

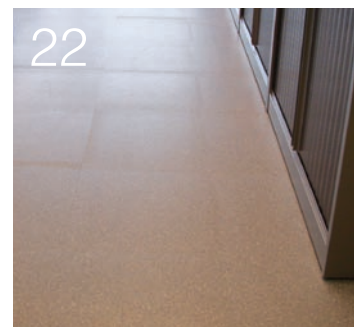
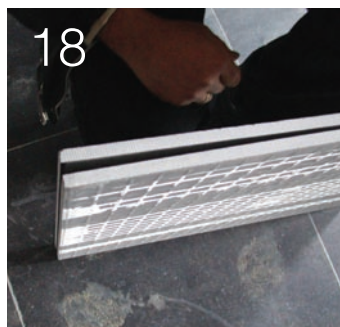
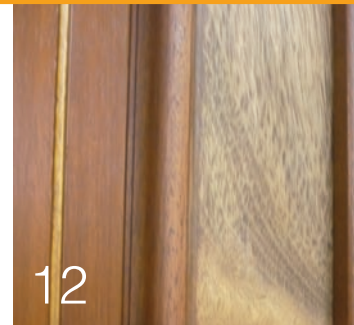


Une édition du Centre scientifique et technique de la construction

## Edition spéciale : tolérances dans la construction

Trimestriel – N° 25 – 7<sup>e</sup> année – 1<sup>er</sup> trimestre 2010

- I**nstruments et méthodologie de contrôle (p. 3)
- C**ombinaison de différentes tolérances (p. 5)
- E**tanchéité : quid des stagnations ? (p. 10)
- V**itrerie : toute la lumière sur la réception des vitrages (p. 14)
- P**einture, revêtements souples pour mur et sol : le support est primordial (p. 22)



## SOMMAIRE MARS 2010

### Edition spéciale : tolérances dans la construction

- 1 Les tolérances sous la loupe
- 2 Terminologie
- 3 Instruments et méthodologie de contrôle
- 5 Combinaison de différentes tolérances

### Tolérances par domaine

- 6 GROS ŒUVRE  
L'aspect fonctionnel avant tout
- 10 ETANCHÉITÉ  
Quid des stagnations ?
- 11 COUVERTURE  
Élégante, mais surtout étanche
- 12 MENUISERIE  
Fonctionnalité et aspect, deux éléments essentiels
- 14 VITRERIE  
Toute la lumière sur la réception des vitrages
- 15 PLAFONNAGE ET JOINTOYAGE  
Equilibre entre support et finition
- 18 REVÊTEMENTS DURS DE MUR ET DE SOL  
Tolérances combinées
- 22 PEINTURE, REVÊTEMENTS SOUPLES POUR MUR ET SOL  
Le support est primordial
- 24 PLOMBERIE SANITAIRE ET INDUSTRIELLE  
De rares tolérances

Le présent CSTC-Contact a été rédigé avec la contribution des ingénieurs et autres collaborateurs du département 'Avis techniques et consultance' :  
A. Acke, F. Caluwaerts,  
P. Demesmaecker, I. De Pot,  
S. Eeckhout, L. Firket,  
V. Jadinon, L. Lassoie,  
E. Mahieu, P. Montariol,  
J. Van den Bossche,  
W. Van de Sande,  
S. Vercauteren, S. Watthy et  
J. Wijnants.

Ont également prêté leur concours à l'élaboration de cette publication :  
L. Carton, P. Coosemans,  
K. De Cuyper, S. Peeters,  
M. Verhoeven, O. Vandooren et  
M. Wagner.

# Les tolérances sous la loupe

Les statistiques d'intervention des ingénieurs du département 'Avis techniques et consultance' du CSTC montrent que les questions concernant l'aspect et les tolérances dimensionnelles des ouvrages couvrent 1/6<sup>e</sup> du total des avis émis (cf. schéma). Partant de ce constat et du manque de clarté parfois observé dans ce domaine, nous avons décidé de consacrer ce premier numéro de l'année au thème des tolérances dimensionnelles et des critères d'aspect des ouvrages de construction.

## A QUOI SERVENT LES TOLÉRANCES ?

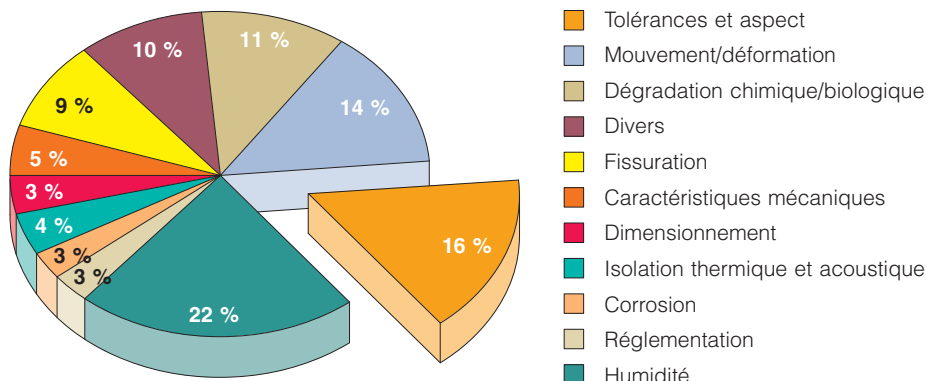
Les tolérances permettent de se prononcer de manière objective quant à la conformité d'un produit ou d'un ouvrage. La nécessité de les définir tient au fait que la perfection absolue est matériellement impossible. Des imprécisions peuvent en effet survenir à chaque stade de l'acte de construire (écarts de fabrication, d'implantation, de mise en œuvre et de pose) ou de mesure et donner lieu à des écarts par rapport aux dimensions souhaitées.

Afin qu'un produit ou un ouvrage de construction atteigne les performances désirées, ces écarts dimensionnels doivent être pris en considération lors de la conception du bâtiment. Les définitions de la précision souhaitée et des méthodes de mesure doivent être mises en relation avec les méthodes de construction, les exigences fonctionnelles et esthétiques, le coût de la construction, son utilisation prévue et les possibilités de repositionnement de certains de ses composants au cours de leur durée de vie.

## COMMENT DÉFINIR LES TOLÉRANCES ?

Pour certains produits ou ouvrages, les informations disponibles varient en fonction du document consulté (\*). Pour d'autres, il n'existe pas ou peu de critères et, dans ce cas, l'évaluation de l'ouvrage fini peut présenter un caractère subjectif.

Afin d'éviter des discussions souvent stériles après la réalisation de travaux, il est vivement recommandé de définir au préalable les performances souhaitées en la matière par le maître de l'ouvrage. Le cahier spécial des charges devrait donc notamment indiquer de manière claire les documents auxquels se référer pour évaluer objectivement un produit ou un travail fini. La seule mention des documents de référence ne suffit pas toujours, étant donné qu'ils peuvent



Pourcentages des avis donnés par le département 'Avis techniques et consultance' (pour la période 2000-2009).

comporter certaines contradictions et que, par ailleurs, plusieurs classes de tolérances figurent parfois dans un même document, auquel cas il convient de spécifier explicitement la classe de tolérances souhaitée. Dans ce contexte, les phrases du type 'le travail sera conforme aux règles de l'art' ou 'le travail sera exécuté selon les normes en vigueur' sont bien entendu à éviter, ces mentions ne donnant aucune information précise quant aux exigences (écarts admissibles).

Les procédures de vérification des écarts dimensionnels doivent être appliquées à chacun des stades de la construction et non uniquement à la fin des opérations. Il peut s'avérer nécessaire de spécifier dans quelles conditions et à quel moment ces contrôles doivent être effectués. Les dimensions des ouvrages et de leurs composants ainsi que leur aspect (comme la teinte, p. ex.) peuvent en effet varier en fonction des conditions de conservation (température, humidité relative) et de l'âge de l'ouvrage au moment du contrôle.

## STRUCTURE DE CE CSTC-CONTACT

Avec ce numéro de CSTC-Contact, notre objectif est de donner un aperçu des tolérances dimensionnelles et des critères d'aspect généralement admis pour les travaux de construction, et d'attirer l'attention sur certains points dans le but d'éviter de possibles différences d'interprétation (et de longues discussions) une fois les travaux réalisés.

Les articles présentés sont consacrés chacun à un domaine de la construction et contiennent

des informations sur les tolérances concernant ce domaine particulier. Chaque article fait l'objet d'une Infofiche (souvent plus complète) portant le même intitulé et disponible sur notre site Internet.

Au préalable, nous avons toutefois choisi de développer certains aspects plus généraux mais néanmoins indispensables :

- pour faciliter la compréhension des différents articles et pour éviter toute confusion quant aux termes utilisés, un premier article reprend une liste des **termes fréquemment employés** (p. 2)
- un deuxième article définit les différents **instruments et la méthodologie de mesure** nécessaires au contrôle du respect des critères d'aspect et de tolérances dimensionnelles de l'ouvrage (p. 3)
- un troisième article aborde, quant à lui, les différentes composantes d'une tolérance et précise la manière selon laquelle elles peuvent se cumuler (p. 5).

Notons enfin que ce numéro ne traite pas de l'ensemble des tolérances et critères d'aspect propres aux différents domaines abordés ci-après. Les domaines et critères mentionnés ont été sélectionnés en fonction de ceux auxquels les ingénieurs du département 'Avis techniques et consultance' ont le plus souvent recours lorsqu'ils se rendent sur un chantier. Nous tenons également à signaler que les tolérances évoquées ici sont axées davantage sur l'évaluation d'un ouvrage fini (tolérances d'implantation et de mise en œuvre d'une dalle en béton, p. ex.) que sur l'évaluation d'un produit fini (tolérances de fabrication d'un carreau mural, p. ex.). ■

(\* ) Pour rappel, les entreprises de construction peuvent consulter gratuitement un grand nombre de normes du NBN gratuitement sur le site [www.cstc.be](http://www.cstc.be).

