

1. Principe de base du SLS

Le procédé SLS est une technique de fabrication qui produit des objets 3D à partir d'une poudre métallique, plastique ou céramique. La pièce est construite couche par couche (Fig. 2) en 3 étapes :

- 1) une fine couche de poudre est déposée sur le plan de travail,
 - 2) la surface de la poudre est balayée sélectivement par un faisceau laser,
 - 3) dans les régions traitées par le laser, la poudre est partiellement fondue et consolidée,
- le cycle recommence ensuite en 1) jusqu'à ce que la pièce soit entièrement construite. A la fin, la poudre non traitée est recyclée.

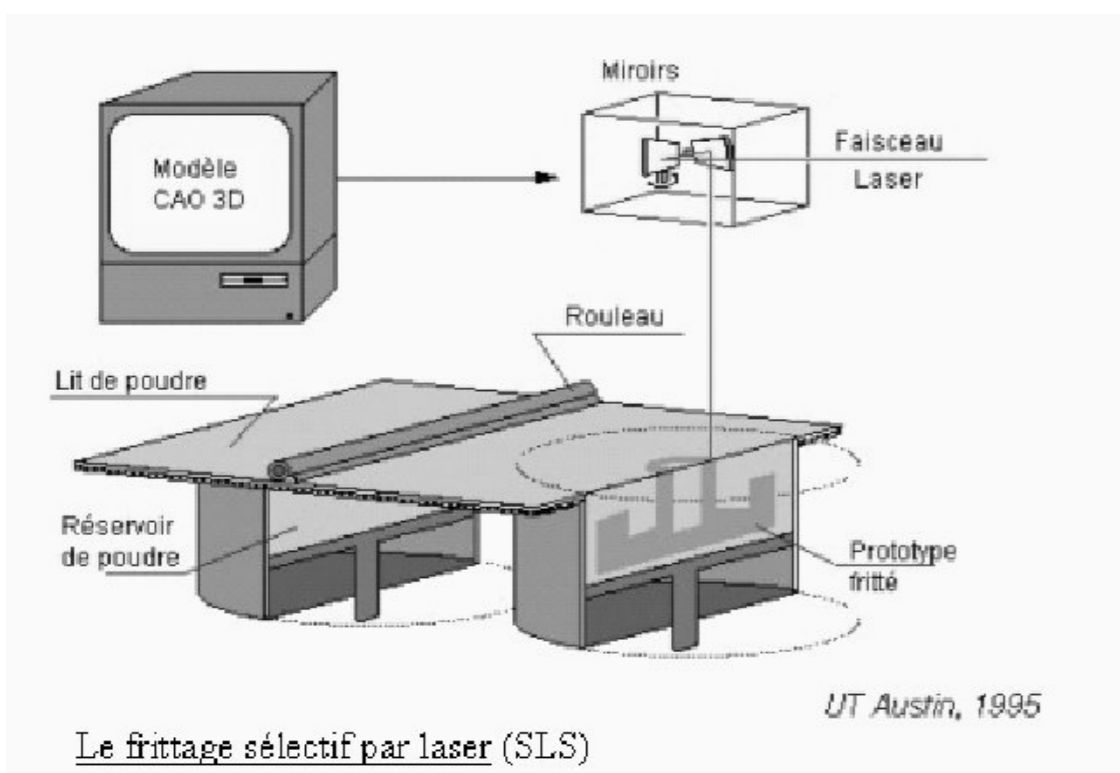


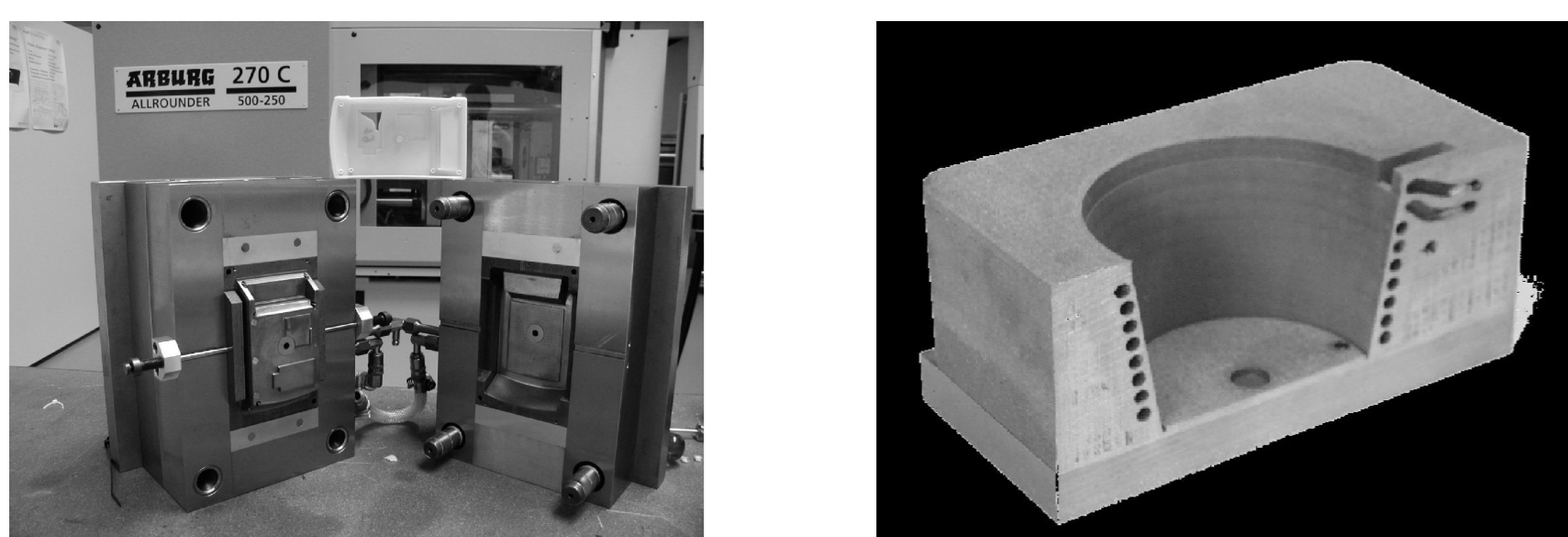
FIG. 2 – Station SLS

2. Applications du SLS métal

A l'EPFL, nous nous concentrons sur l'utilisation du SLS avec des poudres métalliques. Les applications principales sont :

2.1 L'outillage

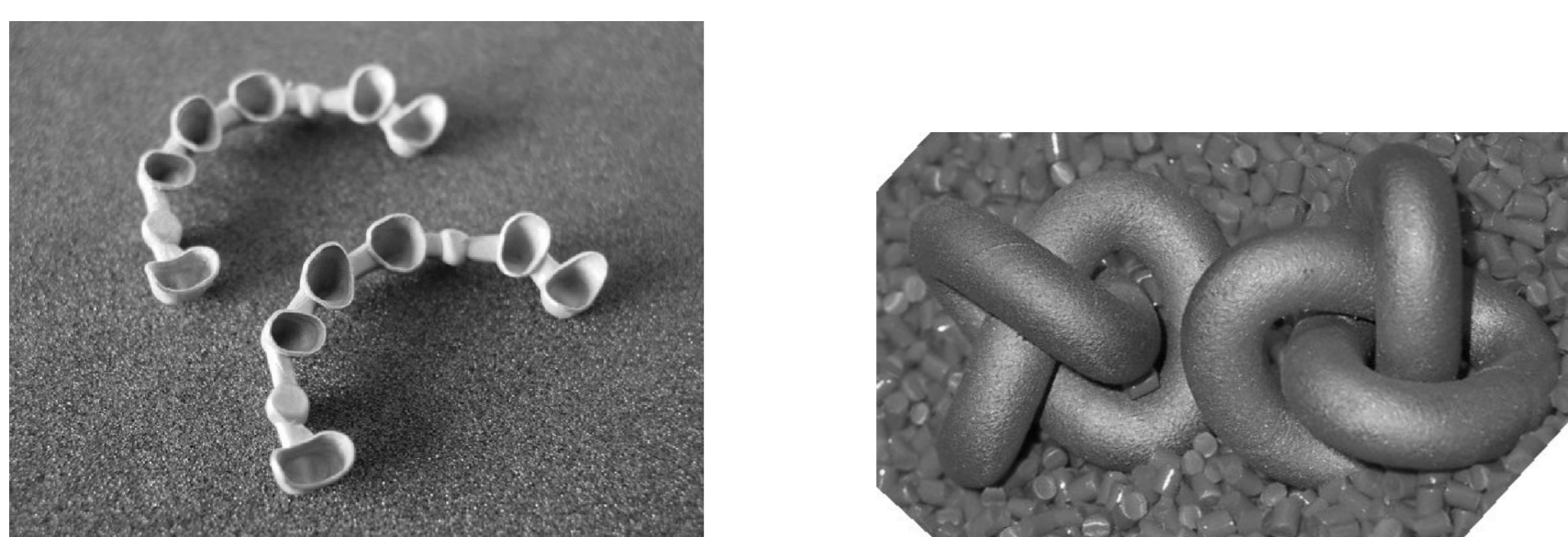
Fabrication d'outillage prototype, de pré-série (Fig. 4a) ou d'outillage à refroidissement conforme (Fig. 4b) :



