



Biothermodynamique, principes et applications

Samira KERDJOU CHADER & Bouziane MAHMAH

Division Hydrogène Energies Renouvelables

E- Mail : s_chader@cder.dz, mah2@cder.dz

Les organismes vivants de par leurs activités métaboliques se caractérisent particulièrement par le fait que les cellules qui les composent réalisent des échanges de matières, d'énergie et d'information avec leur environnement.

Ils prélèvent dans leur milieu de l'énergie telle que l'énergie solaire ou l'énergie chimique potentielle de molécules organiques, et la transforment totalement ou partiellement pour réaliser des synthèses, créer et maintenir des gradients pour le bon fonctionnement de la machinerie cellulaire. L'énergie est en fin de processus dissipée en travail ou en chaleur. Dans certains cas particuliers, elle intervient dans des réactions de production néo-métabolique. Le transfert d'énergie chez les êtres vivants doit donc se conformer aux lois générales de l'énergétique (principes de la thermodynamique), c'est-à-dire aux lois de la thermodynamique de l'équilibre : principes qui s'appliquent bien aux systèmes fermés et permettent une analyse concrète des transferts d'énergie au cours des réactions chimiques considérées isolément. Seulement, les êtres vivants présentent des particularités importantes- ils évoluent loin de l'état d'équilibre et échangent de la matière et de l'énergie avec leur environnement, puisant notamment dans cet environnement des formes ordonnées, utilisables d'énergie et y rejetant des formes dégradées d'énergie – qui nécessitent, pour les expliquer, d'autres principes : ceux de la thermodynamique du non équilibre.

La biothermodynamique est définie - dans une première approche - comme étant une nouvelle application de l'équilibre entre la thermodynamique classique ou thermostatique et de la thermodynamique des processus irréversibles dans les domaines de la biotechnologie, la bioscience et la bio-ingénierie.

La biothermodynamique est aujourd'hui, sans aucun doute, une des plus importantes et prometteuses applications dans de nombreux domaines, tels que :

- L'étude et l'optimisation du métabolisme des cellules vivantes, à savoir, le réseau des réactions chimiques dans une cellule (catabolisme et anabolisme) qui influencent la croissance, la durée de vie, l'acceptation de substrat, et la production de molécules à forte valeur ajoutée.

- L'étude de l'efficacité énergétique des procédés bioénergétiques, le besoin de refroidissement ou de chauffage de bioréacteurs, le développement de réfrigérateurs biologiques,

- L'étude des propriétés thermophysiques comme la densité, la compressibilité, les coefficients osmotiques, la capacité thermique, etc, des molécules biochimiques dans l'état condensé pur ou dans une solution aqueuse ou non,

- L'étude des équilibres entre phases de fluides biologiques, à savoir, des solutions de biomolécules dans un solvant (liquide-liquide, liquide-vapeur, liquide-solide, équilibre osmotique, etc),

- La biocatalyse; en particulier comment la structure et les propriétés catalytiques des protéines dépendent de la pression, de la température, du pH,...

Pour appliquer les concepts de la biothermodynamique et les méthodes pour l'un des domaines sus-cités, il est primordial de définir aussi clairement que possible, le système considéré et son environnement; et les échanges externes, à savoir, le transfert de chaleur et de masse, et les processus internes dans le système, et le niveau de l'observation ou la description à laquelle on voudrait décrire le système, c'est à dire l'ensemble des variables qui seront utilisées pour décrire les états et les processus au sein du système.

Malgré la complexité des structures biologiques comme les systèmes uniques (bactéries, microalgues,...), les molécules biochimiques et les protéines, de nombreux phénomènes se produisent par eux-mêmes ou dans des systèmes dont les structures sont des phénomènes collectifs, c'est à dire, qu'ils résultent de la collaboration non pas de quelques éléments, mais d'un ensemble d'éléments interconnectés. En outre, la validité universelle des lois de la biothermodynamique et les équations de bilan soutiennent fortement ce point de vue.

L'article proposé traite de la biothermodynamique, une approche pour mieux connaître et maîtriser les lois qui régissent les échanges de matière, d'énergie et d'information au sein des systèmes vivants. C'est une introduction à une série d'articles qui décrira à travers des exemples, les principales suites réactionnelles qui permettent aux cellules de se fournir et de produire de l'énergie utile.