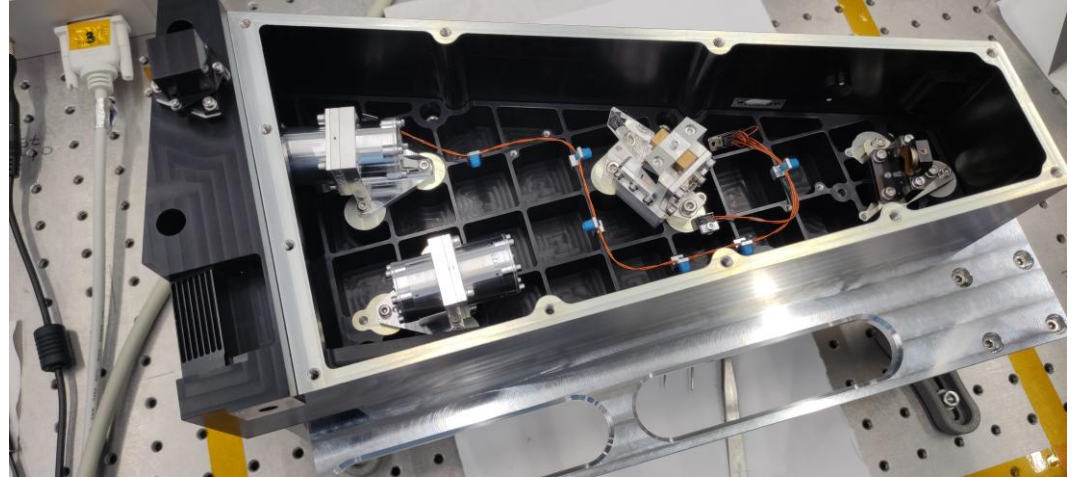


Optimisation topologique de miroirs et leurs supports

ANF MECA2030

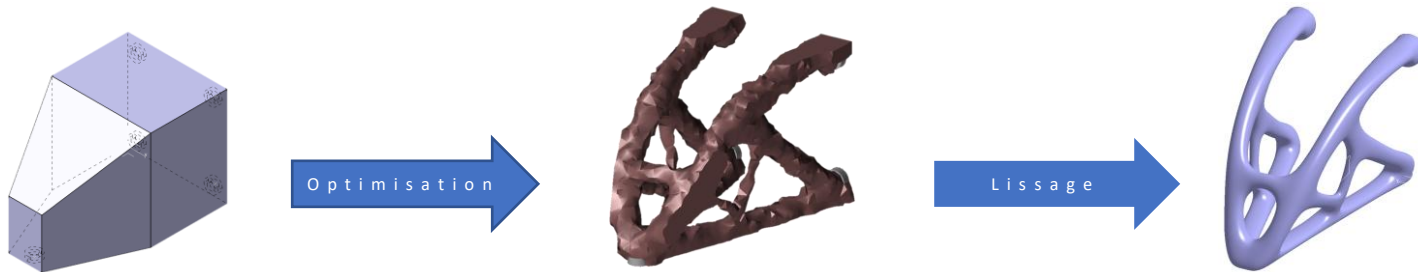
Clémence de Jabrun - IAS

- Développement de bancs optiques pour des observation spatiales
- Problématiques :
 - Masse
 - Alignement optique
 - Thermique



