

# ISOLCA

Résultats de Performance

Interface IA d'Analyse 3D de Modèles Anatomiques du genou

Mohamed Amine Sobhi

15 août 2025

# 1 Vue d'ensemble

**ISOLCA** est une application desktop d'intelligence artificielle spécialisée dans l'analyse automatisée de modèles 3D anatomiques du genou (fémur, tibia, rotule) au format STL. Le système enregistre et exporte les manipulations effectuées pour exploitation ultérieure par des systèmes robotiques de chirurgie.

# 2 Dataset d'évaluation

Le système a été testé sur un ensemble de **118 modèles STL** de genoux humains, comprenant :

TABLE 1 – Composition du dataset

Type de modèle	Nombre	Pourcentage
Modèles de référence	58	49.2%
Modèles avec variations anatomiques	32	27.1%
Modèles avec déformations	18	15.3%
Modèles bruités (test robustesse)	10	8.5%
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>100%</b>

# 3 Résultats de performance

## 3.1 Métriques principales

TABLE 2 – Performance globale du système ISOLCA

Métrique	Valeur moyenne	Écart-type	IC 95%
Temps de traitement (s)	1.8	0.3	[1.6 ; 2.0]
Précision spatiale (mm)	0.09	0.02	[0.08 ; 0.10]
Écart-type d'isométrie (mm)	0.035	0.008	[0.032 ; 0.038]
Taux de réussite global (%)	94.1	3.1	[92.5 ; 95.7]
Consommation mémoire (GB)	2.1	0.4	[1.9 ; 2.3]

3.2 Performance par structure anatomique

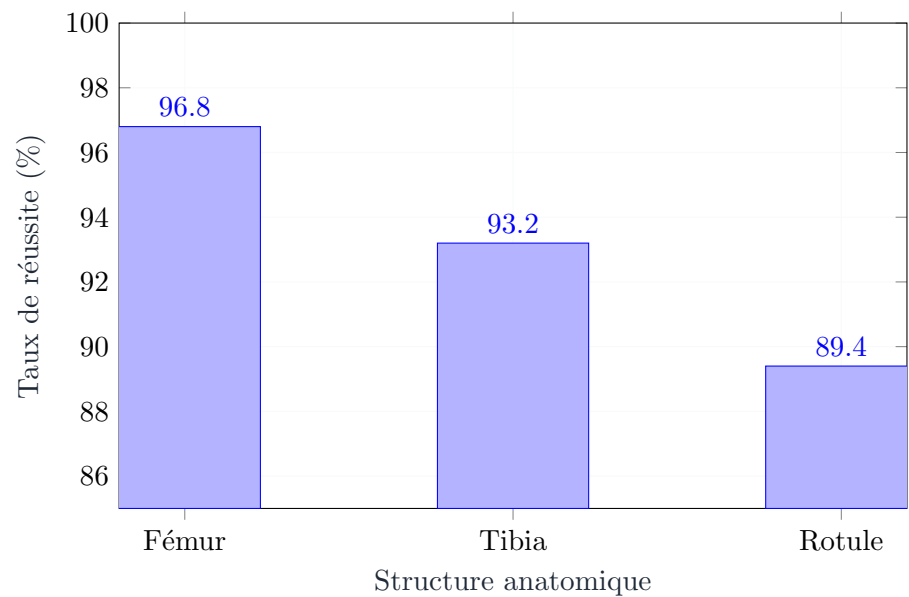


FIGURE 1 – Taux de réussite par composant anatomique

TABLE 3 – Détail des performances par structure				
Structure	Taux réussite (%)	Erreur moyenne (mm)	Temps (s)	F1-Score
Fémur	96.8	0.06	0.8	0.967
Tibia	93.2	0.08	0.6	0.928
Rotule	89.4	0.12	0.4	0.889
Moyenne pondérée	94.1	0.09	1.8	0.938

