

---

## Macro commande MACR\_FIABILITE

---

### 1 But

---

Calculer des probabilités de dépassement de seuil, également appelée dans le domaine de la fiabilité « probabilité de défaillance ». Actuellement, en ce qui concerne la partie fiabiliste, la macro-commande utilise le logiciel MEFISTO (Méthode d'Etude Fiabiliste Incluant une Série de Tests d'Optimalité) qui est développé à EDF R&D. Le logiciel MEFISTO utilise le principe des méthodes analytiques FORM (First Order Reliability Method) et SORM (Second Order Reliability Method). La macro-commande retourne un concept de type `listr8` qui est une liste contenant une seule valeur réelle : la probabilité de défaillance.

Les principales étapes de la macro commande sont :

- elle crée les fichiers de données nécessaires à MEFISTO à partir des données fournies par l'utilisateur, puis lance MEFISTO,
- afin de calculer la probabilité de défaillance MEFISTO lance une série de calculs déterministes via *Code\_Aster* pour obtenir les gradients des variables définies comme sensibles dans la macro-commande ; si les gradients ne sont pas disponibles dans *Code\_Aster*, MEFISTO les calcule par différence finie.
- après convergence, MEFISTO imprime les résultats dans le fichier de message.

## Table des Matières

<a href="#">1But</a>	1
<a href="#">2Syntaxe</a>	4
<a href="#">3Opérandes</a>	7
<a href="#">3.1Mot clé LOGICIEL</a>	7
<a href="#">3.2Mot clé VERSION</a>	7
<a href="#">3.3Mot clé UNITE_ESCL</a>	7
<a href="#">3.4Mot clé MESS_ASTER</a>	7
<a href="#">3.5Mot clé facteur VARIABLE</a>	7
<a href="#">3.5.1Mot clé NOM</a>	7
<a href="#">3.5.2Mot clé LOI</a>	8
<a href="#">3.5.3Mot clé VALE_MIN</a>	8
<a href="#">3.5.4Mot clé VALE_MAX</a>	8
<a href="#">3.5.5La valeur moyenne</a>	8
<a href="#">3.5.6L'écart-type</a>	9
<a href="#">3.5.7Les points de calcul</a>	9
<a href="#">3.5.8Le gradient</a>	9
<a href="#">3.6Mot clé MATRICE</a>	10
<a href="#">3.7Le seuil de défaillance</a>	10
<a href="#">3.7.1Mot clé SEUIL</a>	10
<a href="#">3.7.2Mot clé SEUIL_TYPE</a>	10
<a href="#">3.8Recherche du point de conception</a>	11
<a href="#">3.8.1Mot clé RECH_PT_CONCEPT</a>	11
<a href="#">3.8.2Mot clé EPSILON_U</a>	11
<a href="#">3.8.3Mot clé EPSILON_G</a>	11
<a href="#">3.8.4Mot clé TAU</a>	11
<a href="#">3.8.5Mot clé OMEGA</a>	11
<a href="#">3.8.6Mot clé ITER_MAX</a>	11
<a href="#">3.9Mot clé METHODE_FORM</a>	11
<a href="#">3.10Mot clé METHODE_SORM</a>	12
<a href="#">3.11Tirage d'importance</a>	12
<a href="#">3.11.1Mot clé TIRAGE_IMPORTANCE</a>	12
<a href="#">3.11.2Mot clé NB_SIMULATION</a>	12
<a href="#">3.12Mot clé POLYNOME_TAYLOR</a>	12
<a href="#">3.13Mot clé HGRAD</a>	12
<a href="#">3.14Mot clé HHESS</a>	12
<a href="#">3.15Recherche de plan d'expérience</a>	12
<a href="#">3.15.1Mot clé PLAN_EXPERIENCE</a>	12
<a href="#">3.15.2Mot clé ALPHA</a>	13
<a href="#">3.15.3Mot clé BETA</a>	13

Titre : Macro commande MACR\_FIABILITE  
Auteur(s) : G. NICOLAS(EDF-R&D/ AMA)

Date : 05/01/2009  
Clé : U7.03.31

Page : 3/21

<a href="#">3.16 Test de la sphère</a>	13
<a href="#">3.16.1 Mot clé T_SPHERE</a>	13
<a href="#">3.16.2 Mot clé METHODE_TEST</a>	13
<a href="#">3.16.3 Mot clé NB_POINT</a>	13
<a href="#">3.17 Test du maximum fort</a>	13
<a href="#">3.17.1 Mot clé T_MAXIMUM_FORT</a>	13
<a href="#">3.17.2 Mot clé COS_LIM</a>	13
<a href="#">3.17.3 Mot clé DPROB</a>	14
<a href="#">3.18 Mot clé T_HESSIEN</a>	14
<a href="#">3.19 Opérande INFO</a>	14
<a href="#">4 Exemples</a>	15
<a href="#">4.1 Fichier de commandes contenant la macro-commande (.comm)</a>	15
<a href="#">4.2 Fichier de commandes contenant le calcul physique (.com1)</a>	17
<a href="#">5 Bibliographie</a>	21

