
**Matériaux métalliques — Essais de
fatigue — Méthode par déformation axiale
contrôlée**

Metallic materials — Fatigue testing — Axial-strain-controlled method

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 12106:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 12106:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003>

© ISO 2003

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives.....	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles	2
4.1 Éprouvettes	3
4.2 Essai de fatigue	3
4.3 Expression des résultats.....	5
5 Appareillage.....	5
5.1 Machine d'essai.....	5
5.2 Mesurage de la déformation	6
5.3 Dispositif de chauffage et mesurage de la température^[10, 14 à 16].....	6
5.4 Instrumentation pour suivi d'essai.....	8
5.5 Contrôle et vérification	9
6 Éprouvettes	9
6.1 Géométrie.....	9
6.2 Préparation des éprouvettes.....	15
7 Mode opératoire	17
7.1 Milieu d'essai en laboratoire.....	17
7.2 Contrôle de la machine d'essai.....	17
7.3 Montage de l'éprouvette	18
7.4 Forme du cycle — Vitesse de déformation ou fréquence des cycles	18
7.5 Début de l'essai	18
7.6 Nombre d'éprouvettes	19
7.7 Enregistrement des données.....	19
7.8 Critères de défaillance.....	19
7.9 Fin de l'essai.....	22
8 Expression des résultats.....	22
8.1 Données nécessaires	22
8.2 Données de base.....	22
8.3 Analyse des résultats	22
9 Rapport d'essai	24
9.1 Généralités.....	24
9.2 Objectif de l'essai.....	24
9.3 Matériau.....	24
9.4 Éprouvette.....	24
9.5 Méthodes d'essai	25
9.6 Conditions de l'essai	25
9.7 Présentation des résultats	26
9.8 Valeurs à stocker dans une base de données de fatigue oligocyclique.....	27
Annexe A (informative) Exemples de méthodes de vérification de l'alignement.....	29
Annexe B (informative) Exemples de représentations graphiques de résultats	30
Bibliographie	34

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 12106 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 5, *Essais de fatigue*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 12106:2003
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003>

Introduction

La conception de composants mécaniques soumis à des chargements de fatigue exige, dans un certain nombre de secteurs industriels (ingénierie nucléaire, aéronautique, mécanique), la connaissance du comportement des matériaux sous des conditions de contrôle de déformation réversible (référéncé comme fatigue oligocyclique) s'il y a une plasticité cyclique.

Pour s'assurer de la fiabilité et de la cohérence des résultats de laboratoires différents, il est nécessaire de recueillir toutes les données en utilisant des méthodes d'essai qui obéissent à un nombre de points-clefs.

La présente Norme internationale concerne l'expression et la présentation des résultats pour les caractéristiques à la fatigue des matériaux métalliques.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 12106:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 12106:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003>

Matériaux métalliques — Essais de fatigue — Méthode par déformation axiale contrôlée

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'essai de fatigue par déformation axiale contrôlée. Elle s'applique à des éprouvettes chargées de manière uniaxiale sous contrôle des déformations à amplitude constante, température uniforme et rapport de déformation $R_\varepsilon = -1$.

La présente Norme internationale peut aussi être utilisée comme lignes directrices pour des essais sous d'autres conditions.

iTeh STANDARD PREVIEW

2 Références normatives (standards.iteh.ai)

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 9513:1999, *Matériaux métalliques — Étalonnage des extensomètres utilisés lors d'essais uniaxiaux*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.^[3 à 9]

3.1

contrainte vraie

force instantanée divisée par l'aire instantanée de la section transversale de la longueur de base

$$\sigma = F/A$$

NOTE Pour des valeurs de déformation inférieures à 10 %, la contrainte vraie est prise égale par approximation à la contrainte conventionnelle, F_F/A_0 .

