

LE PROCÉDE ECOPR'EAU



Le bioréacteur séquentiel intense **ECOPR'EAU** est une unité technologique dans laquelle on multiplie des micro-organismes tant pour la production de biomasse que pour la qualité de traitement.

Contrairement aux systèmes plus simples utilisés, le procédé **ECOPR'EAU** permet de contrôler les conditions de culture (température, pH, aération, etc) et de ce fait, la qualité de traitement biologique escomptée est de plus grande qualité et fiabilité.

BIOTECHNOLOGIE

Toutes les cellules vivantes ont besoin d'une source d'énergie chimique et d'un "combustible " pour assurer le travail cellulaire fait de synthèses, de transports, de sécrétions, de mouvements, etc.

Ce combustible est constitué par les substances organiques contenues dans la nourriture, molécules riches en énergie potentielle. Ces substances, servent de base aux organismes pour élaborer leurs propres matières organiques, elles sont classées en trois grandes familles :

- Les sucres.
- Les graisses.
- Les substances azotées.

L'énergie contenue dans ces molécules peut être mobilisée par les cellules vivantes de deux façons différentes :

- **Les fermentations** correspondent à un processus que l'on peut qualifier d'incomplet car elles libèrent des déchets contenant encore de l'énergie utilisable.
- **La respiration** est un processus plus complexe nécessitant en outre de l'oxygène.

Au cours de la respiration, les molécules organiques sont oxydées totalement et leur énergie est récupérée par les cellules. Les déchets formés sont du dioxyde de carbone et de l'eau.

Lorsqu'une cellule utilise pour respirer une molécule de glucose, carburant favori du monde vivant, elle a besoin de six molécules d'oxygène pour l'oxyder totalement selon la réaction ci-dessous:

Glucose (C₆H₁₂O₆) + 6O₂® 6CO₂ + 6H₂O Dans ce cas, l'énergie libérée par l'oxydation du glucose est égale à 2860 kilojoules (kJ).

Comme dans toute réaction chimique, une grande partie de l'énergie se dissipe sous forme de chaleur. Aussi, la part utilisable par les cellules représente environ 40 % de cette valeur.

L'équation ci-dessus n'indique que le bilan global de la respiration. En réalité, l'oxydation complète d'une molécule est réalisée progressivement à travers un grand nombre de réactions chimiques successives.

Les dernières étapes se déroulent dans des organites cellulaires spécialisés, les mitochondries au sein desquelles l'oxygène forme de l'eau en fixant l'hydrogène provenant des molécules oxydées.

On appelle **intensité respiratoire**, le volume d'oxygène consommé par unité de temps pour une masse donnée de matière vivante.

C'est un indicateur de l'intensité du métabolisme, proportionnel à la dépense énergétique.

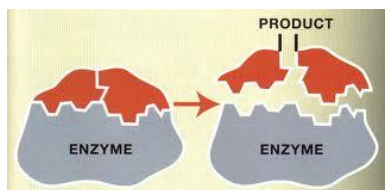
Un calcul simple, à partir de l'équation bilan, montre qu'un litre d'oxygène permet de libérer 21 kJ lorsque du glucose est consommé. Aussi, la mesure de l'intensité respiratoire permet de déduire l'énergie consommée au cours du temps par un être vivant à condition de connaître la nature des molécules consommées.

LES ENZYMES

Une **enzyme** est une molécule permettant d'abaisser l'énergie d'activation d'une réaction et d'accélérer jusqu'à des millions de fois les réactions chimiques du métabolisme se déroulant dans le milieu cellulaire ou extracellulaire sans modifier l'équilibre formé.

Les enzymes agissent à faible concentration et elles se retrouvent intactes en fin de réaction : ce sont des catalyseurs biologiques (ou biocatalyseurs).

Les enzymes sont des catalyseurs biologiques qui permettent le fonctionnement cellulaire. Etant donné que chaque enzyme ne catalyse, en général, qu'une seule réaction du métabolisme, identifier une nouvelle enzyme équivaut à identifier une des nombreuses réactions chimiques qui sont simultanément à l'œuvre dans chaque cellule.



Cette approche s'avère féconde puisqu'elle permet, dans un premier temps, de décrypter l'ensemble des réactions dites du métabolisme intermédiaire.

