



# HiFIT

High Frequency Impact Treatment

**POST-TRAITEMENT DE STRUCTURES SOUDÉES  
PAR MARTELAGE À HAUTE FRÉQUENCE**



**DURABILITÉ À VIE POUR  
STRUCTURES SOUDÉES**



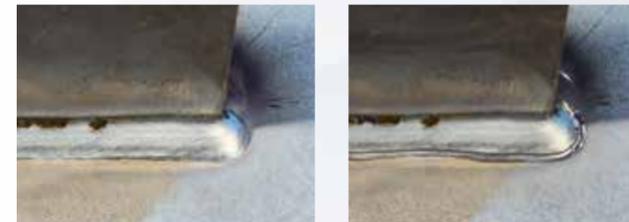
## LE POST-TRAITEMENT DES SOUDURES HIFIT

### LE PROCÉDE HIFIT, TRAITEMENT PAR MARTELAGE HAUTE FRÉQUENCE

est un procédé qui, grâce à un post-traitement ciblé des pieds des cordons de soudure, augmente considérablement la résistance à la fatigue et la durée de vie des structures en acier soudées soumises à des charges dynamiques.

Le procédé HiFIT est universel et requiert seulement des conditions de service très basiques. Néanmoins, HiFIT assure des résultats hautement reproductibles et offre la possibilité d'un contrôle de qualité. Le procédé HiFIT a fait l'objet d'études scientifiques approfondies dans le cadre d'essais d'évaluation dans de nombreuses conditions extrêmes. HiFIT s'est révélé particulièrement efficace et efficient. En 2016, une directive IIW indépendante, ainsi qu'en 2019, la directive DAST 026 ont vu le jour, dans lesquelles le HiFIT est considéré comme un procédé qualifié. L'appareil HiFIT a été développé par DYNATEC Gesellschaft für CAE und Dynamik mbH.

Le HiFIT est un procédé de martelage à haute fréquence. Il est également appelé «HFH» en allemand et «HFMI» en anglais, pour «high frequency mechanical impact».



Avant / après: Le traitement HiFIT permet d'augmenter la résistance à la fatigue des soudures entre 80 à 100%!



## DOMAINES D'APPLICATIONS

Le soudage est le procédé le plus répandu pour l'assemblage de pièces en acier. Pour réaliser une soudure appropriée, de nombreux paramètres doivent être respectés. Les charges à contraintes constantes sont tolérées jusqu'à un certain point. Cependant, la pièce cède sous la même charge si celle-ci est appliquée de manière répétée. Dans le cas de charges dites cycliques, des fissures locales se forment et se développent au fil du temps, entraînant alors une défaillance.

La fatigue des pièces et des structures soudées soumises à des contraintes dynamiques entraîne chaque année des coûts qui se chiffrent en milliards. L'effet d'entaille au niveau des jonctions soudées est souvent à l'origine du problème, en combinaison avec les contraintes résiduelles provoquées par le soudage. La formation de fissures conduit alors à la défaillance de l'assemblage. Dans de nombreux cas, elles limitent la durée de vie des composants ainsi que celle des ouvrages. A cela s'ajoutent des changements dans les conditions d'utilisation qui n'ont pas pu être prises en compte lors de la conception, comme les durées de service plus longues, les charges plus élevées et le souhait d'une utilisation plus longue. Dans les nouvelles structures soudées, le potentiel des aciers à haute résistance ne peut pas être utilisé efficacement, car le soudage est souvent un facteur essentiel pour une durée de vie réduite.

Des procédés mécaniques connus depuis longtemps, comme le meulage, le grenailage ou la refusion, améliorent certes la résistance à la fatigue, mais sont plus difficiles à appliquer et moins efficaces.

### LE PROCÉDÉ HIFIT EST

- efficace
- reproductible
- fiable

### DOMAINES D'APPLICATION

- Ponts en acier
- Machines de construction
- Grues
- Matériel de levage
- Éoliennes
- Montagnes russes
- etc. ...

