

**Manuel de Validation****Fascicule V6.02 : Statique non linéaire des structures linéiques****Document : V6.02.127**

# **SSNL127 - Essai de traction avec le modèle CORR\_ACIER**

---

**Résumé :**

Ce test de mécanique quasi - statique non linéaire permet de valider le modèle élasto-plastique endommageable CORR\_ACIER.

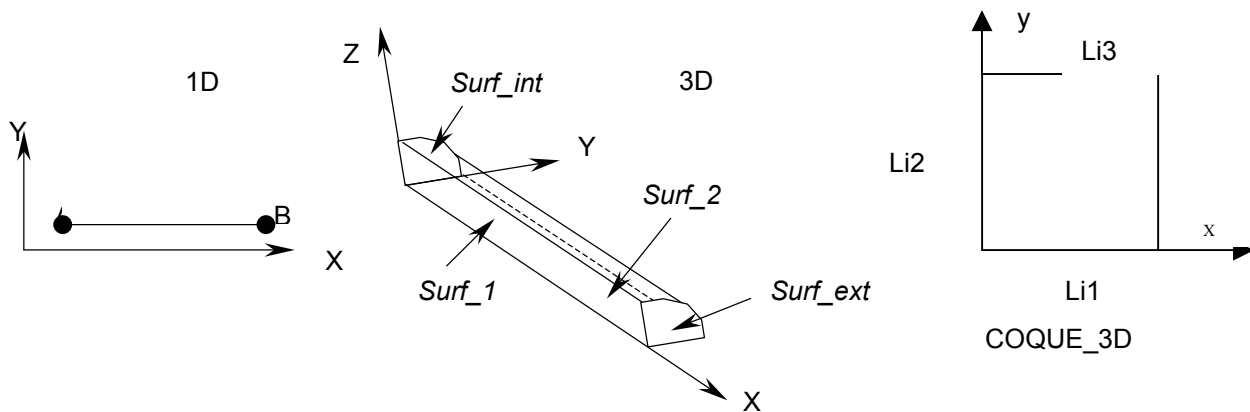
5 modélisations permettent de valider le comportement :

- les modélisations A, B, C en 1D pour les éléments BARRE, POU\_D\_EM, POU\_D\_TGM ;
- la modélisation D en 3D dans le cas d'une éprouvette axisymétrique (état de contraintes et de déformation homogène) soumise à un essai de traction simple ; la modélisation 3D de l'éprouvette est réalisée avec des éléments CU20 ;
- la modélisation E en COQUE\_3D dans le cas d'une plaque soumise à une traction simple, avec une maille QUAD9.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

La géométrie est choisie volontairement simple, pour traduire un état de contraintes et de déformations homogène, comme c'est le cas en traction uniaxiale. Dans le cas 1D et 3D, il s'agit ici d'une barre de diamètre  $\phi = 6$  mm et de longueur 100mm. En 3D, on ne maille qu'un quart de la barre. La traction se fait à déplacement imposé en 1D et 3D avec la longueur de l'éprouvette. Dans le cas *COQUE\_3D*, la plaque est carrée de côté 100mm, et d'épaisseur  $\pi \frac{\phi^2}{4}$  (pour que les efforts soient identiques au cas 1D).



### 1.2 Propriétés du matériau

Module d'YOUNG = 2.E11 Pa  
Coefficient de Poisson  $\nu = 0.33$

Mot clé *CORR\_ACIER* :

Coefficient d'endommagement  $D_{CORR} = 0.2$   
Paramètres d'érouissage  $ECRO_K = 500$  MPa  
Limite d'élasticité  $ECRO_M = 2.781$   
 $SY = 500$  MPa

Le degré de corrosion est déterminé à l'aide de la commande *CREA\_CHAM* :  
 $NOM\_CMP = 'CORR'$   $VALE = 0.0, 2.5, 13$  (en pourcent)

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Modélisation 1D

Déplacements DX DZ et DY bloqués au point A  
Déplacement DX et DZ imposé au point B

Modélisation 3D

Déplacement DX empêché sur Surf\_int  
Déplacement DY empêché sur Surf\_1  
Déplacement DZ empêché sur Surf\_2  
Déplacement DX imposé sur Surf\_ext

Modélisation *COQUE\_3D* :

Déplacement DX empêché sur Li4  
Déplacement DY empêché sur Li1  
Déplacement DX imposé sur Li3

## 1.4 Conditions initiales

Contraintes et déformations nulles.

## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul

La solution de référence est constituée par les résultats des essais de traction réalisés sur des barres corrodées (le diamètre initial est 6 mm). Suite à ces essais, on constate la diminution de la déformation plastique à rupture avec augmentation du degré de corrosion.

