

**S3 : BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX**

**A. OBJECTIFS:**

L'enseignement de biochimie, biologie et microbiologie des eaux a pour objectifs d'apporter les connaissances indispensables à la compréhension des processus ainsi qu'à la maîtrise des savoirs et des savoir-faire professionnels relatifs à la mise en oeuvre, à la gestion et au contrôle des procédés de traitements et des ouvrages.

Il doit aussi permettre au titulaire de cette mention complémentaire d'assumer convenablement ses fonctions de surveillance et d'assurance de la qualité de l'eau, de maintenance des équipements et des installations dans des conditions satisfaisantes d'hygiène, de sécurité et de protection des personnes, des biens et de l'environnement ainsi que ses fonctions d'encadrement d'une équipe et de relation contractuelle et commerciale.

Il doit, notamment, :

- . développer l'aptitude à prendre en compte une situation dans la globalité de ses composantes, et à s'adapter à l'évolution des techniques et des exigences,
- . favoriser l'exercice de la réflexion et du sens critique,
- . autoriser, éventuellement, une poursuite d'études dans ce secteur.

**B. METHODOLOGIE:**

Prenant appui sur les réalités techniques, cet enseignement sera conduit en étroite relation avec ceux des autres savoirs et savoir-faire qu'il s'attachera à mettre en cohérence.

Apportant les connaissances théoriques essentielles en matière d'écologie, de biochimie, de biologie et de microbiologie, il débouchera sur une bonne compréhension des réalités de ce secteur et sur les perspectives d'évolution de celui-ci.

Les notions fondamentales de biochimie et de microbiologie donneront lieu à des observations et des manipulations pratiques.

**C. PROGRAMMES:**

**S3 : BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX**

CONNAISSANCES	NIVEAUX D'EXIGENCES et <i>COMMENTAIRES</i>
<p><b>1. L'EAU ET LA BIOSPHERE</b></p> <p><b>1.1. La biosphère</b></p> <p><b>1.2. Structure fonctionnelle de la biosphère.</b></p> <p>1.2.1 Chaînes et réseaux trophiques.</p> <p>1.2.3. Les grands cycles des éléments</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cycle du carbone.</li> <li>- Cycle de l'azote.</li> <li>- Cycle du soufre.</li> <li>- Cycle du phosphore.</li> </ul> <p><b>1.3. Pollutions et nuisances: généralités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classification des pollutions et des nuisances</li> <li>- Principales pollutions et nuisances</li> <li>- Dispersion et concentration de la pollution dans la biosphère.</li> <li>- Mesure de l'effet toxique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir biosphère, écosystème, biocénose, biotope, biomasse, hydrosphère.</li> <li>- Présenter de manière synthétique les relations entre les organismes vivants et leur environnement.</li> <li>- Présenter une chaîne trophique aquatique à 3 ou 4 niveaux.</li> <li>- Définir : plantes chlorophylliennes, hétérotrophes, consommateurs, décomposeurs.</li> <li>- <i>Schématiser les principales étapes de chacun des cycles de matière en mettant en évidence les formes organiques et minérales des éléments chimiques.</i></li> <li>- Présenter une classification sommaire des différents pollutions ou nuisances en fonction des critères physiques, chimiques, biologiques ou esthétiques.</li> <li>- Donner des exemples pour chacune des classes citées.</li> <li>- Indiquer les facteurs de dispersion des substances polluantes : mouvements atmosphériques, circulation de l'eau dans les sols et l'hydrosphère, incorporation dans les réseaux trophiques des écosystèmes</li> <li>- <i>Définir toxicité aiguë, toxicité chronique et spectre de toxicité.</i></li> <li>- <i>Définir DL, DL 50, DMM, temps de demi-vie.</i></li> </ul>