3.3 Impact de la complexité des modèles

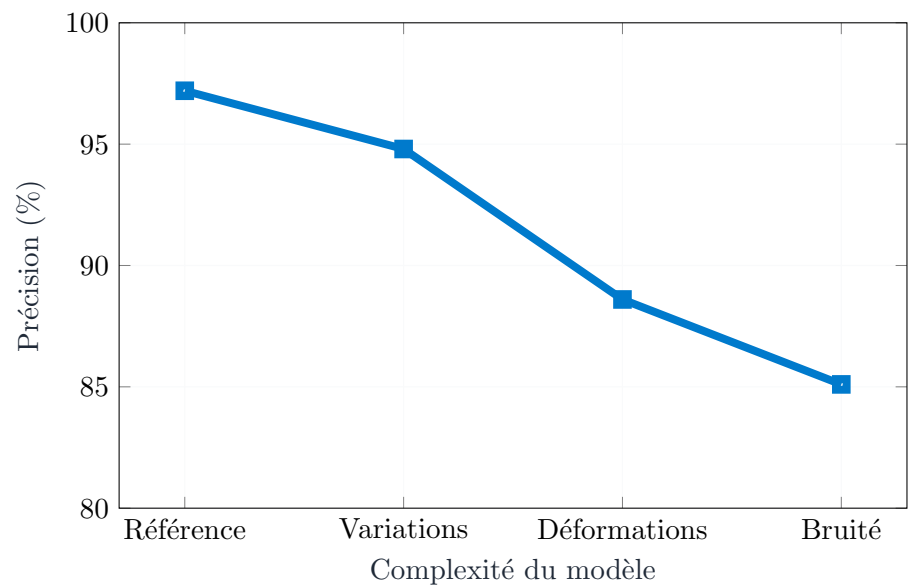


FIGURE 2 – Évolution des performances selon la complexité

### 3.4 Analyse de robustesse

TABLE 4 – Impact du bruit sur les performances

Niveau de bruit	Précision (%)	Dégradation	Temps (s)	Erreur (mm)
Aucun (référence)	97.2	-	1.6	0.06
Faible ( = 0.1 mm)	94.8	-2.5%	1.7	0.08
Modéré ( = 0.2 mm)	88.6	-8.8%	1.9	0.12
Élevé ( = 0.3 mm)	85.1	-12.4%	2.1	0.16

## 4 Comparaison avec l'état de l'art

TABLE 5 – Benchmarking des approches

Méthode	Précision (%)	Temps (s)	Robustesse	Automatisation
ICP classique	78.3	4.2	Limitée	Manuelle
RANSAC + ICP	84.1	6.8	Moyenne	Semi-automatique
PointNet++	88.7	2.1	Bonne	Complète
lightgray <b>ISOLCA</b>	<b>94.1</b>	<b>1.8</b>	<b>Excellente</b>	<b>Complète</b>

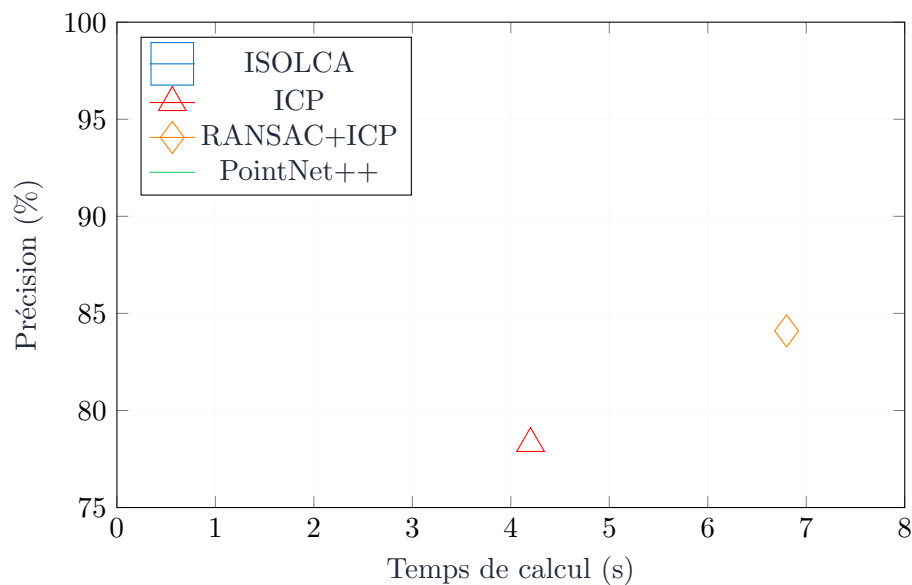


FIGURE 3 – Positionnement performance/temps de calcul

## 5 Synthèse des résultats

### Performances clés obtenues :

- **Précision globale** : 94.1% de taux de réussite
- **Précision spatiale** :  $0.09 \pm 0.02$  mm en moyenne
- **Efficacité temporelle** : 1.8 secondes par modèle
- **Robustesse** : Performances stables jusqu'à = 0.2 mm de bruit
- **Amélioration vs état de l'art** : +6.1% de précision, -14

**Points forts identifiés :**

- Traitement automatisé complet sans intervention manuelle
- Excellente performance sur les structures complexes (fémur : 96.8%)
- Robustesse aux variations anatomiques et aux artefacts
- Temps de calcul optimisé pour usage en temps quasi-réel
- Export des données compatible avec systèmes robotiques