

## ZZZZ361 - Cas de découpe supplémentaires pour les éléments XFEM 3D quadratique

---

### Résumé :

Dans ce cas test, on propose de vérifier des cas de découpe volumique particuliers dans le cadre XFEM quadratique. En XFEM tridimensionnel, les éléments finis « parents » traversés par la fissure sont découpés en tétraèdres « enfants » qui sont alors redécoupés en sous-tétraèdres pour être conformes avec la discontinuité.

Il existe au total 8 configurations de découpe de tétraèdres « enfants » en sous-tétraèdres (voir doc R7.02.12), distinguées suivant le nombre de nœuds sommet du tétraèdre enfant pour lesquels la  $Isn$  s'annule ( $npts$ ) et le nombre de points d'intersection entre la surface  $Isn=0$  et les arêtes du tétraèdre enfant.

On s'intéresse ici aux 3 cas de découpe tels que la surface  $Isn=0$  rase la surface du tétraèdre enfant, et qui ne surviennent qu'en XFEM quadratique. Ces situations apparaissent lorsqu'une ou plusieurs arêtes du tétraèdre enfant possèdent exactement 2 points tels que  $Isn=0$  (nécessairement une extrémité et le nœud milieu d'après l'ajustement des level set dans le cas quadratique).

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie du problème

On travaille sur un unique élément tétraédrique de référence représenté sur la Figure 1.1-a .

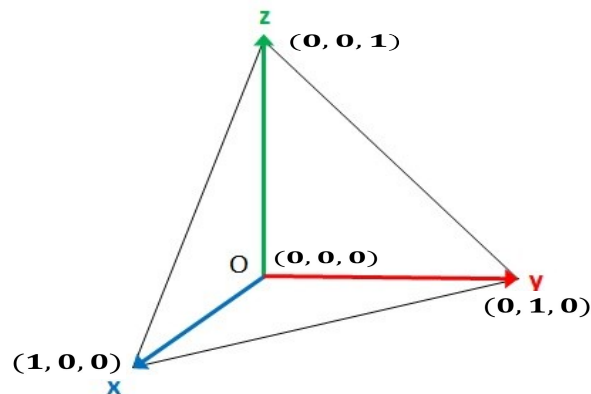
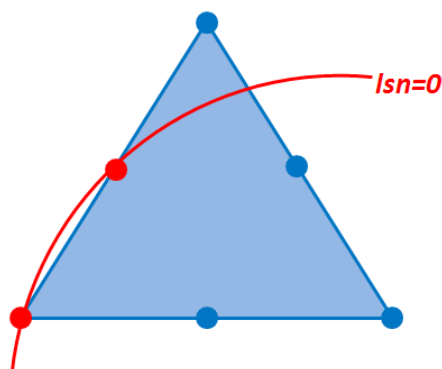


Figure 1.1-a: Tetra de référence

On va définir successivement 3 « level set normales » telles que l'on se ramène aux cas de découpes que l'on souhaite tester.

Notons que les configurations de découpe 3D que l'on teste ci-après sont l'extension du cas 2D représenté ci dessus Figure 1.1-b. Toutes ces configurations ne peuvent survenir qu'en XFEM quadratique.

Figure 1.1-b: Isn « rasante » en 2D



## 2 Modélisation A

### 2.1 Caractéristiques de la modélisation

La première découpe que nous testons correspond au cas où l'une des arêtes du TETRA10 voit la  $Isr$  s'annuler exactement deux fois, en une de ses extrémités et en son point milieu. Un exemple de cette configuration est représenté Figure 2.1-a.

