

# 1. Introduction aux défauts ponctuels

- Définition des défauts de dimension zéro (0D).
- Les différents types fondamentaux : **lacunes** (sites inoccupés), **auto-interstitiels** (atomes de la matrice hors site) et **atomes étrangers** (impuretés en substitution ou en insertion).
- Rôle et importance historique en physique des solides et en métallurgie. [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)]

## 2. Description thermodynamique et géométrique

- Énergie de formation d'une lacune et d'un interstitiel.
- Calcul de la concentration d'équilibre des défauts en fonction de la température (Loi d'Arrhenius).
- Entropie de configuration et distorsion élastique locale du réseau cristallin. [[1](#), [2](#)]

## 3. Propriétés physiques et structure électronique

- Perturbation du potentiel périodique du cristal.
- Structure électronique des défauts (modèle de diffusion de charge, effet d'écran).
- Influence sur la **résistivité électrique** (effet des défauts sur le freinage des électrons de conduction). [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

## 4. Cinétique et mécanismes de transport (Diffusion)

- Énergie de migration et mécanismes de saut atomique.
- Rôle majeur des lacunes dans l'auto-diffusion et l'hétéro-diffusion à l'état solide.
- Évolution temporelle et cinétique de réaction chimique des défauts. [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)]

## 5. Production des défauts ponctuels (Hors d'équilibre)

- **La trempe** : Blocage à basse température des concentrations de lacunes de haute température.
- **L'écrouissage** : Production mécanique de défauts par le mouvement des dislocations.
- **L'irradiation** : Création de paires de Frenkel (association d'une lacune et d'un interstitiel) par choc avec des particules énergétiques (neutrons, électrons). [[1](#), [2](#), [3](#)]

## **6. Élimination et agglomération des défauts**

- Phénomènes de restauration et de recuit thermique (cinétique d'annihilation).
- Interaction défaut-défaut : formation de **divacances** ou d'amas complexes (clusters).
- Interaction avec d'autres défauts du cristal (puits de défaut