

Conception instruments chirurgicaux

Evaluation de l'usage par l'utilisation de la RV

Guillaume Thomann

Laboratoire G-SCOP
46, av Félix Viallet
38031 Grenoble Cedex
www.g-scop.inpg.fr

Lundi 7 novembre 2011 - La Pitié Salpêtrière, Paris
GDR STIC Santé – thème F

1. La conception centrée utilisateur
Objectifs
2. Le contexte de l'étude
3. Première phase de l'étude : expérimentation itérative
4. Seconde phase : vers la Réalité Virtuelle
5. Conclusion

1. Conception Centrée Utilisateur : objectifs

- Pourquoi ?
 - Pour être au plus près des exigences des utilisateurs
 - Pour concevoir un produit répondant au mieux à leurs besoins

 - Méthodes et outils "classiques" de conception ne sont pas efficaces
 - Utilisateur "spécifique"
 - Conception personnalisée nécessaire
 - Une étude et des outils appropriés sont nécessaires dans ces cas particuliers

1. Conception Centrée Utilisateur : objectifs

- développer, expérimenter, formaliser des outils et des méthodes **pour assister la conception et adapter les procédés de fabrication** pour des produits centrés utilisateurs
 - Conception d'instruments chirurgicaux, validation par l'usage
 - Conception de système ergonomiques d'aide à la pratique musicale pour personnes handicapées
- Comprendre les caractéristiques de l'utilisateur et les intégrer dans le processus de conception
- *Standardisation* des outils et méthodes



- Conception d'instruments chirurgicaux pour des interventions mini-invasives
 - répondre efficacement et rapidement à une demande croissante dans le domaine
 - traumatologie et orthopédie
 - conception mécanique et fabrication
 - produit innovant souvent lié à une nouvelle procédure chirurgicale

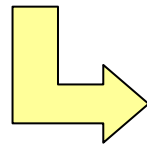
- Problématique rencontrée

Instrument conçus et fabriqués mais mal/pas utilisés et donc comment être plus sûrs de la **bonne** proposition

2. Le contexte de l'étude

Chirurgie classique

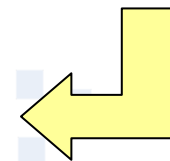
- grandes incisions
- plus de temps pour récupérer
- conséquences post-opératoires



Chirurgie mini-invasive

- petites incisions
- plus de précision lors de l'intervention
- moins de conséquences post-opératoires

- limitation de l'espace opératoire
- coordination mains-yeux et dextérité réduite
- réduction des sensations tactiles

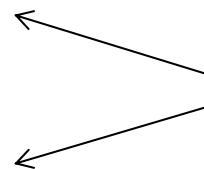


Nouveaux instruments adaptés

- conceptions centrées sur les besoins
- nouvelles procédures chirurgicales
- essais et validations nécessaires !

