



Contributions aux opérations d'usinage robotisées pour le matériau bois

Oussama AYARI, Anis BOUALI, Pierre-Jean MEAUSOONE



Contexte et objectif de la recherche

Objectifs de la présentation

Dispositif et protocole expérimentaux

Résultats et discussions

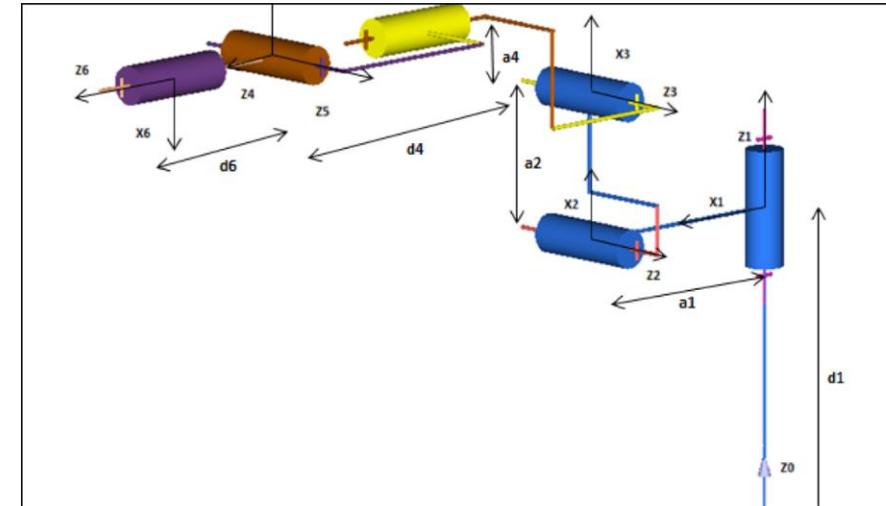
Conclusion et perspectives

Objectif de la recherche

- Thèse MESR
- LERMAB /ENSTIB



Difficultés technologiques



Difficultés scientifiques



Contexte et objectif de la recherche

Objectifs de la présentation

Dispositif et protocole expérimentaux

Résultats et discussions

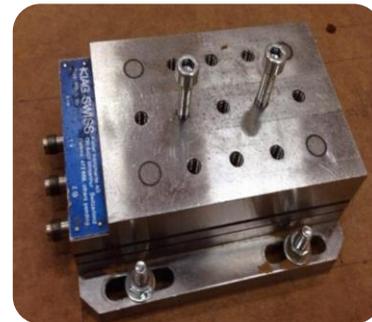
Conclusion et perspectives

Objectifs de la présentation

- Usinage par enlèvement de matière en utilisant un système robotisé:

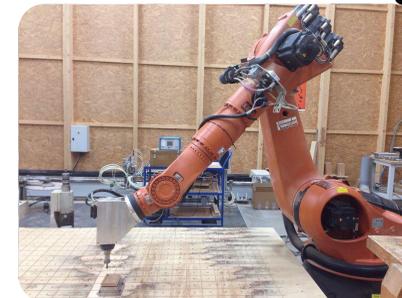
- Caractérisation

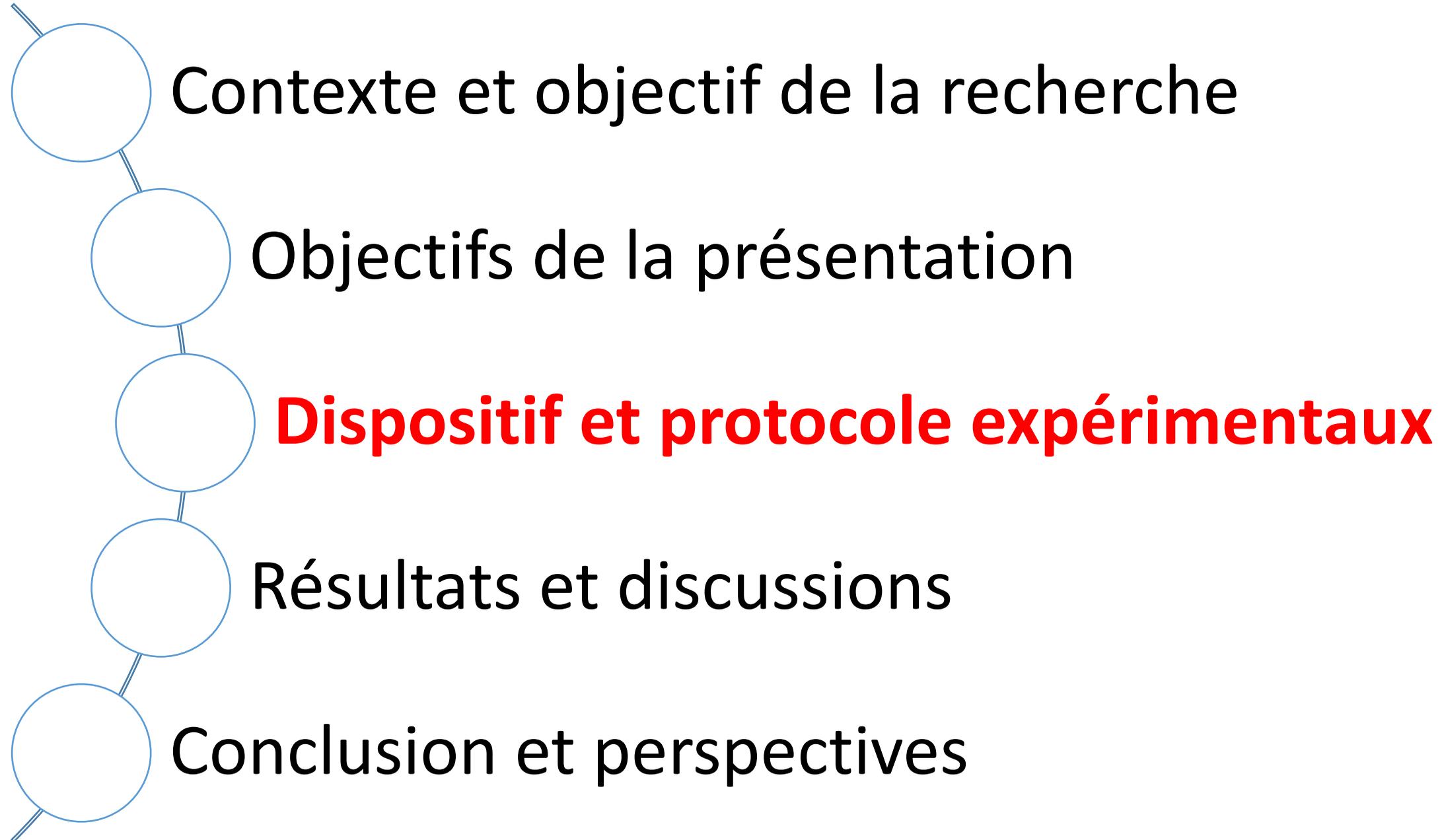
- Efforts de coupe
- Précision des usinages