Ces réactions permettent aux cellules d'obtenir l'énergie dont elles ont besoin pour leurs activités (synthèses, transports, mouvements etc) en dégradant des molécules comme les sucres ou les graisses, véritables "réservoirs énergétiques".

Les enzymes sont toutes des protéines (grosses molécules ou macromolécules) constituées d'un enchaînement de "briques" élémentaires, les acides aminés. De plus, les protéines extraites d'espèces très différentes sont toujours constituées des mêmes acides aminés en nombre réduit, une vingtaine chez tous les êtres vivants. Ainsi, à partir d'un nombre très limité de pièces élémentaires, les cellules sont capables d'élaborer des molécules très grosses permettant des suites de réactions chimiques aussi complexes que la fermentation ou la respiration.

LES PROTEINES

Les protéines sont les plus abondantes des molécules organiques des êtres vivants. Elles représentent plus de la moitié de leur poids sec. Les protéines sont responsables de la totalité des activités cellulaires.

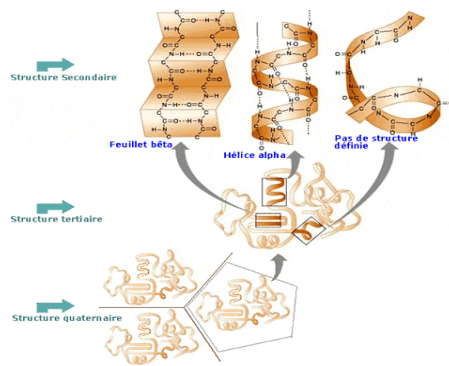


Figure 4 : Structure des protéines

Ce sont les outils des cellules car les enzymes qui catalysent l'ensemble des réactions chimiques chez les êtres vivants sont quasiment toutes des protéines.

Les protéines sont les principaux éléments de construction des structures cellulaires et extracellulaires. Elles interviennent dans les multiples régulations au sein de chaque cellule et de chaque organisme vivant.

Toutes les protéines sont construites sur un même modèle de base : ce sont des macromolécules résultant de la mise bout à bout, en une longue chaîne, de quelques dizaines à quelques centaines d'unités élémentaires, les acides aminés, dont il n'existe que 20 types différents chez tous les êtres vivants.

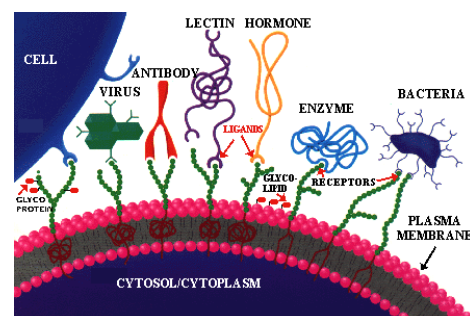
Les lois physico-chimiques font qu'une conformation* particulière et une seule est la plus favorable au point de vue énergétique et chaque protéine se trouve donc uniquement dans cette seule conformation stable (*on appelle conformation d'une molécule, les différentes structures spatiales qu'elle peut prendre par suite de rotations autour d'une ou plusieurs liaisons simples C-C).

Pour cette raison, lorsqu'une cellule fabrique une protéine, les différents segments de la molécule adoptent spontanément une forme déterminée. Ces formes (en hélice ou en feuillet) représentent la structure dite secondaire.

La disposition relative de ces motifs de base conduit à la structure tridimensionnelle, appelée structure tertiaire. La fonction particulière remplie par une protéine est liée à sa structure tertiaire :

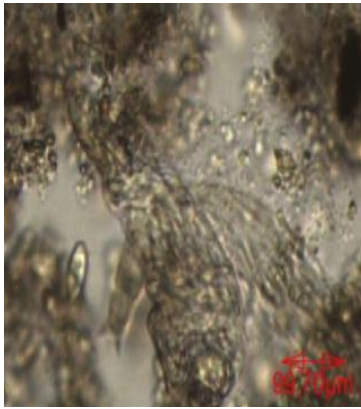
Selon sa forme, une protéine pourra, par exemple, se fixer à d'autres molécules dites ligands, et permettre leur transformation chimique ou d'autres interactions moléculaires.

De nombreuses protéines sont formées d'un assemblage de sous-unités (identiques ou différentes) leur conférant ainsi de nouvelles propriétés, notamment régulatrices. On parle alors de structure quaternaire.



