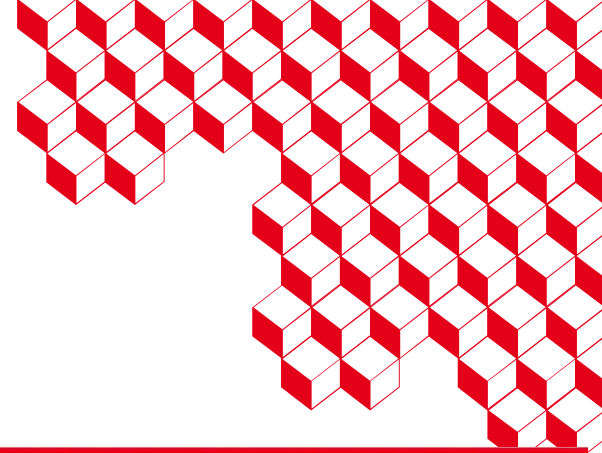




irfu

IA générative pour la rétro-ingénierie : du scan 3D à l'impression 3D ou l'usinage CNC automatisés



Séminaire IA en Ingénierie Mécanique
04/06/25

Imed MAGROUNE

Pourquoi l'IA pour la rétro-ingénierie ?

Problèmes traditionnels

Temps long, erreurs humaines, complexité des géométries.

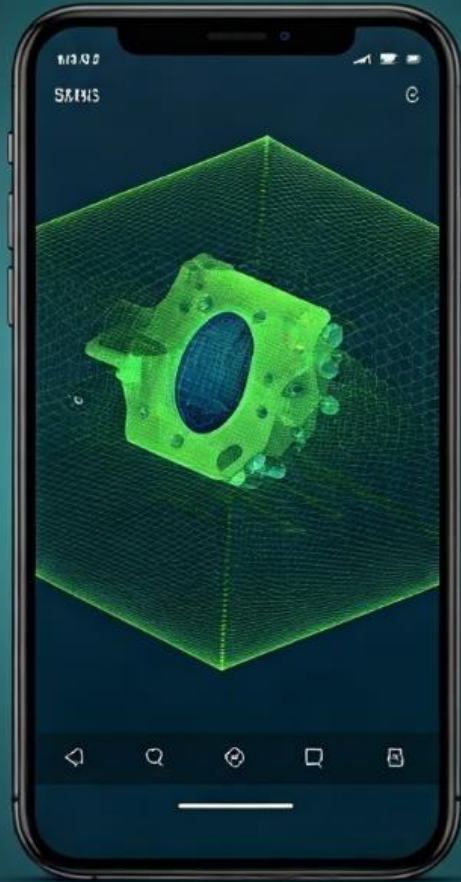
Apport de l'IA

Automatisation du traitement, précision accrue, génération rapide.

Résultats concrets

Un scan 3D traité en heures au lieu de jours.





Pipeline de rétro-ingénierie - Partie 1



Scan 3D

Capture avec smartphone (Polycam)



Nuage de points

Données brutes du scan



Maillage

Traitement par algorithmes IA

Un composant mécanique peut être scanné en seulement 10 minutes.

L'IA traite rapidement les données brutes en maillages exploitables.

