

Optimisez votre process de fabrication avec la mallette Cut Optimizer[®] Premium

Par Roger Busi, Chef de projet

Dans une opération d'usinage, différents facteurs interviennent :

- La pièce avec sa matière et son maintien
- L'outil et sa fixation
- Le lubrifiant
- La machine
- L'opération d'usinage et les conditions de coupe employées

Chacun de ces facteurs dispose de caractéristiques propres, mais aussi pour certains d'une variabilité.

De plus, l'usineur peut avoir besoin :

- de mettre au point un processus d'usinage
- d'évaluer comparativement des produits
- de valider un processus d'usinage
- de capitaliser son savoir-faire

Face à cette multitude de facteurs et de besoins, une approche normalisée existe (la méthodologie du Couple-Outil Matière), basée notamment sur la mesure de la puissance absorbée consommée par la broche de la machine, qui est ensuite convertie en une pression de coupe.

Par l'analyse de la pression de coupe, il est alors possible :

- De définir le domaine d'utilisation d'un outil réalisant une opération d'usinage dans une matière et avec un lubrifiant donnés
- De comparer des produits (outils, matières ou lubrifiants)
- De quantifier un processus d'usinage par des chiffres à l'aide d'une démarche scientifique (valeurs et plages d'emploi)

Méthodologie du Couple Outil-Matière & présentation du Cut Optimizer[®] Premium

Issue des travaux de R&D menés dans le cadre du projet Maât, sous la responsabilité du CTDEC, et dans le cadre du programme Usinage du Pôle de compétitivité Arve Industries, la mallette Cut Optimizer[®] Premium permet l'optimisation des conditions de coupe par la connaissance du domaine d'emploi des outils.

Le Cut Optimizer[®] Premium vous permet de :

- **Déterminer le domaine d'emploi d'un outil** dans une matière et avec un lubrifiant donnés, et réduire ainsi le temps de réglage et de mise au point par la connaissance de la plage de conditions de coupe valides (Couple Outil-Matière).
- **Réaliser des comparatifs** entre :
 - lots de matière pour déterminer les variations d'usinabilité

- lots d'outils pour déterminer les variations liées à l'affûtage et aux revêtements
 - lubrifiants pour déterminer leurs domaines d'application
- A chaque fois, il est possible ensuite d'adapter les conditions de coupe à ces variations et ainsi optimiser la production.
- **Capitaliser le savoir-faire** de l'entreprise, en quantifiant les pratiques de l'atelier et en adoptant une approche structurée de la coupe par l'approche globale de l'usinage qui est indissociable (ce qui a un impact favorable sur les clients).

Le Cut Optimizer® Premium est composé du matériel suivant :

- un logiciel sur ordinateur de type PC (développé en partenariat avec Spring Technologies)
- un Wattmètre à sortie numérique

Sa mise en œuvre est aisée :



Domaine d'emploi d'un outil

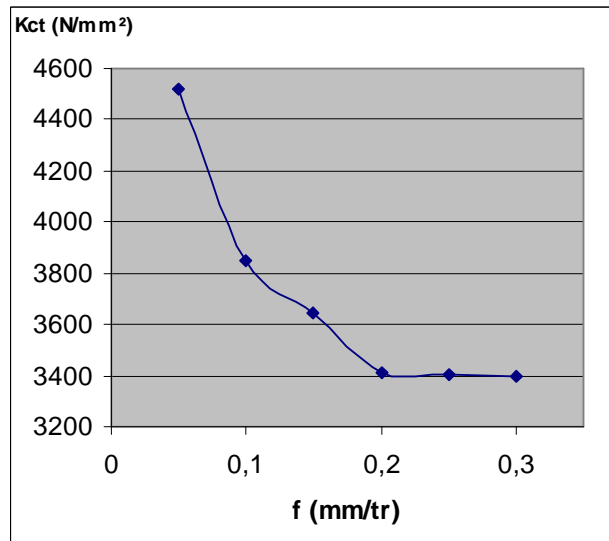
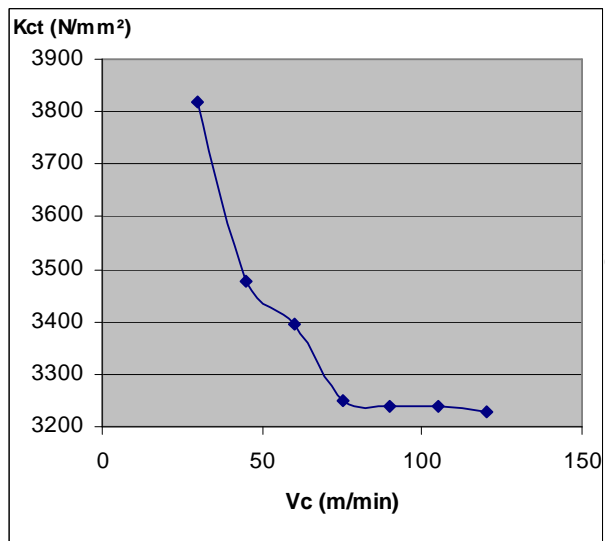
Un Wattmètre est relié à l'armoire électrique de la machine, et mesure les tensions et les intensités, ce qui lui permet ainsi de calculer la puissance active. Après transmission à l'ordinateur, les mesures de puissance sont converties en pression de coupe en fonction des conditions de coupe employées, et reportées sous forme de graphique.

