
**Matériaux métalliques — Conversion des
valeurs de dureté**

Metallic materials — Conversion of hardness values

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 18265:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/62e04108-42b9-4157-bed5-5839484a569b/iso-18265-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/62e04108-42b9-4157-bed5-5839484a569b/iso-18265-2003>



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 18265:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/62e04108-42b9-4157-bed5-5839484a569b/iso-18265-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/62e04108-42b9-4157-bed5-5839484a569b/iso-18265-2003>

© 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 Principes de conversion	2
4 Application des tables de conversion	2
4.1 Généralités	2
4.2 Conversion des valeurs	6
4.2.1 Limites d'erreur	6
4.2.2 Incertitude	7
4.3 Expression des résultats de conversion	8
4.4 Indications sur l'utilisation des tables de conversion	9
4.4.1 Choix d'autres méthodes d'essai de dureté	9
4.4.2 Calcul de la limite de reproductibilité, <i>R</i>	9
4.4.3 Effet de l'erreur systématique	10
Annexe A (informative) Table de conversion pour les aciers non alliés et faiblement alliés et la fonte	11
Annexe B (informative) Tables de conversion relatives aux aciers pour trempe et revenu	16
Annexe C (informative) Tables de conversion pour les aciers pour travail à froid	34
Annexe D (informative) Tables de conversion pour les aciers rapides	45
Annexe E (informative) Tables de conversion pour les métaux durs	57
Annexe F (informative) Tables de conversion pour les métaux et alliages non ferreux	61
Bibliographie	74

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 18265 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 3, *Essais de dureté*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 18265:2003
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/62e04108-42b9-4157-bed5-5839484a569b/iso-18265-2003>

Introduction

Les valeurs de conversion de dureté indiquées dans le Tableau A.1 ont été obtenues par des essais interlaboratoires réalisés par le *Verein Deutscher Eisenhüttenleute* (VDEh) (Institut allemand du fer et de l'acier) avec des machines d'essai de dureté vérifiées et étalonnées. Des informations statistiquement fiables ne peuvent être données pour l'incertitude relative à ces valeurs parce que les conditions d'essai n'ont pas été reproductibles et que le nombre d'essais utilisé pour calculer les valeurs de dureté moyenne n'est pas connu. Les valeurs de conversion dans le Tableau A.1 sont conformes aux informations présentées dans l'IC n° 3 (1980) et l'IC n° 4 (1982) de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, de même que dans l'ISO 4964:1984 et l'ISO/TR 10108:1989.

Les Annexes C, D et E contiennent — sous une forme révisée — les résultats complets de la conversion des valeurs de dureté présentés dans les TGL 43212/02 à 43212/04, normes publiées par l'ancien organisme de normalisation de l'Allemagne de l'Est, *Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung* (ASMW). Les valeurs présentées dans l'Annexe B ont également été déterminées par l'ASMW, mais ont été publiées dans un rapport du *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* (PTB) [1], l'institut national allemand pour la science et la technologie, et non pas dans une norme TGL.

Les valeurs de dureté converties dans les normes TGL, mentionnées ci-dessus, ont été obtenues pour des essais de dureté et de traction statistiquement fiables. Les essais de dureté ont été réalisés au moyen de machines d'essais courantes de l'ASMW sur des éprouvettes polies à faces parallèles de différents matériaux dans différents états de traitement thermique. La résistance à la traction a été déterminée sur des machines dont les systèmes de mesure de force et d'extension ont été étalonnés immédiatement après essais. La méthode d'essai de traction utilisée est équivalente à celle spécifiée dans l'ISO 6892 et les modes opératoires d'étalonnage sont conformes à ceux spécifiés dans l'ISO 7500-1 et l'ISO 9513.

Il convient que les utilisateurs de la présente Norme internationale prennent note de l'Article 3 et en particulier de l'avertissement final.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 18265:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/62e04108-42b9-4157-bed5-5839484a569b/iso-18265-2003>

Matériaux métalliques — Conversion des valeurs de dureté

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les principes de conversion des valeurs de dureté et fournit des informations générales sur l'utilisation des tables de conversion.

Les tables de conversion des Annexes A à F s'appliquent

- aux aciers non alliés et faiblement alliés et à la fonte,
- aux aciers pour trempe et revenu,
- aux aciers pour formage à froid,
- aux aciers rapides,
- aux métaux durs, et
- aux métaux et alliages non ferreux.

NOTE Les tables de conversion des Annexes B à E sont basées sur des résultats empiriques qui ont été évalués par régression. Une telle analyse n'a pas été possible dans le cas des valeurs données dans l'Annexe A parce qu'un nombre suffisant de résultats n'était pas disponible.

