

# LA MODÉLISATION DÉDIÉE AUX ARTICLES EN VERRE CREUX

Journées Verres – Nice

Maxime Cousin

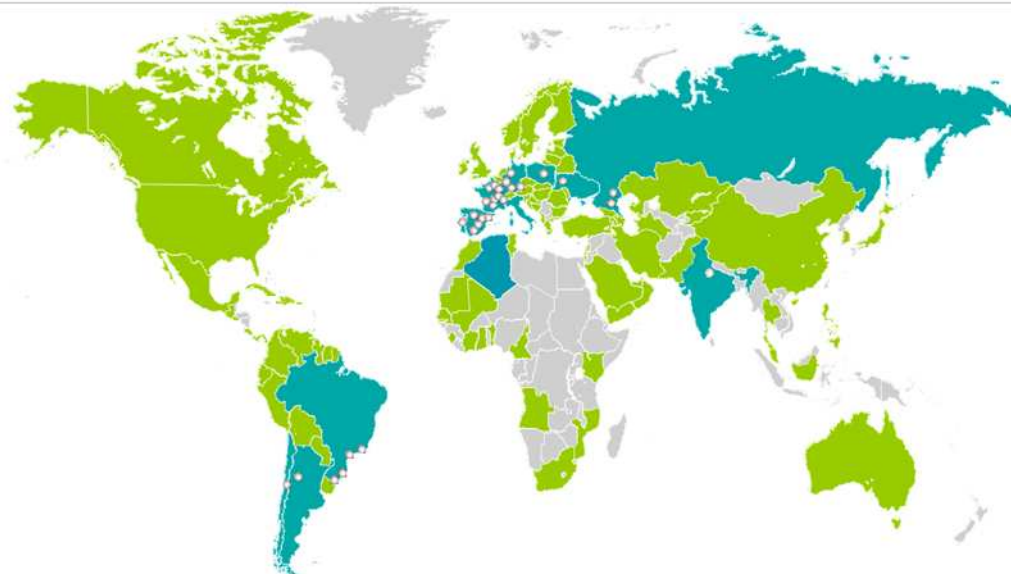


# Verallia

- **Un chiffre d'affaires de 2,4 milliards € en 2014**, associé à des positions de leader : n°1 Europe de l'Ouest, n°2 Amérique du Sud, n°3 Monde
- Plus de **15 milliards de bouteilles et pots** produits en 2014



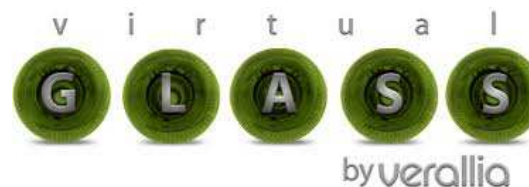
■ Présence industrielle dans 13 pays ■ Présence commerciale dans 45 pays ● 47 sites industriels



# Verallia R&D

## Innovation et développement durable

- ▶ Procédés
  - Matières premières et fusion
  - Formage et traitements de surface
- ▶ Nouveaux produits et services



# Conception d'article

Champenoise Ecova 75 cl



- Pression interne
- Impact latéral
- Chargement statique
- Choc thermique
- ...