- Problématique: Quels liens entre les paramètres d'usinage robotisé:

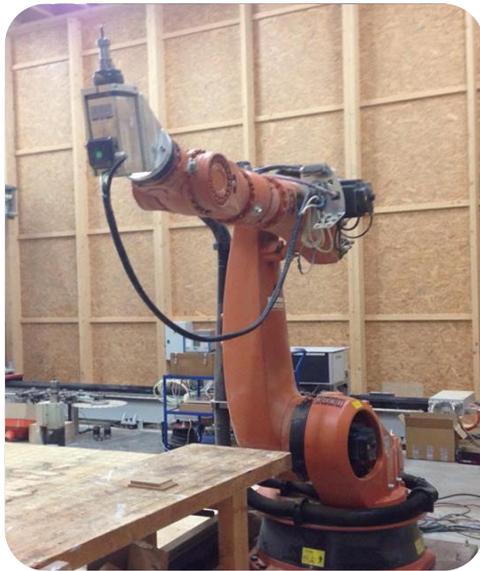
- Configuration robot
- Méthodes d'usinage





Dispositif et protocole expérimentaux

- Usinage robotisé:
- Usinage de type défonceage:



KR 210 L 180- Kuka.



Echantillon usiné

- Matériau: MDF
 - Homogénéité



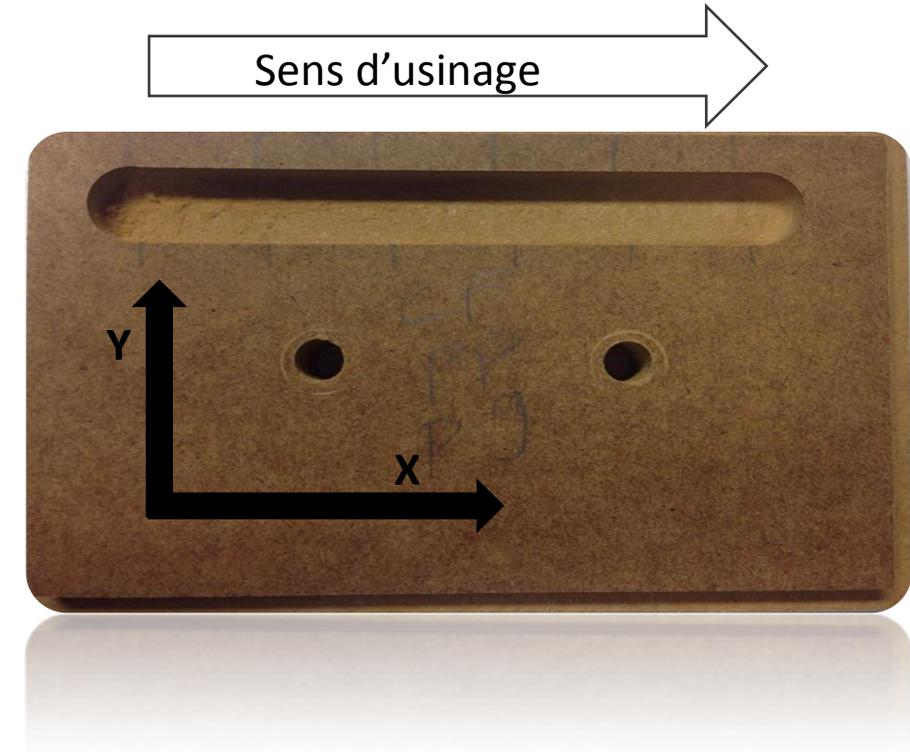
Dispositif et protocole expérimentaux

- Outillage:
- Conditions de coupe:



Outil de diamètre
14 mm à une dent.

- Vitesse d'avance en mm/min : 1000
- Vitesse de rot outil en tr/min : 15000
- Prise de passe en mm : 10
- Nbre de dents : 1
- Diamètre de l'outil en mm : 14
- Profondeur de passe en mm : 10



Dispositif et protocole expérimentaux: méthode d'usinage

Pièce bridée

- L'échantillon est bridé sur la table et le poste d'usinage est monté sur le robot. Le capteur d'effort est fixé au dessous de l'échantillon.



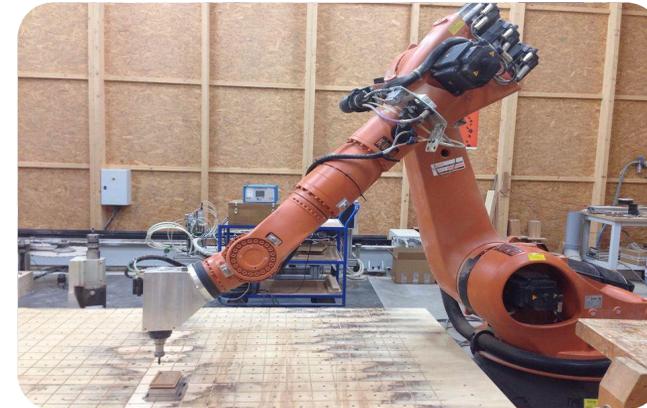
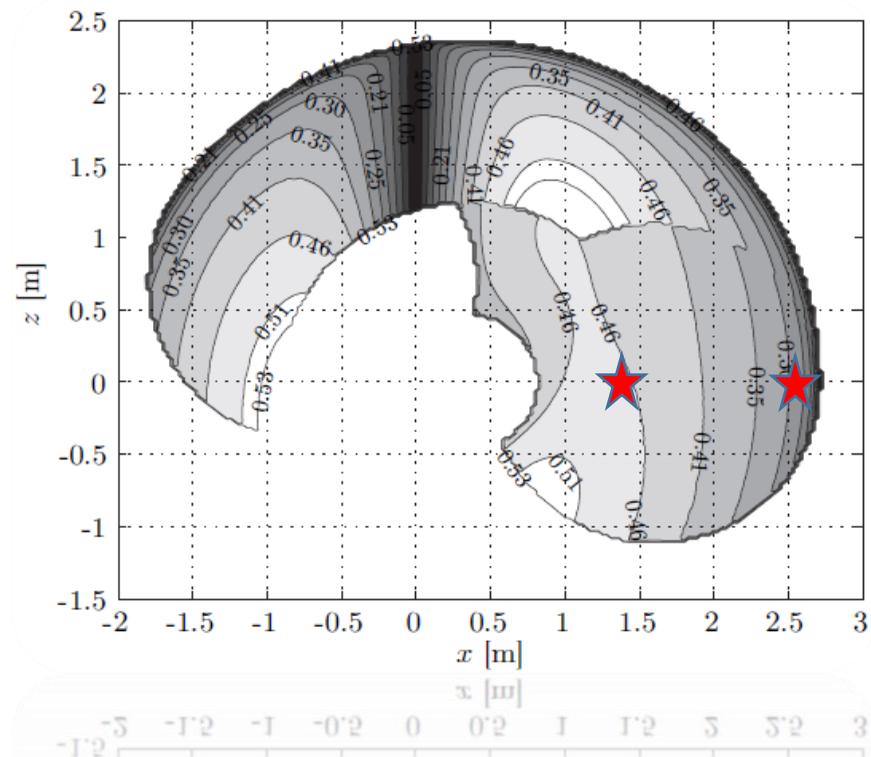
Pièce portée

- L'échantillon est porté par le robot et le poste d'usinage est fixe sur le sol. Le capteur d'effort est monté sur l'axe 6 du robot.

