

Optimisation économique

Critère économique pour l'optimisation des paramètres de coupe

Le site **www. caravelcut . com**

Vous accompagne pas à pas à optimiser
votre usinage du point de vue
économique, à travers le service:

Leonello Zaquini

Fondateur de CaravelCut



J'ai une machine qui coûte: 78 CHF /h

J'ai une opération à faire qui prend: 1,5 min

Coût machine/opération:

$$Cma_{op} = \frac{78}{60} * 1.5 = 1.95CHF$$

J'ai un outil qui coûte: 50 CHF

L'outil me fait: 1000 opérations

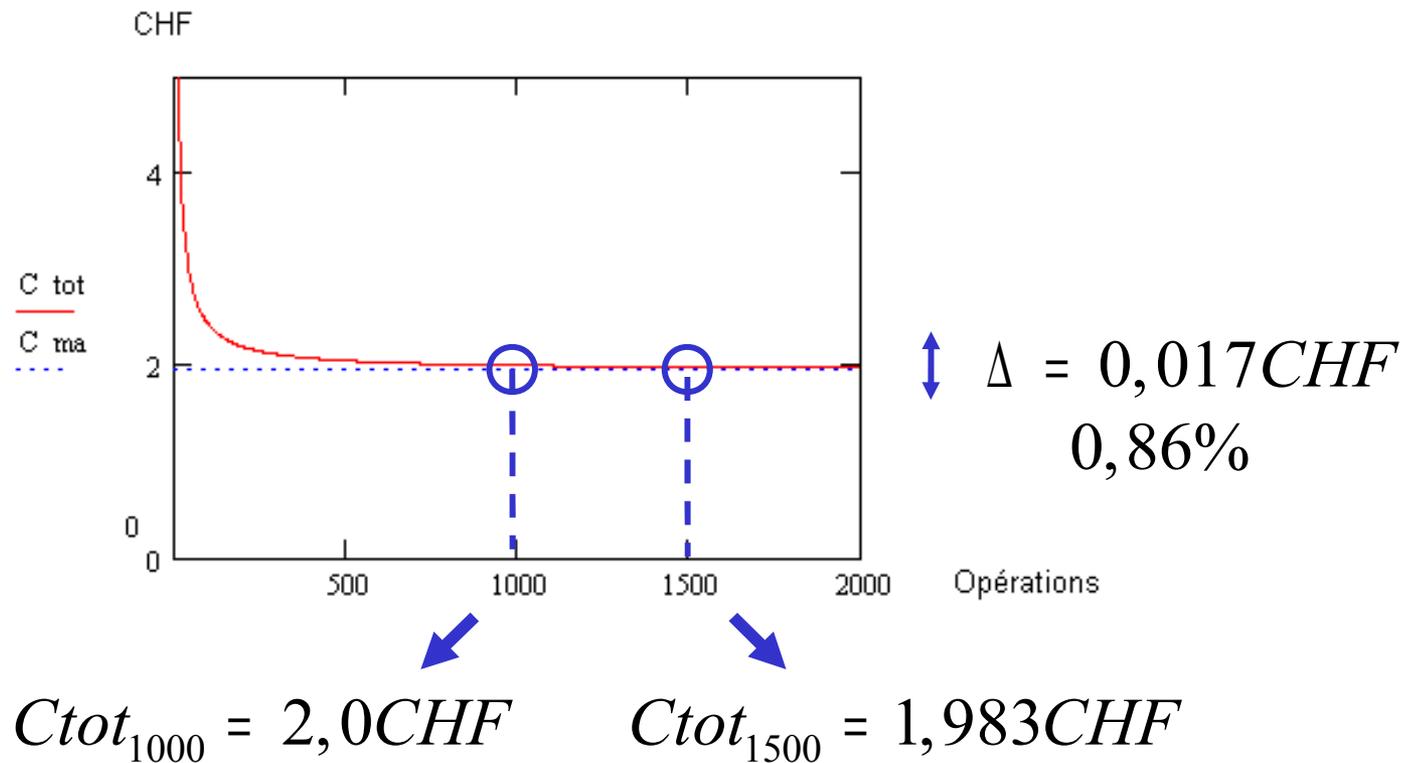
Coût outil/opération:

$$Cou_{op} = \frac{50}{1000} = 0.05CHF$$

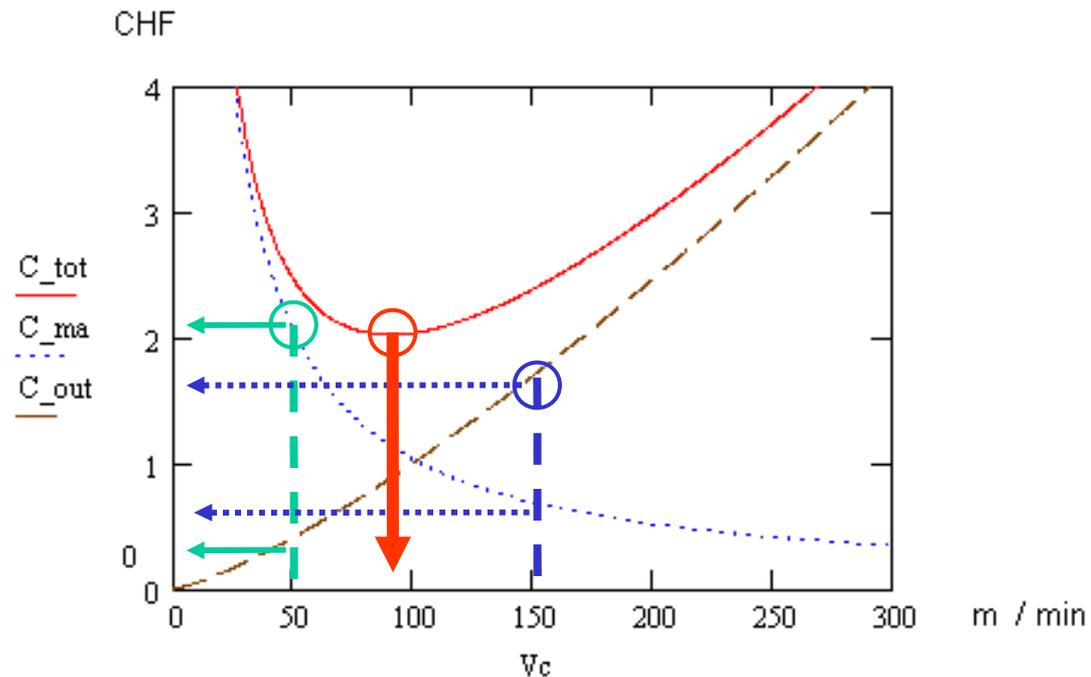
Coût total par opération:

$$Ctot_{op} = Cma_{op} + Cou_{op} = 2,0CHF$$

Y a-t-il un vrai intérêt à augmenter la durée de vie de l'outil?



Il y a un intérêt économique à utiliser soit les
« ressources machines » soit les
« ressources outil »



$$V_{C_{opt}} = 95$$

Le calcul du coût par opération

Machine

Tx_{hor} = taux horaire de la machine (CHF/h)

T = temps d'exécution de l'opération (s)

C_{ma} = Coût de la machine par opération

$$C_{ma} = \frac{Tx_{hor}}{3600} * T$$

Outil

Px_{out} = prix outil (CHF)

T_{ar} = temps d'arrêt pour le changement outil (s)

N_{op} = Durée de vie de l'outil (Nb d'opérations)

C_{out} = Coût de l'outil par opération

$$C_{out} = (Px_{out} + T_{ar} * \frac{Tx_{hor}}{3600}) \frac{1}{N_{op}}$$

$$C_{tot} = C_{ma} + C_{out} = \frac{Tx_{hor}}{3600} * T + (Px_{out} + T_{ar} * \frac{Tx_{hor}}{3600}) \frac{1}{N_{op}}$$

Recherche de l'optimum

Machine

Tx_{hor} = taux horaire de la machine (CHF/h)

T = temps d'exécution de l'opération (s)

$$T = f(V_c, f_z, \dots)$$

Outil

Px_{out} = prix outil (CHF)

T_{ar} = temps d'arrêt pour le changement outil (s)

N_{op} = Durée de vie de l'outil (Nb d'opérations)

$$N_{op} = g(V_c, f_z, \dots)$$

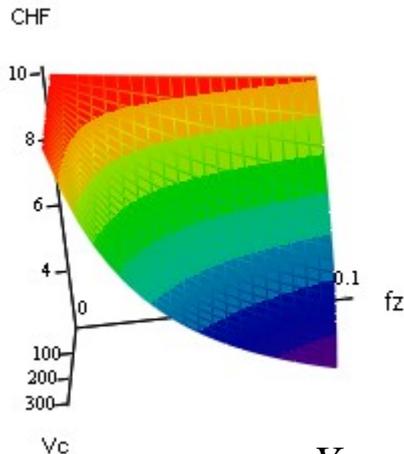
Certaines valeurs sont fonction des paramètres de coupe. Le coût total est fonction de ces paramètres de coupe.

$$C_{tot}(V_c, f_z) = \frac{Tx_{hor}}{3600} * T(V_c, f_z) + (Px_{out} + T_{ar} * \frac{Tx_{hor}}{3600}) \frac{1}{N_{op}(V_c, f_z)}$$

Recherche des fonctions $T = f (V_c, f_z, \dots)$, $N_{op} = g (V_c, f_z, \dots)$

Temps d'exécution: $T = f (V_c, f_z, \dots)$

Considérations
géométriques et
physiques.