ISO 18265:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/62e04108-42b9-4157-bed5-5839484a569b/iso-18265-2003>

2 Références normatives

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 6506-1:1999, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Brinell — Partie 1: Méthode d'essai*

ISO 6507-1:1997, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers — Partie 1: Méthode d'essai*

ISO 6507-2:1997, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers — Partie 2: Vérification des machines d'essai*

ISO 6508-1:1999, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Rockwell — Partie 1: Méthode d'essai (échelles A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*

ISO 6508-2:1999, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Rockwell — Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai (échelles A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*

ISO 6892:1998, *Matériaux métalliques — Essai de traction à température ambiante*

ISO 7500-1:—¹⁾, *Matériaux métalliques — Vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 1: Machines d'essai de traction/compression — Vérification et étalonnage du système de mesure de force*

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

1) À publier. (Révision de l'ISO 7500-1:1999)

3 Principes de conversion

L'essai de dureté est un type d'essai des matériaux qui fournit des informations sur les caractéristiques mécaniques d'un matériau avec une destruction limitée du spécimen et en une période relativement courte. Dans la pratique, il est souvent souhaitable d'employer des résultats de dureté pour tirer des conclusions sur la résistance à la traction du même matériau si l'essai de traction a trop d'implications ou si l'éprouvette à examiner ne doit pas être détruite.

Puisque les modalités de chargement pour l'essai de dureté sont considérablement différentes de celles de l'essai de traction, il n'est pas possible d'établir une relation fonctionnelle fiable entre ces deux valeurs caractéristiques sur la base d'un modèle. Néanmoins, les valeurs de dureté et les valeurs de résistance à la traction sont effectivement corrélées, et il est ainsi possible d'établir des relations empiriques pour des applications limitées.

Souvent il est nécessaire de vérifier une valeur donnée de dureté par rapport à une valeur obtenue par une méthode différente d'essai. C'est particulièrement le cas si seulement une certaine méthode peut être utilisée du fait d'une éprouvette ou d'une épaisseur de revêtement particulière, de la taille de l'objet à essayer, de l'état de surface, ou de la disponibilité des machines d'essai de dureté.

La conversion des valeurs de dureté en valeurs de traction permet de réaliser une mesure de dureté au lieu de la mesure de la résistance à la traction étant entendu que les valeurs de résistance à la traction doivent être considérées comme étant la forme de conversion la plus fiable. De même, avec la conversion entre les échelles de dureté, une valeur de dureté peut être remplacée par une valeur obtenue en utilisant la méthode voulue.

NOTE Parfois une relation de conversion est établie sur la base d'un cas unique pour obtenir des informations sur des caractéristiques autres que la dureté, pour obtenir le plus souvent une bonne estimation de la résistance à la traction. Des relations spéciales sont parfois également établies pour des conversions dureté-dureté. Cela peut être fait pour autant que les conditions suivantes soient remplies:

- La méthode d'essai de dureté employée est seulement utilisée de manière interne, et les résultats obtenus ne sont pas comparés à ceux d'autres méthodes ou les détails de la méthode d'essai sont définis avec assez de précision de sorte que des résultats puissent être reproduits par un autre laboratoire ou à un autre moment.
- Il convient que les tables de conversion utilisées aient été déduites d'un nombre suffisamment grand d'expériences parallèles en utilisant les deux échelles et effectuées sur le matériau en question.
- Des réclamations ne peuvent pas être fondées sur les valeurs converties.
- Les résultats convertis sont exprimés de façon qu'apparaisse clairement quelle méthode a été employée pour déterminer la valeur de dureté initiale.

AVERTISSEMENT — Dans la pratique, une tentative est souvent faite pour établir une relation forte entre les valeurs originales et les valeurs converties sans prendre en compte les caractéristiques du matériau soumis à essai. Comme les Figures 1 et 2 le montrent, cela n'est pas possible. Par conséquent, Il convient que les utilisateurs de la présente Norme internationale s'assurent que toutes les conditions pour la conversion sont réunies (voir également [2] et [3]).

