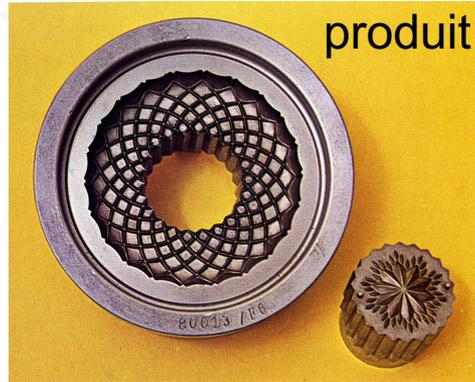


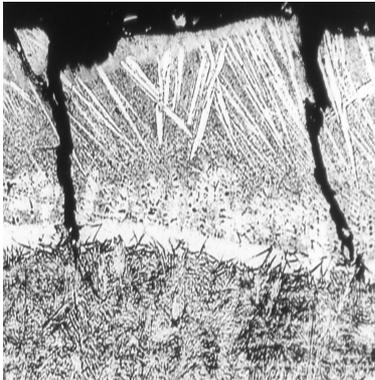


# Procédé d'électroérosion par enfonçage

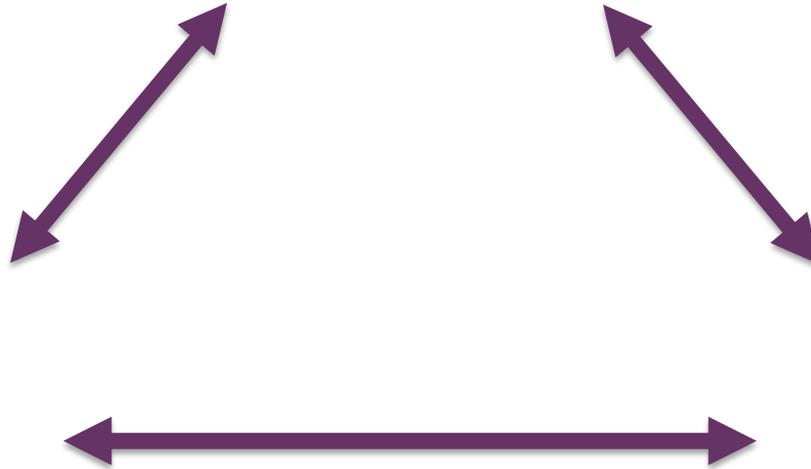
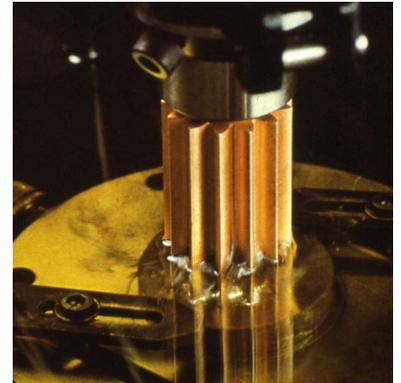
# Electroérosion par enfonçage



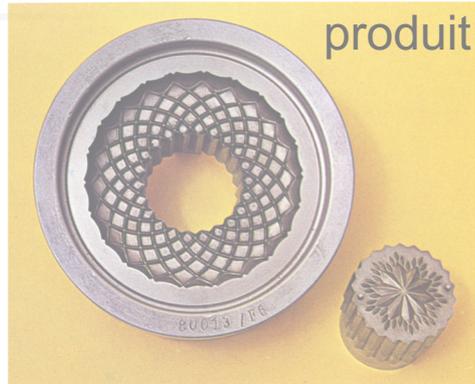
matériau



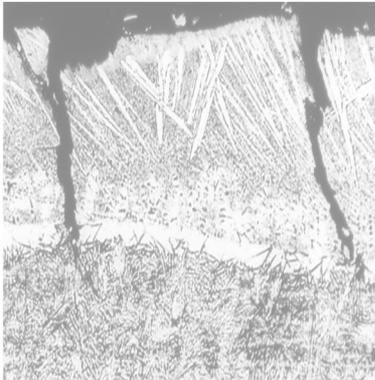
procédé



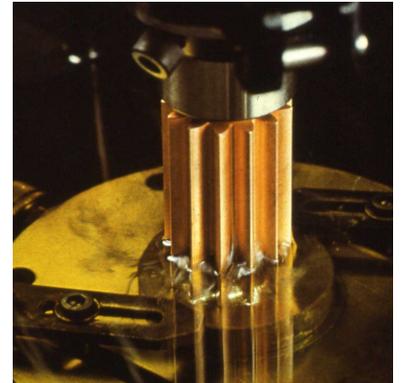
# Electroérosion par enfonçage



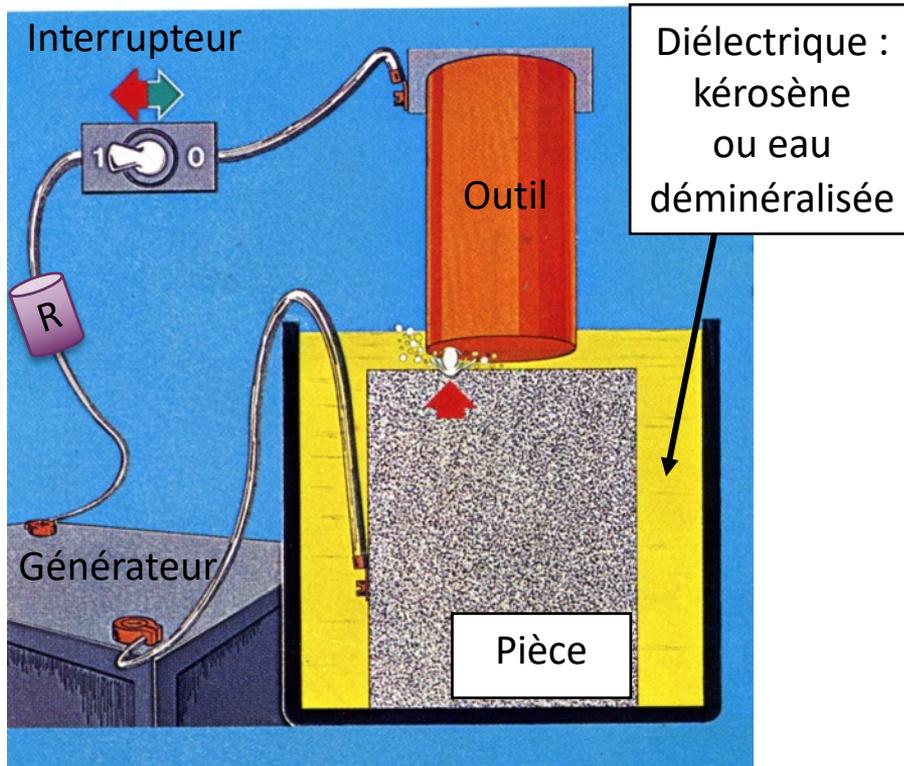
matériau



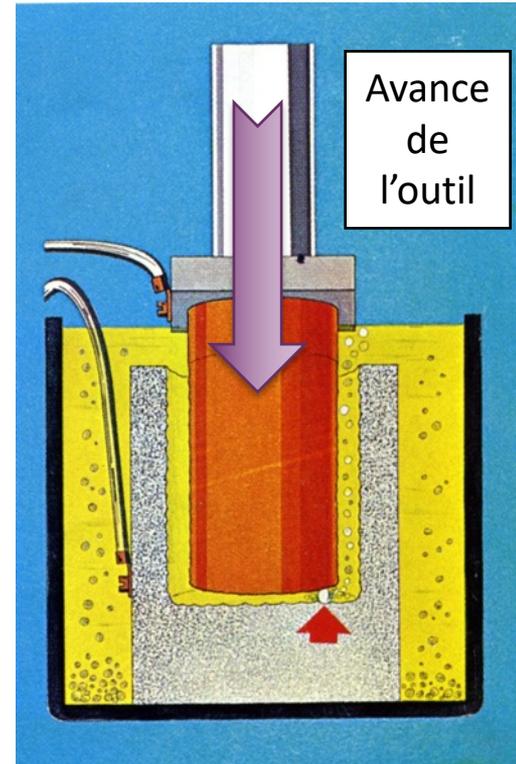
procédé



## Principe du procédé



- ✓ Enlèvement de matière aux points d'impact de micro arcs électriques.
- ✓ Phénomène initial : **claquage diélectrique**.



- ✓ Avance de l'outil.
- ✓ Complémentarité géométrique outil/pièce.