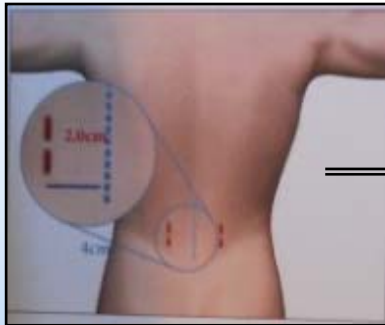
expérimentations

simulations

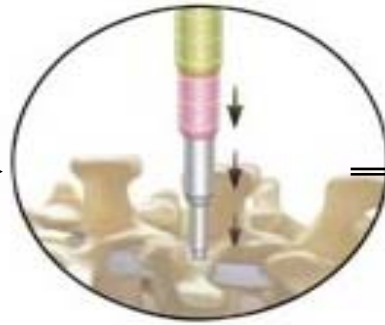


Procédure MIS arthrodièse lombaire

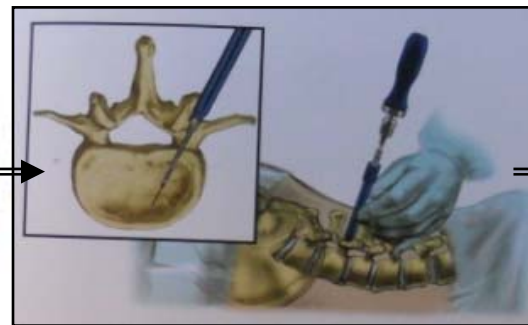
Incision



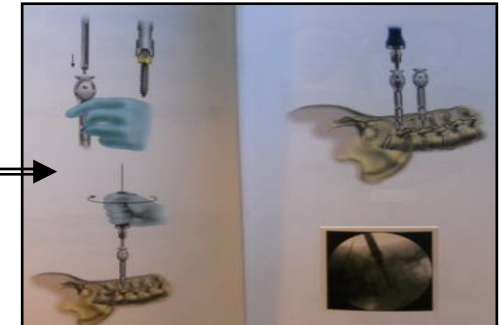
Mise en position du persuadeur



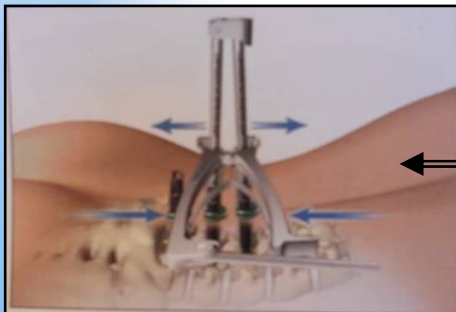
Déterminer la position de la vis pédiculaire



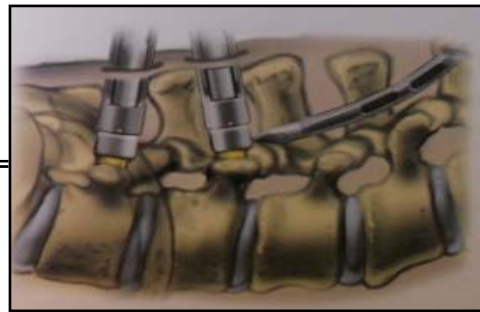
Mettre la vis pédiculaire



Distraction/Compression



Insérer la tige



Préparer la tige



- Démarche de la recherche itérative
 - Suivi du processus itératif et observation grandeur nature des moments pouvant provoquer les décalages :
 - Phases de la procédure chirurgicale
 - Fonctions technologiques pas/mal adaptées
 - Manipulation trop « délicate »
 - Appareillage en salle d'opération non adapté

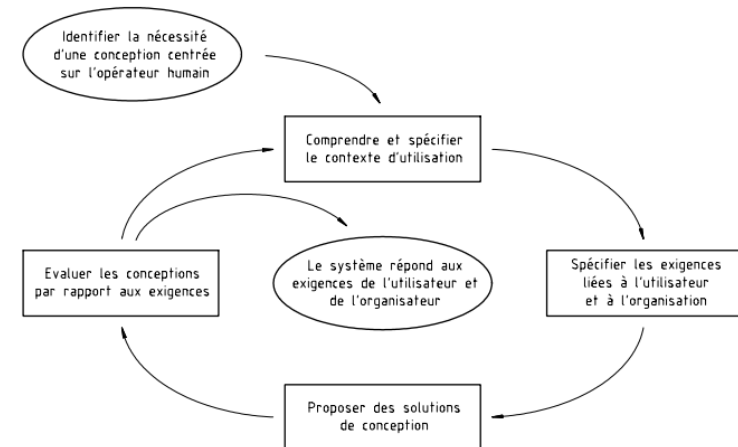
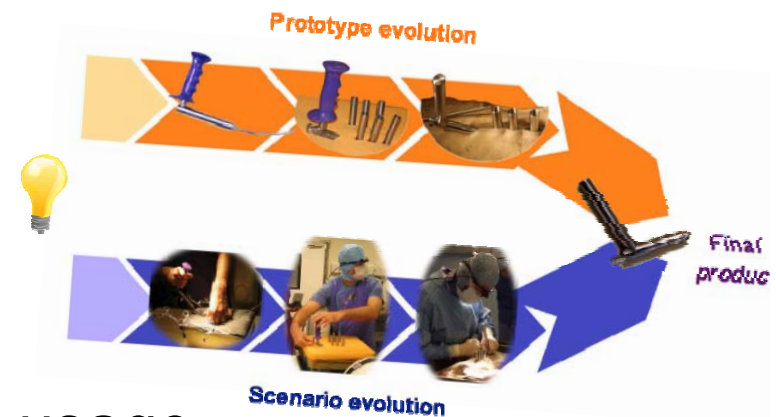
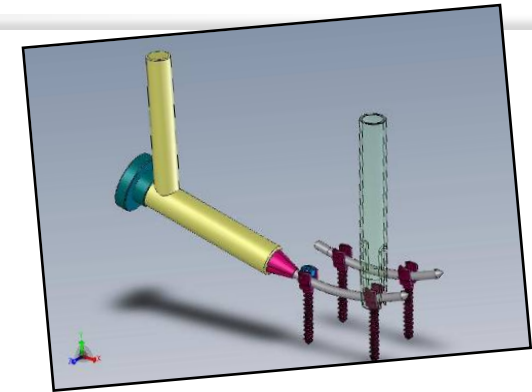