3.2

longueur de base

longueur comprise entre les points de mesure de l'extensomètre

3.3
déformation

déformation rationnelle totale

$$\varepsilon = \int_{L_0}^L \frac{dL}{L}$$

où L est la longueur instantanée de la section calibrée

NOTE Pour des valeurs de déformation rationnelle inférieures à 10 %, ε est prise égale par approximation à la valeur conventionnelle $\Delta L/L_0$.

3.4
cycle

plus petit segment de la fonction déformation-temps qui est répété de façon périodique

3.5
maximum

plus grande valeur algébrique d'une variable à l'intérieur d'un cycle

3.6
minimum

plus petite valeur algébrique d'une variable à l'intérieur d'un cycle

3.7
moyenne

demi-somme algébrique des valeurs maximum et minimum d'une variable

3.8
étendue

différence algébrique entre les valeurs maximum et minimum d'une variable

3.9
amplitude

moitié de l'étendue d'une variable

3.10
durée de vie en fatigue

N_f
nombre N de cycles appliqués pour remplir un critère de défaillance

NOTE Le critère de défaillance est défini, par exemple, en 7.8. Le critère de défaillance utilisé doit être reporté avec les résultats.

3.11
cycle d'hystérésis

courbe fermée de la réponse contrainte-déformation pendant un cycle

4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles définis de 4.1 à 4.3 s'appliquent.

4.1 Éprouvettes

Voir Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles et désignations concernant les éprouvettes

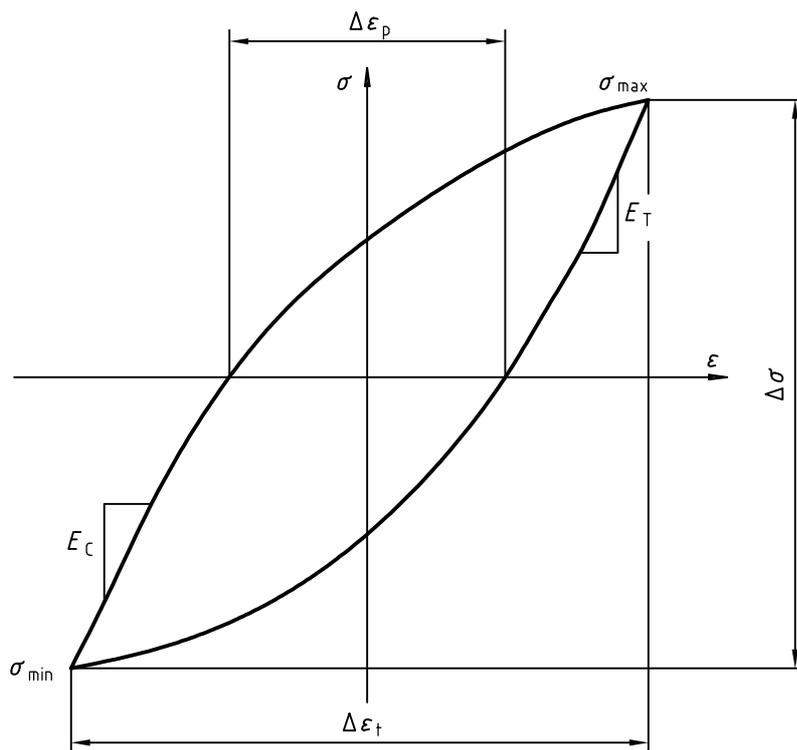
Éprouvette	Symbole	Désignation	Unité
	L_o	Longueur de base initiale	mm
	L	Longueur de base instantanée	mm
	A_o	Section initiale de la partie utile	mm ²
	A	Section instantanée avec $AL = A_oL_o$	mm ²
	A_f	Aire minimale à la rupture	mm ²
	r	Rayon de raccordement (à partir de la longueur calibrée jusqu'à la tête d'amarrage de l'éprouvette)	mm
	L_t	Longueur totale de l'éprouvette	mm
Cylindrique			
	d	Diamètre de la section circulaire calibrée	mm
	D	Diamètre extérieur de l'éprouvette	mm
	L_r	Longueur de la partie à section réduite	mm
Tôle mince			
	B	Largeur de la section calibrée	mm
	t	Épaisseur	mm
	W	Largeur de la tête d'amarrage	mm