Cet article définit un certain nombre de termes fréquemment employés dans le domaine des tolérances. Les définitions sont issues de la norme de référence ISO 1803.

**TERMINOLOGIE DE BASE**

**Dimension** : cote exprimée dans une unité donnée.

**Dimension de référence** : dimension utilisée lors de la conception et dans la pratique, par rapport à laquelle on spécifie les écarts, qui sont idéalement égaux à zéro.

**Dimension réelle** : dimension obtenue par mesurage (après correction éventuelle des déformations potentielles liées, par exemple, à la dilatation thermique des matériaux).

**Dimensions limites supérieure et inférieure admissibles** : dimensions réelles maximale et minimale admissibles.

**Ecart inférieur (supérieur) admissible** : différence entre la dimension limite inférieure (supérieure) admissible et la dimension de référence correspondante.

**Tolérance** : différence entre la dimension limite supérieure admissible et la dimension limite inférieure admissible. La tolérance est donc une valeur absolue (sans signe). Notons que dans le domaine de la construction, la tolérance est souvent exprimée par l'écart admissible (en ±), ce qui rend implicite la valeur de la tolérance.

La figure 1 illustre les différents termes de base précités.

**TYPES DE TOLÉRANCES**

**Tolérance d'implantation** : variations admises sur la valeur d'implantation des points et des lignes ou sur la distance de ceux-ci jusqu'aux systèmes principaux et secondaires (ces varia-

tions sont liées à l'utilisation d'appareils tels que niveaux et théodolites).

**Tolérance de pose** : variations admises sur la distance d'un composant par rapport à l'implantation des points et des lignes.

**Tolérance de fabrication** : variations admises sur la dimension d'un composant par suite de sa fabrication.

**Tolérance de mise en œuvre** : variations admises sur la distance entre un point, une ligne ou une surface d'un composant mis en œuvre et les points, lignes ou plans de référence correspondants.

**NIVEAU ET PLANÉITÉ**

Il convient de ne pas confondre niveau et planéité. Les définitions ci-dessous et la figure 2 permettent de les différencier.

**Niveau** : les différences de niveau se caractérisent par des écarts en plus ou en moins par rapport à des niveaux qui sont spécifiés dans les documents d'adjudication et qui définissent un plan. L'horizontalité ou la pente d'un plan sont définis en fonction des cotes de niveau.

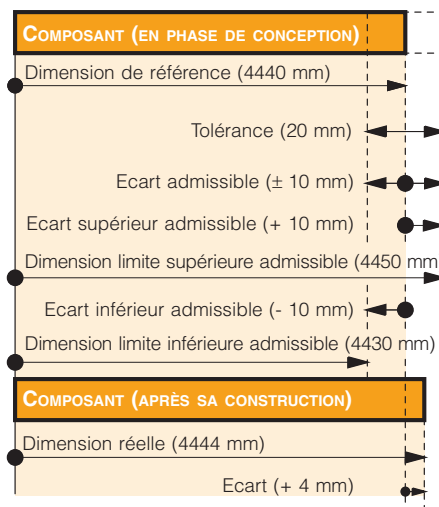
**Planéité** : les défauts de planéité d'un revêtement se caractérisent par des irrégularités soit convexes, soit concaves, et sont donc indépendants du niveau et de la pente.

**Niveau de départ ou niveau étalon** : le maître d'ouvrage ou l'entrepreneur principal désigne et marque le niveau de départ (niveau étalon). Celui-ci se situe à un endroit non susceptible d'être modifié et accessible à tout instant.

**Niveaux repères reportés** : le maître d'ouvrage ou l'entrepreneur principal reporte, à partir du niveau étalon, les niveaux repères, généralement tracés à 1 m au-dessus du niveau du sol fini. Les tolérances liées au report du niveau étalon sont mentionnées dans le tableau ci-contre.

# Terminologie

Fig. 1 Relation entre les termes de base.



Etant donné que la tolérance sur le niveau d'un point x donné augmente en fonction de la distance séparant ce point du niveau repère le plus proche, il est vivement recommandé de limiter cette distance en prévoyant suffisamment de niveaux repères. Signalons enfin que si certains niveaux doivent être respectés plus rigoureusement (raccord entre un revêtement de sol intérieur et un seuil de porte, p. ex.), il convient de les spécifier clairement avant le début des travaux. ■

**Report du niveau étalon.**

Distance A (en m) entre un niveau repère et le niveau étalon (mesurée horizontalement)	Écarts admissibles (en mm) entre un niveau repère et le niveau étalon
A ≤ 10	± 2
10 < A ≤ 50	± 3
A > 50	± 5

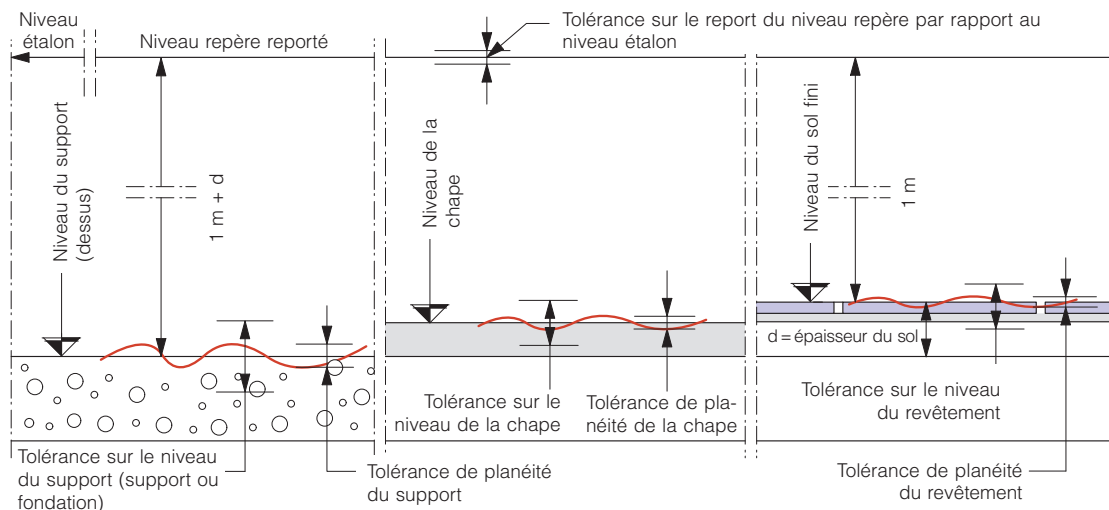


Fig. 2 Différence entre les tolérances sur le niveau et sur la planéité.

# Instruments et méthodologie de contrôle

Afin d'éviter toute discussion ou ambiguïté d'interprétation pouvant survenir lors du contrôle des tolérances dimensionnelles et de l'aspect des ouvrages de construction, il est essentiel de définir clairement la méthodologie et les instruments utilisés. Dans ce contexte, il y a lieu de se référer à la norme NBN ISO 7976-1 ainsi qu'à quelques principes élémentaires de réception d'aspect, malheureusement bien souvent ignorés des professionnels du secteur.

## PRINCIPAUX INSTRUMENTS DE MESURES

La norme NBN ISO 7976-1 est le document de référence pour le choix des instruments de mesure à utiliser lors du contrôle des ouvrages de construction et de leur mise en œuvre. Cette norme précise cependant que d'autres instruments de mesures peuvent être utilisés à condition qu'ils satisfassent aux exigences de précision de la méthode.

Le choix d'un instrument de mesure dépend généralement de l'opération de mesurage à effectuer, de l'écart admissible spécifié ainsi que des conditions dans lesquelles le contrôle doit s'opérer (en usine ou sur chantier, p. ex.). L'opérateur doit quant à lui être habilité à utiliser ces instruments et doit veiller à ce qu'ils soient bien réglés et étalonnés, ce qui implique qu'ils doivent être fréquemment vérifiés et éventuellement nettoyés après usage. Le tableau 1 présente les principaux instruments de mesure utilisés dans le secteur de la construction en fonction du domaine d'application.

## PRINCIPALES MÉTHODES DE MESURE DES TOLÉRANCES DIMENSIONNELLES

La norme NBN ISO 7976-1 décrit les métho-

Tableau 1 Les principaux instruments de mesures utilisés dans la construction.

Instrument de mesure	Domaine d'utilisation
Théodolithe	Mesurage, implantation et vérification des angles, des lignes et des plans horizontaux et verticaux.
Niveau automatique	Détermination de la hauteur d'un point par rapport à une donnée de référence.
Instruments au laser	Détermination des hauteurs, niveaux ou écarts de position ou de direction.
Pied à coulisse	Mesure des dimensions jusqu'à 1000 mm.
Ruban de mesure	Mesure directe des dimensions et des distances allant jusqu'à 100 m <sup>(1)</sup> .
Equerre	Essentiellement pour la vérification des angles droits.
Latte ou règle	Fournit une ligne à partir de laquelle il est possible de mesurer les écarts de rectitude et de planéité <sup>(2)</sup> .
Niveau à bulle d'air	Indication ou vérification des plans horizontaux ou verticaux.
Fil à plomb	Traçage d'une ligne de référence verticale sur une hauteur inférieure à 3 m.
Clinomètre ou inclinomètre	Contrôle de la verticalité <sup>(3)</sup> , de l'horizontalité ou d'une pente.
Jauges d'épaisseur	Mesure l'acceptabilité de l'ouverture d'un joint, d'une distance (désaffleurement, planéité), etc.
Colorimètre <sup>(4)</sup>	Détermination de la teinte d'une surface suivant différents 'systèmes' de couleurs (L*a*b, p. ex.) <sup>(5)</sup> .