a) outillage prototype b) refroidissement conforme
FIG. 4 – Moules d'injection fabriquées par SLS

2.2 Les pièces sur mesure

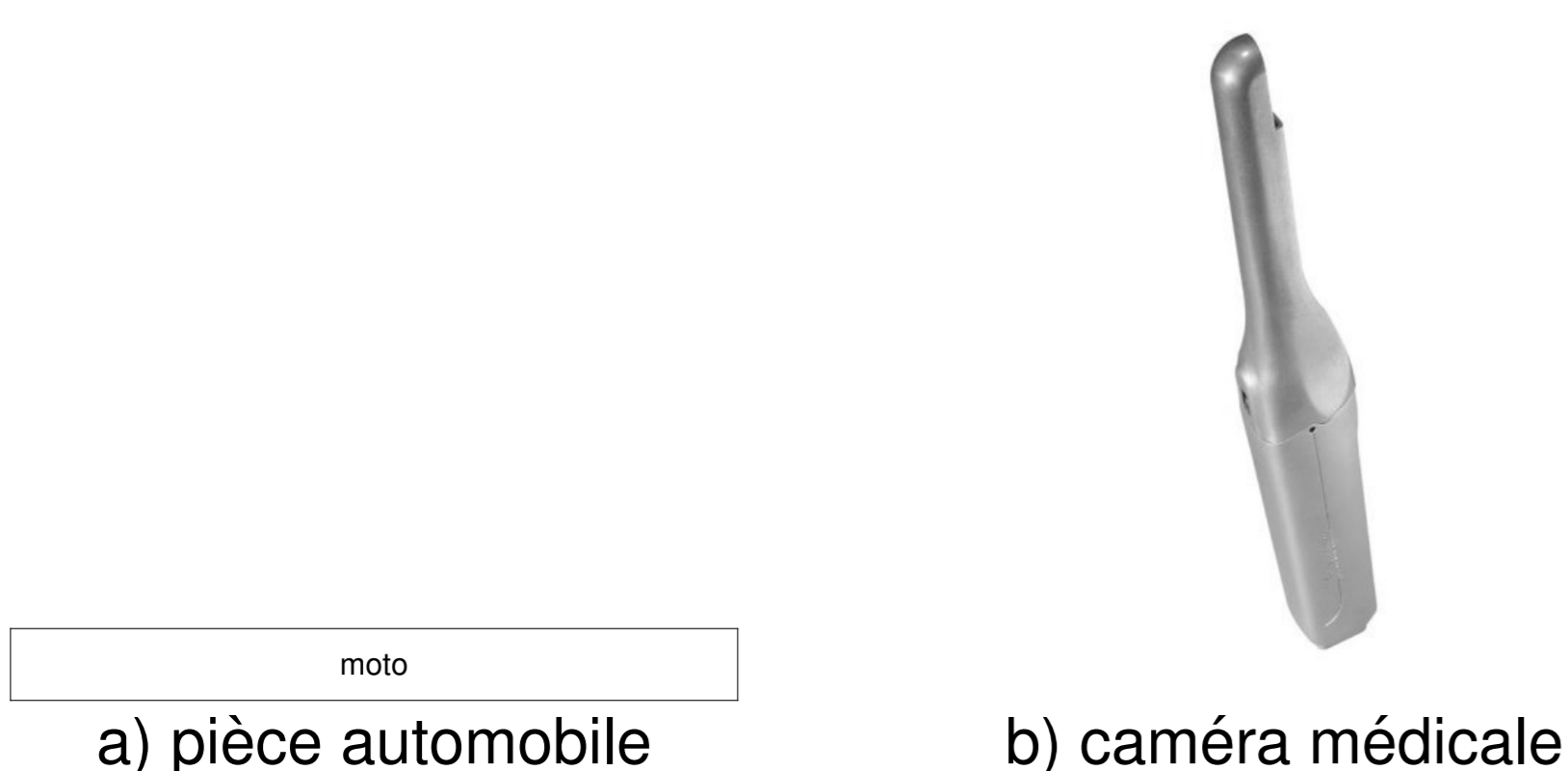
Fabrication de prothèses (dentaires ou médicales (Fig. 6a)), et de produits portés (bijoux, horlogerie, lunetterie (Fig. 6b)) :



