
MODÈLES INFORMATIQUES D'ÉVALUATION DU RISQUE DE DISTORSION POUR UNE PIÈCE SUBISSANT UN TRAITEMENT THERMIQUE

Deux démarches existent aujourd'hui :

- ♦ **La démarche appliquée**, qui consiste à recenser les cas concrets et lorsqu'un problème de maîtrise des distorsions se pose, de rechercher dans la base de données un cas similaire ou se rapprochant.

Cette méthode est développée par IVF, un Institut de recherche Suédois.

- ♦ **La démarche fondamentale**, qui est basée sur la modélisation des phénomènes métallurgiques, mécaniques et thermiques. Ce sont des codes de calcul ayant pour nom :

- SYSWELD de conception européenne
- HEARTS de conception asiatique
- ABAQUS de conception américaine

Ces trois codes donnent avec une certaine justesse, les proportions de phases, la répartition des contraintes. Par contre, la prédiction des distorsions reste délicate.

C'est pourquoi, avec l'aide de l'UNION EUROPEENNE, un projet de recherche collaboratif, appelé VHT (Virtual Heat Treatment) a été mis en place. Il prend en compte les données métallurgiques du matériau, la forme des pièces et les données technologiques de traitement thermique

LE PROJET VHT

L'idée est d'utiliser la connaissance de terrain pour évaluer la distorsion. Ce travail a été fait par l'Ecole des Mines d'Albi, avec le concours de MATALOGRAFICA et EMTT, entre autre.

► LA MISE EN ŒUVRE DE L'IDEE :

- Caractériser la distorsion avec un "score" ou une "cotation" entre 1 et 1000 :
 - {ensemble de paramètres} => distorsion
 - . forme pièce , matériaux , fluide de trempe , traitement.....
 - Score unique pour toute forme de pièce : impossible à appréhender

- Identifier des composantes de distorsion pour une géométrie pièce donnée :
 - Par exemple, famille axe :
 - . Longueur $\gg 2$ x diamètre maxi , trous, épaulements...
 - Composantes de distorsions :
 - . tonneau/bobine , ovalisation , écartement/resserrement, banane , parapluie...

- Pour chaque famille et chaque composante de distorsion :
 - Quantifier la composante en fonction de l' {ensemble de paramètres}

♦ **LA QUANTIFICATION DE CHAQUE COMPOSANTE DE L'ENSEMBLE DES PARAMETRES :**

Quantifier la composante en fonction de l' {ensemble de paramètres }

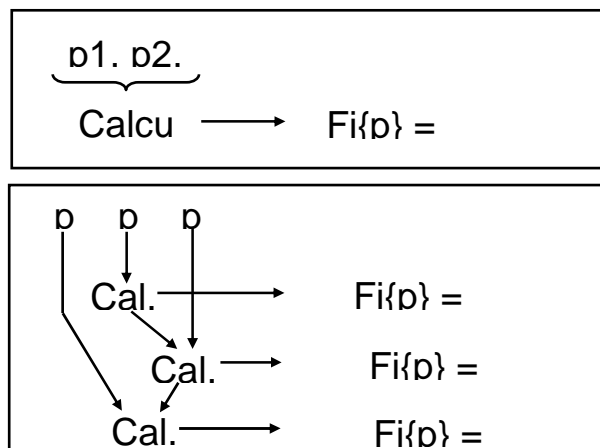
- Pour une famille de pièce et une composante (i) :
 - valeur de la composante distorsion = $f_i(p_1, p_2, \dots, p_n)$
 - f_i : calcul "logico-mathématique" mêlant valeurs numériques et symboliques
- A la place d'un seul calcul :
 - lancé une fois tous les paramètres décrivant le traitement thermique saisis,
 - déterminant la valeur de la composante.

