
Norme internationale



3443/4

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

**Tolérances pour le bâtiment —
Partie 4 : Méthode pour la prévision des écarts
d'assemblage et pour la disposition des tolérances**

Tolerances for building — Part 4 : Method for predicting deviations of assemblies and for allocation of tolerances

Première édition — 1986-12-15

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 3443-4:1986](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a119a58-66b8-4cb0-8eec-f9b9e01dec0c/iso-3443-4-1986)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a119a58-66b8-4cb0-8eec-f9b9e01dec0c/iso-3443-4-1986>

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 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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 3443/4 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 59, *Construction immobilière*.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

Sommaire

	Page
0 Introduction	1
1 Objet	1
2 Domaine d'application	2
3 Références	2
4 Définitions	2
5 Propagation des écarts dans un assemblage ou autre système composite	2
6 Prévion, lors de la conception, des écarts susceptibles d'apparaître	4
7 Disposition des tolérances	6
Annexe Procédure de calcul et tableaux pour quelques cas courants avec des joints suivant une, deux ou trois dimensions	7

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sud/1986-09-01/iso-3443-4-1986>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 3443-4:1986

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a119a58-66b8-4cb0-8ecc-f9b9e01dec0c/iso-3443-4-1986>

Tolérances pour le bâtiment — Partie 4 : Méthode pour la prévision des écarts d'assemblage et pour la disposition des tolérances

0 Introduction

La présente partie de l'ISO 3443 fait partie d'une série traitant des tolérances pour le bâtiment et les composants de bâtiment.

Elle est destinée à être lue concurremment avec l'ISO 3443/1, l'ISO 3443/2, l'ISO 1803/1 et l'ISO 1803/2.

Les parties 3 et 4 de l'ISO 3443 ont été conçues pour répondre aux besoins de méthodes, reconnues sur le plan international, reliant l'exactitude, les tolérances et l'ajustement pour déterminer les dimensions de composants et d'une construction (et, dans la partie 4, de joints). Deux besoins distincts se dégagent mais ont une base commune.

Il est en conséquence nécessaire de donner des expressions de portée générale reliant l'exactitude, les tolérances et l'ajustement qui puissent être utilisées, soit :

- a) pour identifier les dimensions recherchées optimales de composants de série dans le cas où chaque type de composant a des applications variées, soit
- b) pour identifier les dimensions limites adéquates de composants, qu'ils soient ou non de série, à utiliser dans une construction particulière.

Ces besoins peuvent être tous deux satisfaits en exprimant pratiquement les mêmes relations entre les facteurs influençant l'ajustement, et, en principe, l'une quelconque des parties de la présente Norme internationale pourrait être mise en pratique pour atteindre indifféremment l'un de ces objectifs. En pratique, cependant, chaque partie est conçue pour répondre à son propre objet.

Ce n'est toutefois que dans la présente partie de l'ISO 3443 que les joints sont considérés dans plusieurs dimensions.

L'ISO 3443/3 est conçue principalement pour atteindre l'objectif de a) ci-dessus. Elle donne les procédés pour choisir les dimensions recherchées (autrefois « dimensions de fabrication ») de composants ou d'ouvrages réalisés sur le chantier, de façon que la largeur des joints reste dans leurs limites admissibles avec une probabilité connue d'issue heureuse.¹⁾ Les procédés concernent le rapport entre les facteurs suivants :

- 1) l'exactitude de composants et d'ouvrages réalisés sur le chantier;
- 2) dimensions de composants et d'ouvrages réalisés sur le chantier;
- 3) largeurs de joints;
- 4) probabilité d'ajustement.

et ils sont utilisables si 2), 3) ou 4) ci-dessus est l'inconnue à calculer. Les procédés supposent que les valeurs de 1) ci-dessus sont établies à partir des campagnes de mesures et relient les dimensions recherchées aux dimensions de coordination en utilisant les concepts d'« extension » et de « déduction »; voir 4.4 et 4.5.

Les procédés permettent également la détermination de la dimension recherchée pour chaque composant de série, de façon que le composant ait une probabilité optimale d'ajustement pour chaque application.

Des exemples d'application sont donnés dans l'annexe B.