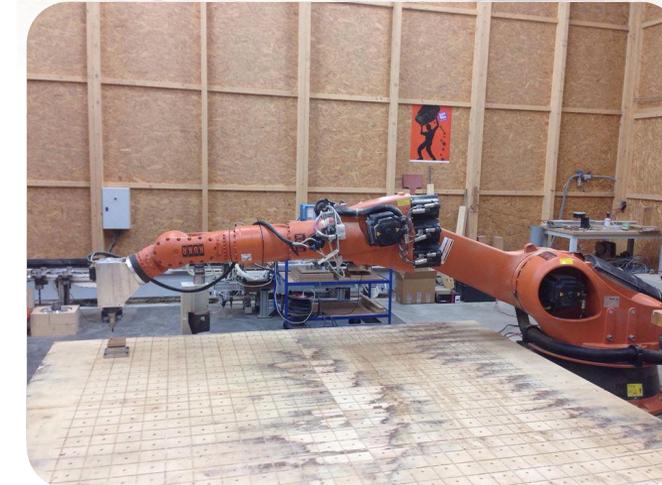


Dispositif et protocole expérimentaux

- Configuration Robot:
 - Cartographie de la rigidité [Claire Dumas,2011]



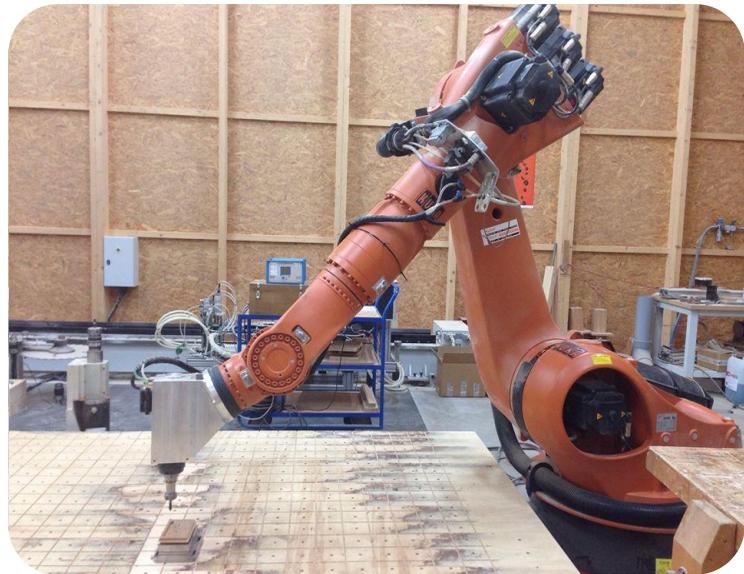
position rigide



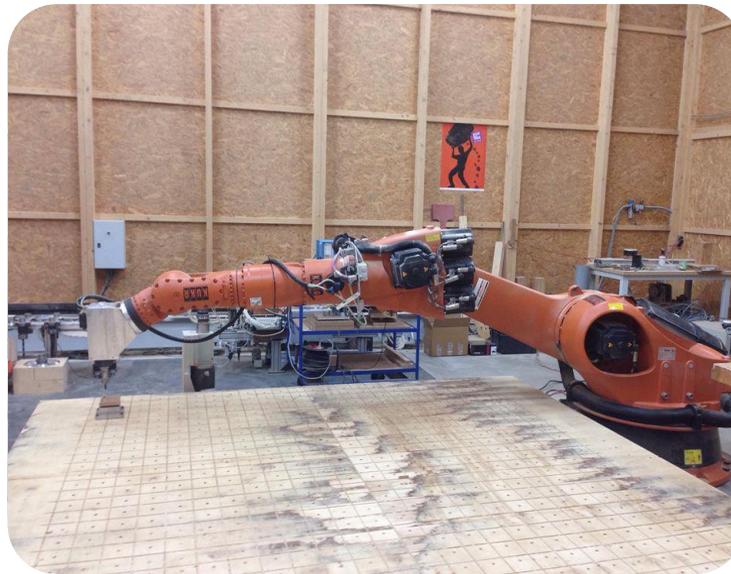
position souple

Dispositif et protocole expérimentaux

- 4 protocoles d'usinage:



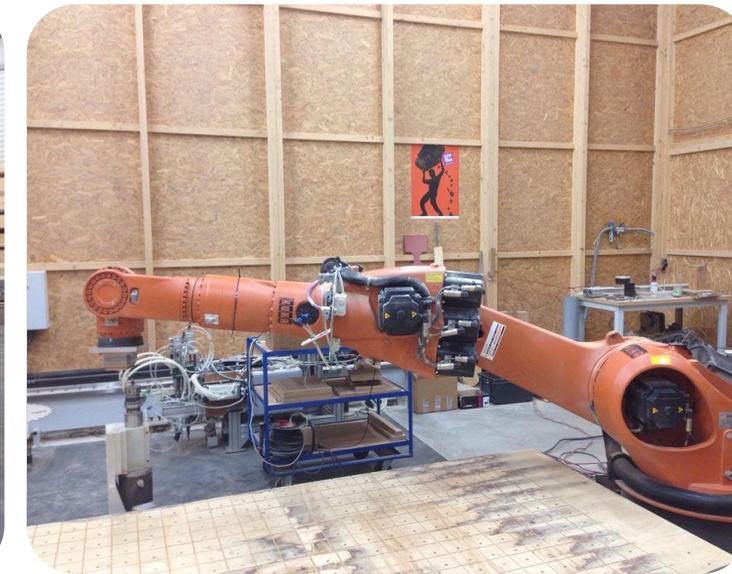
Usinage 11 : Position rigide/échantillon bridé.



Usinage 12 : Position souple/échantillon bridé.