Nous proposons une série de calculs :

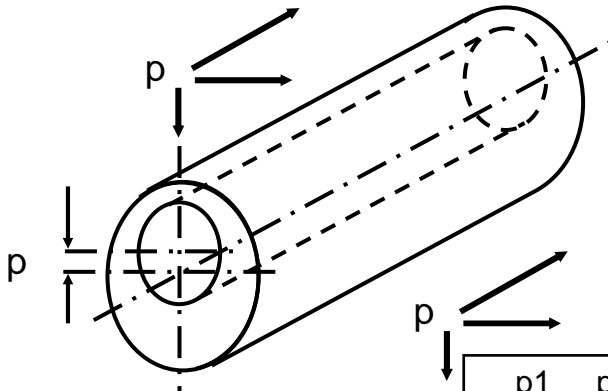
- un calcul est lancé après chaque saisie de paramètre,
- la valeur de la composante est un intervalle de valeurs qui se réduit progressivement en partant de [1, 1000].
- Intérêt : l'utilisateur voit l'effet de chaque paramètre sur la distorsion

La mise en œuvre du calcul de distorsion

- comme un problème de satisfaction de contraintes

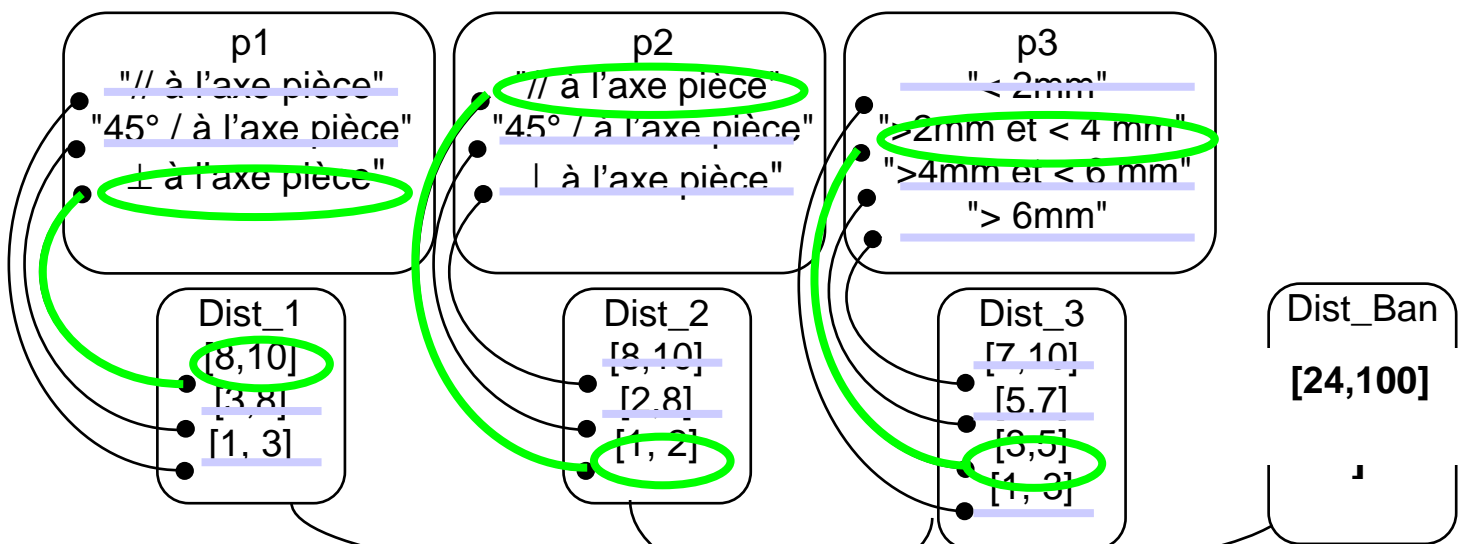
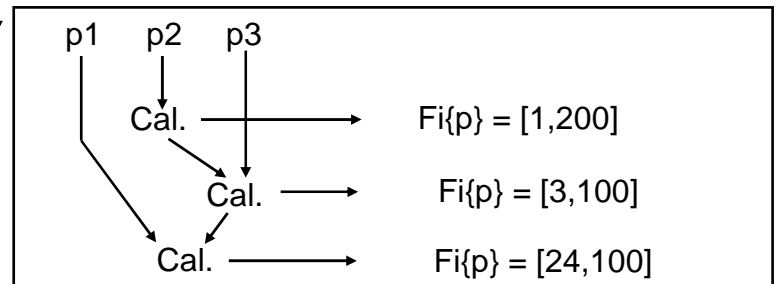


