

## Opérateur DEFI\_TRC

---

### 1 But

---

Définir un diagramme TRC (Transformations en Refroidissement Continu) de référence pour les calculs métallurgiques.

Le diagramme TRC ainsi défini est nécessaire à la caractérisation d'une loi de comportement métallurgique au refroidissement dans l'opérateur DEFI\_MATERIAU (mot clé facteur META\_ACIER).

Pour la définition des données métallurgiques et la modélisation qui en est faite, on se reportera au document [R4.04.01].

Produit une structure de données de type `table_TRC`.

## 2 Syntaxe

---

```
nom [table_TRC] = DEFI_TRC

( ♦ HIST_EXP = _F (
    ♦ VALE = lval , [l_R]
    ) ,

    ♦ TEMP_MS = _F (
        ♦ SEUIL = zs , [R]
        ♦ AKM = akm , [R]
        ♦ BKM = bkm , [R]
        ♦ TPLM = Vc , [R]
        ) ,

    ♦ GRAIN_AUST = _F (
        ♦ DREF = do , [R]
        ♦ A = a , [R]
        ) ,
)
```

## 3 Opérandes

### 3.1 Mot clé HIST\_EXP

♦ HIST\_EXP =

Une occurrence du mot clé facteur HIST\_EXP permet de définir les évolutions de ferrite, perlite et bainite associées à une histoire thermique au refroidissement et des conditions d'austénitisation données.

#### 3.1.1 Opérande VALE

♦ VALE = lval

Liste de valeurs définissant l'austénitisation, l'histoire thermique  $T(t)$  et les évolutions de ferrite, perlite et bainite.

La première valeur est la valeur de la dérivée de la fonction  $T(t)$  (c'est-à-dire la vitesse de refroidissement) lorsque  $T$  vaut  $700^{\circ}\text{C}$ .

La seconde valeur est la taille de grain (c'est-à-dire leur diamètre) résultant des conditions d'austénitisation associées au TRC.

Les 6 valeurs suivantes définissent l'histoire thermique entre  $AR_3$  et  $TMF$  (température de début de décomposition de l'austénite en refroidissement "quasi-statique" et température de fin de transformation martensitique respectivement). Ces valeurs sont les coefficients respectifs des monômes de degré 0 à 5 tels que le polynôme d'ordre 5 ainsi construit soit l'interpolation entre  $AR_3$  et  $TMF$  au sens des moindres carrés de la fonction  $F(T)$  déduite de l'histoire thermique et telle que :

$$F(T) = \ln(t(T))$$

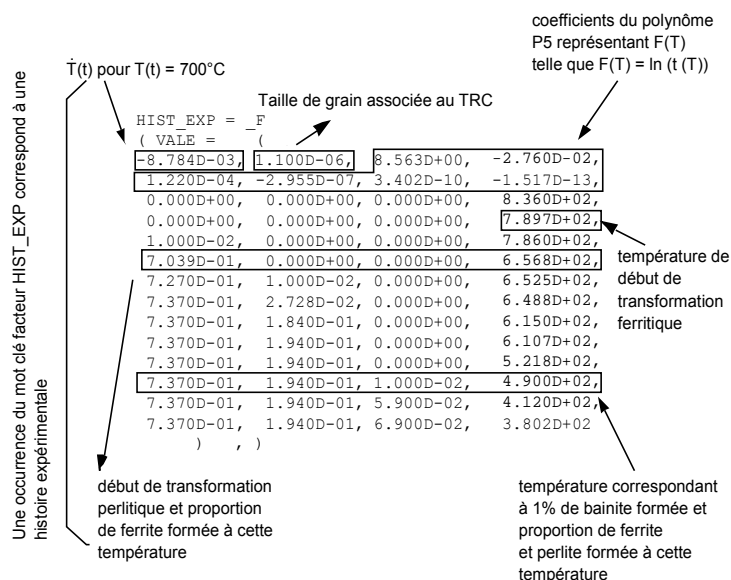
Dans le cas où l'histoire thermique expérimentale à définir est une fonction affine du temps (c'est-à-dire où la vitesse de refroidissement est constante) on renseignera ces six valeurs comme toutes égales à zéro.