<sup>(1)</sup> Il est cependant préférable de limiter cette mesure à 50 m.  
<sup>(2)</sup> Les longueurs couramment utilisées sont 20 et 50 cm, 1, 2 et 3 m.  
<sup>(3)</sup> La mesure de la verticalité est limitée à une hauteur d'étage normal.  
<sup>(4)</sup> Bien que cet appareil n'appartienne pas aux instruments de mesure décrits dans la norme NBN ISO 7976-1, il figure dans la liste des instruments de mesure des couleurs de la norme internationale ISO 7724-2.  
<sup>(5)</sup> Par comparaison directe, il est possible de quantifier une différence de couleur ( $\Delta E$ ).

des de mesure pouvant être appliquées tant en usine que sur le chantier et celles uniquement destinées à être appliquées *in situ*. Le

tableau 2 fournit la synthèse de ces différentes mesures.

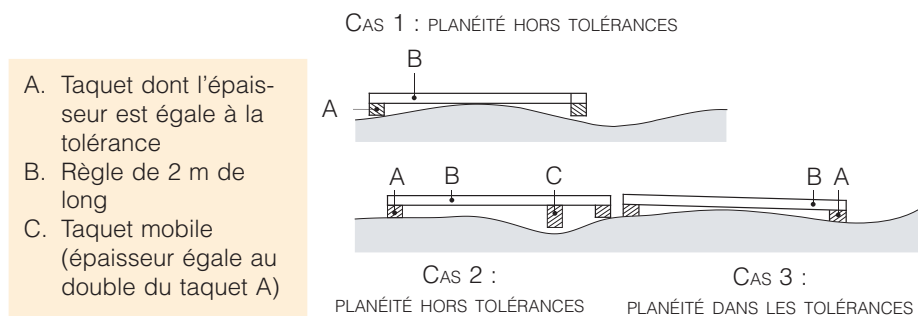
Si les mesures effectuées en usine sont généralement du ressort des fabricants, les professionnels du secteur tels que les entrepreneurs, les architectes et les experts sont régulièrement amenés à vérifier la bonne mise en œuvre de ces produits *in situ*.

Les discussions ou les ambiguïtés d'interprétation lors du contrôle des tolérances dimensionnelles peuvent être évitées à condition que les opérateurs appliquent les méthodes de mesure décrites dans la norme et/ou dans l'ouvrage de référence s'y rapportant. Afin d'aider les opérateurs, les principales méthodes de mesure utilisées sur chantier sont expliquées ci-après.

Tableau 2 Ensemble des mesures pouvant être effectuées en usine et/ou sur chantier.

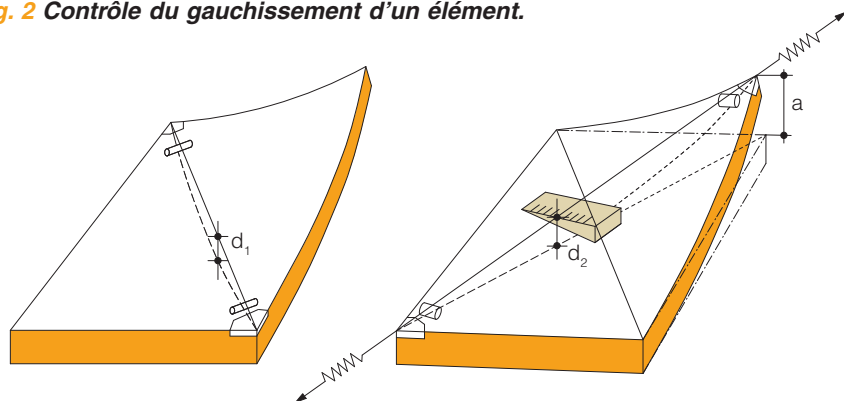
Mesures effectuées en usine et sur chantier	Mesures effectuées uniquement sur chantier
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensions des composants :               <ul style="list-style-type: none"> <li>– longueur et largeur</li> <li>– épaisseur ou profondeur</li> </ul> </li> <li>• Equerrage des composants :               <ul style="list-style-type: none"> <li>– écart angulaire</li> <li>– parallélisme</li> </ul> </li> <li>• Rectitude et contre-flèche des composants</li> <li>• Planéité et gauchissement des composants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Position dans le plan horizontal</li> <li>• Ecart de niveau</li> <li>• Verticalité</li> <li>• Excentricité</li> <li>• Position par rapport à d'autres composants</li> <li>• Autres écarts importants :               <ul style="list-style-type: none"> <li>– profondeur d'appui</li> <li>– largeur de joint</li> <li>– désaffleurement</li> </ul> </li> </ul>

**Fig. 1** Contrôle de la planéité d'une surface.



- A. Taquet dont l'épaisseur est égale à la tolérance
- B. Règle de 2 m de long
- C. Taquet mobile (épaisseur égale au double du taquet A)

**Fig. 2** Contrôle du gauchissement d'un élément.



**HORIZONTALITÉ OU PENTE D'UNE SURFACE**

Le niveau fini d'une surface et/ou la pente qui doit être donnée à celle-ci sont contrôlés au moyen d'un niveau de topographe. La pente d'une surface peut également être contrôlée en plaçant un niveau à bulle d'air sur une règle droite et rigide d'une longueur connue (2 m en général).

**PLANÉITÉ D'UNE SURFACE**

Pour contrôler la planéité d'une surface, on utilise le plus souvent une règle droite et rigide d'une longueur bien définie (2 m en général), munie à chaque extrémité d'un taquet d'une épaisseur égale à la tolérance (cf. figure 1). Cette règle est en outre complétée par un taquet mobile dont l'épaisseur correspond au double de la tolérance.

La règle munie de ses deux taquets est posée sur la surface à contrôler :

- **cas 1** : un taquet et un point de la règle touchent la surface, alors que le deuxième taquet ne la touche pas : la planéité ne se situe pas dans les tolérances
- **cas 2** : les deux taquets touchent la surface, tandis que la règle ne la touche pas et le taquet mobile passe sous la règle : la planéité n'est pas dans les tolérances
- **cas 3** : les deux taquets touchent la surface, alors que la règle ne la touche pas et le taquet mobile ne passe pas sous la règle : la planéité est dans les tolérances.

**GAUCHISSEMENT**

Le gauchissement est une forme particulière de la planéité où l'un des angles d'un composant ne se situe pas dans le même plan que les trois autres.

La mesure peut se faire à l'aide d'une règle droite et rigide ou d'un fil tendu placé entre deux sommets diagonalement opposés de l'élément à mesurer. Les distances  $d_1$  et  $d_2$  sont mesurées au centre des diagonales à l'aide d'un taquet mobile ou, mieux, d'un pied à coulisse (cf. figure 2). Le degré de gauchissement de la surface 'a' est donné par la relation :  $a = 2 \times (d_1 - d_2)$ .

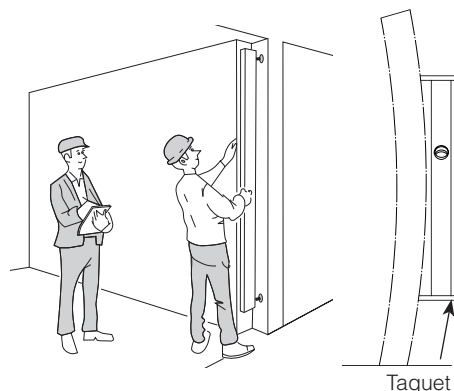
**RECTITUDE DES ARÊTES ET DES ALIGNEMENTS**

La rectitude des arêtes et des alignements (joints, par exemple) peut se mesurer de la même façon que la planéité, en posant la règle équipée de taquets sur l'arête ou la ligne à contrôler.

**APLOMB OU VERTICALITÉ**

Les mesures d'aplomb ou de verticalité sont effectuées à l'aide d'un clinomètre (cf. figure 3) ou d'un fil à plomb. Le clinomètre représenté ici est une règle droite d'une longueur inférieure ou égale à 2 m, munie d'un niveau à bulle d'air réglable et pourvue de deux taquets.

**Fig. 3** Vérification de l'aplomb à l'aide d'un clinomètre.



La mesure peut se faire directement par lecture sur la bulle ou indirectement en plaçant la latte à la verticale et en utilisant notamment des jauges d'épaisseur sous l'un des taquets.

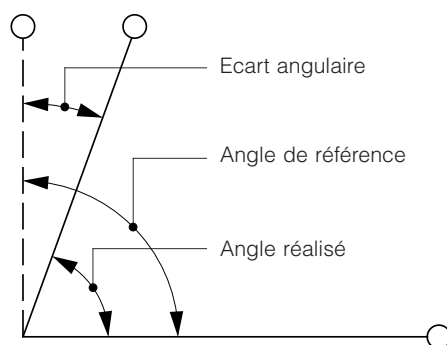
L'appareil sera régulièrement vérifié en inversant la position de la latte de 180°.

