

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université de Constantine 3
Faculté de Génie des procédés Pharmaceutiques
Département de Génie Chimique

Mémoire de fin d'Etude

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : Génie Chimique

Thème

Modélisation de la Sonochimie à Bulle Unique

Par

Badreddine MAADADI B

Khaled TENNACHE

Encadré par

Dr. Slimane MEROUANI

**Année Universitaire
2013 /2014**

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure I.1: Classification des ultrasons en fonction de leur fréquence et de leur puissance

Figure I.2 : Dynamique d'une bulle de cavitation acoustique

Figure I.3 : Zones de réactivité sonochimique

Figure I.4 : Bac à ultrasons

Figure I.5 : Réacteur Cup-Horn.

Figure I.6 : Sonde immergeable

CHAPITRE II

Figure II.1 : Variation du rayon de la bulle en fonction du temps pour un cycle acoustique

Figure II.2 : Variation de la vitesse de dynamique de la paroi de la bulle (dR/dt) en fonction du temps pour un cycle acoustique (1 μ s)

Figure II.3 : Variations de la température et de la pression à l'intérieur de la bulle en fonction du temps durant l'implosion

Figure II.4 : Variations des nombres de moles de toutes les espèces chimiques présentes dans la bulle en fonction du temps autour de la fin de l'implosion

CHAPITRE III

Figure III.1 : vitesses de production des oxydants en fonction de l'intensité acoustique

Figure III.2 : Amplitude acoustique (a), taux d'expansion (R_{max}/R_0) et de compression (R_{max}/R_{min}) (b) et fraction de vapeur d'eau piégée à l'implosion et température maximale atteinte lors de l'implosion (c) en fonction de l'intensité acoustique

Figure III.3 : vitesses de production des oxydants en fonction de la pression statique

Figure III.4 : Température et pression maximales atteintes à l'intérieur de la bulle en fonction de pression statique, pour les mêmes conditions que celles de la Figure III.3

Figure III.5 : vitesses de production des oxydants en fonction de la température du liquide

Figure III.6 : Température et pression maximales atteintes à l'intérieur de la bulle en fonction de pression statique

Figure III.7 : Taux d'expansion (R_{max}/R_0) et de compression (R_{max}/R_{min}) (a) et température et pression maximales atteinte lors de l'implosion (b) en fonction de la fréquence

Figure III.8 : Vitesses de production des oxydants en fonction du rayon ambiant de la bulle pour (a) 500 kHz et (b) 1000 kHz

Figure III.9 : Vitesses globales normalisées en fonction du rayon ambiant de la bulle pour plusieurs pressions statiques

LISTE DE TABLEAUX

I

CHAPITRE II

TABLEAU II.1 : Mécanisme réactionnel proposé dans une bulle initialement remplie d'air et de vapeur d'eau

TABLEAU II.2 : Equations des propriétés physiques de l'eau

CHAPITRE III

TABLEAU III.1 : Vitesses de production des oxydants pour différentes fréquences

NOMENCLATURE

- c Vitesse du son dans le liquide (ms^{-1}).
- c_p Chaleur spécifique à pression constante du mélange gazeux ($\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$)
- c_v Chaleur spécifique à volume constant du mélange gazeux ($\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$)
- f fréquence de l'onde ultrasonore (Hz).
- I_a Intensité acoustique (W m^{-2}).
- $M = R/c$ Nombre de Much (adimensionnel).
- p Pression à l'intérieur de la bulle (N m^{-2}).
- P_A Amplitude de la pression acoustique (N m^{-2}).
- P_g Pression du gaz incondensable à l'intérieur de la bulle (N m^{-2}).
- P_{g0} Pression initiale du gaz incondensable à l'intérieur de la bulle (N m^{-2}).
- P_{\max} Pression maximale à l'intérieur de la bulle (N m^{-2}).
- P_{\min} Pression minimale à l'intérieur de la bulle (N m^{-2}).
- P_v Pression de la vapeur d'eau (N m^{-2}).
- P_∞ Pression statique externe (N m^{-2}).
- R Rayon de la bulle (m).
- R_{\max} Rayon maximal de la bulle (m).
- R_{\min} Rayon minimal de la bulle (m).
- R_0 Rayon ambiant de la bulle (m).
- t Temps (s).
- T Température à l'intérieur de la bulle (K)
- T_c Température critique de l'eau (K).
- T_{\max} Température maximale à l'intérieur de la bulle (K).
- T_∞ Température ambiante du liquide (K).
- V_{\max} Volume maximal de la bulle (m^3).
- ρ_l Masse volumique du liquide (Kg m^{-3}).
- σ Tension superficielle du liquide (N s).
- μ Viscosité du liquide (Pa s).
- $\gamma = c_p/c_v$ Rapports des chaleurs spécifiques du mélange gazeux (adimensionnel).