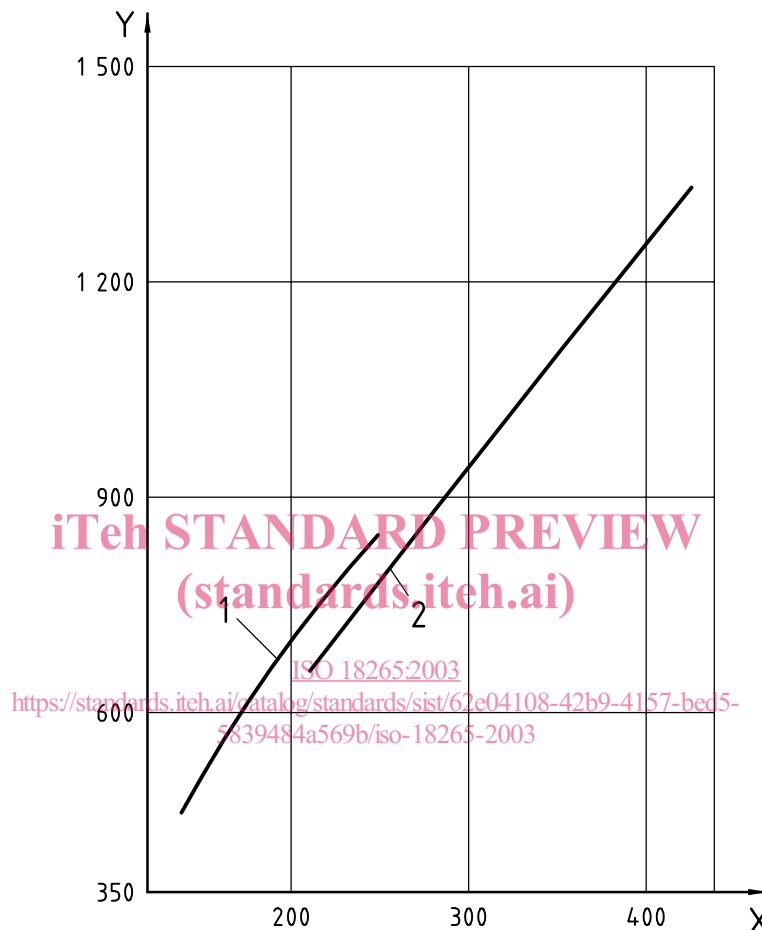
4 Application des tables de conversion

4.1 Généralités

La conversion d'une valeur de dureté en une autre valeur de dureté ou d'une valeur de dureté en une valeur de résistance à la traction implique des incertitudes qui doivent être prises en considération. Des investigations approfondies ont montré qu'il n'est pas possible d'établir des relations de conversion universellement applicables entre les valeurs de dureté obtenues par différentes méthodes, quel que soit le soin apporté à la réalisation des essais. Ceci tient au fait qu'il y a une relation complexe entre le comportement à la pénétration d'un matériel et son élasticité. Pour cette raison, la relation de conversion donnée fournit une équivalence d'autant meilleure qu'il y a une plus grande similitude entre l'élasticité du

matériau essayé et celle du matériau employé pour établir la relation. De même, une meilleure équivalence peut être attendue pour des méthodes avec des processus semblables de pénétration (c'est-à-dire où les différences dans les modes opératoires de pénétration-application de la force et les paramètres d'essai sont minimales). Par conséquent, la conversion de valeurs de dureté en valeurs de traction doit être considérée comme étant la forme la moins fiable de conversion.

NOTE Dans de nombreux cas, la limite apparente d'élasticité ou la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % fournit des informations sur le comportement élastique d'un matériau.



X Dureté HV 30

Y Résistance à la traction, R_m , MPa

Légende

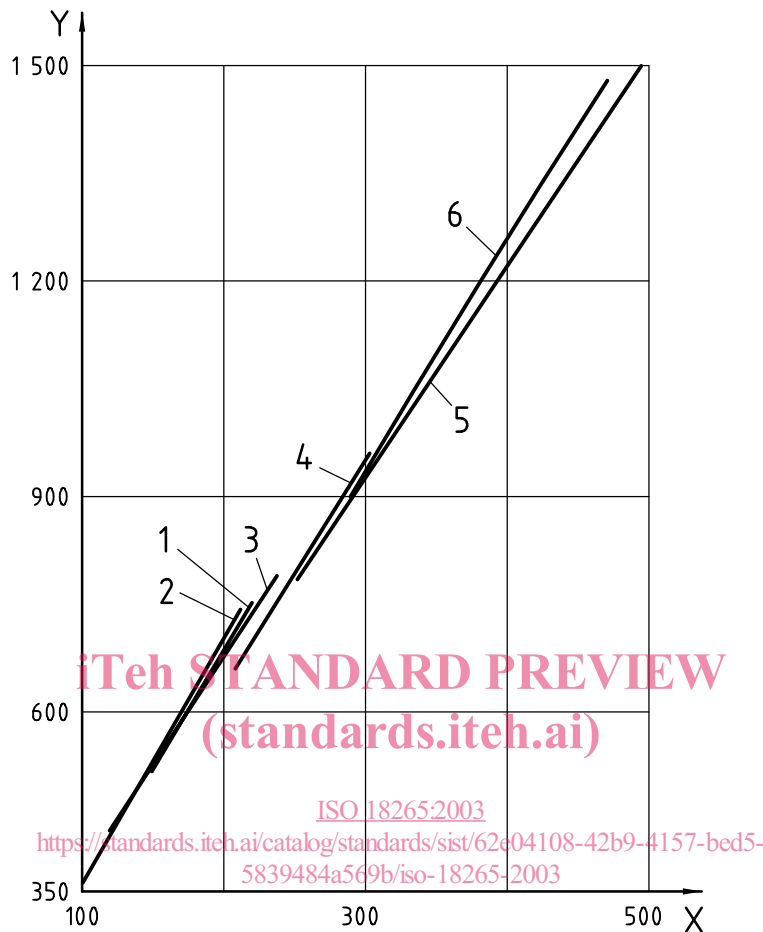
- 1 non traité, recuit doux, normalisé
- 2 trempé et revenu

