

Sommaire :

1. Introduction et Fondements de la Combustion

- **Les bases de la thermochimie** : Rappels thermodynamiques, calcul de la température de flamme adiabatique, enthalpies de formation et de réaction.
- **Cinétique chimique** : Réactions élémentaires et globales, loi d'Arrhenius, mécanismes de réaction (notamment pour les hydrocarbures), notion d'intermédiaires stables et de radicaux.
- **Phénomènes de transfert** : Équations de conservation de la masse, des espèces chimiques, de la quantité de mouvement et de l'énergie dans un milieu réactif. Coefficients de transport (diffusion, viscosité, conduction).

2. Les Flammes Laminaires

- **Flammes de prémélange laminaires** :
 - Structure et théorie du front de flamme (théorie de Mallard et Le Chatelier, théorie de Zeldovich-Frank-Kamenetski).
 - Détermination et calcul de la vitesse de flamme laminaire (U_L).
 - Effets de la richesse, de la pression et de la température initiale.
 - Limites d'inflammabilité et phénomènes d'extinction (pertes thermiques, étirage).
- **Flammes de diffusion laminaires** :
 - Théorie de Burke-Schumann.
 - Structure d'une flamme de non-prémélange (zone de réaction, profils de température et de fractions massiques).
 - Notion de fraction de mélange et variables de Shvab-Zeldovich.

3. Introduction à la Turbulence et à la Combustion Turbulente

- **Rappels sur la turbulence** : Échelles de la turbulence (échelles intégrales, échelle de Kolmogorov), cascade d'énergie, équations de Navier-Stokes moyennées (RANS) et introduction à la moyenne de Favre (essentielle pour les écoulements à densité variable).
- **L'interaction chimie-turbulence** : Analyse des échelles de temps (temps chimique vs temps turbulent), nombres adimensionnels clés (Nombre de Damköhler Da , Nombre de Karlovitz Ka).
- **Le Diagramme de Borghi** : Classification et cartographie des différents régimes de combustion turbulente (zones de réactions distribuées, flammèches plissées, etc.).

4. Modélisation de la Combustion Turbulente

- **Modèles pour les flammes de prémélange turbulentes** :
 - Modèles de type "Eddy Break-Up" (EBU) et BML (Bray-Moss-Libby).
 - Approches géométriques : équation G-G-equation pour la surface de flamme.
- **Modèles pour les flammes de diffusion turbulentes** :

- Modèle de dissipation turbulente (Eddy Dissipation Concept - EDC).
- Approche "Flamelet" (ondelettes de flamme) : description de la flamme turbulente comme un ensemble de micro-flammes laminaires étirées.
- **Méthodes statistiques avancées :**
 - Utilisation des Fonctions de Densité de Probabilité (PDF) présumées ou transportées pour fermer les termes de source chimique.

5. Applications et Extensions (Phénomènes Couplés)

- **Allumage et stabilisation des flammes :** Phénomènes d'accrochage de flamme (bruleurs, sillages), stabilisation par recirculation.
- **Formation des polluants :** Mécanismes de formation des oxydes d'azote (NO_x), du monoxyde de carbone (CO) et des suies.
- **Combustion diphasique (Introduction) :** Évaporations de gouttes et combustion de sprays (brouillards de carburant).