## LES AVANTAGES

Les avantages du post-traitement des soudures HiFIT sont impressionnants et conduisent à une augmentation considérable de la rentabilité de vos structures soudées. Voici le résumé du projet REFRESH:

### 80 – 100% D'AUGMENTATION DE LA RÉSISTANCE À LA FATIGUE DES SOUDURES

- Le pied des cordons de soudure est géométriquement arrondi.
- Les transformations locales permettent de déformer plastiquement et de consolider la zone de transition des cordons de soudure.
- Les contraintes résiduelles de compression empêchent la formation et la progression des fissures à la surface.

### AUGMENTATION DE LA DURÉE DE VIE DES SOUDURES

Plus de 1000 essais ont prouvé que la durée de vie est augmentée de l'ordre de 5 à 15 fois par rapport à la valeur initiale.

### APPLICATION POUR LES CONSTRUCTIONS EXISTANTES

- Si les constructions en service sont rénovées à temps, leur durée de vie ne présente pratiquement aucune différence avec celle des nouvelles structures soudées traitées. Il en résulte un potentiel d'utilisation des constructions existantes bien au-delà de leur durée de vie actuelle.
- Dans la mesure où il n'y a pas de fissures macroscopiques visibles, HiFIT est un outil de rénovation très approprié. L'augmentation de la durée de vie des soudures atteint presque celle des constructions neuves (traitées par HiFIT). En présence de fissures, le joint soudé doit être réparé de manière professionnelle. Le HiFIT peut ensuite être utilisé avec une grande efficacité.

### L'UTILISATION D'ACIERS À HAUTE RÉSISTANCE DEVIENT ÉCONOMIQUEMENT VIABLE GRÂCE À HIFIT

Plus la limite d'élasticité du matériau choisi est élevée, plus le traitement HiFIT est efficace. La classe FAT peut être augmentée jusqu'à 8 classes. Cela permet des constructions au poids optimisé.

### MANIPULATION TRÈS SIMPLE

- L'utilisation de HiFIT en dehors des sites de production est facile à réaliser avec des compresseurs d'air mobiles. Aucune source d'énergie supplémentaire n'est nécessaire.
- La construction compacte et le faible poids permettent d'opérer dans des endroits difficiles d'accès. L'encombrement est à peine plus important que celui d'une torche de soudage.
- Des lampes LED robustes à l'extrémité de l'appareil assurent un éclairage optimal, même dans des conditions de travail difficiles.

### PROCESSUS FIABLE

- Un contrôle visuel permet de vérifier la zone traitée. Le sillon de traitement est mesuré à l'aide d'un gabarit spécial.
- Un affichage numérique de la pression de travail permet à l'utilisateur de contrôler à tout moment la pression d'alimentation.

 Augmentation de la Résistance à la fatigue

 Augmentation de la durée de vie

 Pour structures soudées nouvelles ou en service

 Utilisation d'acier à haute résistance

 Mise en œuvre simple

 Processus fiable





Illustration page de gauche: Dispositif d'essai pour les épreuves de fatigue dans le cadre du projet REFRESH à l'Université technique de Braunschweig



Directive IIW et DAST 026

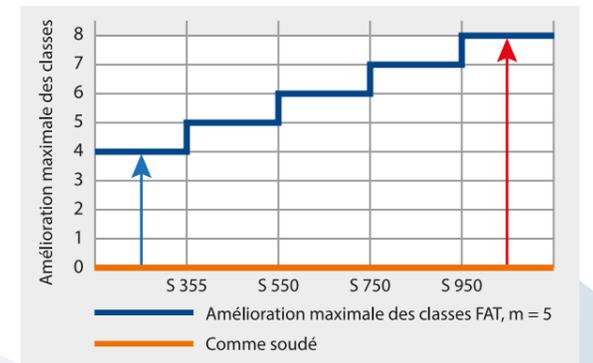


Fig. 1: Amélioration maximale des classes de FAT par la méthode HiFIT (selon la directive IIW pour HFMI)