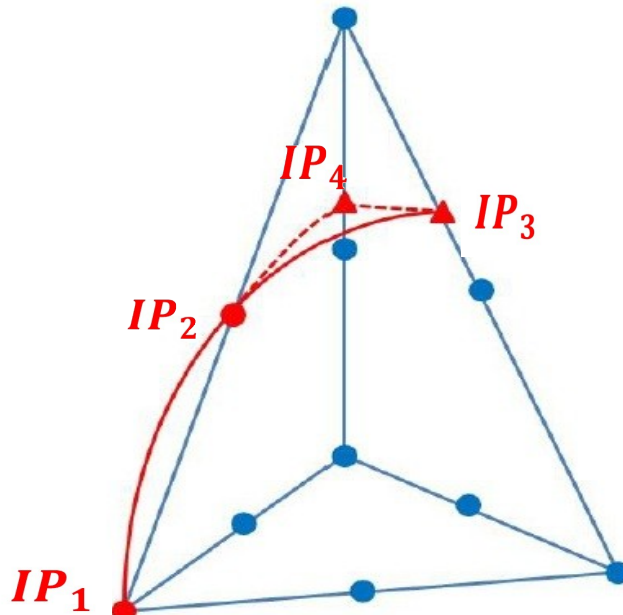
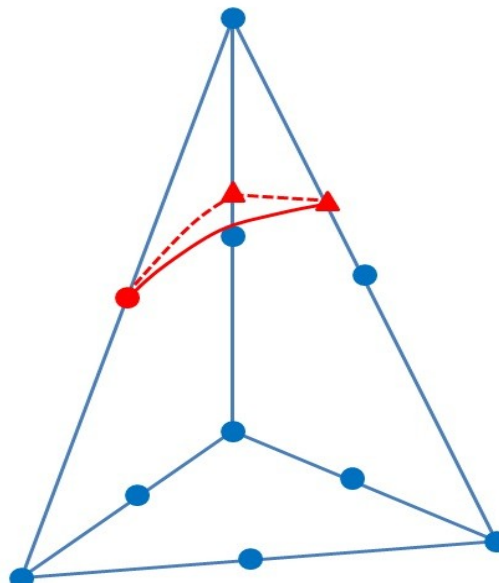


Figure 2.1-a: représentation de la découpe de la modélisation A

Pour la découpe on se ramène au cas plus classique représenté Figure 2.1-b, dont la découpe en sous tétraèdres est détaillée dans la doc R7.02.12

Figure 2.1-b: : configuration saine correspondante



## 2.2 Caractéristiques du maillage

Pour se « retrouver » dans cette configuration de découpe, la Isn est choisie sphérique, de centre C( $\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4}$ ) et de rayon  $R = \frac{\sqrt{19}}{4}$

Les arêtes du tétraèdre sont alors intersectées par la level set aux 4 points suivants :

Point d'intersection	Coordonnées
IP1	(0,0,0)
IP2	(0,0,0.5)
IP3	$(\frac{3-\sqrt{5}}{4}, 0, \frac{\sqrt{5}+1}{4})$
IP4	$(0, \frac{3-\sqrt{5}}{4}, \frac{\sqrt{5}+1}{4})$

## 2.3 Grandeurs testées et résultats

Après exécution de la commande MODI\_MODELE\_XFEM, on vérifie que les 4 points d'intersection IP1, IP2, IP3 et IP4 sont bien dans le groupe NFISSU et que leur position est correcte.

Grandeurs testées	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
COORX IP1	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORY IP1	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORZ IP1	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORX IP2	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORY IP2	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORZ IP2	'ANALYTIQUE'	0.5	10E-06
COORX IP3	'ANALYTIQUE'	0,19098300	10E-06
COORY IP3	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORZ IP3	'ANALYTIQUE'	0,80901699	10E-06
COORX IP4	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORY IP4	'ANALYTIQUE'	0,19098300	10E-06
COORZ IP4	'ANALYTIQUE'	0,80901699	10E-06

On a également post-traité le maillage découpé (Figure 2.3-a) grâce à SALOME. La découpe obtenue est conforme aux attentes, avec 4 sous-tétraèdres qui sont conformes avec la discontinuité.