Embouteillage Grands Vins de Gironde

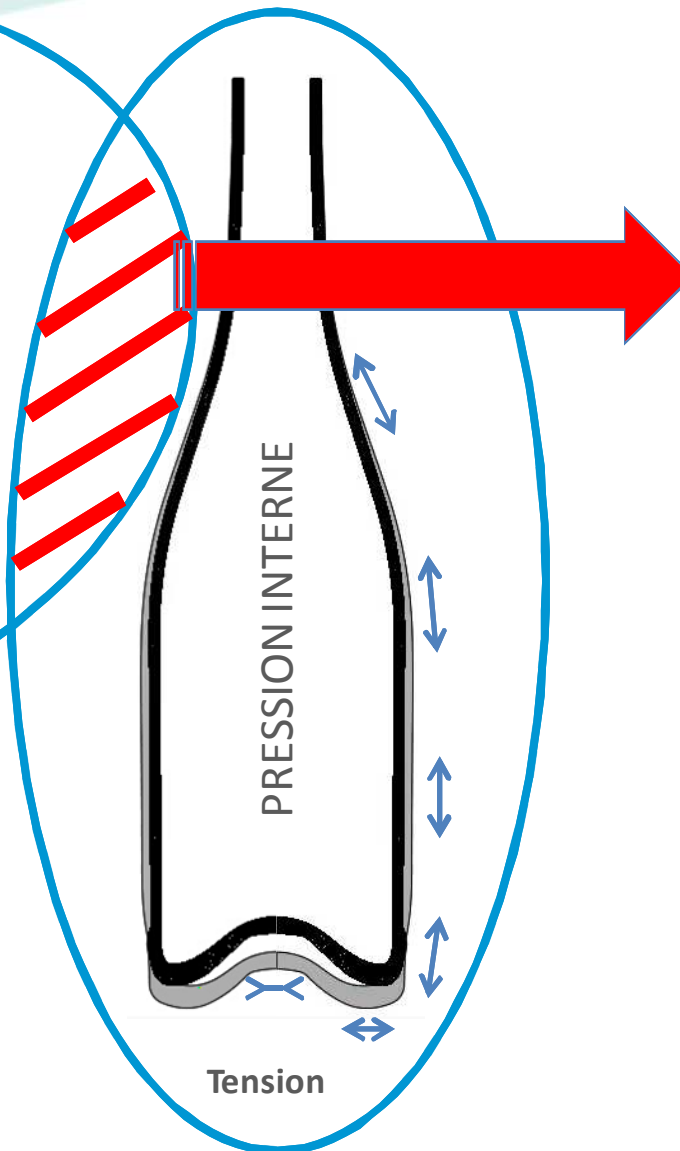


Stockage magnums Maison-Jacquesson

# Conception d'article



Défaut

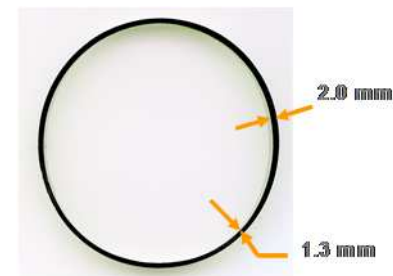
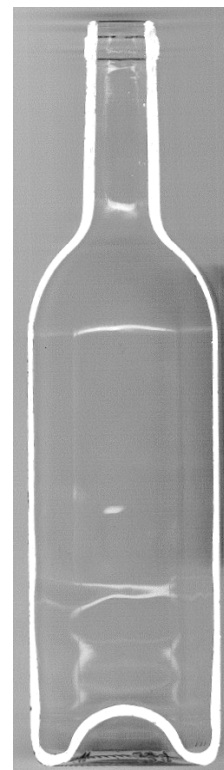


# Conception d'article

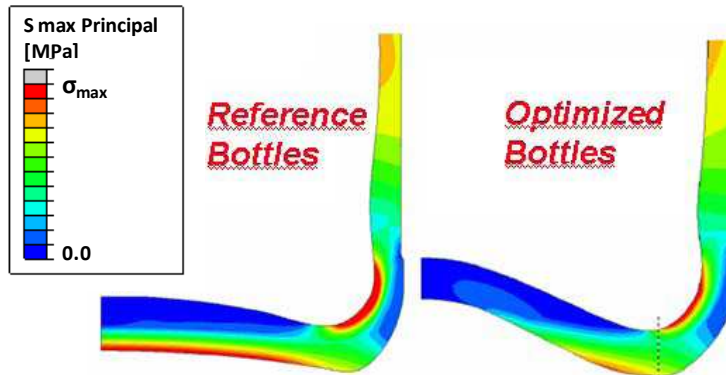
OBJECTIF : améliorer la résistance de l'article par rapport à sa masse

Optimisation de la forme

Optimisation de la répartition de verre

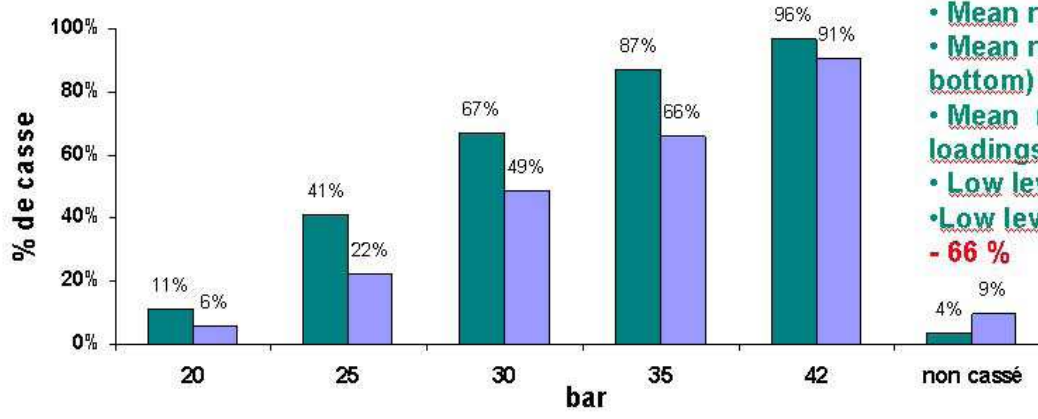


# Optimisation de la forme



## Optimized bottles characteristics (SIMULATION):

- Maximum stress (internal pressure) **-17 %**
- Maximum stress (impact loading)
  - Hinge effect **-6%**
  - Flexure Stresses **-2 %**



## Bottles characteristics (PRODUCTION in Chalon):

- Mean rupture pressure **+ 11 %**
- Mean rupture pressure (knurls and bottom) **+15 %**
- Mean rupture speed (impact loadings) **+ 5 %**
- Low levels (Pressure) (< 20b) : **- 50%**
- Low levels (Impact loading) (<50IPS) : **- 66 %**

■ série Std  
 ■ série Optimisée

Etude réalisée par E. Bellina et X. Brajer (Saint-Gobain Recherche)