Les valeurs suivantes (nécessairement par groupe de 4) définissent les proportions respectives de ferrite, perlite et bainite présentes à une température donnée pour l'histoire thermique expérimentale définie par les 8 premières valeurs.

Les transformations ferritiques, perlitiques et bainitiques associées à une histoire thermique sont définies par l'ensemble des proportions finales en chacune des phases ( $Z_1$  final,  $Z_2$  final,  $Z_3$  final) et les températures correspondantes, pour chacune des transformations à :

- la température à laquelle débute la transformation,
- la température à laquelle 1% de nouvelle phase est formée,
- la température à laquelle  $Z_{\text{final}} - 1\%$  de nouvelle phase est formée,
- la température à laquelle la transformation est finie (avec  $Z_{\text{final}}$  de phase formée).

L'ensemble des "points"  $(Z_1, Z_2, Z_3, T)$  définissant une histoire expérimentale se présente donc comme suit :



## 3.2 Mot clé TEMP\_MS

### ♦ TEMP\_MS

Ce mot clé facteur permet de définir la loi d'évolution de la température  $M_s$  en fonction des quantités de ferrite, perlite et bainite déjà formées selon la loi :

$$M_s = M_{s0} \quad \text{si} \quad Z_1 + Z_2 + Z_3 \leq \text{SEUIL}$$

$$M_s = M_{s0} + AKM (Z_1 + Z_2 + Z_3) + BKM \quad \text{si} \quad Z_1 + Z_2 + Z_3 > \text{SEUIL}$$

où  $M_{s0}$  est la température "classique" de début de transformation martensitique lorsque celle-ci est totale (elle est définie sous le mot clé facteur META\_ACIER de DEFI\_MATERIAU).

## 3.2.1 Opérande SEUIL

$$\diamond \quad \text{SEUIL} = z_s,$$

$z_s$  est la quantité d'austénite transformée en deça de laquelle  $M_s$  est invariante.

## 3.2.2 Opérande AKM

$$\diamond \quad \text{AKM} = a_{km},$$

$a_{km}$  est le facteur de proportionnalité entre la diminution de la température  $M_s$  et la quantité d'austénite transformée  $(Z_1 + Z_2 + Z_3)$ .

## 3.2.3 Opérande BKM

$$\diamond \quad \text{BKM} = b_{km},$$

$b_{km}$  est l'ordonnée à l'origine de l'équation affine reliant la diminution de  $M_s$  à la quantité d'austénite transformée.

## 3.2.4 Opérande TPLM

$$\diamond \quad \text{TPLM} = V_c,$$

$V_c$  est la vitesse de refroidissement à  $700^\circ\text{C}$  de l'histoire expérimentale la plus lente, qui permette de former un peu de martensite.

Ces quatre mots clés définissent les valeurs des grandeurs  $\text{SEUIL}$ ,  $\text{AKM}$ ,  $\text{BKM}$  intervenant dans la loi d'évolution de  $M_s$  que l'on suppose indépendante de la taille de grain.

## 3.3 Mot clé GRAIN\_AUST

Permet de définir l'influence de la taille de grain sur les transformations métallurgiques au refroidissement définies par le diagramme TRC.

### 3.3.1 Opérande DREF

$$\diamond \quad \text{DREF} = d_o,$$

$d_o$  est la taille de grain (c'est-à-dire son diamètre) associée au diagramme défini sous le mot clé facteur HIST\_EXP.

### 3.3.2 Opérande A

$$\diamond \quad \text{A} = a,$$

$a$  est un paramètre matériau qui permet de caractériser l'effet de la taille de grain sur le diagramme TRC d'un acier (cf. [R4.04.01]).