

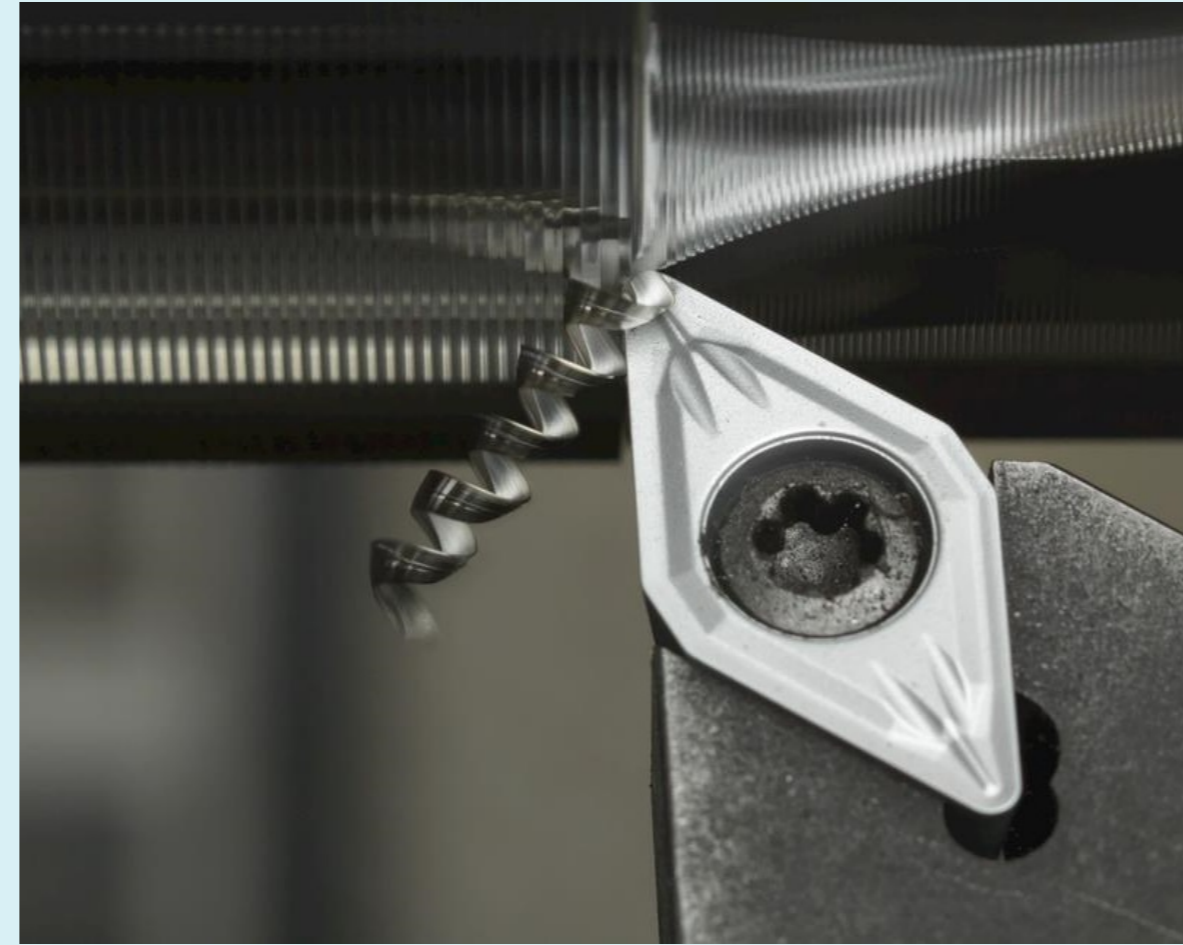
# Estimation de l'usure des outils coupants en tournage