Exemples d'application du Cut-Optimizer® Premium

Les exemples ci-après sont extraits d'études destinées à répondre à différentes problématiques industrielles, et vous montrent tous les bénéfices que l'on peut retirer de l'emploi de cette mallette.

Premier cas d'application : Détermination du domaine d'emploi d'un outil

Dans l'exemple cité ci-après, une étude de l'influence de la vitesse de coupe et de l'avance a été réalisée en chariotage dans un acier :



Avec notre mallette, nous avons réalisé en moins d'une 1/2heure, deux séries de mesures conformément à la méthodologie du Couple Outil-Matière :

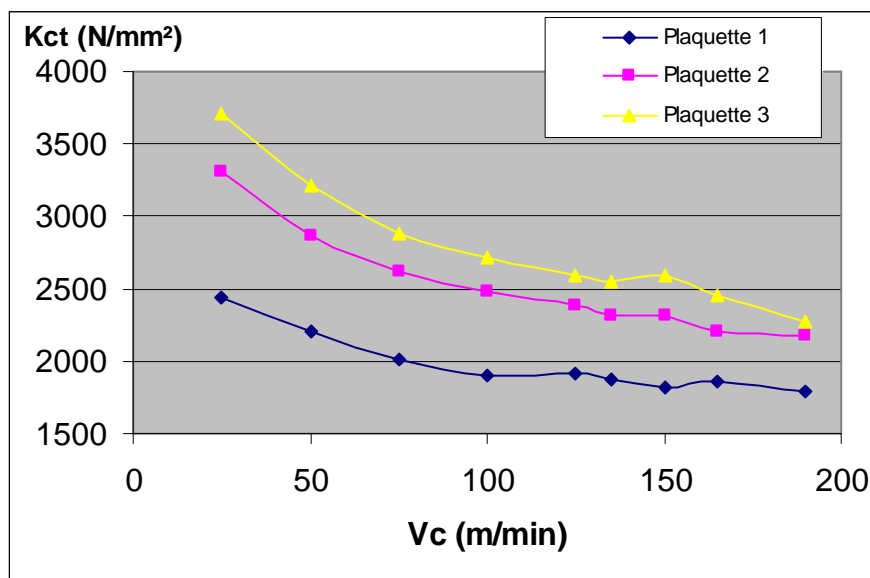
- une série de mesures à vitesse de coupe variable
- une série de mesures à avance variable

L'analyse des deux courbes obtenues, met en évidence une vitesse de coupe minimale d'utilisation (ici 75m/min), et une avance minimale (ici 0,2mm/tr).

De plus, à cette avance-là, les copeaux sont fragmentés. Nous disposons donc maintenant d'un point de fonctionnement fiable, nous assurant un usinage stable (↔ sans problèmes) avec ce lot matière. L'optimisation pourra donc ensuite être finalisée sur machine de production à partir de ce point de fonctionnement.

Deuxième cas d'application : Réalisation d'essais comparatifs entre différents types d'outils

Dans cet exemple, nous avons procédé à une comparaison des pressions de coupe obtenues entre 3 outils candidats : une plaquette à coupe positive et 2 plaquettes à coupe négative.