Figure 1 — Courbes HV 30/ R_m pour des aciers pour trempé et revenu pour divers états de traitement thermique

Il convient de noter que chaque détermination de dureté est seulement applicable à la zone même de l'empreinte. Lorsque la dureté varie, par exemple à distance croissante de la surface, les valeurs de dureté Brinell ou Vickers ou même les valeurs de résistance à la traction peuvent s'écarter des valeurs converties, seulement en raison d'un taux différent d'allongement dans la zone examinée.

Il convient de convertir des valeurs de dureté seulement lorsque la méthode d'essai prescrite ne peut pas être employée, par exemple parce qu'une machine appropriée n'est pas disponible ou si les échantillons nécessaires ne peuvent pas être prélevés. Une méthode d'essai appropriée peut être choisie à l'aide des Figures 3 et 4. Les valeurs obtenues par conversion peuvent seulement être prises comme base des réclamations s'il en est ainsi convenu dans le contrat de livraison.

Si les valeurs de dureté ou les valeurs de résistance à la traction sont déterminées par conversion conformément à la présente Norme internationale, cela doit être indiqué, de même que la méthode d'essai de dureté utilisée (voir l'ISO 6506-1, l'ISO 6507-1 et l'ISO 6508-1).



X Dureté HV 30
 Y Résistance à la traction, R_m , MPa

Légende

- | | |
|---|--|
| 1 $R_e/R_m = 0,45$ à $0,59$ | 4 $R_e/R_m = 0,70$ à $0,79$ traité thermiquement |
| 2 $R_e/R_m = 0,60$ à $0,69$ | 5 $R_e/R_m = 0,80$ à $0,89$ |
| 3 $R_e/R_m = 0,70$ à $0,79$ recuit normal | 6 $R_e/R_m = 0,90$ à $0,99$ |

Figure 2 — Courbes moyennes HV 30/ R_m pour des aciers pour trempe et revenu avec différents rapports R_e/R_m

La base de la conversion doit être la moyenne d'au moins trois valeurs individuelles de dureté différentes.