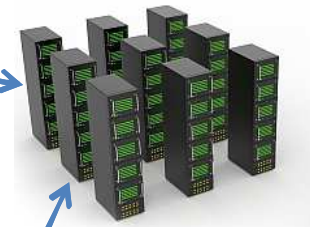
# Optimisation de la forme

Bureaux d'études

Interface Web

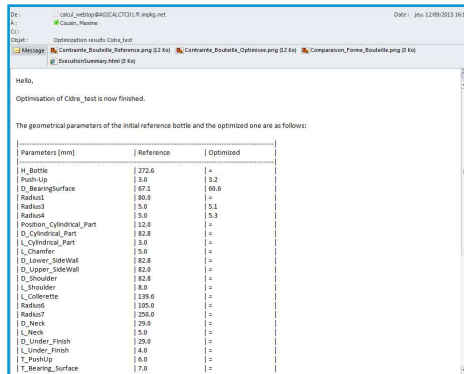


Moyens de calcul

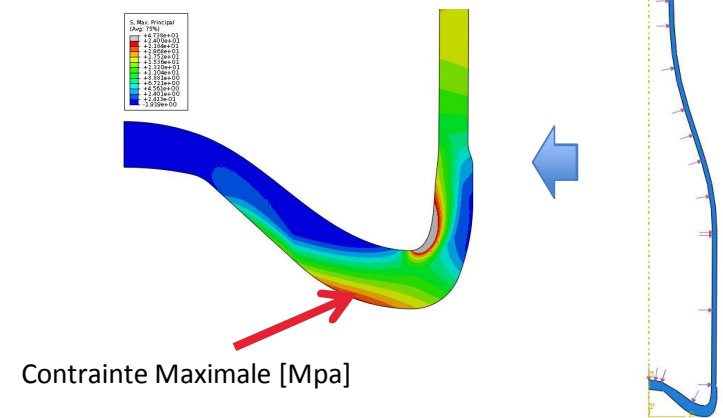


Optimisation (algorithme génétique)  
Objectifs { S max ; Masse }  
Variables & Contraintes { dimensions extérieures }