**S3 : BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX**

CONNAISSANCES	NIVEAUX D'EXIGENCES et COMMENTAIRES
<p><b>2. BIOCHIMIE ET BIOLOGIE GENERALES</b></p> <p><b>2.1. L'eau</b></p> <p><b>2.2. Les sels minéraux</b></p> <p><b>2.3. Les constituants organiques: les biomolécules</b></p> <p>- Glucides</p> <p>    . Glucose: structure et propriétés</p> <p>    . Oses, osides, polyosides et hétérosides.</p> <p>- Lipides</p> <p>    . Définition des lipides</p> <p>    . Constitution des lipides:</p> <p>        * acides gras,</p> <p>        * glycérol.</p> <p>    . Principaux groupes de lipides:</p> <p>        * simples,</p> <p>        * complexes,</p> <p>        * isopréniques</p> <p>- Protides</p> <p>    . acides aminés,</p> <p>    . liaison peptidique,</p> <p>    . peptides et protéines.</p>	<p>- Citer les caractéristiques physiques et chimiques essentielles de l'eau:</p> <p>- Citer des micro et des oligo-éléments. - Préciser leur importance respective. - Donner le rôle biologique des principaux éléments.</p> <p>- Donner la formule développée linéaire du glucose ainsi que la formule cyclique. - Décrire les propriétés physiques et chimiques et les possibilités de polymérisation. - Présenter la liaison osidique.</p> <p>- Définir ces termes et les illustrer par quelques exemples.</p> <p>- Donner les caractères physiques communs aux lipides</p> <p>- Donner la formule générale d'un acide gras: <math>(C_n H_{2n+1} - COOH)</math> et citer quelques exemples. - Ecrire la formule développée du glycérol.</p> <p>- Définir glycérides, stérides et cériques (formules exclues). - Définir lipides complexes et citer deux exemples. - Présenter la formule du cholestérol et la comparer à celle d'autres lipides isopréniques.</p> <p>- Donner la définition d'un acide aminé et présenter quelques exemples.</p> <p>- Présenter la liaison peptidique.</p> <p>- Définir peptides et protéines et citer quelques exemples.</p>

**S3 : BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX**

CONNAISSANCES	NIVEAUX D'EXIGENCES et <i>COMMENTAIRES</i>
<p><b>2.2 . La cellule</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure et ultrastructure des cellules eucaryotes et procaryotes</li>   <li>- Enzymes et réactions enzymatiques</li>   <li>- Les échanges membranaires</li>   <li>- Le métabolisme cellulaire               <ul style="list-style-type: none"> <li>. Définitions</li> <li>. Catabolisme                   <ul style="list-style-type: none"> <li>* catabolisme général des glucides</li>   <li>* catabolisme général des acides gras et des acides aminés.</li> </ul> </li> <li>. Anabolisme:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>* Anabolisme glucidique</li>   <li>* Anabolisme protidique.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Décrire et comparer une cellule procaryote et une cellule eucaryote.</li> <li>- Représenter les principales morphologies rencontrées chez les bactéries, les levures et les moisissures.</li>   <li>- Définir la catalyse enzymatique.</li> <li>- <i>Dégager à l'aide d'exemples, la spécificité enzymatique.</i></li> <li>- <i>Montrer l'influence de la température, du pH, des activateurs et des inhibiteurs chimiques sur l'activité enzymatique.</i></li>   <li>- Définir :               <ul style="list-style-type: none"> <li>* diffusion simple,</li> <li>* diffusion facilitée,</li> <li>* transport actif.</li> </ul> </li> <li>- Définir l'osmose et la pression osmotique.</li> <li>- <i>Préciser l'existence de phénomènes d'endocytose et d'exocytose.</i></li>   <li>- Définir les termes «métabolisme », «anabolisme », «catabolisme ».</li>   <li>- <i>Résumer la glycolyse par son bilan chimique : production de pyruvate et de coenzymes réduits, production d'ATP.</i></li> <li>- <i>En dégager le rôle et donner des exemples en relation avec le génie des procédés de traitements.</i></li>   <li>- <i>Indiquer le produit ultime (acétylcoenzyme A) de la dégradation des acides gras par <math>\beta</math> - oxydation.</i></li> <li>- <i>Indiquer les différentes formes d'élimination de l'azote.</i></li>   <li>- Définir et montrer son rôle.</li> <li>- <i>Dégager l'importance qualitative et quantitative de ce processus en indiquant son bilan matière (équation globale).</i></li>   <li>- <i>Présenter les principales voies de mise en réserve de l'énergie: glucogénèse et néoglucogénèse.</i></li>   <li>- <i>Indiquer son importance, présenter succinctement ses étapes (activation des acides aminés, transfert et condensation) et considérer l'aspect énergétique.</i></li> </ul>