Optimisation topologique

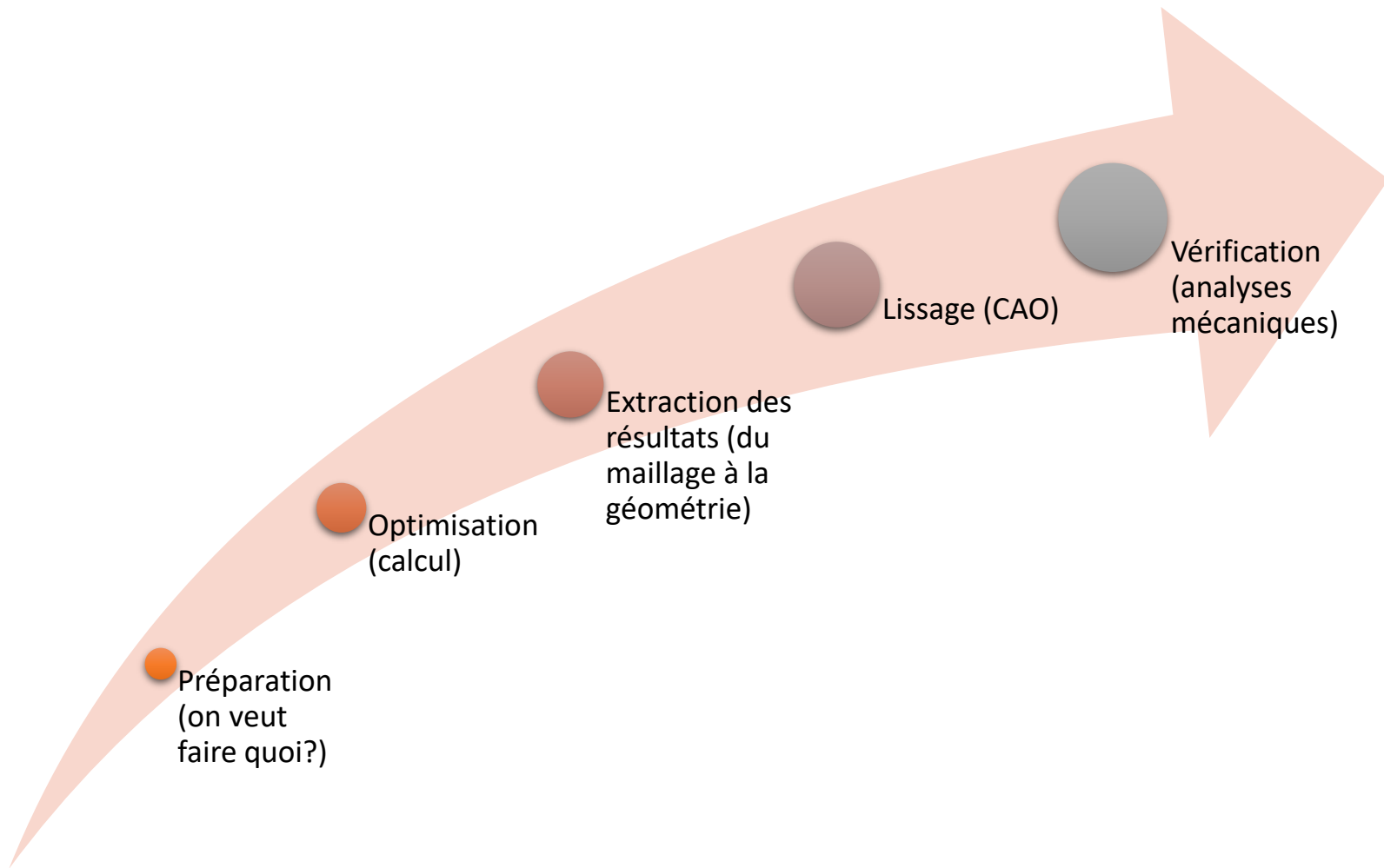
- Pourquoi l'optimisation topologique?
 - Mettre la bonne quantité de matière au bon endroit pour la bonne raison
 - Propose des formes non conventionnelles => Fabrication additive