Pipeline de rétro-ingénierie - Partie 2

Reconstruction CAO

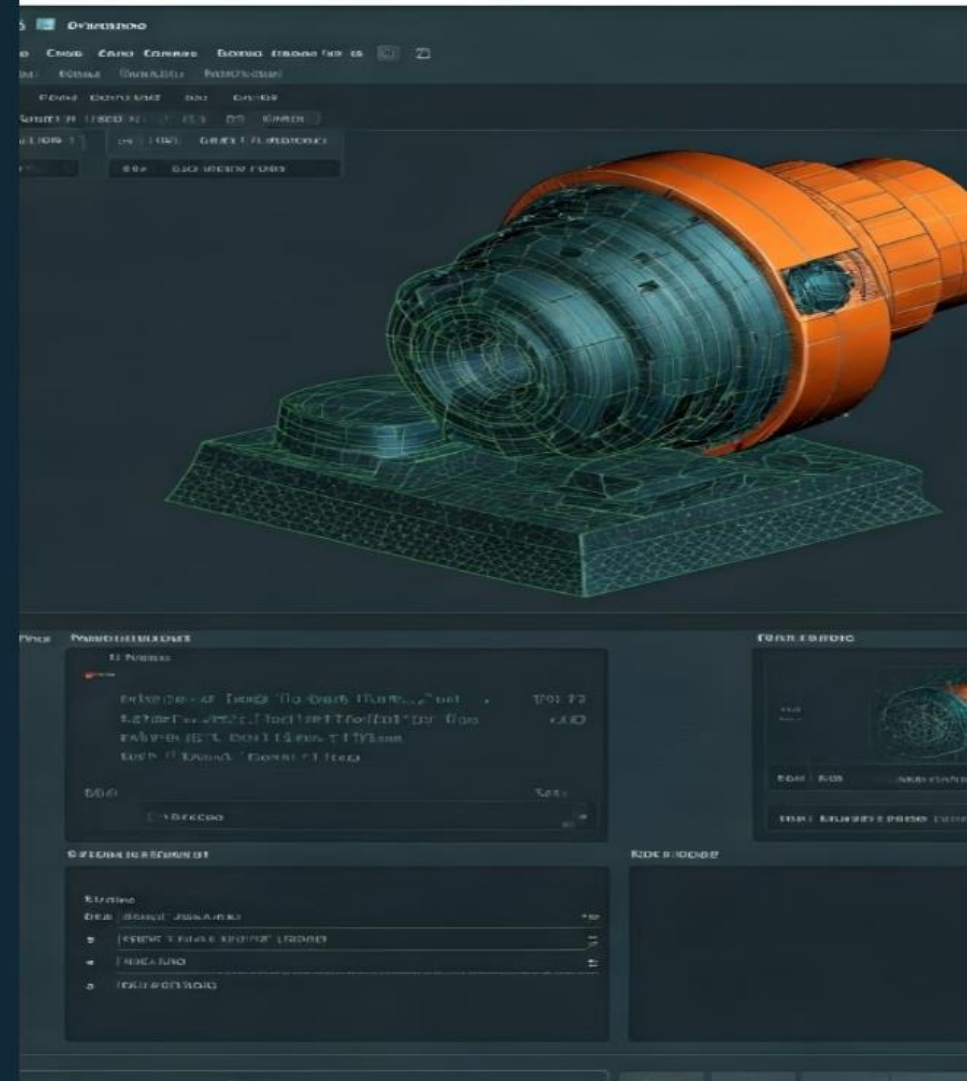
Les MLLM interprètent les maillages et génèrent des modèles CAO précis.

Génération de G-code

L'IA optimise les paramètres pour l'impression 3D ou l'usinage CNC
(Exp : plug in IA dans Cura).

Fabrication

Production physique de la pièce reconstruite.



Scan 3D avec un Smartphone

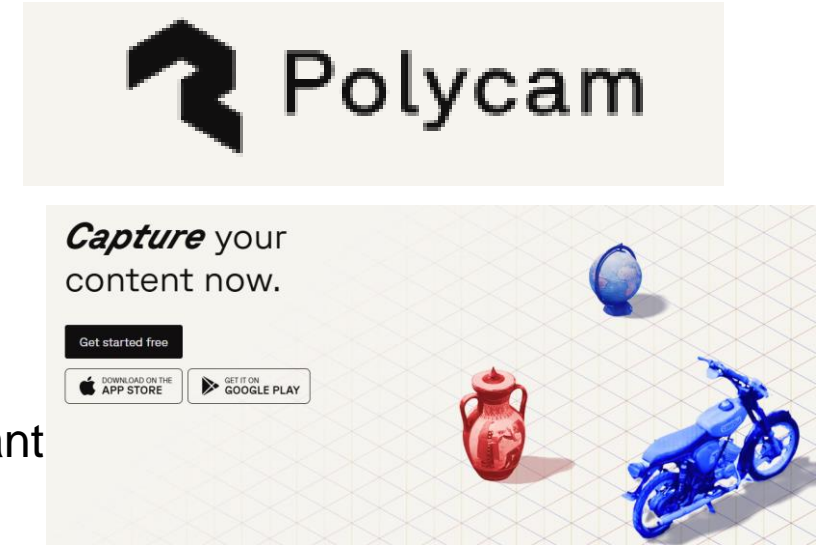
La numérisation LiDAR :