Nombre d'opérations: $N_{op} = g (V_c, f_z, \dots)$

a) Prévisions analytiques

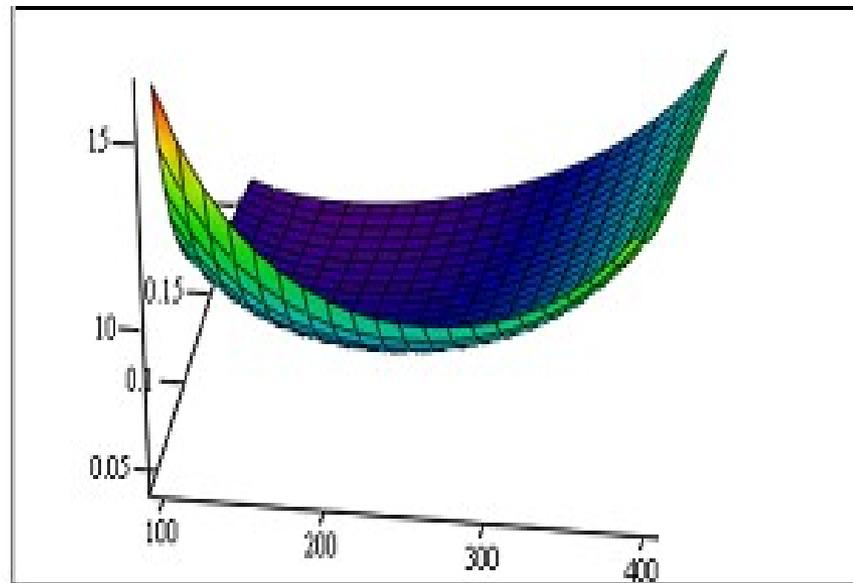
(t = durée de vie de l'outil, en
temps d'usinage).

$$t = c_1 V_c^\alpha f_z^\beta$$

b) Régressions, sur la base de
mesures empiriques (Plans
d'expériences)

$$Y \cong a_0 + a_1 A + a_2 B + a_3 C + \dots + b_1 AB + b_2 AC + b_3 AD + \dots$$

