lien pour télécharger  
Mesurim

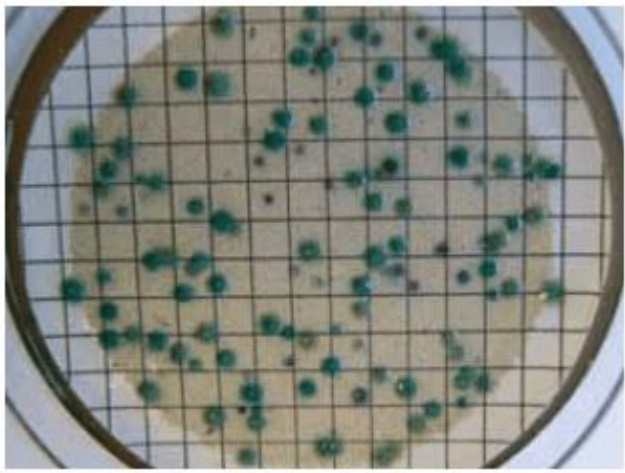
<http://aces.ens-lyon.fr/aces/logiciels/mesurim/mesurim>

**EXERCICE**

Un échantillon  $m = 10 \text{ g}$  d'extrait sec de boues est mis en suspension dans 90 ml de diluant. Après centrifugation permettant d'éliminer les débris, le dénombrement est réalisé sur le surnageant comme suit :

- Réaliser des dilutions en séries de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$  du surnageant.
- Filtrer sur membrane 1 mL de chaque dilution
- Déposer la membrane sur milieu chromogène TBX
- Incuber 24h à  $44^\circ\text{C}$

Les résultats de la dilution  $10^{-1}$  sont donnés ci-dessous.

**Principe de lecture du milieu TBX**

Les sels biliaires inhibent la croissance des microorganismes à Gram positif et favorisent la récupération des *Escherichia coli*.

Le BCIG (acide 5-bromo-4-chloro-3-indolyl- -D-glucuronique) est un substrat chromogène. La plupart des souches d'*Escherichia coli* possédant une -D-glucuronidase agissent par clivage du BCIG, entraînant la coloration des colonies en bleues

Compter des colonies bleues caractéristiques dans les boîtes en contenant moins de 150.

Par ailleurs, celles-ci doivent contenir moins de 300 colonies caractéristiques et non caractéristiques au total.

Les colonies non caractéristiques présentent des colonies blanches à beige vert sur le milieu TBX.

**Formule de la Norme AFNOR : Calcul de la concentration en UFC d'*Escherichia coli* /g de MB**

$$C = \frac{N}{V * 10 - 1} * 10$$



## QUESTIONS

1. Expliquer l'aspect des colonies caractéristiques sur le milieu TBX.
2. Ouvrir le logiciel Mesurim. Suivre la [Fiche technique Comptage Mesurim.pdf](#) fiche technique. Compter les colonies en distinguant les colonies d'*Escherichia coli* des colonies non caractéristiques.
3. Calculer la concentration en UFC/g de MB (Matière sèche des boues)
4. Exprimer le résultat sachant que l'incertitude  $U = 1,6 \cdot 10^3$  UFC/g
5. Les boues analysées pour l'agent indicateur *E. coli* peuvent-elle être épandues. Justifier.

Résultat obtenu :

Votre avis nous intéresse, merci de répondre à notre enquête concernant ce scénario

Elève, cliquer [ici](#)Professeur, cliquer [ici](#)