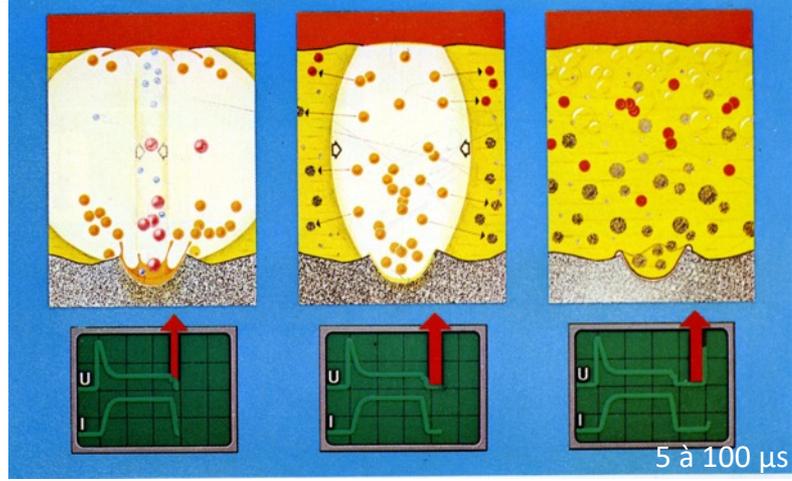
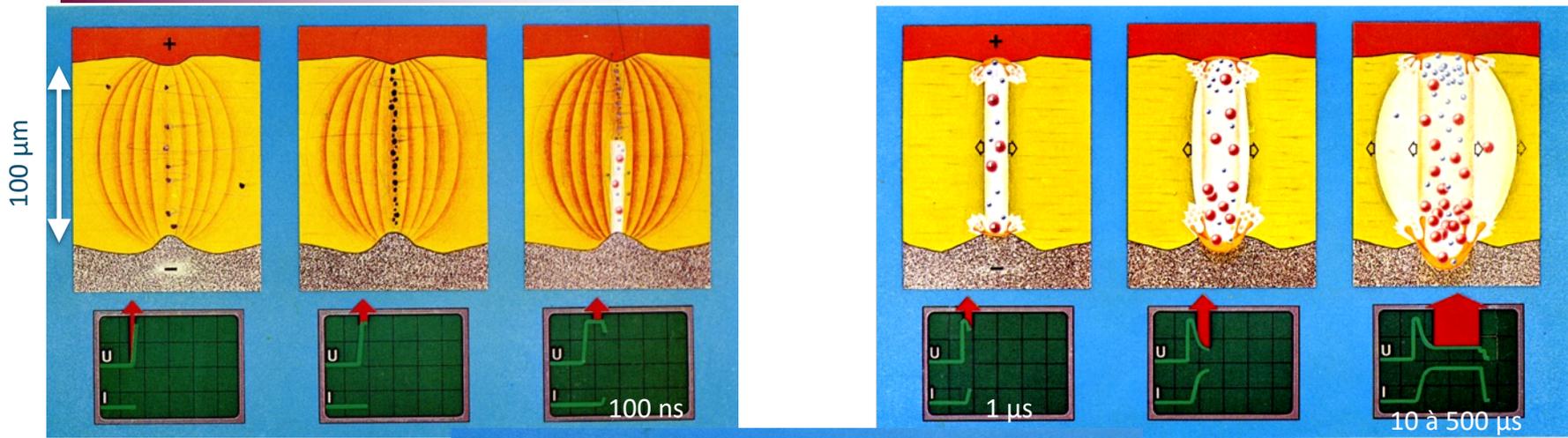
## Principe du procédé : claquage diélectrique