## 2 Syntaxe

```
lr = MACR_FIABILITE (

# Choix du logiciel probabiliste :

    ◇ LOGICIEL = / 'MEFISTO' [DEFAULT]

    ◇ VERSION = / 'V3_2', [DEFAULT]
               / 'V3_N', [TXM]

# Caractérisation du calcul déterministe :

    ◆ UNITE_ESCL = num_unite_escl, [I]

    ◇ MESS_ASTER = / 'DERNIER', [DEFAULT]
                  / 'AUCUN', [TXM]
                  / 'TOUS', [TXM]

# Caractérisation des variables aléatoires, paramètres sensibles
# de la simulation :

    ◆ VARIABLE =_F (
        ◆ NOM = nom_vari, [TXM]
        ◆ LOI = / 'UNIFORME', [TXM]
               / 'NORMALE', [TXM]
               / 'LOGNORMALE', [TXM]
               / 'NORMALE_TRONQUEE', [TXM]

# Si la variable suit la loi uniforme :
    ◆ VALE_MIN = val_min, [R]
    ◆ VALE_MAX = val_max, [R]

# Ou si la variable suit la loi normale :
    ◆ VALE_MOY = val_moy, [R]
    ◆ ECART_TYPE = ecart_type, [R]

# Ou si la variable suit la loi log-normale :
    ◆ VALE_MIN = val_min, [R]
    # Soit le couple :
    ◆ VALE_MOY = val_moy, [R]
    ◆ ECART_TYPE = ecart_type, [R]
    # Soit le couple :
    ◆ VALE_MOY_PHY = val_moy_physique, [R]
    ◆ ECART_TYPE_PHY = ecart_type_physique, [R]

# Ou si la variable suit la loi normale tronquée :
    ◆ VALE_MOY = val_moy, [R]
    ◆ ECART_TYPE = ecart_type, [R]
    ◆ VALE_MIN = val_min, [R]
    ◆ VALE_MAX = val_max, [R]

# Finsi

    ◇ POINT_INI = pt_init, [R]
    ◇ POINT_REF = pt_refe, [R]

# Si on ne cherche pas le point de conception :
    ◆ POINT_CONCEPT= pt_concept, [R]

# Finsi
```

Titre : Macro commande MACR\_FIABILITE  
Auteur(s) : G. NICOLAS(EDF-R&D/AMA)

Date : 05/01/2009  
Clé : U7.03.31

Page : 5/21

```
# Méthode de calcul des gradients :
♦ GRADIENT = / 'OUI', [TXM]
              / 'NON', [TXM]
# Si le gradient n'est pas calculé automatiquement
♦ INCREMENT = val_increment, [R]
# Finsi

),

♦ SEUIL = val_seuil, [R]
♦ SEUIL_TYPE = / 'MINIMUM', [TXM]
                / 'MAXIMUM', [TXM]

# Matrice de corrélation enter les variables :
♦ MATRICE = mat_correlation, [1_R]

# Recherche du point de conception :
♦ RECH_PT_CONCEPT = / 'OUI', [TXM]
                      / 'NON', [TXM]

# Si on recherche le point de conception
♦ EPSILON_U = / epsi_u, [R]
               / 1.0E-2, [DEFAULT]

♦ EPSILON_G = / epsi_g, [R]
               / 1.0E-2, [DEFAULT]

♦ TAU = / tau, [R]
        / 5.0E-1, [DEFAULT]

♦ OMEGA = / omega, [R]
          / 1.0E-4, [DEFAULT]

♦ ITER_MAX = / iter_max, [I]
              / 50, [DEFAULT]

# Finsi

# Choix de la méthode de recherche de la probabilité de défaillance :
♦ METHODE_FORM = / 'OUI', [DEFAULT]
                 / 'NON', [TXM]

♦ METHODE_SORM = / 'OUI', [TXM]
                 / 'NON', [DEFAULT]

♦ TIRAGE_IMPORTANCE = / 'OUI', [TXM]
                     / 'NON', [DEFAULT]

# Si on veut une surface de défaillance : TIRAGE_IMPORTANCE == 'OUI'
♦ NB_SIMULATION = / nb_simu, [I]
                  / 3, [DEFAULT]

# Finsi

♦ POLYNOME_TAYLOR = / 'OUI', [TXM]
                   / 'NON', [DEFAULT]

♦ HGRAD = / h_grad, [R]
          / 1.0E-2, [DEFAULT]

♦ HHES = / h_hess, [R]
         / 1.0E-2, [DEFAULT]
```

Titre : Macro commande MACR\_FIABILITE  
Auteur(s) : G. NICOLAS(EDF-R&D/ AMA)

Date : 05/01/2009  
Clé : U7.03.31

Page : 6/21

```

    ◇ PLAN_EXPERIENCE = / 'OUI', [TXM]
                        / 'NON', [DEFAULT]

# Si on cherche un plan d'expérience : PLAN_EXPERIENCE == 'OUI'
    ◇ ALPHA = / alpha, [R]
              / 2.0E-1, [DEFAULT]

    ◇ BETA = / beta, [R]
            / 4.0E-1, [DEFAULT]
# Finsi

# Tests de convergence :
    ◇ T_SPHERE = / 'OUI', [TXM]
                / 'NON', [DEFAULT]

# Si on active le test de la sphère :
    ◇ METHODE = / 'GAUSSIENNE', [DEFAULT]
               / 'PARAMETRIQUE', [TXM]
               / 'REJECTION', [TXM]

    ◇ NB_POINT = / nb_point, [I]
                 / 60, [DEFAULT]
# Finsi

    ◇ T_MAXIMUM_FORT = / 'OUI', [TXM]
                      / 'NON', [DEFAULT]

# Si on active le test du maximum fort : T_MAXIMUM_FORT == 'OUI'
    ◇ COS_LIM = / cos_limit, [R]
               / 1.0, [DEFAULT]

    ◇ DPROB = / d_proba, [R]
              / 4.3E-1, [DEFAULT]
# Finsi

    ◇ T_HESSIEN = / 'OUI', [TXM]
                 / 'NON', [DEFAULT]

    ◇ INFO = / 1, [DEFAULT]
            / 2, [I]

)
```

## 3 Opérandes

### 3.1 Mot clé LOGICIEL

◇ LOGICIEL = / 'MEFISTO' , [DEFAULT]

Ce mot clé permet de sélectionner le logiciel de fiabilité. Actuellement, seul le logiciel MEFISTO est disponible.