## EFFICACITÉ DU PROCESSUS

Le martelage est si efficace, parce qu'il combine à la fois la géométrie (arrondissement), les caractéristiques du matériau (durcissement) et la sollicitation (tensions résiduelles de compression). La pointe sphérique de la broche HiFIT provoque, avec l'impulsion définie, une déformation et un arrondi du pied de la soudure. La déformation plastique de la surface provoque une tension résiduelle de compression de la couche périphérique, dont la présence est démontrable jusqu'à 2 mm de profondeur. La superposition des contraintes résiduelles de compression et des charges appliquées entrave les microfissures ou les empêche de se former. Le résultat est un sillon de martelage visible, régulier et continu le long du pied des soudures.

### PROCÉDURE DE VÉRIFICATION

Il existe plusieurs méthodes de vérification:

- Concept de tension nominale
- Concept de contrainte structurelle
- Concept de contrainte d'entaille
- Méthode des 4R

### DIRECTIVE IIW POUR LES TRAITEMENTS PAR MARTELAGE HAUTE FRÉQUENCE

Le professeur Gary Marquis, le professeur Zuheir Barsoum et leurs collègues ont réalisé de nombreuses études et publications dans ce contexte, qui ont toujours démontré la fiabilité, l'efficacité et la facilité d'utilisation des traitements de soudure par martelage à haute fréquence. En parallèle, la com-

mission XIII de l'Institut international de la soudure (IIW) a présenté 46 documents qui prouvent l'amélioration des constructions soudées.

La directive IIW HFMI décrit le procédé, son application et le contrôle de qualité. Elle permet de profiter de tous les avantages du HiFIT. Il ressort de la directive que le traitement HFMI augmente les classes de chute d'entaille du détail de soudure, en fonction de la limite d'élasticité du matériau utilisé. Dans les règles en vigueur, la pente de la courbe de Wöhler pour les assemblages soudés non traités est donnée par  $m = 3$ . Après le traitement HFMI, la pente est adaptée à  $m = 5$ . Des courbes de Wöhler plus plates entraînent d'énormes améliorations pour la construction en termes de résistance à l'arrachement et de durée de vie des soudures. La directive donne également des exemples de dimensionnement intéressants, dont deux sont présentés ici.

### DIRECTIVE DAST 026

La directive publiée en 2019 décrit le dimensionnement à la fatigue si l'utilisation de procédés de martelage à haute fréquence est envisagée. Grâce à cette directive, les éléments de construction soumis à la fatigue peuvent être dimensionnés conjointement avec la norme DIN EN 1090-2. HiFIT est l'une des trois méthodes recommandées.

## DIMENSIONNEMENT

### EXEMPLE 1

Un assemblage soudé dans un matériau  $f < 355$  MPa appartient à la classe FAT 63. La plage de charge maximale est de 63 MPa pour  $2 \times 10^6$  cycles de charge (voir fig. 2). Grâce au martelage HiFIT, la classe FAT augmente de 4 niveaux (voir fig. 1, flèche bleue) pour atteindre FAT 100, la plage de charge admissible est désormais de 100 MPa. L'augmentation est d'environ 60%! Pour la même plage de charge (63 MPa), la durée de vie passe de 2 millions à 40 millions de cycles de charge! C'est un facteur de 20! (Voir fig. 2)

### EXEMPLE 2

Le même assemblage soudé est maintenant exécuté dans un matériau  $f \geq 950$  MPa. Si la construction n'est pas modifiée, la plage de charge et le nombre de cycles de charge maximum restent inchangés (plage de charge de 63 MPa pour  $2 \times 10^6$  cycles de charge) (voir fig. 3). L'utilisation d'une nuance d'acier à haute résistance n'apporte aucune amélioration. Grâce au traitement HiFIT, la classe FAT augmente maintenant de 8 niveaux (voir fig. 1, flèche rouge), passant de 63 à 160 MPa. La plage de charge est maintenant de 160 MPa @ 2 millions de cycles de charge. Cela représente une amélioration d'environ 150%! Pour la même plage de charge (63 MPa), la durée de vie passe de 2 millions à plus de 100 millions de cycles de charge! Le composant ne tombera probablement jamais en panne! (Voir fig. 3).