Grâce à l'intégration du capteur LiDAR sur les appareils iOS Pro, l'application permet de **capturer des environnements complets** avec une précision inégalée

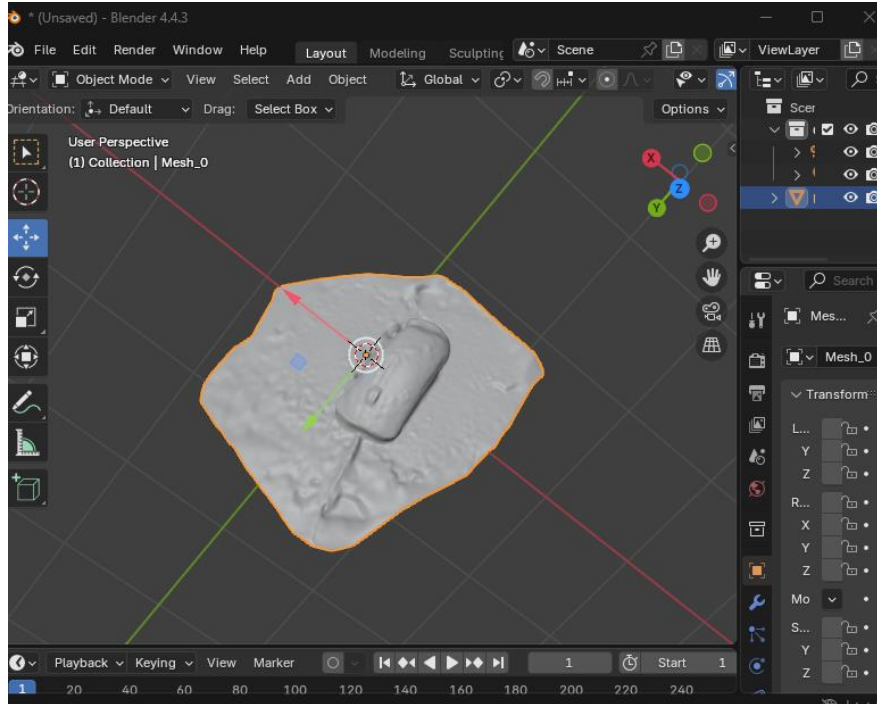
La photogrammétrie simplifiée

La photogrammétrie est une autre approche de la numérisation 3D. En utilisant simplement le mode photo sur votre smartphone ou sur le web, vous pouvez transformer n'importe quel appareil en un puissant outil de **création de modèles 3D**.

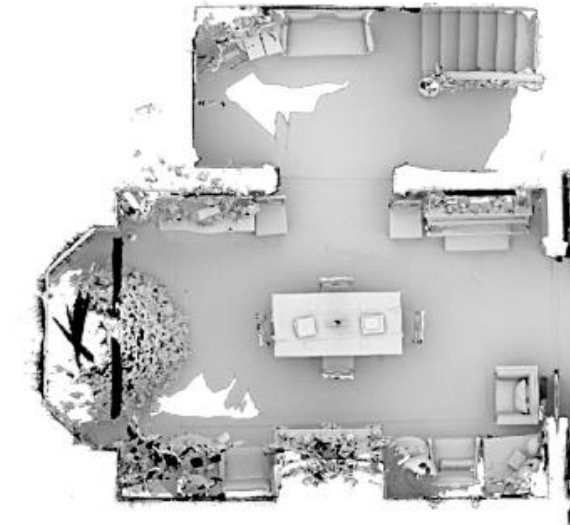
- **Actions utilisateur** : Prendre la vidéo/images et cliquer sur "Exporter en STL".
- **Apport IA** : L'IA automatise l'alignement des images et la reconstruction du nuage de points, éliminant le besoin d'expertise en photogrammétrie → fichier stl/obj en sortie (glb pour la version gratuite).
- **Gains** : Remplace les scanners 3D coûteux (milliers d'euros) par un smartphone, rendant la rétro-ingénierie accessible à tous.