### 2.2 Résultats de référence

Evolution de la déformation plastique à rupture des barres corrodées en fonction du degré de corrosion (la réduction du diamètre de barres ou de l'épaisseur de renforcement plat par rapport à ceux non corrodés) est présentée sur la [Figure 2.2-a] et la [Figure 2.2-b].

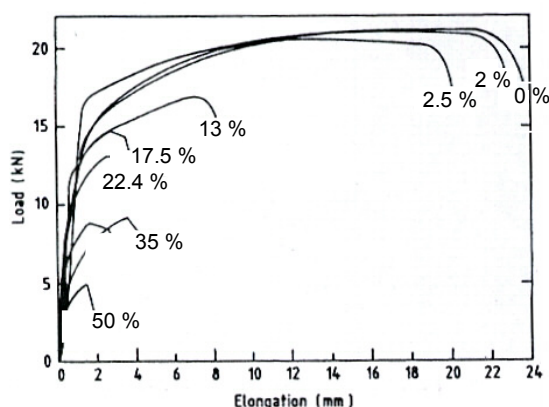


Figure 2.2-a : Influence de la corrosion sur le comportement de l'acier en fonction du taux de corrosion

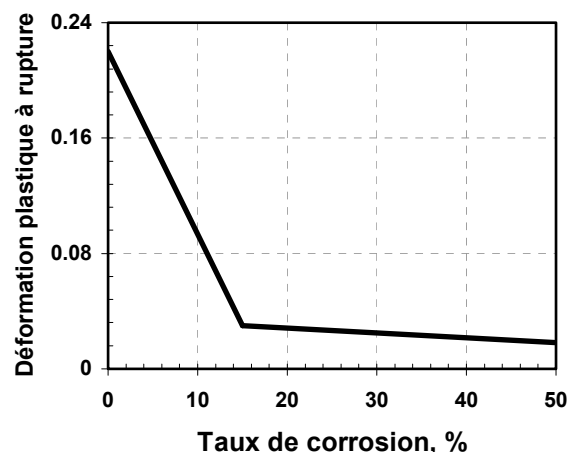


Figure 2.2-b : L'évolution de la déformation plastique à rupture en fonction du taux de corrosion

### 2.3 Incertitudes sur la solution

Précision des codes.

### 2.4 Références bibliographiques

- [1] A.A. ALMUSALLAM : "Effect of degree of corrosion on the properties of reinforcing steel bars", Construction and Building Materials 15, 2001.
- [2] A. OUGLOVA, Y. BERTHAUD, I. PETRE-LAZAR : "Caractérisation expérimentale de la corrosion des aciers dans le béton sur des analogues anciens. Première approche de modélisation", HT-25/02/030/A, EDF, 2002.

### 3 Modélisation A

#### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit d'un élément BARRE. Le déplacement maximum au point B est de 0.021m, il est atteint en 50 incréments.

#### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 10

Nombre de mailles et type : 10 (SEG2)

#### 3.3 Fonctionnalités testées

##### Commandes

CREA_CHAM	CORR		
DEFI_MATERIAU	CORR_ACIER		
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION	CORR_ACIER

### 4 Résultats de la modélisation A

Les efforts maximum (en N) sont :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.019	21857.1	21857.1	0
2.5 % de corrosion	0.0164	21451.6	21451.6	0
13 % de corrosion	0.0075	19610.1	19610.1	0

les efforts correspondant au déplacement maximum au point B sont :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.02	21193.7	21193.7	0
2.5 % de corrosion	0.018	20557.6	20557.6	0
13 % de corrosion	0.008	18758.6	18758.6	0

La déformation plastique équivalente cumulée maximum vaut :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.02	0.19625	0.19625	0
2.5 % de corrosion	0.018	0.17636	0.17636	0
13 % de corrosion	0.008	0.07668	0.07668	0

L'endommagement vaut :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.0192	0.00229	0.00229	0
2.5 % de corrosion	0.0164	0.01371	0.01371	0
13 % de corrosion	0.0075	0.01188	0.01188	0

## 5 Modélisation B

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit d'un élément `POU_D_EM` (poutre multi-fibres). Le déplacement maximum au point B est de 0.021m, il est atteint en 50 incréments.

### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 10

Nombre de mailles et type : 10 (SEG2)

### 5.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

CREA_CHAM	CORR		
DEFI_MATERIAU	CORR_ACIER		
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION	CORR_ACIER

## 6 Résultats de la modélisation B

Les efforts maximum (en N) sont :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.019	21857.1	21860	0.02
2.5 % de corrosion	0.0164	21451.6	21455	0.02
13 % de corrosion	0.0075	19610.1	19613	0.02

les efforts correspondant au déplacement maximum au point B sont :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.02	21193.7	21197	0.02
2.5 % de corrosion	0.018	20557.6	20560	0.02
13 % de corrosion	0.008	18758.6	18761	0.02

La déformation plastique équivalente cumulée maximum vaut :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.02	0.19625	0.19625	0
2.5 % de corrosion	0.018	0.17636	0.17636	0
13 % de corrosion	0.008	0.07668	0.07668	0

L'endommagement vaut :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.0192	0.00229	0.00229	0
2.5 % de corrosion	0.0164	0.01371	0.01371	0
13 % de corrosion	0.0075	0.01188	0.01188	0

## 7 Modélisation C

### 7.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit d'un élément POU\_D\_TGM (poutre multi-fibres). Le déplacement maximum au point B est de 0.021m, il est atteint en 50 incréments.

### 7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 10

Nombre de mailles et type : 10 (SEG2)

### 7.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

CREA_CHAM	CORR		
DEFI_MATERIAU	CORR_ACIER		
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION	CORR_ACIER

## 8 Résultats de la modélisation C

Les efforts maximum (en N) sont :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.019	21857.1	21860	0.02
2.5 % de corrosion	0.0164	21451.6	21455	0.02
13 % de corrosion	0.0075	19610.1	19613	0.02

les efforts correspondant au déplacement maximum au point B sont :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.02	21193.7	21197	0.02
2.5 % de corrosion	0.018	20557.6	20560	0.02
13 % de corrosion	0.008	18758.6	18761	0.02

La déformation plastique équivalente cumulée maximum vaut :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.02	0.19625	0.19625	0
2.5 % de corrosion	0.018	0.17636	0.17636	0
13 % de corrosion	0.008	0.07668	0.07668	0

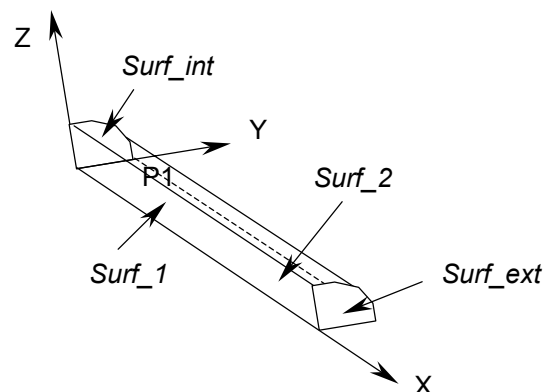
L'endommagement vaut :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.0192	0.00229	0.00229	0
2.5 % de corrosion	0.0164	0.01371	0.01371	0
13 % de corrosion	0.0075	0.01188	0.01188	0

## 9 Modélisation D

### 9.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit d'une modélisation 3D.



### 9.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 39

Nombre de mailles et type : 3 (HEXA20)

### 9.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

CREA_CHAM	CORR		
DEFI_MATERIAU	CORR_ACIER		
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION	CORR_ACIER

## 10 Résultats de la modélisation D

Les efforts maximum (en N) sont :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.019	$7.730 \cdot 10^8$	$7.730 \cdot 10^8$	0
2.5 % de corrosion	0.0164	$7.588 \cdot 10^8$	$7.588 \cdot 10^8$	0
13 % de corrosion	0.0075	$6.936 \cdot 10^8$	$6.936 \cdot 10^8$	0

les efforts correspondant au déplacement maximum au point B sont :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.02	$7.487 \cdot 10^8$	$7.487 \cdot 10^8$	0
2.5 % de corrosion	0.018	$7.261 \cdot 10^8$	$7.261 \cdot 10^8$	0
13 % de corrosion	0.008	$6.612 \cdot 10^8$	$6.612 \cdot 10^8$	0

La déformation plastique équivalente cumulée maximum vaut :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.02	0.19625	0.19625	0
2.5 % de corrosion	0.018	0.17636	0.17636	0
13 % de corrosion	0.008	0.07668	0.07669	0.02

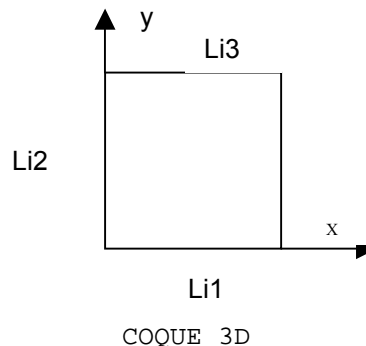
L'endommagement vaut :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.0192	0.00345	0.00345	0
2.5 % de corrosion	0.0164	0.01505	0.01505	0
13 % de corrosion	0.0075	0.015	0.015	0

## 11 Modélisation E

### 11.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit d'une modélisation COQUE\_3D.



### 11.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 9

Nombre de mailles et type : 1 (QUAD9)