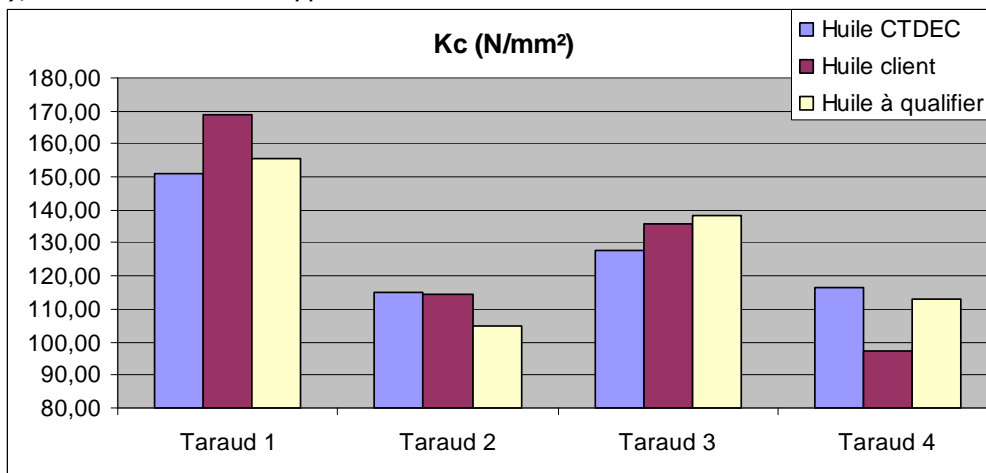
Nous voyons tout d'abord que la plaquette n°1 à coupe positive génère logiquement des pressions de coupe plus faibles d'environ 30%. En d'autres termes, elle réclame 30% de puissance en moins, ce qui peut parfois être un critère important à considérer lorsque l'on utilise des machines à leurs limites de puissance.

Considérant par contre les 2 autres plaquettes, la légère diminution de pression de coupe obtenue avec la plaquette n°2 montre que la formation du copeau ou son glissement sont plus facilités, ce qui peut être un critère important lors de l'usinage de matière « collantes ».

Dans cet exemple, la mallette permet de sélectionner des outils adaptés au mieux à la machine ou à la matière considérée.

Troisième cas d'application : Réalisation d'essais comparatifs de lubrifiants en taraudage

Dans cet exemple, nous nous proposons de réaliser des essais sur différentes huiles entières à tester (une référence CTDEC, une huile client en production, et une huile à qualifier), et avec différents types de tarauds.



Dans cette étude-ci, les conditions de coupe sont maintenues constantes car validées en production. La variation des paramètres se fait donc uniquement sur les lubrifiants et sur les types d'outils.

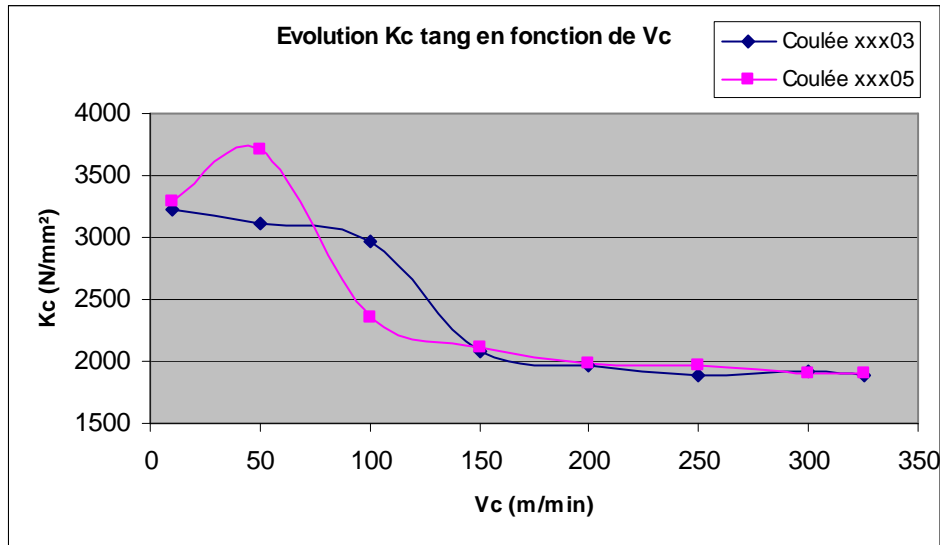
Nous voyons tout d'abord que les différents tarauds utilisés génèrent des efforts plus ou moins importants, et ce, quelles que soient les huiles employées, ce qui prouve que tous ces outils ne sont déjà pas identiques de par leur géométrie, leur revêtement et leur substrat.