Figure 1 — Interdépendance des activités de conception centrée sur l'opérateur humain

– *Action research* :

- observer les conditions actuelles (proposition validée par le praticien)
 - 4 observations complètes classiques + 2 MIS
- identifier des besoins du professionnel (idem)
- discuter pour validation et recherche de solutions
- proposer des prototypes
 - 4 prototypes successifs
- évaluer successivement à différentes étapes de l'intervention
 - 4 expérimentations en salle d'opération
- y coupler une observation instrumentée
 - adaptée aux circonstances opératoires
- débattre des observations et validation
- proposer un instrument "final"
- évaluation finale et validation clinique

- Proposition d'outils méthodologique de conception
 - émulation VS simulation
 - scénario étendu VS scénario
 - Procédure chirurgicale
 - Fonctions du prototype à évaluer
 - Situation de l'usage
 - Instrumentation pour l'observation
 - coévolution du produit et de son usage
 - instrumentation pour observation et analyse



- Bilan de l'expérimentation « itérative »
 - Temps de mise en place des expérimentations
 - Coût et temps de fabrication mannequins et prototypes successifs
 - Organisation auprès du CHRU
 - Analyse des vidéos des expérimentations (temps)
 - Pas d'informations quantitatives sur le ressenti du praticien !
 - Mais manipulation physique du prototype de l'instrument chirurgical

Pourquoi ?

- Outils à disposition sur la plate-forme technologique GI-Nova du pôle AIP Primeca DS*
- Tendence actuelle pour l'utilisation de moyens de simulations numériques
- Facilité de modifications du prototype à concevoir (coût et mise en œuvre)
- Possibilités de mesures via la manipulation d'un bras à retour d'effort !

* <http://www.aip-primeca-ds.net/-GI-Nova-.html>

Objectif : valider l'usage de l'instrument chirurgical utilisé sur une phase de l'intervention complète

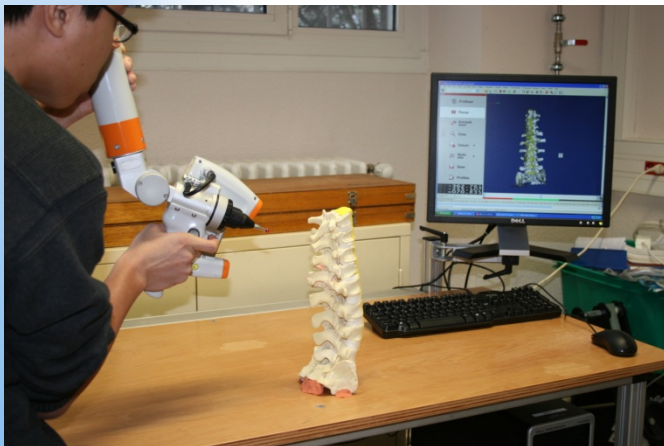
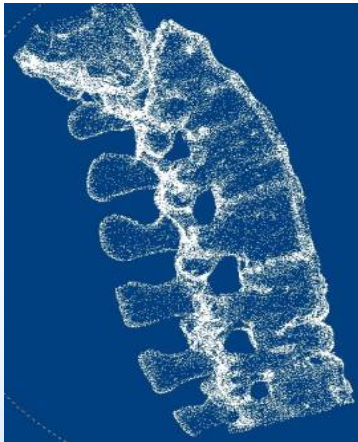
Difficultés à prévoir / Question à résoudre !

- Maîtriser la sensation haptique (retour d'effort) des outils chirurgicaux dans les interactions avec des autres objets
- « Bien » simuler la procédure de l'insertion de la tige à travers les têtes des vis pédiculaires.
- Permettre aux chirurgiens de manipuler l'instrument Protige afin de valider son usage.
- Quelle modélisation suffisamment « représentative » de l'anatomie et de l'environnement opératoire ?