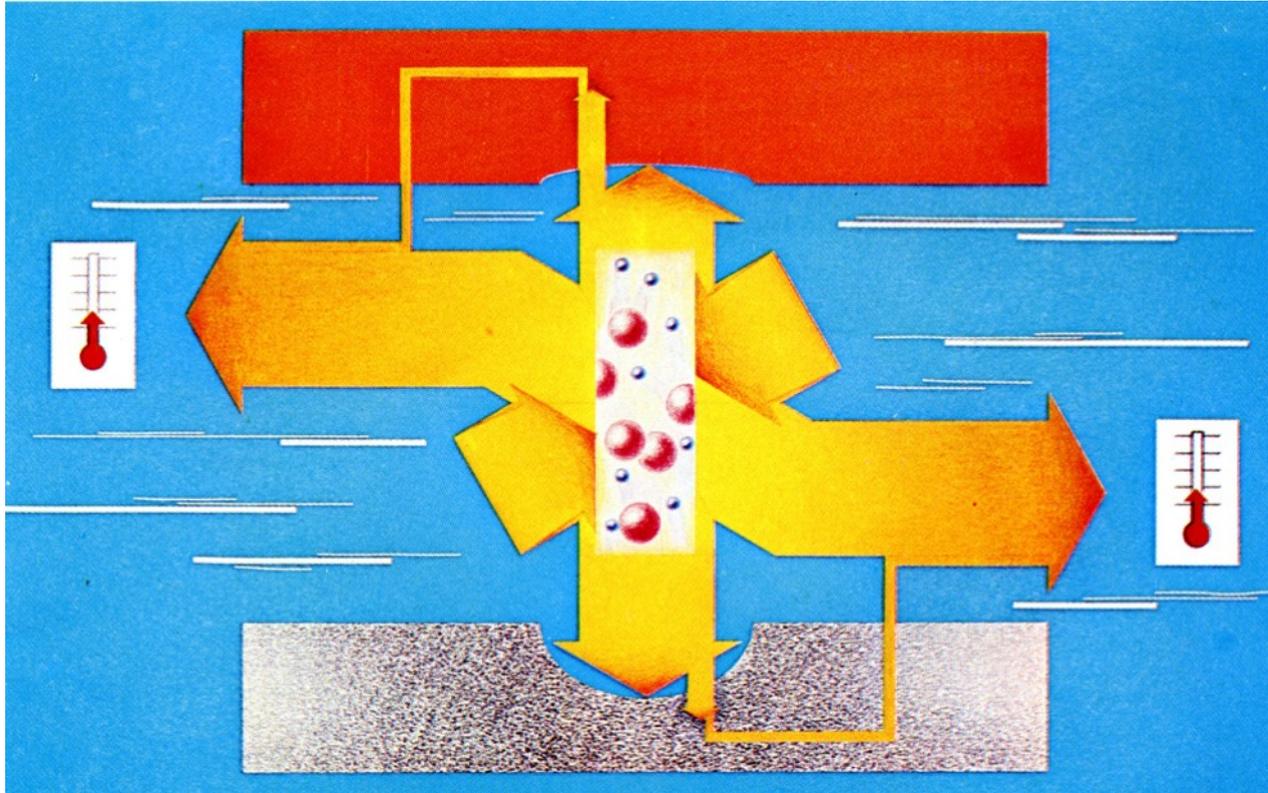
## Claquage diélectrique



# Principe du procédé : bilan des étapes d'un usinage élémentaire



## Procédé : bilan énergétique



Énergie spécifique jusqu'à plusieurs  $\text{kJ}/\text{mm}^3$

## Procédé : paramètres d'entrée

Intensité  $I$

Durée d'impulsion  $T$

Temps de repos  $P$

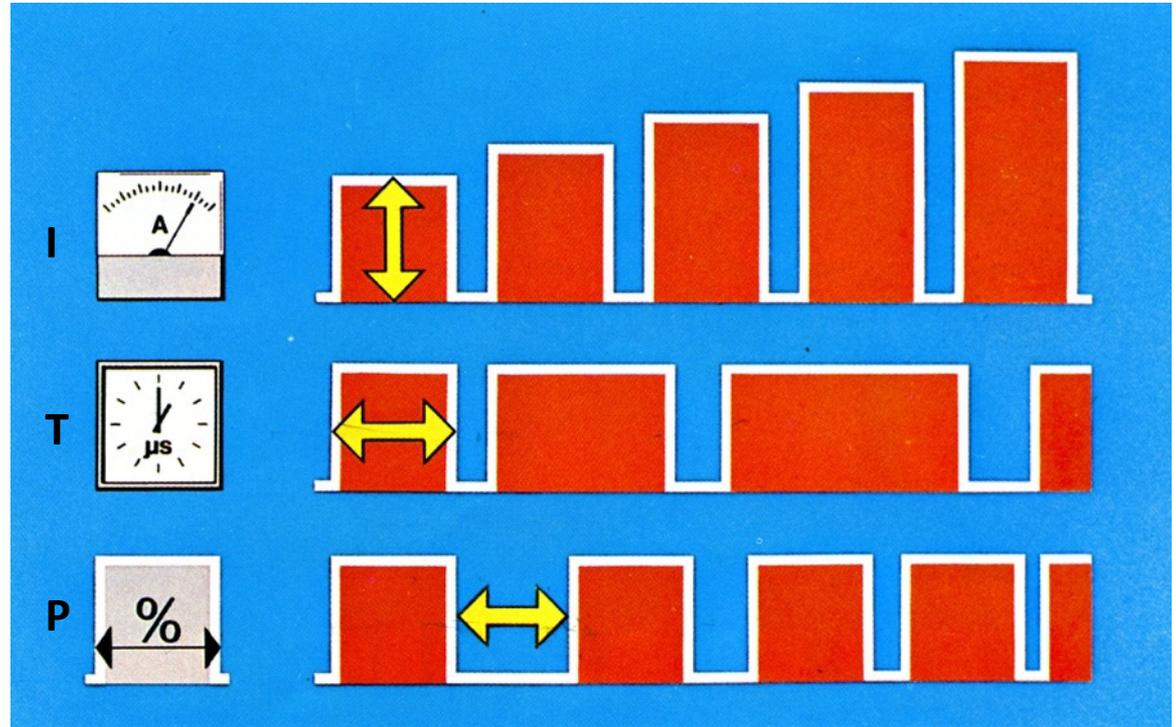
Matériaux

Polarité

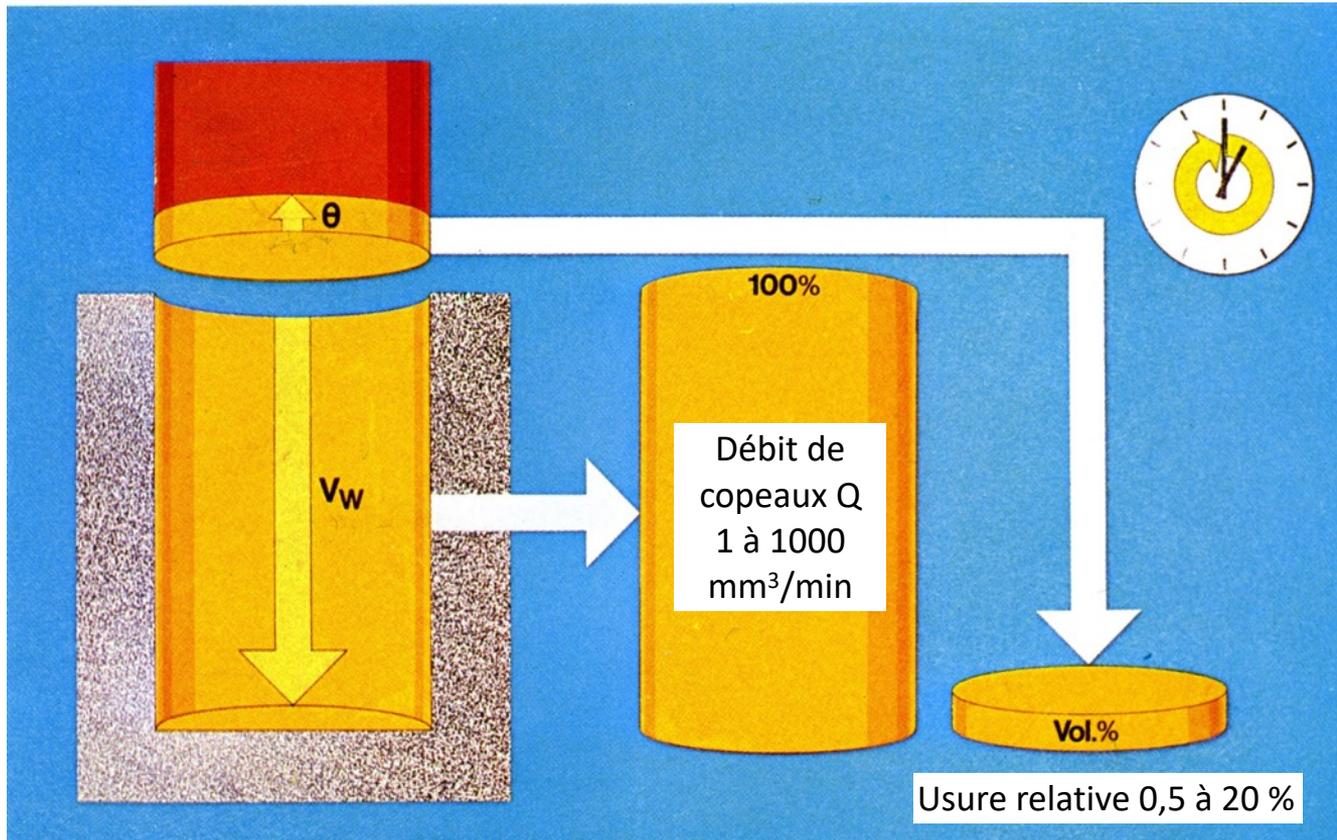
Circulation du diélectrique

~~Vitesse d'avance de l'outil~~

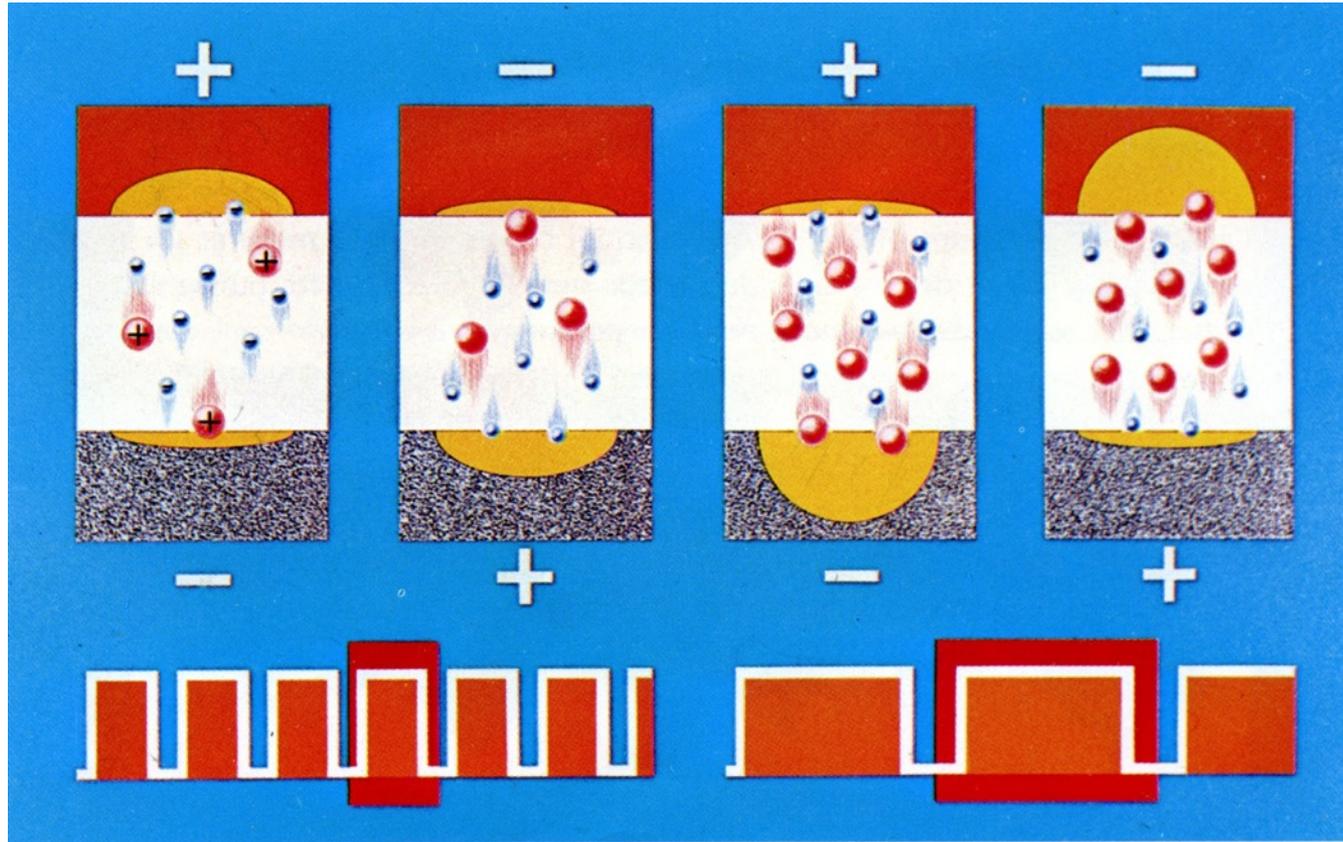
=> asservissement garantissant  
une distance outil/pièce constante