Résultat par e-mail



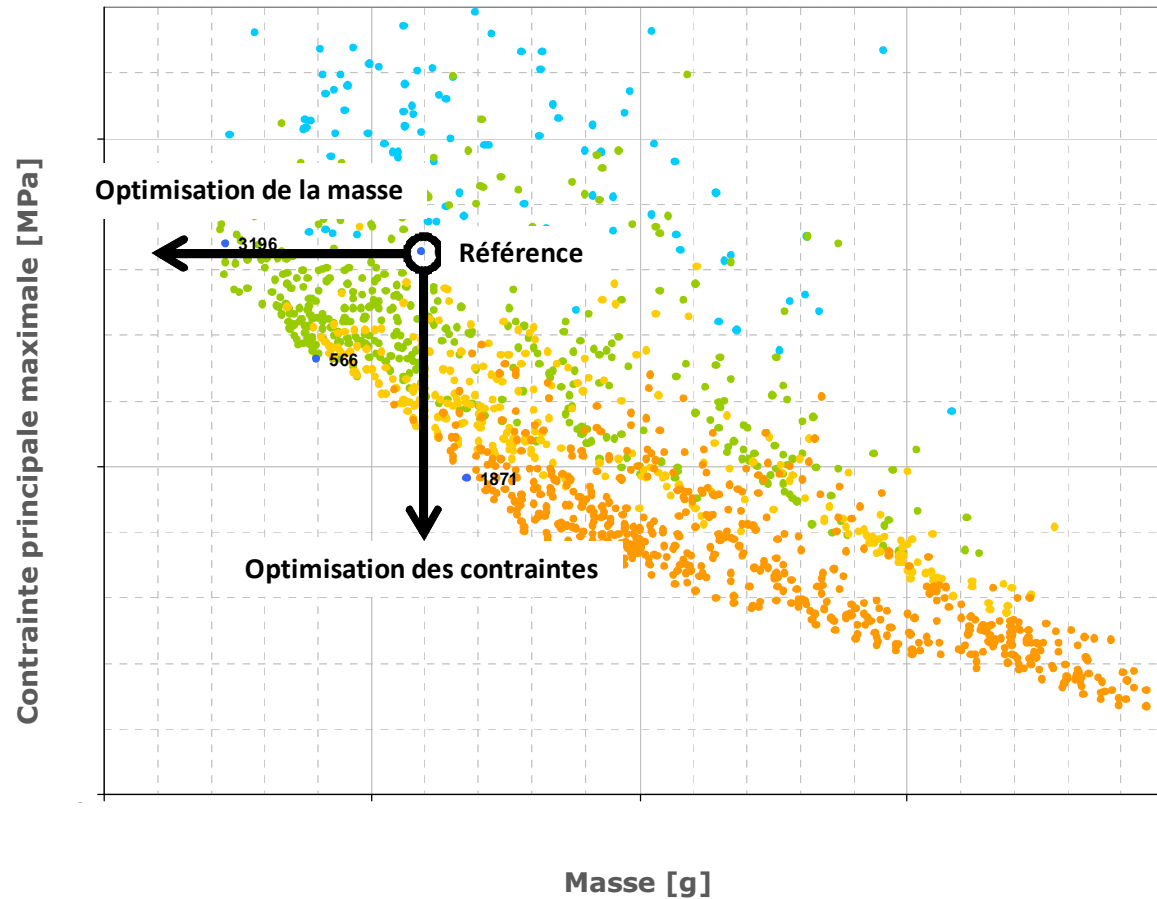
Evaluation d'une solution





# Optimisation de la forme

Résultats d'optimisation d'une bouteille de type Mousseux

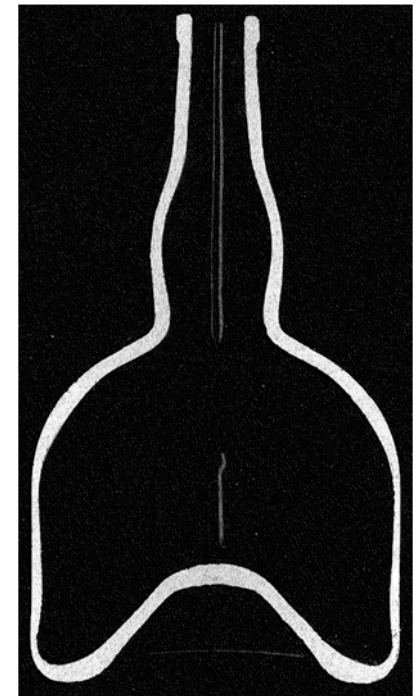
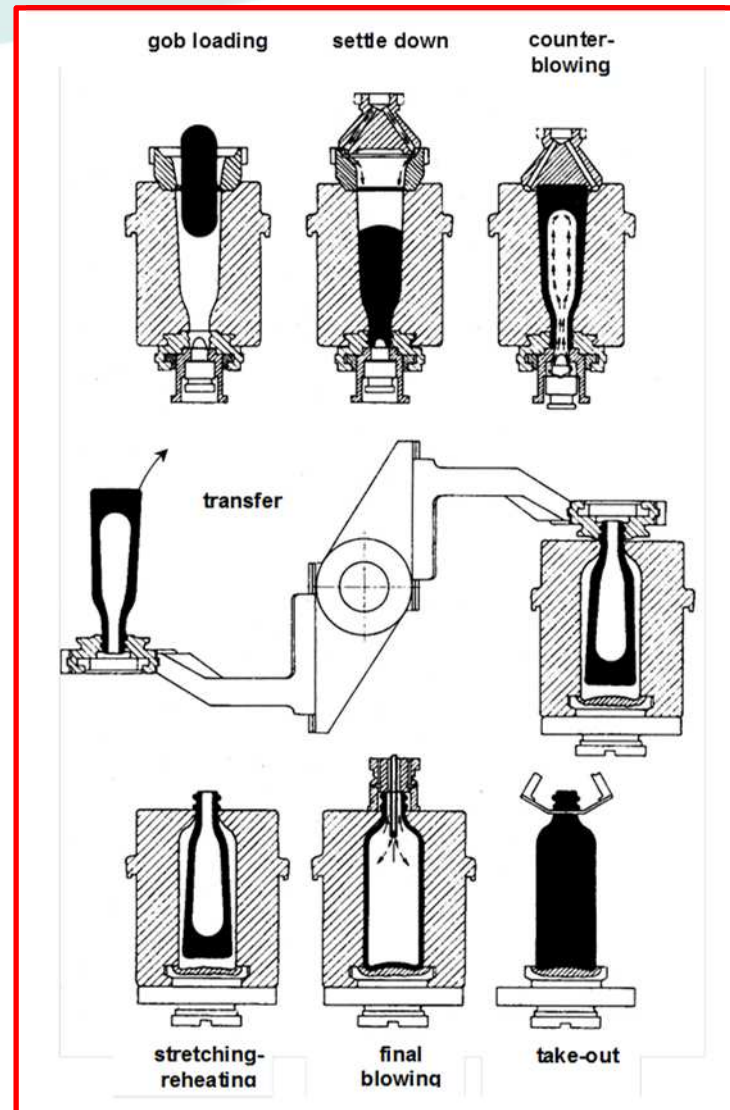


# Optimisation de la forme

## Outils d'optimisation des performances des articles

- ▶ Etude en phase de conception, en considérant une répartition de verre donnée.
  - ▶ Permet de proposer à nos clients des formes adaptées à leurs besoins.
  - ▶ L'outil permet d'identifier les articles à risque.
- 
- ▶ Et la répartition de verre ?

# Optimisation de la répartition de verre



# Optimisation de la répartition de verre

## Modélisation

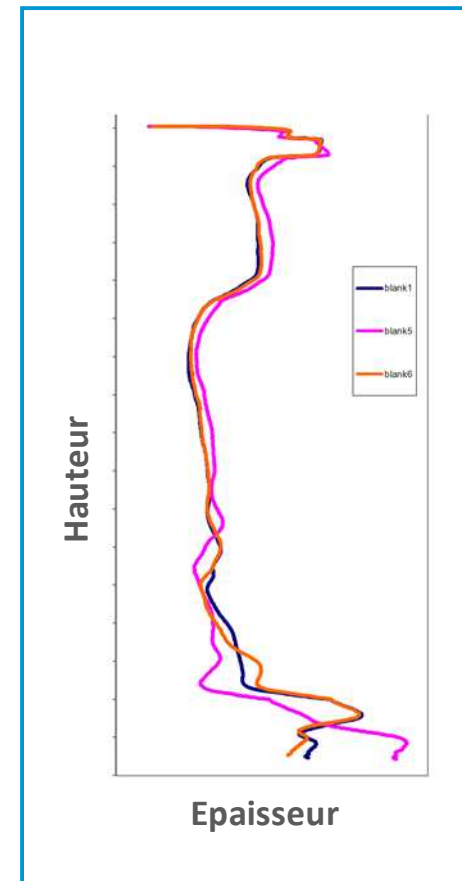
### Données

- ▶ Paraison:
  - Température
  - Masse
  - Vitesse
  - Longueur
- ▶ Timing machine
- ▶ Pressions
- ▶ Géométrie moules
- ▶ Température moules