(Pour simplifier, les exemples ne tiennent pas compte des effets qui exigent d'éventuelles réductions de la classe de résilience, comme des valeurs R plus élevées, des effets d'épaisseur, etc...)

Plage de charge (MPa)

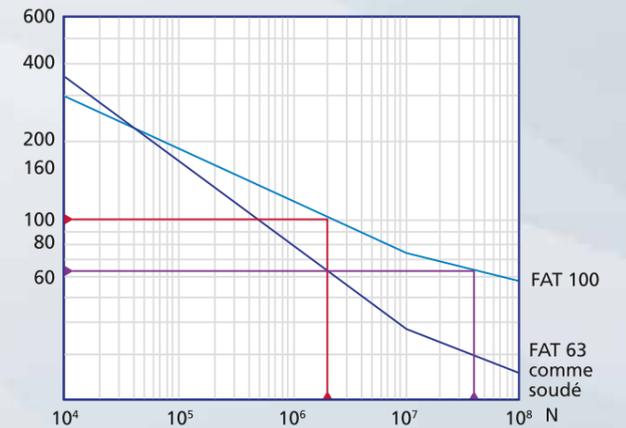


Fig. 2: Diagramme S-N pour  $f_y < 355$  MPa;  $R 0,15$  (selon la directive IIW pour HFMI)

Plage de charge (MPa)

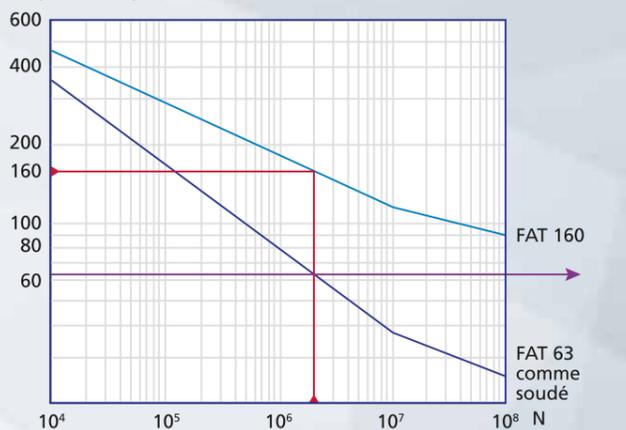


Fig. 3: Diagramme S-N pour  $f_y \geq 950$  MPa;  $R 0,15$



### PREMIUM

appareil HiFIT amélioré de type HFM 21R1

## L'APPAREIL HiFIT

### DONNÉES TECHNIQUES

	PREMIUM	STANDARD	BASIC
Alimentation en air comprimé:	6 à 8 bar	6 à 8 bar	6 à 8 bar
Tension d'alimentation (batterie):	3,7 V	3,7 V	-
Dimensions (L x W x H):	225 x 60 x 205 mm	288 x 46 x 170 mm	288 x 46 x 170 mm
Poids:	2,3 kg	1,8 kg	1,8 kg
Besoin en air:	min. 250 l/min	min. 250 l/min	min. 250 l/min
Fréquence de frappe:	180 – 300 Hz	180 – 300 Hz	180 – 300 Hz

(Sous réserve de modifications techniques)

### GÉNÉRALITÉS / PRINCIPES FONDAMENTAUX

L'appareil HiFIT est un outil manuel à commande pneumatique et ne requiert qu'une alimentation en air comprimé de 6 – 8 – 10 bars. 8 bar au niveau de l'appareil et un débit d'air d'au moins 250 l/min. Aucune alimentation électrique ou unité de commande supplémentaire n'est nécessaire. La fréquence de frappe se situe entre 180 Hz et 300 Hz, selon le réglage de l'intensité. L'intensité est réglée à l'aide d'un mécanisme de réglage spécial et non par l'intermédiaire de la pression d'alimentation, ce qui permet de l'adapter au matériau des pièces à traiter.