En ce qui concerne le logiciel MEFISTO, le lecteur se reportera aux références [bib1], [bib2], [bib3] pour connaître la signification des différents paramètres des méthodes employées.

### 3.2 Mot clé VERSION

◇ VERSION = / 'V3\_2', [DEFAULT]  
/ 'V3\_N', [TXM]

Permet de sélectionner la version du logiciel de fiabilité.

### 3.3 Mot clé UNITE\_ESCL

◆ UNITE\_ESCL = num\_unite\_escl [I]

C'est le numéro de l'unité au sens fortran du fichier de commandes qui permet de réaliser le calcul déterministe.

### 3.4 Mot clé MESS\_ASTER

◇ MESS\_ASTER = / 'DERNIER', [DEFAULT]  
/ 'AUCUN', [TXM]  
/ 'TOUS', [TXM]

Permet :

- d'imprimer le compte rendu du DERNIER calcul déterministe dans le fichier de message ;
- de n'imprimer AUCUN compte rendu des calculs déterministes dans le fichier de message ;
- d'imprimer le compte rendu de TOUS les calculs déterministes dans le fichier de message.

### 3.5 Mot clé facteur VARIABLE

Pour chaque variable, il est nécessaire de donner ses caractéristiques.

#### 3.5.1 Mot clé NOM

◆ NOM = nom\_vari, [TXM]

On précise ici le nom de la variable aléatoire (paramètre sensible). Le nom donné ici doit être identique à celui donné au concept para\_sensi défini dans le fichier de commandes correspondant au calcul déterministe ; voir l'exemple du paragraphe [§4].

## 3.5.2 Mot clé LOI

```
♦ LOI = / 'UNIFORME', [TXM]
        / 'NORMALE', [TXM]
        / 'LOG NORMALE', [TXM]
        / 'NORMALE_TRONQUEE', [TXM]
```

On indique ici le nom de la loi de probabilité qui gouvernera la variable aléatoire.

Selon les lois, des valeurs minimales, maximales, etc. sont à donner. Le tableau suivant récapitule les besoins.

Mot-clé \ Loi	Uniforme	Normale	Log normale	Normale tronquée
<b>VALE_MIN</b>	Obligatoire	Sans objet	Obligatoire	Obligatoire
<b>VALE_MAX</b>	Obligatoire	Sans objet	Sans objet	Obligatoire
<b>VALE_MOY</b>	Sans objet	Obligatoire	L'un des deux est	Obligatoire
<b>VALE_MOY_PHY</b>	Sans objet	Sans objet	obligatoire.	Sans objet
<b>ECART_TYPE</b>	Sans objet	Obligatoire	L'un des deux est	Obligatoire
<b>ECART_TYPE_PHY</b>	Sans objet	Sans objet	obligatoire.	Sans objet

## 3.5.3 Mot clé VALE\_MIN

```
♦ VALE_MIN = val_min, [R]
```

On précise ici la borne inférieure de la loi de probabilité. Il est obligatoire de renseigner le mot clé VALE\_MIN si l'utilisateur choisit une des lois de probabilité suivantes : 'UNIFORME', 'LOG NORMALE' ou 'NORMALE\_TRONQUEE'.

## 3.5.4 Mot clé VALE\_MAX

```
♦ VALE_MAX = val_max, [R]
```

On précise ici la borne supérieure de la loi de probabilité. Il est obligatoire de renseigner le mot clé VALE\_MAX si l'utilisateur choisit une des lois de probabilité suivantes : 'UNIFORME' ou 'NORMALE\_TRONQUEE'.

## 3.5.5 La valeur moyenne

On précise ici la moyenne de la loi de probabilité. Dans le cas de la loi 'LOG NORMALE', l'utilisateur a le choix entre VALE\_MOY s'il souhaite travailler dans l'espace standard et VALE\_MOY\_PHY s'il souhaite travailler dans l'espace physique.

### 3.5.5.1 Mot clé VALE\_MOY

```
♦ VALE_MOY = val_moy, [R]
```

On précise ici la moyenne de la loi de probabilité. Il est obligatoire de renseigner le mot clé VALE\_MOY si l'utilisateur choisit une des lois de probabilité suivantes : 'NORMALE' ou 'NORMALE\_TRONQUEE'. Dans le cas de la loi 'LOG NORMALE', l'utilisateur a le choix entre VALE\_MOY s'il souhaite travailler dans l'espace standard et VALE\_MOY\_PHY s'il souhaite travailler dans l'espace physique.

### 3.5.5.2 Mot clé VALE\_MOY\_PHY

```
♦ VALE_MOY_PHY = val_moy_physique, [R]
```

On précise ici la moyenne de la loi de probabilité dans l'espace physique. Il est obligatoire de renseigner le mot clé VALE\_MOY\_PHY si l'utilisateur choisit la loi de probabilité : 'LOG NORMALE' et n'a pas renseigné le mot clé VALE\_MOY.