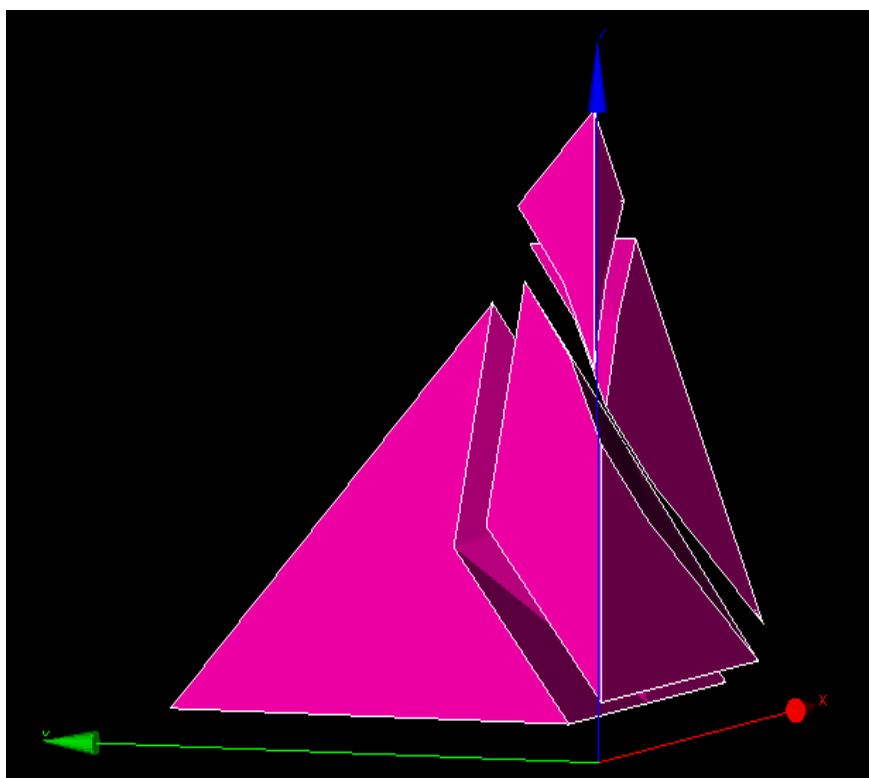
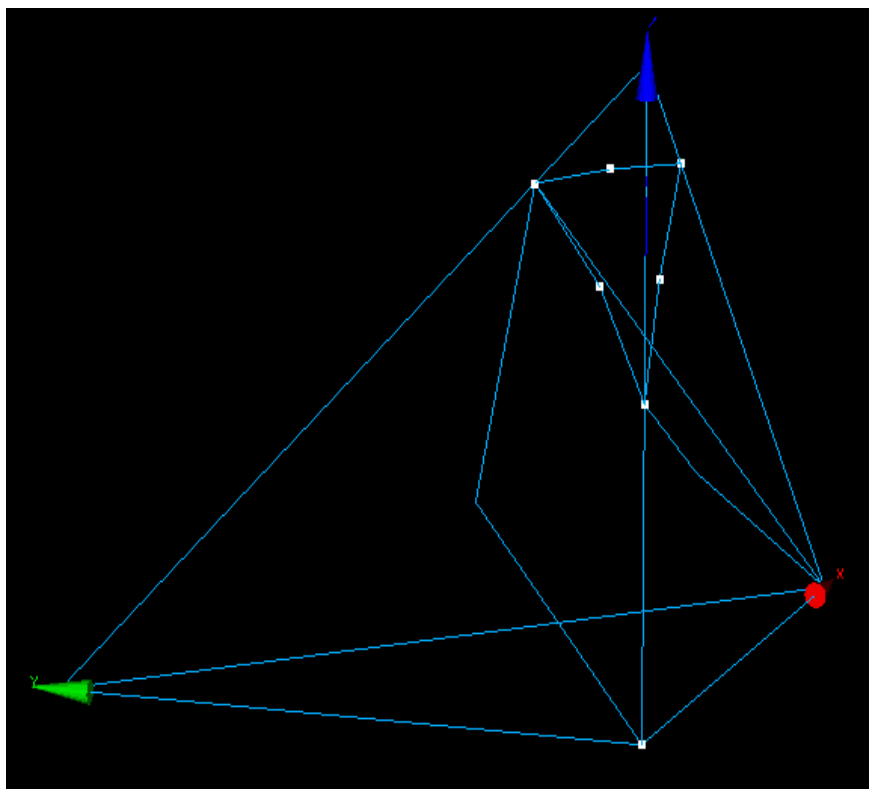


Figure 2.3-a: configuration de découpe de la modélisation A

## 3 Modélisation B

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

La deuxième découpe que nous testons correspond au cas où deux des arêtes du TETRA10 voient la  $l_{sn}$  s'annuler exactement deux fois, en une de leurs extrémités et en leur point milieu. Un exemple de cette configuration est représenté Figure 3.1-a.