Traitement du nuage de points

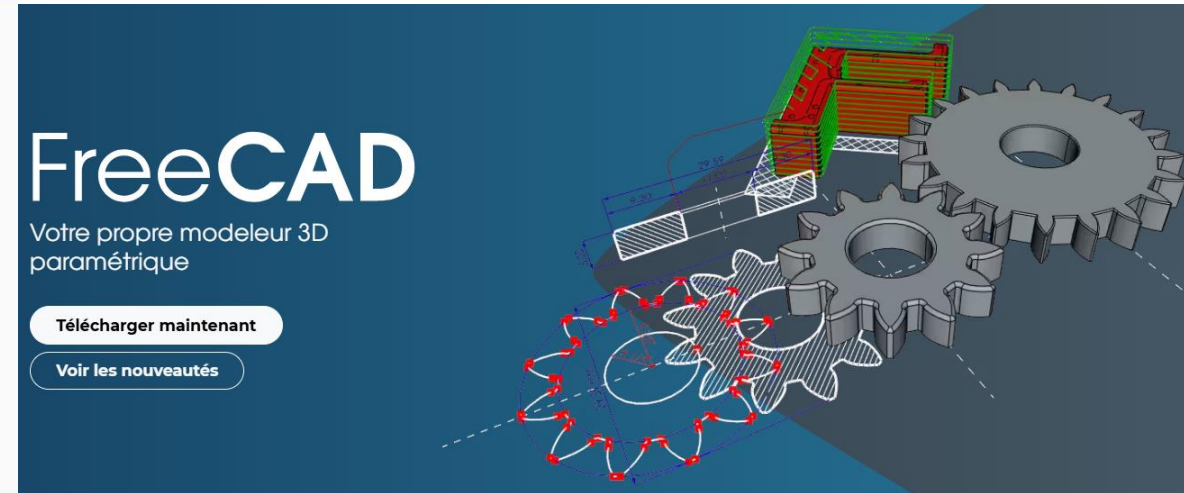
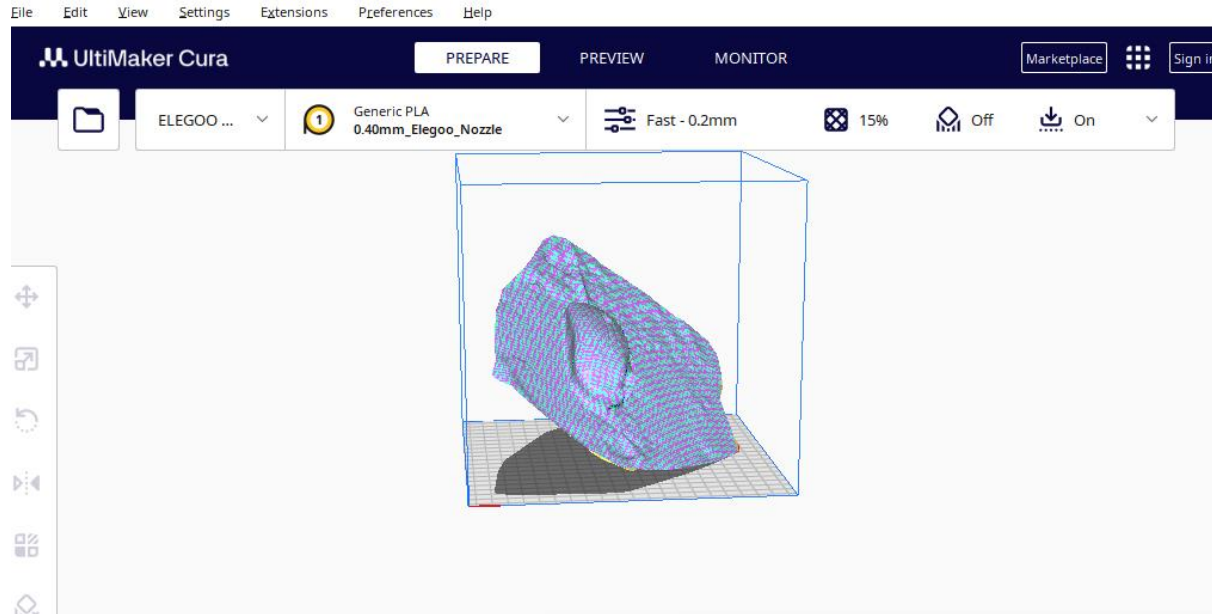