### Modèle de formage

- ▶ Réhologie: loi de viscosité dépendante de la température (Fulcher-Vogel)
- ▶ Echanges radiatifs: conductivité thermique équivalente
- ▶ Transferts thermiques verre / métal:
 
$$\Phi = h (T_{\text{verre}} - T_{\text{moule } \infty})$$
- ▶ Lois de friction verre / métal: glissant / collant / viscoplastique

### Résultats



# Optimisation de la répartition de verre

*Validation des résultats*



SIROP 104

FLUTE EVOL 77

BX ECOVA EVOL 77

BX ECOVA EVOL 77

BORD 39

BORD ALL 19

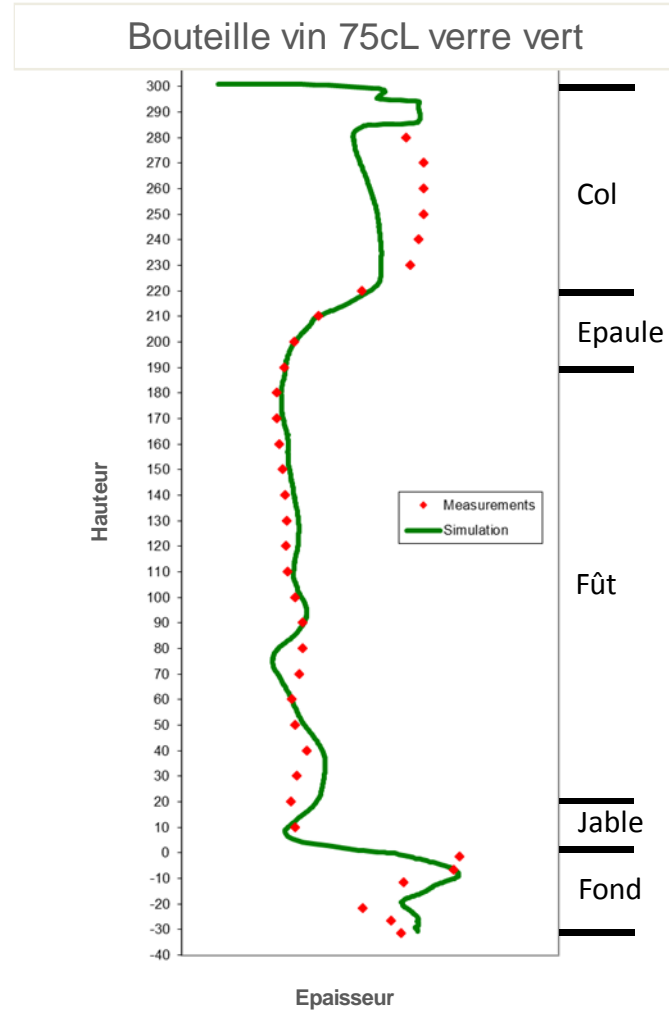
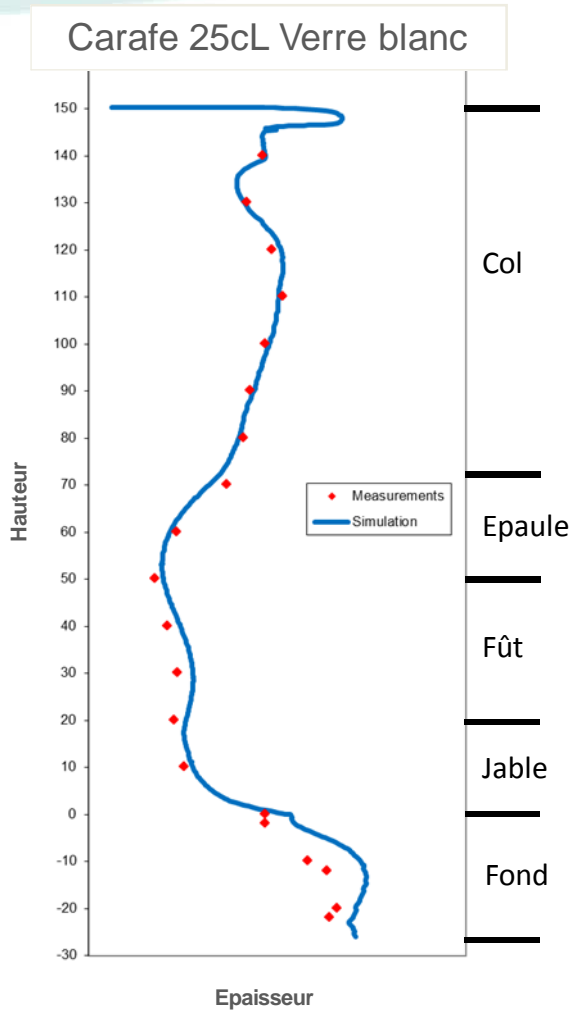
BORD MEDIUM 102