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003>

4.2 Essai de fatigue

4.2.1 Symboles

- E module d'élasticité, en gigapascals (GPa);
- E_T module au déchargement après une contrainte de traction de crête (voir Figure 1), en gigapascals (GPa);
- E_C module au déchargement après une contrainte de compression de crête (voir Figure 1), en gigapascals (GPa);
- N_f Nombre de cycles jusqu'à la défaillance;
- t_f temps jusqu'à la défaillance (= N_f périodes du cycle), en secondes (s);
- σ contrainte vraie, en mégapascals (MPa);
- ε déformation rationnelle;
- Δ étendue pour un paramètre;
- $R_{p0,2}$ limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %;
- R_z rugosité de surface moyenne, en micromètres (μm);
- R_σ rapport de contraintes (= $\sigma_{\min}/\sigma_{\max}$);
- R_ε rapport de déformation (= $\varepsilon_{\min}/\varepsilon_{\max}$);
- $\dot{\varepsilon}$ vitesse de déformation, en secondes à la puissance moins un (s^{-1}).



iTeh STANDARD PREVIEW
Figure 1 — Cycle d'hystérésis contrainte-déformation
 (standards.iteh.ai)

ISO 12106:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003>

4.2.2 indices

- t total;
- p plastique;
- e élastique;
- a amplitude;
- m moyen;
- 1/4 relatif au premier 1/4 cycle;
- min minimum;
- max maximum.

4.3 Expression des résultats

Voir Tableau 2.

Tableau 2 — Symboles et désignations concernant l'expression des résultats

Symbole	Désignation	Unité
σ_y	Limite d'élasticité cyclique ^a	MPa
n	Coefficient d'écroûissage en chargement monotone	—
n'	Exposant d'écroûissage cyclique	—
K	Coefficient de résistance monotonique	MPa
K'	Coefficient de résistance cyclique	MPa
σ_f	Coefficient de résistance à la fatigue	MPa
b	Exposant de résistance à la fatigue	—
ε_f	Coefficient de ductilité à la fatigue	—
c	Exposant de ductilité à la fatigue	—
^a Une déformation plastique de 0,2 % est généralement utilisée.		

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

5 Appareillage

5.1 Machine d'essai

[ISO 12106:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003)

5.1.1 Généralités

[f36dea12df22/iso-12106-2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f36dea12df22/iso-12106-2003)

Les essais doivent être menés sur une machine de traction-compression conçue pour un démarrage en douceur sans jeu au passage par le zéro. La machine doit avoir une grande rigidité latérale quand la tête est en position de fonctionnement et un alignement précis entre les références des supports de l'espace d'essai.

Le système complet de chargement de la machine (y compris la cellule de charge, les mâchoires et l'éprouvette) doit avoir une grande rigidité latérale et être capable de contrôler la déformation et de mesurer la force quand on applique le cycle d'onde recommandé. Il peut être hydraulique ou électromécanique.

5.1.2 Cellule de charge

La cellule de charge doit être conçue pour des essais de fatigue en traction et en compression et doit avoir une grande rigidité axiale et latérale. Sa capacité doit être adaptée aux forces appliquées au cours de l'essai.

La force indiquée, telle qu'enregistrée en sortie par le calculateur dans un système automatisé ou par l'appareil-enregistreur de sortie finale dans tout système non automatisé, doit être incluse dans les écarts admissibles spécifiés par rapport à la force réelle. La capacité de la cellule de charge doit être suffisante pour couvrir la gamme de forces mesurées pendant un essai à une précision meilleure que 1 % de la lecture.

La cellule de charge doit être compensée en température et ne doit pas avoir de dérive du zéro ni de variation de sensibilité supérieure à 0,002 % de la pleine échelle par degré Celsius.