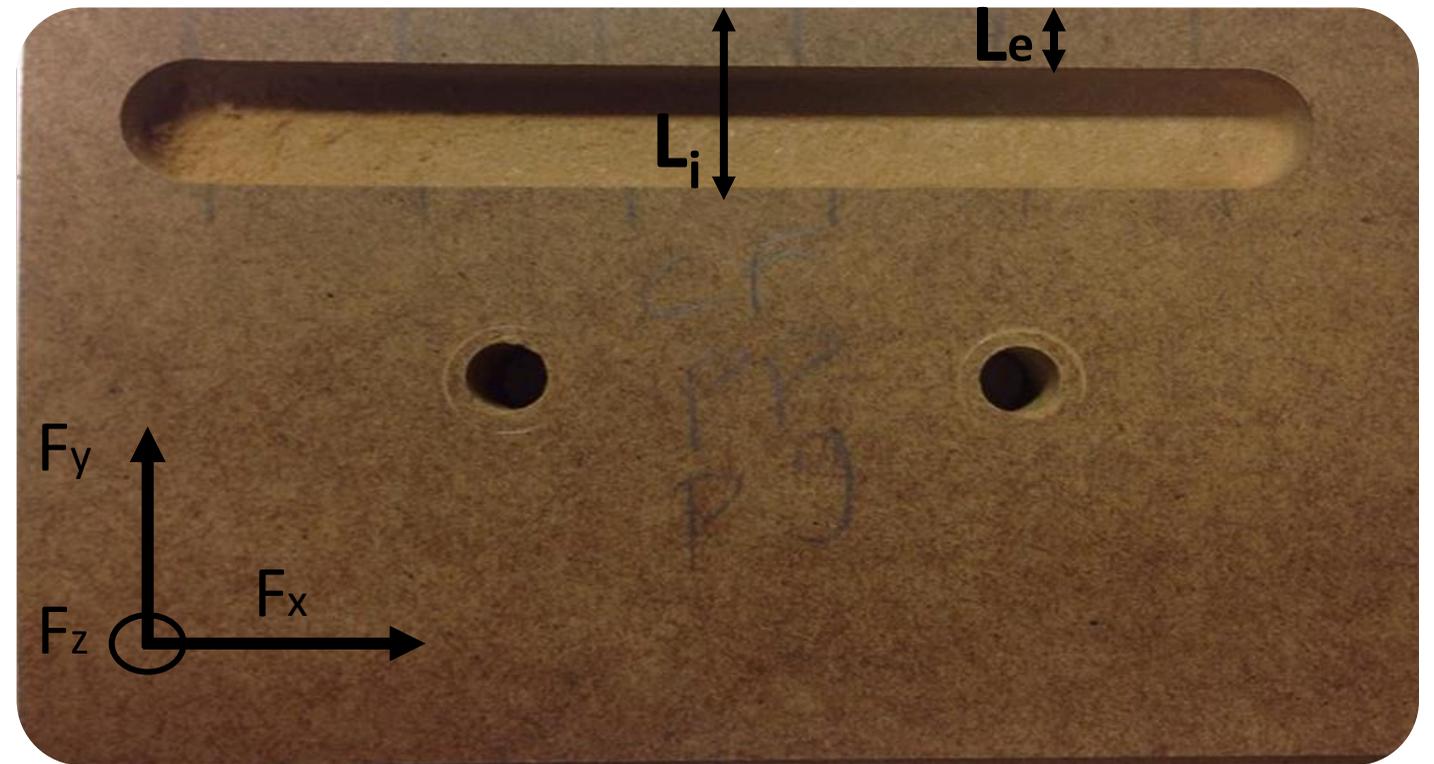
Usinage 21 : Position rigide/échantillon porté.



Usinage 22 : Position souple/échantillon porté.

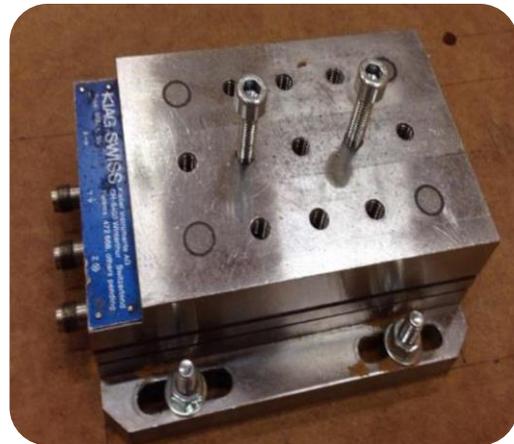
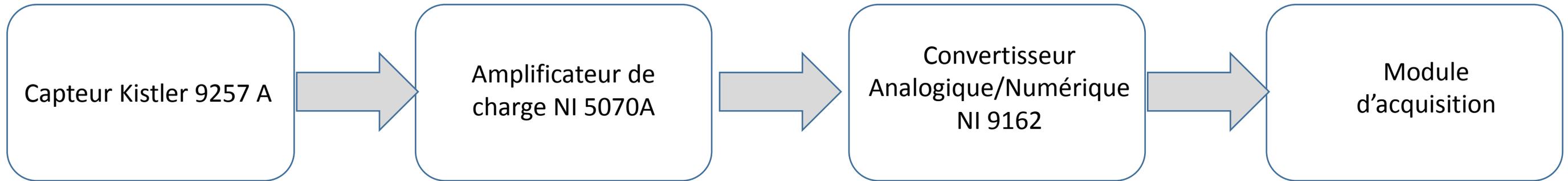
Dispositif et protocole expérimentaux

- Paramètres expérimentaux:
 - Efforts de coupe: $F_x/F_y/F_z$
 - Dimensions de défonçage:
 - L_i : Dimension intérieure
 - L_e : Dimension extérieure



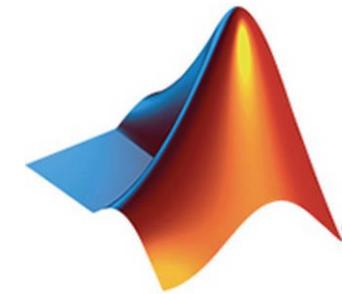
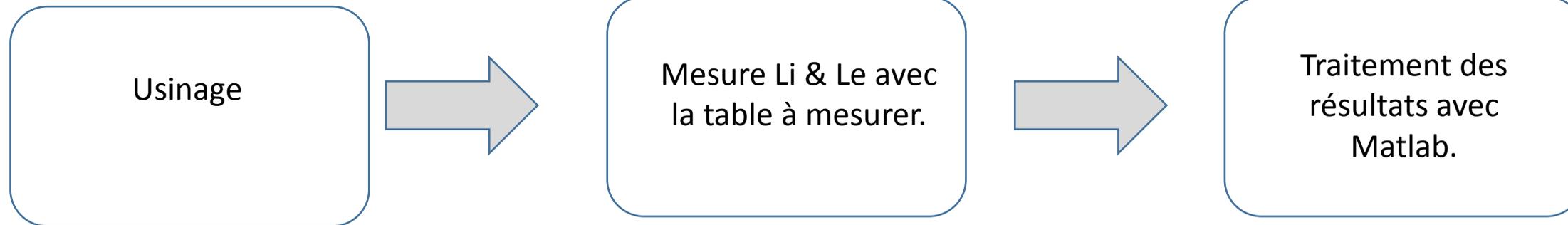
Dispositif et protocole expérimentaux