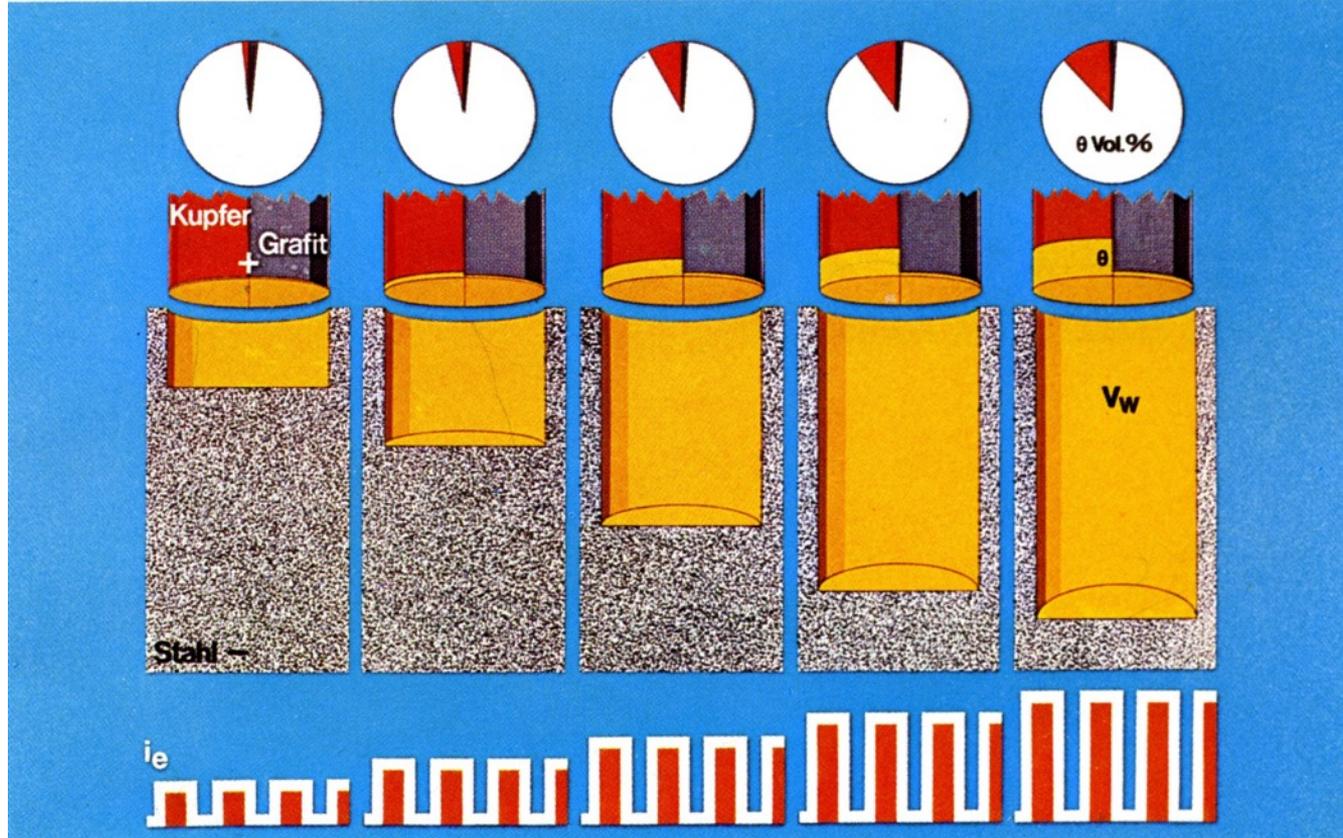
## Procédé : paramètre de sortie – débit de copeaux Q



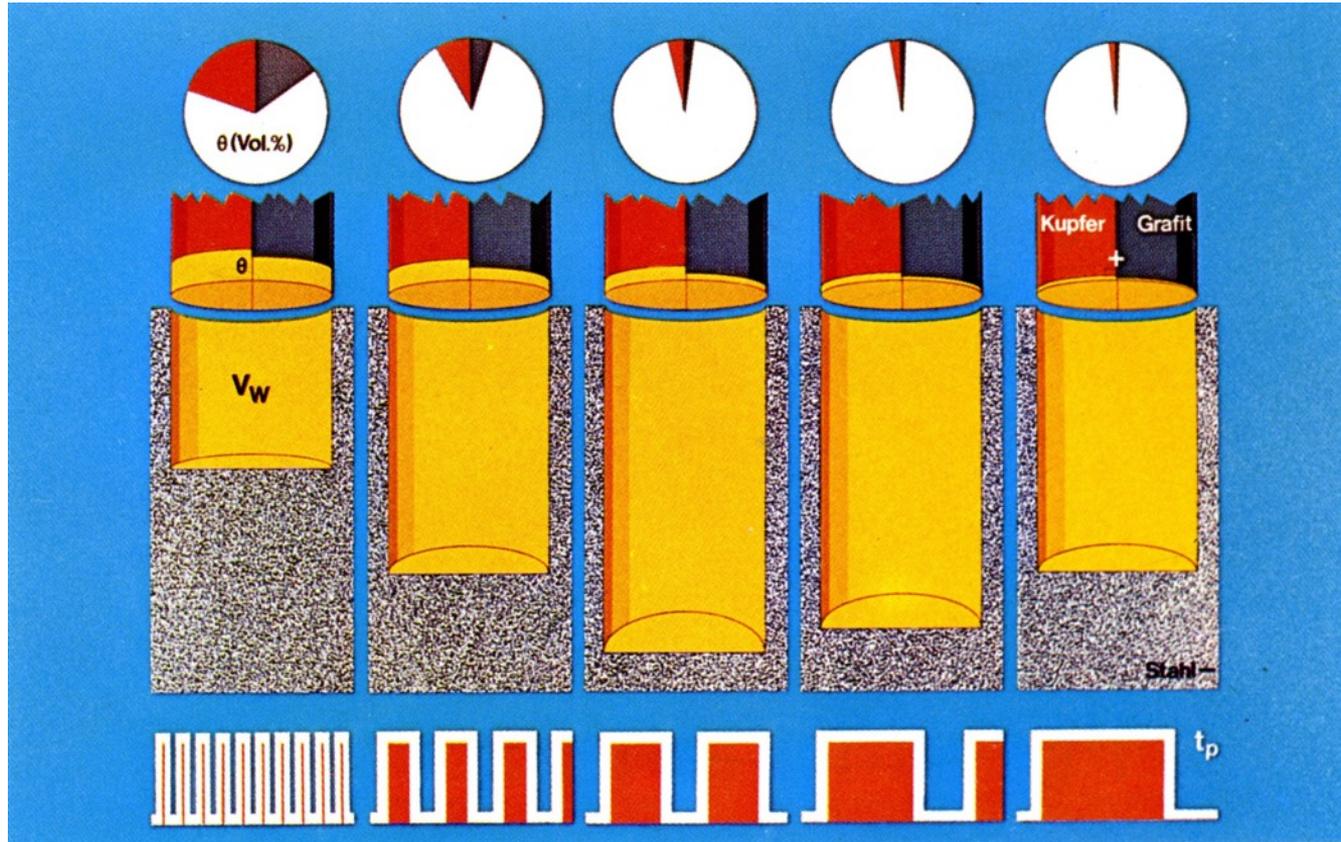
# Relation E/S : polarité – durée d'impulsion – débit de copeaux



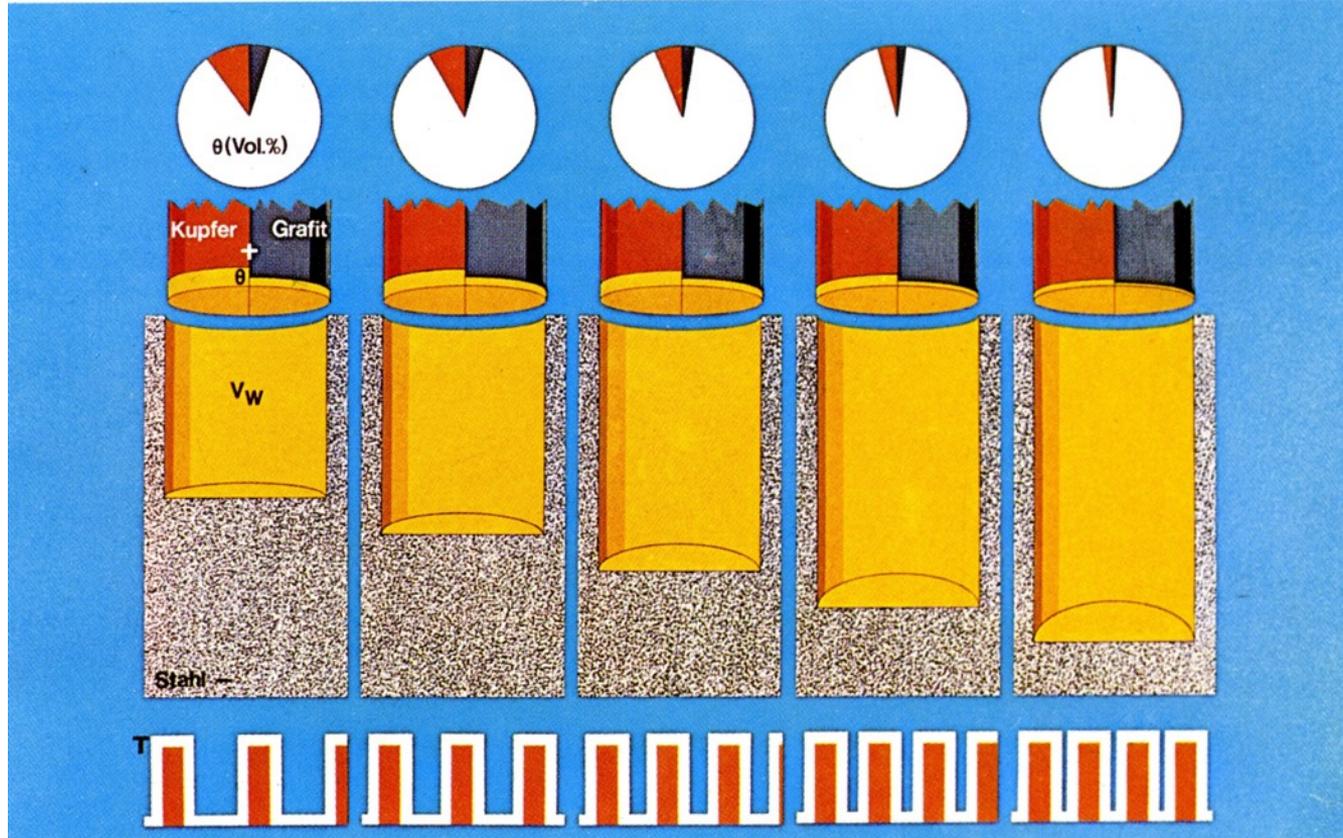
# Relation E/S : effet de l'intensité du courant $I$ sur $Q$