## 3.5.6 L'écart-type

On précise ici l'écart type de la loi de probabilité. Dans le cas de la loi 'LOG NORMALE', l'utilisateur a le choix entre ECART\_TYPE s'il souhaite travailler dans l'espace standard et ECART\_TYPE\_PHY s'il souhaite travailler dans l'espace physique.

### 3.5.6.1 Mot clé ECART\_TYPE

◇ ECART\_TYPE = ecart\_type, [R]

On précise ici l'écart type de la loi de probabilité. Il est obligatoire de renseigner le mot clé ECART\_TYPE si l'utilisateur choisit une des lois de probabilité suivantes : 'NORMALE' et 'NORMALE\_TRONQUEE'. Dans le cas de la loi 'LOG NORMALE', l'utilisateur a le choix entre ECART\_TYPE s'il souhaite travailler dans l'espace standard et ECART\_TYPE\_PHY s'il souhaite travailler dans l'espace physique.

### 3.5.6.2 Mot clé ECART\_TYPE\_PHY

◇ ECART\_TYPE\_PHY = ecart\_type\_physique, [R]

On précise ici l'écart type de la loi de probabilité dans l'espace physique. Il est obligatoire de renseigner le mot clé ECART\_TYPE\_PHY si l'utilisateur choisit la loi de probabilité : 'LOG NORMALE' et n'a pas renseigné le mot clé ECART\_TYPE.

## 3.5.7 Les points de calcul

### 3.5.7.1 Mot clé POINT\_INITIAL

◇ POINT\_INITIAL = pt\_init, [R]

On indique ici la valeur du paramètre pour définir le point initial à partir duquel le logiciel probabiliste va chercher le point de conception. Si ce mot clé n'est pas renseigné, on prendra par défaut la valeur moyenne.

### 3.5.7.2 Mot clé POINT\_DE\_REFERENCE

◇ POINT\_DE\_REFERENCE = pt\_refe, [R]

On indique ici la valeur du paramètre pour définir le point de référence qui sert à rendre adimensionnels les résultats de Code\_Aster au sein du logiciel probabiliste. Si ce mot clé n'est pas renseigné, on prendra par défaut la valeur moyenne.

### 3.5.7.3 Mot clé POINT\_DE\_CONCEPTION

◇ POINT\_DE\_CONCEPTION = pt\_concept, [R]

Si la recherche du point de conception n'est pas demandé par l'utilisateur (i.e. RECH\_PT\_CONCEPT = 'NON'), il est obligatoire de donner la valeur correspondant au point de conception.

## 3.5.8 Le gradient

On précise ici comment est calcul le gradient de la valeur cible par rapport à la variable.

## 3.5.8.1 Mot clé GRADIENT

♦ GRADIENT = / 'OUI', [TXM]  
/ 'NON', [TXM]

Pour la variable aléatoire (paramètre sensible) on indique si le gradient est fourni directement par un calcul de sensibilité dans *Code\_Aster* ou s'il ne l'est pas. Dans le cas où le gradient n'est pas fourni par le code physique (GRADIENT = 'NON'), le logiciel probabiliste le calculera par différence finie. Il faut alors préciser l'incrément.

## 3.5.8.2 Mot clé INCREMENT

◇ INCREMENT = val\_increment, [R]

Si le gradient n'est pas fourni par un calcul de sensibilité dans *Code\_Aster*® (GRADIENT = 'NON') il est obligatoire de donner une valeur au mot clé INCREMENT, de manière à ce que le logiciel probabiliste puisse le calculer par différence finie.

## 3.6 Mot clé MATRICE

◇ MATRICE = mat\_correlation, [1\_R]

Permet de définir la matrice de corrélation entre les variables aléatoires (paramètres sensibles). Les coefficients de corrélation appartiennent à l'intervalle [-1, 1]. S'il n'y a pas de corrélation entre les variables aléatoires, la matrice de corrélation est égale à la matrice identité.

La taille de cette matrice est donc égale au carré du nombre de variables aléatoires définies.

Si le mot-clé est absent, le calcul se fait avec la matrice identité.

## 3.7 Le seuil de défaillance

Le calcul de la probabilité de défaillance se fait sur le dépassement d'un seuil. Il faut donner deux informations : la valeur de ce seuil et comment il est franchi.

### 3.7.1 Mot clé SEUIL

♦ SEUIL = val\_seuil, [R]

On indique ici la valeur du seuil dont on veut connaître la probabilité qu'il soit dépassé.

### 3.7.2 Mot clé SEUIL\_TYPE

♦ SEUIL\_TYPE = / 'MINIMUM', [TXM]  
/ 'MAXIMUM', [TXM]

Permet de préciser le type de seuil à ne pas dépasser.

L'option SEUIL\_TYPE = 'MINIMUM' signifie que la zone sûre est celle où la cible est supérieure au seuil ; on calcule la probabilité que la cible passe en-dessous de ce seuil minimum.

Symétriquement, l'option SEUIL\_TYPE = 'MAXIMUM' signifie que la zone sûre est celle où la cible est inférieure au seuil ; on calcule la probabilité que la cible passe au-dessus de ce seuil maximum.

## 3.8 Recherche du point de conception

### 3.8.1 Mot clé RECH\_PT\_CONCEPT

♦ RECH\_PT\_CONCEPT = / 'OUI', [TXM]  
/ 'NON', [TXM]

On précise ici si le logiciel probabiliste **doit** ou **ne doit pas** chercher le point de conception. Le point de conception est le point situé sur la frontière entre domaine de sécurité et domaine de défaillance et qui est à la distance minimale du centre de l'espace standard.