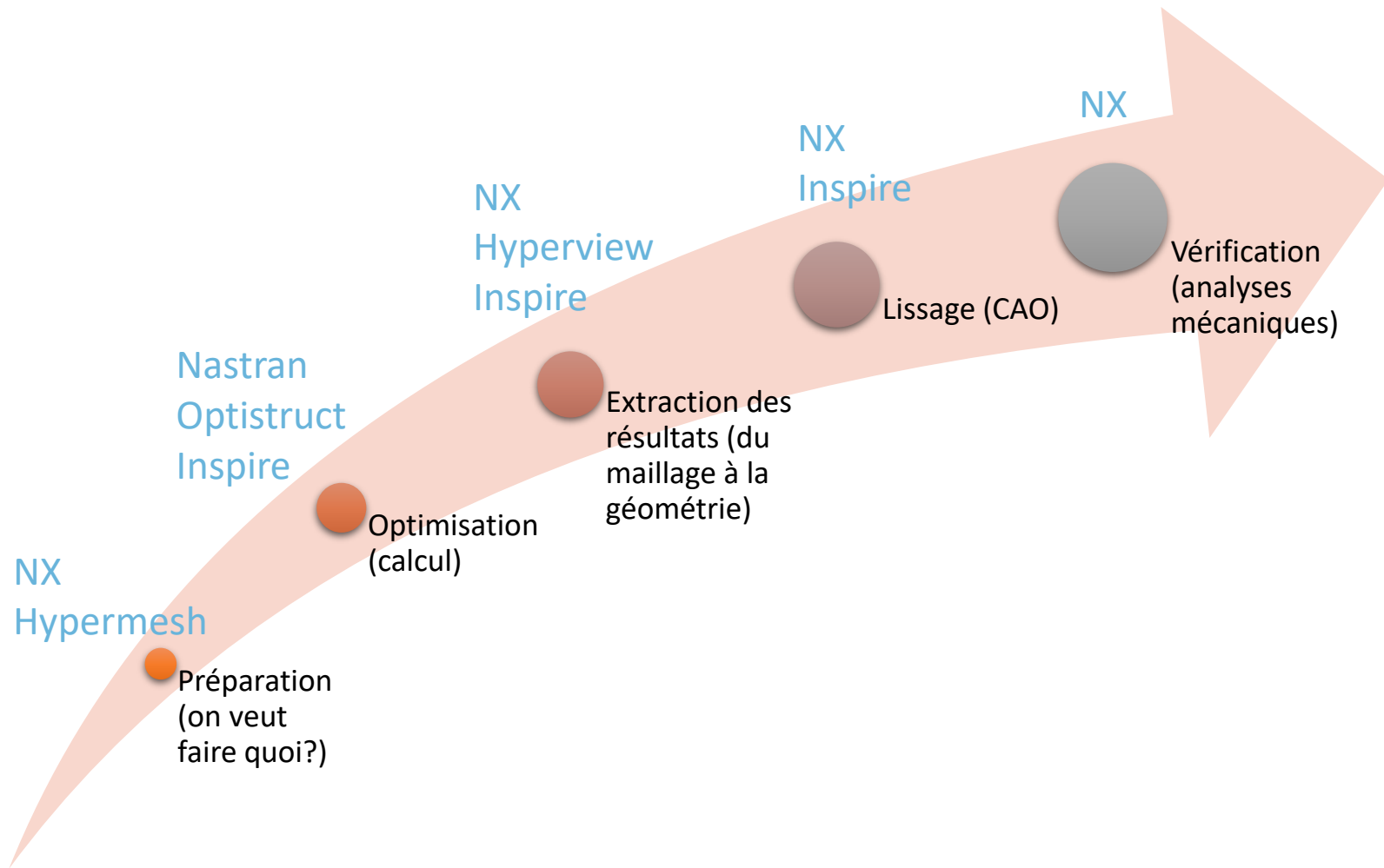
Fabrication additive

- Pourquoi utiliser la fabrication additive ?
 - Conception plus « libre » que la fabrication soustractive
 - Mutualiser les fonctions
 - Réduire le nombre d'interfaces

Déroulé d'une optimisation



Déroulé d'une optimisation



Le cadre de l'optimisation

>> Espace de design

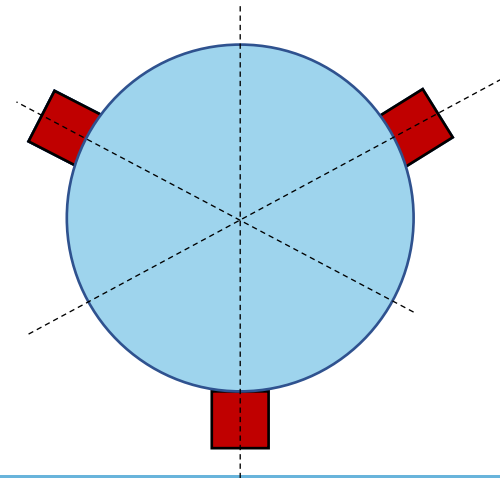
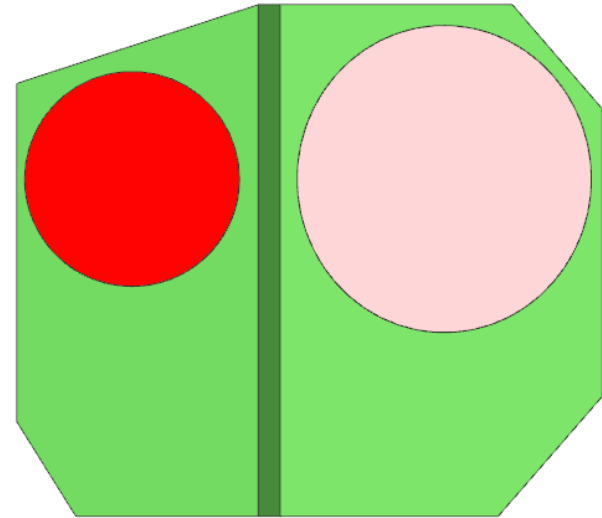
>> Espace de non-design

- Interfaces
- Zones fonctionnelles

>> Type de solution ? (statique, modale ?)

- Chargements et contraintes

>> Symétries et conditions de fabrication





Les paramètres d'optimisation

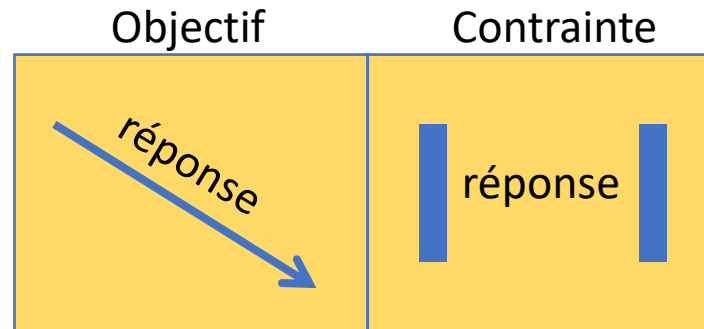
>> Objectif → fonction à minimiser ou maximiser

>> Contraintes d'optimisation

Les paramètres d'optimisation

>> Objectif → fonction à minimiser ou maximiser

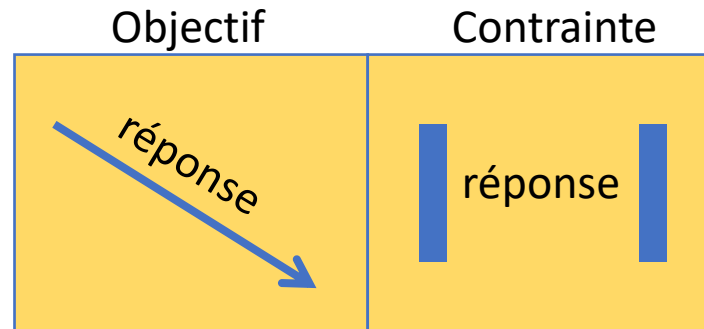
>> Contraintes d'optimisation



Les paramètres d'optimisation

>> Objectif → fonction à minimiser ou maximiser

>> Contraintes d'optimisation



Les réponses

- DRESP1 – issue du calcul (masse, raideur, déplacement, contrainte...)
- DRESP2 – calculs simples entre deux réponses
- DRESP3 – appel à un programme extérieur