## Résumé

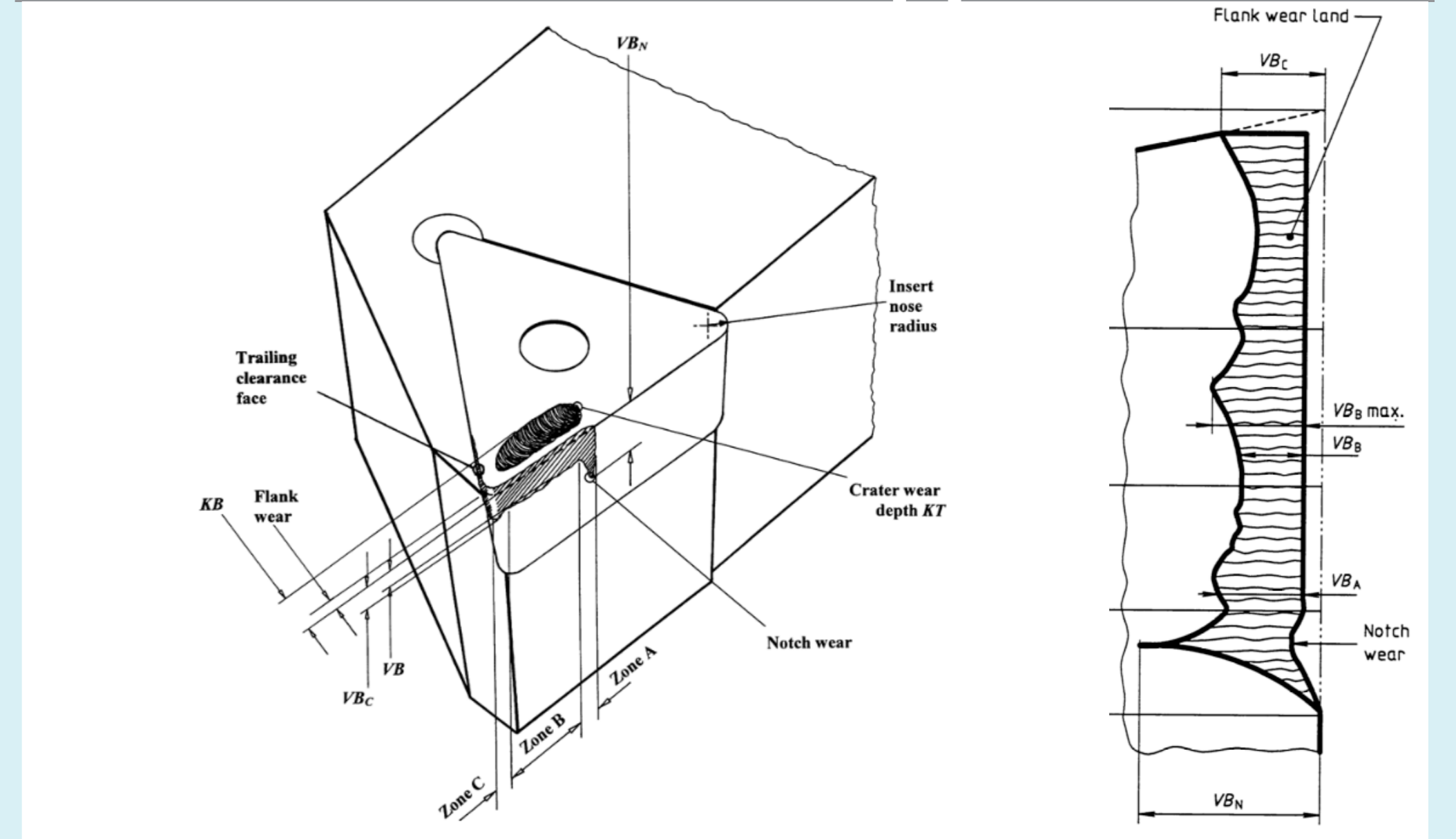
- ▶ Objectif : remplacement optimal des outils coupants
- ▶ **Coûts importants** associés aux outils :
  - ▶ Remplacement précoce  $\Rightarrow$  gaspillage d'outils
  - ▶ Remplacement tardif  $\Rightarrow$  non-qualité à rebuter
- ▶ Surveillance de l'état d'usure des outils (*condition monitoring*)
- ▶ **Choix des grandeurs à suivre** pour estimer la dégradation de l'outil
- ▶ Estimation du temps de vie résiduel avant remplacement
- ▶ Analyse probabiliste de l'évolution de l'usure appuyée par la simulation aux éléments finis