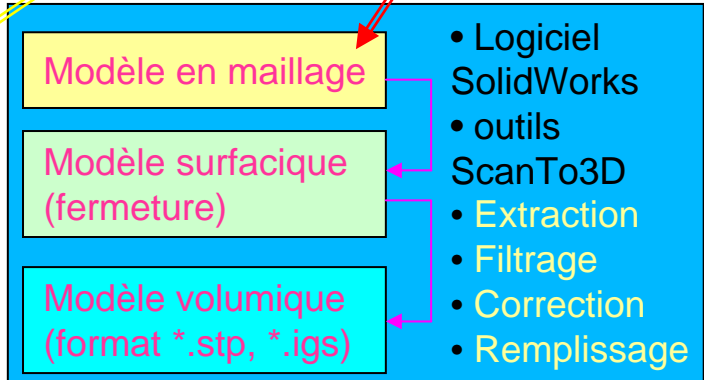
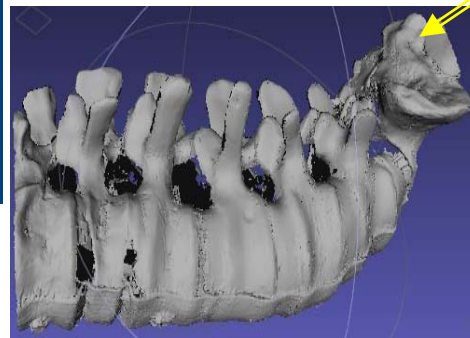
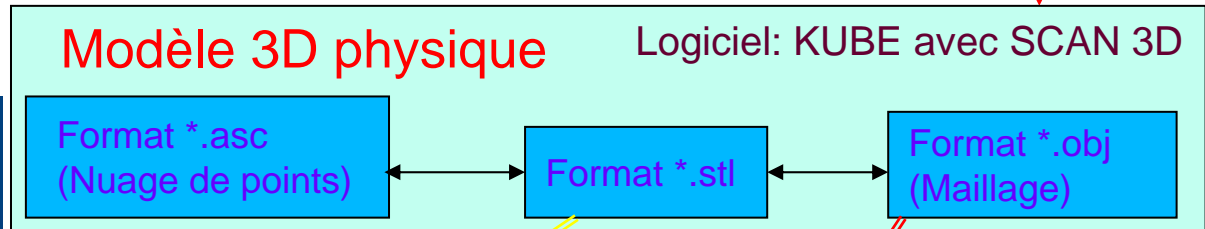
- Avec quels moyens ?
- Modélisation de la situation opératoire
 - Anatomie du patient
 - à partir de l'utilisation du scanner 3D (AIP Primeca)
 - à partir de l'imagerie médicale (et traitement informatique)
 - Instrumentation médicale
 - instrumentation et placement des implants (grâce à l'expérience du praticien)
 - modélisation « simplifiée », mais nécessaire de la salle d'opération
 - Utilisation de Catia V5, vision 3D, bras à retour d'efforts (sensation tout ou rien lors d'un contact)