La présente partie de l'ISO 3443 est conçue principalement pour répondre aux besoins de b) ci-dessus. Elle concerne donc principalement la conception des bâtiments dans lesquels sont utilisés des composants (y compris les composants de série) et est principalement destinée aux concepteurs de bâtiment dont, tels les ingénieurs, on peut s'attendre à ce qu'ils soient compétents en mathématique et en statistique. Pour atteindre ces objectifs, la présente partie de l'ISO 3443 traite :

- des méthodes pour prévoir des écarts et spécifier des tolérances afin d'obtenir l'exactitude totale recherchée dans un assemblage,
- de l'effet des tolérances spécifiées sur la variabilité dimensionnelle à attendre,
- des bases pour l'optimisation des tolérances pour chaque assemblage particulier et ses éléments.

Pour des raisons de simplicité, la présente partie de l'ISO 3443 ne présuppose des calculs que pour des assemblages, selon une dimension, de composants tels que des poutres et des poteaux. Toutefois, des tableaux pour des cas courants avec des éléments bidimensionnels et tridimensionnels (panneaux, etc.) sont donnés dans l'annexe.

1 Objet

La présente partie de l'ISO 3443 donne quelques principes généraux et une méthode pour la prévision des écarts dans des systèmes composés et pour la spécification des tolérances pour les éléments constituants dans le but de satisfaire aux exigences fonctionnelles et aux spécifications de tolérance pour l'assemblage.

1) L'ISO 3443/3 concerne l'exactitude en fonction de la dimension recherchée et des dimensions limites admissibles (par exemple dimensions limites admissibles, supérieure et inférieure, d'un composant). Autrement, l'exactitude peut être définie en fonction des écarts admissibles par rapport à une dimension de repérage — habituellement identique à la dimension recherchée. Voir ISO 1803/1.

2 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 3443 s'applique aux tolérances et écarts dans tous les types d'assemblages et autres systèmes composés d'éléments, dans l'industrie du bâtiment.

3 Références

- ISO 1791, *Coordination modulaire — Vocabulaire.*
- ISO 1803/1, *Construction immobilière — Tolérances — Vocabulaire — Partie 1: Termes généraux.*
- ISO 1803/2, *Construction immobilière — Tolérances — Vocabulaire — Partie 2: Termes dérivés.*¹⁾
- ISO 3443/1, *Tolérances pour le bâtiment — Partie 1: Principes fondamentaux pour l'évaluation et la spécification.*
- ISO 3443/2, *Tolérances pour le bâtiment — Partie 2: Base statistique pour la prévision de possibilités d'assemblage entre composants, relevant d'une distribution normale des dimensions.*
- ISO 3443/3, *Tolérances pour le bâtiment — Partie 3: Procédé pour choisir la dimension recherchée et prévoir l'ajustement.*¹⁾
- ISO 3443/7, *Tolérances pour le bâtiment — Partie 7: Principes généraux pour les critères d'acceptation, le contrôle de conformité aux spécifications de tolérance dimensionnelle et le contrôle statistique — Méthode 2.*¹⁾
- ISO 4464, *Tolérances pour le bâtiment — Liaison entre les divers types d'écarts et de tolérances utilisés pour la spécification.*

4 Définitions

Dans le cadre de la présente partie de l'ISO 3443, les définitions données dans l'ISO 1791 et l'ISO 1803/1, ainsi que les définitions suivantes sont applicables.

4.1 dimension de repérage : Dimension indiquée sur le projet par rapport à laquelle les écarts et les tolérances sont donnés.

NOTES

1 Dans le but des calculs dans la présente partie de l'ISO 3443, on présume que les écarts admissibles, supérieur et inférieur, sont égaux. Si ce n'est pas le cas, la moyenne des dimensions limites, supérieure et inférieure, devrait être considérée comme la dimension de repérage.

2 Le terme «dimension recherchée», tel que défini dans l'ISO 1803/1, est un cas particulier de dimension de repérage, qui habituellement coïncide avec le concept de dimension de repérage utilisé dans la présente partie de l'ISO 3443.

4.2 élément constituant d'un assemblage : Tout composant, joint, espace ou toute distance implantée, etc., qui contribue à la dimension considérée dans l'assemblage.