Open3D
A Modern Library for 3D Data Processing



- **Actions utilisateur** : Importer le fichier glb et lancer la reconstruction automatique (1-2 clics ou un script python prédéfini).
- **Apport IA** : Les réseaux neuronaux d'Open3D automatisent le nettoyage et la reconstruction, réduisant le temps de traitement de plusieurs heures à quelques minutes.
- **Gains** : Aucun besoin de compétences en modélisation 3D ; l'outil est gratuit et accessible sur des ordinateurs standards.

Génération G-Code



- **Actions utilisateur** : Importer le STL et lancer le script de conversion automatique (1 clic ou commande).
- **Apport IA** : Les algorithmes d'IA de FreeCAD (+OpenSCAD) détectent les features géométriques, réduisant le besoin de modélisation manuelle.
- **Gains** : Conversion rapide et accessible sans expertise CAO, démocratisant la création de modèles précis.

Fabrication

➤ Pour l'impression 3D (Fabrication additive):

- Chargez le G-code dans l'imprimante 3D (via carte SD ou USB).
- Imprimez la pièce (par exemple, en PLA pour un prototype ou PETG pour une pièce fonctionnelle).
- Post-traitement minimal : retirer les supports, poncer si nécessaire.



➤ Pour l'usinage CNC (Fabrication soustractive):

- Chargez le G-code dans la machine CNC.
- Fixez le matériau (par exemple, aluminium ou plastique) et lancez l'usinage.
- Post-traitement : ébavurer ou polir.



- **Actions utilisateur** : Charger le G-code et lancer la machine (1-2 clics).
- **Contribution IA** : G-code optimisé par IA réduit les erreurs et le temps de fabrication.
- **Gains** : Fabrication rapide et abordable

Automatisation

Automatisation avec les agents IA

LLM (Vision, Audio ..)

Connaissance, Raisonnement,



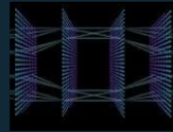
MCP / A2A

Connectivité universelle (~USB-C)



Traitement IA

Analyse et optimisation



Workflow

Native AI (Agent AI node)



Un pipeline automatisé réduit les interventions manuelles de 70% ~ 90%.

