

diverses raisons, doivent avoir des masses et des volumes impérativement réduits (cas des structures aéronautiques ou automobiles ou nucléaires).

➤ **La zone CD, dite zone d'endurance illimitée ou zone de sécurité**, où D est un point pour les métaux ferreux qui est à l'infini. La courbe de Wöhler présente généralement une variation de pente plus ou moins marquée autour de 10^6 à 10^7 cycles, suivie d'une zone (CD) où la courbe tend vers une limite asymptotique parallèle à l'axe de nombre de cycles (N). En delà de cette valeur limite de σ , notée σ_D , il n'y a jamais rupture par fatigue quel que soit le nombre de cycles appliqué. σ_D est nommée **limite de fatigue ou limite d'endurance**. Cette limite peut ne pas exister ou être mal définie pour certains matériaux (aciers à haute résistance, métaux non ferreux). Les grandes durées de vie concernent le domaine de la fatigue polycyclique.

2.5 Fluage des matériaux

A haute température, de nouveaux mécanismes de déformation peuvent être mis en jeu. De nouveaux systèmes de glissement sont finalement activés. Les processus contrôlés par la diffusion sont accélérés et ont un effet significatif sur les propriétés mécaniques. Ainsi, la mobilité des dislocations est accentuée par le mécanisme de montée. Le glissement aux joints de grains peut aussi participer à la déformation.

Les mécanismes mis en jeu à haute température dépendent largement du temps, on s'intéresse aux performances mécaniques à haute température, sous sollicitation constante sur des durées importantes. Dans de telles conditions, la déformation progressive du matériau est appelée **fluage**.

2.5.1 Définition :

Le **fluage** est le phénomène physique qui provoque la déformation irréversible d'un matériau soumis à une contrainte constante (notée σ_0), inférieure à la limite d'élasticité du matériau, pendant une durée suffisante. Le fluage ainsi que la relaxation de contrainte sont deux méthodes en quasi-statique de caractérisation des matériaux ductiles mais aussi fragiles (cas du béton).

2.5.2 Principe d'essai de fluage :

Une expérience de fluage consiste à appliquer une charge à l'extrémité d'une éprouvette, l'autre extrémité étant maintenue solidaire d'un bâti fixe (Figure 2-27). On mesure au cours du temps le déplacement de l'extrémité libre de l'éprouvette.

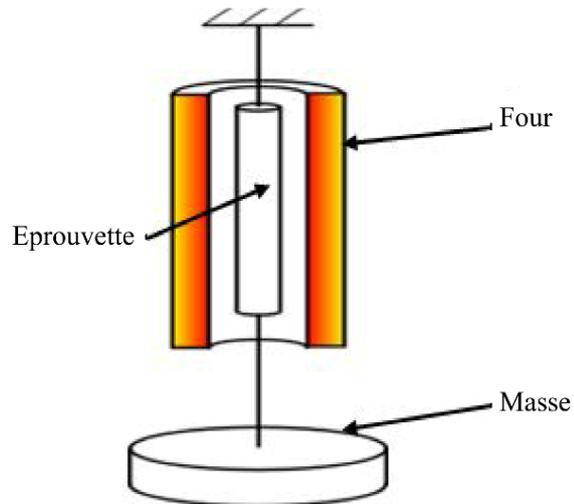


Figure 2-27: Schéma de principe d'essai de fluage

2.5.3 Courbe de fluage

Une courbe type de fluage, exprimant la déformation en fonction du temps, est représentée en figure 2-28. On distingue trois stades, primaire, secondaire et tertiaire définis par Andrade depuis 1910 :

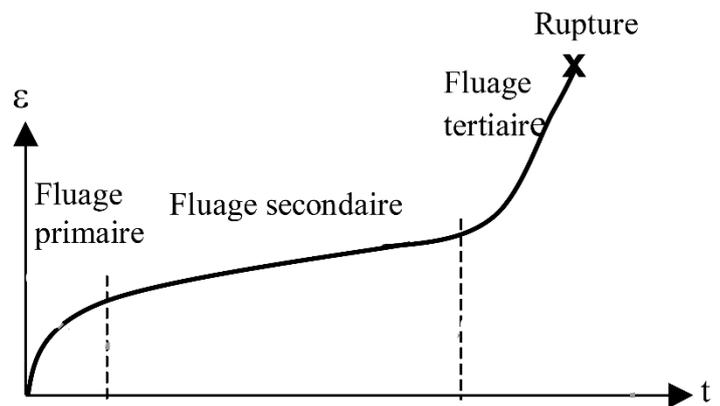


Figure 2-28: Courbe classique de fluage

2.5.3.1 Le fluage primaire

La première partie de la courbe correspond à une décroissance de la vitesse de déformation avec le temps. Ce premier stade du fluage est appelé **fluage primaire**, ou **fluage transitoire**. A basse température et basse contrainte, comme dans le fluage du plomb à température ambiante, le fluage primaire est le régime de fluage prédominant.

2.5.3.2 Le fluage secondaire

Le deuxième stade du fluage est nommé **fluage secondaire** ou **fluage stationnaire** (en fait « en régime stationnaire »). Il se caractérise par une vitesse de déformation constante. Cette vitesse de déformation est appelée vitesse de déformation minimale et correspond au paramètre de dimensionnement le plus important que l'on puisse tirer de la courbe de fluage.

2.5.3.3 Le fluage tertiaire

Le troisième stade du fluage est nommé *fluage tertiaire*. Il apparaît essentiellement dans les essais menés sous charge constante, à haute température et forte contrainte lorsque la réduction de la section de l'éprouvette devient effective, soit lors de l'apparition d'une striction, soit à cause de la formation de vides internes à l'éprouvette. Ce troisième stade du fluage est souvent associé à des modifications métallurgiques comme le grossissement des précipités, la recristallisation....