4. Vers la Réalité Virtuelle

a) à partir des données scannées



• Colonne vertébrale

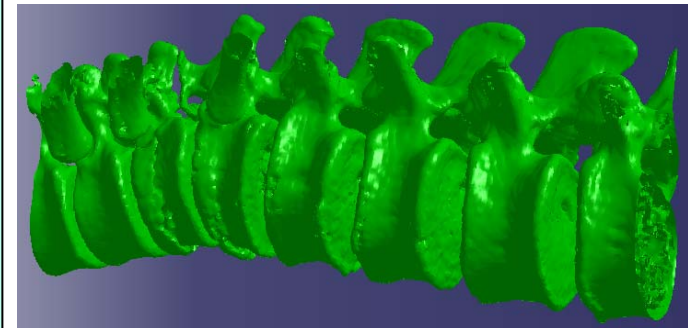
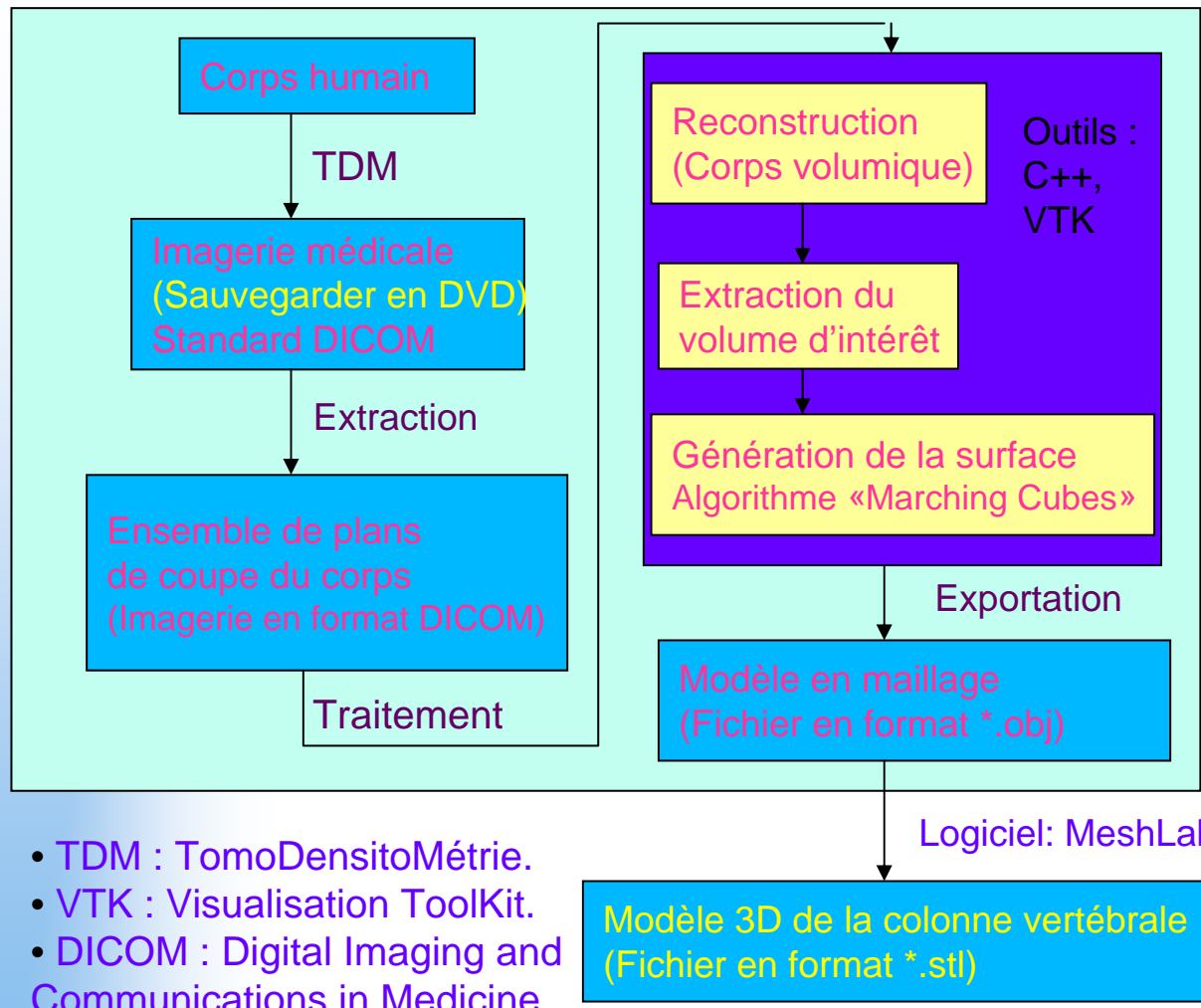


Bilan mitigé

- complication des données.
- beaucoup d'erreurs dans le modèle en maillage surfacique
- pas de différenciation squelette / disques intervertébraux

4. Vers la Réalité Virtuelle

b) à partir de l'imagerie médicale



Bilan

- développement outil informatique dédié
- belle représentation géométrique finale
- extraction uniquement du squelette (choix lors du traitement des données)
- pas de mobilité entre les vertèbres

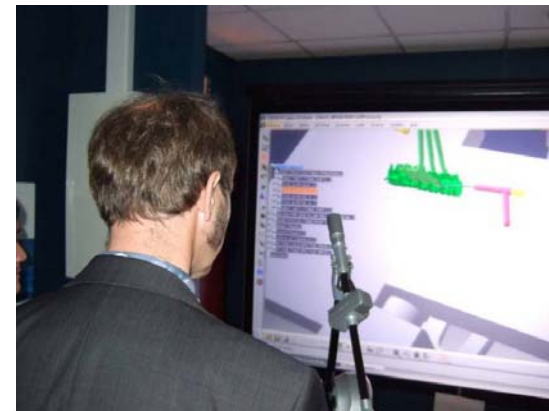


Difficultés rencontrées

- manque d'habitude de manipulation du système haptique,
- des axes non concordant (poignée bras VS instrument chirurgical) → PB de réalisme
- pas de sensations de tissus mous (que dur) !
- vision 3D difficiles à utiliser
- sensation de "frottement" entre instruments pas réalistes
- utilisation de la space-Mousse pas facile