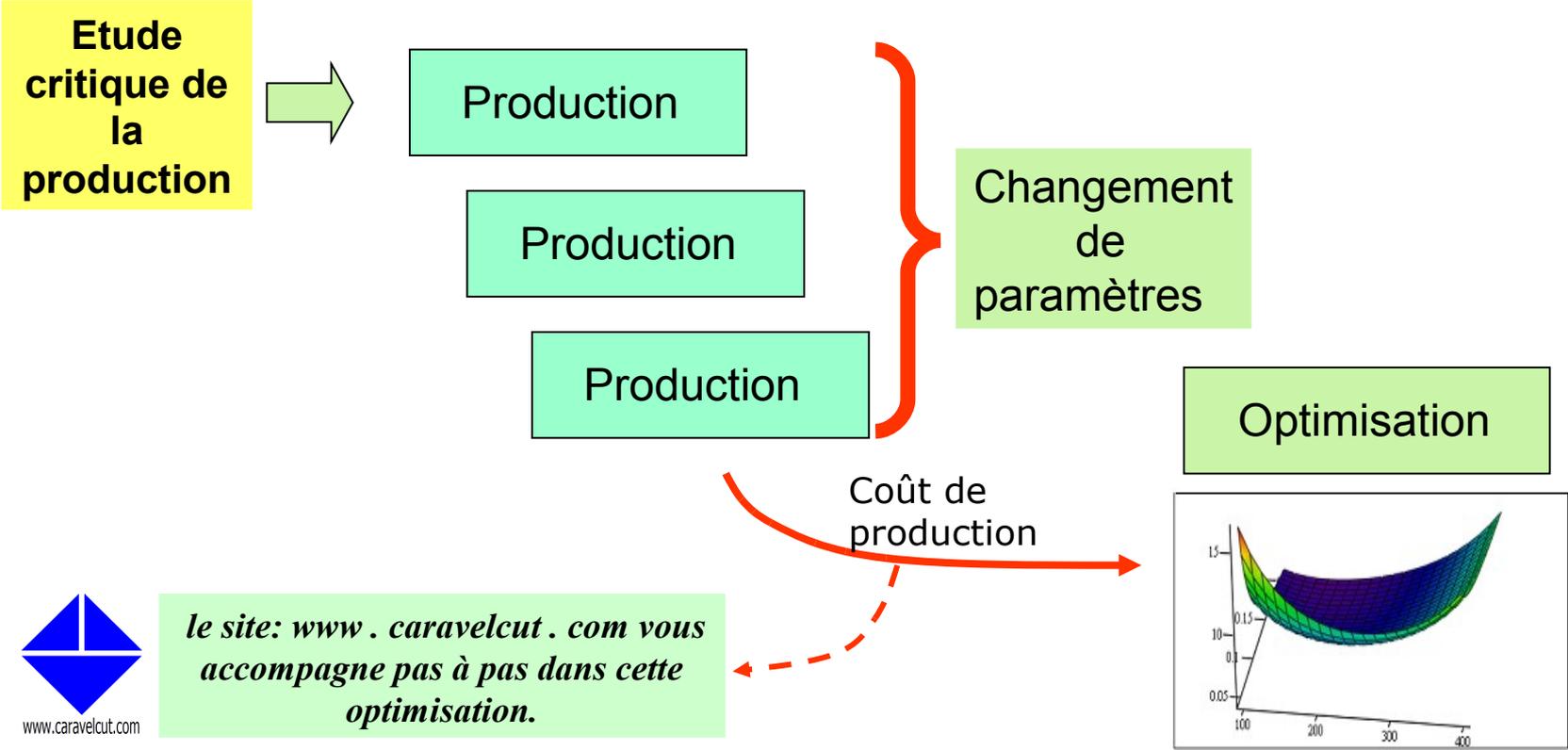
Si les paramètres de coupe à optimiser sont 2 (ou plus), la recherche de l'optimum se base sur la recherche sur une « surface » à 3 dimensions (ou plus).



Le site www.caravelcut.com met à disposition un logiciel qui permet de conduire cette optimisation



Déroulement du procédé d'optimisation:
Recherche de l'optimum économique



Un exemple réel

Etape 1 - Saisissez les informations économiques :

Saisissez l'unité monétaire désirée pour évaluer les coûts:

Coût horaire de la machine (inclus les salaires, l'entretien, et les frais généraux):	<input type="text" value="135"/>	CHF
Prix d'achat de l'outil:	<input type="text" value="10"/>	CHF
Coût du réaffûtage:	<input type="text" value="0"/>	CHF
Nombre de réaffûtages de l'outil:	<input type="text" value="0"/>	réaffûtages
Temps de changement de l'outil:	<input type="text" value="10"/>	secondes

Etape 2 - Saisissez les informations sur l'opération à optimiser:

Durée de l'opération	<input type="text" value="2.2"/>	minutes
Nombre total d'opérations que l'outil arrive à réaliser, y compris après réaffutage	<input type="text" value="6"/>	N° op.

Un exemple réel

Etape 3: Informations sur vos conditions actuelles d'usinage:

Coût machine	4.95	CHF
Coût outil	1.729	CHF
Coût total	6.679	CHF

Il semblerait que les paramètres de coupe que vous utilisez actuellement soient trop prudents.

Le site réalise une première estimation.

L'utilisateur peut faire des essais, suivant les indications

Un exemple réel

Les essais proposés donnent les résultats:

Essai n°	Vc	fz	Mesures [min / op]
1	60	0.02	2.2
2	60	0.05	1
3	120	0.02	1.2
4	120	0.05	0.4

Essai n°	Vc	fz	Mesures [Nombre opérations]
1	60	0.02	6
2	60	0.05	5
3	120	0.02	3
4	120	0.05	1.5