a) prothèse dentaire b) bijou
FIG. 6 – Produits portés fabriqués par SLS

2.3 Les petites séries de pièces complexes

Fabrication de pièces à haute valeur ajoutée dans le domaine médical, aéronautique, aérospatial ou automobile (Fig. 8) :



a) pièce automobile b) caméra médicale
FIG. 8 – Pièces complexes fabriquées par SLS

3. Limitations et défauts

A l'heure actuelle, de nombreux défauts limitent encore l'application du procédé SLS :

Défauts	Conséquences
Précision $\approx 100\mu\text{m}$	Limitation des applications possibles
Rugosité $R_a \approx 50\mu\text{m}$	finitions nécessaires
Porosité $\frac{\rho_{pièce}}{\rho_{théo}} \approx 0.8$	Infiltrations nécessaires Fragilité
Contraintes résiduelles	Pièces fragiles

FIG. 9 – Limitations principales du procédé SLS

4. Equipements SLS à l'EPFL

Nous possédons une machine commerciale EOSINTTM M250 (Fig. 11),

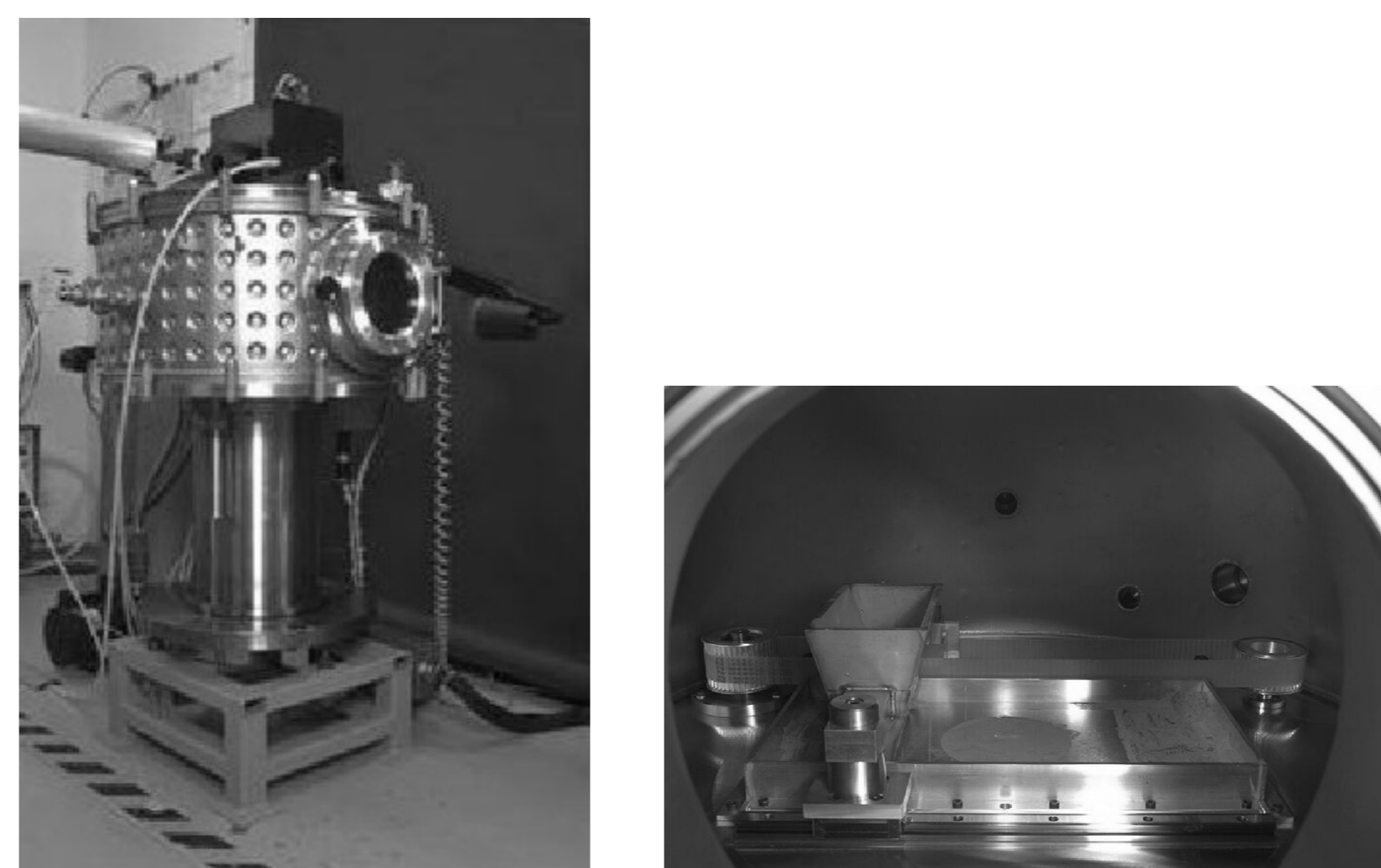
- laser CO₂, poudre bronze.



FIG. 11 – EOSINT M250

ainsi qu'une plateforme expérimentale (Fig. 13),

- laser Nd :YAG, atmosphère contrôlée,
- système de déposition interchangeable,
- tout type de poudre.



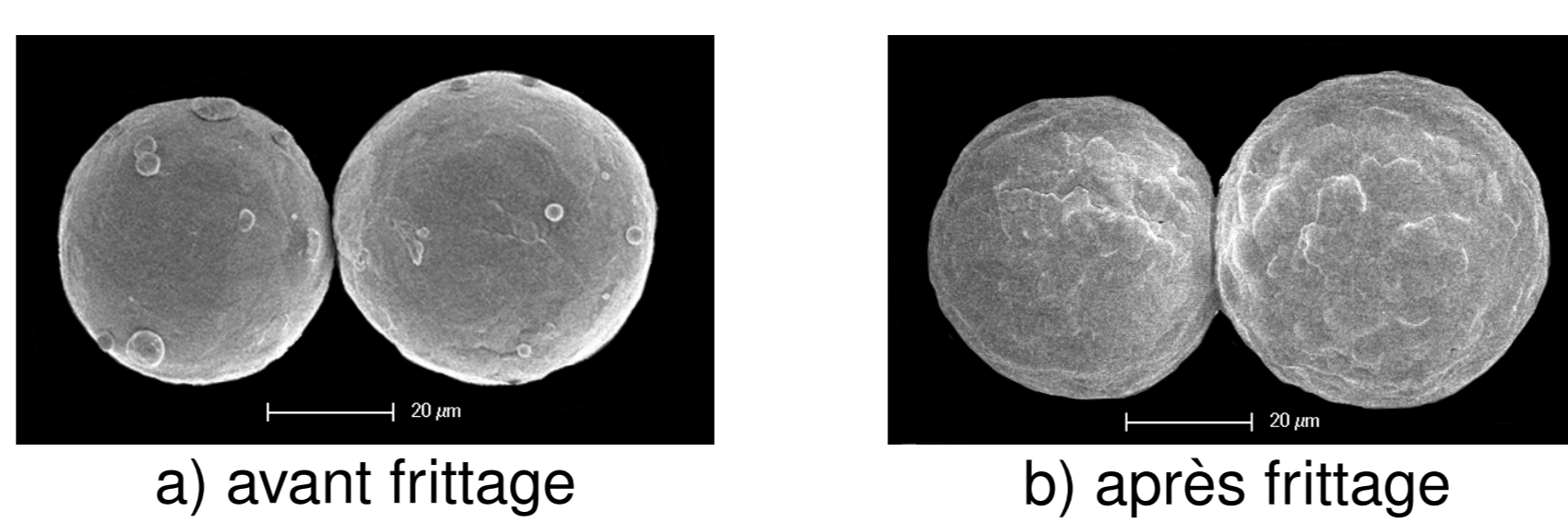
a) vue externe b) intérieur et table de travail
FIG. 13 – Plateforme expérimentale