Ensuite, nous voyons que si nous sélectionnons le taraud n°4 qui génère les pressions de coupe les plus faibles, alors il est possible en conservant l'huile actuellement en production, d'abaisser la pression de coupe de près de 40% par rapport à la plus mauvaise configuration (avec le taraud n°1, et cette même huile).

Dans ce cas d'application, la mallette a permis de confirmer le choix de l'huile actuellement utilisée en production et de sélectionner un nouvel outil plus adapté.

Quatrième cas d'application : Problématique des variations entre coulées de matière

Un des problèmes fréquemment rencontrés en usinage est la variabilité entre lots de matière. La réalisation d'essais comparatifs va permettre de discriminer les 2 coulées et de mettre en évidence des conséquences sur les conditions de coupe à employer.



Après réalisation d'essais à vitesse variable, les courbes obtenues mettent clairement en évidence que la pression de coupe ne se stabilise pas à la même vitesse selon la coulée considérée. La vitesse de coupe minimale s'établit à 100m/min pour la coulée xxx05, et à 150 m/min pour la coulée xxx03. La vitesse minimale d'utilisation est donc différente de près de 50% avec un simple changement de coulée !

Cela signifie concrètement que si par exemple, on usine en production avec une vitesse de coupe de 110m/min, alors, selon la coulée de matière, on peut parfois être amené à travailler sous la vitesse de coupe minimale avec les conséquences que l'on sait (durée de vie des outils aléatoire, mauvais état de surface ...).

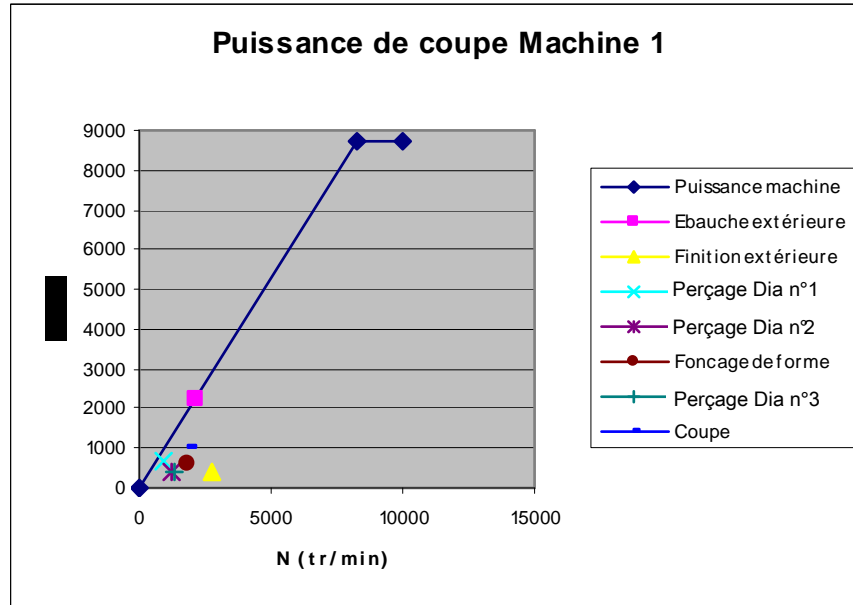
Dans ce cas d'application, la mallette a permis de mettre en évidence l'influence d'un changement de coulée de matière, et en connaissance de cause, de permettre ensuite à l'usineur d'ajuster ses conditions de coupe à chaque nouveau lot de matière (1^{ère} option), ou encore de fixer une vitesse de coupe assez haute (p.ex. à 160m/min) afin de pouvoir tolérer cette variabilité dans le futur (2^{ème} option).