### 3.8.2 Mot clé EPSILON\_U

◇ EPSILON\_U = / epsi\_u, [R]  
/ 1.0E-2, [DEFAULT]

On indique ici la précision du test d'arrêt sur les points itératifs de l'espace standard.

### 3.8.3 Mot clé EPSILON\_G

◇ EPSILON\_G = / epsi\_g, [R]  
/ 1.0E-2, [DEFAULT]

On indique ici la précision du test d'arrêt sur la proximité de la surface d'état limite.

### 3.8.4 Mot clé TAU

◇ TAU = / tau, [R]  
/ 5.0E-1, [DEFAULT]

On précise ici la valeur du premier paramètre qui sert à optimiser la direction de descente.

### 3.8.5 Mot clé OMEGA

◇ OMEGA = / omega, [R]  
/ 1.0E-4, [DEFAULT]

On précise ici la valeur du second paramètre qui sert à optimiser la direction de descente.

### 3.8.6 Mot clé ITER\_MAX

◇ ITER\_MAX = / iter\_max, [I]  
/ 50, [DEFAULT]

On précise ici le nombre maximum d'itérations, pour l'algorithme de minimisation sous contrainte de MEFISTO, au delà duquel l'algorithme s'arrête.

## 3.9 Mot clé METHODE\_FORM

◇ METHODE\_FORM = / 'OUI', [DEFAULT]  
/ 'NON', [TXM]

Permet d'activer l'option du logiciel probabiliste qui servira à calculer la probabilité de défaillance par la méthode FORM. FORM remplace la surface d'état limite par un hyperplan au voisinage du point de conception.

## 3.10 Mot clé METHODE\_SORM

```
◇ METHODE_SORM = / 'OUI', [TXM]
                  / 'NON', [DEFAULT]
```

Permet d'activer l'option du logiciel probabiliste qui servira à calculer la probabilité de défaillance par la méthode SORM. SORM remplace la surface d'état limite par un polynôme de degré 2 au voisinage du point de conception.

## 3.11 Tirage d'importance

### 3.11.1 Mot clé TIRAGE\_IMPORTANCE

```
◇ TIRAGE_IMPORTANCE = / 'OUI', [TXM]
                      / 'NON', [DEFAULT]
```

Permet de rechercher la probabilité de défaillance avec le tirage d'importance.

### 3.11.2 Mot clé NB\_SIMULATION

```
◇ NB_SIMULATION = / nb_simu, [I]
                  / 3, [DEFAULT]
```

On spécifie ici le nombre de simulations pour le tirage d'importance.

## 3.12 Mot clé POLYNOME\_TAYLOR

```
◇ POLYNOME_TAYLOR = / 'OUI', [TXM]
                    / 'NON', [DEFAULT]
```

Permet de préciser si l'on veut créer une surface de réponse polynomiale.

## 3.13 Mot clé HGRAD

```
◇ HGRAD = / h_grad, [R]
           / 1.0E-2, [DEFAULT]
```

On précise ici la valeur du pas incrémental pour le calcul des gradients par différence finie. Cette valeur est exprimée dans le repère transformé.

## 3.14 Mot clé HHES

```
◇ HHES = / h_hess, [R]
          / 1.0E-2, [DEFAULT]
```

On précise ici la valeur du pas incrémental pour le calcul des dérivées secondes. Cette valeur est exprimée dans le repère transformé.

## 3.15 Recherche de plan d'expérience

### 3.15.1 Mot clé PLAN\_EXPERIENCE

```
◇ PLAN_EXPERIENCE = / 'OUI', [TXM]
                    / 'NON', [DEFAULT]
```

Calcule ou ne calcule pas le plan d'expériences centré sur le point de conception.

## 3.15.2 Mot clé ALPHA

```
◇ ALPHA = / alpha, [R]
           / 2.0E-1, [DEFAULT]
```

On précise ici la valeur de la maille du plan de type composite centré.

## 3.15.3 Mot clé BETA

```
◇ BETA = / beta, [R]
          / 4.0E-1, [DEFAULT]
```

On précise ici la valeur de la maille du plan de type factoriel.

## 3.16 Test de la sphère

On peut tester la fonction de performance au point de conception avec le test de la sphère (voir les références [bib1], [bib2], [bib3]).

### 3.16.1 Mot clé T\_SPHERE

```
◇ T_SPHERE = / 'OUI', [TXM]
              / 'NON', [DEFAULT]
```

Active le test de la sphère.

### 3.16.2 Mot clé METHODE\_TEST

```
◇ METHODE_TEST = / 'GAUSSIENNE', [DEFAULT]
                  / 'PARAMETRIQUE', [TXM]
                  / 'REJECTION', [TXM]
```

On précise ici la méthode qui sera utilisée pour exécuter le test de la sphère.

### 3.16.3 Mot clé NB\_POINT

```
◇ NB_POINT = / nb_point, [I]
              / 60, [DEFAULT]
```

On précise le nombre points qui seront utilisés pour exécuter le test de la sphère

## 3.17 Test du maximum fort

On peut tester la fonction de performance au point de conception avec le test du maximum fort (voir les références [R1, R2, R3]).

### 3.17.1 Mot clé T\_MAXIMUM\_FORT

```
◇ T_MAXIMUM_FORT = / 'OUI', [TXM]
                   / 'NON', [DEFAULT]
```

Active le test du maximum fort.