5. Activités de recherche liées au SLS

Nous menons nos recherches dans quatre directions principales :

5.1 La modélisation :

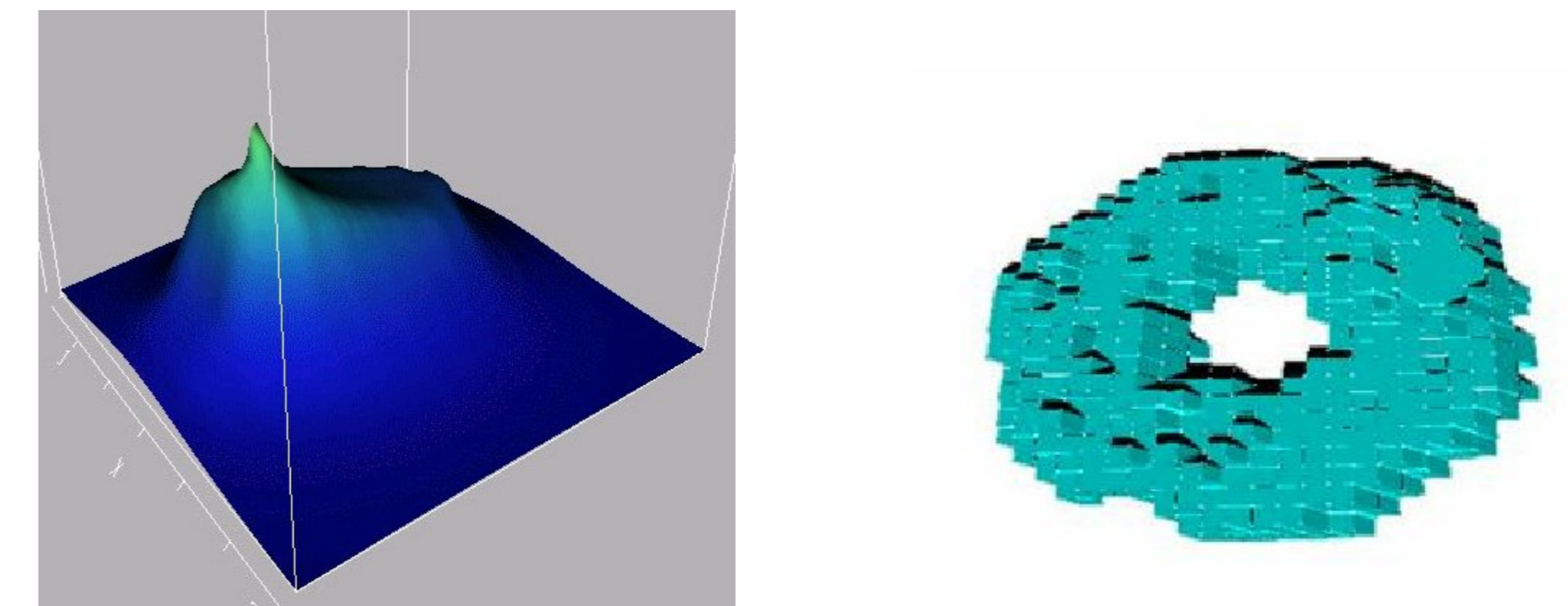
A l'échelle microscopique, on cherche à comprendre l'interaction laser-matière et la dynamique du frittage (Fig. 15) :



