



MÉTHODOLOGIE D'OPTIMISATION D'UNE GAMME D'ASSEMBLAGE MÉCANO-SOUDÉ PAR SIMULATION

Août 2019

Virgile MARGUIN

Safran Aircraft Engines | Ingénieur Simulation des Procédés de Fabrication

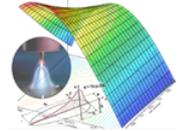
Référent Métier Méthodes d'Optimisation

T: +33 (0)1 69 87 85 86 / 42 85 86

E: virgile.marguin@safrangroup.com

Site d'Evry Corbeil – Rue Henri Auguste Desbrières – 91003 Evry

www.safran-aircraft-engines.com





1

POURQUOI LA SIMULATION ? POURQUOI L'OPTIMISATION ?

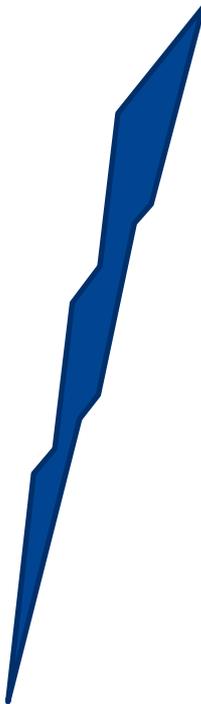
Pourquoi la simulation ? Pourquoi l'optimisation ?

Illustration à travers l'exemple des cases colorées

Observation expérimentale

« Ce que j'observe, je vois ce que mon procédé me donne (mesures de déformations, etc.) »

L'information est fiable mais ne donne aucune précision sur les causes ou les conséquences du phénomène étudié.



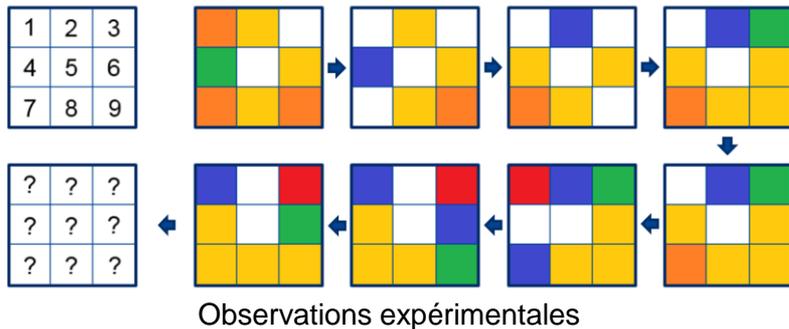
Simulation

« Ce que je comprends et représente par extrapolation et superposition à la réalité expérimentale. »

L'information ne fait que représenter et prédire le phénomène sans l'expérimenter, mais se base sur des principes théoriques avérés.

Pourquoi la simulation ? Pourquoi l'optimisation ?

Sans simulation...

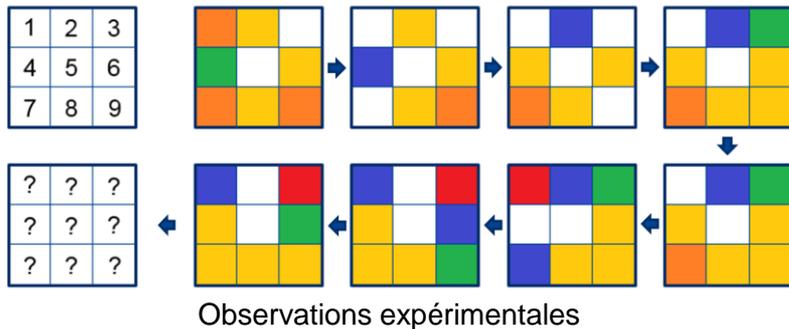


Quelle sera la
prochaine phase ?



Pourquoi la simulation ? Pourquoi l'optimisation ?

Sans simulation...