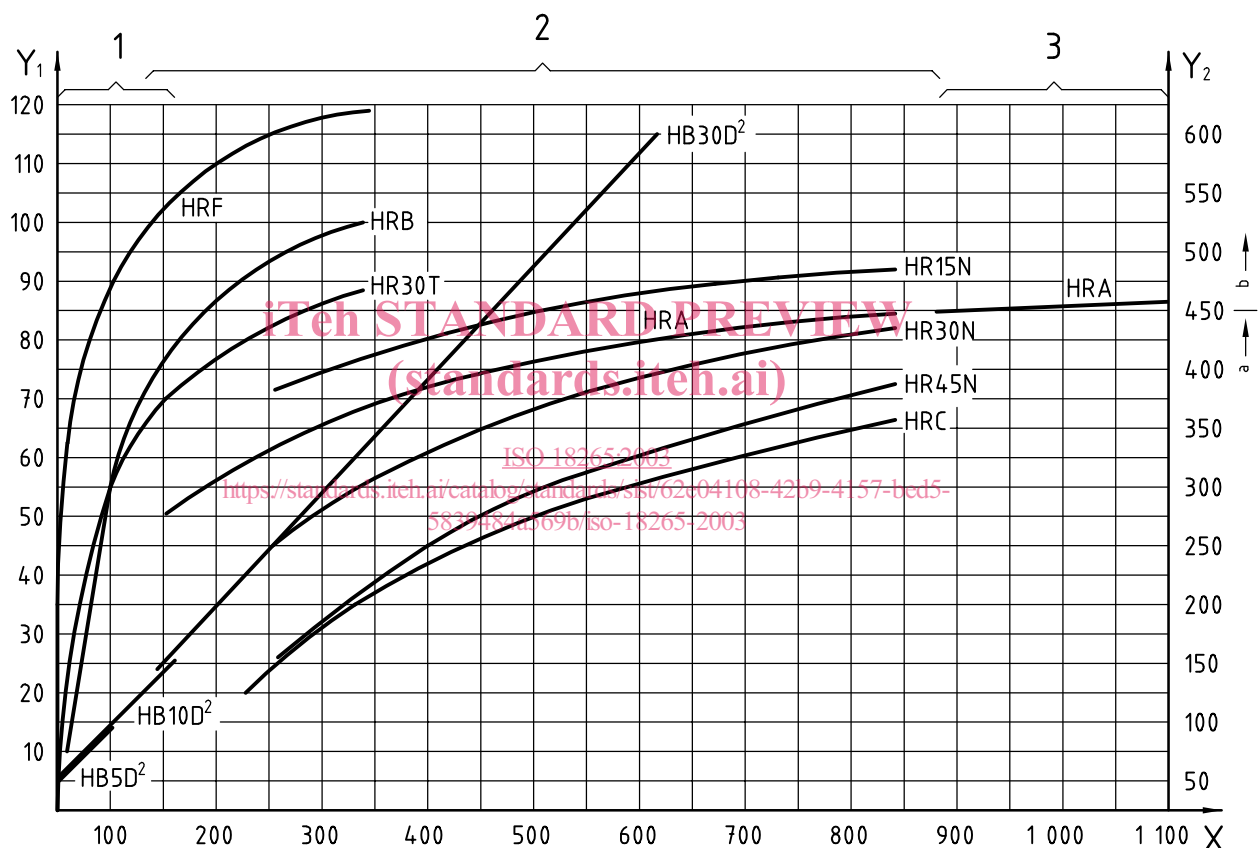
Pour garantir une incertitude de mesure acceptable, la finition des surfaces des éprouvettes doit être réalisée par usinage.

Les incertitudes des valeurs données dans les présentes tables de conversion intègrent l'intervalle de confiance des courbes de conversion de dureté calculées par régression, et l'incertitude pour la valeur de dureté ou la valeur de résistance à la traction à convertir. L'intervalle de confiance de la fonction de régression est un paramètre qui ne peut pas être influencé par l'utilisateur et est calculé en fonction de la dureté.

L'incertitude associée aux valeurs de dureté à convertir est influencée par la répétabilité de la machine d'essai, la qualité de la surface de l'éprouvette, l'uniformité de la dureté de l'éprouvette, et le nombre d'empreintes employées pour déterminer la dureté. Cela dépend donc des conditions d'essai appliquées par la personne réalisant la conversion. Cette conversion doit être effectuée sur la base des tables données dans la présente Norme internationale pour différents groupes de matériaux. Ces tables donnent des valeurs de dureté pour différentes échelles et, dans certains cas, la résistance à la traction correspondante.

En comparant seulement les valeurs dans ces tableaux sans réaliser effectivement des essais de dureté, l'incertitude de la valeur convertie est réduite à l'intervalle de confiance de la courbe de conversion de dureté calculée. Lors de l'utilisation des tables, il est sans importance de savoir quelle valeur est prise comme valeur mesurée et laquelle est convertie.

La détermination de l'incertitude des valeurs converties, de même que la spécification d'un niveau admissible d'incertitude peuvent être convenues; dans ce cas, les valeurs converties doivent être établies sur la base de la moyenne de cinq valeurs individuelles.