Dernier cas d'application : Problématique de choix de machine et de capitalisation du savoir-faire

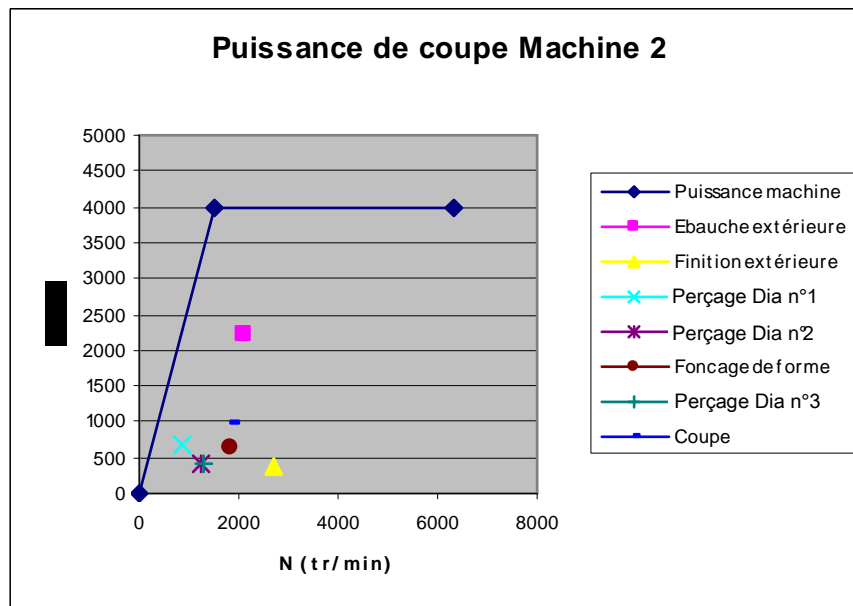
Il arrive enfin que parfois, les conditions de coupe d'un processus de fabrication soient telles que les machines sont utilisées à leurs limites, et qu'alors une légère variation dans la matière ou dans l'affûtage des outils puisse alors engendrer des arrêts intempestifs (machine qui cale ou qui disjoncte).

Dans les exemples suivants, deux machines sont comparées en connaissant leurs caractéristiques de moteur de broche, et les puissances nécessaires pour les différentes opérations d'usinage à réaliser.

La 1^{ère} machine considérée, possède une puissance de coupe importante, et une grande plage de vitesses de rotation de broche :



La 2^{ème} machine est moins puissante et moins rapide, toutefois son couple nominal à la broche est supérieur à celui de la 1^{ère} machine (25 Nm contre 11 Nm) :



Par l'observation des graphiques, nous voyons alors que la machine 1 qui possède la plus grande plage de vitesse et de puissance, est contre toute attente utilisée à ses limites pour l'opération d'ébauche extérieure. C'est donc la machine 2 qui doit être retenue pour ce processus d'usinage.

Le Cut Optimizer[®] permet ici par la comparaison des puissances absorbées en usinage à celles disponibles pour différentes machines, de sélectionner la machine la plus adaptée à la production considérée.

Conclusion

Nous venons de voir par ces exemples concrets tout le bénéfice que l'on peut tirer de l'emploi de Cut Optimizer® Premium.

Nous avons pu ainsi notamment :

- Qualifier des produits par des essais comparatifs
- Connaître le domaine d'emploi d'outils
- Optimiser et valider un processus d'usinage par un choix de machine, et ainsi d'en capitaliser des enseignements

Ces exemples confortent les très bons résultats obtenus lors des actions de formation-action à l'approche globale de l'usinage SCOUP qui utilisent cette mallette Cut Optimizer® Premium.

Le retour sur investissement de cette mallette est assez rapide au vu des résultats fournis. Si l'on considère de plus que son coût d'achat est amortissable en tant que matériel sur 5 ans, alors pour quelques centaines d'Euros par mois, vous disposez d'un formidable outil de mise au point, d'analyse et d'optimisation.

Afin de se faire une opinion, le mieux est de le tester sur des cas d'application.

Différentes formules de location et de vente sont possibles :

- Location du matériel avec expert à la journée : L'expert CTDEC vous assiste dans la mise en oeuvre de la mallette, et réalise avec vous les essais Couple Outil-Matière. Le rapport de synthèse est rédigé avec vous en fin de prestation.
- Location du matériel sans expert : Une mallette comprenant tout le matériel nécessaire vous est remise (PC avec logiciel + Wattmètre + câbles ...).
- Achat de la mallette Cut Optimizer® Premium : vous êtes autonomes dans sa mise en oeuvre et l'utilisation.