**ECART ANGULAIRE**

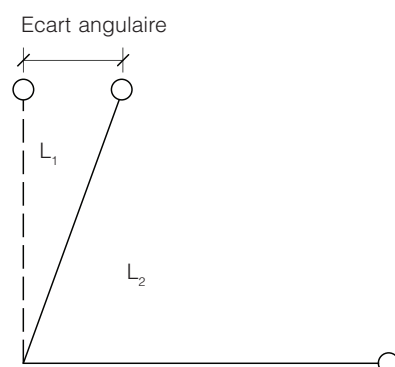
L'écart angulaire se définit comme la différence entre un angle réel et l'angle de référence correspondant. La figure 4 montre les écarts angulaires exprimés en grades ou en degrés (A) ou par des décalages (B).

**Fig. 4** Ecart angulaire.

**A. EXPRIMÉ EN GRADES OU EN DEGRÉS**



**B. EXPRIMÉ PAR UN DÉCALAGE**



Si l'on choisit d'exprimer la mesure par des décalages, l'écart angulaire doit être déterminé à partir du plus petit côté de l'angle et mesuré perpendiculairement au côté correspondant de l'angle de référence. Les écarts angulaires sont déterminés à l'aide d'une équerre. Lors du contrôle, il convient de tenir compte des aspects suivants :

- si nécessaire, les points à mesurer doivent être définis à l'aide d'accessoires de repérage
- la longueur des côtés de l'équerre ne peut être supérieure à 1200 mm.

La précision de l'équerre peut être vérifiée en la retournant de 180°.

**Fig. 5** Mesure du désaffleurement entre deux carreaux adjacents.



#### DÉSaffleurement ENTRE DEUX ÉLÉMENTS ADJACENTS

Le désaffleurement entre deux éléments adjacents est mesuré au moyen d'une règle droite de longueur adaptée que l'on place sur l'élément le plus élevé avec lequel on la maintient en contact (cf. figure 5). Tout écart entre la règle et l'élément adjacent est mesuré au voisinage immédiat de l'arête à l'aide de jauges d'épaisseur ou, mieux, d'un pied à coulisse.

#### PRINCIPES D'APPRÉCIATION DE L'ASPECT

En premier lieu, il nous semble utile de rappeler une règle essentielle : le contrôle de l'aspect des travaux de parachèvement doit être effectué sous un éclairage naturel, à l'œil nu et à une distance bien définie suivant l'ouvrage à contrôler. Il ne peut jamais avoir lieu sous un éclairage rasant ou à contre-jour.

Pour les surfaces verticales, la distance requise pour une évaluation correcte est en moyenne comprise entre 1,5 et 3 m. La réception des revêtements de sol s'effectue à hauteur d'homme (à une distance minimum de 1,5 m). L'observation se fait toujours perpendiculairement à la surface à contrôler.

Avant de procéder à l'appréciation de l'aspect d'un ouvrage, il est important de veiller à ce que celui-ci soit suffisamment sec afin d'éviter de percevoir des différences de teinte qui peuvent éventuellement survenir durant la période d'assèchement.

Dans la mesure où le choix d'un parachèvement s'effectue bien souvent en se basant sur son aspect, il peut être nécessaire, afin d'éviter toute contestation après la pose, que les parties se mettent d'accord sur un échantillon contractuel préalablement à la conclusion de la commande. Ainsi, pour de la pierre naturelle ou des carreaux céramiques présentant des nuances de teinte, par exemple, cet échantillon contractuel devrait idéalement être composé de trois éléments représentant l'état de surface désiré. Ces trois éléments seront numérotés de 1 à 3 :

- l'élément n° 1 donnant l'aspect moyen
- les éléments n° 2 et n° 3 donnant quant à eux les variations extrêmes acceptables de l'aspect (couleur, nuance, veinage, géodes, ...).

Pour ce qui est de l'appréciation objective des variations de teinte, nous renvoyons à l'Infofiche n° 25 qui en présente les principales méthodes d'évaluation selon le type de matériau ou d'ouvrage à contrôler. ■

## COMBINAISON DE DIFFÉRENTES TOLÉRANCES

**D**urant le contrôle du travail exécuté, il arrive fréquemment qu'il faille tenir compte de plusieurs tolérances. Ainsi, lors du contrôle de la pose d'un élément de plancher sur une paroi verticale, on prendra en compte à la fois les tolérances de fabrication et de mise en œuvre du hourdis et celles de la paroi. De plus, ces tolérances comportent divers aspects : pour les tolérances de fabrication, on vérifiera, par exemple, l'équerrage de la face d'about, les dimensions de l'élément, ... tandis que pour les tolérances de mise en œuvre, on contrôlera les écarts d'implantation, de pose et de mise en œuvre de l'élément.

Pour la combinaison de différentes tolérances, il importe avant tout de veiller à ce qu'elles soient indépendantes l'une de l'autre. Etant donné que l'équerrage de la face d'about d'un hourdis exerce également une influence sur les dimensions mêmes du hourdis (longueur), il convient de ne tenir compte que des tolérances de fabrication les plus déterminantes.

# Combinaison de différentes tolérances

Si l'on effectue simplement la somme algébrique de toutes les tolérances envisagées indépendamment les unes des autres, on ne considère, à tort, que la situation la plus défavorable.

Dans le cas de notre exemple, cela signifie que l'on poserait un hourdis présentant les écarts de fabrication admissibles les plus importants sur une paroi en béton dont les tolérances seraient tout aussi extrêmes et que l'on utiliserait en outre les écarts de mise en œuvre maxima admissibles.

La probabilité qu'une telle situation se présente dans la pratique est heureusement infime. Si l'on souhaite cumuler les tolérances de façon réaliste, il convient dès lors d'opter pour une approche statistique.

La norme NBN ISO 3443-2 propose des directives en ce qui concerne la combinaison statistique des écarts basés sur une distribution de

Gauss. Il est également possible d'appliquer cette méthode pour la combinaison des tolérances (pour autant que ces dernières soient basées sur une même variabilité).

Selon ce principe, une tolérance combinée équivaut à la racine de la somme des carrés des différentes tolérances, soit :

$$s_t = \sqrt{\sum s_i^2} = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_n^2}$$

où :

- $s_t$  = la tolérance combinée
- $s_i$  = les tolérances individuelles.

La majorité des écarts de fabrication et de mise en œuvre satisfont généralement à cette loi de probabilité.

Dans le cas contraire, il convient de s'assurer que l'écart calculé soit toujours inférieur à la somme algébrique des tolérances (situation la plus défavorable). ■

La fonctionnalité des éléments de gros œuvre est un facteur primordial lorsqu'il s'agit d'en déterminer les tolérances. Des écarts trop importants par rapport à leurs dimensions et à leur position peuvent en effet s'avérer néfastes pour la stabilité et l'aptitude à l'emploi de l'ouvrage.



Les éléments de gros œuvre étant généralement dissimulés par les parachevements, l'aspect de ceux-ci est bien souvent secondaire. Il faut néanmoins tenir compte, au moment de fixer les écarts admissibles sur le gros œuvre, de la finition prévue et éventuellement poser des exigences plus sévères que celles nécessaires d'un point de vue fonctionnel.

Si l'on souhaite que certains éléments de gros œuvre restent visibles dans le but de créer un effet spécifique, des exigences plus sévères (mais encore accessibles) quant à leur aspect doivent être spécifiées dans les documents contractuels. A défaut de telles exigences, on suppose qu'il s'agit d'une mise en œuvre standard pour laquelle les caractéristiques visuelles typiques des éléments de gros œuvre ont été acceptées.

Enfin, tant l'aspect fonctionnel que visuel requiert une attention particulière dans le cas d'une maçonnerie de parement. Par ailleurs, la mise en œuvre de la maçonnerie doit être suffisamment soignée de sorte que les menuiseries puissent être convenablement posées.

## 1 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Il existe divers documents de référence dans lesquels des tolérances sont données pour la fabrication, l'implantation, la pose et la mise en œuvre des éléments de gros œuvre ainsi que pour l'exécution des baies et des évidements.

Les *tolérances d'implantation* sont liées aux écarts dimensionnels dus à la technique d'im-

**Fig. 1** L'aspect fonctionnel est primordial.



# L'aspect fonctionnel avant tout

plantation employée (à l'aide d'un théodolite, d'un laser, p. ex.). Il est question du mesurage de ces tolérances dans la série de normes NBN ISO 7976. La norme NBN ISO 4463 indique les tolérances d'implantation qui sont d'application pour les systèmes principaux et secondaires ainsi que pour les points de position d'un bâtiment. Voici quelques tolérances d'implantation importantes issues de cette norme :

- la tolérance sur la position des points secondaires est de  $\pm 4$  mm pour une distance allant jusqu'à 7 m et de  $\pm 1,5 \sqrt{L}$  pour les distances plus importantes ( $L$  = la distance en m)
- la tolérance sur la position d'un point de position est de  $\pm 2 K_1$  mm pour une distance  $< 4$  m et de  $\pm K_1 \sqrt{L}$  mm pour les distances plus importantes ( $K_1$  = une constante équivalant à 1,5 pour les constructions en béton et en acier).

En ce qui concerne les tolérances sur les éléments structurels, il convient de distinguer les fondations, les maçonneries, les structures en béton, en bois et en métal. Pour ces derniers éléments, nous renvoyons aux normes NBN EN 1090-1 (exigences), 1090-2 (acier) et 1090-3 (aluminium).

### 1.1 FONDATIONS ET CONSTRUCTIONS EN BÉTON

La norme NBN EN 13670, qui sera bientôt publiée, est consacrée tant à la réalisation de constructions en béton coulé sur place qu'à la mise en œuvre d'éléments préfabriqués en béton, pour laquelle il n'existe encore aucune norme spécifique.

