
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Teliidji Amar - Laghouat
Faculté des sciences et de l'ingénieur
Département de biologie

**Complément des cours de microbiologie industrielle destiné aux
étudiants de la cinquième année génie biologique**

Conception d'un bioréacteur

Par M. Y. Goudjal

2005 / 2006

Conception d'un bioréacteur.

1 - Introduction.

Ayant défini la commande optimale d'un procédé de fermentation, il s'agit maintenant d'étudier le dispositif qui doit permettre sa mise en œuvre.

Au centre de ce dispositif, se trouve le bio réacteur ou fermenteur (récipient) dans le quel, pour que se déroule le processus microbiologique, les phases biotiques et les phases abiotiques du système sont mises en présence l'une de l'autre.

Cela implique la mise en place, à coté de lui de divers matériel tel que les cuves et les échangeurs de chaleur pour préparer et stériliser le milieu de culture. Est éventuellement jointe à l'installation de fermentation , une centrale de production, de traitement et de stérilisation des gaz (O_2 , CO_2). enfin, le matériel de régulation et d'automatisation, relie les éléments entre eux, permet de faciliter la conduite de l'installation et de maîtriser le processus avec une meilleure sécurité.

2 - Bases microbiologiques de la conception d'un bioréacteur.

- Conception selon le type de processus microbiologique (ex : en aérobiose ou anaérobiose)
 - Quelque soit le type de microorganisme, le bioréacteur doit permettre un contact parfait entre les deux phases (biotique et abiotique).
 - Permettre un bon transfert de matière entre cellule et milieu de culture (substrat - cellule - produit).
 - Cas des processus aérobies : un bon transfert d'oxygène
 - Faciliter le transfert de chaleur du milieu vers les cellules (au début du processus) puis des cellules vers l'extérieur (réaction
-

exothermiques). L'évaluation de la quantité de chaleur à évacuer du bioréacteur vers l'extérieur est d'une importance primordiale : cette quantité est évaluée selon des bilans thermodynamiques liés à la croissance microbienne. D'autre part, elle est proportionnelle à la quantité d'oxygène consommé au cours de la croissance : 3.44Kcal / 1g d'oxygène consommé. Cela permet de fixer la quantité de chaleur à évacuer de bioréacteur.

- Faciliter la collecte des cultures microbiennes : dans le cas d'une fermentation gazogène (F. alcoolique par exemple) le gaz produit permet de maintenir les cellule en phase homogène dans le milieu de culture. L'arrêt de la fermentation se traduit par une baisse de la pression partielle de CO₂ dans le milieu, donc flottation des cellules (F. haute) ou sédimentation des cellules (F. basse).
- L'O₂ peut jouer le même rôle que le CO₂ en maintenant les microorganismes en suspension homogène. La conception géométrique du bioréacteur doit donc tenir compte de la solubilisation de l'O₂ dans le milieu (agitations), et en tenant en compte l'effet de ce processus sur les microorganismes sensibles (moisissures, bactéries filamenteuse).
- Conception du bioréacteur en tenant en compte les risques de contamination : assurer leur étanchéité surtout au niveau du point d'intersection de l'arbre d'agitation et les parois du couvercle dans le cas des bioréacteurs parfaitement agité qui s'avèrent les plus vulnérables aux contaminations.