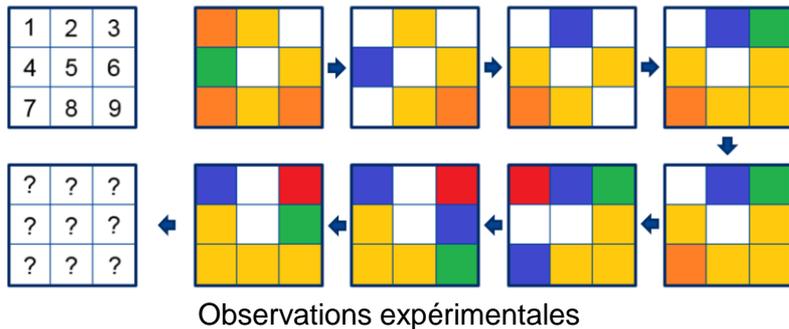
Quelques pistes de réflexion :

- ◆ Le changement de couleur est-il indépendant pour chaque case ?
- ◆ Une couleur apparaît à la cinquième transformation : d'autres couleurs peuvent-elles apparaître ?
- ◆ La quatrième transformation ne change rien : peut-il y avoir d'autres transformations nulles ?
- ◆ La case numéro 5 reste blanche : le restera-t-elle toujours ?



Pourquoi la simulation ? Pourquoi l'optimisation ?

Avec la simulation...

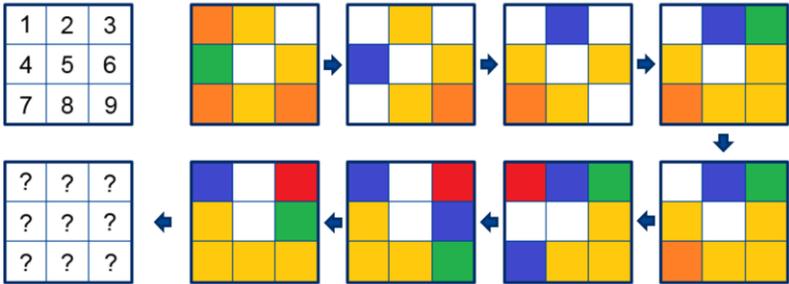


Historique d'images 2D

Capture 3D d'une image du système

Pourquoi la simulation ? Pourquoi l'optimisation ?

Avec la simulation...



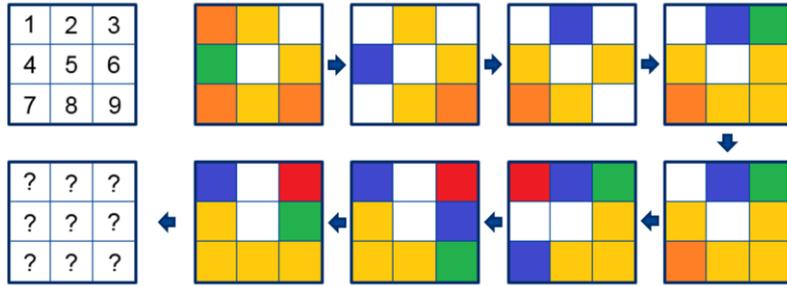
Observations expérimentales



Résultat de simulation

Pourquoi la simulation ? Pourquoi l'optimisation ?

Avec la simulation...



Observations expérimentales



Résultat de simulation



9 Pourquoi la simulation ? Pourquoi l'optimisation ?

Sans théorie ni démonstration de cette dernière à travers des modèles et des essais, pas de compréhension ni de maîtrise des phénomènes.

Sans compréhension, pas de possibilité d'améliorer l'existant.

Simuler permet de comprendre les phénomènes.

Optimiser, c'est considérer l'unicité de chaque phénomène et en exploiter sa compréhension pour le traiter au mieux.

- ◆ Le trajet entre « chez-moi » et « mon travail » le « mardi matin entre 8h et 9h » → Un cas précis que je peux modéliser et optimiser. Si l'un des paramètres change, le cas n'est plus le même, je dois optimiser.