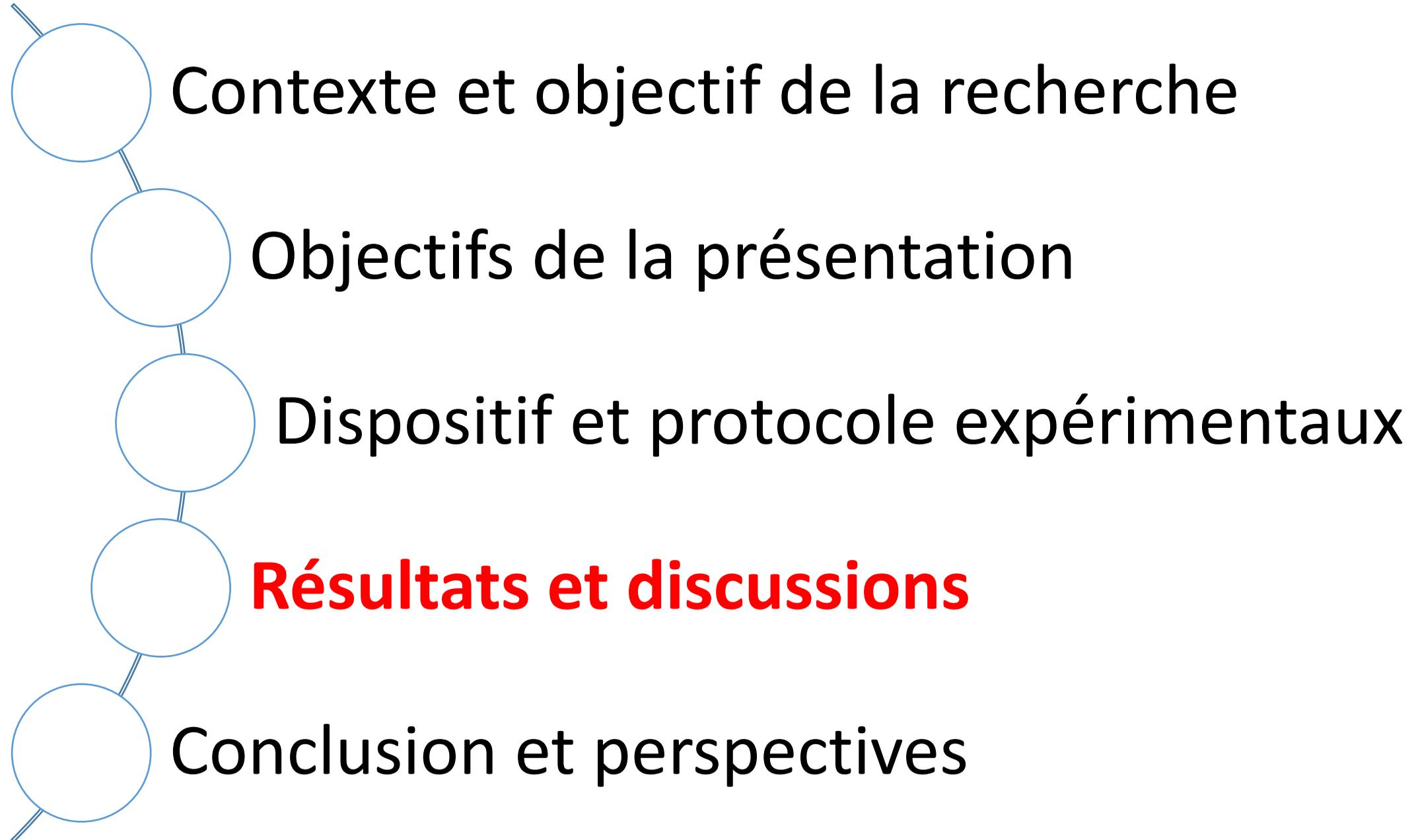
- Caractérisations:
 - Efforts de coupe: chaine de mesure



Dispositif et protocole expérimentaux

- Caractérisations:
 - Précisions d'usinages

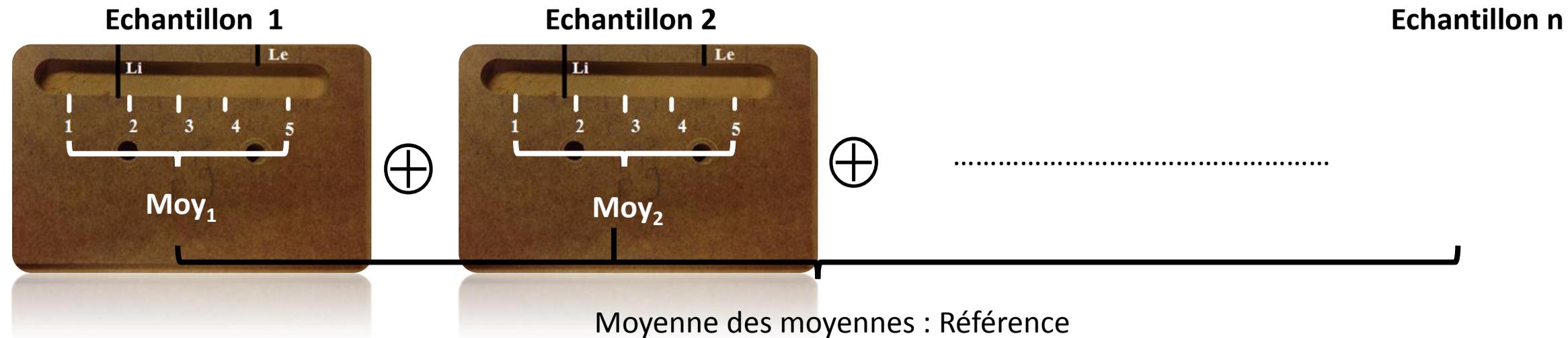




Résultats et discussions

- Méthodologie de calcul des résultats:

➤ Précision:



Axe X: Les échantillons usinés: Ech1,Ech2.....

Axe Y: L'écart en pourcentage de Moy_i par rapport à la valeur de la référence. Formule de calcul (exemple L_i):

$$\frac{|\Delta L_i|}{L_{i_{référence}}} \times 100 = \frac{|L_{i_{référence}} - L_{i_{moy_ech}}|}{L_{i_{référence}}} \times 100$$

Résultats et discussions

➤ Efforts de coupe:

	Fx	Fy	Fz	
Echantillon 1	a_1	b_1	c_1	F_{Totale_1}
.
.
.
.
Echantillon n	a_n	b_n	c_n	F_{Totale_n}
Moyennes	Moy_{a_i}	Moy_{b_i}	Moy_{c_i}	$F_{Totale_moyenne}$ (Référence)

Axe X: Les échantillons usinés: Ech1,Ech2.....