Nastran (SOL200) - Optistruct (Altair)



- ➔ Nécessite un maillage
- ➔ Reconstruction géométrique à partir des surfaces des éléments (extraction IGES)

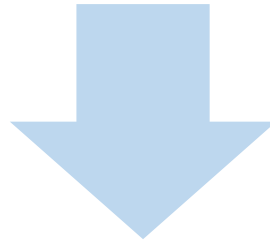
Inspire (Altair)

- ➔ Basé sur la CAO
- ➔ Lissage inclus dans le logiciel, plutôt automatique

Méthodologie mise en place

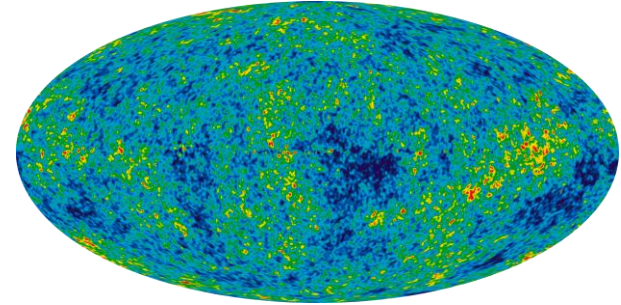
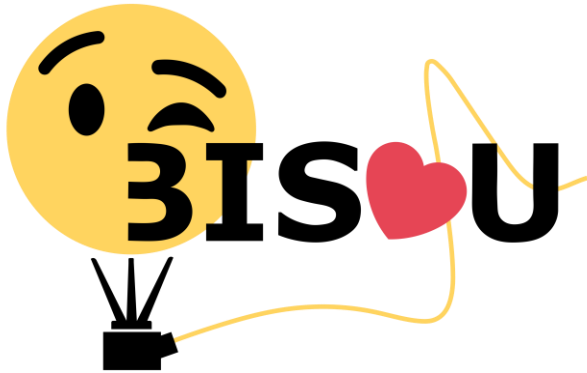
- Définir la géométrie à optimiser
 - Espace de travail
 - Zones utiles (surfaces optiques, zones d'interfaces)
- Définir l'objectif et les contraintes d'optimisation
 - Masse
 - Raideur
 - Gradient thermique

