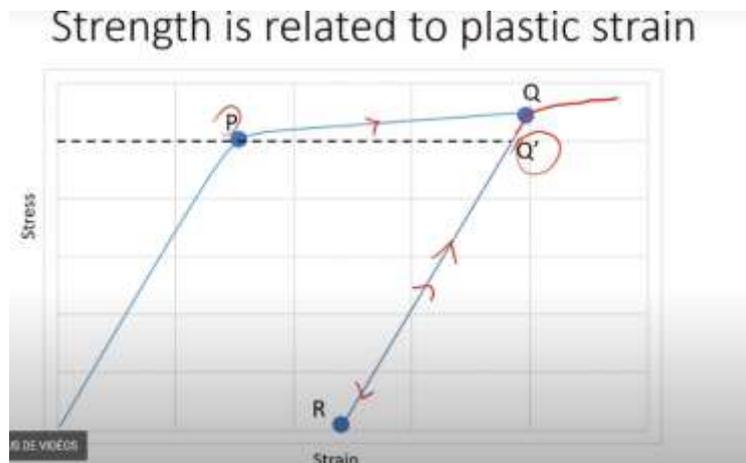


## La question qu'on pose maintenant est en quoi contribuent les déformations plastiques ?

Les déformations plastiques contribuent dans la rigidité du matériau, ceci s'explique en considérant les trois points P, Q et R du parcours de chargement et déchargement suivant ;



Chargeant le matériau jusqu'au point Q, puis déchargeant le jusqu'au point R pour faire subir au matériau le parcours usuel de chargement et déchargement en élasticité et élasto-plasticité. Nous avons le point P indiquant le seuil d'écoulement du matériau, rechargeant ensuite de R vers P, on doit avoir l'écoulement dans Q' mais le matériau s'écoule en Q ce qui indique qu'il a gagné un peu de rigidité  $Q Q'$  qui peut correspondre à la déformation plastique  $\epsilon_P$ . Quand un matériau gagne plus de rigidité on l'appelle **strain hardening** et quand il perd de rigidité on l'appelle **strain softening**.

Il est maintenant possible d'essayer de produire des modèles de plasticité sur ce parcours de comportement des matériaux métalliques en présentant trois modèles de plasticité.

- 1- Limite d'écoulement (**Yield condition**): Dans ce modèle on présente les conditions et la combinaison des contraintes sous lesquelles le matériau atteint la limite d'écoulement, ceci se passe quand  $F(\sigma) = K$  (constante), dans le cas uni axial  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 = K$   
Ou dans le cas bi axial, combinaison de contraintes, comme dans le cas de la surface de Von-Mises, où si on est à l'intérieur de l'ellipse c'est l'élasticité, par contre sur l'ellipse ou en dehors de l'ellipse c'est l'élasto-plasticité.

## Elements of plasticity modeling

Yield condition	Flow rule	Hardening rule
<ul style="list-style-type: none"> <li>• At what combination of stresses, does a <u>material yield</u>?</li> <li>• <u>Yield surface</u>, which is a locus of yield points is denoted by <math>f(\sigma) = k</math></li> <li>• Uniaxial case : <math>\sigma = \sigma_y</math></li> <li>• Multiaxial case : <u>Tresca/von-Mises etc</u></li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• On yield surface : <u>Elasto-plastic regime</u></li> <li>• Inside yield surface : <u>Elastic regime</u></li> </ul> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">PLUS DE VIDÉOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gives a mathematical description of how a material flows beyond initial yield</li> <li>• Roughly a relation between the plastic strain and stress.</li> <li>• Various forms : <math>\epsilon^p</math>, <math>d\epsilon^p</math>, <math>\dot{\epsilon}^p</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gives the description of evolution of yield surface ( &amp; other internal variables ) with plastic strain</li> </ul> $f(\sigma) = k(\epsilon^p)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic models                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isotropic hardening ✓</li> <li>• Kinematic hardening ✓</li> </ul> </li> </ul>

2- Règle de flux (**Flow rule**) : C'est l'ensemble des relations mathématiques permettant de décrire les règles de flux en dehors de la surface d'écoulement du matériau. Généralement c'est une relation entre les déformations plastiques et les contraintes sous plusieurs formes,  $\epsilon^p$  (forme directe : déformation plastique),  $d\epsilon^p$  (incrémental forme) ou  $\dot{\epsilon}^p$  (en forme de taux de variation de déformation Plastique).

3- Règle de durcissement (**Hardening rule**) : elle permet une description de l'évolution de la surface d'écoulement avec la déformation plastique. En bref, elle décrit l'évolution de la constante K avec la déformation de plasticité dans  $f(\sigma) = K(\epsilon^p)$  ; avec de modèles de base qui sont, le durcissement isotropique et le durcissement cinématique, (isotropic hardening and kinematic hardening).

**Durcissement isotropique et cinématique :**

**a- Durcissement isotropique :**

Considérant une force uni axiale appliquée a une barre prismatique, chargeant la de O jusqu'à A, 800 MPA, dans le domaine élastique, ceci peut être représenté sur la surface de Von-Mises par O' A', domaine élastique aussi car nous somme à l'intérieur de l'ellipse. Si on pousse d'avantage vers 1000 MPA, point B, on aura une nouvelle ellipse caractérisée par O' B'' sous une simple forme d'expansion de l'ellipse. Déchargeant l'éprouvette puis rechargeant en compression jusqu'à a -1000 MPA pour atteindre le point C, sur l'ellipse on aura C'', ainsi on est dans le domaine élastique pour la seconde ellipse par une simple expansion uniforme de la surface. Ici la symétrie de la traction et la compression est vérifier car c'est une simple expansion de la surface.