

# SPEEDOPT-F: PRODUCTIVITY INCREASE OF 5-AXIS HIGH PRECISION MILLING MACHINE-TOOLS

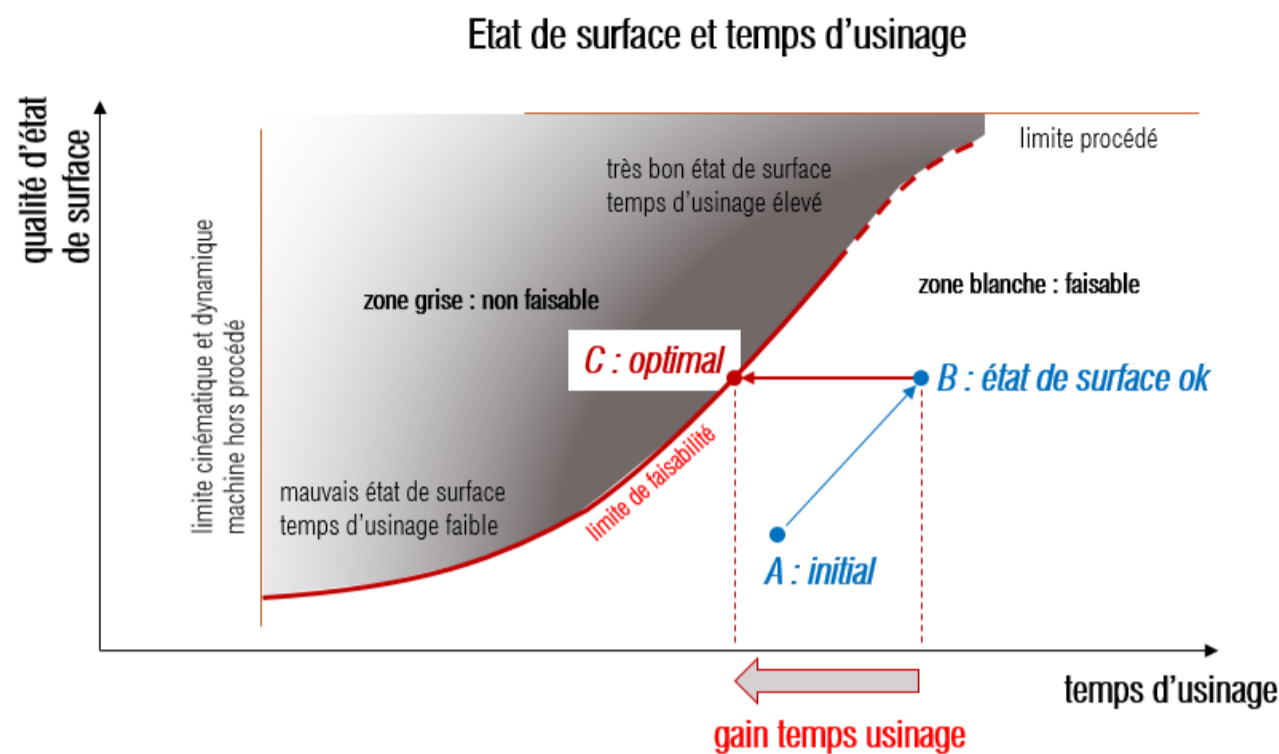
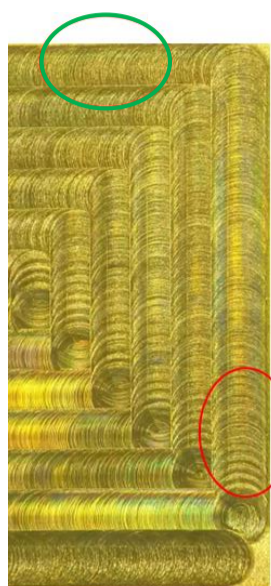
## BUT ET DÉMARCHE

état de surface  
temps d'usinage  
optimisation  
vibrations machine

Dans le domaine du fraisage, l'un des défis est de trouver le meilleur **compromis** entre le temps **d'usinage** et la **qualité de l'état de surface**. Dans la plupart des cas, la détérioration de l'état de surface usiné est causé par des vibrations.