Optimisation



Lissage des résultats

- Vérifier par calcul

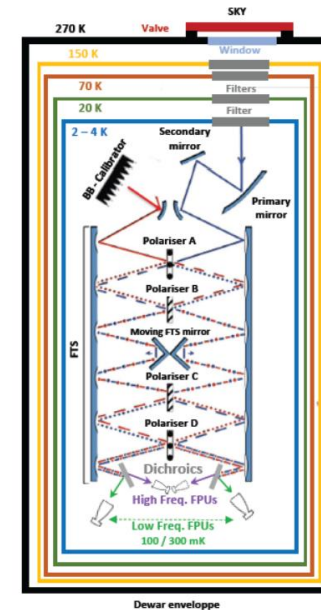


FTS – plusieurs miroirs

Instrument cryogénique



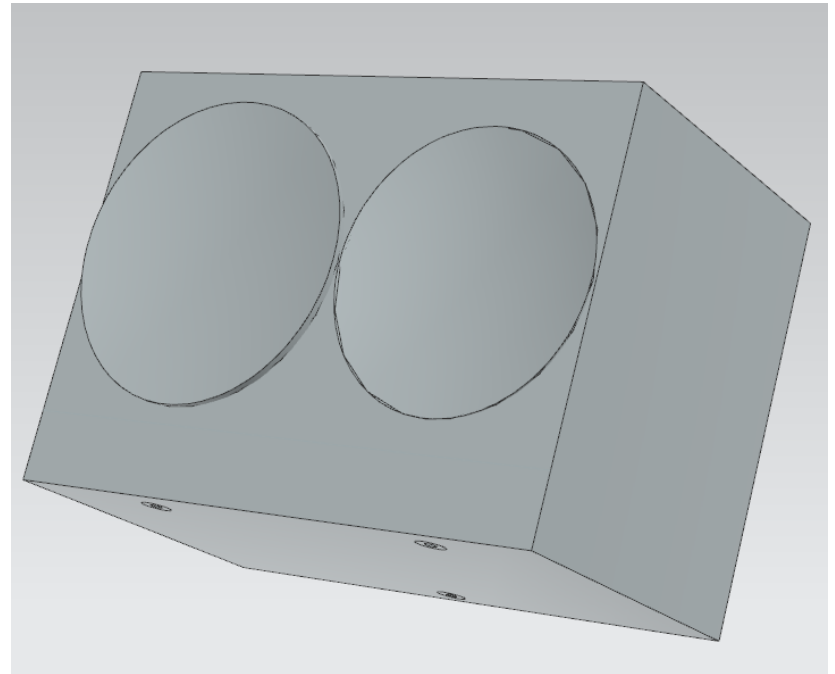
Paires de miroirs



Optimisation topologique

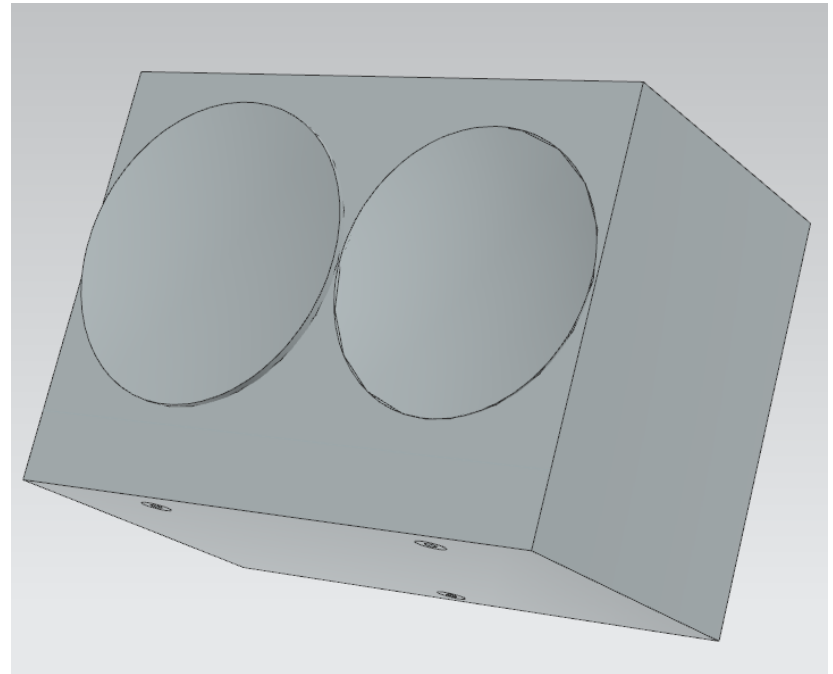
- Conditions aux limites :
 - Encastrement des points d'interface

- Choix des contraintes/objectifs

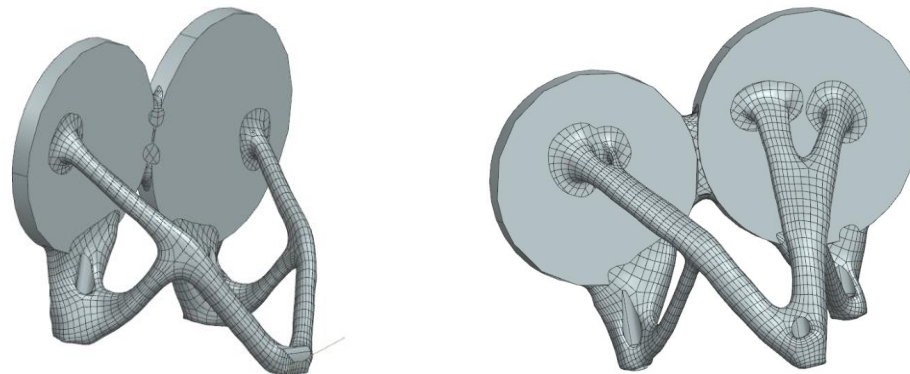


Optimisation topologique

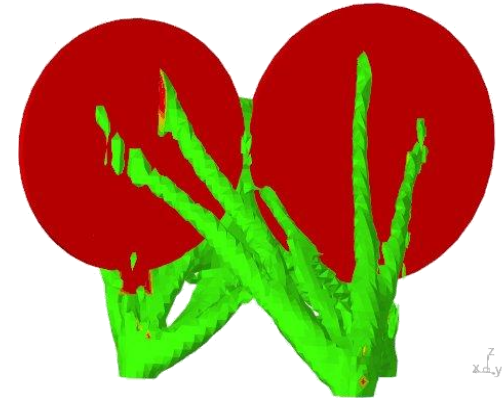
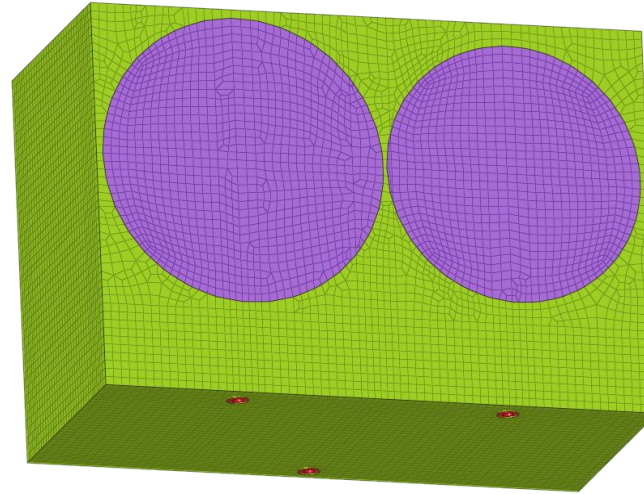
- Conditions aux limites :
 - Encastrement des points d'interface
 - 6 subcases (spatialisable) :
 - 100g sur X
 - 100g sur -X
 - 100g sur Y
 - 100g sur -Y
 - 100g sur Z
 - 100g sur -Z
- Choix des contraintes/objectifs
 - Masse / Raideur