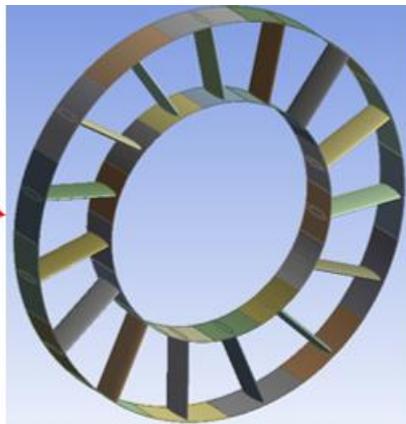
2

OPTIMISATION D'UNE GAMME D'ASSEMBLAGE PAR SIMULATION



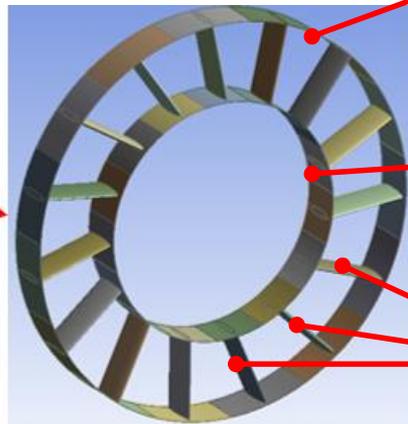
Optimisation d'une gamme d'assemblage par simulation