### 3.17.2 Mot clé COS\_LIM

```
◇ COS_LIM = / cos_lim, [R]
             / 1.0, [DEFAULT]
```

On précise ici la valeur du cosinus limite dont l'angle définit le voisinage du point de conception.

## 3.17.3 Mot clé DPROB

◇ DPROB = / d\_proba, [R]  
/ 4.3E-1, [DEFAULT]

On précise ici la valeur du rapport entre la densité de probabilité des points sur la sphère de rayon  $\beta$  et ceux de la sphère de rayon  $\beta + d\beta$ .

## 3.18 Mot clé T\_HESSIEN

◇ T\_HESSIEN = / 'OUI', [TXM]  
/ 'NON', [DEFAULT]

On peut tester la fonction de performance au point de conception avec le test du Hessian.

## 3.19 Opérande INFO

◇ INFO =

Indique le niveau d'impression des résultats de l'opérateur :

- 1 : aucune impression,
- 2 : impression d'informations relatives au maillage.

## 4 Exemples

L'exemple décrit ici correspond au cas test **fiab001a** . On a noté en caractères gras la similitude de noms entre la description d'une variable aléatoire dans la macro-commande et le concept paramètre sensible dans le jeu de commandes du calcul déterministe.

### 4.1 Fichier de commandes contenant la macro-commande (.comm)

```
# Préliminaire :
# Ce cas-test est un cas de validation du couplage entre Code_ASTER et
# le logiciel fiabiliste MEFISTO. Il peut servir d'exemple pour
# la réalisation d'une étude fiabiliste mais n'est en aucun cas une
# évaluation de cette technique.
#
# Description du cas :
# Le fonctionnement nominal correspond au lancement du calcul
# déterministe avec les valeurs moyennes pour les 5 paramètres :
#     PA moyen = 1000.
#     PB moyen = 8000.
#     E1 moyen = 430000.
#     E2 moyen = 380000.
#     E3 moyen = 130000.
# Ces conditions nominales entraînent dans le coin bas-gauche de la
# structure une contrainte de composante SIXX = -2.6795397166E+05
#
# Pour les besoins du cas-test, on déclare que la structure est en mode
# de défaillance quand la valeur absolue de cette contrainte est
# supérieure a la valeur nominale. Par exemple, quand on dépasse une
# valeur absolue de 2.71E5. Autrement dit, il faut déclarer un seuil de
# -2.71E+5 et dire que c'est un minimum a ne pas franchir.
#
# Quelques remarques :
# . Le jeu de commandes déterministe associe (dans le .38) a été
#   crée en donnant aux paramètres sensibles leurs valeurs moyennes. En
#   fait, on peut mettre n'importe quoi ! En effet, les calculs seront
#   effectués a partir de valeurs déduites des lois des paramètres
#   définis ci-après. On a mis les valeurs moyennes car c'est ainsi
#   que le calcul déterministe avait été mis au point et rien n'a été
#   change.
# . Le seuil de défaillance est ici très proche du fonctionnement
#   nominal. C'est volontaire pour avoir très peu d'itération dans la
#   recherche du point de conception par MEFISTO et avoir ainsi un
#   cas-test rapide. Mais cela n'a aucun intérêt physique.
#
DEBUT (CODE=_F (NOM='FIAB001A', NIV_PUB_WEB='INTRANET'), PAR_LOT='OUI');
#
RESUFIAB = MACR_FIABILITE (
    INFO=1,
    MESS_ASTER = 'DERNIER',
    LOGICIEL = 'MEFISTO',
    VERSION='V3_2',
    UNITE_ESCL = 38,
    RECH_PT_CONCEPT='OUI',
    SEUIL=-2.71E+05,
    SEUIL_TYPE = 'MINIMUM',
    VARIABLE=(
        _F (NOM=' E1 ',
            LOI='NORMALE',
            GRADIENT='NON',
            INCREMENT=0.5,
```

Titre : Macro commande MACR\_FIABILITE  
Auteur(s) : G. NICOLAS(EDF-R&D/AMA)

Date : 05/01/2009  
Clé : U7.03.31

Page : 16/21

```

        VALE_MOY=430000.0,
        ECART_TYPE=2000.0,
        POINT_REF=431000.0, ),
_F (NOM=' E2 ',
    LOI='NORMALE',
    GRADIENT='NON',
    INCREMENT=0.5,
    VALE_MOY=380000.0,
    ECART_TYPE=2000.0,
    POINT_INI=381400.0, ),
_F (NOM=' E3 ',
    LOI='NORMALE',
    GRADIENT='OUI',
    VALE_MOY=130000.0,
    ECART_TYPE=1000.0, ),
_F (NOM=' PA ',
    LOI='NORMALE',
    GRADIENT='OUI',
    VALE_MOY=1000.0,
    ECART_TYPE=100.0,
    POINT_INI=1050.0, ),
_F (NOM=' PB ',
    LOI='NORMALE',
    GRADIENT='OUI',
    VALE_MOY=8000.0,
    ECART_TYPE=150.0,
    POINT_INI=8110.0,
    POINT_REF=8080.0, ),
),
    T_SPHERE = 'NON',
);

#
# Le retour de la macro est un concept de type LISTR8. Il contient
# une seule valeur : la probabilité de défaillance.
# On transforme cette liste en une fonction pour le test de non régression.
#
LR_BIDON = DEFI_LIST_REEL ( VALE = ( 1. ) , );
#
R_FIAB = DEFI_FONCTION ( NOM_PARA = 'INST',
                        VALE_PARA = LR_BIDON,
                        VALE_FONC = RESUFIAB,
                        INFO = 1 );
#
TEST_FONCTION ( VALEUR = _F( FONCTION = R_FIAB,
                             PRECISION = 1.E-6,
                             VALE_PARA = 1.,
                             REFERENCE = 'ANALYTIQUE',
                             VALE_REFE = 0.278,
                             CRITERE = 'ABSOLU',
                             ),
                ) ;

#
FIN();
```