NOTE — Le terme «élément constituant» est parfois abrégé à «élément» dans le texte.

5 Propagation des écarts dans un assemblage ou autre système composite

La dimension de repérage B pour un élément donné dans un assemblage s'exprime généralement en relation avec les autres éléments de l'assemblage:

$$B = K_1 B_1 + K_2 B_2 + \dots + K_i B_i + \dots + K_n B_n = \sum_{i=1}^n K_i B_i \quad \dots (1)$$

où

B_i est la dimension de repérage de l'élément i ;

K_i est un coefficient déterminé selon la géométrie de l'assemblage et le processus de montage.

Comme indiqué dans les exemples ci-après, les valeurs habituelles pour K_i sont $+1$, -1 , $+\frac{1}{2}$ et $-\frac{1}{2}$.

L'écart réel V par rapport à la dimension de référence est alors donné par

$$V = \sum_{i=1}^n K_i V_i \quad \dots (2)$$

où

K_i est le même coefficient que pour l'équation (1);

V_i est l'écart réel par rapport à la dimension de repérage B_i .

Exemple 1 :

La figure 1 montre un assemblage de composants montés à partir de la ligne implantée L avec des largeurs de joints données, jusqu'au composant C déjà mis en place.

$$B = -B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - B_5 - B_6 + B_7$$

$$V = -V_1 - V_2 - V_3 - V_4 - V_5 - V_6 + V_7$$

Exemple 2 :

Si le dernier composant est mis en place avec la volonté de le disposer symétriquement dans l'espace restant, on a la situation montrée à la figure 2.

L'élément numéro 5 représente alors l'origine à partir de la symétrie et donc

$$B_5 = 0 \text{ mais } V_5 \neq 0$$

$$B = -B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - B_5 - B - B_6 + B_7$$

où

$$B = -\frac{1}{2}B_1 - \frac{1}{2}B_2 - \frac{1}{2}B_3 - \frac{1}{2}B_4 - \frac{1}{2}0 - \frac{1}{2}B_6 + \frac{1}{2}B_7$$

$$V = -\frac{1}{2}V_1 - \frac{1}{2}V_2 - \frac{1}{2}V_3 - \frac{1}{2}V_4 - \frac{1}{2}V_5 - \frac{1}{2}V_6 + \frac{1}{2}V_7$$

Lorsque les écarts réels ne sont pas connus, soit parce qu'ils ne sont pas mesurés soit parce que les composants ne sont pas encore fabriqués, les écarts sont considérés comme relevant des distributions probabilistes.

1) Actuellement au stade de projet.

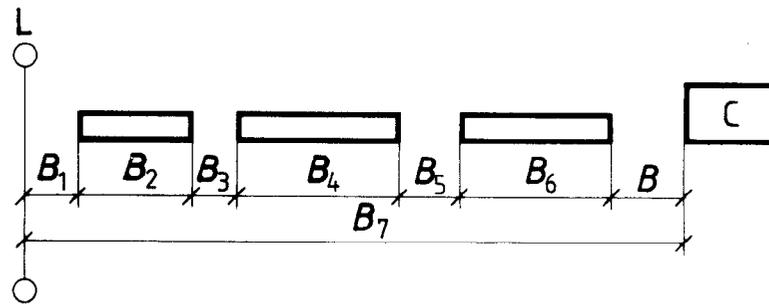


Figure 1 – Illustration de l'exemple 1

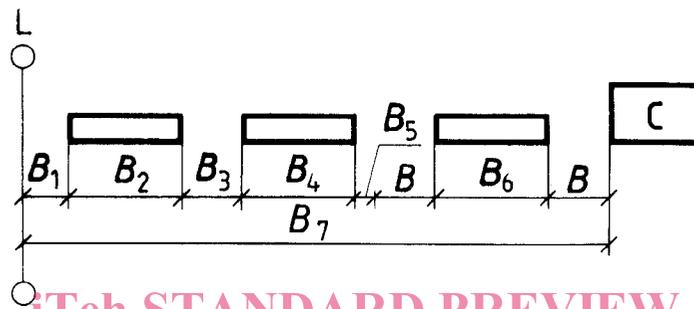


Figure 2 – Illustration de l'exemple 2

ITeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 3443-4:1986

Si V_i est distribué avec une espérance (moyenne) μ_i et un écart-type σ_i , les paramètres respectifs de la distribution de V sont donnés par