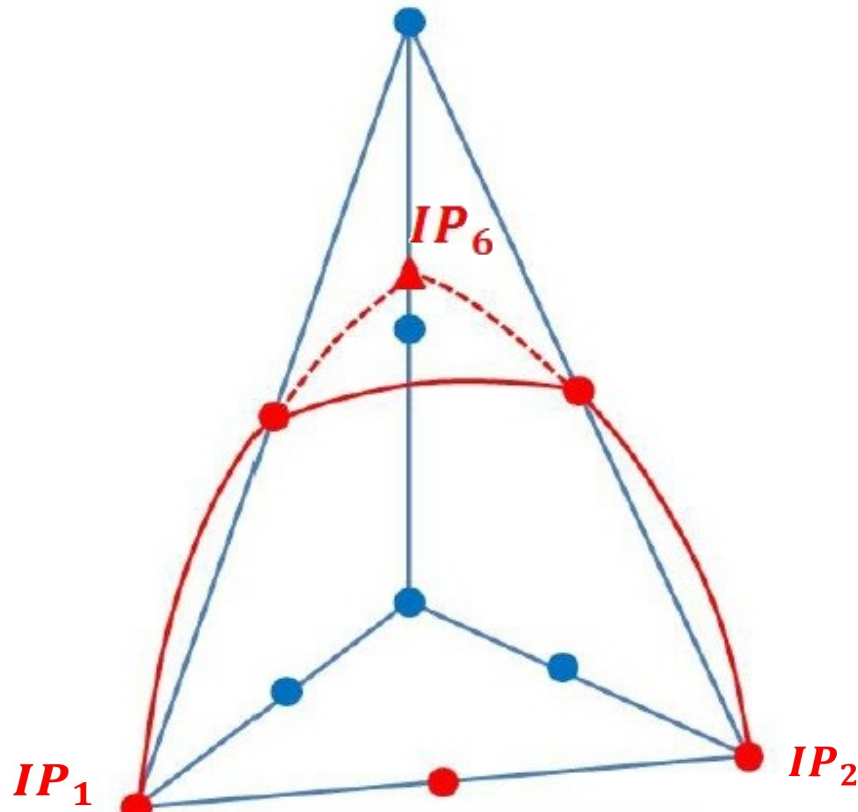


Figure 3.1-a: représentation de la découpe de la modélisation B

Pour la découpe on se ramène au cas plus classique représenté Figure 3.1-b, dont la découpe en sous-tétraèdres est détaillée dans la doc R7.02.12

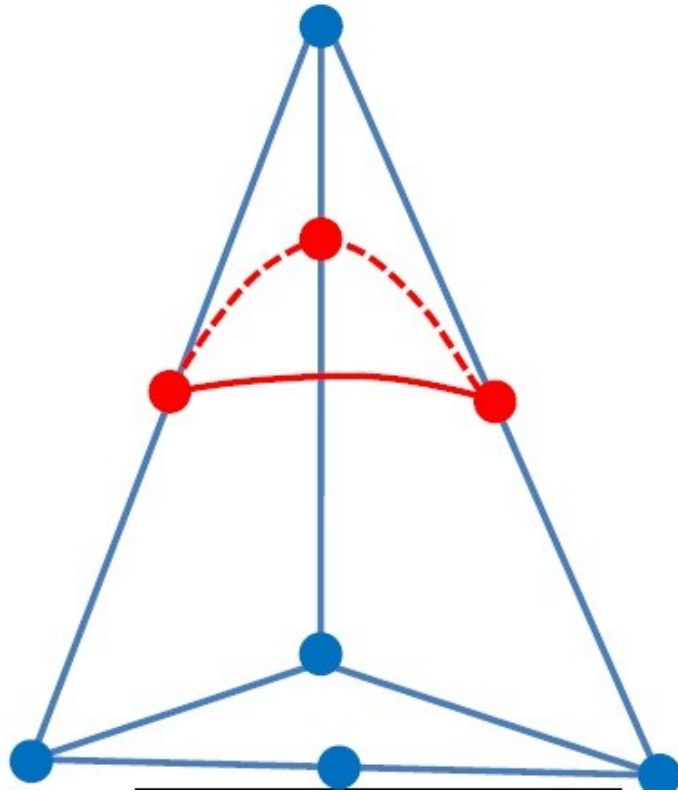


Figure 3.1-b: : configuration saine correspondante

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Pour se « retrouver » dans cette configuration de découpe, la  $Isn$  est choisie sphérique, de centre  $C( -\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -1 )$  et de rayon  $R = \frac{\sqrt{14}}{2}$