Axe Y: L'écart en pourcentage des efforts de chaque échantillon par rapport à la référence.

$$\frac{|\Delta F_{xyz}|}{F_{xyz\text{reference}}} \times 100 = \frac{|F_{Totale_moyenne} - F_{Totale_i}|}{F_{Totale_moyenne}} \times 100$$

Résultats et discussions



• Usinage 11

$$1.9\% \leq \frac{\Delta F_{xyz}}{F_{xyz\text{référence}}} \leq 5.4\%$$

$$0.3\% \leq \frac{\Delta L_e}{L_e\text{référence}} \leq 1\%$$

$$0.3\% \leq \frac{\Delta L_i}{L_i\text{référence}} \leq 1.6\%$$



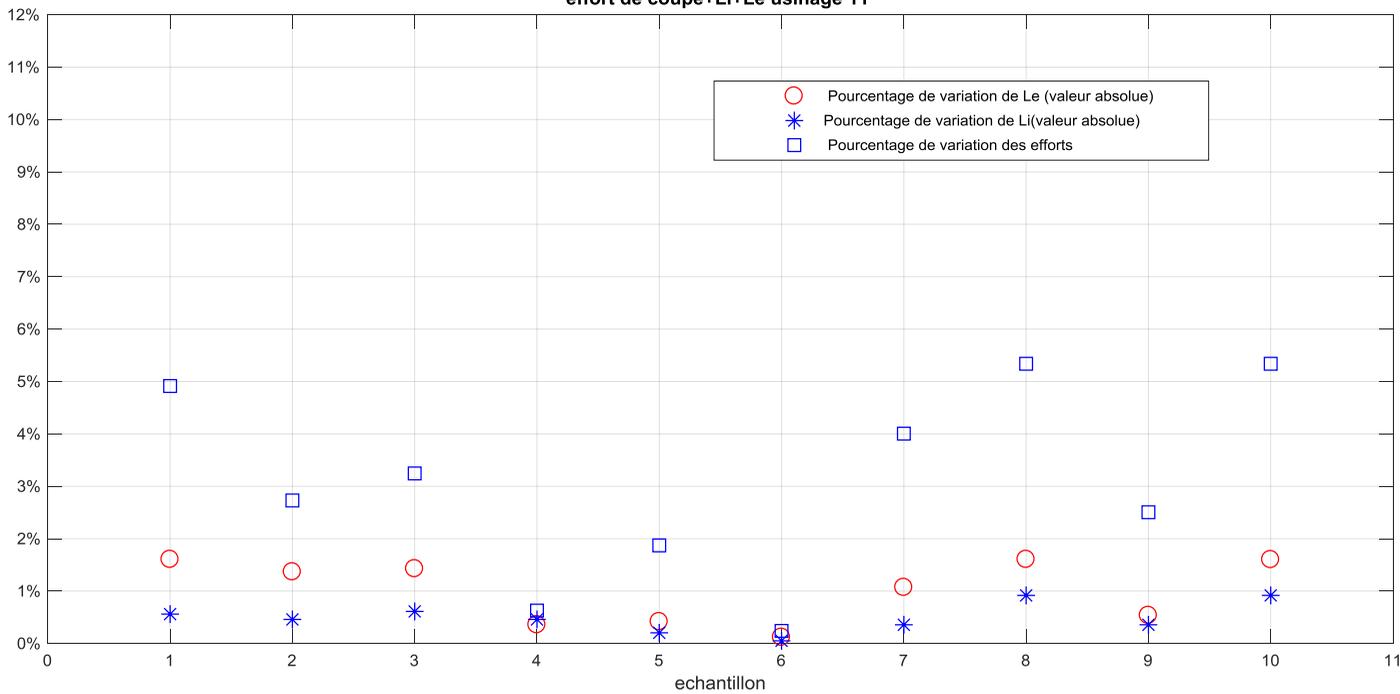
• Usinage 12

$$2.1\% \leq \frac{\Delta F_{xyz}}{F_{xyz\text{référence}}} \leq 7.8\%$$

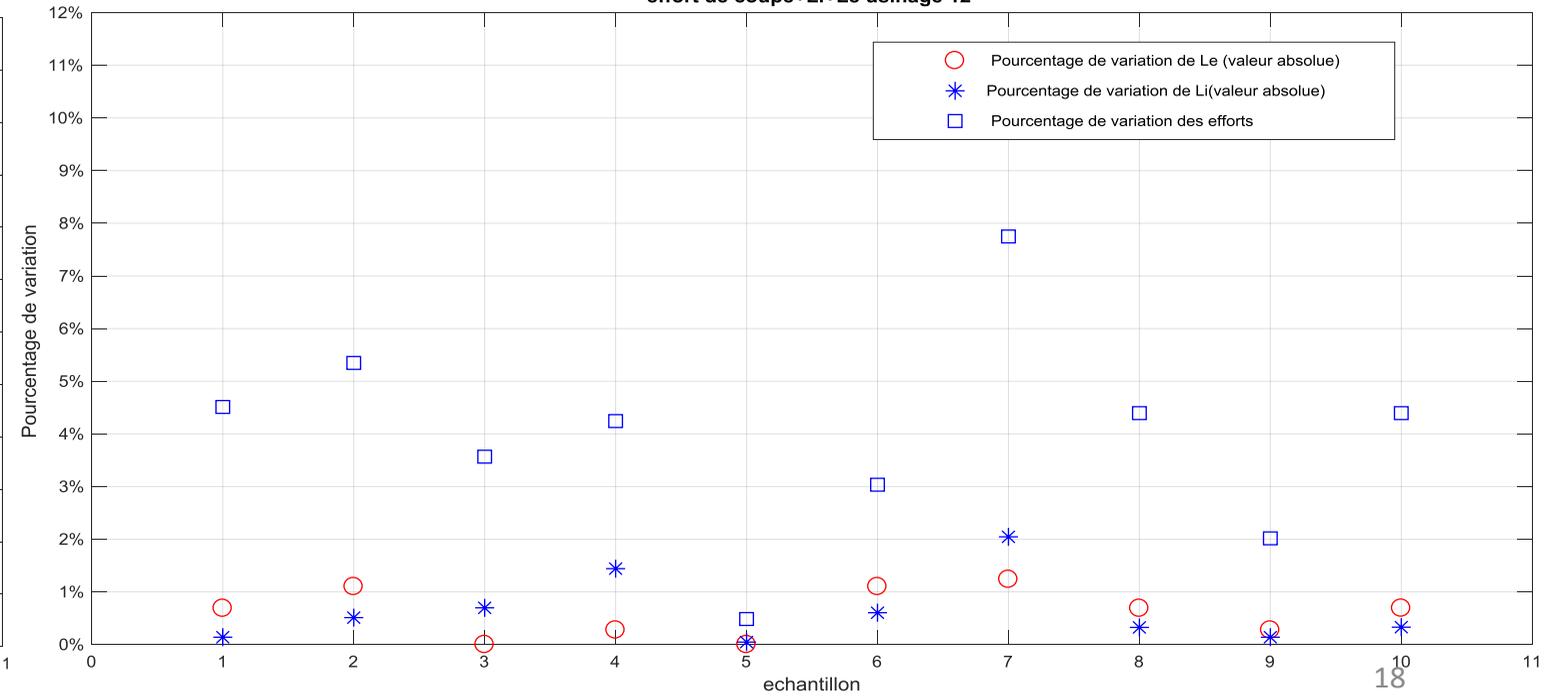
$$0\% \leq \frac{\Delta L_e}{L_e\text{référence}} \leq 1.3\%$$