$$\mu = \sum_{i=1}^n K_i \mu_i \quad \dots (3)$$

et

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (K_i \sigma_i)^2 \quad \dots (4)$$

lorsque tous les écarts sont indépendants (non corrélés mutuellement), ou

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (K_i \sigma_i) \rho_{ij} (K_j \sigma_j) \quad \dots (4a)$$

lorsque certains ou tous les écarts sont corrélés mutuellement.

Dans l'équation (4a), ρ_{ij} est le coefficient de corrélation entre les écarts des éléments numéros i et j .

Le coefficient de corrélation sera normalement, dans le cadre de l'application de la présente partie de l'ISO 3443, un nombre entre 0 et 1.

Lorsque $\rho_{ij} \approx 0$, les écarts des éléments numéros i et j seront presque indépendants, alors que $\rho_{ij} \approx 1$ signifie que ces écarts

seront toujours à peu près égaux ou proportionnels. La corrélation mutuelle est typique pour des composants de béton produits par le même moule, par exemple, alors que des composants de béton produits par des moules différents auront normalement une très faible corrélation.

Pour $i = j$, ρ_{ij} est toujours égal à 1.

NOTE — Une corrélation négative peut aussi se produire, par exemple lorsque l'équipe chargée du montage augmente légèrement les largeurs de joints pour compenser des composants sous-dimensionnés.

Lorsque les joints négatifs ne sont pas réalisables, les équations (3) et (4) ne sont pas absolument correctes. Toutefois, ce cas n'est pas pris, ultérieurement, en considération dans la présente partie de l'ISO 3443.

Les équations (1) à (4a) ne sont strictement correctes que pour des assemblages avec des composants suivant une dimension (par exemple poutres et poteaux), où la forme et les écarts d'orientation des faces adjacentes peuvent être considérés comme n'affectant pas la variabilité de l'assemblage. Des formules pour les éléments suivant deux et trois dimensions (par exemple des composants de mur et de plancher) sont données dans l'annexe.

Exemple 3 :

Les paramètres tirés de l'exemple 1 sont :

$$\mu = -\mu_1 - \mu_2 - \mu_3 - \mu_4 - \mu_5 - \mu_6 + \mu_7$$

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2 + \sigma_5^2 + \sigma_6^2 + \sigma_7^2$$

Les paramètres correspondants tirés de l'exemple 2 sont :

$$\begin{aligned} \mu &= -\frac{1}{2} \mu_1 - \frac{1}{2} \mu_2 - \frac{1}{2} \mu_3 - \\ &\quad - \frac{1}{2} \mu_4 - \frac{1}{2} \mu_6 + \frac{1}{2} \mu_7 \\ \sigma^2 &= \frac{1}{4} \sigma_1^2 + \frac{1}{4} \sigma_2^2 + \frac{1}{4} \sigma_3^2 + \\ &\quad + \frac{1}{4} \sigma_4^2 + \frac{1}{4} \sigma_5^2 + \frac{1}{4} \sigma_6^2 + \frac{1}{4} \sigma_7^2 \end{aligned}$$

Exemple 4 :

Si les écarts sur la largeur des composants sont tous également distribués avec les mêmes paramètres μ_c et σ_c et si les écarts sur la largeur de joint recherchée durant le montage sont tous distribués avec les mêmes paramètres μ_j et σ_j , nous avons à partir de l'exemple 1 :

$$\begin{aligned} \mu_1 &= \mu_3 = \mu_5 = \mu_j \\ \mu_2 &= \mu_4 = \mu_6 = \mu_c \\ \sigma_1 &= \sigma_3 = \sigma_5 = \sigma_j \\ \sigma_2 &= \sigma_4 = \sigma_6 = \sigma_c \\ \mu &= -3\mu_j - 3\mu_c + \mu_7 \\ \sigma^2 &= 3\sigma_j^2 + 3\sigma_c^2 + \sigma_7^2 \end{aligned}$$