Les arêtes du tétraèdre sont alors intersectées par la level set aux 6 points suivants :

Point d'intersection	Coordonnées
IP1	(1,0,0)
IP2	(0,1,0)
IP3	(0.5,0.5,0)
IP4	(0.5,0,0.5)
IP5	(0,0,0.5)
IP6	(0,0, $\sqrt{3}-1$ )

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

Après exécution de la commande `MODI MODELE_XFEM`, on vérifie que les 6 points d'intersection IP1, IP2, IP3, IP4, IP5 et IP6 sont bien dans le groupe `NFISSU` et que leur position est correcte.

Grandeurs testées	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
COORX IP1	'ANALYTIQUE'	1.0	10E-06
COORY IP1	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORZ IP1	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORX IP2	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORY IP2	'ANALYTIQUE'	1.0	10E-06
COORZ IP2	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORX IP3	'ANALYTIQUE'	0.5	10E-06
COORY IP3	'ANALYTIQUE'	0.5	10E-06
COORZ IP3	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORX IP4	'ANALYTIQUE'	0.5	10E-06
COORY IP4	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORZ IP4	'ANALYTIQUE'	0.5	10E-06
COORX IP5	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORY IP5	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORZ IP5	'ANALYTIQUE'	0.5	10E-06
COORX IP6	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORY IP6	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORZ IP6	'ANALYTIQUE'	0,732050808	10E-06

On a également post-traité le maillage découpé (Figure 3.3-a) grâce à SALOME. La découpe obtenue est conforme aux attentes, avec 4 sous-tétraèdres qui sont conformes avec la discontinuité.