## Tournage

- ▶ Mise en forme de pièces mécaniques par enlèvement de matière
- ▶ Forme cylindrique de révolution
- ▶ Matière : acier C45 ; outil en carbure

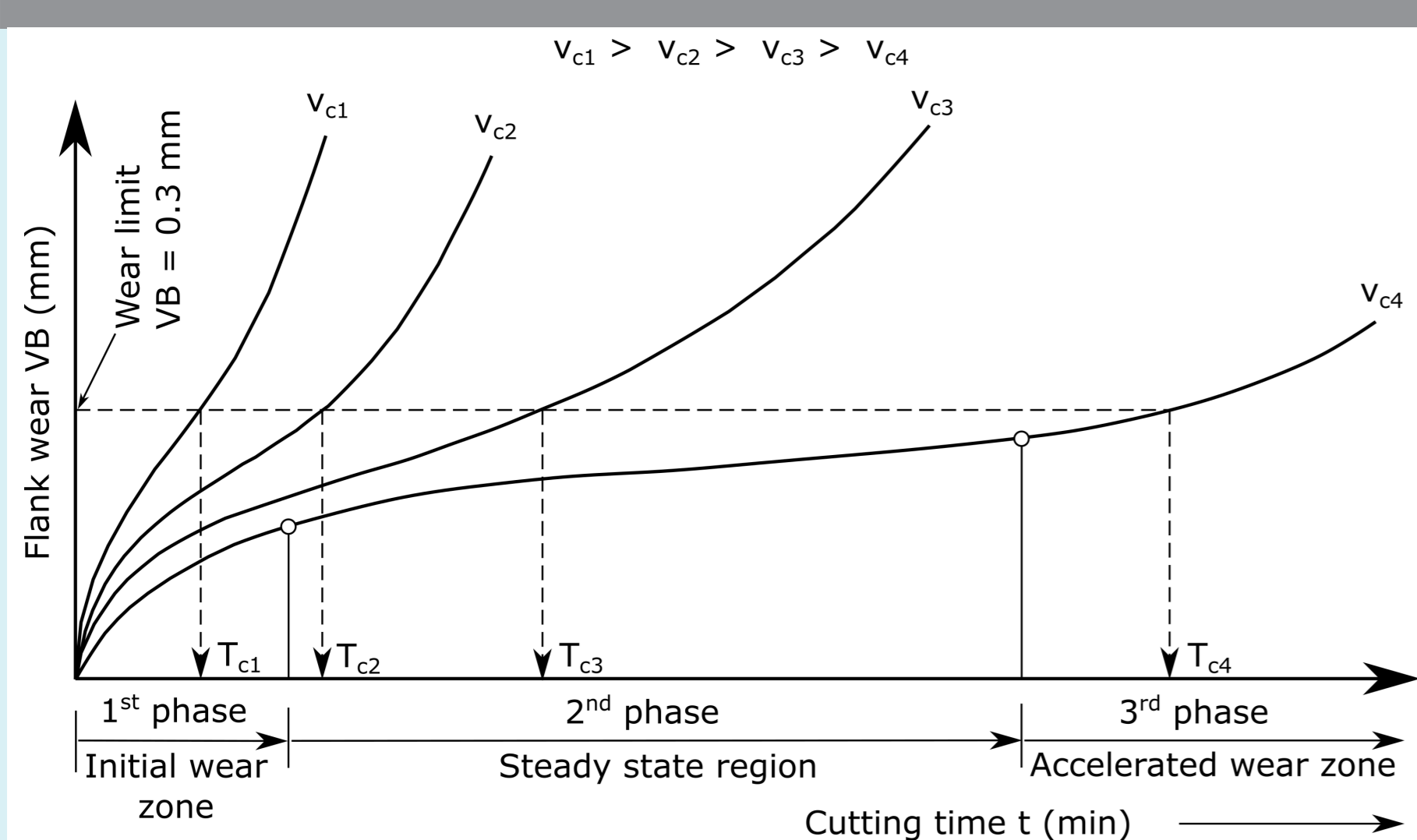


### Usure des outils coupants [1]



## Évolution