$$0\% \leq \frac{\Delta L_i}{L_i\text{référence}} \leq 2\%$$

effort de coupe+Li+Le usinage 11



effort de coupe+Li+Le usinage 12



Résultats et discussions



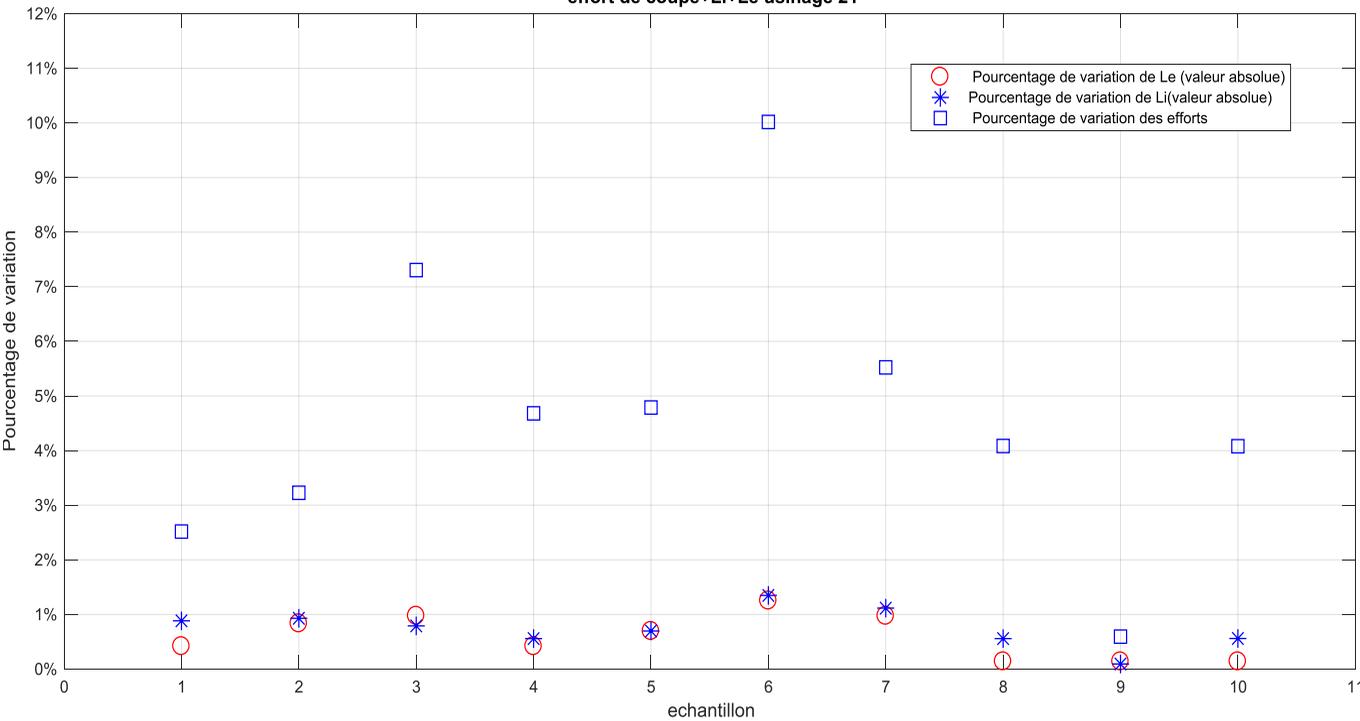
• Usinage 21

$$0.6\% \leq \frac{\Delta F_{xyz}}{F_{xyz\text{référence}}} \leq 10\%$$

$$0.1\% \leq \frac{\Delta L_e}{L_{e\text{référence}}} \leq 1.3\%$$

$$0.1\% \leq \frac{\Delta L_i}{L_{i\text{référence}}} \leq 1.3\%$$

effort de coupe+Li+Le usinage 21



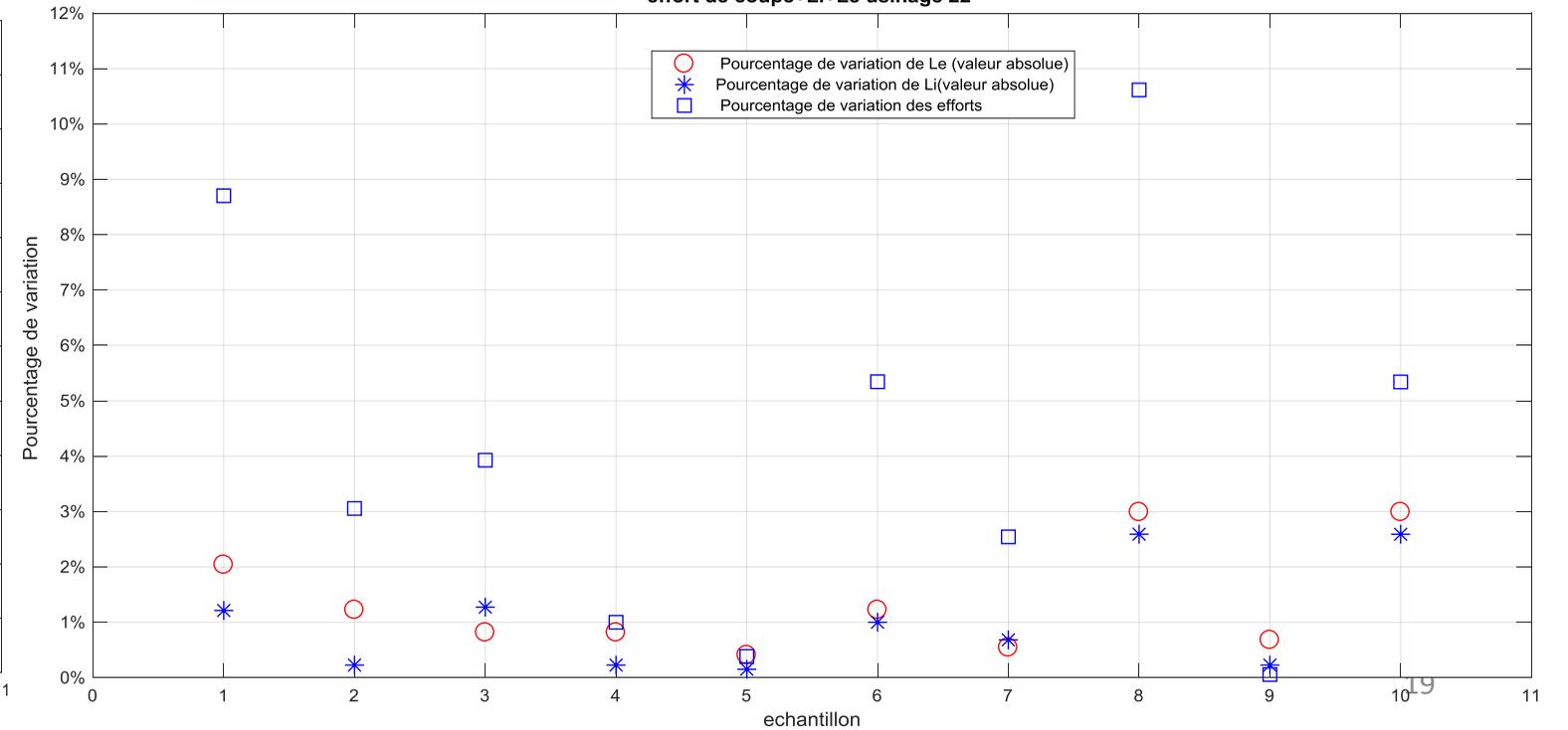
• Usinage 22

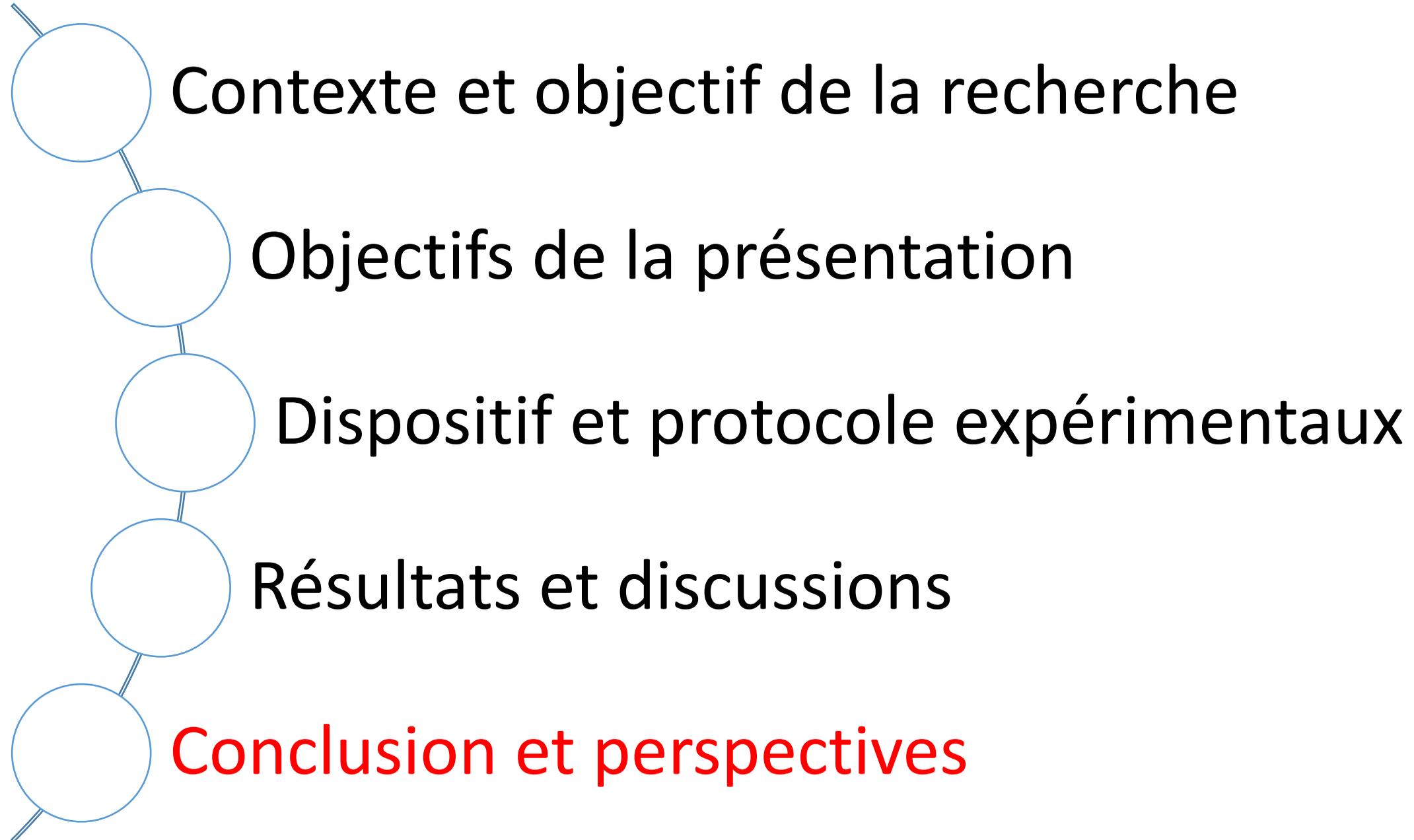
$$0.4\% \leq \frac{\Delta F_{xyz}}{F_{xyz\text{référence}}} \leq 10.6\%$$

$$0.4\% \leq \frac{\Delta L_e}{L_{e\text{référence}}} \leq 3\%$$

$$0.2\% \leq \frac{\Delta L_i}{L_{i\text{référence}}} \leq 2.6\%$$