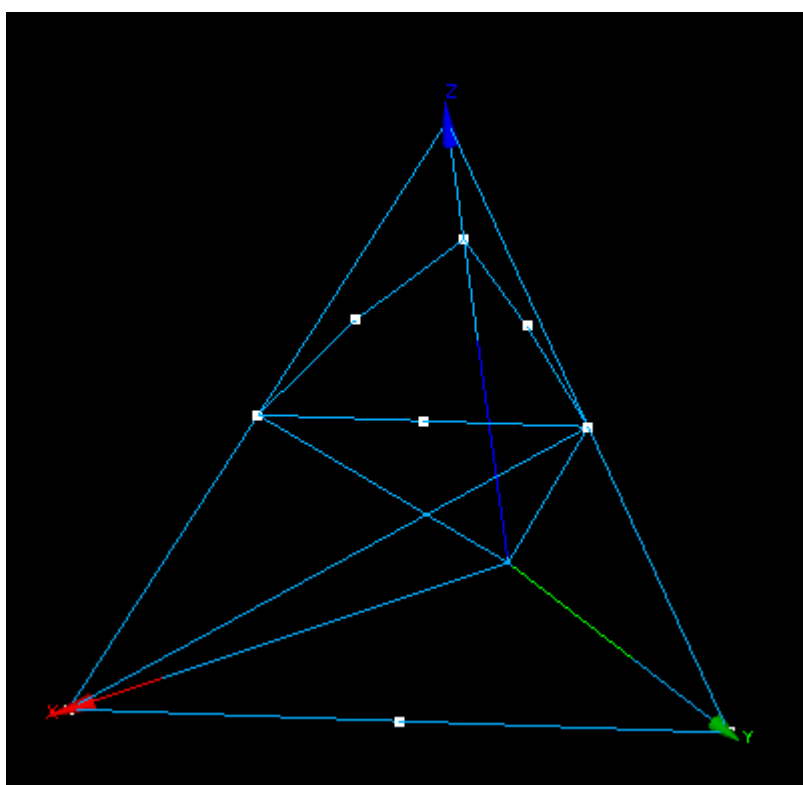
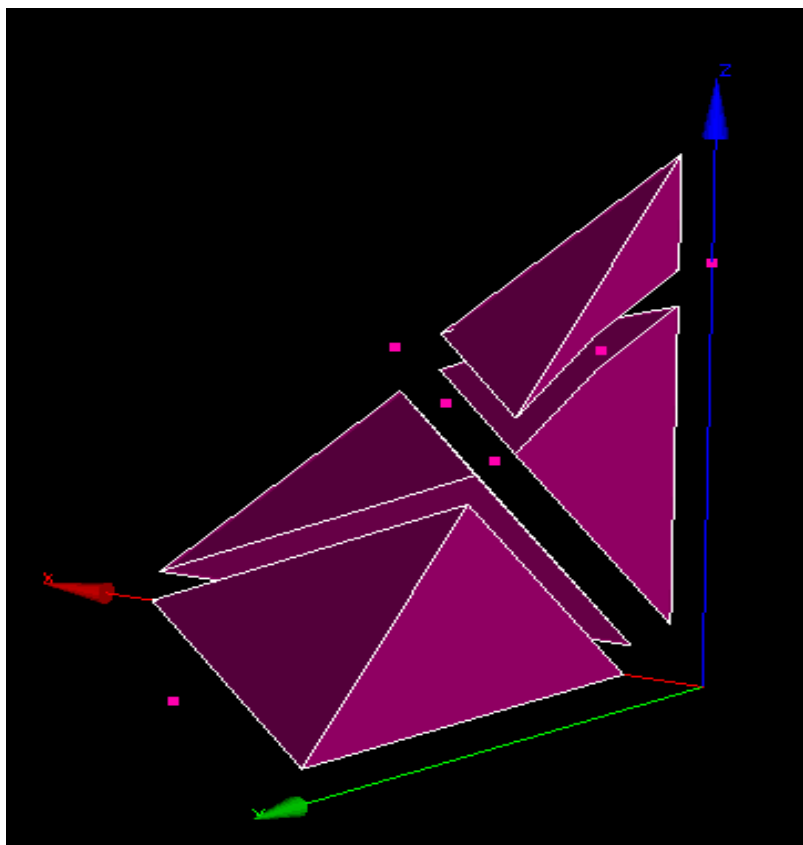


Figure 3.3-a: configuration de découpe de la modélisation B

## 4 Modélisation C

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

La troisième découpe que nous testons correspond encore à un cas où deux des arêtes du TETRA10 voient la  $Isn$  s'annuler exactement deux fois, en une de leurs extrémités et en leur point milieu. Un exemple de cette configuration est représenté Figure 4.1-a.

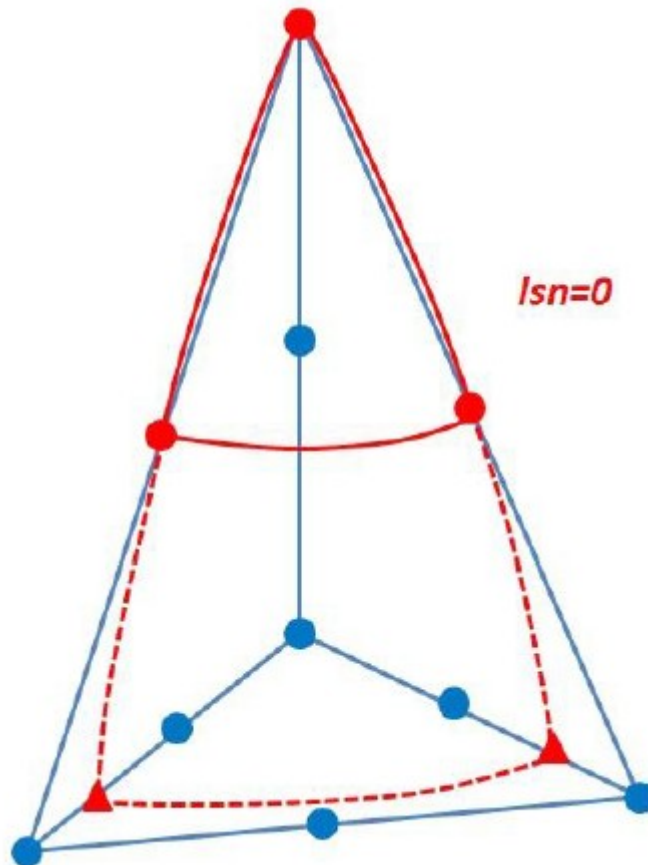


Figure 4.1-a: représentation de la découpe de la modélisation C

Pour la découpe on se ramène au cas plus classique représenté Figure 4.1-b, dont la découpe en sous-tétraèdres est détaillée dans la doc R7.02.12