de l'usure

### Influence de la vitesse de coupe

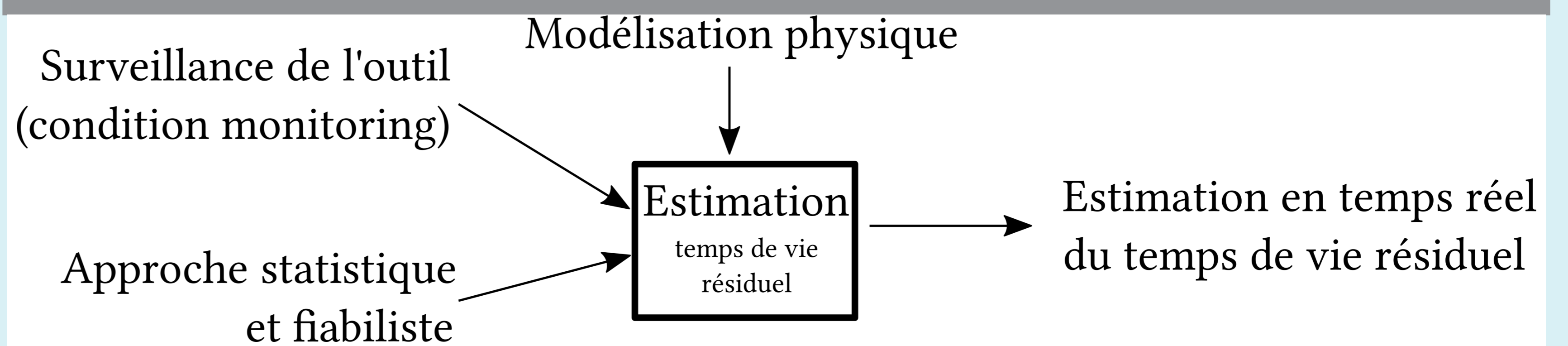


- ▶ 3 phases d'usure
- ▶ Influence des paramètres de coupe
- ▶ Loi de Taylor  $v_c T^n = C_T$
- ▶ Critère de fin de vie posé par la norme ISO 3685:1993

