

Chapitre II :

CLASSIFICATION RHÉOLOGIQUE ET CARACTÉRISATION EXPÉRIMENTALE

La mécanique et la thermodynamique des milieux continus constituent les outils théoriques de base de la formulation des phénomènes physiques de déformation et de rupture. Pour des raisons fondamentales et pratiques, on modélise séparément chaque grande classe de phénomènes. Discerner d'un point de vue qualitatif et identifier les grands types de comportement tel est l'objet de ce chapitre. La méthode phénoménologique utilisée repose sur l'observation des résultats expérimentaux. On donne donc quelques éléments sur les types d'essai, les machines et les techniques de mesure modernes qui peuvent être utilisés. Grâce aux progrès de l'électronique, des asservissements, des mesures digitales et plus récemment des microprocesseurs, les laboratoires de caractérisation des matériaux subissent ou subiront dans les années 70 et 80 une véritable mutation. De l'ère des mesures approximatives de quelques grandeurs on passe à l'ère de la mesure de l'évolution précise de toute variable mathématiquement bien définie. L'identification de modèles complexes devient possible mais elle nécessite des méthodes numériques d'identification de processus non linéaires qui restent encore du domaine de techniques « heuristique ».

La classification schématique qui en résulte permet d'associer à priori à chaque matériau une théorie des seuls phénomènes prépondérants, et ce dans un domaine limité des variables d'état. Outre l'intérêt fondamental, ceci permet de guider le choix des matériaux au niveau de la conception et de simplifier l'estimation de la résistance en service au niveau des calculs de structure. La méthode utilisée est celle de la rhéologie initiée par Bingham vers 1930, et dont les développements décisifs ont été acquis lors de la décennie 1950-1960.

1. La méthode phénoménologique globale :

La méthode phénoménologique globale consiste à étudier l'élément de volume de matière au travers des relations de cause à effet qui existent entre les variables physiquement accessibles constituant les entrées et les sorties du processus étudié. On détermine ainsi les réponses du matériau à des entrées spécifiques. Ces réponses sont suffisantes pour caractériser qualitativement les matériaux mais elles ne constituent pas (sauf pour les phénomènes linéaires) des lois de comportement.

2. Eléments sur les techniques d'expérimentation et d'identification :

2.1. Essais caractéristiques :

Les essais classiques de caractérisation se font essentiellement en traction ou en traction-compression simples, à température constante. C'est donc sur eux qu'est fondée la classification des solides réels. L'éprouvette est soumise à une sollicitation axiale (Force ou Déplacement) qui engendre un état de contrainte ou de déformation uniformes dans tout le volume utile ce qui permet de l'assimiler à un élément de volume. Ce qui suit s'applique dans le cas des matériaux isotropes.

2.2. Techniques expérimentales :

La méthode phénoménologique nécessite la réalisation d'expériences sur un élément de volume de matière. Dans la mesure du possible les éprouvettes doivent être soumises à des champs uniformes de contrainte, déformation et température : c'est là une des difficultés des essais mécaniques de caractérisation.

2.3. Méthodes d'identification :

On appelle identification tout le travail qui consiste à préciser les fonctions qui interviennent dans les modèles et à trouver les valeurs numériques des coefficients qui les définissent pour chaque matériau.

3. Schématisation des comportements réels :

L'allure qualitative de la réponse des matériaux aux essais caractéristiques permet de les classer à l'aide des qualificatifs : rigide, élastique, visqueux, plastique et parfaitement plastique.

3.1. Modèles analogiques :

Les modèles analogiques sont des groupements d'éléments mécaniques dont réponses à des sollicitations sont similaires à celles des matériaux.

3.2. Solide rigide et fluide parfait :

Ils ne sont cités que pour mémoire puisqu'ils sortent du cadre de la mécanique des solides déformables.

3.3. Fluide visqueux :

Un corps est appelé « fluide visqueux » si ses réponses aux essais caractéristiques ont les allures suivantes.

3.4. Solides élastiques :

La déformation est essentiellement réversible.

3.5. Solide élastique parfait :

Les réponses qualitatives aux trois essais caractéristiques sont les suivantes.