B300

BENEDICTINE

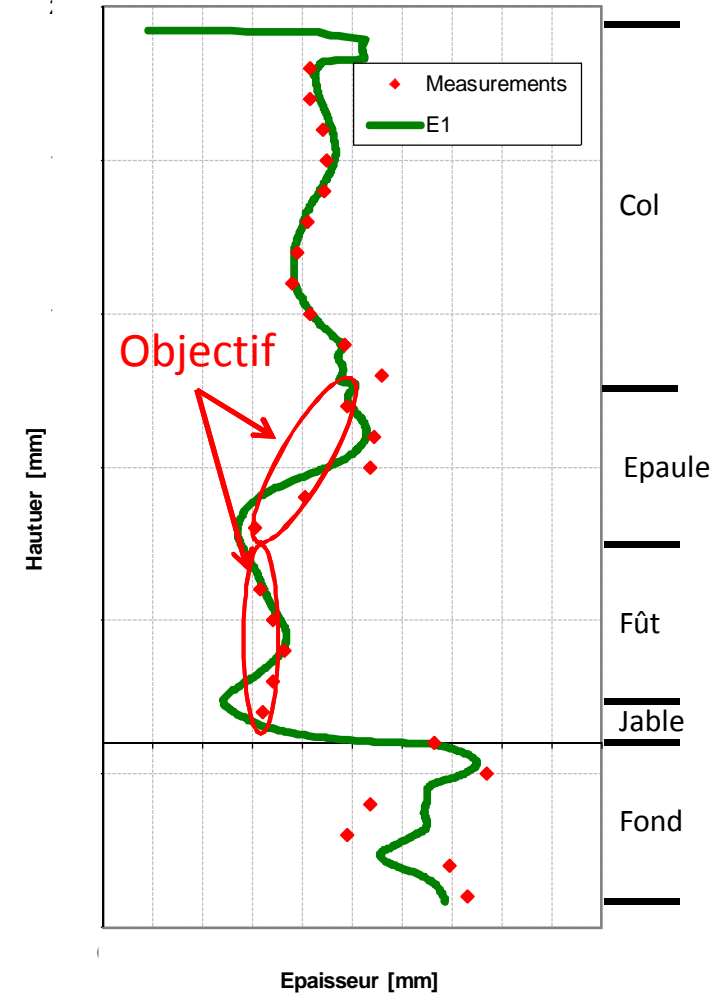
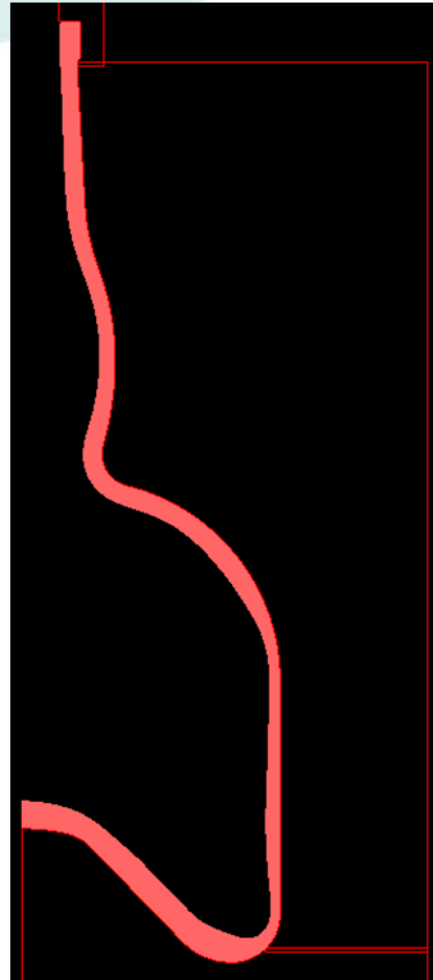
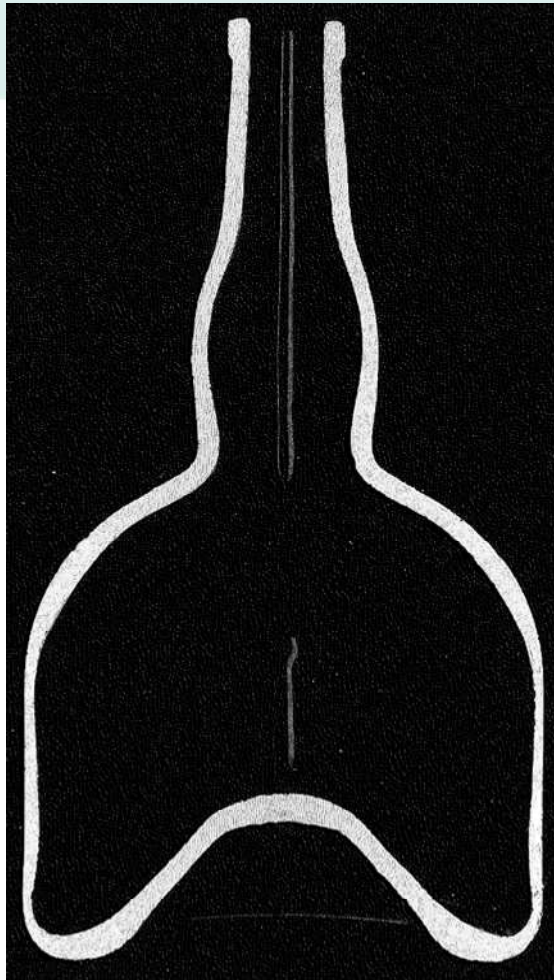
# Optimisation de la répartition de verre