En ce qui concerne les écarts sur des éléments préfabriqués en béton, nous renvoyons aux documents de référence suivants :

- NBN EN 13369 : règles communes pour les produits préfabriqués en béton
- NBN B 21-600 : règles communes pour les produits préfabriqués en béton (complément national à la NBN EN 13369)
- NBN EN 13225 : produits préfabriqués en béton : éléments de structure linéaires (PTV 200)
- NBN EN 1168 : produits préfabriqués en béton : produits alvéolés (PTV 201)
- NBN EN 13747 : produits préfabriqués en béton : prédalles pour systèmes de planchers (PTV 202)
- NBN EN 14992 : produits préfabriqués en béton : éléments de mur (PTV 212)

- PTV 21-601 : éléments architectoniques et industriels préfabriqués en béton décoratif.

### 1.2 MAÇONNERIES

Le tableau 1 mentionne les normes belges et européennes fixant les exigences relatives à la mise en œuvre et aux produits pour les maçonneries, ainsi que deux séries de PTV pouvant servir de guide lors du contrôle des dégradations et des défauts dans les éléments de maçonnerie.

**Tableau 1** Documents de référence applicable aux maçonneries.

Normes concernant la conception
<ul style="list-style-type: none"> <li>• NBN EN 1996-2:2005 (+ AC:2009) + ANB : calcul des ouvrages en maçonnerie. Partie 2 : conception, choix des matériaux et mise en œuvre des maçonneries (Eurocode 6)</li> <li>• NBN B 24-401:1981 : exécution des maçonneries</li> </ul>
Normes produit
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Série NBN EN 771 + addenda</li> <li>• Série des PTV 21-00x</li> <li>• Série des PTV 23-00x</li> </ul>

### 1.3 Bois

Il existe peu de documents de référence belges spécifiant des tolérances pour la mise en œuvre d'éléments de gros œuvre en bois (charpentes, ossature et structure portante de plancher).

En ce qui concerne les tolérances sur les *charpentes en bois*, on se référera aux documents suivants :

- NBN EN 1995-1-1 : conception et calcul des structures en bois (partie 1-1 : généralités, règles communes et règles pour les bâtiments)
- STS 31 : charpenterie.

Dans le cas de *planchers portants en bois*, on se référera à la NIT 233 relative aux planchers portants des bâtiments résidentiels et tertiaires.

En l'absence de documents de référence belges relatifs aux tolérances pour les *bâtiments à ossature en bois*, on peut se référer à la norme française NF P 21-204 (travaux de bâtiment, construction de maisons et bâtiments à ossature en bois).



Les *déformations admissibles* pour les bâtiments, de manière générale, et pour les structures en bois, en particulier, sont explicitées dans la norme NBN B 03-003 (déformation des structures, valeurs limites de déformation).

Enfin, il existe encore un certain nombre de *normes belges de produits* définissant des exigences applicables aux éléments en bois ou à base de bois :

- NBN EN 336 : bois de structure (dimensions, écarts admissibles)
- NBN EN 390 : bois lamellé-collé (dimensions, écarts admissibles)
- NBN EN 14250 : structure en bois (exigences de produits relatives aux fermes préfabriquées utilisant des connecteurs à plaque métallique emboutie).

## 2 TOLÉRANCES

### 2.1 FONDATIONS ET CONSTRUCTIONS EN BÉTON

La future norme européenne NBN EN 13670 établit une distinction entre les deux types de

tolérances suivantes :

- les *tolérances normatives* : tolérances structurelles devant garantir la résistance mécanique et la stabilité des structures
- les *tolérances informatives* : tolérances ayant généralement une faible influence structurale. Soulignons que les documents contractuels doivent toujours mentionner si celles-ci sont d'application ou non.

Cette prénorme prévoit deux classes de tolérance :

- la *classe de tolérance 1* (tolérances normales) : cette classe est d'application à défaut d'autres spécifications dans le cahier spécial des charges et permet de tenir compte des hypothèses de l'Eurocode 2 en ce qui concerne le dimensionnement (cf. tableau 2 et Les Dossiers du CSTC n° 2004/4.4)
- la *classe de tolérance 2* (tolérances plus sévères) : cette classe doit toujours être spécifiée dans le cahier spécial des charges. Ces tolérances plus sévères et le contrôle de qualité permettent de considérer, dans les calculs selon l'Eurocode 2 (cf. annexe A de l'Eurocode) des coefficients de sécurité partiels réduits.

#### 2.1.1 Niveau et planéité

La satisfaction liée à la fonctionnalité d'un sol industriel à base de ciment dépend beaucoup des écarts sur la planéité et le niveau du sol fini. Signalons que des mentions telles que 'poli miroir' ou 'parfaitement plan' dans les documents contractuels ne sont pas univoques et ne fournissent pas d'indication sur les classes de planéité et sur les écarts de niveau à considérer pour la réalisation de l'ouvrage.

Les tolérances applicables au *niveau* du sol fini dépendent entre autres de la distance qui sépare le point mesuré et le repère de niveau le plus proche (ces derniers doivent dès lors être prévus en suffisance) (cf. tableau 3, p. 8).

La *planéité* d'un sol industriel est liée à un certain nombre d'opérations successives (coulage, talochage) et est influencée par une série de facteurs tels que :

- la mise à niveau du béton
- la compacité éventuelle du béton avant talochage
- l'avancement de la prise du béton au moment du talochage

**Tableau 2 Tolérances normales applicables aux fondations et aux constructions en béton (\*).**

Ecart sur ...	Ecart admissible selon la norme NBN EN 13670
la distance horizontale jusqu'à la ligne de référence	Fondations : ± 25 mm Colonne ou mur : ± 25 mm
la distance verticale H jusqu'au niveau repère	Fondations : ± 20 mm Dalle de sol entre l'étage le plus élevé et le niveau repère : • H ≤ 20 m : ± 20 mm • 20 m < H : ± 0,5 (H + 20) mm, max. ± 50 mm
la distance entre niveaux superposés	Planchers successifs : ± 20 mm
l'écart de niveau de poutres adjacentes	± (10 + ℓ/500) mm
la distance horizontale ℓ entre deux éléments adjacents	Poutres : max. (± 20 mm ou ± L/600), max. ± 40 mm Colonnes/murs : max. (± 20 mm ou L/600), max. ± 60 mm
les dimensions de la section de béton (ℓ = longueur) : • ℓ ≤ 150 mm • ℓ = 400 mm • ℓ ≥ 2500 mm	Interpoler de façon linéaire des valeurs intermédiaires ± 10 mm ± 15 mm ± 30 mm
la planéité : • la planéité globale sous la règle de 2 m • la planéité locale/l'irrégularité sous la règle de 0,2 m	• Eléments coffrés ou lissés : 9 mm / 2 m et 4 mm / 20 cm • Eléments non coffrés : 15 mm / 2 m et 6 mm / 20 cm
la courbure des éléments (h = hauteur, ℓ = longueur)	Colonnes et parois : max. (± h/300 ou ± 15 mm), max. ± 30 mm Poutres et dalles : max. (± ℓ/600 ou ± 20 mm)
la rectitude des arêtes (ℓ = longueur de l'arête) : • ℓ ≤ 1 m • ℓ > 1 m	± 8 mm ± 8 mm/m, ≤ ± 20 mm
l'orthogonalité (a = longueur de la section)	Max. (± 0,04 a ou ± 10 mm), max. ± 20 mm
l'obliquité (a = hauteur, b = largeur de la section)	Max. (± a/25, ± b/25), max. ± 30 mm
la verticalité (h = hauteur de la paroi ou de la colonne, Σh <sub>i</sub> = hauteur totale des étages considérés, n = nombre d'étages)	Un étage ≤ 10 m : max. (h/400 ou 15 mm) Plusieurs étages : min. (50 mm ou Σh <sub>i</sub> / (200 n <sup>1/2</sup> ))
l'alignement vertical (t = largeur moyenne)	Max. (t/30 ou 15 mm), max. ± 30 mm
la pente des poutres ou des dalles (L = longueur de celles-ci)	± (10 + L/500) mm
les baies et les évidements	± 25 mm sur la position et des dimensions de l'évidement ± 10 mm sur le diamètre des passages de conduits

(\* ) Les tolérances informatives sont indiquées en vert clair, les tolérances normatives le sont en vert plus foncé.

**Tableau 3 Tolérances sur le niveau d'un sol industriel fini.**

Distance d [m] entre un point du sol et le repère de niveau la plus proche	Ecart [mm]
$d \leq 1$	$\pm 6$
$1 < d \leq 3$	$\pm 8$
$3 < d \leq 6$	$\pm 12$
$6 < d \leq 15$	$\pm 16$
$15 < d \leq 30$	$\pm 20$
$d > 30$	$\pm 25$

**Tableau 4 Tolérances sur la planéité d'un sol industriel à base de ciment.**

Classe de planéité	Tolérance [mm] sous la règle de 2 m
I (très sévère)	3
II	5
III	7
IV	9

- le doigté de l'opérateur
- l'uniformité de la répartition du mélange pour couche d'usure incorporé en surface
- l'équipement de l'opérateur.