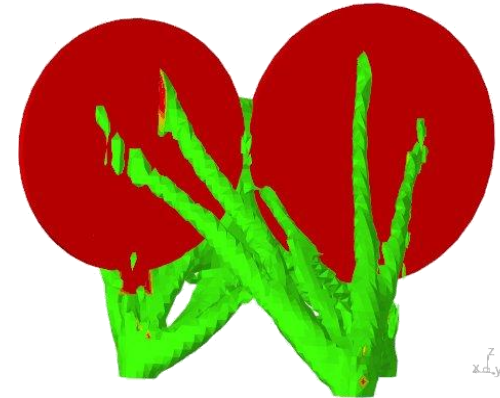
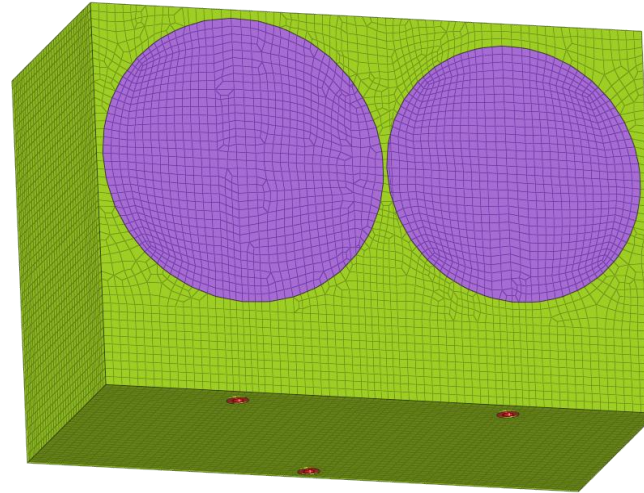
	Cas 1	Cas 3
Objectif	Maximiser la raideur	Minimiser la masse
Contraintes	Masse maximum de 500g	1 ^{er} mode propre > 1500 Hz
Masse (g)	408	407
Déplacements max (μm)	112	12
Contraintes max (MPa)	28	12
1^{er} mode (Hz)	592	1453



Résultats - Optistruct



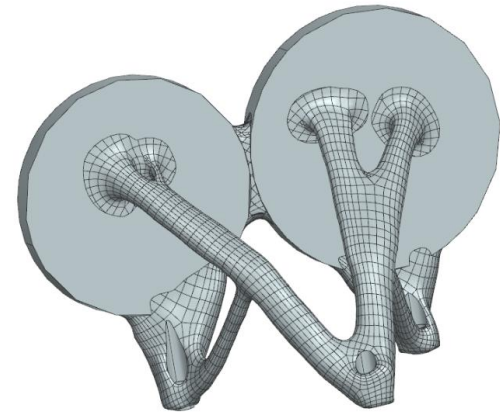
Conclusion – optim topo



Lissage, étape la plus complexe

Optimisation => temps de calcul peut être grand

Taille des branches limités par la taille de maille





Les contraintes de la fabb add.



Les contraintes de la fabb add.

- Matière choisie :
AlSiMg7

VOLUM-e
3D COMPLEX PRODUCTION



Propriétés mécaniques selon le jeu de paramètres AlSi10Mg_030_SpeedM291_110 / AlF357_060_FlexM400_100

	Brute de fabrication		T5**	
	30µm	60µm	30µm	60µm
Résistance à la traction (Mpa)				
Direction horizontale (XY)	408	399	435	-
Direction verticale (Z)	414	397	450	430
Module d'Young				
Direction horizontale (XY)	85	92	74	-
Direction verticale (Z)	95	88	74	67
Limite d'élasticité (Rp 0,2%; Mpa)				
Direction horizontale (XY)	250	263	314	-
Direction verticale (Z)	209	263	285	290
Allongement à la rupture (%)				
Direction horizontale (XY)	9	9	8,5	-
Direction verticale (Z)	13	7	6	4
Conductivité thermique (W/m.K)				
Direction horizontale (XY)	140	140	-	-
Direction verticale (Z)	140	140	-	-

** T5

Vieillessement à 165°C pendant 10h + refroidissement à l'air.

Ces caractéristiques mécaniques sont issues des études VOLUM-e.

Savoir-faire

Polissable

Bonne
tenue
mécanique

Léger

Bon
conducteur

Technologie de fusion :