Pendant des essais à haute température ou en cryogénie, une protection/compensation convenable peut être appliquée à la cellule de charge de façon à la maintenir dans sa gamme de compensation.

5.1.3 Amarrage de l'éprouvette

Le dispositif d'amarrage doit transmettre les forces cycliques à l'éprouvette sans jeu sur son axe longitudinal. La distance entre les mâchoires doit être petite pour éviter le flambage de l'éprouvette. Les qualités géométriques du dispositif doivent assurer un alignement correct pour respecter les exigences spécifiées en 5.1.4; il est donc nécessaire de limiter le nombre de composants dont les dispositifs d'amarrage sont constitués et de réduire le nombre d'interfaces mécaniques à un minimum.

Les dispositifs d'amarrage doivent assurer un assemblage reproductible de l'éprouvette. Il doit avoir des surfaces assurant l'alignement de l'éprouvette et des surfaces permettant la transmission des forces de traction et de compression sans jeu pendant toute la durée de l'essai. Les matériaux doivent être choisis de façon à assurer un fonctionnement correct sur toute la gamme de température de l'essai.

5.1.4 Vérification de l'alignement

La flexion due à un défaut d'alignement dans des systèmes à mâchoires rigides est généralement causée par (voir Figure 2): un décalage angulaire des mâchoires pour éprouvettes, un décalage latéral des barres de chargement (ou l'ensemble mâchoires-éprouvettes) dans un système idéalement rigide, un décalage dans l'assemblage du système de chargement par rapport à un système non rigide ou (dans le cas de machines servohydrauliques) une tige d'asservissement avec jeu latéral dans les roulements.

L'alignement doit être vérifié avant chaque série d'essais ou chaque fois qu'un changement est apporté au système de chargement. Les déformations en flexion doivent être < 5 % de la déformation axiale pour les deux déformations maximale et minimale appliquées. La Figure 3 représente un exemple recommandé d'une éprouvette avec alignement calibré par jauges. Il existe d'autres techniques de mesure d'alignement adéquates pour ce but^[17 à 20]. Voir l'Annexe A pour les détails de la méthodologie. Pour un exemple d'alignement qui comprend une méthode élastique-plastique, voir [19].

5.2 Mesurage de la déformation

La déformation doit être mesurée sur l'éprouvette au moyen d'un extensomètre axial.

L'extensomètre utilisé doit convenir pour mesurer des déformations dynamiques sur de longues périodes durant lesquelles il doit y avoir une dérive, un glissement et une hystérésis de l'instrument minimaux. Il doit mesurer directement la déformation axiale sur la section calibrée de l'éprouvette.

Le système de mesure de déformation, comprenant l'extensomètre et son électronique associée, doit être précis à 1 % de l'intervalle de la déformation appliquée. L'extensomètre doit être conforme à l'ISO 9513:1999, Classe 1.

La géométrie des zones de contact et la pression de l'extensomètre sur l'éprouvette doivent être telles qu'elles empêchent le glissement de l'extensomètre sans endommager l'éprouvette.

La section où se situe le capteur de l'extensomètre doit être protégée des fluctuations thermiques qui entraînent la dérive.

5.3 Dispositif de chauffage et mesurage de la température^[10, 14 à 16]

Une montée uniforme en température doit être assurée sans dépasser la température de l'essai.