LES BOUES ACTIVÉES

Ces bassins appelés aussi bassins d'oxydation mettent en œuvre une biomasse bactérienne libre associée en floccs.



Ces floccs de boues comprennent des microorganismes hétérotrophes et autotrophes nitrifiants lorsque le temps de séjour de la boue est suffisant pour que leur multiplication produise une biomasse active dans le traitement.

Cette reproduction des microorganismes intervient en conditions favorables lorsque leur croissance est importante et que les bactéries se mettent à se diviser. Les exo polymères qu'elles sécrètent leur permettent de s'agglomérer en floccs décantables. L'aération est assurée par des disques diffuseurs placés dans le fond donnant lieu à un micro-bullage.

L'Azote et le Phosphore

L'azote des eaux usées se présente surtout sous forme ammoniacale (NH_4^+). Pour enlever la pollution azotée, il faut un traitement biologique plus long où les boues activées sont alternativement aérées puis privées d'oxygène.

Dans un premier temps, les bactéries nitrifiantes vont oxyder l'ammoniaque en nitrates (NO_3^-) puis des bactéries dénitrifiantes prennent le relais pour réduire (en absence d'aération) les nitrates en azote atmosphérique non polluant (N_2). Au bout du compte, 90 % de l'azote est éliminé des eaux usées.

Pour les phosphates, il faut d'abord priver d'oxygène les bactéries afin qu'elles relarguent leur propre phosphate intracellulaire.

C'est une étape indispensable pour ensuite faire consommer des phosphates en plus grande quantité. Dès qu'elles sont à nouveau aérées, les bactéries réabsorbent non seulement leur phosphate mais aussi 50 à 60 % de ceux apportés par les eaux usées.

SYSTEME D'AERATION

Les calculs du système d'aération sont basés sur les besoins en oxygène en condition réelle. Il faut aussi s'assurer que les conditions de mélange sont suffisantes pour permettre une bonne répartition de l'oxygène dissout et maintenir les solides en suspension dans la liqueur mixte.

Les besoins en oxygène comprennent la demande carbonée et la demande azotée. Une façon courante de calculer la demande carbonée est de considérer la masse totale en DBO ultime utilisée et d'y soustraire la demande qui correspond aux microorganismes contenus dans les boues extraites.

La demande totale en oxygène en condition réelle peut être exprimée au moyen de l'équation suivante :

$$O_2 = \frac{Q(S_a - S_e) DBO_u}{1000} - 1,42 P_x + \frac{4,57 Q(N_a - N_e)}{1000}$$

O₂ = besoins en oxygène, kg/j

DBOU = concentration en DBO ultime, mg/L

Na = concentration en azote Kedah à l'affluent, mg/L N-NTK

Ne = concentration en azote Kjeldahl à l'effluent, mg/L N-NTK

Le rapport typique DBOU/DBO5 est de 1,47.

Un facteur de pointe d'au moins 2 est généralement appliqué à la charge en DBO pour calculer la capacité maximale du système d'aération. Un facteur plus élevé peut être requis en fonction de conditions particulières d'alimentation.



Plusieurs types d'équipements d'aération différents peuvent être utilisés. Peu importe les équipements considérés, le taux de transfert d'oxygène de ceux-ci doit être basé sur des résultats d'essais de rendement en condition standard conformément à la norme ASCE 1992.

La concentration minimale en oxygène dissout à maintenir dans le réacteur est de 3 mg/L en condition moyenne et de 1 mg/L en condition de pointe.

La capacité du système d'aération (débit d'air, puissance) pour satisfaire les besoins en oxygène peut alors être déterminée.

Le système d'aération est conçu de façon à pouvoir être ajusté en fonction des variations de la demande en oxygène.

Les besoins en oxygène, pour le procédé **ECOPR'EAU** sont plus importants qu'une aération traditionnelle. Les valeurs typiques citées sont :

· < 90 L/min/1 m³ pour un système de diffusion d'air entraînant un mélange homogène.

Les caractéristiques du système d'aération doivent être précisées : puissance installée, nombre et type de diffuseurs. Les diffuseurs sont facilement accessibles ou amovibles pour en permettre l'entretien.

Le système d'aération est un élément essentiel au bon fonctionnement de la station **ECOPR'EAU**.

Les calculs nécessaires doivent tenir compte du volume du réacteur, de la puissance disponible et de la masse de boues produites.