Grâce à la fréquence de frappe élevée (jusqu'à 300 Hz), les pièces peuvent être traitées en un temps record. Dans des applications robotisées, des vitesses d'avance de plus de 20 mm/s (120 cm/min) ont déjà été réalisées sans problème. L'appareil HiFIT est compact et parfaitement adapté aux situations étroites dans lesquelles le post-traitement des soudures doit être effectué.



Application HiFIT sur un robot, automatisée, guidée par capteur

### CARACTÉRISTIQUES

- Construction robuste et compacte pour les endroits difficiles d'accès
- Faible poids
- Puissant
- Grande durée de vie
- Facile à guider
- Éclairage intégré avec une excellente luminosité
- Pièces d'usure faciles à remplacer
- Les projections de soudure sont éliminées simultanément et sans effort
- Le résultat du travail est hautement reproductible



### STANDARD

L'appareil éprouvé HiFIT appareil HFM 12P1, avec ou sans tête angulaire

### BASIC

Type HiFIT STANDARD mais sans composants électriques

Nouveaux accessoires:

### TÊTE ANGULAIRE HiFIT 08-30

Complément ultime lorsqu'il s'agit de traitements à accès difficile.



## MANIPULATION

Le procédé HiFIT est contrôlé par le résultat obtenu. La position du formage et la profondeur de pénétration atteinte facilitent la documentation de la mise en œuvre. L'ajustement de l'appareil n'est pas déterminé par des pré-réglages abstraits, mais par le résultat obtenu sur la pièce.

### MISE EN ŒUVRE

Le martelage à haute fréquence fait partie, comme le soudage, des « processus spéciaux ». C'est pourquoi les exigences à l'égard de:

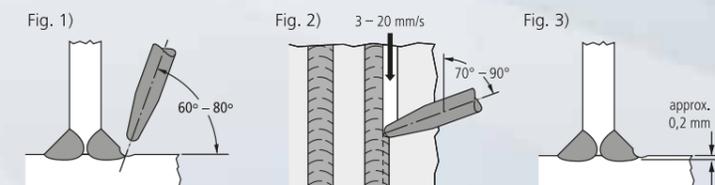
- fabricant
  - l'entreprise utilisatrice
  - Qualification du personnel doivent être remplies.
- La description suivante ne peut pas remplacer la mesure de formation du personnel d'exécution.

### LA PROCÉDURE:

- L'intensité de frappe du HiFIT doit être réglée avant l'utilisation en fonction du matériau et de la pression d'air.
- Le réglage doit être vérifié à l'aide d'un échantillon et corrigé le cas échéant.

Pour une efficacité optimale, l'appareil doit:

- Être utilisé à un angle compris entre 60° – 80° par rapport au matériau de base (voir ill. 1) et 70° – 90° dans le sens de l'avancement (voir ill. 2).



- Être guidé avec précision le long de la ligne de fusion du cordon de soudure à une vitesse d'avance de 3 à 20 mm/s. Des vitesses plus élevées sont possibles. La plupart du temps, un seul passage est nécessaire.

### CONTRÔLE

#### VÉRIFICATION VISUELLE:

- Le sillon de traitement doit être clairement visible au niveau des (pieds) transitions de soudure définie.
- Le pied de soudure identifiable comme ligne ne doit plus être visible.

#### VÉRIFICATION DIMENSIONNELLE:

- La profondeur d'empreinte du sillon de traitement doit être d'environ 0,2 mm (voir ill. 3).
- Ceci est vérifié à l'aide d'un gabarit fourni (voir image ci-dessous).





## ÉTENDUE DES PRESTATIONS

HiFIT est une solution globale pour prolonger la durée de vie des structures soudées.