**4.2 Fichier de commandes contenant le calcul physique (.com1)**

```

DEBUT(CODE=_F(NOM='FIAB001A',NIV_PUB_WEB='INTRANET'),PAR_LOT='OUI');
#
# Ce cas-test est identique au cas-test sensm07a, qui sert d'exemple a
# la notice d'utilisation des sensibilités, U2.08.02.
# C'est un domaine rectangulaire 2D, compose de 3 matériaux distincts.
# La structure est encastre sur la gauche. On applique des pressions
# sur la face supérieure.
# On s'intéresse aux sensibilités par rapport aux 2 pressions imposées
# et aux trois modules d'Young.
#
# Voici le schéma simplifié du domaine de calcul.
# Les groupes y sont désignés par leurs noms.
#
#   'COIN_HG'      'BORD_H_1'      'BORD_H_2'      'COIN_HD'
#   y=6 *-----*
#       !           !           !
#   y=5 !           !           !
#       !           !           !
#   y=4 !   'ZONE_1' !   'ZONE_2' !
#       !           !           !
#   y=3 !           !           !
#       !           !           !
#   y=2 !           !           !
#       !           !           !
#   y=1 !           !---!       !
#       !           ! <-!-- 'ZONE_3' !
#   y=0 *-----*
#   'COIN_BG'                                'COIN_BD'
#       x = 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12
#
#
# 1. Définitions de fonctions
# 1.1. Définition des paramètres sensibles
#
PA = DEFI_PARA_SENSI (VALE=1000.);
PB = DEFI_PARA_SENSI (VALE=8000.);
E1 = DEFI_PARA_SENSI (VALE=430000.);
E2 = DEFI_PARA_SENSI (VALE=380000.);
E3 = DEFI_PARA_SENSI (VALE=130000.);
NU3 = DEFI_PARA_SENSI (VALE=0.27);
#
# 1.2. Définition des constantes
#
NU1=DEFI_CONSTANTE (VALE=0.33);
NU2=DEFI_CONSTANTE (VALE=0.38);
#
# 2. Définition des matériaux
#
mater_1=DEFI_MATERIAU ( ELAS_FO=_F(E=E1 ,NU=NU1) );
#
mater_2=DEFI_MATERIAU ( ELAS_FO=_F(E=E2 ,NU=NU2) );
#
mater_3=DEFI_MATERIAU ( ELAS_FO=_F(E=E3 ,NU=NU3) );
#
# 3. Le maillage
# 3.1. Lecture du maillage
#
PRE_GMSH();
maill_d1=LIRE_MAILLAGE();

```

Titre : Macro commande MACR\_FIABILITE

Date : 05/01/2009

Auteur(s) : G. NICOLAS(EDF-R&amp;D/AMA)

Clé : U7.03.31

Page : 18/21

```
maill_d2=CREA_MALLAGE( MALLAGE = maill_d1,LINE_QUAD = _F(TOUT='OUI'))
#

# 3.2. Nommage des groupes
#
maill_d2=DEFI_GROUP(reuse =maill_d2,
    MALLAGE=maill_d2,
    CREA_GROUP_MA=( _F(GROUP_MA='GM11',NOM='BORD_H_1'),
        _F(GROUP_MA='GM12',NOM='BORD_H_2'),
        _F(GROUP_MA='GM13',NOM='BORD_GAU'),
        _F(GROUP_MA='GM21',NOM='ZONE_1'),
        _F(GROUP_MA='GM22',NOM='ZONE_2'),
        _F(GROUP_MA='GM23',NOM='ZONE_3')),
    CREA_GROUP_NO=_F(GROUP_MA=('GM1' , 'GM2' , 'GM3' , 'GM4' ),
        NOM=('COIN_BG', 'COIN_BD', 'COIN_HD', 'COIN_HG')) )
;
#
# 4. Le modèle
#
modele=AFFE_MODELE(MALLAGE=maill_d2,
    AFFE=_F(TOUT='OUI',
        PHENOMENE='MECANIQUE',
        MODELISATION='D_PLAN')) ;
#
maill_d2=MODI_MALLAGE(reuse =maill_d2,
    MALLAGE=maill_d2,
    ORIE_PEAU_2D=_F(GROUP_MA=('BORD_H_1', 'BORD_H_2', 'BORD_GAU')),
    MODELE=modele);
#
# 5. Les chargements
#
encastre=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=modele,
    DDL_IMPO=_F(GROUP_NO='COIN_BG',DY=0.0),
    FACE_IMPO=_F(GROUP_MA='BORD_GAU',DNOR=0.0) );
#
pression=AFFE_CHAR_MECA_F(MODELE=modele,
    PRES_REP=( _F(GROUP_MA='BORD_H_1',PRES= PA ),
        _F(GROUP_MA='BORD_H_2',PRES= PB )) );
#
# 6. Mise en place des matériaux
#
ch_mater=AFFE_MATERIAU(MALLAGE=maill_d2,
    MODELE=modele,
    AFFE=( _F(GROUP_MA='ZONE_1',MATER=mater_1),
        _F(GROUP_MA='ZONE_2',MATER=mater_2),
        _F(GROUP_MA='ZONE_3',MATER=mater_3)) );
#
# 7. Calcul avec dérivations
#
résultat=MECA_STATIQUE(MODELE=modele,
    CHAM_MATER=ch_mater,
    EXCIT=( _F(CHARGE=encastre),
        _F(CHARGE=pression)),
    SENSIBILITE=( E3 , PA , PB ),
    SOLVEUR=_F(NPREC=8,
        METHODE='MULT_FRONT',
        STOP_SINGULIER='OUI',
        RENUM='MDA'),
    );
#
# 8. Autres champs
# 8.1. Les contraintes standard
```