■ LA MISE EN ŒUVRE DU CALCUL DE DISTORSION :



■ Sur un exemple :

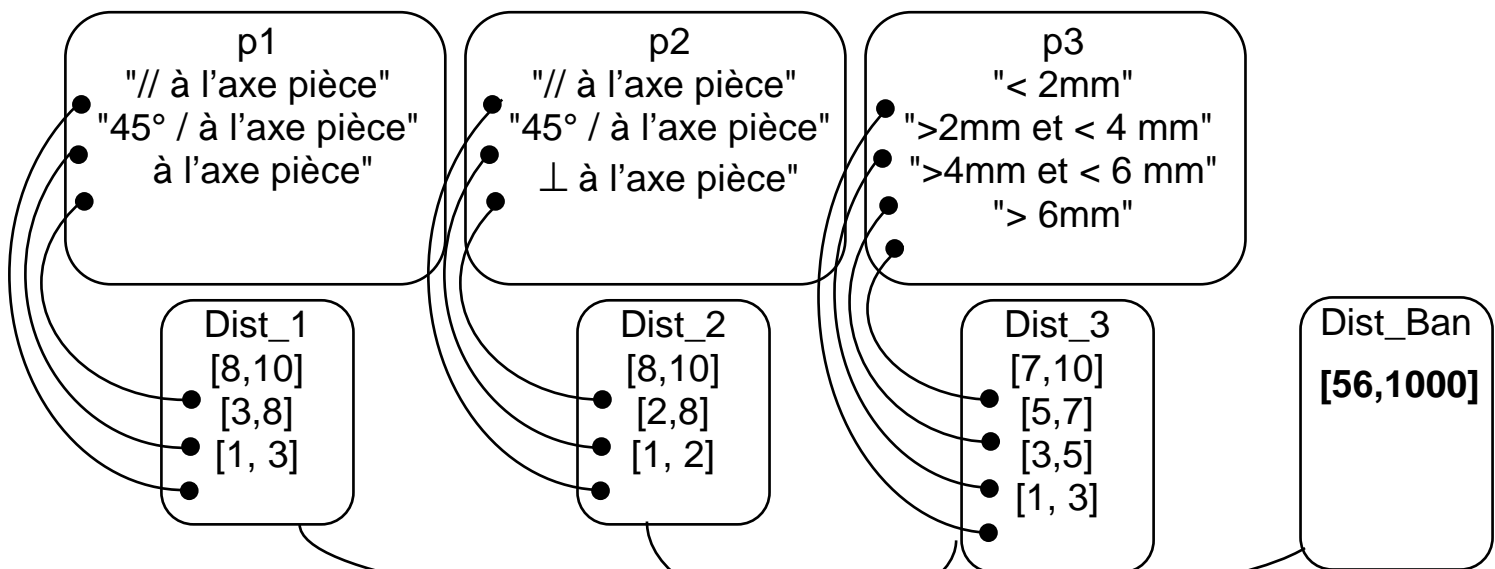
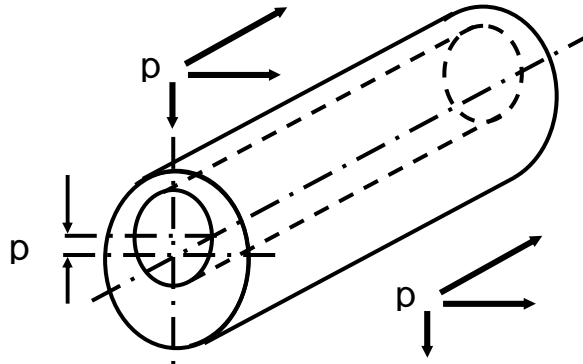
- à trois paramètres :
 - p1 : direction fluide
 - p2 : direction gravité
 - p3 : position trou
- pour la composante banane



$$Dist_Ban = Dist_1 \times Dist_2 \times Dist_3$$

Ce principe permet aussi de proposer des paramètres lorsque la distorsion est contrainte :

- Sur le même exemple :
 - p1 : direction fluide, p3 : position trou sont saisies
 - la distorsion est contrainte : < 100
- => La seule valeur possible de p2 est proposée



$$\text{Dist_Ban} = \text{Dist_1} \times \text{Dist_2} \times \text{Dist_3}$$

EXEMPLE DE RAISONNEMENT VHT DISTORSION DES AXES

↳ BUT

- Lister les paramètres pouvant influencer sur le type de distorsion
- Etablir un raisonnement entre les paramètres et les effets.