et à partir de l'exemple 2 :

$$\begin{aligned} \mu_1 &= \mu_3 = \mu_j \\ \mu_2 &= \mu_4 = \mu_6 = \mu_c \\ \sigma_1 &= \sigma_3 = \sigma_j \\ \sigma_2 &= \sigma_4 = \sigma_6 = \sigma_c \\ \mu &= -\mu_j - \frac{3}{2} \mu_c + \frac{1}{2} \mu_7 \\ \sigma^2 &= \frac{1}{2} \sigma_j^2 + \frac{3}{4} \sigma_c^2 + \frac{1}{4} \sigma_5^2 + \frac{1}{4} \sigma_7^2 \end{aligned} \quad \dots (6)$$

Les calculs ci-dessus supposent l'absence de corrélation mutuelle.

Exemple 5 :

Si les composants 2 et 6 proviennent du même moule, on pourrait prendre pour hypothèse un coefficient de corrélation égal à 1 entre ces deux éléments. Dans les expressions ci-dessus, concernant l'écart-type, deux termes supplémentaires doivent être introduits selon l'équation (4a), l'un pour $i = 2$ et $j = 6$ et l'autre pour $i = 6$ et $j = 2$.

L'équation (5) devient

$$\sigma^2 = 3\sigma_j^2 + 3\sigma_c^2 + \sigma_7^2 + \sigma_c^2 + \sigma_c^2 = 3\sigma_j^2 + 5\sigma_c^2 + \sigma_7^2$$

et l'équation (6)

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{1}{2} \sigma_j^2 + \frac{3}{4} \sigma_c^2 + \frac{1}{4} \sigma_5^2 + \frac{1}{4} \sigma_7^2 + \frac{1}{4} \sigma_c^2 + \frac{1}{4} \sigma_c^2 \\ &= \frac{1}{2} \sigma_j^2 + \frac{5}{4} \sigma_c^2 + \frac{1}{4} \sigma_5^2 + \frac{1}{4} \sigma_7^2 \end{aligned}$$

6 Prédiction, lors de la conception, des écarts susceptibles d'apparaître

6.1 Espérance estimée à zéro

Au moment de la conception, μ_i est supposé être égal à zéro, car il n'y a généralement pas de raison de croire que l'opération ou la production considérée s'écarteront de la dimension de repérage d'une valeur tellement stable que ceci puisse être prévu et pris en compte de nombreux mois avant que le fait se produise réellement.

Autrement, si une telle prévision est possible, la dimension de repérage est ajustée de façon à obtenir $\mu_i = 0$. Ceci peut être fait, soit en spécifiant la dimension $B_i - \mu_i$ au fabricant, soit en remplaçant la valeur de la dimension de repérage dans les équations par $B_i + \mu_i$.

Il en résulte que l'équation (3) s'annule.

6.2 Estimation de l'écart-type des éléments

Les écarts-types des éléments peuvent être estimés à partir de mesurages antérieurs d'une même sorte d'éléments si toutes les conditions peuvent être raisonnablement supposées invariables.

En spécifiant des tolérances pour les écarts et en introduisant une procédure d'acceptation/rejet pour les éléments, on peut obtenir une information fiable sur les écarts futurs car il n'est pas dans l'intérêt du fabricant ou de l'opérateur, d'avoir une probabilité importante de rejet de son travail.

Le fournisseur doit donc s'efforcer de maintenir le pourcentage d'éléments défectueux (unités) de la production au-dessous de la valeur A que la procédure d'inspection autorise (voir aussi ISO 3443/7). Aussi une estimation raisonnable de σ_i qui tend à se situer à la limite supérieure du bon côté, peut être déterminée, dans l'hypothèse d'une distribution normale telle que A % des éléments aient des écarts en dehors de la tolérance spécifiée. Ceci s'exprime mathématiquement par

$$\frac{A}{100} = 2 - 2F\left(\frac{T_i}{2\sigma_i}\right) \quad \dots (7)$$

où

F est la fonction de distribution normale cumulée;

T_i est la tolérance spécifiée pour l'élément i .