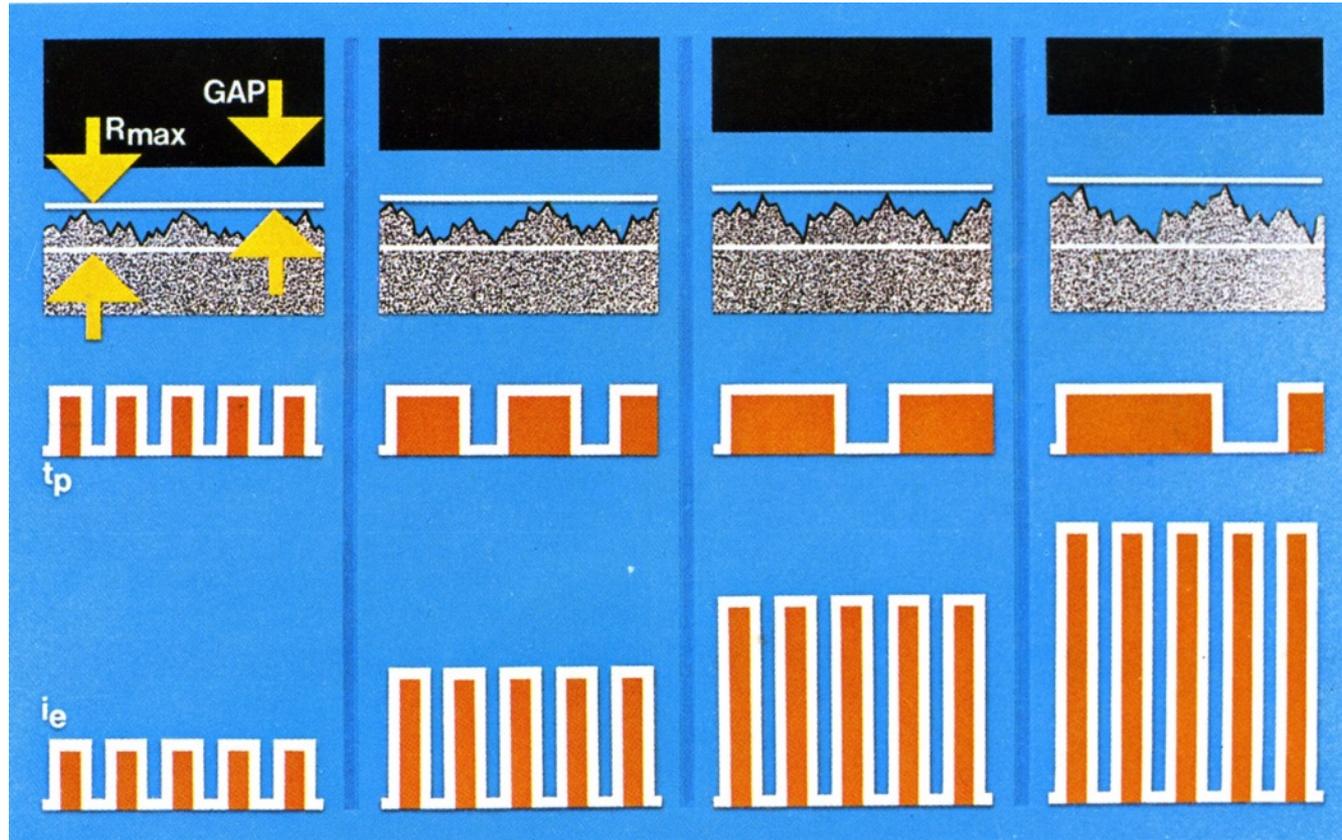
## Relation E/S : effet de la durée d'impulsion T sur Q



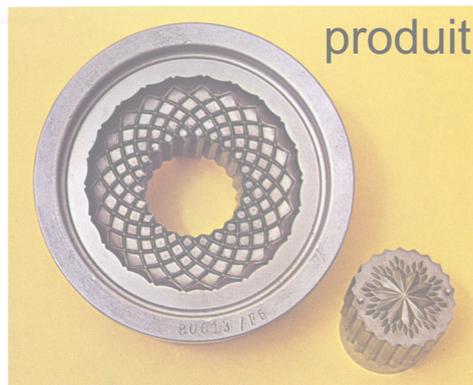
# Relation E/S : effet du temps de repos P sur Q



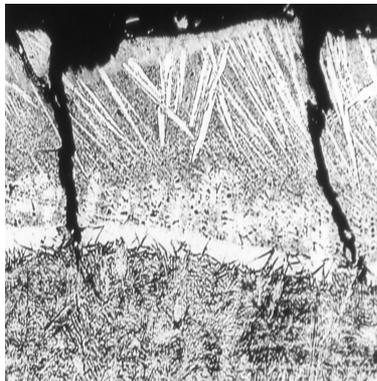
# Relation E/S : effet de l'énergie des impulsions sur la rugosité



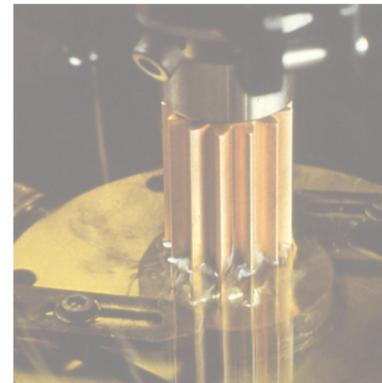
# Electroérosion par enfonçage



matériau



procédé



## Matériaux de la pièce

La conductivité électrique doit être suffisante pour permettre le passage de la décharge électrique ( $\kappa \geq 10^{-2}\Omega/\text{cm}$ ). Le procédé est le plus performant si le matériau possède :

- une température de fusion et de vaporisation basse,
- une mauvaise diffusivité thermique.

Le procédé permet d'usiner dans des conditions acceptables les matériaux suivants :

- alliage métalliques,
- graphites,
- céramiques conductrices ou semi-conductrices, certains matériaux composites,
- certaines semi-conducteurs,
- supraconducteurs,
- diamant polycristallin.

## Matériaux de l'outil

Pour les outils, il est important d'utiliser des matériaux permettant un bon enlèvement de matière sur la pièce, une usure faible sur l'outil et un usinage préalable aisé. Les matériaux adaptés ont les propriétés suivantes :

- haute température de fusion et vaporisation,
- haute diffusivité thermique,
- bonne usinabilité à l'outil coupant.

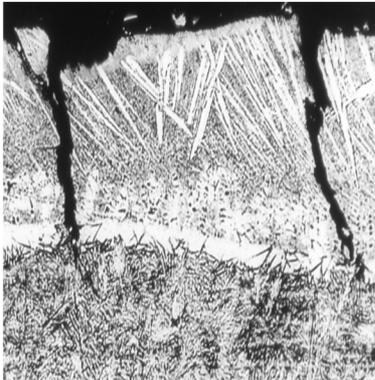
Les matériaux adéquats sont essentiellement :

- cuivre et alliages,
- graphite,
- des matériaux plus résistants tels que le molybdène et le tungstène.