X Dureté Vickers HV30
 Y_1 Dureté Rockwell
 Y_2 Dureté Brinell

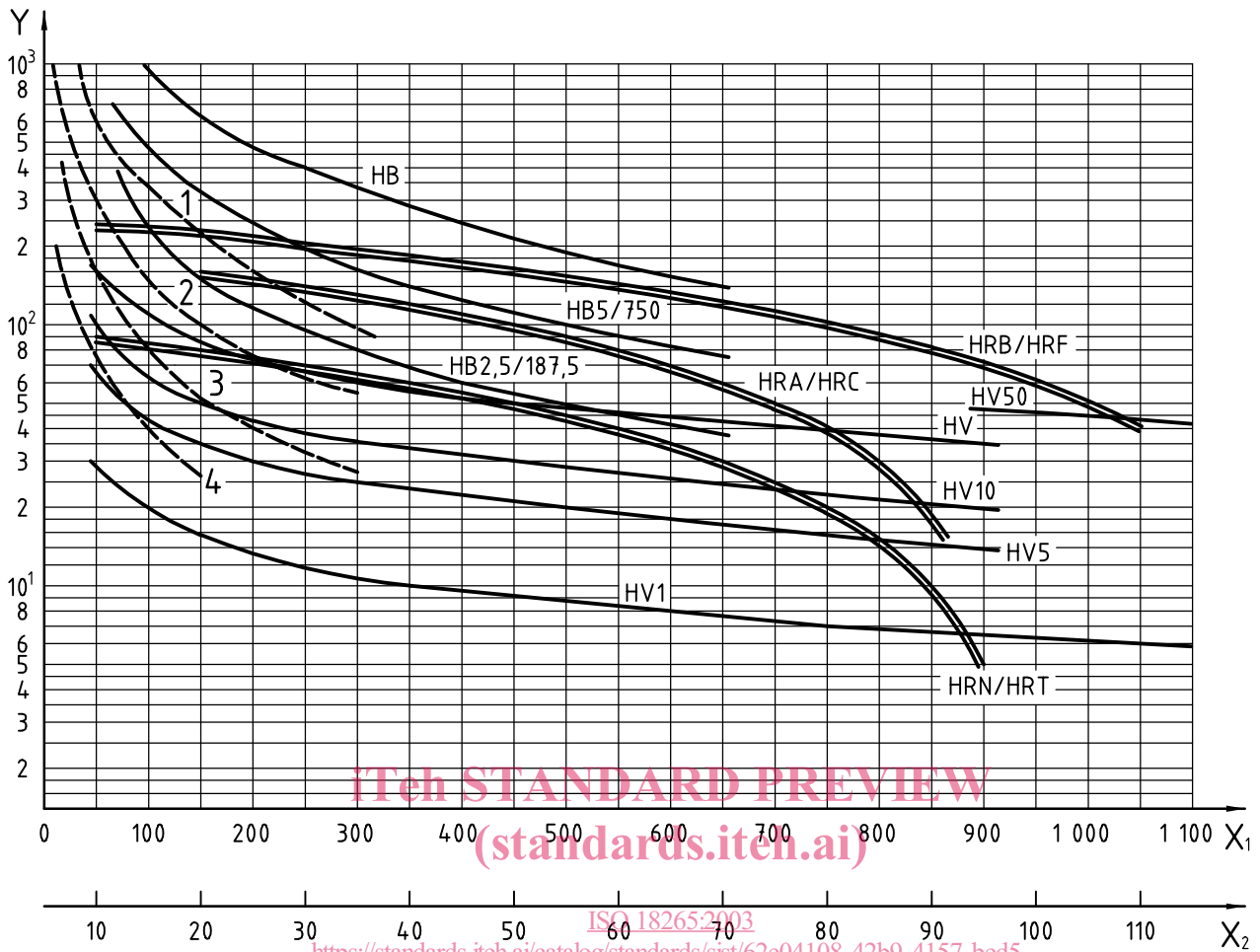
Légende

- 1 métal non ferreux
- 2 acier
- 3 métal dur

NOTE Cette figure est seulement destinée à aider au choix d'une autre méthode d'essai et n'est pas à employer à des fins de conversion.

- a Déterminée avec une bille en acier (HBS)
- b Déterminée avec une bille en métal dur (HBW)

Figure 3 — Diverses échelles de dureté comparées à l'échelle Vickers



X₁ Dureté Brinell HB/dureté Vickers HV
 X₂ Dureté Rockwell, HR, selon ses différentes échelles
 Y Profondeur d'empreinte, μm

Légende

- 1 HB 10/1 000
- 2 HB 10/500 et HB 5/250
- 3 HB 5/125 et HB 2,5/62,5
- 4 HB 2,5/62,5

Figure 4 — Profondeur d'empreinte en fonction de la dureté pour différentes méthodes d'essai

4.2 Conversion des valeurs

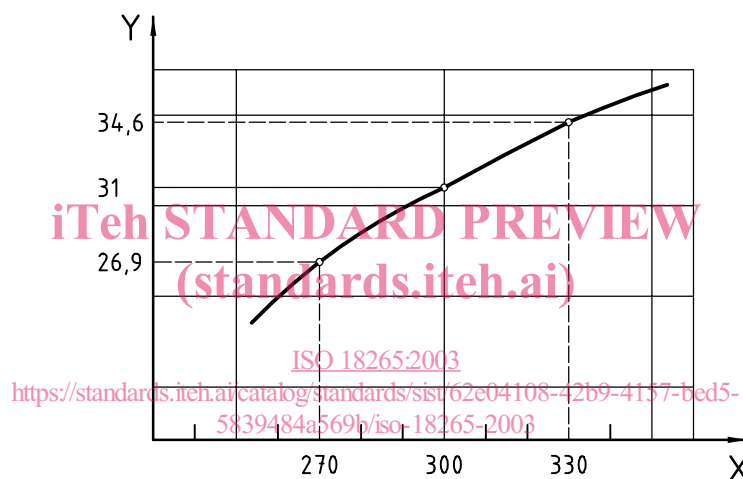
4.2.1 Limites d'erreur

Selon les conditions de mesure dans la pratique, les couples valeur mesurée/valeur convertie (par exemple HV/HRC, HRC/HV, HRA/HRN HB/ R_m) peuvent être relevés dans les tables des Annexes B à F. Les critères essentiels qu'il convient de retenir pour le choix d'une méthode d'essai de dureté, sont discutés dans le présent paragraphe.

