

Les réponses des essais ont des valeurs très dispersées (variation d'environ 30%). Il faut évaluer si la dispersion des réponses mesurées peut être expliquée par l'incertitude sur la valeur de la réponse liée à une mauvaise maîtrise des conditions expérimentales. Si ce n'est pas le cas, il faut proposer un nouveau modèle permettant de prévoir cette dispersion et déterminer quelle partie du modèle actuel est à remettre en cause.

1 - Erreurs sur les essais

Nous essayons dans cette partie de quantifier l'incertitude sur la valeur des réponses mesurées.

- **Produit** : les éprouvettes n'ont pas toutes exactement les mêmes dimensions. La variation de géométrie (dimensions, parallélisme des faces, ...) entre les différentes éprouvettes testées peut générer une variation de la contrainte à rupture. Afin de réduire cette incertitude, les dimensions réelles de chaque éprouvette sont mesurées et prises en compte dans le calcul.
- **Extérieur** : les conditions d'appui et le mécanisme d'application de l'effort peuvent être considérés comme invariants sur les essais (les essais sont réalisés sur la même machine sans modifications du réglage). Par contre, le positionnement des différentes éprouvettes dans la machine de flexion 3 points est variable (problèmes de parallélisme par exemple, ce qui implique qu'il y a aura un écart entre les différentes réponses lié au positionnement de l'éprouvette dans le montage).
- **Capteurs et conditionneurs** : les essais sont réalisés sur la même machine avec le même ensemble capteur/conditionneur (voir ressource « *capteurs et chaîne d'acquisition* »). L'incertitude est donc liée à la répétabilité des mesures (capteur d'effort de la machine d'essai). Il y aura a priori une variation faible des grandeurs d'influence (température et hygrométrie du local par exemple) au cours des différents essais.

Au bilan, il est possible de quantifier l'ordre de grandeur de l'incertitude sur les réponses de la simulation physique. Une première conclusion est que la dispersion des réponses mesurées ne peut pas s'expliquer par la variation des conditions d'essais ni la variation de dimension des éprouvettes mais qu'elle est liée à des phénomènes physiques qui n'ont pas été pris en compte dans la modélisation.

2 - Ecart dus à la modélisation

- **Théorie et solveur** : la résistance des matériaux se base sur des hypothèses qui ne sont pas toutes vérifiées scrupuleusement dans notre étude, mais n'expliquent pas pour autant une dispersion aussi importante.
- **Modèle de comportement** : le modèle de comportement choisi est élastique fragile, uniaxial et homogène. Si les trois premiers qualificatifs ne semblent pas poser de

problème, il en va tout autrement de l'homogénéité : si cette hypothèse était valide, la contrainte à rupture ne varierait pas autant d'un échantillon à l'autre !

- Modèle du produit : l'éprouvette sollicitée est modélisée par une poutre de section rectangulaire constituée d'un matériau homogène. Les dimensions réelles ayant été systématiquement mesurées pour tenir compte des imprécisions liées à la fabrication, il est peu probable que la modélisation du produit entraîne des dispersions significatives.
- Modèle de l'extérieur : les conditions aux limites sont modélisées par des appuis ponctuels et un effort ponctuel au centre de la poutre. Si cette modélisation peut générer un écart, en particulier dans les zones proches de l'application de la charge, elle n'explique pas la variabilité sur les résultats.

Il apparaît clairement, au final, que c'est le critère de rupture qui est en cause. En effet, en mécanique de la rupture, le critère de rupture généralement retenu est lié à l'énergie de déformation nécessaire pour provoquer la rupture dans un volume élémentaire (volume d'élaboration). Une hypothèse possible est que les défauts du matériau entraîneront des zones de forte énergie de déformation dans l'éprouvette, pouvant générer une rupture ; or, le critère de rupture utilisé ne prend pas en compte cette notion (la rupture se produit au point où la contrainte est maximale).

Ressource publiée sur EDUSCOL-STI : <http://eduscol.education.fr/sti/si-ens-cachan/>