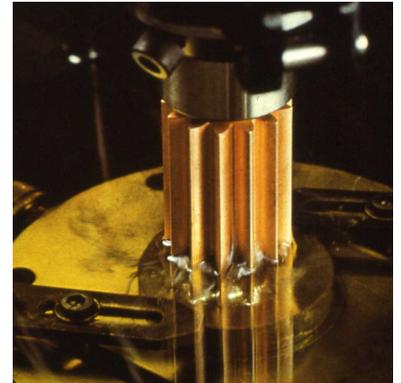
# Electroérosion par enfonçage



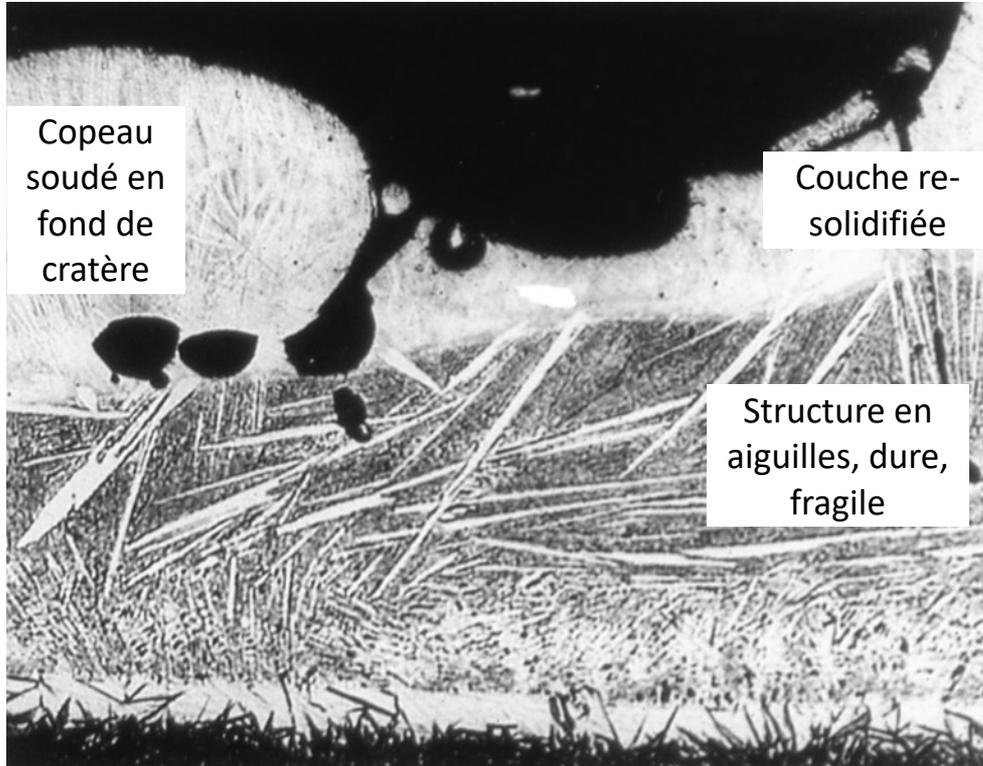
matériau



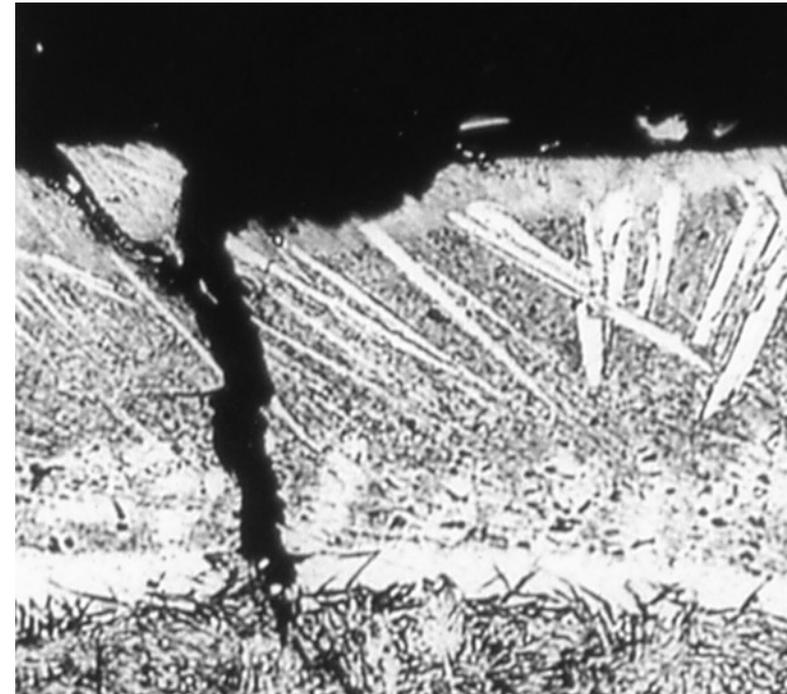
procédé



# Métallurgie en surface

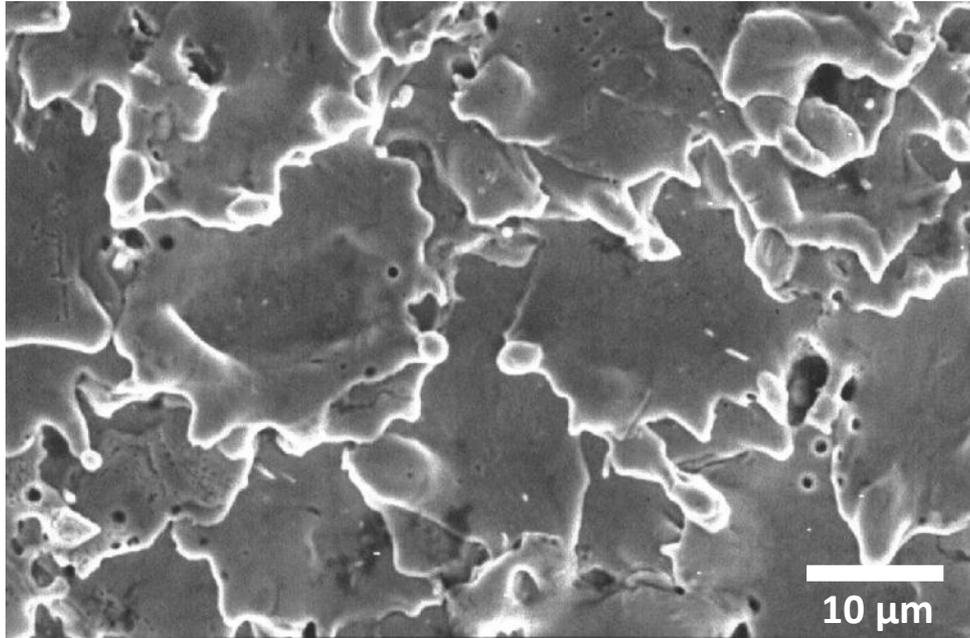


Présence de micro-fissures dans la ZAT



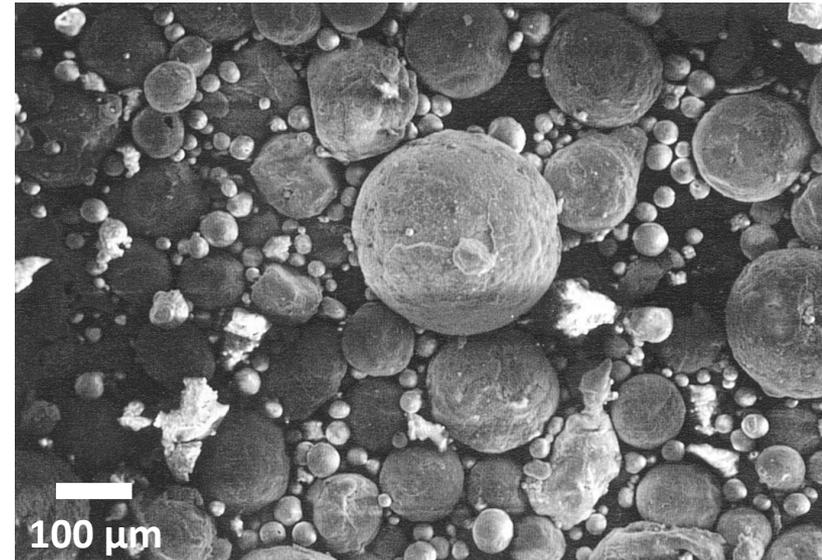
3 à 5 fois Ra

## Etat du matériau en surface - copeaux

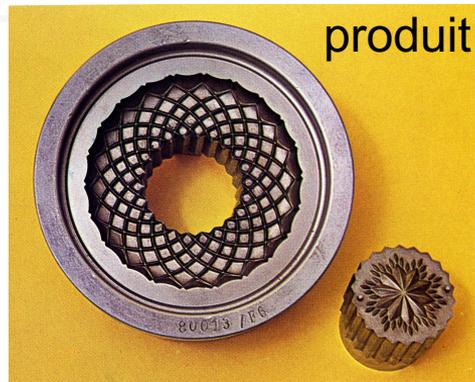


Surface observée au MEB : finition  $R_a \approx 1 \mu\text{m}$

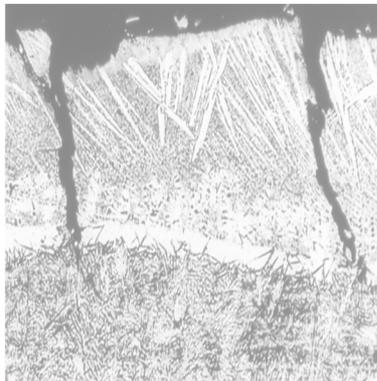
Copeaux – ébauche cuivre/acier



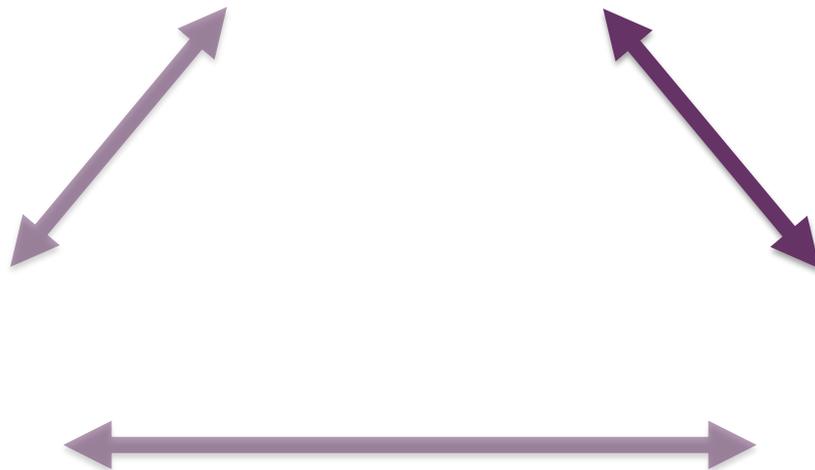
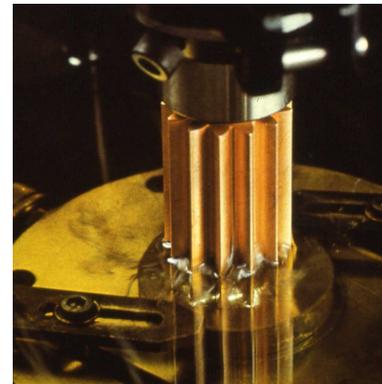
# Electroérosion par enfonçage