Contexte du procédé d'assemblage



Optimisation d'une gamme d'assemblage par simulation

Contexte du procédé d'assemblage



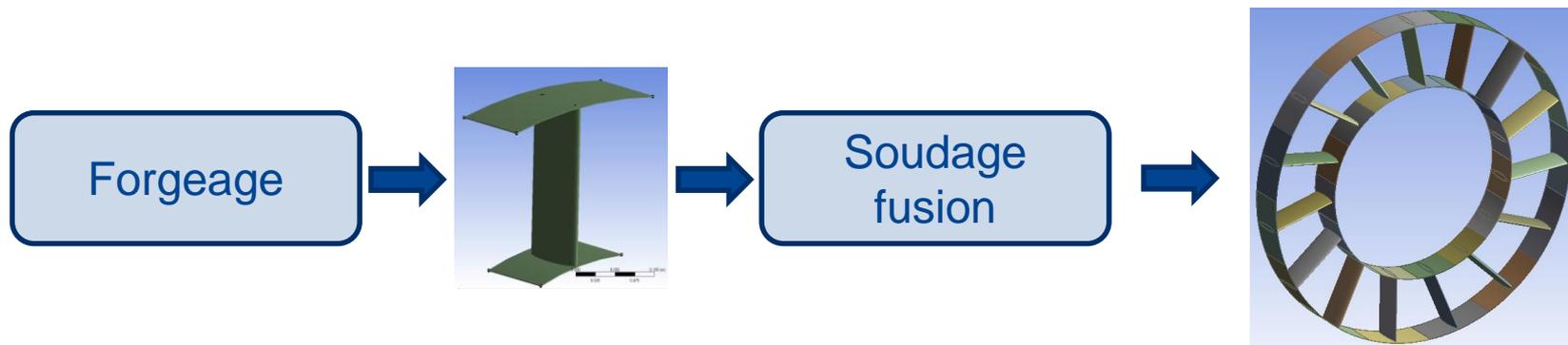
virole externe

virole interne

bras structuraux

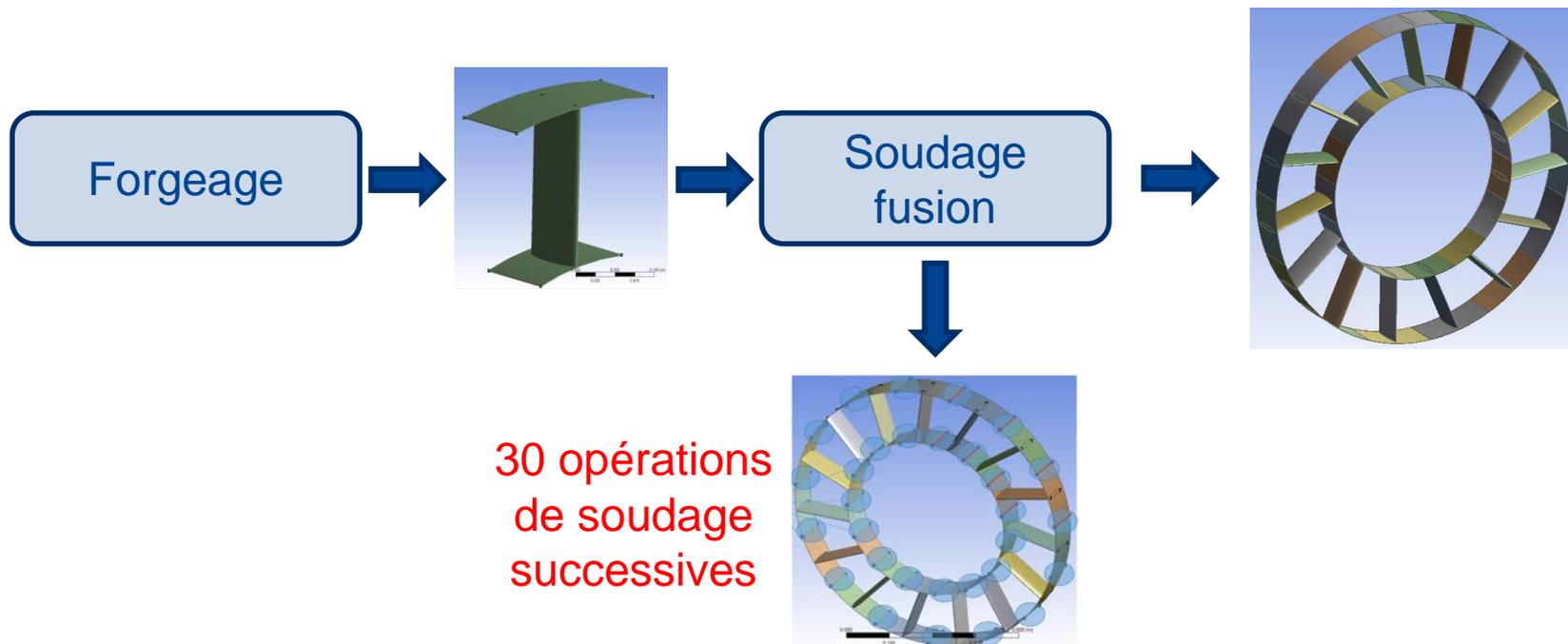
Optimisation d'une gamme d'assemblage par simulation

Contexte du procédé d'assemblage



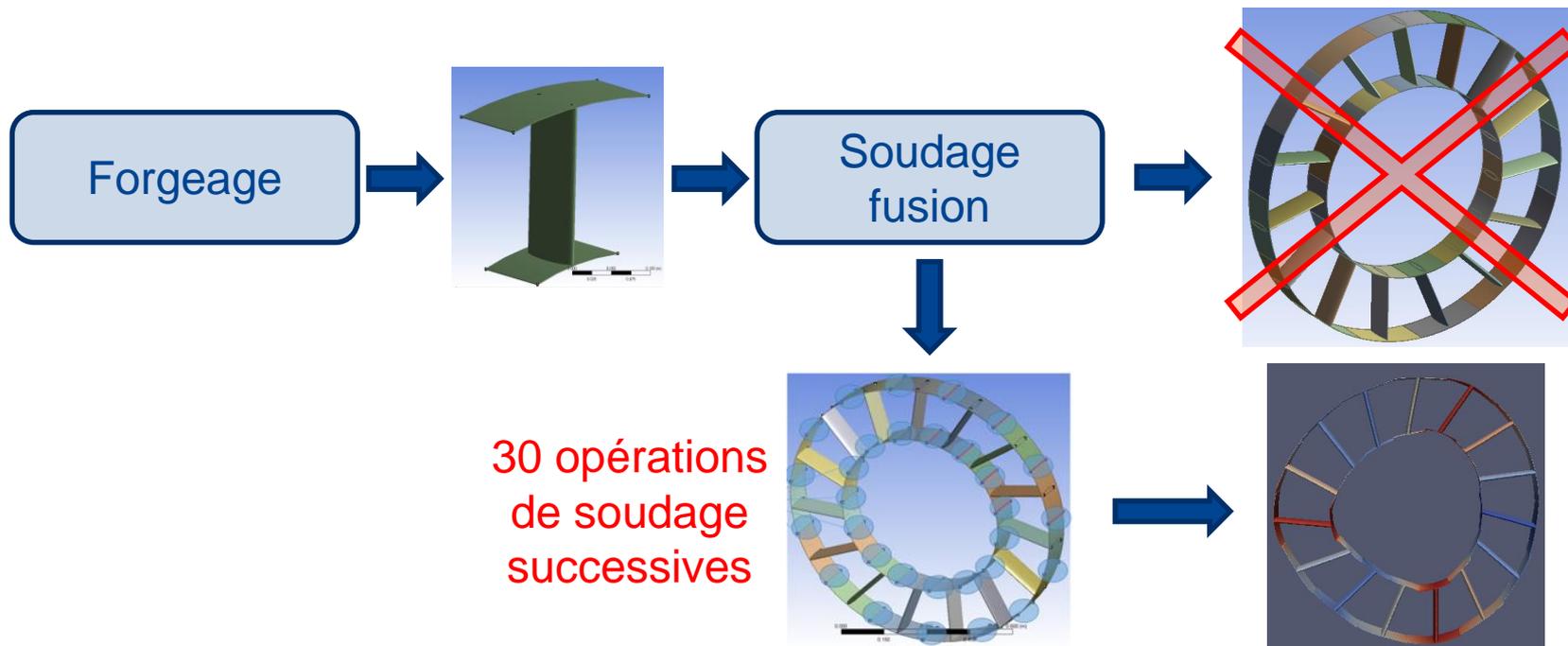
Optimisation d'une gamme d'assemblage par simulation