DMLS (Direct Metal Laser Sintering) → Fusion laser sur lit de poudre

Choix d'un design sans supports

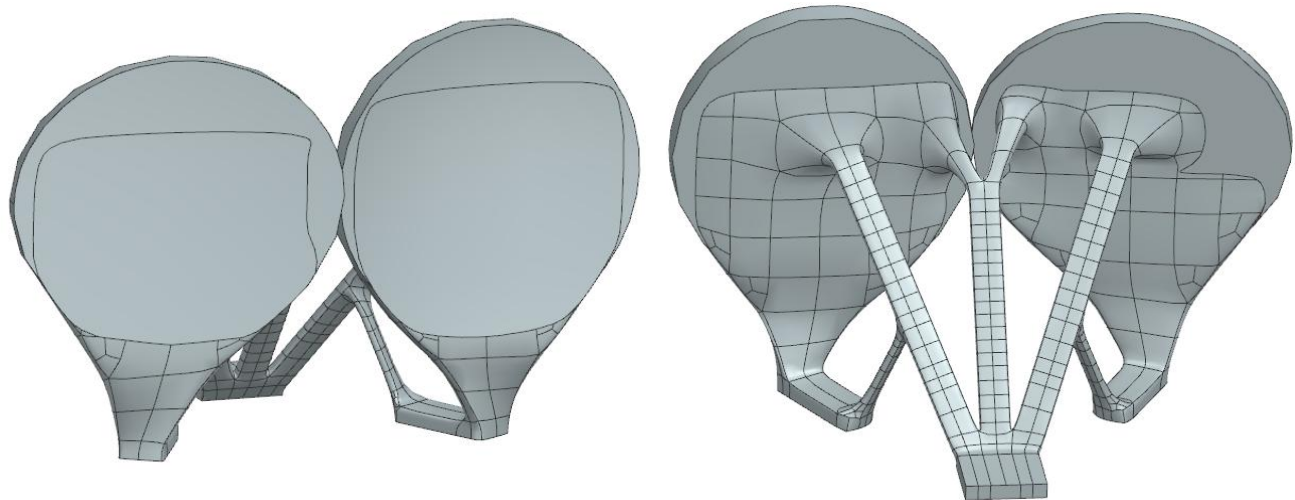
→ La pièce doit s'auto-porter



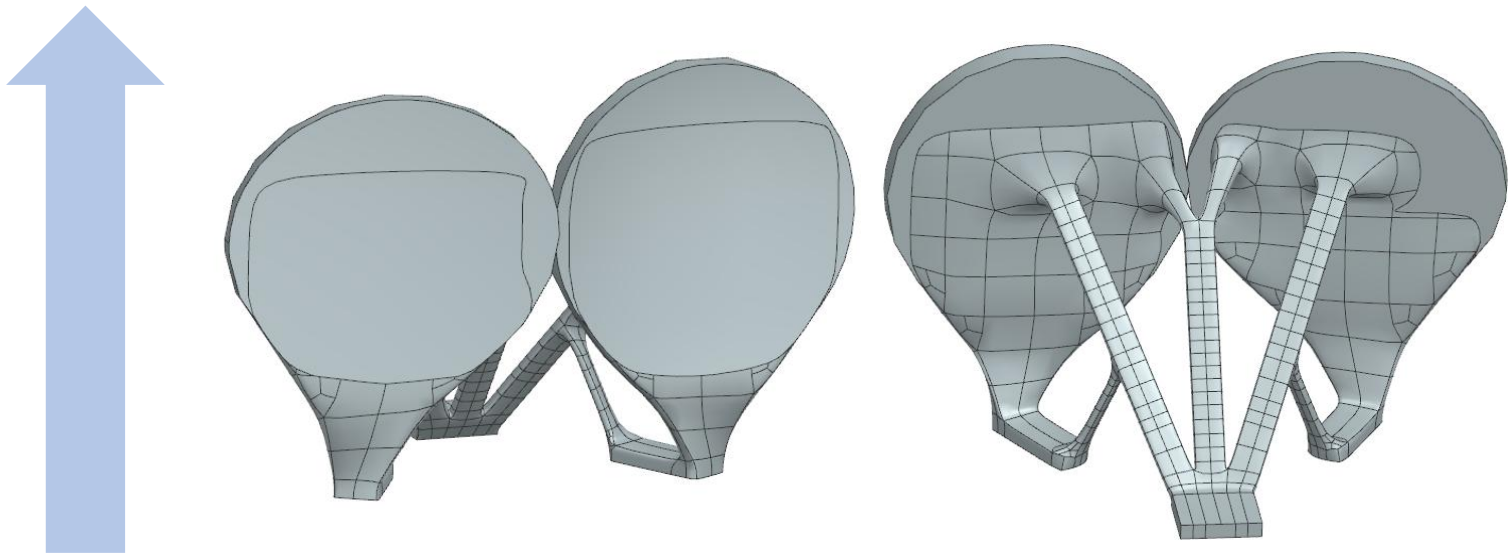
3d Natives

- Au moins 30° sur les angles de fabrication /r au plateau
- Ajouter des dépouilles sous les miroirs, on ajoute le supportage à la pièce
- Rayons $< R5$
- Libérer les tours des miroirs

- Au moins 30° sur les angles de fabrication /r au plateau
- Ajouter des dépouilles sous les miroirs, on ajoute le supportage à la pièce
- Rayons < R5
- Libérer les tours des miroirs