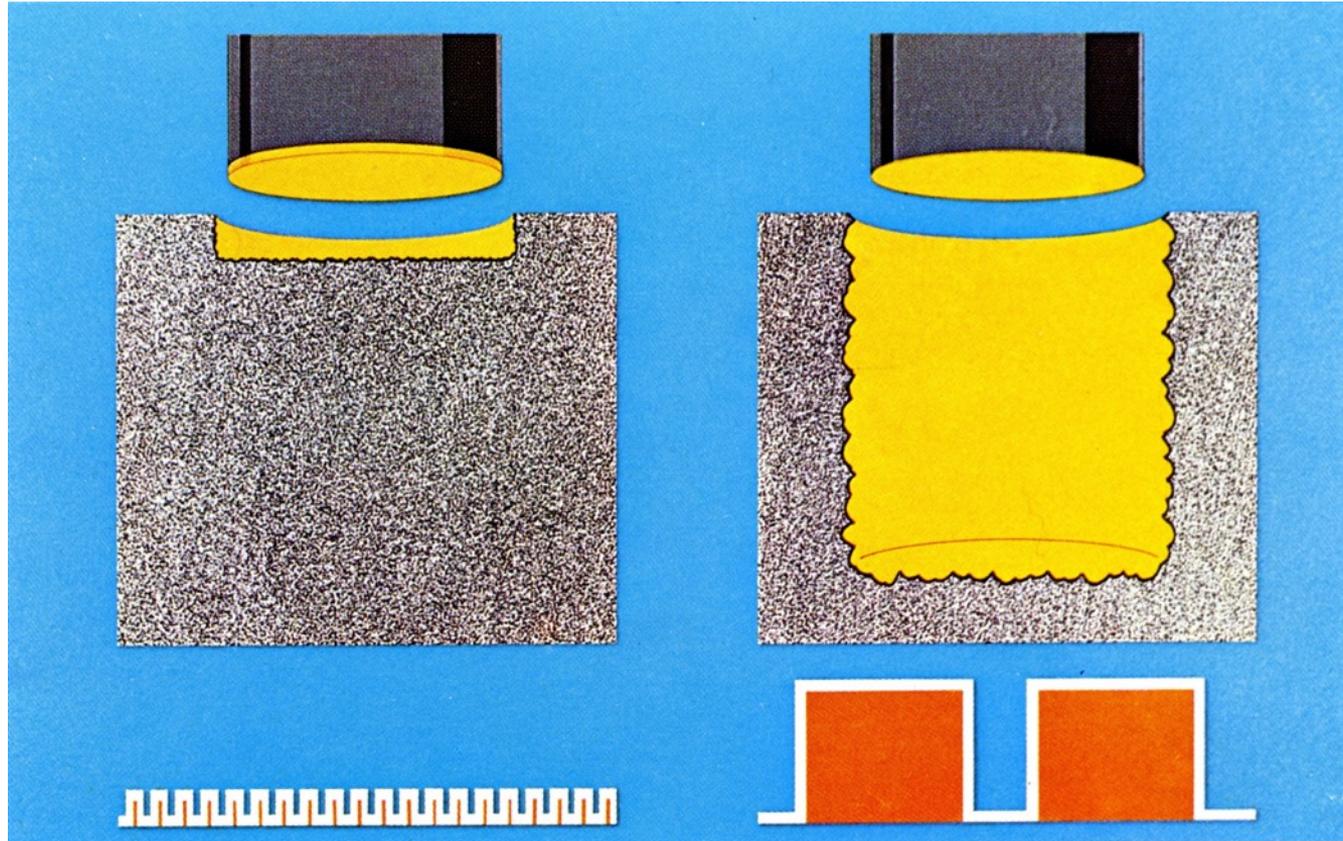
matériau



procédé



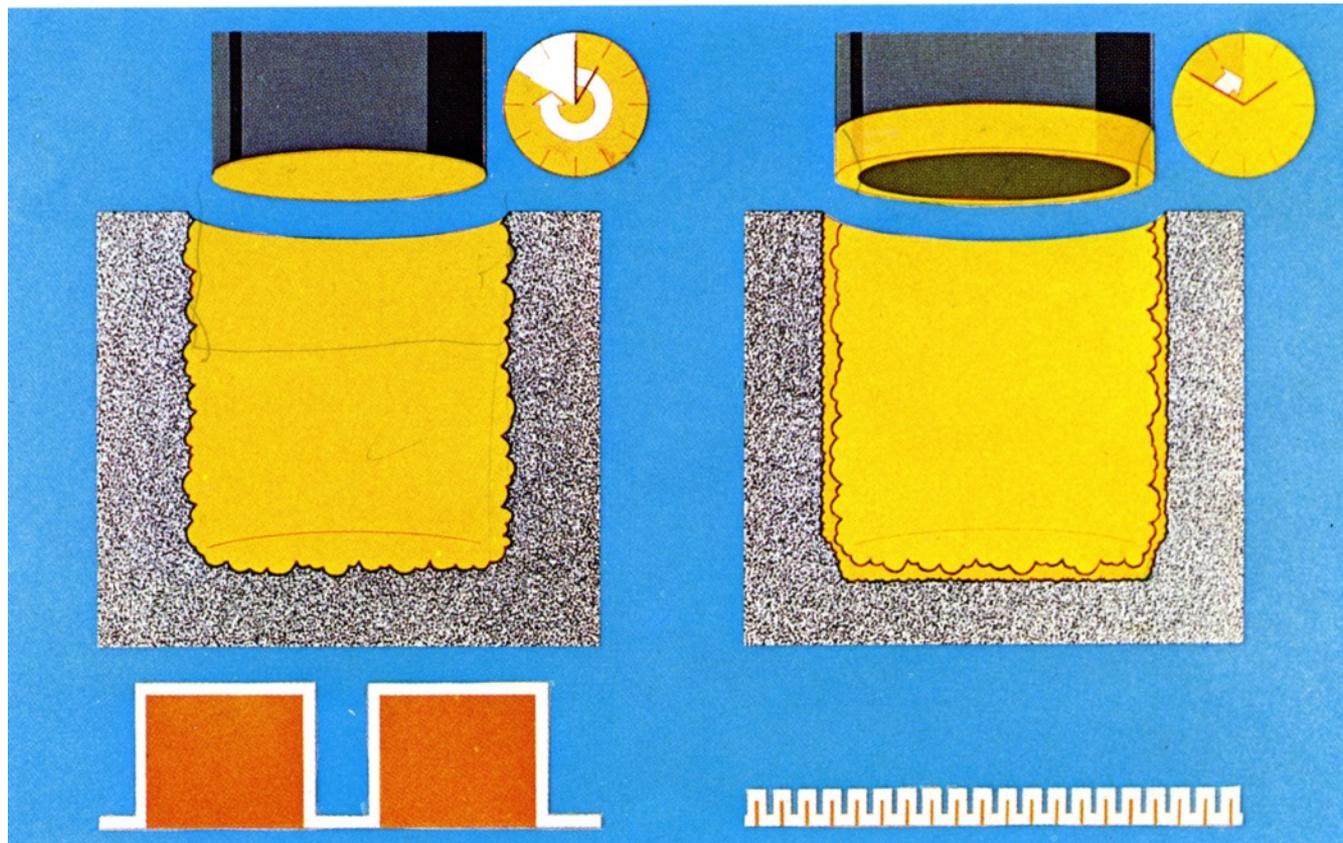
# Régimes ébauche/finition



Finition

Ebauche

# Gamme d'usage

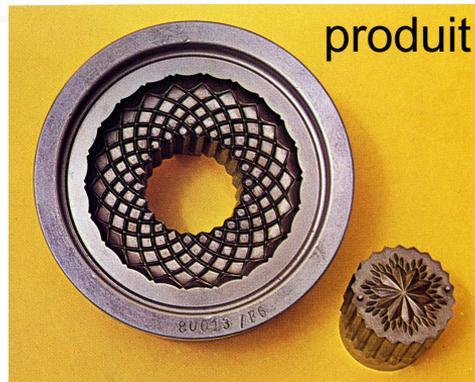


## Effacité des régimes

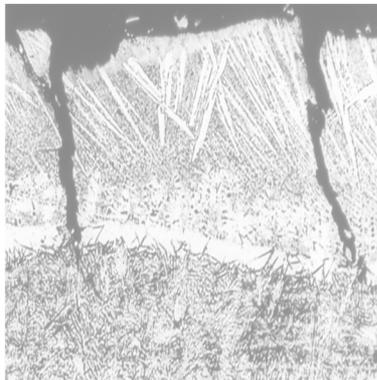
Comparaison des paramètres et performance selon trois régimes de fonctionnement.

	Ébauche	½ finition	finition
Intensité I (A)	64	8	4
Durée d'impulsion T ( $\mu$ s)	50	25	3
État de surface Ra ( $\mu$ m)	11	3.5	1.5
Usure relative outil (%)	1	8	35

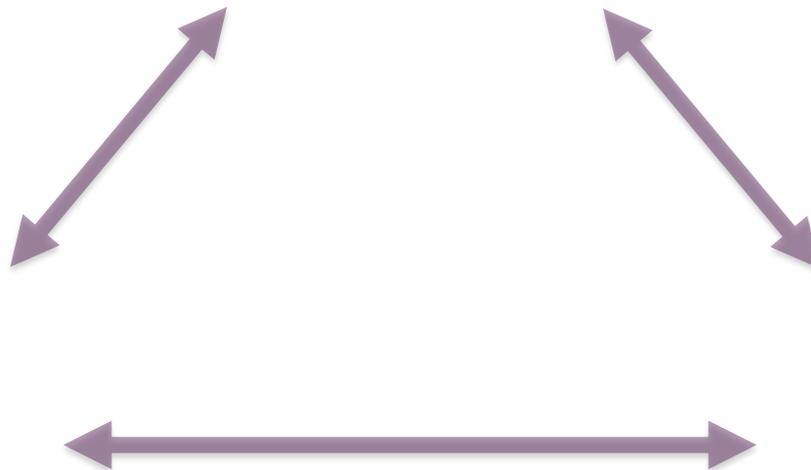