Contexte du procédé d'assemblage



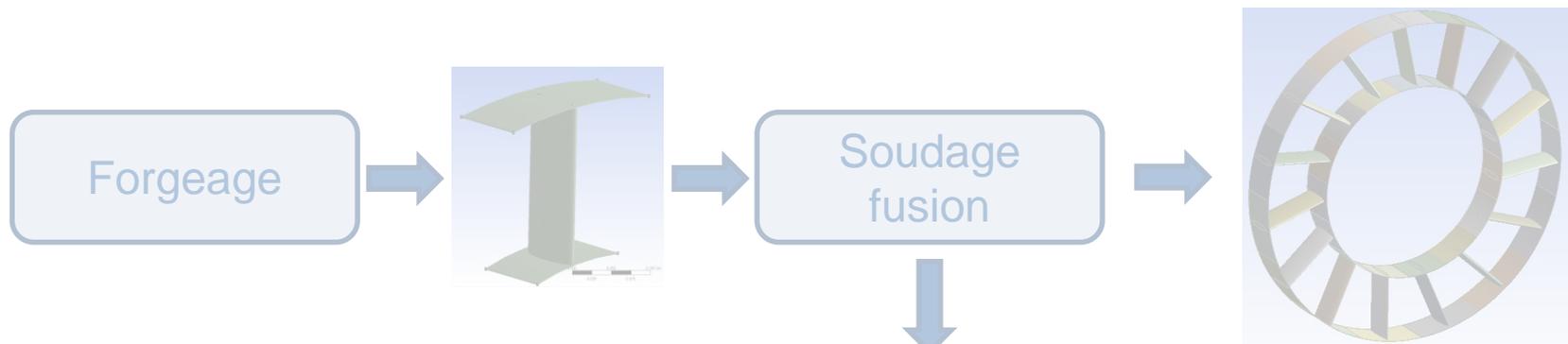
Optimisation d'une gamme d'assemblage par simulation