### 11.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

CREA_CHAM	CORR		
DEFI_MATERIAU	CORR_ACIER		
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION	CORR_ACIER

## 12 Résultats de la modélisation E

Les efforts maximum (en N) sont :

Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.019	21857.1	22676	3.7
2.5 % de corrosion	0.0164	21451.6	22798	6
13 % de corrosion	0.0075	19610.1	20221	3

les efforts correspondant au déplacement maximum au point B sont :

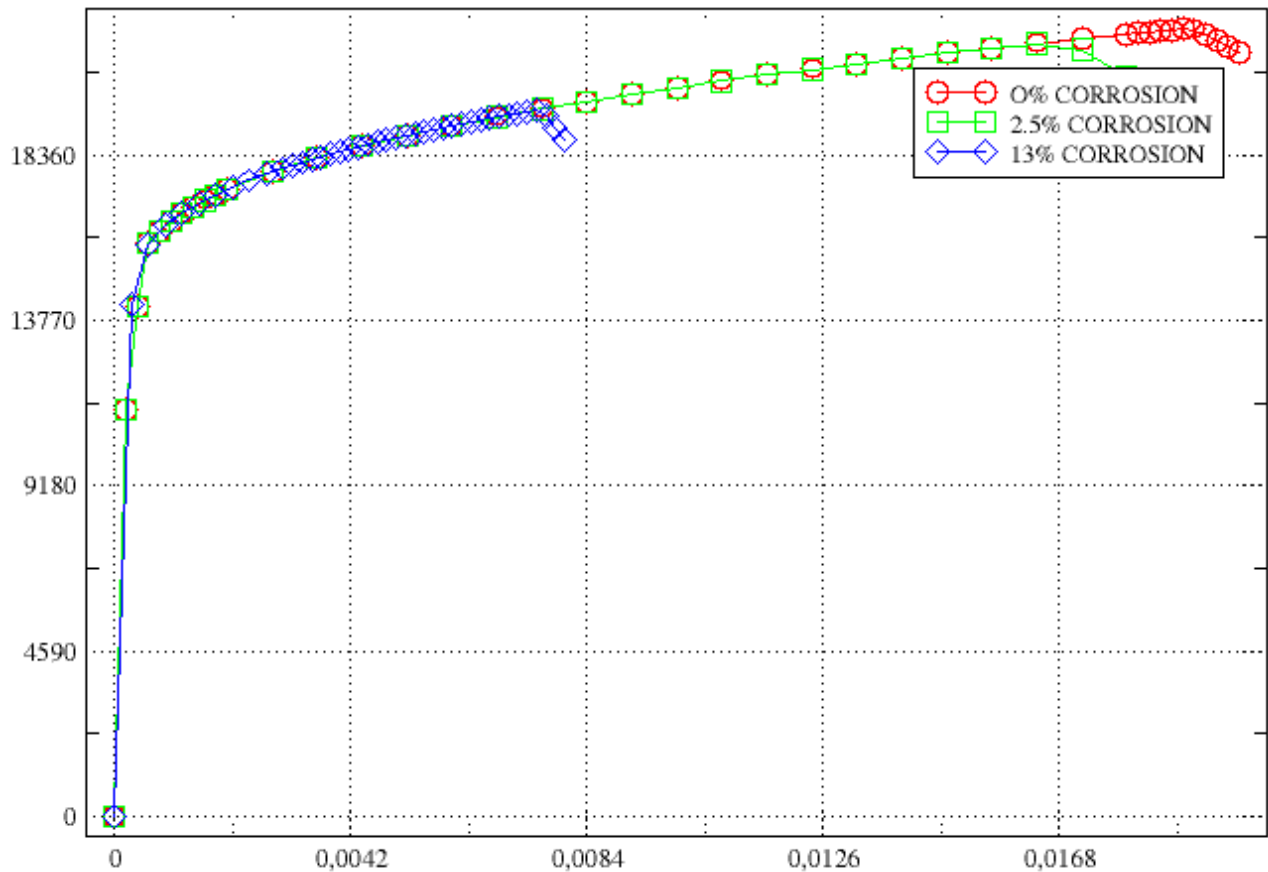
Identification	Déplacement imposé (m)	Référence	Aster	% différence
0 % de corrosion	0.02	21193.7	21534	2
2.5 % de corrosion	0.018	20557.6	20749	1
13 % de corrosion	0.008	18758.6	18813	0.3



## 13 Synthèse des résultats

Pour les modélisations A, B, C, D, E les résultats correspondent bien à ceux obtenus expérimentalement.

Les courbes effort-déplacement obtenues pour les 3 taux de corrosion testés sont les suivantes :



Page laissée intentionnellement blanche.