L'exemple ci-dessous illustre la conversion des valeurs ainsi que leurs limites d'erreur en utilisant le Tableau C.2.

Valeur donnée de dureté:	(300 ± 30) HV
Échelle souhaitée:	HRC
Valeurs converties à partir de la table:	270 HV \triangleq 26,9 HRC
	300 HV \triangleq 31,0 HRC
	330 HV \triangleq 34,6 HRC

La valeur convertie, $\left(31 \begin{smallmatrix} +3,6 \\ -4,1 \end{smallmatrix}\right)$ HRC, pour la valeur nominale de 300 HV ne représente plus la moyenne des limites supérieures et inférieures en HRC en raison de la non-linéarité entre les valeurs de HV et de HRC (voir la Figure 5). L'intervalle de confiance de la courbe de conversion de dureté peut être ignoré pour de telles évaluations.



X HV
Y HRC

Figure 5 — Décalage de la valeur nominale en convertissant des valeurs de dureté

4.2.2 Incertitude

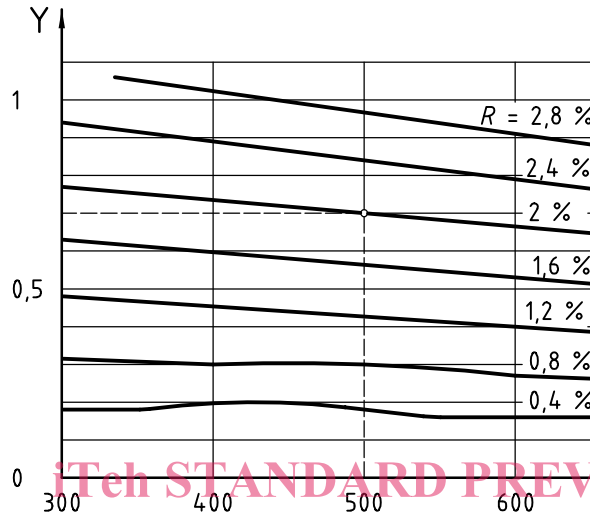
Il convient de prendre l'incertitude d'une valeur convertie à partir des courbes associées à la table de conversion utilisée, comme représenté sur les figures en Annexes B à E pour différents types de matériau.

Les familles des courbes données aux annexes représentent l'incertitude, u , pour un niveau de probabilité de 95 % en fonction de la valeur de dureté \bar{H}_K pour différentes limites de reproductibilité, R (\bar{H}_K est la moyenne arithmétique corrigée de cinq valeurs individuelles). Les courbes ont été ajustées de sorte que l'interpolation entre des courbes voisines soit possible. La reproductibilité, R , doit être calculée sur la base de cinq mesures comme montré en 4.4.2 pour différentes méthodes d'essai de dureté.

Les courbes d'incertitude tiennent compte seulement des effets des erreurs aléatoires de la valeur mesurée sur la valeur convertie. Cependant, elles ne tiennent pas compte de l'erreur systématique de la machine d'essai utilisée, ce qui peut mener à des erreurs excessivement élevées pour le résultat converti, même si l'erreur systématique se trouve en dessous de la gamme permise spécifiée pour la machine; cela est expliqué en 4.4. Pour cette raison, les machines d'essai de dureté doivent être vérifiées, en utilisant des blocs de référence, au moins à intervalle de temps indiqué dans les normes appropriées. L'erreur systématique déterminée de cette manière doit être compensée en corrigeant la valeur moyenne de dureté mesurée. Ceci est particulièrement important dans le cas des essais de dureté Rockwell. La Figure 6 illustre la détermination de l'incertitude, u , d'une valeur convertie de dureté (ligne épaisse) selon l'exemple ci-après.