Contexte du procédé d'assemblage



Optimisation d'une gamme d'assemblage par simulation

Contexte du procédé d'assemblage

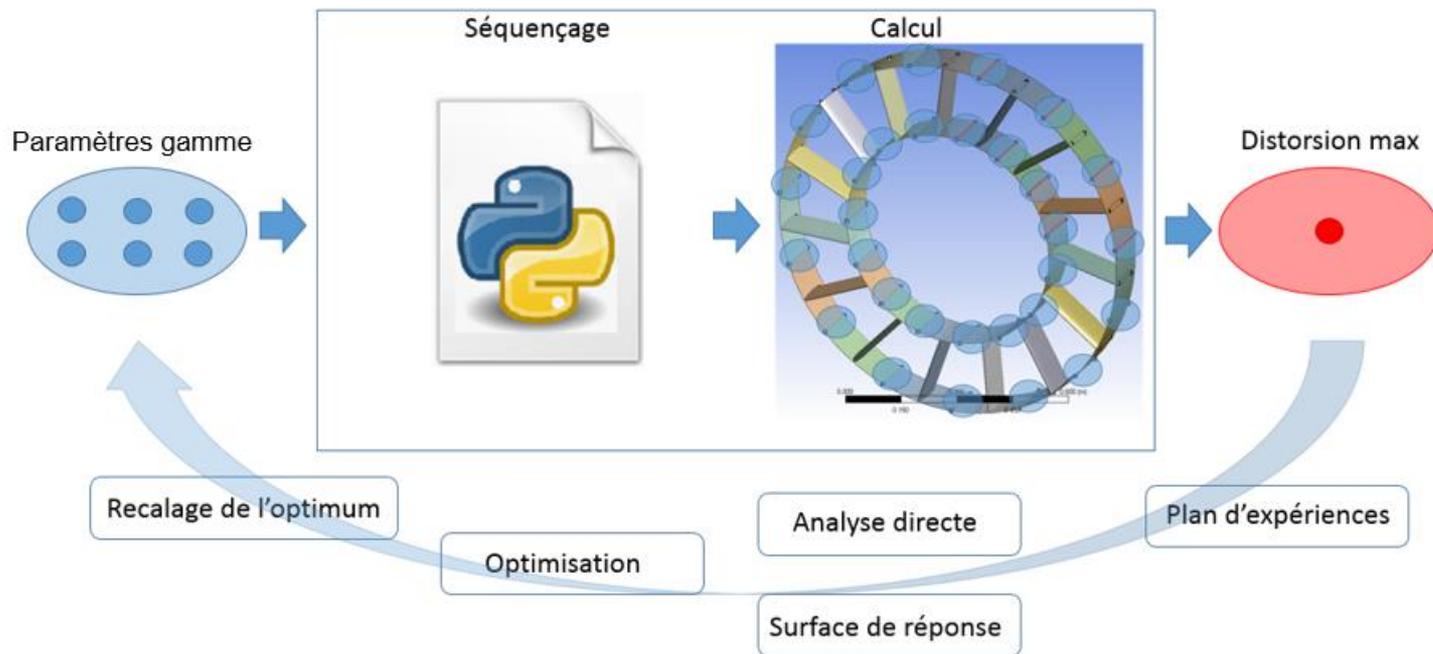


Comment déterminer la gamme
de soudage permettant de
minimiser les distorsions ?