# Electroérosion par enfonçage



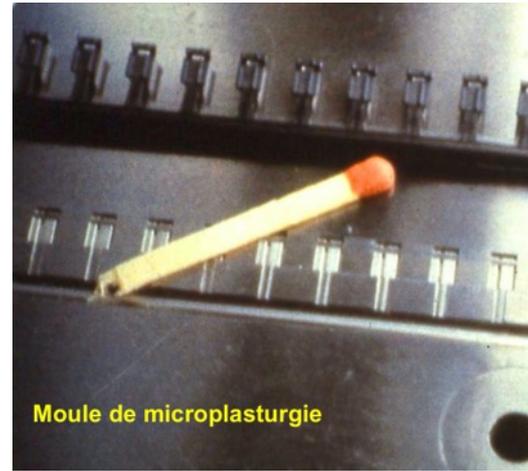
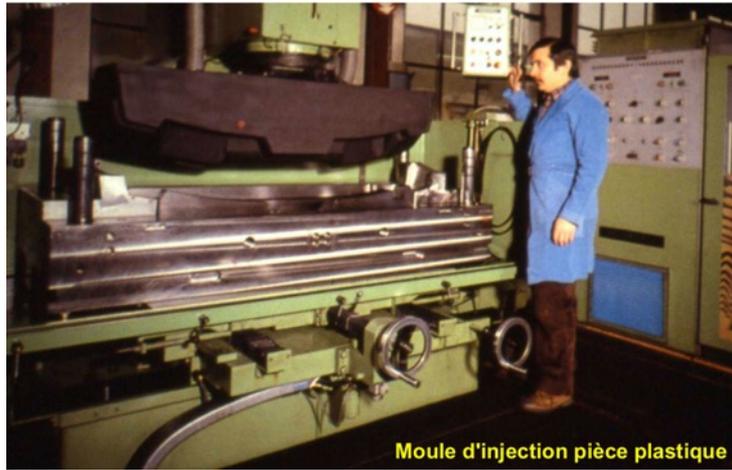
matériau



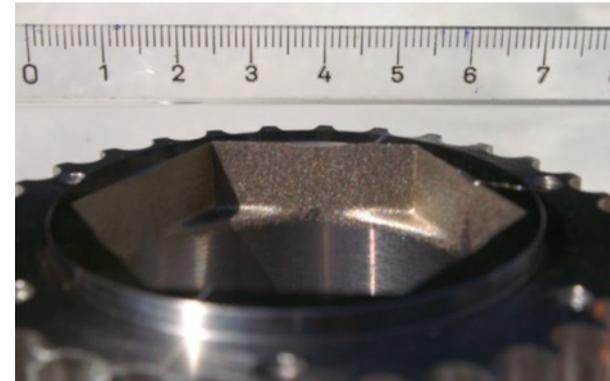
procédé



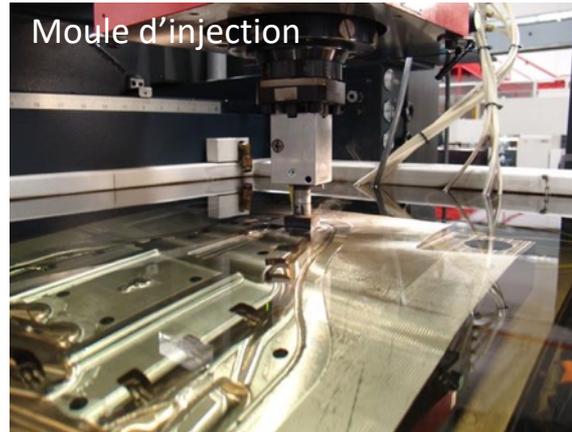
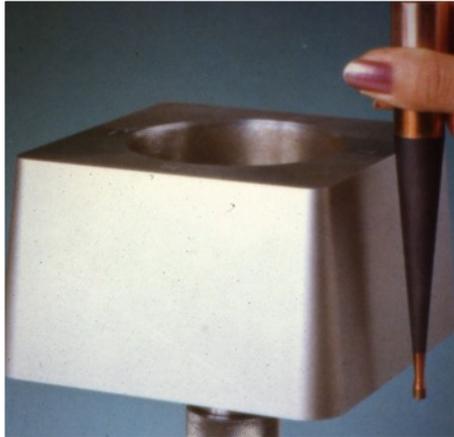
# Exemples de pièces/machines



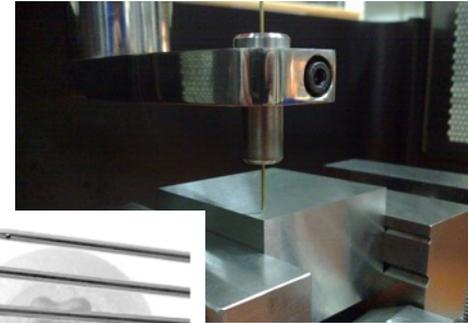
Outil à percer les trous hexagonaux



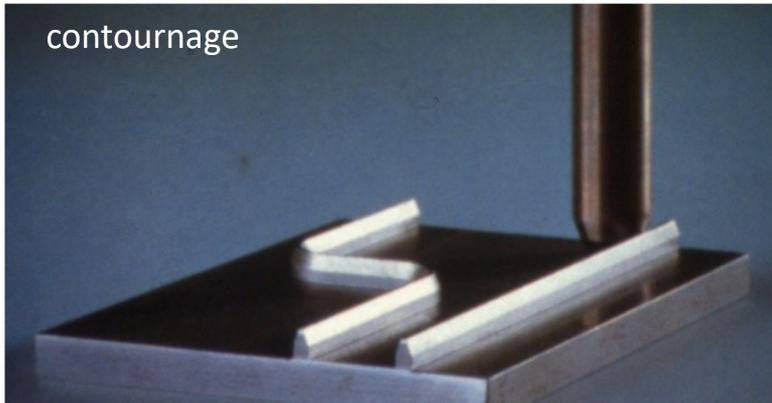
## Exemples de pièces/machines (suite)



Micro-perçage  
en grande  
profondeur



contournage



Perçage hélicoïdal

