

MILIEUX DE REFROIDISSEMENT OU FLUIDES DE TREMPÉ

On attend d'un milieu de trempe :

- ❑ Qu'il refroidisse dans des conditions optimum par rapport aux caractéristiques métallurgiques du matériau à refroidir.
- ❑ Qu'il mette à l'abri des risques de tapure
- ❑ Qu'il minimise les déformations
- ❑ Qu'il soit inerte vis à vis des surfaces à refroidir.

Le milieu de trempe (incluant les effets des propriétés du fluide et de l'installation de trempe) est caractérisé par différents critères

Le nombre de Biot : $h = \alpha / \lambda$

α coefficient de transfert de la chaleur du métal vers le milieu de trempe,

λ conductivité thermique du métal

La sévérité de trempe H définie par Grossmann comme $H = \alpha / 2\lambda$ de telle sorte que $H = 1$ inches⁻¹ pour l'eau.

Les huiles non dopées, non agitées refroidissant environ quatre fois lentement que l'eau ont une sévérité $H = 0,25$ in⁻¹.

Le temps de refroidissement entre 700 et 300°C : Δt_{300}^{700} ou entre 800 et 500°C, Δt_{500}^{800}

Ce dernier étant toutefois moins utilisé.

On parle également de drasticité ou pouvoir refroidissant pour qualifier un fluide de trempe et une installation.

MILIEU	APPLICATIONS	AVANTAGES OU INCONVENIENTS
Eau Pour la trempe des aciers la température ne doit pas dépasser 25°C pour être efficace. Pour la trempe des alliages d'aluminium la température peut varier entre 20 et 100°C.	Trempe des aciers non alliés Trempe des alliages d'aluminium Trempe des alliages de titane Trempe de certains alliages cuivreux	<ul style="list-style-type: none">♦ vitesse de refroidissement maximum, efficacité sensible à la température du bain et à l'agitation♦ risque de tapures sur les aciers, influencé par divers autres paramètres (forme de la pièce, composition superficielle (décarburation, recarburation)...))♦ possibilité d'amélioration par additifs (soude, sels)♦ risque d'oxydation des surfaces après trempe (cas des aciers).
Emulsions eau – polymères Le pouvoir de refroidissement varie avec la concentration qui peut varier de quelques % à 50%. Différents types de polymères PAG (poly-alkylène-glycol), acrylates (ACR), PVP (polyvinyl-pyrrolidone), PEO (polyéthyl-oxazolène), ayant chacun leurs performances propres.	Trempe des aciers faiblement alliés Trempe des alliages d'aluminium	<ul style="list-style-type: none">♦ pouvoir de refroidissement variable avec la nature et la concentration du polymère, avec la température du bain et l'agitation♦ sensibilité au vieillissement et nécessité de surveiller le maintien des concentrations (très sensible à la température finale des pièces en sortie du bain)♦ milieu ininflammable mais relativement polluant♦ élimination par lavage à l'eau♦ nécessite un suivi des concentrations♦ Nécessite un rejet en centre de traitement agréé

Huiles minérales ou synthétiques dopées ou non, employées à différentes températures (jusqu'à 200°C). Les huiles contiennent des additifs qui assurent leurs performances, notamment des anti – oxydants, qu'il faudra surveiller. On parle d'huile chaude lorsque leur température d'emploi est comprise entre 120 et 180°C	Trempe des aciers alliés ayant une excellente trempabilité	<ul style="list-style-type: none"> ◆ pouvoir de refroidissement variable avec la nature de l'huile et les températures du bain (possibilité d'utiliser des huiles chaudes pour la trempe étagées). ◆ milieu inflammable, sensibilité à la présence de traces d'eau ◆ nettoyage par lessivage ou dégraissage après trempe ◆ relative sensibilité au vieillissement (oxydation, consommation des additifs) ◆ maintenance par filtration et réadditivation éventuelle ◆ Nécessite un rejet en centre de traitement agréé
Air	Trempe des aciers « autotremnants » Milieu de refroidissement lent (recuits)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ conditions de refroidissement peu reproductibles ◆ risque d'altération superficielle (oxydation – calamine) pour les températures les plus élevées.
Gaz : Azote, Argon, Hydrogène Hélium, (mélanges) La pression et la vitesse d'écoulement caractérisent l'efficacité de l'échange thermique.	Trempe des aciers alliés et alliages spéciaux préalablement chauffés sous vide ou sous atmosphère	<ul style="list-style-type: none"> ◆ vitesse de refroidissement variable avec la nature du gaz et la pression, le débit, la conception du caisson de refroidissement et l'efficacité des échanges thermiques ◆ pouvoir de refroidissement limité ◆ coût d'exploitation élevé ◆ pièces propres en sortie de refroidissement ◆ milieu ininflammable et non polluant avec les gaz neutres pour des taux d'hydrogène inférieurs à 5%
Sels Nitrates - nitrites Des additions d'eau sont possibles pour augmenter la drasticité, dans ce cas il est nécessaire de contrôler en continu la drasticité et l'addition d'eau correspondante.	Trempe étagée des aciers et fontes à composition chimique adaptée	<ul style="list-style-type: none"> ◆ vitesse de refroidissement précise ◆ applications limitées ◆ température de palier variable (application aux trempes par étape et bainitique) ◆ possibilité de faire varier la vitesse de refroidissement par addition d'eau pour les températures de palier < 200°C ◆ lavage à l'eau après trempe ◆ nécessité de traiter les effluents de trempe et de lavage ◆ risques d'oxydation des surfaces après trempe ◆ nécessité de surveiller la température contre les risques d'explosion ◆ Pas d'utilisation possible au dessus de 500°C ◆ Nécessite un rejet en centre de traitement agréé