

Le changement de phase solide-liquide d'un matériau pur est caractérisé par la transformation, à température constante d'une phase liquide en une phase solide ou inversement. Cette réaction réversible s'accompagne d'une consommation (fusion) ou d'une restitution (solidification) d'énergie : l'enthalpie massique de fusion (ou la chaleur latente de fusion).

Le but de ce travail est de faire le point sur les connaissances acquises sur le transfert de chaleur avec changement de phase dans un matériau à une seule phase où les deux phases liquide et solide sont en présence.

Depuis le travail précurseur de Stefan en 1891 sur l'épaisseur de la clotte polaire, les problèmes de transfert de chaleur avec changement de phase solide-liquide portent le nom de ce physicien. Ces problèmes ont une importance considérable dans de nombreuses applications techniques et processus naturels : on peut citer l'évolution des banquises, la congélation des aliments, la bio-cryogénie, le moulage, la coulée continue, la croissance cristalline, la sécurité des réacteurs nucléaires, le contrôle thermique des engins spatiaux, le stockage thermique, etc. cette grande variété de champs d'application explique l'élan des recherches poursuivies dans ce domaine depuis de nombreuses années pour mieux connaître la dynamique de ces processus.

Le problème de Stefan ou '*moving boundary problem*' est fortement non-linéaire. Le déplacement de l'interface solide-liquide dépend du taux de transfert de chaleur au sein des phases solide et liquide. En retour, ce taux est dépendant de la position et du déplacement de l'interface. La solution analytique de ce problème n'existe que dans quelques cas particuliers (Carslaw, 1959). Pour des applications pratiques, on a généralement recours à des méthodes numériques. Les méthodes des différences finies (Lazaride, 1970; Bonacina et Comini et Fasans et Primiceris, 1973) et des éléments finis (Comini et al 1974; Rolph III et Bathe, 1982; Hsiao et Chung, 1984) sont parmi les plus utilisées (Furzeland, 1980; Crank, 1981; Crank, 1984).

Le but de ce travail est de développer une méthode numérique permettant de prédire le problème de changement de phase solide-liquide en 1D et 2D. On tient compte du transfert de chaleur par conduction en résolvant l'équation d'énergie. Les résultats obtenus sont simulés et discutés.

Ce travail vise d'une part à modéliser et simuler le comportement de changement de phase et d'autre part, à approcher les mécanismes d'échange thermique à l'interface. Par ailleurs, cette étude traitera la solidification et la fusion du matériau de changement de phase (MCP).

Deux approches différentes seront utilisées pour modéliser le changement de phase liquide-solide, ces deux phénomènes sont étroitement liés ; en effet, le dégagement de chaleur latente réchauffe la paroi du MCP,

Dans un premier chapitre, nous introduirons les notions de changement de phase solide-liquide, et leurs applications.

Au cours du deuxième chapitre, nous étudierons la caractérisation du problème de changement de phase solide liquide.

Dans une deuxième étape du travail, nous nous intéresserons plus amplement aux changements de phase. Ainsi présenterons-nous, au chapitre 3, nous introduirons la modélisation des changements de phase solide-liquide en présentant la formulation du problème de Stefan et sa solution analytique en 1D seulement avec la condition de Dirichlet.

Au chapitre 4, nous développerons une modélisation numérique de problème de changement de phase en 1D avec la condition de Neumann.

Dans un cinquième chapitre, nous réaliserons une modélisation bidimensionnelle de la fusion, fondée sur la méthode enthalpique. Nous verrons que cette modélisation s'affranchit de plusieurs hypothèses adoptées. Nous pourrions alors obtenir plus d'informations sur la forme de l'interface solide-liquide, et sur la distribution de la température.

Finalement en écrivent une conclusion générale de notre travail.