### VENTES

La vente de l'appareil HiFIT, des pièces de rechange et des accessoires correspondants s'effectue exclusivement dans le monde entier par la société HiFIT Vertriebs GmbH.

### SERVICE DE PIÈCES DE RECHANGE

La disponibilité rapide des pièces d'usure et de rechange est pour nous une évidence. Si un appareil HiFIT doit être réparé ou entretenu, nous vous fournissons un appareil de remplacement pour cette période.

### PRESTATION DE SERVICES

Nous acceptons également volontiers les projets pour lesquels l'achat d'un appareil n'est pas judicieux ni nécessaire d'un point de vue économique. Nos collaborateurs compétents et expérimentés traitent votre structure soudée rapidement et de manière fiable avec notre équipement. Vous disposez de la structure soudée, nous nous chargeons du reste.

### SERVICE CONSEIL

En collaboration avec nos collègues de DYNATEC Gesellschaft für CAE und Dynamik mbH, nous vous offrons la possibilité d'améliorer votre conception et d'évaluer différentes solutions. Pour cela, nous disposons de méthodes d'analyse spéciales.

### FORMATION

L'appareil HiFIT doit être mis entre les mains d'experts. Pour travailler de manière sûre, efficace et efficiente, il est fortement recommandé de former les opérateurs. L'utilisation est certes simple, mais tous les techniciens doivent être informés sur le martelage à haute fréquence afin d'obtenir le meilleur effet possible pour la structure soudée. Nous formons également les collaborateurs du service d'assurance qualité, qui doivent finalement évaluer la pièce pour s'assurer qu'elle a été traitée correctement. Notre formation couvre les domaines suivants:

### THÉORIE

- La contrainte résiduelle des pièces soudées
- Théorie du martelage à haute fréquence, mode d'action et efficacité
- Instructions sur la sécurité
- Conditions préalables pour un traitement HiFIT réussi
- Préparation et exécution du traitement HiFIT
- Assurance qualité

### PRATIQUE

- Manipulation de l'appareil HiFIT
- Utilisation de l'appareil HiFIT, des exercices intensifs
- Entretien des outils et nettoyage de l'appareil HiFIT

## EXEMPLES D'APPLICATION

Visitez notre site Internet à l'adresse [www.hifit.de](http://www.hifit.de). Vous y trouverez des vidéos explicatives sur le mode d'action, l'application automatisée et robotisée et bien d'autres choses encore. Sous la rubrique «Exemples d'application», vous découvrirez le marteau HiFIT en action. Vous pourrez ainsi vous faire une bonne idée de la rapidité et de l'étonnante facilité d'utilisation du marteau HiFIT.

Depuis son développement et introduction en 2007, les appareils HiFIT n'ont cessé d'être améliorés. Profitez de notre précieuse expérience et de nos collaborateurs professionnels. Nos références impressionnantes dans les domaines en témoignent:

### DOMAINES D'APPLICATION

- Construction mécanique
- Construction de véhicules
- Engins de génie civil
- Construction de ponts
- Construction de grues
- Applications spéciales



# L'ACCESSOIRE ANGULAIRE HIFIT



LA SOLUTION COMPLÈTE  
POUR CHAQUE DOMAINE  
D'APPLICATION



L'accessoire d'angle HiFIT est utilisé en combinaison avec un appareil HiFIT pour le traitement ultérieur des soudures dans les zones difficiles d'accès. Tous les appareils HiFIT sont adaptés.

## DONNÉES DE CONTACT

HiFIT USA LLC  
Bureau des États-Unis à Fairfax, en  
Virginie:  
Tel.: +1 929 837 9815  
E-Mail: info@hifit.de

Siège de la société:  
Adam-Opel-Str. 4  
D-38112 Braunschweig, Germany Tel.:  
+49 (0) 531 – 236 233 0

[WWW.HIFITUSA.COM](http://WWW.HIFITUSA.COM)