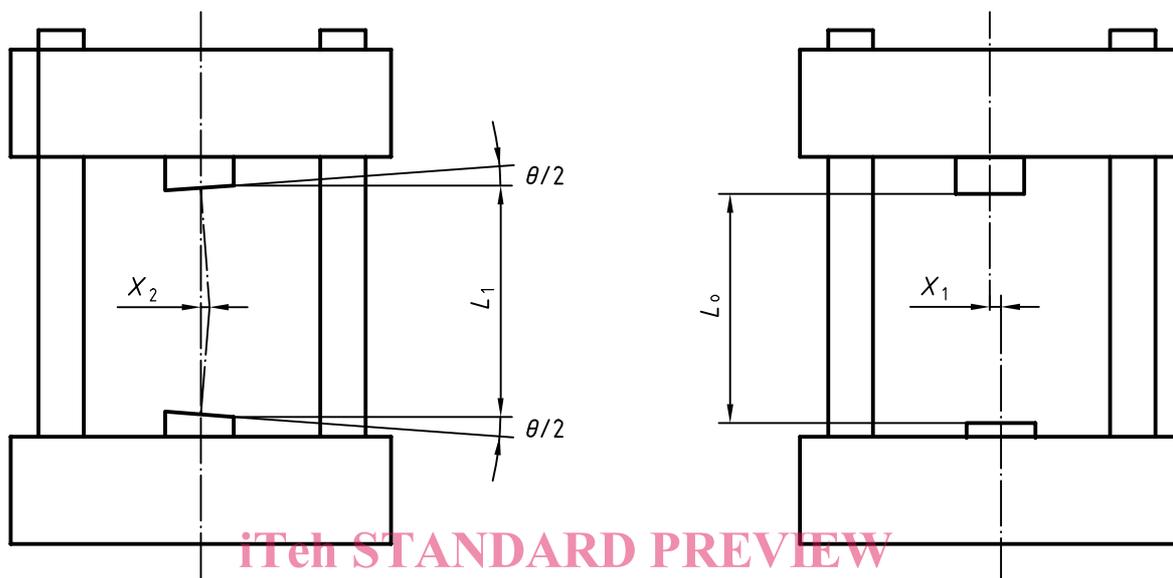
Si un système de chauffage à induction directe est utilisé, il est conseillé de choisir un générateur avec une fréquence suffisamment basse pour éviter les «effets de peau» pendant le chauffage.

Le dispositif de chauffage doit produire un gradient de température ne dépassant pas 3 °C sur la longueur calibrée de l'éprouvette, et doit maintenir, durant l'essai et en considérant dûment toutes les sources d'erreur combinées, les écarts entre la température de l'essai et celle de l'éprouvette dans une fourchette de 5 °C.

Ces écarts doivent être vérifiés à l'aide de trois thermocouples ou d'autres dispositifs appropriés, un à chaque extrémité et un au milieu de la longueur calibrée de l'éprouvette, respectivement.

Dans un essai, la température de l'éprouvette peut être mesurée avec les thermocouples en contact avec la surface de l'éprouvette. Un contact direct entre le thermocouple et l'éprouvette est impliqué et doit être effectué sans influencer les résultats de l'essai (par exemple une amorce de fissure au point de contact du thermocouple doit être évitée). Les méthodes communément employées pour fixer le couple sont les fixations par soudure, par pression ou par résistance.

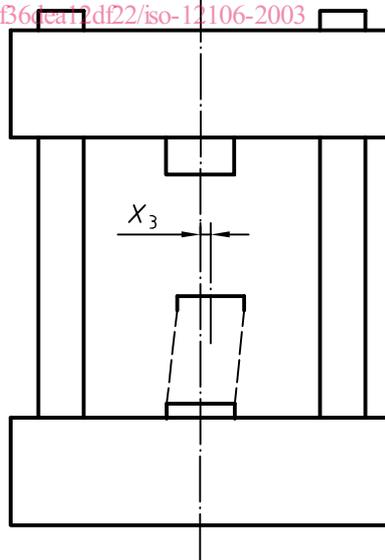
La température doit être mesurée par au moins un capteur indépendamment de celui utilisé pour le contrôle.



a) Décalage angulaire

b) Décalage latéral

ISO 12106:2003
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ecc878e8-4086-4a6e-b155-f367ea7df22/iso-12106-2003>



c) Décalage charge-système de chargement dans un système non rigide

Figure 2 — Mécanismes de flexion due à un défaut d'alignement dans des systèmes d'essai de fatigue