## Approche proposée

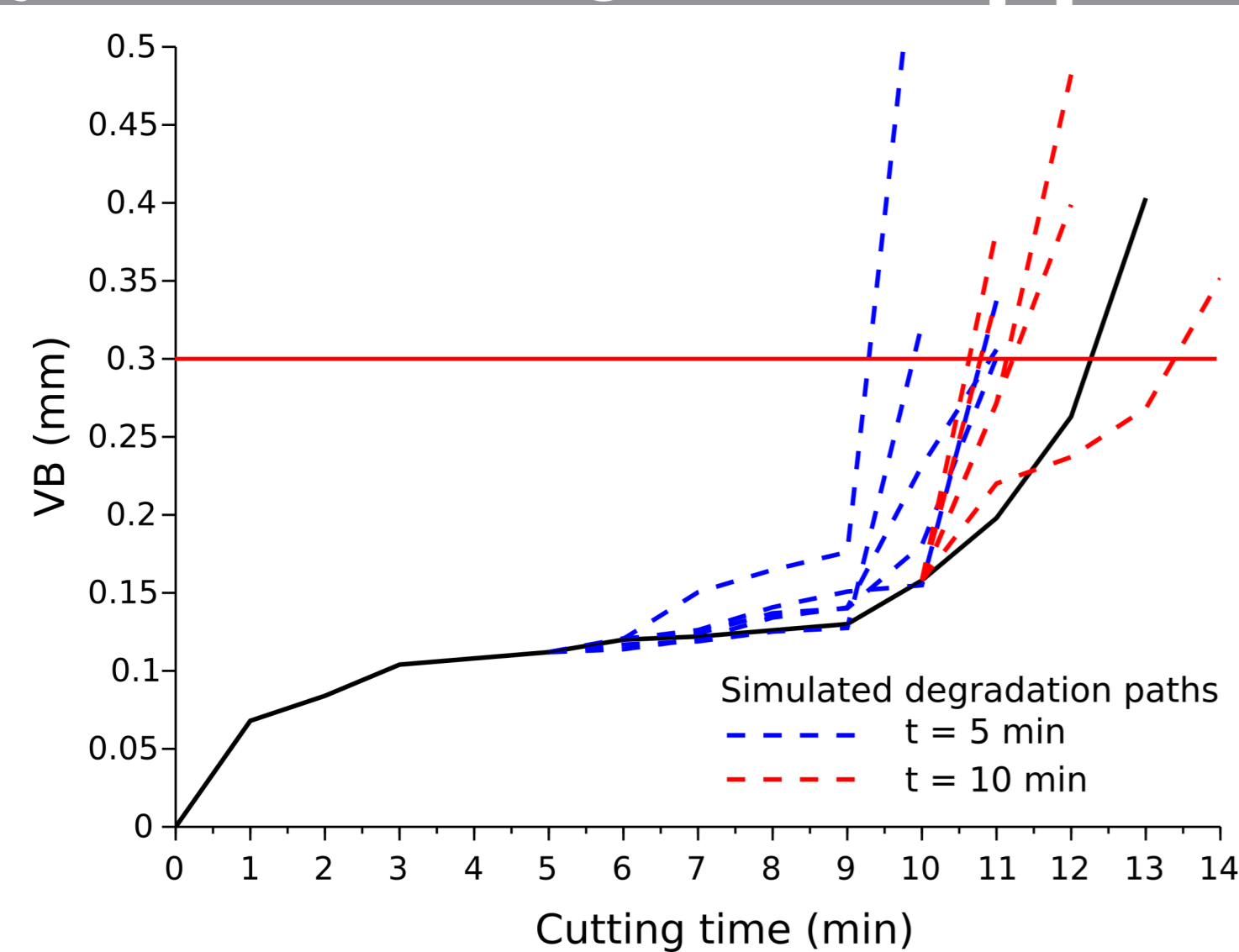
- ▶ Méthodes statistiques prenant en compte l'évolution de l'état de l'outil (trajectoires de dégradation, analyse de survie)
- ▶ Surveillance de l'outil à l'aide de variables choisies judicieusement (capteurs, encombrement, environnement de l'usinage)
- ▶ Modélisation physique des conséquences de l'usure de l'outil (éléments finis) pour lier condition monitoring et physique du phénomène