a) avant frittage b) après frittage
FIG. 15 – Etude de l'arrangement de deux sphères

A l'échelle macroscopique, on simule l'évolution de la

température et des joints entre les grains (Fig. 17) :



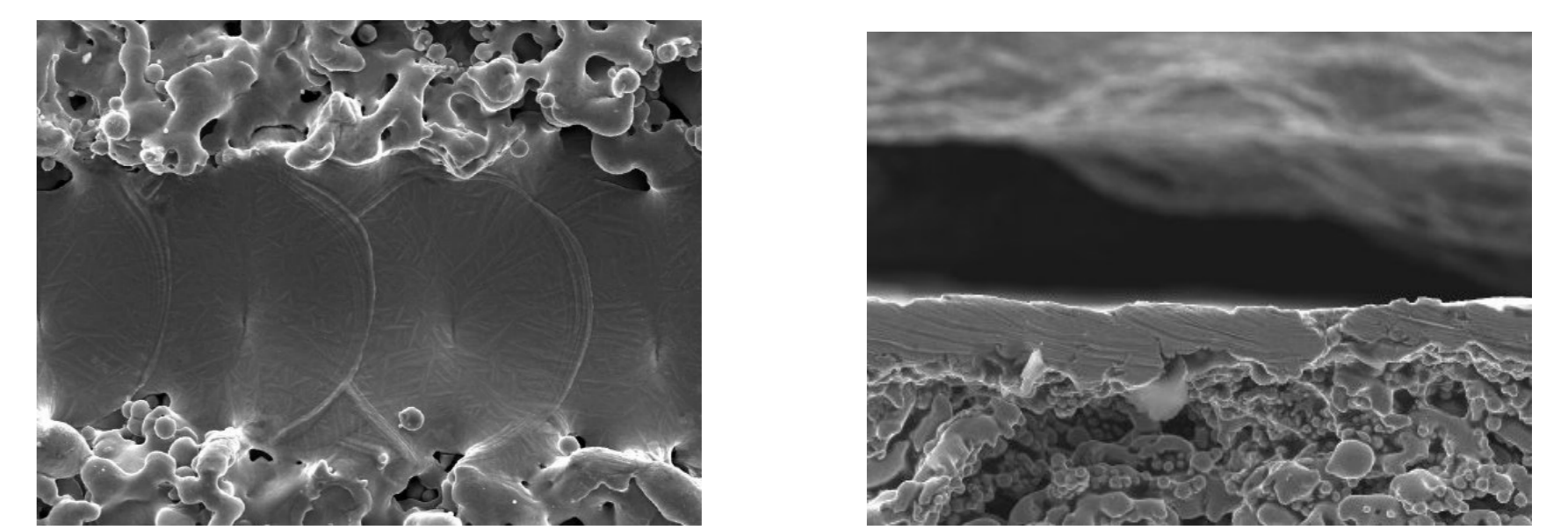
a) champ de température b) prédiction du volume fritté
FIG. 17 – Résultats de modélisation macroscopique

5.2 L'amélioration des performances du procédé :

Notre but principal est d'optimiser les paramètres laser :

- puissance, vitesse de balayage,
- fréquence de répétition, durées des pulses,
- forme du faisceau, rayon et profil.