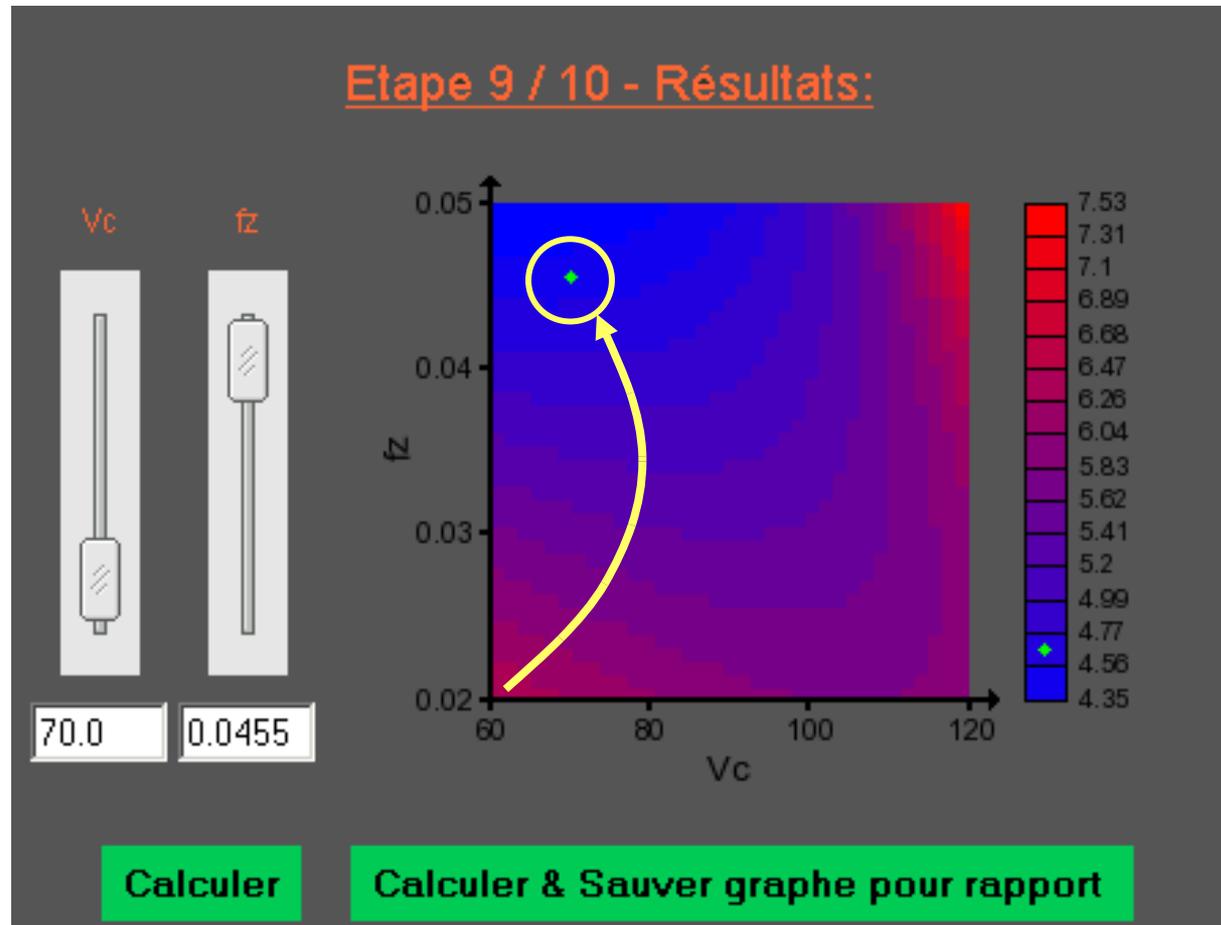
Temps de duré de l'opération

Duré de vie de l'outil

Les valeurs obtenus sont utilisés pour réaliser un modèle qui réalise une prévision du coût dans les différentes conditions de coupe

Un exemple réel

On peut
chercher
l'optimum.
En utilisant le
modèle.



L'épargne, sur une année, peut être très
important

Un exemple réel

Conditions
de départ:

Durée d'une opération	2.2	min.
Durée de vie de l'outil	6	opérations
Coût machine	4.95	CHF/opération
Coût outil	1.729	CHF/opération
Coût total	6.679	CHF/opération

Conditions
optimisées:

Durée d'une opération	1.07	min.
Durée de vie de l'outil	4.579	opérations
Coût machine	2.408	CHF/opération
Coût outil	2.266	CHF/opération
Coût total	4.673	CHF/opération

Un exemple réel, conclusions

Après un essais de validation:

Le temps d'exécution de l'opération baisse à 1 min / opération (-50%).

La durée de vie de l'outil se réduit et passe de 12 à 4 min (- 66%).

L'avantage économique est de 2 CHF par opération (+ 30%).

- *Le taux d'utilisation de la machine est de 75%, (fois 2, 3500 h / an)*
- *L'opération prend le 30% du travail de la machine.*

Le gain économique sur l'année est de 95'000 CHF/an
(73'000 euro)