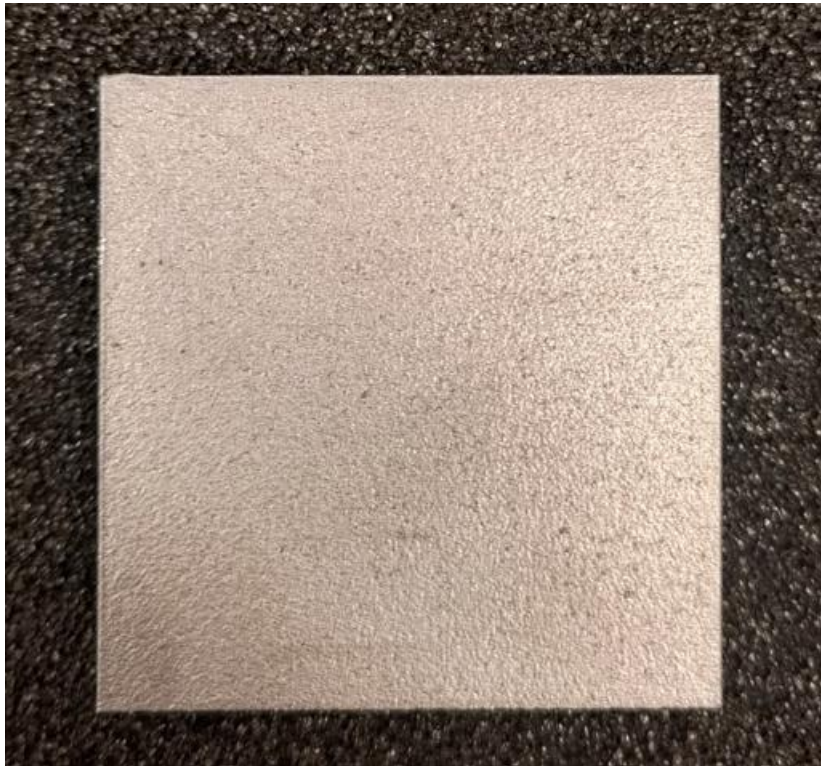


- Au moins 30° sur les angles de fabrication /r au plateau
- Ajouter des dépouilles sous les miroirs, on ajoute le supportage à la pièce
- Rayon < R5
- Libérer les tours des miroirs

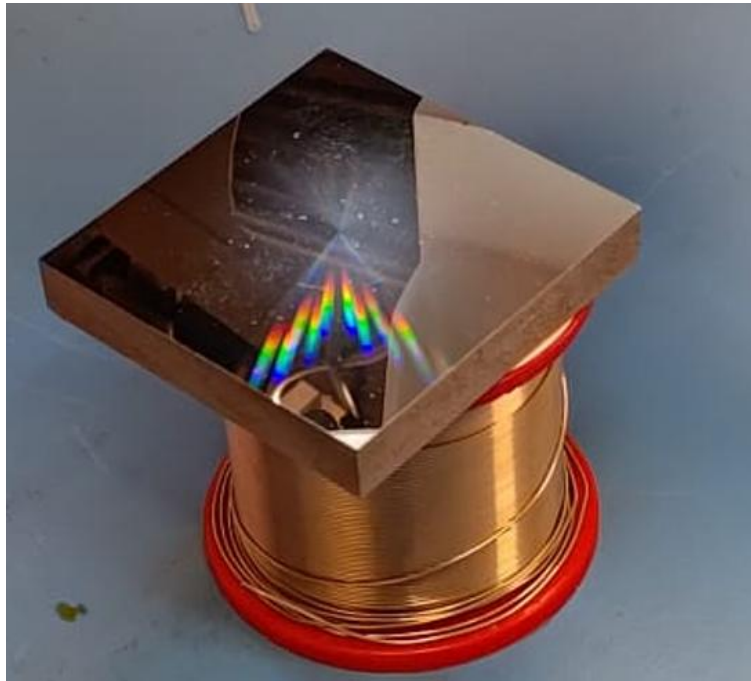


Echantillons

Pavé de 60*60*10 en AlSiMg7



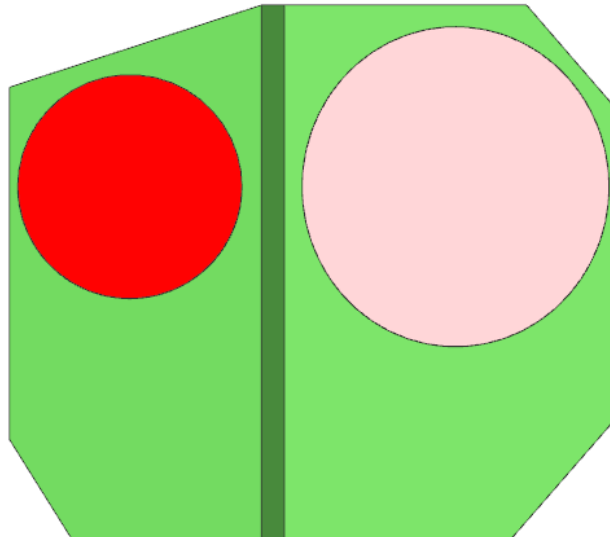
Présence de porosités visibles après polissage



➔ traitement thermique/mécaniques

Pour la suite ?

- Essais de traitement thermiques pour réduire le nombre de porosités (tomographie)
- Redesign car nouveau design optique



Conclusion

- L'étape de re-design prend du temps
- Adapter le résultat de l'optimisation en fonction du mode de fabrication choisi
- Prévoir les changements de formes dus au procédé
- L'optimisation topologique, une aide à la conception

Merci pour votre attention !