Nous cherchons aussi à utiliser le laser non seulement comme outil de consolidation mais aussi comme outil de finition et de polissage (Fig. 19) :



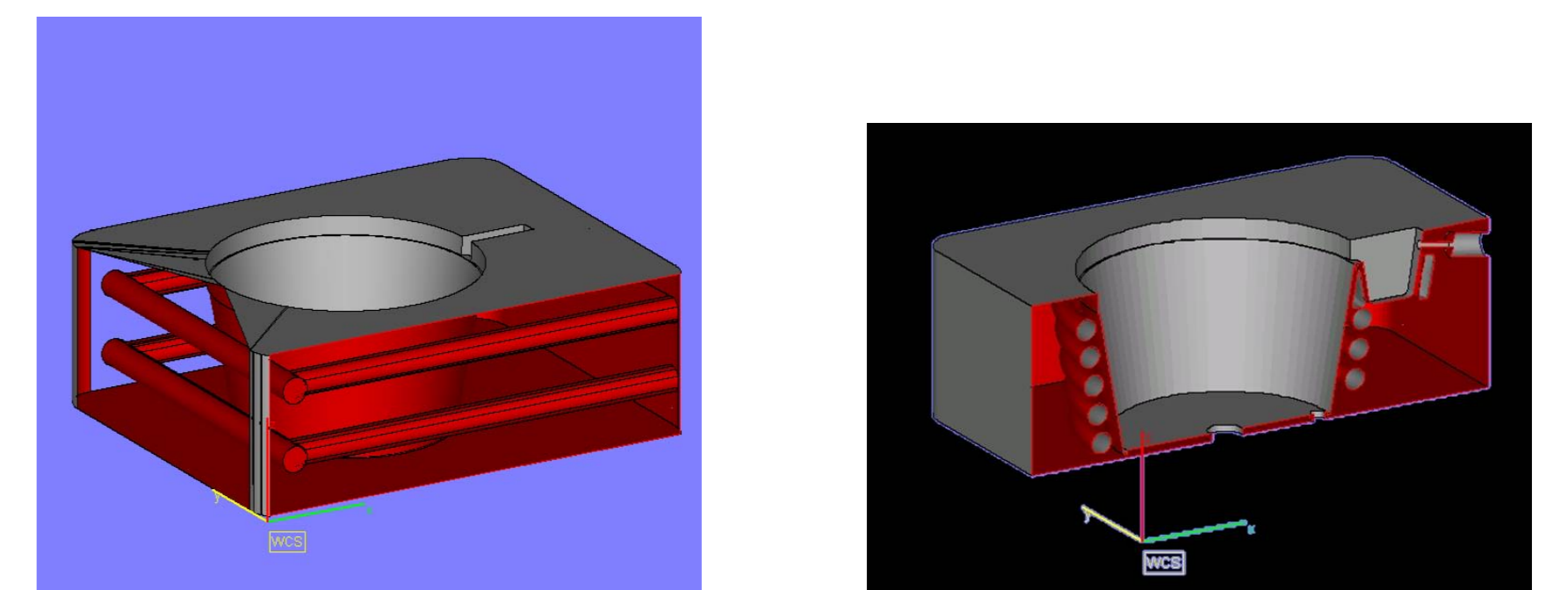
a) surface polie (part.) b) surface polie (profil)
FIG. 19 – Utilisation innovante et optimale du laser

Parallèlement, nous travaillons à obtenir des formulations chimique et physique idéales pour les poudres utilisées. Les paramètres principaux sont :

- la tension de surface,
- la viscosité du liquide,
- la température de fusion des éléments.

5.3 La valorisation d'applications nouvelles :

Nous proposons des solutions dans le domaine de l'outillage et des outils à refroidissement conforme (développement d'un logiciel pour une planification optimale des canaux (Fig. 21) :



a) moule standard b) moule optimisé
FIG. 21 – Optimisation thermique d'un moule d'injection

Nous proposons aussi notre expertise pour utiliser le processus avec des matériaux spécifiques à certaines applications comme :

- métaux précieux,
 - aluminium, métaux ferromagnétiques,
- ou avec des combinaisons de matériaux.

5.4 Le Diagnostic des pièces fabriquées

Une partie de nos activités se concentre sur la mise au point de méthodes de diagnostic non destructive des pièces frittées en nous basant, entre autre, sur :

- des mesures de résistivité,
- des analyses de vibration.