30 opérations
de soudage
successives

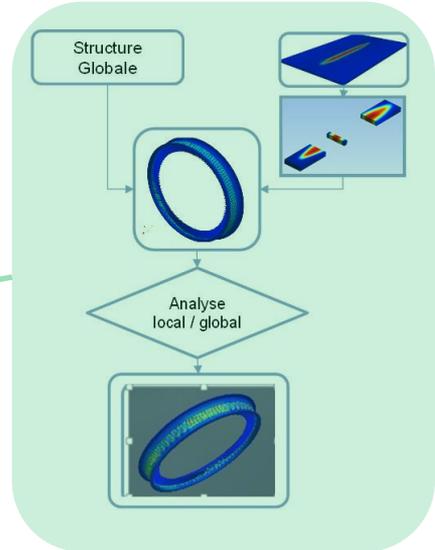
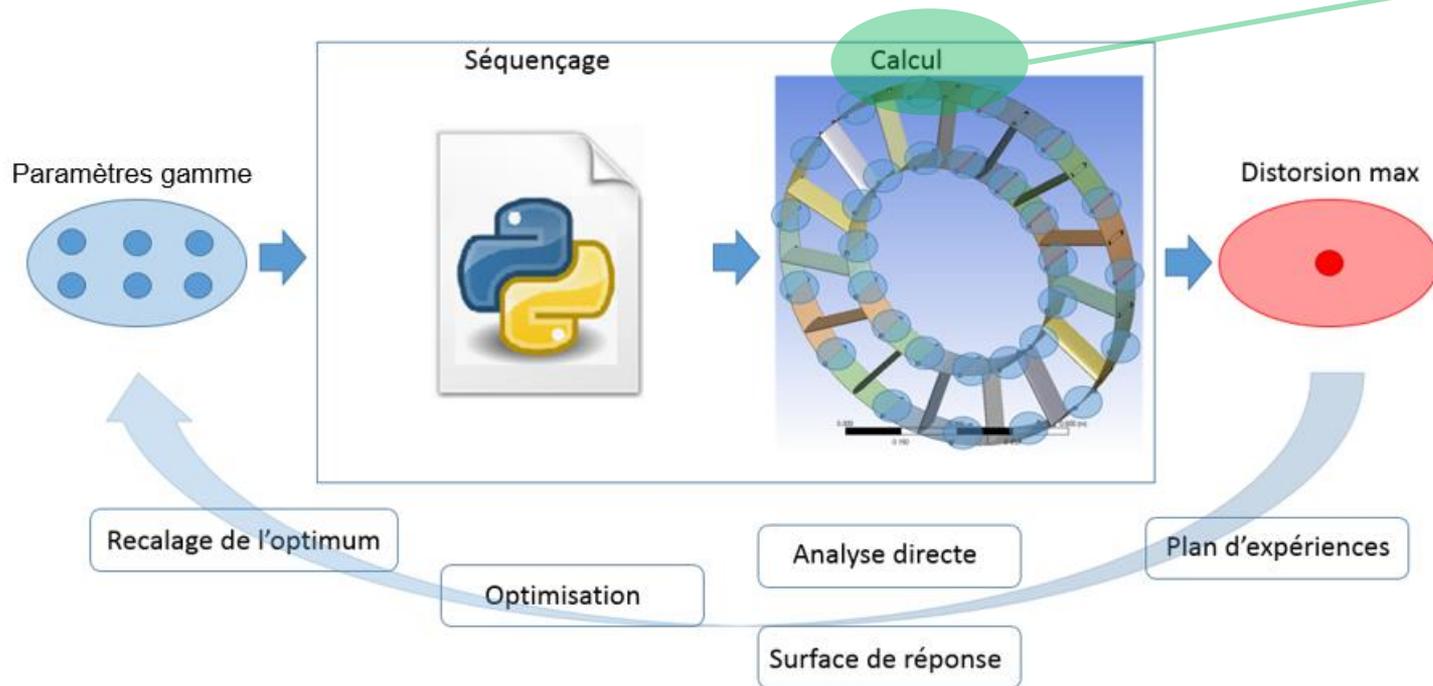
Optimisation d'une gamme d'assemblage par simulation

La solution : Simulation + Optimisation



Optimisation d'une gamme d'assemblage par simulation

La solution : Simulation + Optimisation



Optimisation d'une gamme d'assemblage par simulation

Challenges et solutions

Difficultés	Conséquences	Solutions	Gains
Problème de nature discrète à considérer pour la définition des gammes.	30 opérations de soudage à séquencer représentent $2,65.10^{32}$ gammes potentielles à simuler pour identifier la meilleure.	Algorithme de séquençage permettant de réduire le domaine paramétrique .	Possibilité d'explorer le domaine des possibles en une centaine d'expériences .
Temps de simulation conséquent pour une gamme complète de soudage.	Une optimisation directe sur base des simulations complètes nécessiterait plus de 400 jours .	Réduction du temps unitaire de simulation par méthode Local / Global . Stratégie de méta-modélisation avec enrichissement itératif.	Optimisation de gamme possible en 60 jours .
Aspects multidisciplinaires du processus d'optimisation.	Impossible d'optimiser la gamme sans chainage des méthodologies et algorithmes.	Chaine générique d'optimisation de gamme .	Rend possible l'optimisation.

Optimisation d'une gamme d'assemblage par simulation

Conclusions

- ◆ Par le couplage des méthodes d'optimisation avancées et la représentativité de la simulation d'un procédé :
 - > Possibilité de déterminer la gamme la moins impactante sur une pièce en contexte de production.
 - > Minimisation du coût de mise en œuvre par le « 99% simulation » (pas d'essais sur pièce réelle ni de moyens dédiés aux tests, etc.)
- ◆ Méthode de résolution extrapolable à d'autres gammes sur d'autres procédés.
- ◆ Méthode compatible d'une approche FAB2DESIGN consistant à intégrer ces capacités de simulation optimisée au sein du processus de conception pour la réalisation de pièces « ready-to-make ».



**POWERED
BY TRUST**