Zone plastique en tête de fissure

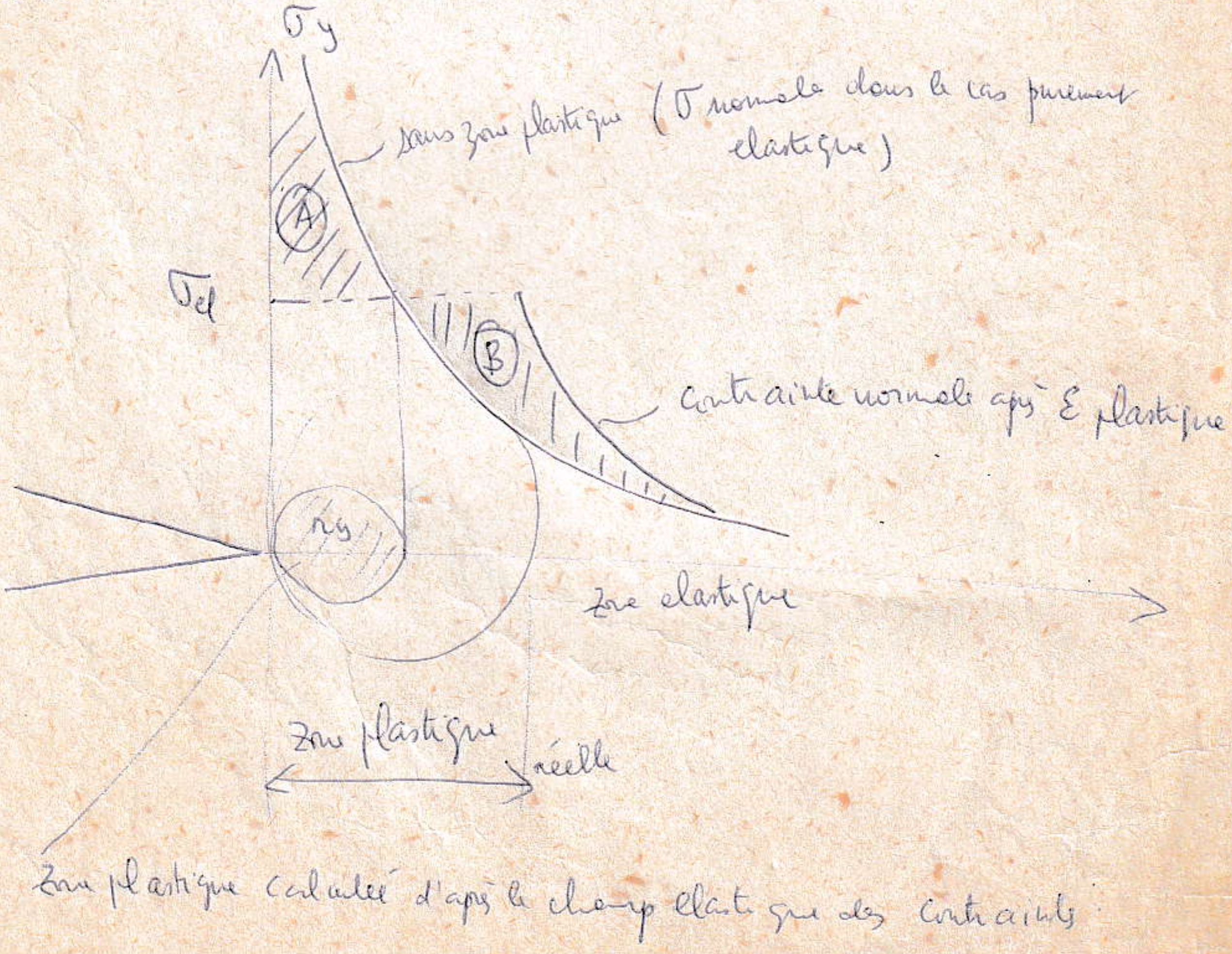
En tête de fissure les contraintes très intenses dépassent la limite d'élasticité et tendent vers l'infini - ce qui est physiquement irréaliste.

IRWIN et OROWAN ont fait l'hypothèse qu'il n'existe pas de contraintes infinies dans un matériau. En réalité chaque matériau est gouverné par sa résistance limite élastique. C'est pourquoi ils ont formulé l'hypothèse de la formation d'une zone plastique en tête de fissure.