IA générative - Du workflow au code JSON

Capture d'écran



Workflow visuel n8n

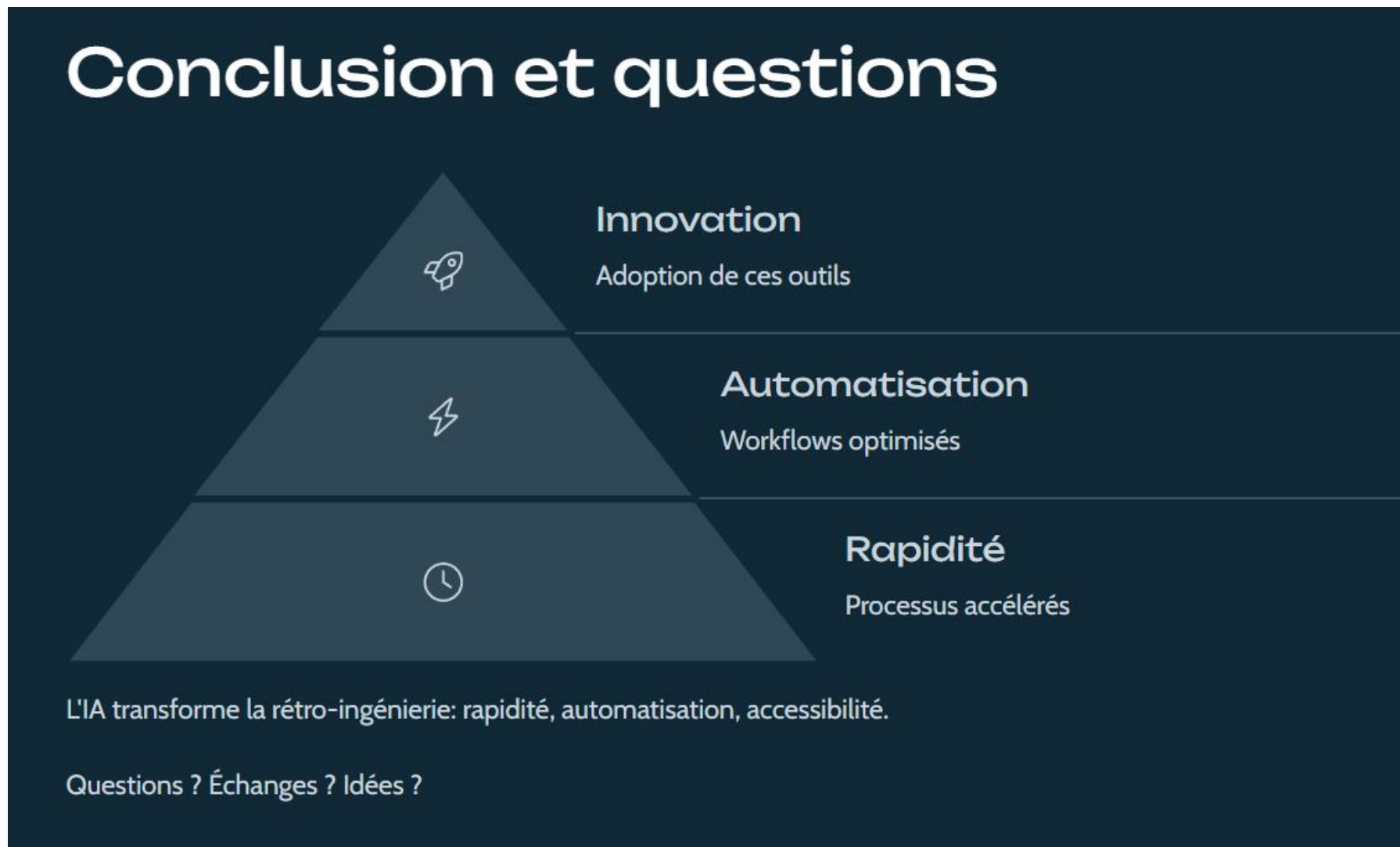
Code généré

```
{
  "nodes": [
    {
      "id": "scan3D",
      "type": "input",
    },
    {
      "id": "processAI",
      "type": "transform"
    }
  ],
  "connections": [...]
}
```

Les MLLM analysent des images pour générer du code fonctionnel pour un workflow n8n.

Génération du workflow sur description du besoin (texte ou audio) - Claude sonnet par exemple - .

➤ Exemple : Scan et envoi de mail ➔ Impression 3D



- Ce pipeline montre comment des outils open-source basés sur l'IA permettent de passer d'un scan 3D à une pièce fabriquée avec un minimum d'actions utilisateur (quelques clics par étape voire un simple envoi de mail). L'IA automatise les tâches complexes, rendant la rétro-ingénierie rapide, abordable et accessible à tous, tout en illustrant les gains d'efficacité et de productivité pour votre présentation.