ondulations d'usinage acceptées

ondulations d'usinage refusées



## Démarche projet



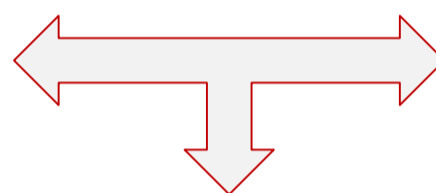
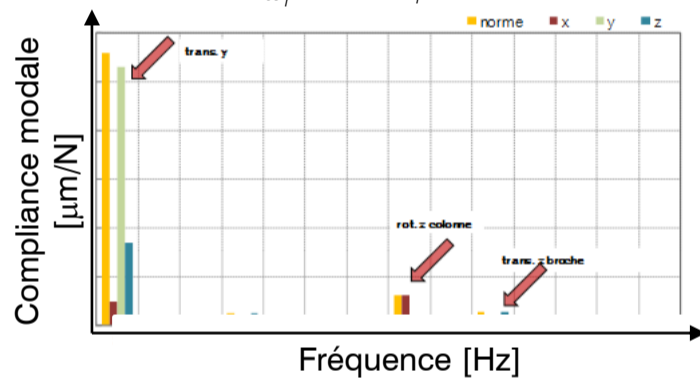
## DÉVELOPPEMENT

analyse modale de compliance  
analyse spectrale des surfaces  
modèle mécanique intégré  
optimisation de trajectoire



## Critère de performance machine: compliance modale

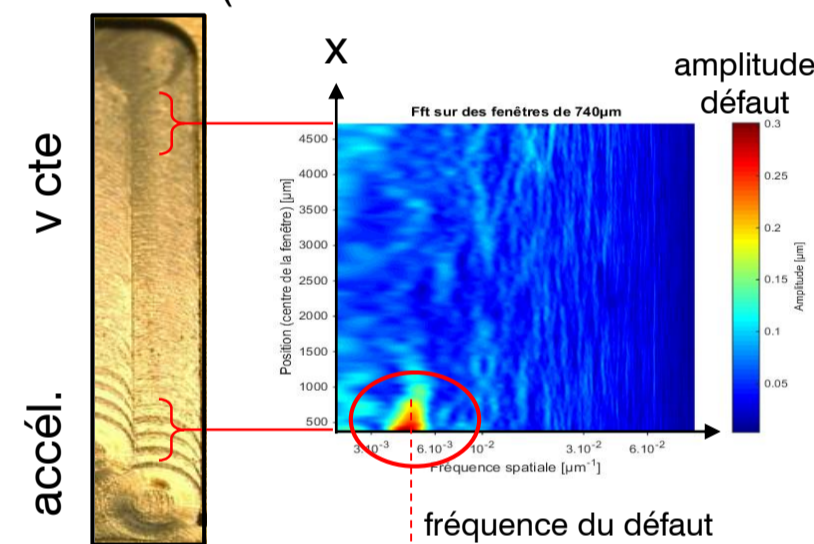
$$C_{rak}(\omega) = \frac{x_a(\omega)}{F_k(\omega)} = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_r^2} + j2\eta_r \frac{\omega}{\omega_r}} \frac{\beta_a \beta_k^c / m_r}{\omega_r^2} = \mu_r(\omega) \frac{D_{ra} D_{rk}}{\omega_r^2}$$



relation défauts surface et vibrations machine

## Analyse spectrale de surface

(identification des motifs de défaut)