Il existe différentes méthodes expérimentales permettant de visualiser la forme des zones déformées plastiquement.

Modèle d'IRWIN

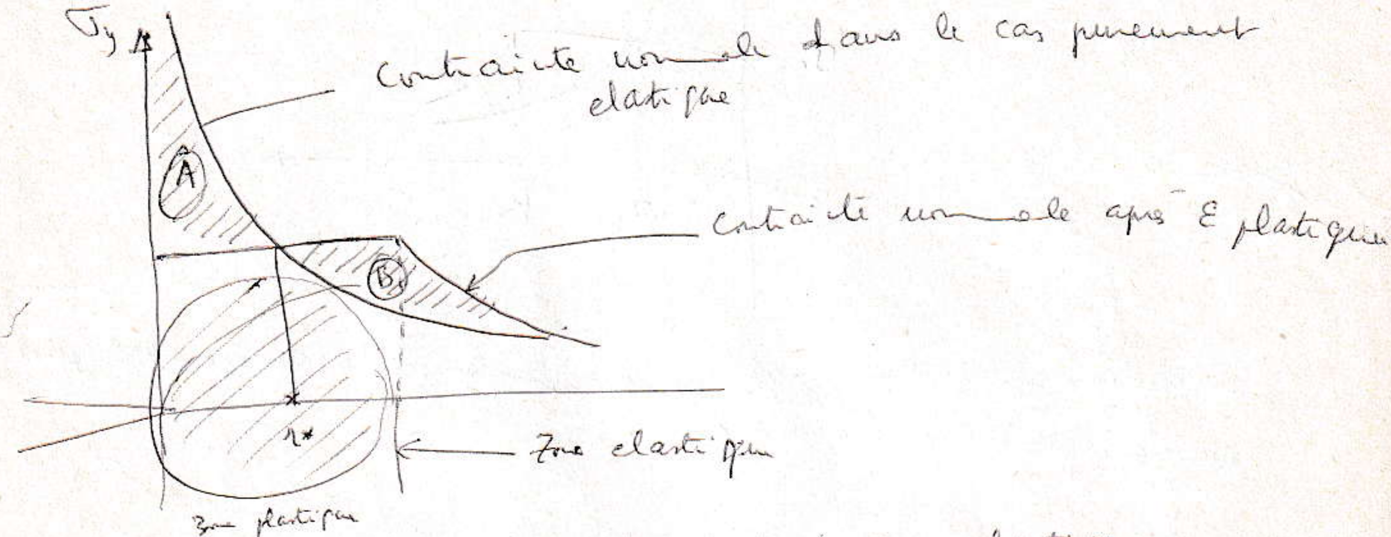
En tête de fissure l'existence d'une zone plastique dans un matériau réduit les contraintes et les limitent à la résistance à la limite élastique ($\sigma = \sigma_{el}$) près de la fissure et les augmentent un peu plus loin pour maintenir l'équilibre.



Déformation plastique à fond de fissure.

En tête de fissure les contraintes très intenses dépassent la limite d'élasticité. Différentes méthodes expérimentales permettent de visualiser la forme des zones déformées plastiquement.

Modèle d'IRWIN



σ_y conserve une valeur constante dans toute la zone plastique.
Avec les contraintes élastiques calculées par la théorie de l'élasticité
σ_y atteint cette valeur à une distance r^* de l'extrémité
telle que

$$\sigma_y = \sigma_e = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r^*}}$$

En réalité la zone plastique est plus étendue de façon à respecter l'équilibre des contraintes. Il faut en effet compenser la troncature de la distribution élastique.

(B) compense (A)