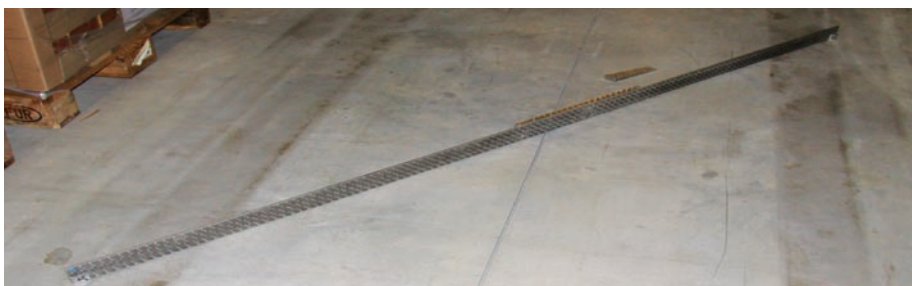
Le tableau 4 fournit un aperçu des différentes *classes de planéité* des sols industriels finis ainsi que des tolérances qui y correspondent (cf. NIT 204). Le choix de classe de planéité doit se faire en tenant compte de l'usage prévu. Ainsi, la classe de planéité IV (tolérance de 9 mm sous la règle de 2 m) est généralement prescrite pour les sols industriels destinés à une utilisation courante. Cette classe est également adoptée à défaut de prescriptions dans le cahier spécial des charges.

Les classes de planéité I, II et III doivent être clairement spécifiées dans le cahier des charges et ne sont prévues que dans des cas bien particuliers tels que celui de sols sur lesquels roulent des élévateurs de grande hauteur. Étant donné le coût plus élevé de ce type de sol, on peut éventuellement envisager de n'indiquer que les zones pour lesquelles des exigences plus sévères sont requises.

Des écarts plus importants dus à une variation durant le talochage (intensité et nature) ou à la difficulté d'accéder aux zones concernées (différence dans l'intensité et/ou dans les finitions, surtout en cas de talochage manuel) peuvent apparaître aux abords des obstacles (murs, colonnes, etc.). Pour cette raison, les points de mesure pour le contrôle de la planéité sont habituellement choisis à une distance d'au moins 20 cm des obstacles. En deçà de ces 20 cm, la classe de planéité adoptée est celle immédiatement supérieure à celle prévue pour les parties courantes. S'il s'agit d'un sol appartenant à classe de planéité IV, la tolérance dans la zone précitée sera de 12 mm/2 m.

**Tableau 5 Tolérances sur l'aspect du béton décoratif préfabriqué.**

Élément en béton décoratif	Surface	Gradations des occlusions d'air sur l'échelle CIB	Nombre de gradations sur le nuancier de gris du CIB
Architectonique	Lisse	1	2
	Non lisse	2	
Industriel	Lisse	2	3
	Non lisse	3	

**Fig. 2 Contrôle de la planéité d'un sol.**

### 2.1.2 Béton apparent

Comme nous l'avons déjà indiqué dans l'introduction, l'aspect des éléments de gros œuvre est généralement de moindre importance, étant donné que ceux-ci sont le plus souvent dissimulés par les finitions.

Certaines tolérances peuvent néanmoins être appliquées à l'aspect du *béton coulé sur place* et laissé apparent. En attendant que la nouvelle norme en la matière soit publiée, on peut se référer au rapport CIB n°24 'Tolérances sur les défauts d'apparence du béton' (cf. Les Dossiers du CSTC, n° 2007/4.4), lequel pose des exigences relatives aux tonalités et aux occlusions d'air dans la surface apparente, ainsi qu'à la présence de nids de gravier et d'imperfections locales.

En ce qui concerne l'*aspect des éléments architectoniques et industriels préfabriqués en béton décoratif*, les PTV 21-601 définissent des tolérances en ce qui concerne les occlusions d'air, les nuances de teinte, les taches de rouille et les fissures. Les occlusions d'air sont évaluées suivant l'échelle CIB; quant aux variations de teinte sur les surfaces de béton, elles s'expriment par un certain nombre d'écarts de gradations entre deux valeurs du nuancier de gris du CIB.

En cas de litige après un contrôle visuel, la teinte des surfaces peut être mesurée au moyen d'un colorimètre. Le résultat obtenu permettra de calculer ensuite la variation de teinte  $\Delta E$  qui correspond à  $\Delta E/5,0$  gradations sur le nuancier de gris du CIB.

De plus, lors d'un contrôle d'éléments en béton décoratif effectué à une distance de 3 m, aucune tache de rouille engendrée par des granulats

ferreux ne peut être visible. La surface sèche ne peut par ailleurs comporter de craquelures ou de fissures d'une ouverture supérieure à :

- 0,05 mm pour les surfaces de béton lisses d'éléments architectoniques
- 0,1 mm pour les surfaces de béton comportant un relief d'éléments architectoniques et celles, lisses ou non, d'éléments industriels.

## 2.2 MAÇONNERIES

Si les documents contractuels ne comportent aucune exigence spécifique en ce qui concerne les maçonneries, les écarts admissibles indiqués dans le tableau 6 (p. 9) sont en vigueur. Ces exigences sont issues de l'Eurocode 6 et visent principalement à assurer la stabilité de la maçonnerie portante. Il est éventuellement possible de poser des exigences plus sévères en fonction de la finition prévue.

Après la mise en œuvre du parement de façade, la largeur et l'alignement des joints (verticaux) peuvent faire l'objet de discussions sur chantier. C'est notamment le cas de certains types de briques dites moulées à la main (cf. figures 3 et 4, p. 9). Le tableau 7 (p. 9) indique des tolérances concernant les joints dans les parements de façade (cf. NIT 208). Il ressort de ce tableau que ce sont principalement les tolérances dimensionnelles et la qualité de la mise en œuvre qui déterminent les écarts admissibles sur la largeur et l'alignement des joints.

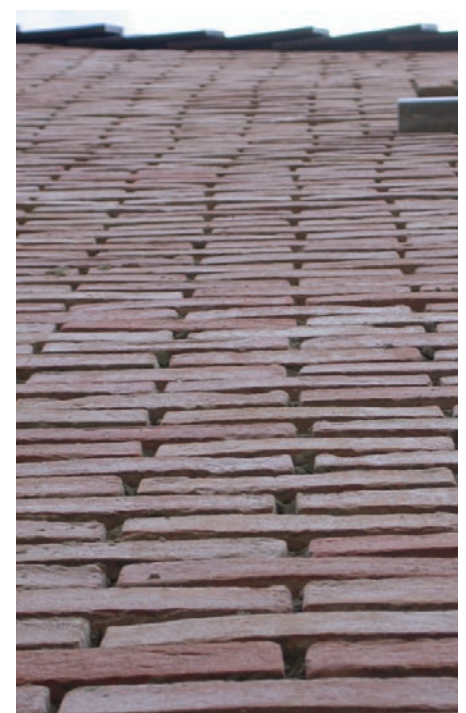
Les écarts admissibles sur les briques de maçonnerie figurent dans la norme de produit NBN EN 771-1 (+ A1). Ces exigences figurent dans le tableau 8 (p. 9) pour des briques à haute densité (HD : masse volumique sèche  $> 1000 \text{ kg/m}^3$ ). On constate que la dispersion

**Tableau 6 Tolérances de mise en œuvre des maçonneries.**

NBN EN 1996-2			Exigence supplémentaire	
Ecart sur ...	Eurocode 6	ANB:2009 (projet)		
Aspect fonctionnel	la verticalité : • par étage • 3 étages • n étages	± 20 mm ± 50 mm ± 50 mm	± 6 mm ± 18 mm ± 50 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>NIT 188/199 : ± 1/8 <math>\sqrt[3]{d} \leq 4 \text{ cm}^{(2)}</math></li> <li>NIT 209 : ± 1/8<sup>3</sup>√d</li> </ul>
	l'alignement vertical	± 20 mm	± 20 mm	–
	la planéité	± 10 mm / 1 m ± 50 mm / 10 m	± 6 mm / 2,5 m <sup>(1)</sup>	–
Aspect esthétique	les dimensions linéaires	–	±1/4 $\sqrt[3]{d}^{(2)} \leq 4 \text{ cm}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>NIT 188 : 1 cm ≤ ±1/4 <math>\sqrt[3]{d} \leq 4 \text{ cm}</math></li> <li>Ouvertures pour menuiserie : + 1/4 <math>\sqrt[3]{d}</math> et - 1/8 <math>\sqrt[3]{d}</math></li> </ul>
	la rectitude (horizontalité et verticalité <sup>(3)</sup> )	–	±1/8 $\sqrt[3]{d}^{(4)}$	NIT 209 : • 5 mm / 2 m (classe 1) • 8 mm / 2 m (classe 2)

<sup>(1)</sup> Le projet de norme prNBN EN 1996-2 ANB fixe des tolérances de planéité de ± 10 mm / 2,5 m (normal) ou de ± 8 mm / 2 m et de ± 5 mm / 2,5 m (soigné) ou de ± 4 mm / 2 m.  
<sup>(2)</sup> La valeur de 'd' est égale à la dimension linéaire (en cm).  
<sup>(3)</sup> Exemples : joints verticaux, corniches, huisseries, etc.  
<sup>(4)</sup> La valeur de 'd' est égale à la longueur de la ligne (en cm).

**Fig. 3 Briques moulées à la main.**



des mesures (\*) exerce une influence considérable sur la largeur et l'alignement des joints.

Imaginons, par exemple, un mur en maçonnerie constitué de briques moulées à la main, dont les dimensions déclarées sont de 220/110/69 mm, appartenant à la catégorie de dispersion des mesures R1 (cf. tableau 8). Si l'on souhaite calculer la tolérance complète pour la maçonnerie, il convient de combiner la tolérance dimensionnelle de chaque brique (cf. tableau 9, p. 10) aux tolérances de mise en œuvre

du tableau 6. Dans ce cas-ci, les variations de la largeur des joints peuvent atteindre 10 à 15 mm, tandis que les écarts sur l'alignement vertical des joints verticaux peuvent atteindre 20 à 25 mm environ par hauteur d'étage.