## Validation des résultats



# Optimisation de la répartition de verre

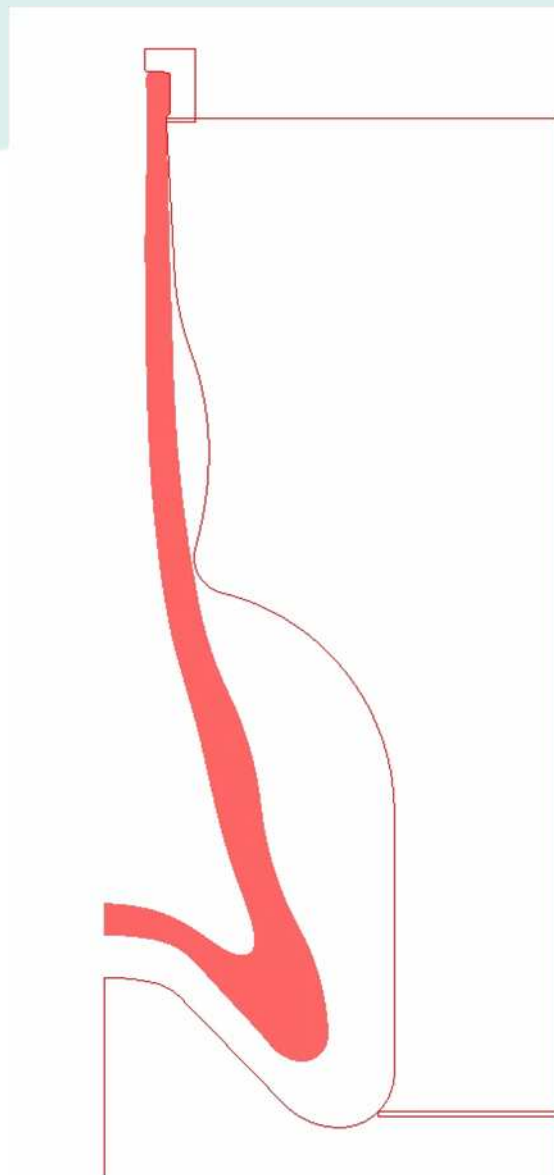
*Exemple*



■ La répartition de verre calculée représente correctement la production

# Optimisation de la répartition de verre

*Exemple*

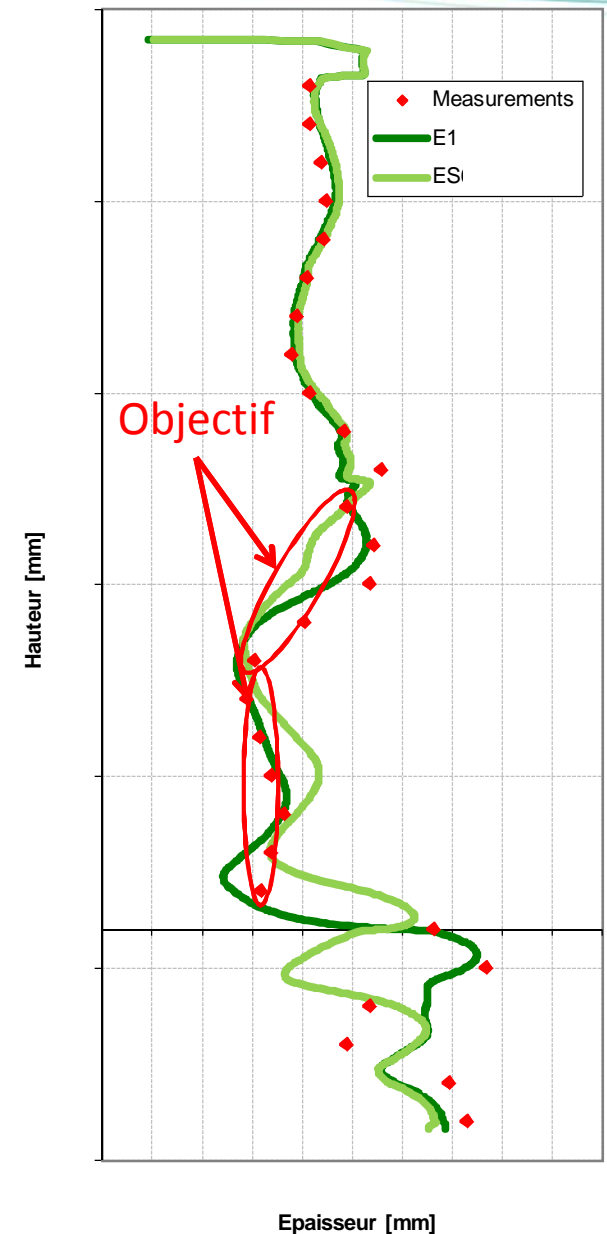




# Optimisation de la répartition de verre

## Exemple

- L'ébaucheur amélioré simulé permet de diminuer l'épaisseur de verre à l'épaule et de l'augmenter au niveau du jable.