### Synoptique de l'approche



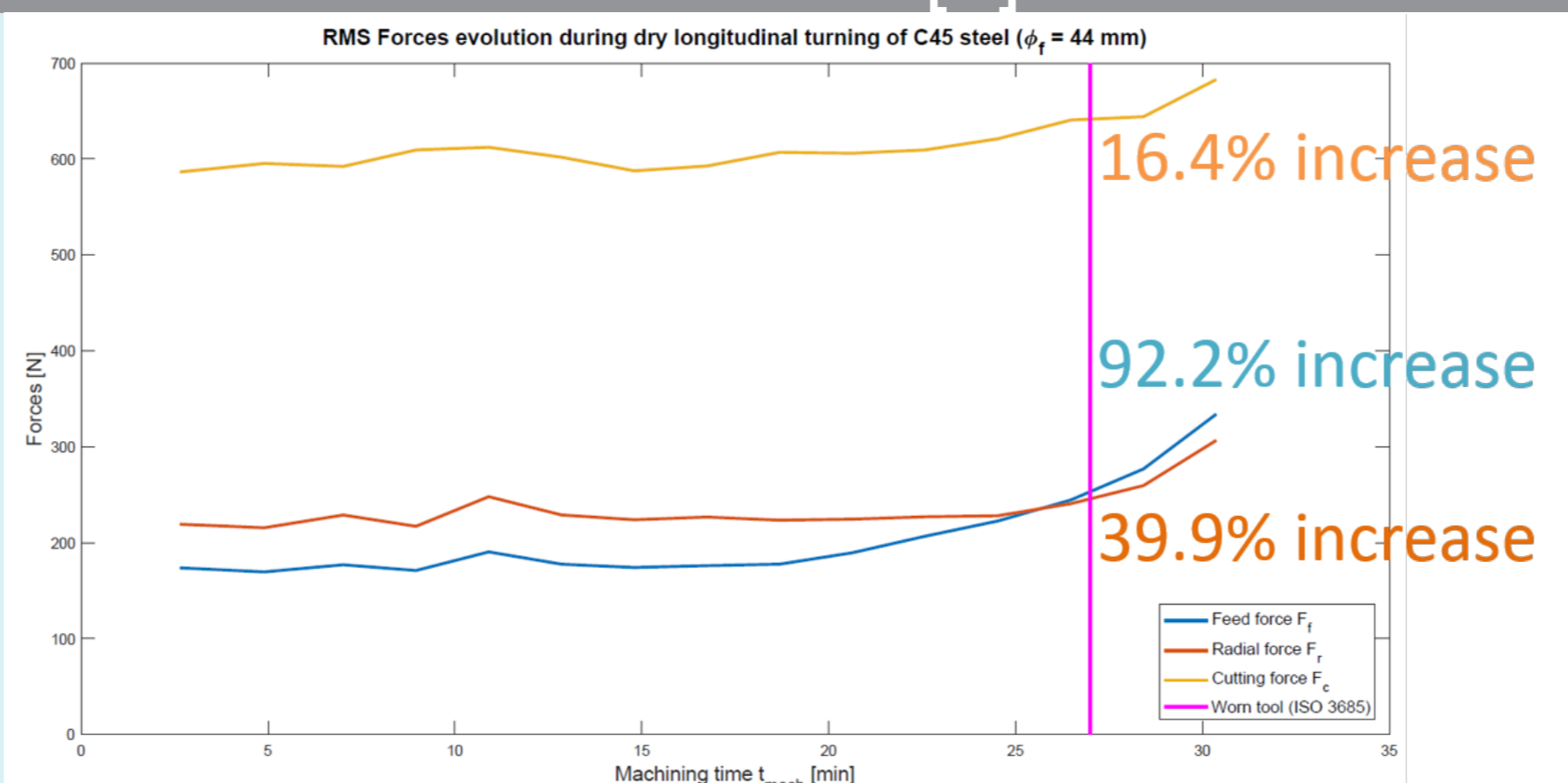
## Exemples de résultats

### Trajectoires de dégradation [4]



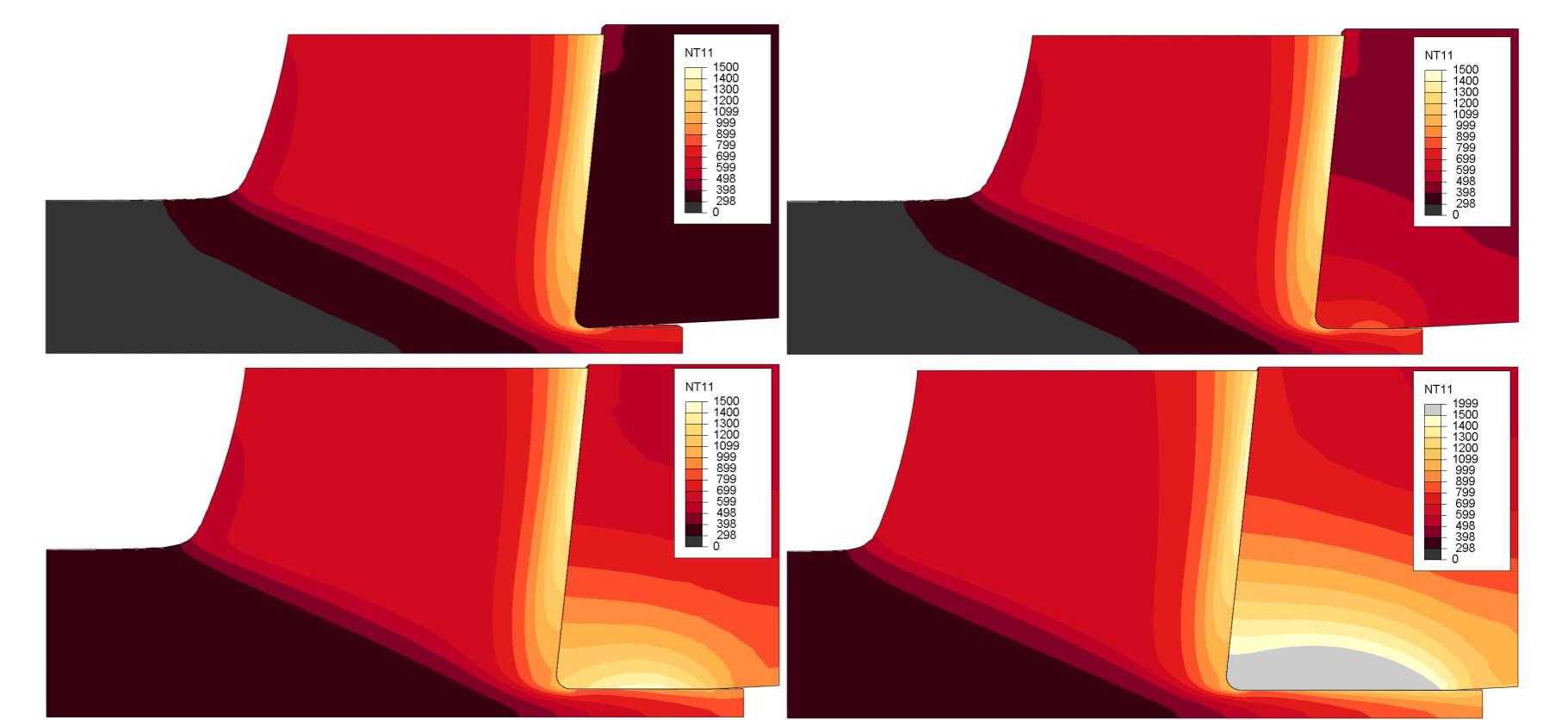
- ▶ Simulation actualisées (sur base de peu d'observations)
- ▶ Chaque observation permet une nouvelle simulation

### Surveillance de l'outil [2]



- ▶ Suivi expérimental des efforts de coupe avec l'usure
- ▶ Augmentation significative des efforts de coupe
- ▶ L'effort d'avance présente l'augmentation relative la plus marquée

### Modélisation de l'usure [3]



- ▶ Augmentation de la température avec l'évolution de l'usure
- ▶ Usure modélisée sur la face de dépouille
- ▶ Valeurs d'usure : 0 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,3 mm
- ▶ Vitesse de coupe 150 m/s ; profondeur de passe 0,2 mm
- ▶ Déplacement de la zone de température maximale

## Conclusions et perspectives

- ▶ L'intérêt industriel est fort compte tenu des coûts associés
- ▶ Une méthodologie basée sur des approches multiples est proposée
- ▶ Des trajectoires de dégradation d'outils peuvent être simulées
- ▶ Le *condition monitoring* peut apporter une information pertinente sur l'usure
- ▶ Il est possible de simuler l'influence de la dégradation d'outil
- ▶ Ces approches permettent d'estimer l'état de l'outil
- ▶ L'usure amène au temps de vie résiduel et à la décision de remplacement
- ▶ Poursuite du travail par une phase expérimentale pour valider ces approches

## Bibliographie

- [1] ISO 3685:1993 - Tool-life testing with single-point turning tools., 1993.
- [2] Robin Devlaminck. *Experimental investigation of the cutting tool flank wear in longitudinal turning of C45 steel*. Master's thesis, University of Mons, 2018.
- [3] Lucas Equeter, François Ducobu, Edouard Rivière-Lorphèvre, Mustapha Abouridouane, Fritz Klocke, and Pierre Dehombreux. Estimation of the Influence of Tool Wear on Force Signals: a Finite Element Approach in AISI 1045 Orthogonal Cutting. *AIP Conference Proceedings*, 1960:070012, 2018.
- [4] Lucas Equeter, Christophe Letot, Clément Dutoit, Pierre Dehombreux, and Roger Serra. Cutting tool life management in turning process : a new approach based on a stochastic wear process and the Cox model. In *Qualita*, Bourges, France, 2017.