On voit que pour A donné, le rapport $\frac{T_i}{2\sigma_i}$ est constant, et tel que

$$T_i = 2t_i\sigma_i \quad \dots (8)$$

Tableau 1 — Valeurs de t en fonction de A

A %	t
0,26	3
1,24	2,5
4	2,05
6,5	1,85
10	1,65

6.3 Estimation des coefficients de corrélation

Les éléments qui sont d'origine différente, par exemple les composants fabriqués par des usines différentes, ou les opérations effectuées par des personnes différentes, sont toujours non corrélés (voir toutefois la note au chapitre 5). Le coefficient de corrélation est conventionnellement nul. Les éléments qui proviennent du même moule, ou sont issus d'un autre processus avec une très faible variation aléatoire comparativement à la tolérance sur les éléments, ont une très grande corrélation mutuelle. Le coefficient de corrélation peut donc, si aucune autre information n'est connue, être estimé à 1.

Pour les éléments qui peuvent être supposés corrélés partiellement, le coefficient de corrélation doit être estimé à partir de mesurages antérieurs, ou les calculs peuvent être effectués deux fois, avec une plus grande et une plus petite estimation des coefficients de corrélation, pour trouver un intervalle raisonnable de variation pour le résultat.

6.4 Estimation des paramètres de la variabilité d'un assemblage

L'espérance μ est égale à zéro, selon 6.1 et l'équation (3).

L'écart-type attendu est calculé par les équations (4) et (4a) à partir des écarts-types estimés et des coefficients de corrélation des éléments constituants.

Si tous les éléments de l'assemblage sont inspectés suivant des plans d'échantillonnage qui permettent le même pourcentage, A , de défectueux, l'écart-type de l'assemblage est estimé par

$$\sigma^2 = \left(\frac{1}{2t}\right)^2 \sum_{i=1}^n (K_i T_i)^2 \quad (\text{cas de non-corrélation}) \quad \dots (9)$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{1}{2t}\right)^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (K_i T_i) \rho_{ij} (K_j T_j) \quad (\text{cas de corrélation}) \quad \dots (9a)$$

où t est la valeur commune pour t_i .

En général, avec une probabilité de moins de A %, valeur commune pour les procédures d'inspection, l'écart sur l'assemblage dépassera la tolérance symétrique T donnée par

$$T^2 = \sum_{i=1}^n (K_i T_i)^2 \quad (\text{cas de non-corrélation}) \quad \dots (10)$$

$$T^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (K_i T_i) \rho_{ij} (K_j T_j) \quad (\text{cas de corrélation}) \quad \dots (10a)$$

L'équation (10) est la base des formules données dans l'annexe.

L'équation (8) est aussi valable pour l'assemblage : $T = 2t\sigma$.

Si la valeur A , ou la probabilité acceptable d'excéder les limites de tolérance, est choisie différemment pour l'assemblage et pour la valeur commune relative aux éléments, la tolérance T_A sur l'assemblage doit être corrigée comme suit :

$$T_A = \frac{t_A}{t} T \quad \dots (11)$$

où t_A et t sont les constantes proportionnelles valables pour l'assemblage et pour les éléments, respectivement, telles qu'indiquées dans les équations (8) et (9);

T est la tolérance donnée par les équations (10) ou (10a).

6.5 Composants considérés suivant plus d'une dimension

Les composants considérés suivant plus d'une dimension sont des composants où les écarts sur la forme et l'orientation des faces adjacentes influent sur la variabilité de l'assemblage.

Les assemblages possédant de tels composants sont traités fondamentalement de la même façon que pour une dimension mais les calculs sont plus compliqués. La présente partie de l'ISO 3443 ne contient pas de calculs suivant plus d'une dimension, mais l'utilisateur, pour beaucoup de cas communs en pratique, trouvera les informations et les formules nécessaires dans l'annexe.

Ces formules sont établies suivant les conditions générales suivantes :

- pas de corrélation mutuelle;
- tous les μ_i sont nuls;
- la probabilité de se trouver hors-tolérances est la même pour les composants et pour l'assemblage.

Si les écarts sont exprimés en termes conformes à l'ISO 4464, l'écart-type σ_i de la distribution de l'écart de construction du composant i peut être exprimé en général par