

**Manuel d'Utilisation**  
**Fascicule U4.4- : Modélisation**  
**Document : U4.43.04**

## 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 *trc*.

## 2    Syntaxe

```
nom [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°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 :

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

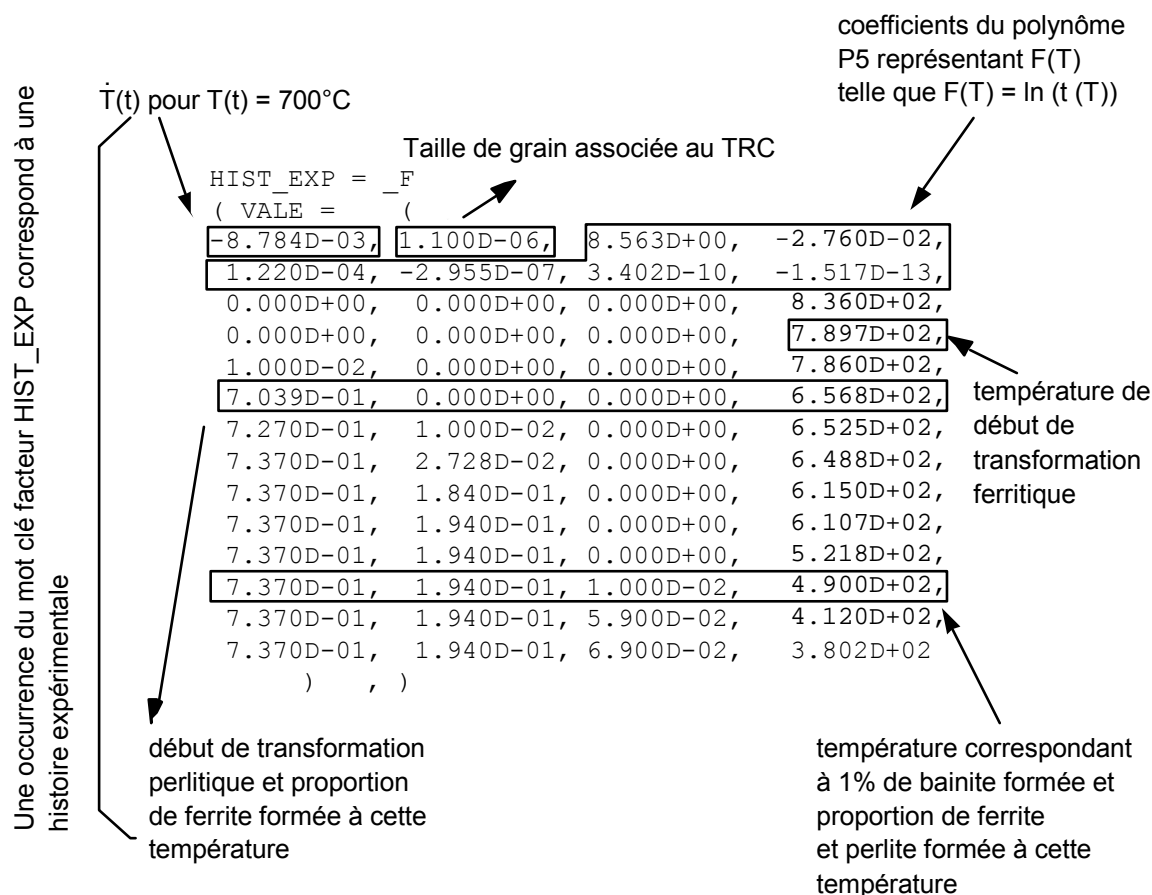
Dans le cas où l'histoire thermique expérimentale à définir est une fonction affine du temps (c'est-à-dire où la vitesse de refroidissement est constante) on renseignera ces six valeurs comme toutes égales à zéro.

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 :

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

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

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°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 SEUIL, AKM, 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]).

Page laissée intentionnellement blanche.