↳ PARAMETRES PRIS EN COMPTE

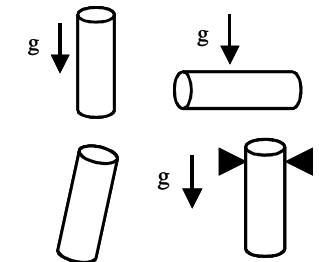
- Pour tous les axes :
 - . Déformation « type banane »
 - . Déformation « tonneau » ou « bobine »
- Pour les axes présentant des épaulements, en plus :
 - . Déformation type « parapluie »
- Pour les axes présentant un alésage central, en plus :
 - . Déformation type « ovalisation »
- Pour les axes présentant un alésage central ou des trous en extrémité, en plus :
 - . Déformation par retreint ou écartement

Chaque résultat peut être caractérisé par un **facteur Intensité de déformation**

↳ DISTORSION TYPE BANANE

Raisonnement

1. direction du fluide de trempe
 - si il est parallèle à l'axe de symétrie
➔ **Pas de distorsion**
 - si il est perpendiculaire à l'axe de symétrie
➔ **Distorsion**



2. Direction de la gravité (centre de gravité)

➤ Le sens de gravité est parallèle avec l'axe

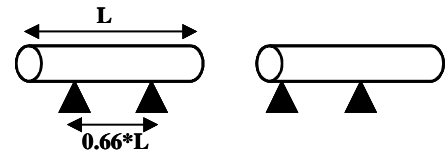
- La pièce est suspendue
➔ **Pas de distorsion**

- La pièce est supportée
➔ **Distorsion**

➤ Le sens de gravité est perpendiculaire avec l'axe

- La pièce est bien calée
➔ **Pas de distorsion**

- La pièce est mal calée
➔ **Distorsion**



3. Identification d'une dissymétrie

La dissymétrie est présente sur toute la longueur de l'axe ou sur au moins 1/3 de la pièce.

Il faut alors dissocier la surface supérieure de la surface inférieure

➤ Si le ratio [surface inférieure / surface supérieure] > 1.2

➔ **Dissymétrie de la pièce**

➔ **Distorsion**

Variables d'entrée

V1 DIRECTION DU FLUIDE DE TREMPER parallèle / perpendiculaire

V2 DIRECTION DE LA GRAVITE
parallèle avec pièce suspendue
Parallèle avec pièce supportée
Perpendiculaire avec blocage
correct
Perpendiculaire avec mauvais
blocage

V3 DISSYMETRIE oui / non

Donnée de sortie

Déformation type « banane » intensité [0, 100]

Tableau de contraintes

Direction fluide	Sens de gravité	Dissymétrie	Intensité de distorsion « banane »
parallèle	Parallèle Suspendue	Non	0
parallèle	Parallèle Supporté	Non	2
parallèle	Perpendiculaire Bon calage	Non	4
parallèle	Perpendiculaire Mauvais calage	Non	8
perpendiculaire	Parallèle Suspendue	Non	12
perpendiculaire	Parallèle Supporté	Non	14
perpendiculaire	Perpendiculaire Bon calage	Non	16
perpendiculaire	Perpendiculaire Mauvais calage	Non	20
parallèle	Parallèle Suspendue	Oui	10
parallèle	Parallèle Supporté	Oui	12
parallèle	Perpendiculaire Bon calage	Oui	14
parallèle	Perpendiculaire Mauvais calage	Oui	18
perpendiculaire	Parallèle Suspendue	Oui	22
perpendiculaire	Parallèle Supporté	Oui	24
perpendiculaire	Perpendiculaire Bon calage	Oui	26
perpendiculaire	Perpendiculaire Mauvais calage	Oui	30