S3 : BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX

CONNAISSANCES	NIVEAUX D'EXIGENCES et COMMENTAIRES
<p><b>3. MICROBIOLOGIE GENERALE</b></p> <p><b>3.1. Morphologie et structure des micro-organismes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bactéries</li> <li>- Virus</li> <li>- Protozoaires</li> <li>- Algues</li> </ul> <p><b>3.2. Physiologie bactérienne</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nutrition des bactéries et facteurs de croissance. <ul style="list-style-type: none"> <li>. Importance de l'eau.</li> <li>. Les sources de carbone.</li> <li>. Les sources d'azote.</li> <li>. Facteurs de croissance.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indiquer les caractéristiques morphologiques et structurales distinctives des grands groupes de micro-organismes.</li> <li>- Utiliser les ouvrages de détermination.</li> <li>- Reconnaître les structures importantes.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indiquer et représenter les principales morphologies.</li> <li>- Représenter et annoter l'ultrastructure d'une cellule bactérienne.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir de schémas fournis, reconnaître les constituants des structures virales.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indiquer et représenter les principales morphologies en considérant: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Flagellés (<i>Bodo</i>),</li> <li>. Rhizopodes (<i>Amibe</i>),</li> <li>. Ciliés (<i>Paramécie</i>),</li> <li>. Sporozoaires (<i>Plasmodium</i>).</li> </ul> </li> <li>- Indiquer et représenter les principales morphologies en considérant: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Euglénophytes (<i>Euglène</i>),</li> <li>. Chrysophytes (<i>Diatomées</i>),</li> <li>. Pyrrophytes (<i>Dinoflagellés</i>).</li> <li>. Chlorophytes (<i>Chlamydomonas</i>).</li> </ul> </li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Montrer cette importance.</li> <li>- Citer différentes sources de carbone.</li> <li>- Définir par rapport à la source énergétique, les termes « chimiolithotrophie », « chimio-organotrophie », « photolithotrophie ».</li> <li>- Citer différentes sources d'azote, en considérer la variété.</li> <li>- Définir les expressions « facteur de croissance » et « bactérie <i>auxotrophe</i> ».</li> <li>- Donner un exemple.</li> </ul>

**S3 : BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX**

CONNAISSANCES	NIVEAUX D'EXIGENCES et COMMENTAIRES
<p>- Respiration; types respiratoires.</p> <p>- Multiplication; courbes de croissance.</p> <p>    . Modes de multiplication .</p> <p>    . Courbes de croissance.</p> <p>- Sporulation</p> <p>- Métabolisme énergétique; métabolismes glucidique et protidique.</p> <p><b>3.3. Micro-organismes et environnement</b></p> <p>3.3.1. Bactéries et milieu naturel</p> <p>    - Saprophytisme, commensalisme, parasitisme, symbiose.</p> <p>    - Rôle dans le recyclage de la matière organique:         cycles du carbone, de l'azote, du soufre.</p> <p>3.3.2. Bactéries et infection</p> <p>    - pouvoir pathogène :         . pouvoir invasif,         . pouvoir toxique,         . résistance de l'hôte.</p> <p>    - les infections virales et parasitaires d'origine hydrique.</p>	<p>- Définir la respiration bactérienne, la respiration aérobie et la respiration anaérobie.</p> <p>- Définir les types respiratoires: aérobie strict, aéro-anaérobie ou anaérobie facultatif), anaérobie strict.</p> <p>- <i>Présenter succinctement la scissiparité.</i></p> <p>- Considérer les conditions physiques et chimiques de la croissance et indiquer leur action.</p> <p>- Analyser une courbe de croissance en milieu non renouvelé et en milieu renouvelé ; en dégager les différentes phases et en définir les caractéristiques: temps de génération, taux de croissance.</p> <p>- <i>Dégager la notion de facteur limitant.</i></p> <p>- Décrire le phénomène.</p> <p>- Citer des exemples: <i>Bacillus, Clostridium.</i></p> <p>- Montrer l'importance du phénomène.</p> <p>- Définir les principaux types métaboliques en considérant la nature du donneur ou de l'accepteur d'hydrogène.</p> <p>- Présenter les étapes de la transformation par les bactéries , d'une protéine en ses différents produits de dégradation.</p> <p>- Définir ces termes et présenter un exemple pour chacun.</p> <p>- Expliquer les rôles des bactéries dans la minéralisation de la matière organique et dégager l'importance de ces phénomènes ainsi que leur interrelation.</p> <p>- Définir le pouvoir pathogène en relation avec ses trois composantes : pouvoir invasif, pouvoir toxique, résistance de l'hôte.</p> <p>-Présenter les principales formes d'infection virales et parasitaires d'origine hydrique.</p> <p>- Préciser les agents responsables.</p>

