

**Diplôme : BTSA ANABIOTEC**

**Module : M 57  
Procédés biotechnologiques**

**Objectif général du module :  
Analyser et mettre en œuvre des procédés  
biotechnologiques**

Indications de contenus, commentaires,  
recommandations pédagogiques

### **Objectif 1 - Analyser les principes des procédés biotechnologiques**

#### **Objectif 1 – 1 : Raisonner les procédés biotechnologiques en s'appuyant sur les caractéristiques des molécules et des organismes vivants utilisés**

Il convient de se limiter aux voies métaboliques utilisées dans la bioréaction réalisée. Dans le cas des cultures microbiennes, par exemple, présenter les réactions liées à la respiration et aux principales fermentations (alcoolique, lactique...).

Les compléments d'informations en biochimie, microbiologie, biologie, physique ou chimie peuvent être apportés à cette occasion.

Justifier le choix des substrats, des microorganismes, des enzymes, des produits, des conditions abiotiques (paramètres physicochimiques/ composition du milieu de culture) en vue d'optimiser une bioréaction donnée.

#### **Objectif 1 – 2 : Justifier les conditions d'utilisation des molécules et des systèmes vivants mis en œuvre**

Justifier les conditions d'utilisation des systèmes vivants mis en œuvre dans les bioréactions en s'appuyant sur l'étude de leurs conditions de développement, de croissance ou de fonctionnement selon que l'on utilise des cellules procaryotes ou eucaryotes ou des molécules actives (acides nucléiques, enzymes...).

#### **Objectif 1 – 3 : Expliquer les principes des procédés de production**

Il s'agit de présenter les différents types de systèmes de bioréactions : discontinu (batch), semi discontinu, discontinu alimenté (fed batch), continu, continu multiétagé. Pour chacun expliquer le fonctionnement et l'évolution prévisible des paramètres caractéristiques et présenter les modèles mathématiques correspondants.

L'utilisation de systèmes à réactifs (cellules et molécules réactives) libres ou fixés peut être étudiée. Pour chaque principe présenté, fournir des exemples d'applications.

#### **Objectif 1 – 4 Identifier les différentes étapes de production dans divers procédés**

Présenter les matériels utilisables en distinguant les différents types d'agitation (turbines, hélices, cuves rotatoires, air lift...), les géométries de cuves, les capteurs (sondes de température : Pt 100, thermocouple, thermistor – de mesure de la pO<sub>2</sub> : sonde ampérométrique – de mesure du pH : sonde potentiométrique) et les régulations. Pour ces dernières, présenter en particulier les régulations tout ou rien et proportionnelle et évoquer la régulation PID.

Les différentes étapes de la mise en œuvre à présenter sont les suivantes :

- préparation du bioréacteur. Décrire la stérilisation, en précisant que dans bon nombre de cas elle n'est pas nécessaire (vinification, fermentation de produits laitiers...).
- calibrage et placement des sondes.
- préparations des éléments bioréactifs (précultures, solutions enzymatiques...)
- ensemencement du bioréacteur
- bioréaction, prélèvements, analyses
- récupération des produits
- nettoyage des matériels et maintenance
- calculs

Il est souhaitable d'illustrer chaque étape par des exemples judicieusement choisis.

#### **Objectif 1 – 5 Identifier les objectifs et les champs d'application des biotechnologies dans le domaine industriel**

Présenter les grands objectifs de l'utilisation de procédés biotechnologiques : production de biomasse, biosynthèses, biodégradations, production de métabolites.

Parmi les champs d'application, on peut développer les secteurs alimentaires, pharmaceutiques, cosmétologiques, les secteurs environnementaux (ex : épuration) et les secteurs émergents (ex bioéthanol...)

On peut étudier l'utilisation de cellules animales en bio réacteurs. Ex : production d'anticorps monoclonaux, productions de vaccins, production de molécules d'intérêt, production de tissus...

L'organisation d'une visite d'entreprise de biotechnologie (ex : valorisation de cellulose ou produit lignocellulosique en bioéthanol...) peut être recommandée.

### **Objectif 2 - Mettre en oeuvre des procédés biotechnologiques dans le respect des règles d'hygiène et de sécurité et de la protection de l'environnement**

#### **Objectif 2 – 1 Mettre en œuvre des techniques de culture d'organismes vivants eucaryotes et procaryotes dans un objectif de production biotechnologique**

Mettre en œuvre des techniques de cultures *in vitro* de cellules végétales et/ou animales en s'appuyant sur les connaissances de la structure et de l'ultrastructure cellulaire, du cycle cellulaire, de sa régulation et de l'influence des facteurs de l'environnement cellulaire. On pourra illustrer les notions de différenciation et de dédifférenciation.

Insister sur les particularités de la cellule végétale, et des cycles cellulaires végétaux. Réaliser des explants végétaux et des mises en culture. Compléter cette partie pratique par l'étude de coupes anatomiques.

Présenter quelques applications industrielles de la CIV : micropropagation, conservation d'espèces, améliorations végétales...

On peut envisager les cultures algales.

#### **Objectif 2 – 2 Optimiser une ou des productions en bioréacteur**

Réaliser des bioréactions selon des objectifs définis et analyser les cinétiques. Enregistrer les concentrations cellulaires et les concentrations en substrats et en produits. Calculer les paramètres caractéristiques et établir les bilans de production (rendements, productivités). Choisir les techniques de contrôle les mieux adaptées aux objectifs.

Aborder la méthode de transposition d'une production de laboratoire à une production pilote puis à une production industrielle (scale up).

On peut, pour atteindre l'objectif d'optimisation, réaliser des plans d'expériences en prévoyant la variations de certains facteurs (composition du milieu, température, pH....), puis mettre en œuvre les essais retenus et déterminer les meilleures conditions de réalisation.

#### **Objectif 2 - 3 Utiliser de manière raisonnée le matériel et les appareillages adaptés**

Pour être utilisés de façon optimale, les appareillages, du plus simple au plus complexe, doivent être préparés, entretenus, correctement manipulés et stockés dans les meilleures conditions. Cet objectif permet aux étudiants de découvrir les différentes facettes de la mise en oeuvre des appareils utilisés en biotechnologie.

## **Objectif 2 - 4 Exploiter et interpréter les résultats de manière critique**

Après la mise en oeuvre d'un protocole analytique adapté à l'analyse des résultats, ceux-ci sont interprétés par rapport à l'objectif retenu. A tout résultat est associée son incertitude. L'analyse et l'interprétation statistique se font en fonction des enseignements du M53. Prêter une attention particulière à l'élaboration des plans d'expériences.