EXEMPLE

- Dureté moyenne mesurée et corrigée, \bar{H}_K 500 HV
- Valeur convertie selon l'Annexe C 49,5 HRC
- Limite calculée de reproductibilité, R 2,0 %
- Incertitude de la valeur convertie, u $\pm 0,7$ HRC



X \bar{H}_K , HV
 Y u , HRC

(standards.iteh.ai)

ISO 18265:2003

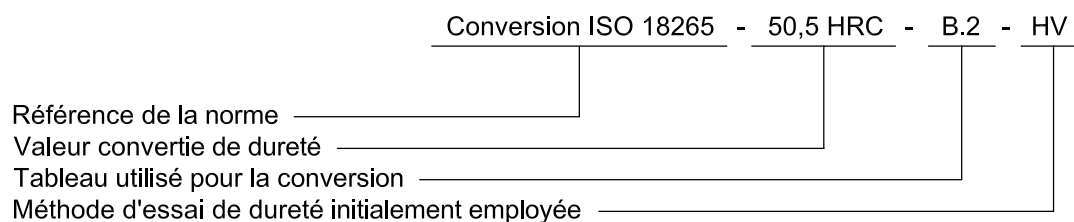
Figure 6 — Exemple de détermination de l'incertitude d'une valeur de dureté convertie

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/62-04108-43b9-4157-bed5-5839484a569b/iso-18265-2003>

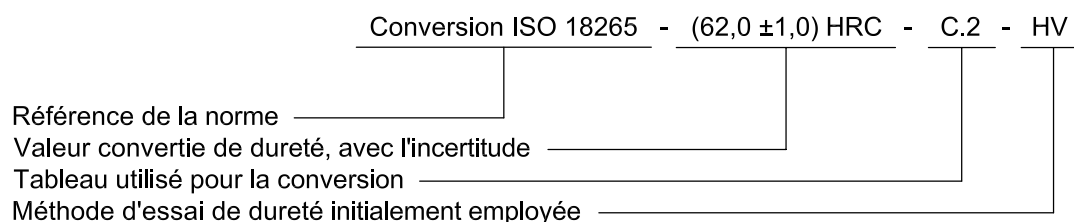
4.3 Expression des résultats de conversion

Les résultats de conversion doivent être consignés de manière à indiquer clairement quelle méthode a été employée pour déterminer la valeur de dureté initiale. En outre, l'annexe appropriée de la présente Norme internationale ou la table employée doit être indiquée.

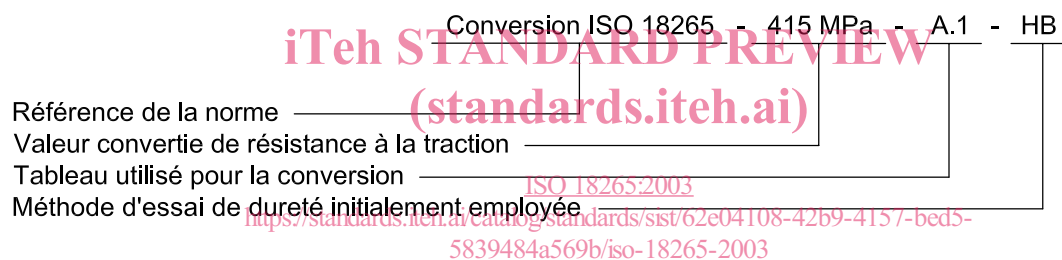
EXEMPLE 1



EXEMPLE 2 S'il est convenu que l'incertitude de la valeur convertie doit être donnée, cela doit être inclus dans le résultat comme suit:



EXEMPLE 3 Les conversions en valeurs de résistance à la traction doivent être exprimées comme suit:



4.4 Indications sur l'utilisation des tables de conversion

4.4.1 Choix d'autres méthodes d'essai de dureté

4.4.1.1 À la Figure 3, les échelles de dureté pour les métaux non ferreux, les métaux durs et les aciers choisis sont comparées. La relation entre chaque échelle et l'échelle Vickers est illustrée, et par comparaison entre échelles Rockwell et Brinell (axes des ordonnées), des informations sont obtenues quant aux gammes de dureté couvertes par chaque méthode. Cette figure est destinée seulement à aider au choix et ne doit pas être employée à des fins de conversion.

4.4.1.2 La Figure 4 montre des profondeurs d'empreinte en fonction de la dureté pour différentes méthodes d'essai. Cette figure est destinée à faciliter le choix d'une méthode appropriée d'essai sur la base de l'épaisseur de l'éprouvette ou du revêtement.

4.4.1.3 Un autre critère pour le choix d'une autre méthode d'essai de dureté est l'incertitude des résultats de conversion. Puisque celle-ci peut varier considérablement, il convient d'utiliser les courbes d'incertitude données dans la présente Norme internationale pour déterminer quelle combinaison de méthodes est optimale pour l'application en question.

4.4.2 Calcul de la limite de reproductibilité, R

La limite de reproductibilité, R , exprimée en pourcentage, doit être calculée pour les différentes méthodes d'essai de dureté au moyen des équations (1) à (3).