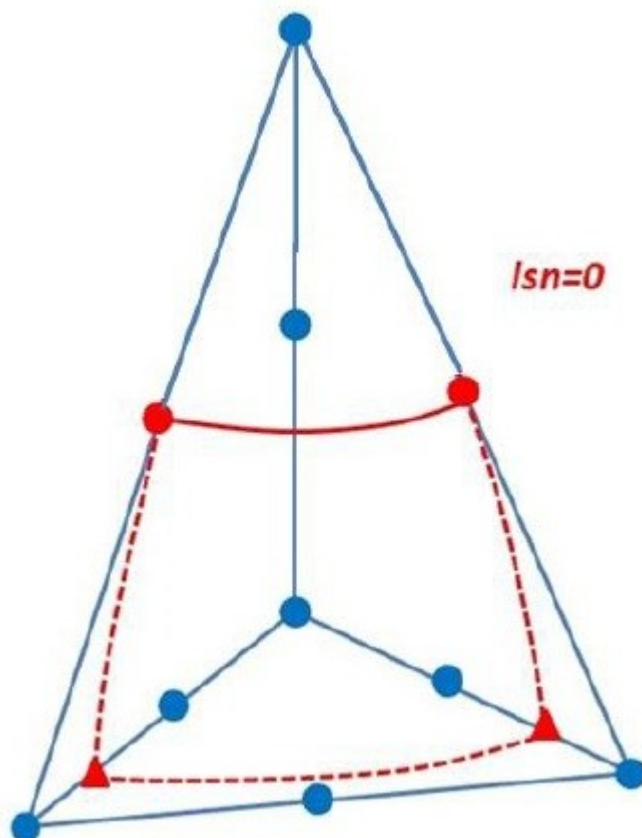


Figure 4.1-b: : configuration saine correspondante

## 4.2 Caractéristiques du maillage

Pour se « retrouver » dans cette configuration de découpe, la  $Isn$  est choisie sphérique, de centre  $C( -\frac{4}{3}, -\frac{4}{3}, -\frac{5}{6} )$  et de rayon  $R = \frac{\sqrt{(249)}}{6}$

Les arêtes du TETRA sont alors intersectées par la level set aux 5 points suivants :

Point d'intersection	Coordonnées
IP1	(1,0,0)
IP2	(0.5,0,0.5)
IP3	(0,0.5,0.5)
IP4	$(0, \frac{2*\sqrt{(10)}-4}{3}, 0)$
IP5	$(\frac{2*\sqrt{(10)}-4}{3}, 0, 0)$

## 4.3 Grandeurs testées et résultats

Après exécution de la commande MODI\_MODELE\_XFEM, on vérifie que les 6 points d'intersection IP1, IP2, IP3, IP4, IP5 et IP6 sont bien dans le groupe NFISSU et que leur position est correcte.

Grandeurs testées	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
COORX IP1	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORY IP1	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORZ IP1	'ANALYTIQUE'	1.0	10E-06
COORX IP2	'ANALYTIQUE'	0.5	10E-06
COORY IP2	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORZ IP2	'ANALYTIQUE'	0.5	10E-06
COORX IP3	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORY IP3	'ANALYTIQUE'	0.5	10E-06
COORZ IP3	'ANALYTIQUE'	0.5	10E-06
COORX IP4	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORY IP4	'ANALYTIQUE'	0,77485177	10E-06
COORZ IP4	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORX IP5	'ANALYTIQUE'	0,77485177	10E-06
COORY IP5	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06
COORZ IP5	'ANALYTIQUE'	0.0	10E-06

On a également post-traité le maillage découpé (Figure 4.3-a) grâce à SALOME. La découpe obtenue est conforme aux attentes, avec 6 sous-tétraèdres qui sont conformes avec la discontinuité.