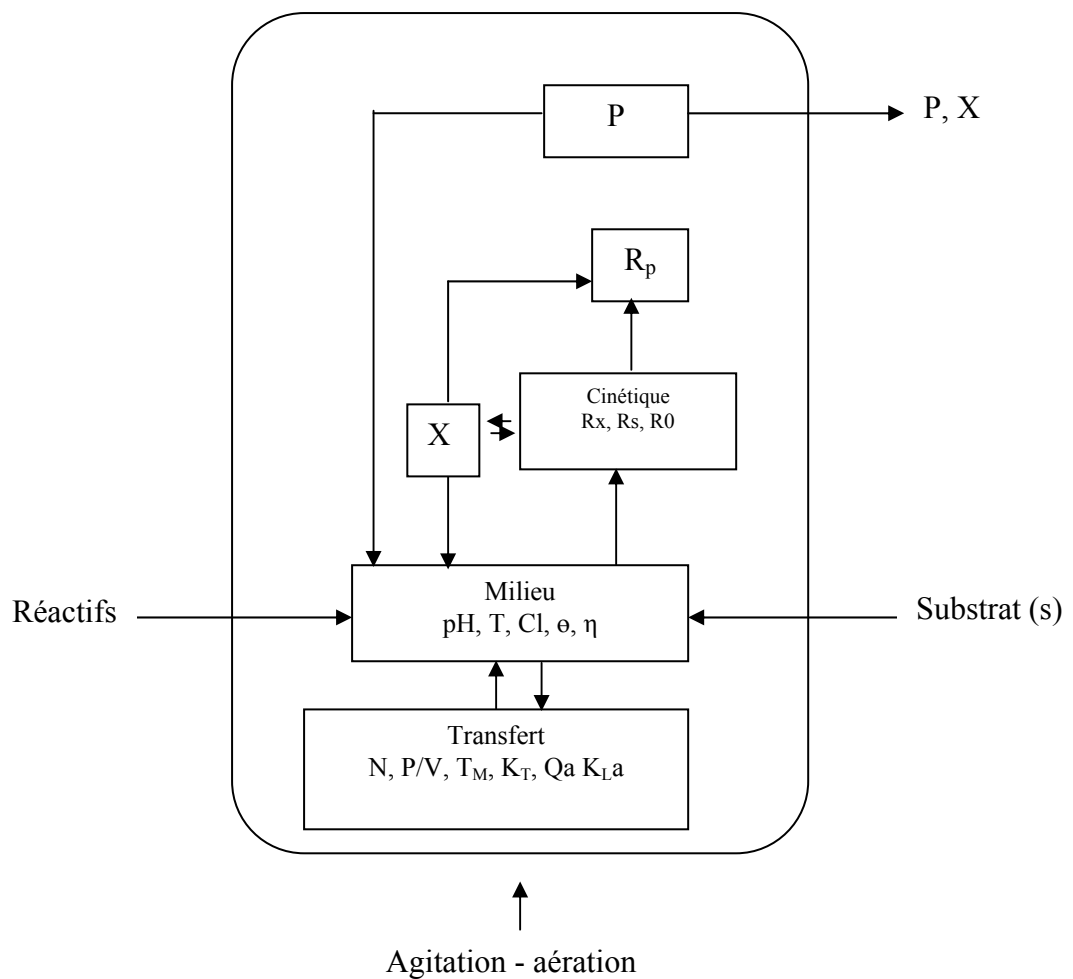
3 - Schéma des bases microbiologiques de la conception des bioréacteurs.

Les différents paramètres qui interagissent au cours de la fermentation : l'apport des substrats et réactifs permet de favoriser le développement des microorganismes et exerce donc une influence sur le comportement cinétique de la population microbienne présent.

Pour que les microorganismes soient répartis de façon homogène, que l'oxygène nécessaire soit apporté et la température optimale maintenue, il faut disposer des moyens adéquats de transfert ; ces effets sont obtenus le plus souvent en agitant et en aérant.

Au fur et au mesure que le développement microbien se poursuit, la concentration cellulaire augmente, la concentration en produit synthétisé par le microorganisme aussi, tandis que le milieu s'appauvrit en substrat.

Globalement, les caractéristiques rhéologiques et chimiques du milieu changent , ce qui entraîne des modifications de fonctionnement, les transferts ne s'effectuent plus de la même façon. D'où la nécessité d'agir sur les modalités de fonctionnement (puissance d'agitation, débit d'air, ajout de substrat, de réactifs) pour faire en sorte que la population microbienne soit à tout moment dans les meilleures conditions et que son comportement cinétique soit optimal.



P : puissance consommée par l'agitateur Kg.m/s
 X : concentration en biomasse g/l
 R_p : vitesse de production de métabolites g/l.h
 R_x : vitesse de production de biomasse g/l.h
 R_s : vitesse de consommation de substrat g/l.h
 R_0 : vitesse de consommation d'oxygène m mol/l.h
 Cl : concentration d'oxygène dissout dans la phase liquide ppm
 θ : tension superficielle mj/m^2
 η : viscosité dynamique
 N : vitesse de rotation tours/s
 V : volume de la culture l ou m^3
 T_M : temps de mélange s
 K_T : coefficient d'échange thermique
 Q_a : débit d'aération m/s
 K_{La} : coefficient volumétrique de transfert

Fig. - Schéma des bases microbiologiques de la conception des bioréacteurs.

- **Le transfert d'oxygène.**
- **L'agitation des bioréacteurs.**