effort de coupe+Li+Le usinage 22





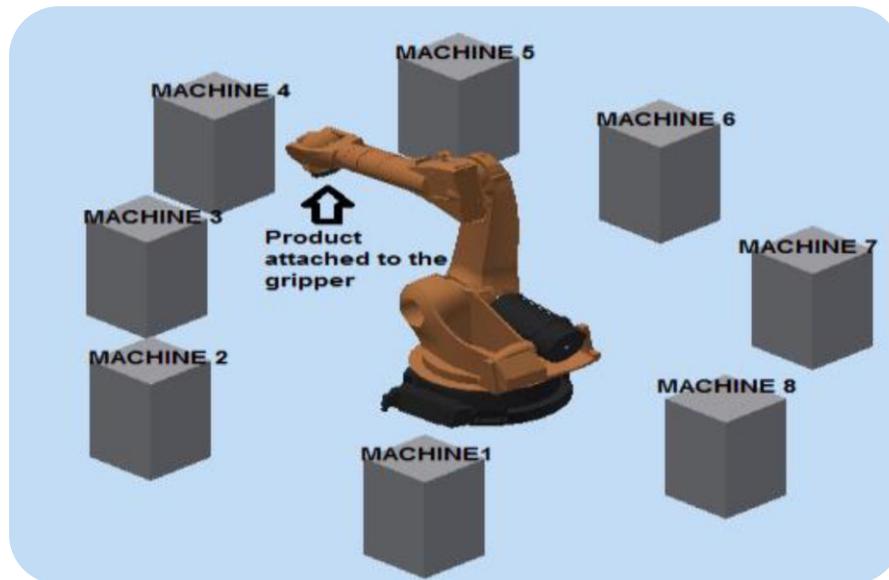
Conclusion et perspectives

- Forte corrélation entre les efforts de coupe et la précision d'usinage :
 - Efforts de coupe élevés \longleftrightarrow Précision d'usinage dégradée.
 - Efforts de coupe faibles \longleftrightarrow Usinage plus précis.
- D'un point de vue méthode d'usinage:
 - En position souple le robot est plus sollicité par les efforts de coupe ce qui dégrade la précision d'usinage.

Conclusion et perspectives

- Perspectives:

- Améliorer l'usinage en pièce portée (poste satellite).
- Caractériser les efforts de coupe et la précision de l'usinage du bois massif.
- Caractériser la répétabilité du robot à travers des opérations de perçage.



Merci de votre
attention