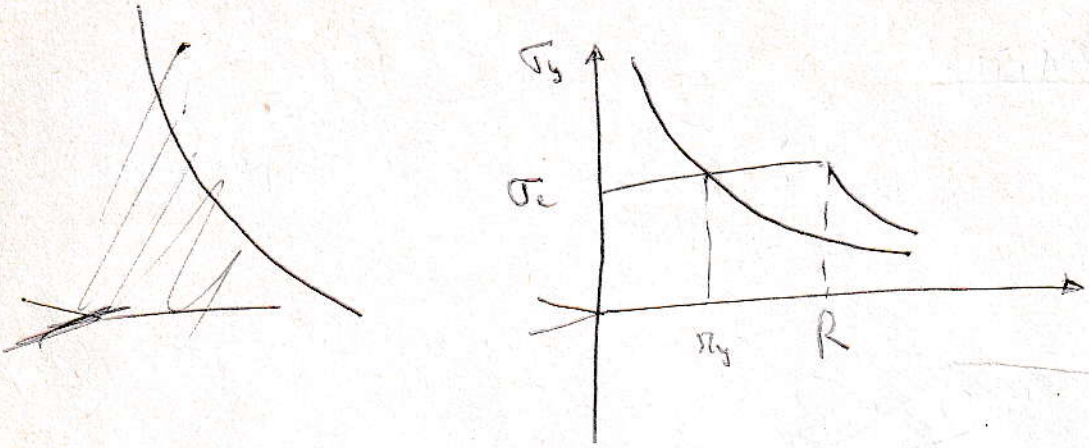
IRWIN propose un modèle circulaire

$$r_p = \alpha \left[\frac{K_I}{\sigma_e} \right]^2$$

$\alpha = \frac{1}{2\pi}$ état de σ planes (structure minces)

$\alpha = 1$ —— de ε —— (—— épaisses)

Nous faisons l'hypothèse que la distribution des σ élastique est simplement translatée comme si la fissure avait son extrémité à une distance r_y de son front réel



Si la dimension de la zone est r_y, une portion de la charge appliquée ne serait pas transmise, soit

$$\int_0^{r_y} (\sigma_y - \sigma_e)\, t\, dx \qquad t : \text{épaisseur de la pièce}$$

On suppose que la distribution élastique est translatée dans le sens x positif de X de sorte que :

$$\int_0^{\infty} \sigma_y(x)\, t\, dx = \int_0^{R} \sigma_e\, t\, dx + \int_R^{\infty} \sigma_y (x - X)\, t\, dx.$$

$R - r_y = X.$

On trouve aisément que $X = r_y$ et $R = 2 r_y$

Ainsi en déformation plane :

$$R = \frac{1}{\pi} \left(\frac{K_I}{\sigma_e}\right)^2.$$

Avec les contraintes élastiques calculées par la théorie de l'élasticité σ atteint la limite élastique à une distance r_y de l'extrémité telle que

$$\sigma_y = \sigma_e = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r_y}}$$

En réalité la zone plastique est plus étendue de façon à respecter l'équilibre des contraintes. Pour garder cet équilibre IRWIN translate la courbe à partir de σ_{el} et la partie hachurée (A) supprimée initialement est récupérée en B pour compenser la troncature de la distribution des ~~contraintes~~ élastique.

(B) Compense (A)

Ainsi dans la zone plastique $\sigma_y = R_e = \sigma_{el}$
si la dimension de cette zone était r_y, une partie de la charge appliquée sur le plan ox ne serait pas transmise, soit :

$$\int_0^{r_y} (\sigma_y - \sigma_e)\, t\, dx$$

t : étant l'épaisseur de la plaque

IRWIN suppose donc que la distribution élastique est translatée dans le sens x de sorte que :

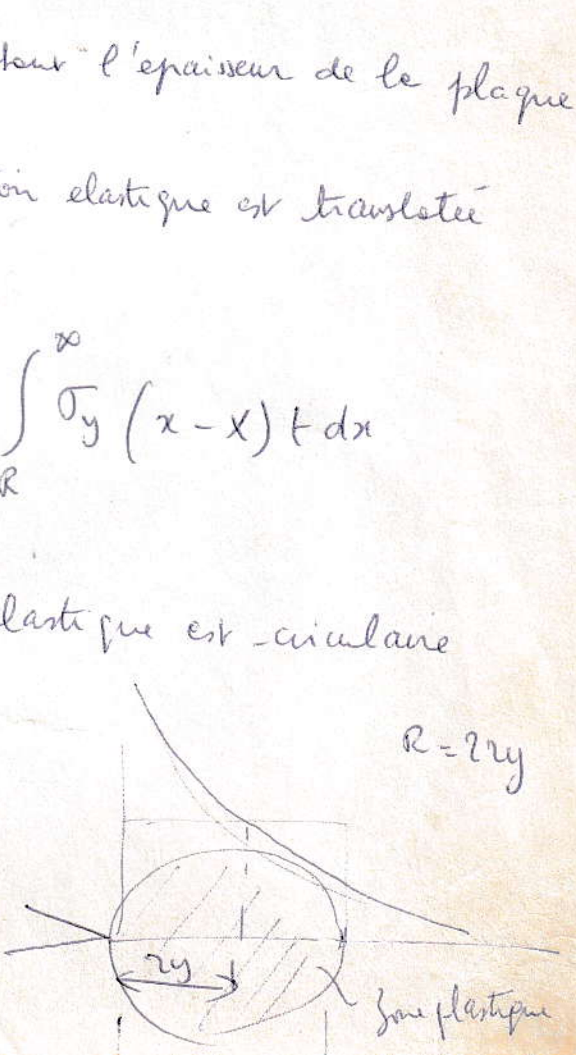
$$\int_0^{\infty} \sigma_y(x)\, t\, dx = \int_0^{R} \sigma_{el}\, t\, dx + \int_R^{\infty} \sigma_y(x - X)\, t\, dx$$