## Modèle mécanique intégré (contrôle et structurel)

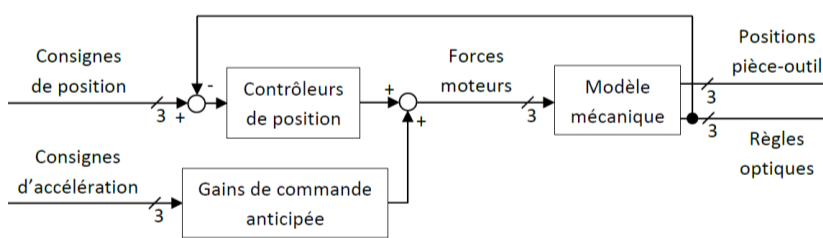
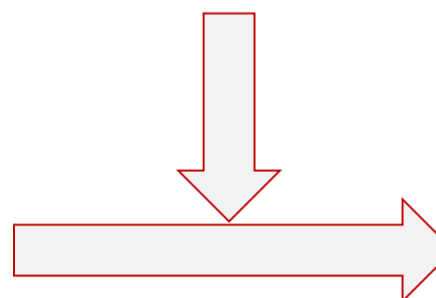


Figure 5 : Diagramme du système complet



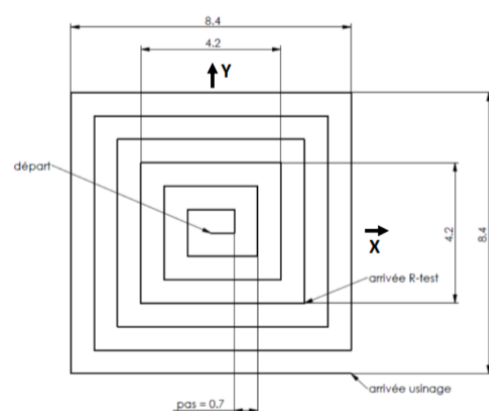
## Optimisation des profils d'accélération

- temps
  - précision
  - amplitudes vibratoires
- Min (ε(t))
- dx < .5
  - dy < .5
  - dz < .2

## RÉSULTATS & PERSPECTIVES

réduction des vibrations 90%  
productivité x5  
2 brevets

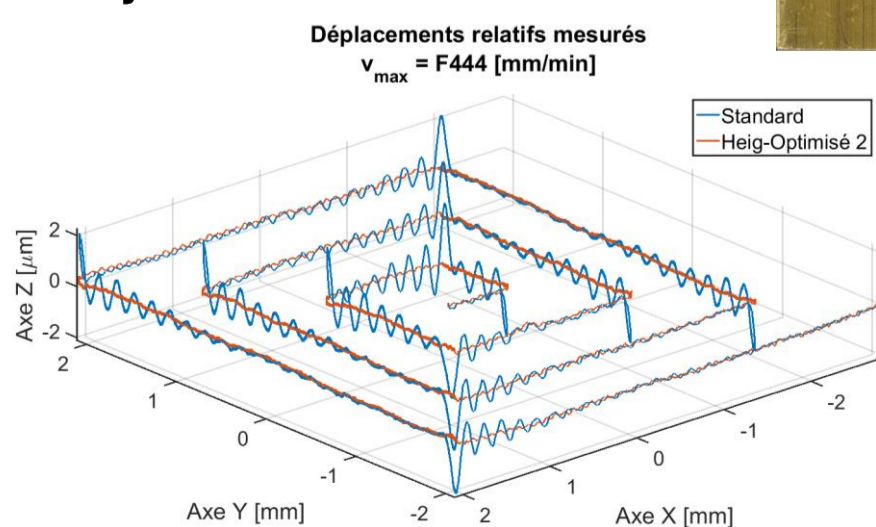
## Usinage poche de référence



barreau avec différentes configs d'optimisation



## Validation expérimentale des trajectoires



## Résultats

Etat de surface équivalent pour t/5 !

heig-optimisé 2  
F645

= standard  
F129

## En résumé

18 mois, 4 ingénieurs, 2 profs, 220kCHF CTI résultats :

- usinage beaucoup plus court en conservant l'état de surface
  - 50% poche
  - 20% platine (extrapolé)
- 2 brevets en cours de dépôt

## Perspectives :

généralisation usinages  
industrialisation / CN  
nouvelles structures

## CONTACT

Pr Alain Schorderet  
Route de Cheseaux 1  
CH-1401 Yverdon-les-Bains  
+41 (0)24 557 2240  
alain.schorderet@heig-vd.ch  
http://comatec.heig-vd.ch