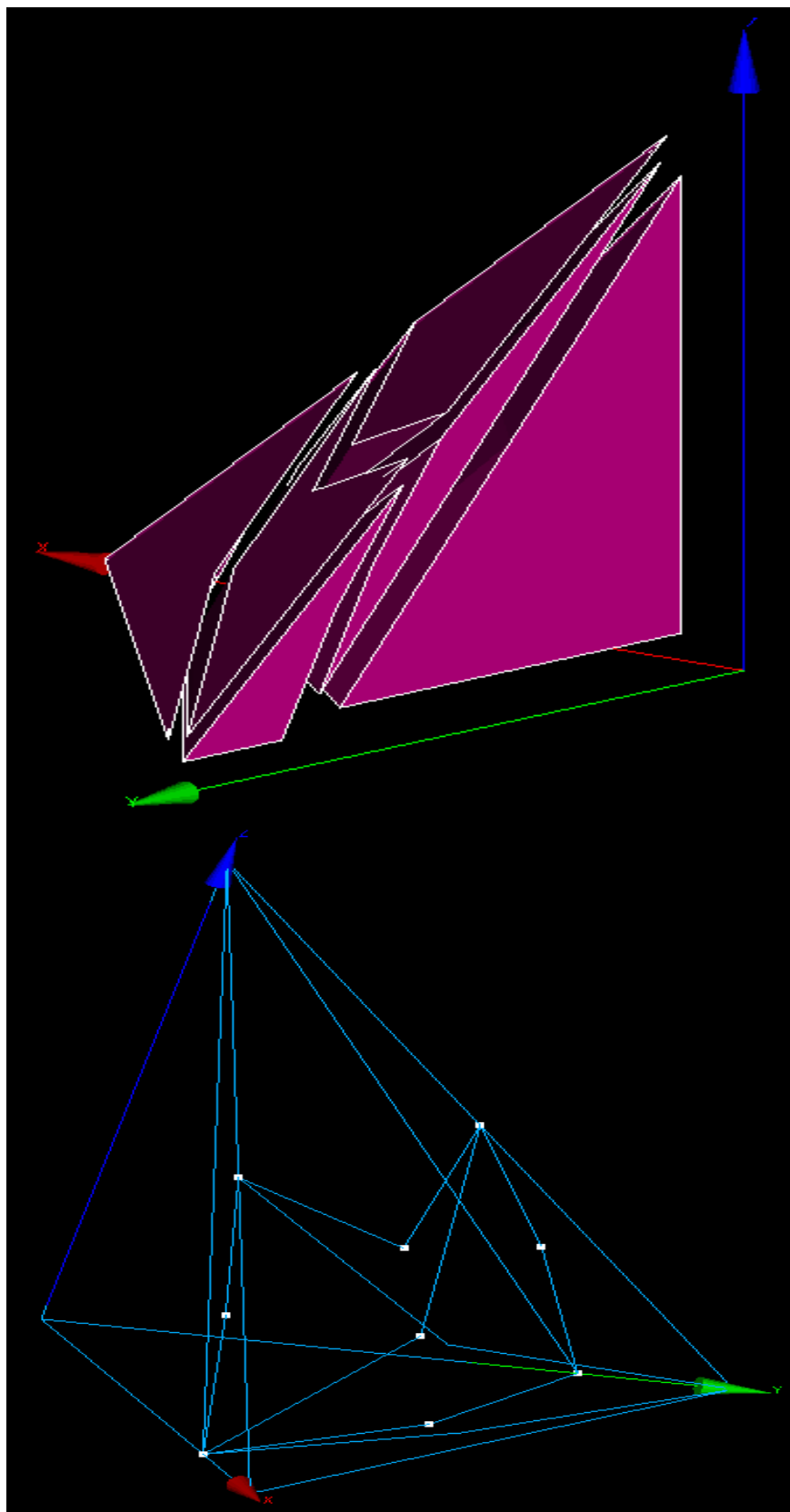


Figure 4.3-a: configuration de découpe de la modélisation C

## 5 Synthèse des résultats

---

La découpe est bien celle attendue dans la routine TOPOSE pour ces 3 configurations 3D pour lesquelles la *Isn* est rasante