Pour IRWIN le profil de la zone plastique est circulaire et est donné par la formule suivante

$$r_p = \alpha \left(\frac{K_I}{\sigma_e}\right)^2$$

$\alpha = \frac{1}{2\pi}$ État de σ planes (Structures minces)

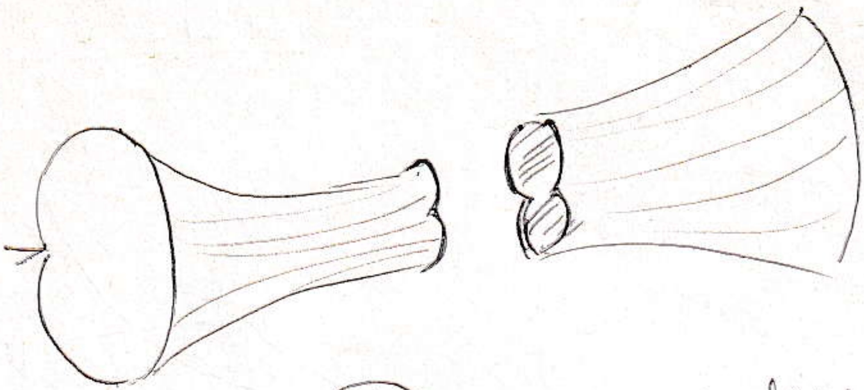
$\alpha = \frac{1}{6\pi}$ " de ε " (" Épaisses)

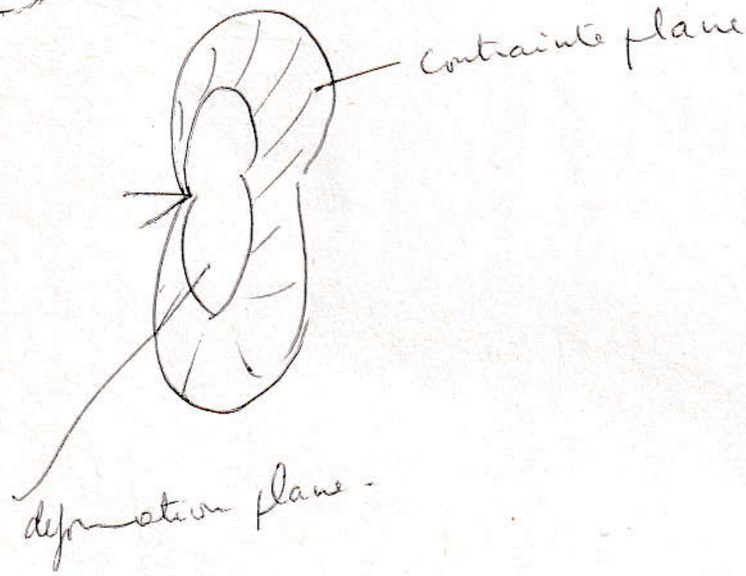


Rq : Il semblerait que le modèle d'IRWIN n'est vérifié que lorsque le ε plastique est faible (matériau fragile)

En réalité la forme de la zone plastique n'est pas aussi simple que celle prévue par cette approche.

Au fait la forme circulaire n'est qu'une gr[illegible] approximation.
En fait elle a la forme d'un papillon qui varie dans l'épaisseur de la pièce puisque sur la surface règne un état de σ planes alors qu'au cœur l'on se rapproche davantage d'un état de ε planes.





Modèle de Dugdalle. Barrenblatt

Dugdalle propose

$$R_d = \frac{\pi}{8}\left(\frac{K_I}{\sigma_e}\right)^2$$

σ_e : limite élastique.