Les briques présentant des tolérances dimensionnelles larges sont donc moins appropriées

aux maçonneries pour lesquelles des critères d'aspect sévères sont en vigueur (l'alignement des joints verticaux serait compromis, par exemple). Il est en outre inutile de respecter des tolérances précises pour une maçonnerie apparente où l'aspect 'rustique' est recherché.

Les fabricants de briques prévues pour une

**Fig. 4 Briques moulées à la main.**



(\*) La dispersion des mesures (catégories R) est la différence entre la plus grande et la plus petite dimension de briques sélectionnées au cours d'un prélèvement normalisé. Les tolérances sur la dimension moyenne par rapport à la dimension de fabrication déclarée sont indiquées à l'aide des catégories T.

**Tableau 7 Tolérances sur les joints des parements de façade.**

Ecart sur ...	Ecarts maximum
la largeur des joints	± 2 mm (+ tolérance dimensionnelle sur l'élément de maçonnerie)
l'alignement des joints verticaux	± 1/4 $\sqrt[3]{d}$ (+ tolérance dimensionnelle sur l'élément de maçonnerie) (*)
l'horizontalité des joints d'assise	± 1/8 $\sqrt[3]{d} \leq 4 \text{ cm}^{(*)}$
la rectitude des joints d'assise	± 2 mm / 2 m (+ tolérance dimensionnelle sur l'élément de maçonnerie)
la différence de hauteur entre deux éléments de maçonnerie adjacents	2 mm (+ tolérance dimensionnelle sur l'élément de maçonnerie)

(\*) 'd' est la longueur de la maçonnerie concernée exprimée en cm.

**Tableau 8 Tolérances sur les briques de maçonnerie à haute densité.**

Critère	Cat.	HD (haute densité)
Tolérances sur la valeur moyenne	T1	± 0,40 $\sqrt{\text{dimension de fabrication en mm ou 3 mm}}$ (on retient la valeur la plus élevée)
	T2	± 0,25 $\sqrt{\text{dimension de fabrication en mm ou 2 mm}}$ (on retient la valeur la plus élevée)
	Tm	Ecart en mm déclaré par le fabricant (peut être plus grand ou plus petit que les autres catégories)
Dispersion des mesures	R1	0,60 $\sqrt{\text{dimension de fabrication mm}}$
	R2	0,30 $\sqrt{\text{dimension de fabrication mm}}$
	Rm	Graduation en mm déclarée par le fabricant (peut être plus grande ou plus petite que les autres catégories)

**Tableau 9 Tolérance dimensionnelle sur les briques moulées à la main.**

Tolérance sur la longueur [mm]	Valeurs extrêmes sur une longueur de 220 mm	Tolérance sur la hauteur [mm]	Valeurs extrêmes sur une hauteur de 69 mm
± 9	211 à 229	± 5	64 à 74

mise en œuvre à l'aide d'un mortier en couche mince ou d'un mortier-colle doivent toujours signaler les écarts maximum pour la planéité et le parallélisme des surfaces. En fonction de la catégorie d'écart des éléments de maçonnerie prescrite, il est souhaitable de pouvoir adapter la largeur nominale des joints. Ainsi, pour des raisons esthétiques, il est conseillé de mettre en œuvre les éléments de maçonnerie présentant d'importants écarts dimensionnels selon un appareillage 'libre' ou 'sauvage'.

### 2.3 Bois

Bien que les documents de référence fournissent peu d'informations concernant les tolérances pour les constructions en bois, il convient de limiter la déformation maximale des éléments structurels en fonction de l'usage.

En l'absence de prescriptions relatives aux dé-

formations admissibles dans le cahier spécial des charges, la norme NBN B 03-003 limite la déformation différée d'un plancher appuyé sur au moins deux côtés à :

- maximum 1/350 de la portée pour les toitures parachevées à leur face intérieure par un enduit

**Tableau 10 Tolérances applicables aux ouvrages à ossature en bois selon la norme française NF P 21-204.**

Ecart sur ...	Ecart maximal admissible
la verticalité par étage	± 5 mm
la verticalité sur la hauteur totale de l'ouvrage	± 35 mm
le désaffleurement	± 3 mm ± 1 mm (*)
la planéité	± 5 mm / 2 m
les dimensions de la façade	± 10 mm / 10 m
l'équerrage de la façade	± 10 mm / 10 m

(\*) Cette tolérance de ± 1 mm est d'application dans le cas d'un revêtement adhérent.

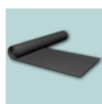
- maximum 1/250 de la portée pour les toitures qui ne sont pas dotées de finitions intérieures.

Nous tenons à préciser qu'il s'agit ici d'une flèche calculée à prendre en compte lors du dimensionnement de la construction. Des exigences supplémentaires peuvent être fixées en fonction des finitions et/ou des cloisons prévues.

En l'absence de documents de référence belges sur les tolérances applicables aux ouvrages à ossature en bois, nous reprenons dans le tableau 10 les exigences prescrites dans la norme française NF P 21-204. ■

## ÉTANCHÉITÉ

**Lors de la conception et de la réalisation d'une toiture plate, il convient d'éviter les stagnations d'eau, qui peuvent engendrer quelques inconvénients (cf. NIT 215).**



On choisira de préférence, lors de la conception de la toiture plate d'une construction neuve, une pente d'au moins 2 % et ce, afin de limiter les stagnations d'eau. Il convient également de veiller à ce que la planéité du support satisfasse aux valeurs figurant dans le tableau ci-dessous et que les dispositifs d'évacuation des eaux de pluie soient placés dans un léger décaissement réalisé dans l'isolation thermique ou dans le support de toiture (cf. NIT 191).

En cas de rénovation d'une toiture plate, une

# Quid des stagnations ?

telle inclinaison est souvent difficile à réaliser sans travaux d'adaptation. En effet, la mise en œuvre d'une forme de pente entraîne une surcharge de la toiture et requiert le rehaussement des rives de la toiture. Les stagnations d'eau peuvent être évitées si on prévoit pendant la phase de conception une pente adéquate adaptée aux détails de toiture (hauteur des relevés, avaloirs, p. ex.).

Même sur les toitures plates conçues et réalisées correctement, les petites flaques d'eau sont inévitables. Ainsi, nous avons calculé que, pour une pente de 2 %, de faibles stagnations d'eau peuvent apparaître sur une zone de 20 cm au niveau du recouvrement des lés d'étanchéité de 4 mm d'épaisseur. Si la pente

est de 5 %, une zone de 8 cm sera recouverte d'eau. L'expérience nous a toutefois appris que les étanchéités actuelles ne subissent pas de vieillissement accéléré lorsque l'eau s'y accumule. La stagnation d'eau ne constitue dès lors pas un argument déterminant pour émettre des réserves lors de la réception d'un toit. ■



**Valeurs de référence pour les tolérances sur la planéité du plancher de toiture en cas d'exécution normale.**

	Soudage ou pose en indépendance d'un pare-vapeur ou d'une étanchéité bitumineuses	Collage au bitume chaud ou collage à froid d'un pare-vapeur ou d'une étanchéité bitumineuse	Pose d'un pare-vapeur ou d'une étanchéité synthétique	Pose de l'isolant		
				Verre cellulaire	EPS/EPB/PUR/PF	Laine minérale
a ≤	10 mm	12 mm	10 mm	3 mm/0,6 m	10 mm	12 mm

Lors du contrôle des tolérances sur une toiture inclinée, la planéité de la couverture est souvent remise en cause. Etant donné que les documents de référence ne spécifient aucune exigence concrète concernant l'aspect de l'ensemble de la couverture, le contrôle de celle-ci reste très subjectif et dépendra étroitement de la pente du toit. En effet, les défauts de planéité seront d'autant plus visibles que la pente est faible.



## 1 TOLÉRANCES

Si les diverses normes 'produits' définissent des tolérances quant à l'aspect des éléments de toiture (tuiles et ardoises, p. ex.), aucune d'entre elles ne précise la manière de contrôler la réalisation d'une couverture de toiture *in situ*. Or, la pratique montre que l'aspect est largement déterminé par les écarts sur le support (charpente), par les tolérances sur les tuiles ou les ardoises et par la qualité de la mise en œuvre.

Il convient dès lors, pour la réalisation de la charpente, de tenir compte des tolérances en vigueur. Les *écarts de niveaux* admissibles entre les points d'appui des pannes, chevrons ou fermettes d'une charpente peuvent être cal-

culés à l'aide de la formule suivante :

$$G = \pm (10 + A/2000)$$

où :

- G = l'écart de niveau admissible (mesuré perpendiculairement à la pente du toit) (en mm)
- A = la distance entre les points d'appui des pannes, chevrons ou fermettes (A1 ou A2 sur la figure 1) (en mm).

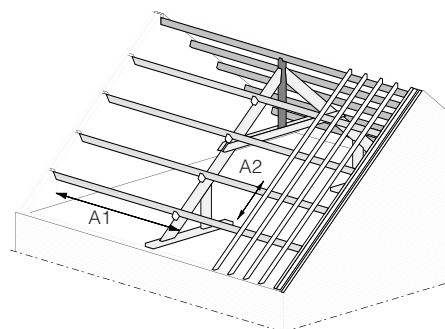
Des exigences plus sévères sont nécessaires si l'on souhaite garantir l'aspect des toitures constituées de tuiles à emboîtement, de tuiles plates ou d'ardoises plates, soit :  $G = \pm (5 + A/4000)$ . On peut ainsi, par exemple, calculer que, pour les éléments de couverture plats, l'écart de niveau admissible entre deux chevrons espacés de 400 mm est d'environ 5,1 mm.

