

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE CONSTANTINE III
FACULTE DE GENIE DES PROCEDES PHARMACEUTIQUES

DEPARTEMENT DE GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DE DIPLOME DE
MASTER EN GENIE DES PROCEDES

Option : Génie de l'Environnement

Thème

*Modélisation de la production de
bio-hydrogène : effet des paramètres
cinétiques*

Dirigé par :
Dr. DERBAL kerroum

Réalisé par :
BOUNAAS Ahlem
GHOUALI Hasna

Année universitaire 2013/2014

Nomenclature	i
Liste des Figures	iii
Liste des Tableaux	iv
Introduction Générale	1
Chapitre I : La biodégradation anaérobie de la matière organique	
I.1-Introduction	3
I.2. Mécanismes de biodégradation de la matière organique complexe...	3
I.2.1. L'hydrolyse	5
I.2.2.L'acidogenèse	5
I.2.3.L'acétogenèse.....	6
I.2.4.La méthanogénèse.....	7
I. 3. Avantages et inconvénients de la digestion anaérobie.....	7
Chapitre II : La production de bio -hydrogène à partir de substrat	
II.1. Introduction.....	9
II.2. situation énergétique.....	9
II.3. Différentes voies de production d'hydrogène.....	10
II.4. Production d'hydrogène Biologique.....	12
II.5. Production d'hydrogène par voie microbiologique.....	16
II.6.Production Biologique De L'hydrogène En Algérie	18
II.7. Les substrats potentiels pour la production de bio-hydrogène.....	18
II.8. Stockage d'Hydrogène.....	19
II.8.1 .Le stockage à haute pression.....	19
II.8.2. Le stockage à basse pression.....	20
II.9. Optimisation du procédé de production d'H ₂	20
II.10. Les Avantages et les inconvénients d'hydrogène.....	21
II.10.1 Les Avantages.....	21
II.10.2 Les inconvénients.....	21
 CHAPITRE III : MODELISATION DE LA PRODUCTION DE BIOHYDROGENE	
III.1 Introduction	22
III.2 Modélisation de processus biologiques.....	22
III.2.1 Equation de Haldane.....	22
III.2.2 Equation de Monod.....	23

III.3 Développement du modèle proposé.....	23
III.3.1 les hypothèses posées et le but du modèle	23
III.3.2 matrice de Peterson	24
III.3.3 Les unités des paramètres et des variables utilisées.....	25
III.3.4. Implémentation des processus biochimique.....	26
A-Cinétique.....	26
B- Disparition de la biomasse.....	27
III.4 La construction du Modèle	27
III.5. La méthode de résolution.....	29
Chapitre IV : Résultats et discussion	
IV.1 Introduction.....	32
IV.2 Variations des différents composants en fonction du temps.....	33
IV.3 Influence des différents paramètres cinétiques sur la concentration des espèces.....	33
IV.3.1. Influence de K_{sfr} sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur	34
IV.3.2. Influence de K_{spr} sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur	34
IV.3.3. Influence de K_{sbu} sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur.....	37
IV.3.4. Influence d' U_{fr} sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur.....	37
IV.3.5. Influence d' U_{pr} sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur.....	40
IV.3.6. Influence d' U_{bu} sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur.....	40
IV.3.7. Influence d' Y_{fr} sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur.....	43
IV.3.8. Influence d' Y_{bu} sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur	43
IV.3.9. Influence d' Y_{pr} sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur	46

IV.3.10. Influence d'kdfr sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur	46
IV.3.11. Influence d'kdbu sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur	49
IV.3.12. Influence d'kdpr sur la variation des concentrations des espèces dans le réacteur.....	49
Conclusion Générale	53
Référence bibliographiques.....	56

CONCLUSION GENERALE

Cette étude est portée sur la modélisation de la production du bio-hydrogène par fermentation anaérobie d'un substrat soluble qui est dans notre cas le fructose. Le processus de la fermentation est réalisé dans un réacteur complètement agité sans retour.

Après la présentation du processus de la fermentation globale avec les différentes étapes qu'il renferme et du processus de la production du bio-hydrogène, un schéma global qui représente ce dernier procédé a été présenté. En se basant sur ce dernier schéma des bilans massiques concernant toutes les espèces produites ou consommées (dans le digesteur) ont été élaborés en se basant sur des hypothèses simplificatrices. Parmi les espèces considérées dans le modèle on a le substrat principale qui est le fructose (Sfr), la biomasse liée au fructose (Xfr), le butyrate (Sbu), le Propionate (Spr), l'acétate (Sac), l'hydrogène (Shy), la biomasse liée au butyrate (Xbu) et au propionate (Xpr).

Par la suite une étude concernant l'influence des différents paramètres cinétiques (Ksfr, Kspr, Ksbu, Ufr, Upr, Ubu, Yfr, Ypr, Ybu, Kdfr, Kdpr et Kdbu) a été faite. Et cela sur toutes espèces produites ou consommées qui sont considérées dans le réacteur.

Donc généralement tous les paramètres ont une influences partielle sur une ou plusieurs espèces intermédiaires produites ou consommées lors de déroulement du processus de production du bio-hydrogène. Mais malheureusement sont effet n'attend par notre produits final et essentiel qui est le bio-hydrogène, à l'exception de quelques paramètres liés au substrat principale qui est le fructose.

D'après les résultats de la simulation obtenus, et si en parle du procédé global, c'est-à-dire l'influence des paramètres cinétiques directement sur la production du bio-hydrogène. On conclu que tous les paramètres cinétiques cités précédemment n'ont pas une influence remarquable sur la production de ce dernier à l'exception des paramètres cinétiques liés au substrat primaire qui est dans notre cas le fructose. Donc pour avoir une production d'hydrogène maximale il faut diminuer les valeurs des constantes Ksfr (Constante de demi-saturation endogène du fructose) et Kdfr (Constante de la respiration endogène liée à la biomasse qui dégrade le fructose) et augmenter les valeurs des constantes Ufr (Taux de croissance maximale endogène du fructose) et Yfr (Taux de conversion de l'hydrogène à partir de fructose).

Finalelement l'étude de l'influence des paramètres cités précédemment sur le procédé de production d'hydrogène aide à l'optimisation et au bon fonctionnement du processus, mais il reste toujours le champ ouvert aux améliorations, à titre d'exemple l'étude de la composition du substrat ainsi que sa nature et aussi la considération de d'autres étapes et paramètres cinétiques dans le modèle considéré pour se rapproché plus du cas réel.