**S3 : BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX**

CONNAISSANCES	NIVEAUX D'EXIGENCES et COMMENTAIRES
<p>- Réactions de défense de l'organisme à l'infection microbienne.</p> <p><b>3.4 Relations cellule hôte-virus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. cycle lytique,</li> <li>. lysogénie.</li> </ul> <p><b>3.5. Agents antimicrobiens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. physiques,</li> <li>. chimiques.</li> </ul> <p><b>3.6. Vaccination</b></p>	<p>- Définir immunité non spécifique (« naturelle ») et immunité spécifique.</p> <p>- Définir antigènes et anticorps.</p> <p>- <i>Considérer la production des anticorps : évolution de la réponse immunitaire lors de deux injections successives (mémoire immunitaire) et présenter les - principales vaccinations</i></p> <p>- Commenter un schéma du cycle lytique.</p> <p>- Définir la lysogénie.</p> <p>- Citer les principaux agents physiques et considérer leurs conditions d'efficacité.</p> <p>- Définir stérilisation (chaleur sèche et chaleur humide) et pasteurisation.</p> <p>- Définir les termes : antiseptique, bactéricide, fongicide, virulicide.</p> <p>- Définir le terme d'antibiotique et considérer leurs modes d'action.</p> <p>- Définir et comparer vaccination et sérothérapie.</p> <p>- Exposer le principe de la vaccination</p> <p>- Définir vaccins vivants viraux et bactériens, vaccins inactivés à base de virus entiers, vaccins constitués de sous unités bactériennes ou virales et donner un exemple pour chacune de ces catégories.</p>
<p><b>4. MICROBIOLOGIE DE L'EAU</b></p> <p><b>4.1. Les principaux micro-organismes de l'eau</b></p> <p>- Les bactéries chimiolithotrophes.</p> <p>- Les bactéries chimio-organotrophes et les cyanobactéries.</p>	<p>- <i>Ne pas en faire une étude systématique mais considérer quelques exemples significatifs et utiles pour le traiteur d'eau.</i></p> <p>- Citer des exemples et préciser leur rôle en considérant:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. les bactéries lithotrophes aérobies:             <ul style="list-style-type: none"> <li>* du cycle de l'azote : <i>Nitrosomonas, Nitrobacter</i>),</li> <li>* oxydant le soufre (<i>Beggiatoa</i>),</li> <li>* oxydant le fer ferreux en fer ferrique (<i>Thiobacillus ferrooxydans</i>),</li> </ul> </li> <li>. les bactéries lithotrophes anaérobies: (<i>Thiobacillus denitrificans, Desulfovibrio</i>),</li> </ul> <p>- <i>Présenter les caractéristiques générales et montrer l'abondance et la variété de ces bactéries</i></p>

**S3 : BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX**

CONNAISSANCES	NIVEAUX D'EXIGENCES et <i>COMMENTAIRES</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les virus</li>   <li>- Les algues; les mycètes.</li>   <li>- Les protozoaires.</li>   <li>- Autres micro-organismes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Donner des exemples de virus humains et de bactériophages.</li> <li>- Signaler les problèmes liés à la survie des virus en milieu hydrique et les principes généraux de leur mise en évidence.</li>   <li>- Donner leur définition et quelques exemples.</li>   <li>- Donner leur définition et en présenter les grandes classes (Flagellés, Rhizopodes, Ciliés, Sporozoaires) en les illustrant par des exemples choisis parmi ceux responsables de maladies ou constitutifs de la faune des boues ou des lits microbiens.</li>   <li>- <i>Considérer Rotifères et Nématodes.</i></li> </ul>
<p><b>4.2. L'auto-épuration de l'eau.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les micro-organismes auto-épurateurs.</li>   <li>- Les processus d'épuration naturelle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présenter les principales sortes de micro-organismes auto-épurateurs en citant quelques exemples de bactéries, d'algues et de protozoaires.</li>   <li>- <i>Considérer l'évolution des flores: présenter les 4 zones caractéristiques (polysaprobie, mésosaprobies <math>\alpha</math> et <math>\beta</math>, oligosaprobie) et les transformations essentielles.</i></li> <li>- <i>Insister sur l'équilibre des facteurs et sur les limites de la capacité d'auto-épuration d'un milieu naturel.</i></li> </ul>
<p><b>4.5. Le contrôle microbiologique de la qualité de l'eau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dénombrement des aérobies revivifiables.</li>   <li>- Coliformes</li>   <li>- Streptocoques fécaux.</li>   <li>- Anaérobies sulfito-réducteurs.</li>   <li>- Les normes microbiologiques de l'eau destinée à la consommation humaine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Introduire les notions d'indicateurs de contamination et d'indicateurs de traitements.</i></li>   <li>- En préciser la définition et l'intérêt et en présenter le principe.</li>   <li>- Idem</li>   <li>- Idem</li>   <li>- Idem</li>   <li>- Exploiter les résultats d'une analyse microbiologique.</li> </ul>

**S3 : BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX**

CONNAISSANCES	NIVEAUX D'EXIGENCES et <i>COMMENTAIRES</i>
4.6. Microbiologie de la distribution	<p>- <i>Considérer très succinctement :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. <i>corrosion biologique,</i></li> <li>. <i>goût et odeurs,</i></li> <li>. <i>nids microbiens,</i></li> <li>. <i>croissance induite par les matériaux du réseau.</i></li> </ul>