Satisfactions

- réalisme du rendu visuel (salle, colonne, instruments et leurs positionnement)
- qualité de la manipulation avec le robot
- découvertes de grandes ouvertures possibles pour les recherches futures

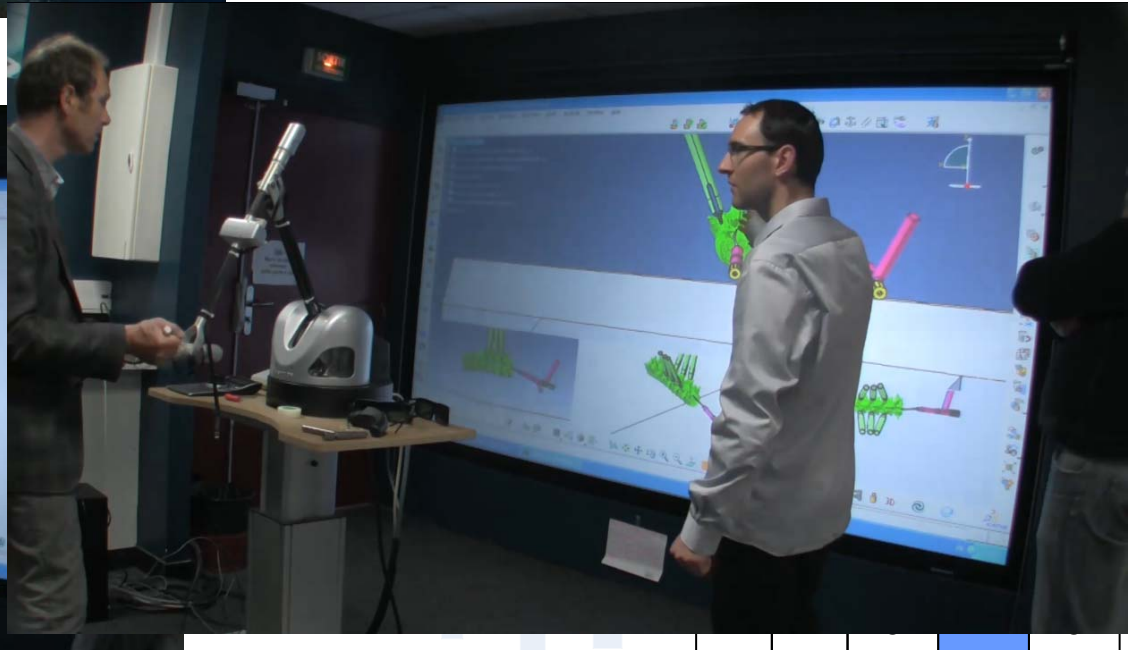


4. Vers la Réalité Virtuelle



évolutions

- vignettes permettant le repérage 3D plus aisé pour le praticien (sans les lunettes)
- interface physique (bout de bras) adaptée à l'instrument à évaluer
- positionnement personnalisé de la base du bras haptique



- Utilisation de la RV pour co-validation itérative du prototype !
 - Créer un environnement immersif *convaincant*
 - bloc opératoire / modélisation de l'anatomie / orientation / etc.
 - Proposer une interface haptique *adaptée*
 - préhension / positionnement user VS patient /
 - Avoir un retour d'effort *représentatif*
 - tissus & organes touchés ou traversés
 - adapté au besoin du praticien
 - Evaluation *rapide* en amont
 - modifications mécaniques aisées
 - modification procédure opératoire en TR

- Co-valider un prototype pré-final avec des moyens peu coûteux et rapides à mettre en œuvre
 - Proposer un moyen de reconstruire rapidement un modèle 3D *convaincant* pour le praticien
 - réseau VISIONAIR
 - réutilisation des résultats de recherche de modélisation 3D à partir d'image scanner de patient
 - Évaluer un niveau suffisant de sensation (retour d'effort) pour répondre à notre problématique ?
 - participation de plusieurs chirurgien à des campagnes de tests
 - autre logiciel de simulation que CATIA (→SOFA connecté au bras haptique ?)