Titre : Macro commande MACR\_FIABILITE  
Auteur(s) : G. NICOLAS(EDF-R&D/AMA)

Date : 05/01/2009  
Clé : U7.03.31

Page : 19/21

```
#
résultat=CALC_ELEM(reuse =resultat, RESULTAT=resultat,
                  MODELE=modele,
                  CHAM_MATER=ch_mater,
                  EXCIT=( _F(CHARGE=encastre),
                          _F(CHARGE=pression)),
                  OPTION=('SIGM_ELNO_DEPL','ERRE_ELGA_NORE'));

resultat=CALC_NO(reuse =resultat,
                 RESULTAT=resultat,
                 EXCIT=( _F(CHARGE=encastre),
                         _F(CHARGE=pression)),
                 OPTION='SIGM_NOEU_DEPL');

#
# 8.2. Les derivees des contraintes aux points de Gauss
#
resultat=CALC_ELEM(reuse =resultat,
                  RESULTAT=resultat,
                  SENSIBILITE=( E3 , PA , PB ),
                  MODELE=modele,
                  CHAM_MATER=ch_mater,
                  EXCIT=( _F(CHARGE=encastre),
                          _F(CHARGE=pression)),
                  OPTION=('SIEF_ELGA_DEPL','SIGM_ELNO_DEPL'));

#
# 8.3. Les dérivées des contraintes aux nœuds
#
resultat=CALC_NO(reuse =resultat,
                 RESULTAT=resultat,
                 SENSIBILITE=( E3 , PA , PB ),
                 EXCIT=( _F(CHARGE=encastre),
                         _F(CHARGE=pression)),
                 OPTION='SIGM_NOEU_DEPL');

#
# 9. On crée des tables contenant une seule valeur : la composante SIXX
#     de la contrainte dans le coin en bas à gauche, ou de ses dérivées.
#
Cible = POST_RELEVE_T( ACTION=_F( GROUP_NO = 'COIN_BG',
                                INTITULE = 'SIGXX COIN BAS A GAUCHE',
                                RESULTAT = resultat,
                                NOM_CHAM = 'SIGM_NOEU_DEPL',
                                NOM_CMP = ( 'SIXX', ),
                                OPERATION = 'EXTRACTION', ),
                     _F( GROUP_NO = 'COIN_BG',
                         INTITULE = 'GRADIENT E3 COIN BAS A GAUCHE',
                         RESULTAT = resultat,
                         SENSIBILITE = ( E3 ),
                         NOM_CHAM = 'SIGM_NOEU_DEPL',
                         NOM_CMP = ( 'SIXX', ),
                         OPERATION = 'EXTRACTION', ),
                     _F( GROUP_NO = 'COIN_BG',
                         INTITULE = 'GRADIENT PA COIN BAS A GAUCHE',
                         RESULTAT = resultat,
                         SENSIBILITE = ( PA ),
                         NOM_CHAM = 'SIGM_NOEU_DEPL',
                         NOM_CMP = ( 'SIXX', ),
                         OPERATION = 'EXTRACTION', ),
                     _F( GROUP_NO = 'COIN_BG',
                         INTITULE = 'GRADIENT PB COIN BAS A GAUCHE',
                         RESULTAT = resultat,
```

Titre : Macro commande MACR\_FIABILITE  
Auteur(s) : G. NICOLAS(EDF-R&D/ AMA)

Date : 05/01/2009

Clé : U7.03.31

Page : 20/21

```
SENSIBILITE = (PB),  
NOM_CHAM = 'SIGM_NOEU_DEPL',  
NOM_CMP = ( 'SIXX', ),  
OPERATION = 'EXTRACTION', ),  
  
), );  
  
#  
  
#  
# 10. Impression des résultats avec le format attendu par le logiciel  
#   fiabiliste  
#  
MACR_FIAB_IMPR( INFO = 1,  
                TABLE_CIBLE = Cible, NOM_PARA_CIBLE = 'SIXX',  
                GRADIENTS=( _F(TABLE = Cible, PARA_SENSI = E3 , NOM_PARA = 'SIXX'),  
                           _F(TABLE = Cible, PARA_SENSI = PA , NOM_PARA = 'SIXX'),  
                           _F(TABLE = Cible, PARA_SENSI = PB , NOM_PARA = 'SIXX'),  
                           ), );  
#  
FIN();
```

## 5 Bibliographie

---

- (1)DUTFOY A. ; Dossier de Conception et de Validation de MEFISTO version 2.2 ; Rapport HT-52/01/021/A ; Août 2001.
- (2)DUTFOY A. ; Dossier de Conception et de Validation de MEFISTO : nouveautés de la version 2.4 ; Rapport HT-52/02/008/A ; Avril 2002.
- (3)DUTFOY A. ; Manuel théorique de Conception et de Validation ; Rapport HT-52/03/001/A ; Janvier 2003.