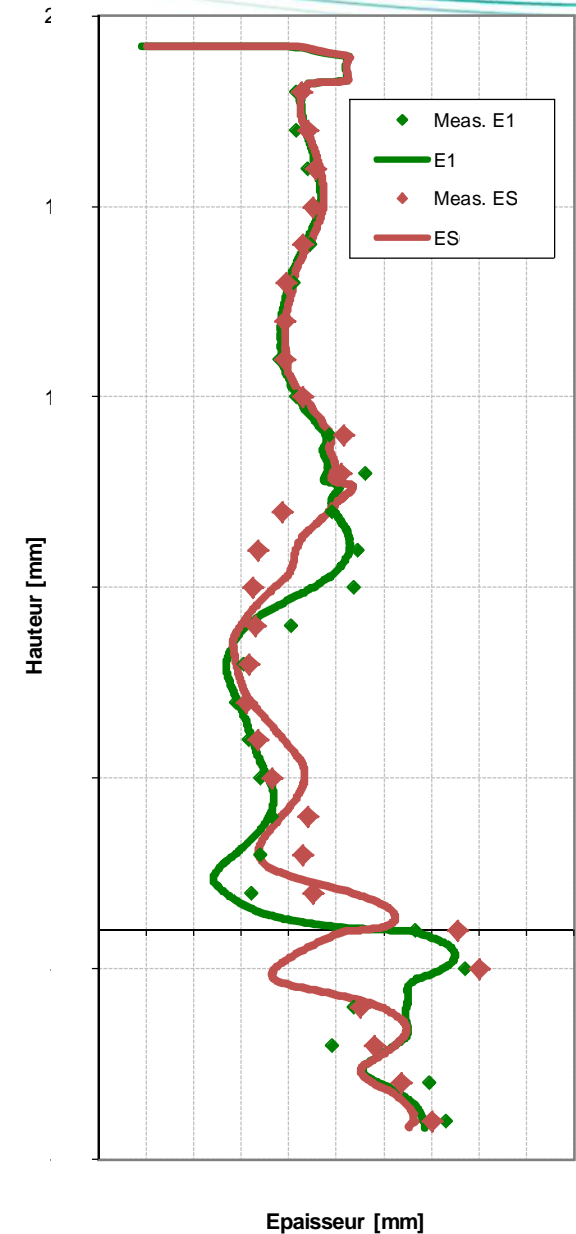
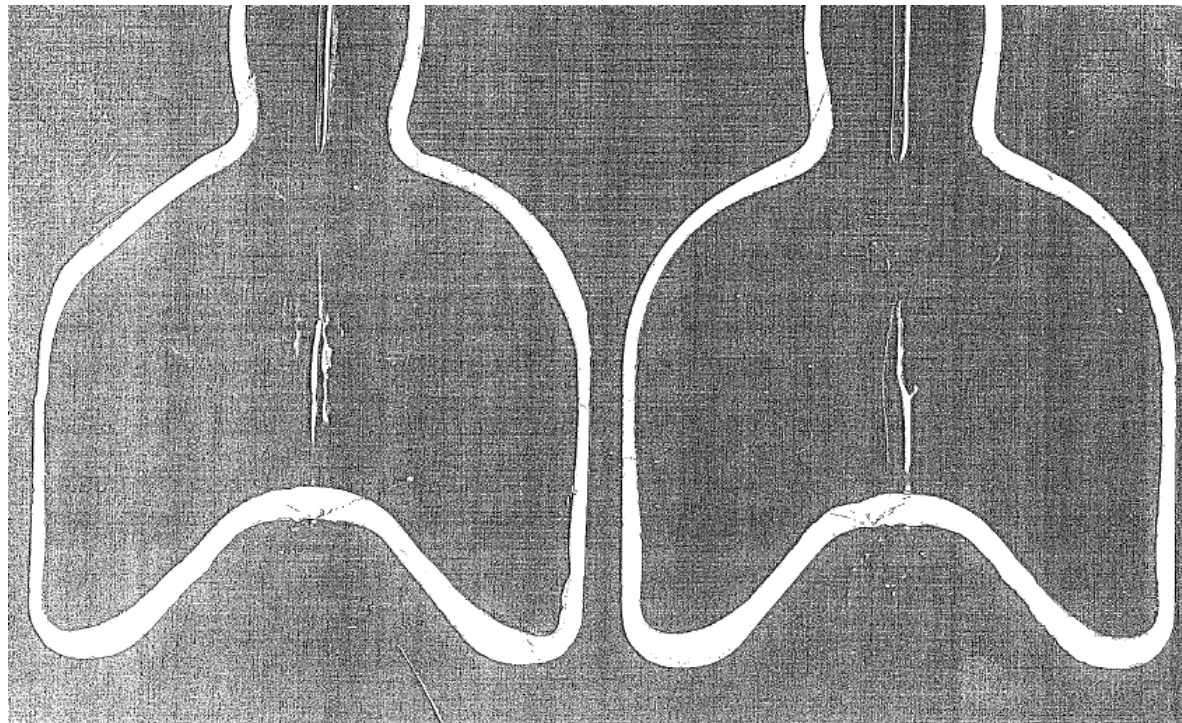
# Optimisation de la répartition de verre

## Exemple

► Résultats des essais verre :

Ebaucheur initial

Ebaucheur amélioré



# Optimisation de la répartition de verre

## Outils d'aide à la conception d'ébaucheur

- ▶ Le modèle est suffisamment précis pour apporter une partie des résultats d'un essai verre.
- ▶ Le modèle permet de mieux comprendre le comportement du verre dans les moules.
- ▶ La phase de développement de l'outillage est accélérée.

# Conclusion

## Outils d'aide à la conception d'article

- ▶ Optimisation de la forme de l'article & Amélioration de la répartition de verre
  - Ces outils permettent d'orienter rapidement la conception de l'article afin de répondre aux besoins du client
  - Ces outils raccourcissent le temps de développement d'un article



# Perspectives

## Outils d'aide à la conception d'article

- ▶ Intégration des outils dans le cycle de conception des articles (Automatisation des calculs et des rapports)
- ▶ Exploration de nouveaux concepts
- ▶ Co-design