En ce qui concerne la *flèche* admissible des éléments en bois, la norme NBN B 03-003 stipule que la déformation maximale équivaut à 1/350 de la portée lorsque la finition du côté intérieur est constituée par un enduit et à 1/250 si aucun parachèvement n'est prévu. L'aspect visuel peut être garanti si la déformation admissible ne dépasse pas 1/300 de la portée. Le couvreur peut se servir de cette dernière valeur pour le contrôle d'une charpente constituée de pannes et peut éventuellement prendre des mesures à partir du moment où cette valeur est dépassée.

Les *tolérances sur les tuiles et les ardoises* figurent, comme nous l'avons déjà signalé, dans les normes produits correspondantes. Ainsi, la norme NBN EN 1304 fixe un écart maximal de planéité de 2 % pour des tuiles d'une longueur inférieure ou égale à 300 mm et de 1,5 % pour les tuiles plus longues. La

# Elégante, mais surtout étanche

Fig. 1 Représentation schématique des écarts de niveaux admissibles.



norme NBN EN 1024 précise, quant à elle, la méthode de mesure à utiliser pour le contrôle de ces tolérances.

La future NIT consacrée aux couvertures en tuiles proposera en outre une tolérance pour l'*alignement des tuiles*. L'écart par rapport à la ligne théorique ne peut pas être supérieur à  $1/8 \sqrt[3]{l}$  (l étant la longueur en cm de la ligne considérée). L'écart maximal par rapport à la ligne théorique verticale est, par exemple, de 11 mm lorsque la distance entre la ligne faîtière et la ligne d'égout est de 6 m.

## 2 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Lors de la rénovation d'une couverture en tuiles, il est recommandé de spécifier dans les documents contractuels dans quelle mesure les écarts de planéité ou de niveau de l'ancienne charpente doivent être réduits avant que l'on ne procède à la pose des tuiles. ■



### DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- NIT 195, NIT 219 et la future NIT consacrée aux couvertures en tuiles
- NBN EN 490, NBN EN 491, NBN EN 492, NBN EN 1024 en NBN EN 1304, NBN B 44-001
- STS 34



Fig. 2 Tuiles correctement posées.



Fig. 3 Mesure de la flèche d'une couverture.

**Les tolérances dimensionnelles et l'aspect des menuiseries intérieures et extérieures revêtent une grande importance pour des raisons non seulement fonctionnelles, telles que l'étanchéité à l'eau des menuiseries extérieures, mais également esthétiques. Les menuiseries font en effet partie de la finition et il convient donc d'y apporter un soin particulier tout en tenant compte des tolérances de fabrication et de pose.**



# Fonctionnalité et aspect, deux éléments essentiels

## 2 TOLÉRANCES

### 2.1 PARQUETS

Le présent article fait le point sur les principaux documents de référence belges qui abordent les tolérances de fabrication et de mise en œuvre et les critères d'aspect des menuiseries et les écarts par rapport à ces tolérances. Une distinction sera faite selon qu'il s'agisse de menuiseries extérieures (châssis de fenêtre, p. ex.) ou intérieures (parquet ou portes intérieures, ...).

Nous commenterons également les prescriptions qui pourraient être reprises dans les documents contractuels de façon à limiter les ambiguïtés lors des opérations de réception des ouvrages. Les portes dites 'pour marchandises et véhicules', qui équipent les locaux industriels, commerciaux et les garages, ne seront en revanche pas abordées dans cet article.

### 1 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Il est généralement possible de distinguer les tolérances dimensionnelles des critères relatifs à l'aspect des ouvrages (cf. tableau 1). Les premières traitent essentiellement des écarts liés à la fabrication et à la pose des éléments, tandis que les secondes concernent essentiellement les singularités relatives à l'aspect (nœuds, pente du fil, ...) des menuiseries en bois ainsi que les nuances de teinte des menuiseries métalliques ou en matière synthétique. Les tolérances relatives aux différences de teinte des éléments enduits ou anodisés sont, quant à elles, abordées dans l'article de la page 22 consacré notamment aux travaux de peinture.

En premier lieu, il est important de rappeler que le bois est un matériau naturel très hygroscopique, c'est-à-dire qu'il adapte son taux d'humidité d'équilibre en fonction des conditions dans lesquelles il est conservé (humidité relative de l'air ambiant, humidité de construction dans son infrastructure, ...). Ces adaptations s'accompagnent également de *variations dimensionnelles* (cintrage, retrait ou gonflement des lames) dont l'ampleur dépend en grande partie de l'importance des variations du taux d'humidité d'équilibre du bois. Il convient donc de tenir compte du fait que les tolérances dimensionnelles précisées ci-dessous pour les parquets, mais aussi celles des portes ne sont applicables que lorsque le taux d'humidité d'équilibre du bois reste dans des limites raisonnables. Le tableau 2 reprend d'autres exigences en ce qui concerne le cintrage dans la largeur des planches (*cup*) avant la pose. Il faut donc être bien conscient du fait qu'un cintrage plus important peut survenir après la pose, surtout si le bois subit de nombreuses variations dimensionnelles.

Pour ce qui est des *tolérances de planéité* et de niveau d'un parquet, nous partons du principe qu'en cas de pose collée ou flottante, les écarts dimensionnels du support se répercu-

tent dans le revêtement. Nous renvoyons dès lors à l'article consacré aux chapes (p. 18) qui constitue les supports les plus courants des parquets.

Les *écarts de fabrication* des éléments ainsi que les déformations inévitables qui accompagnent les modifications du taux d'humidité d'équilibre du bois ont pour conséquence que l'ouverture des joints entre les lames ou les planches peut varier (cf. tableau 3). Les écarts potentiels sur les dimensions des planches figurent dans les normes correspondantes (NBN EN 13226 pour le parquet rainuré-languetté et NBN EN 13489 pour le parquet multicouche, p. ex.).

En ce qui concerne les *critères relatifs à l'aspect* des lames (présence de nœuds, fentes, ...), il peut être fait référence aux normes NBN EN 13226 et 13489 et, pour les lamparquets (ou parquets-tapis), à la norme NBN EN 13227. Les classements utilisés par ces normes sont néanmoins peu fréquents dans la pratique belge. On recourt en effet davantage aux appellations suivantes :

- extra/choix I
- premier/choix II
- rustique - 1 bis/choix III
- rustique AB/choix IV.

Ces appellations se caractérisent principalement par des variations de teinte plus ou

**Tableau 2 Exigences relatives au cintrage dans la largeur des planches.**

Type de revêtement en bois	Cup (% de la largeur)
Plancher, parquet rainuré-languetté	± 0,5 %
Parquet multicouche, revêtement de sol à placage	± 0,2 %

**Tableau 1 Documents de référence en fonction du type de tolérance.**

Type de tolérance	Menuiseries extérieures	Menuiseries intérieures
Tolérances dimensionnelles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NBN EN 1529, NBN EN 1530, NBN B 25-002-1</li> <li>• STS 52.1, STS 52.2, STS 52.3, STS 53.1</li> <li>• NIT 127, NIT 188</li> <li>• Prescriptions Aluminium Center Belgium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NBN EN 1529, NBN EN 1530, NBN EN 13226, NBN EN 13489</li> <li>• STS 53.1</li> <li>• NIT 198, NIT 218</li> </ul>
Critères relatifs à l'aspect	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NBN EN 942, NBN EN 14220</li> <li>• STS 52.1, STS 52.2, STS 52.3</li> <li>• Prescriptions 'Qualicoat', pour le laquage, et 'Qualanod' pour l'anodisation</li> </ul>	NBN EN 942, NBN EN 14221

Tableau 3 Tolérances de mise en œuvre.

Type de plancher	Largeur maximale admissible des joints	
	Moyenne	Maximum par joint
Pose collée	1,0 %/ℓ (*)	1,5 %/ℓ (*)
Pose clouée	1,5 %/ℓ (*)	2,0 %/ℓ (*)
Pose flottante	1 mm	2 mm

(\*) ℓ = largeur des planches.

Tableau 4 Recommandations quant aux nuances de teinte des profilés en PVC.

Moment de la mesure	Profilé en PVC blanc	Profilé en PVC coloré
A la livraison	$\Delta E_{Lab} \leq 1,0$ $\Delta L \leq 1,0 \Delta a \leq 0,5 \Delta b \leq 0,8$	$\Delta E_{Lab} \leq 3,0$
Stabilité des teintes après vieillissement naturel de 2 ans	$\Delta E_{Lab} \leq 1,0$ (*)	$\Delta E_{Lab} \leq 3,8$

(\*) Les STS 52.3 ne fournissent aucune recommandation pour les PVC de teinte blanche. Les essais de vieillissement réalisés en laboratoire sur des profilés récents n'ont toutefois pas permis d'observer des variations de teinte, de sorte qu'un critère identique à celui considéré à la livraison peut, selon nous, être admis.

moins prononcées, le mode de débitage des lames et la présence de nœuds adhérents ou pourris. Dans le cas des lames en chêne par exemple, il faut tenir compte du fait que les variations de teinte sont souvent inhérentes et même recherchées afin d'accentuer le caractère naturel du revêtement. Pour de plus amples renseignements au sujet des singularités d'aspect autorisées, on consultera les normes correspondantes ainsi que la NIT 218.

## 2.2 LES CHÂSSIS DE FENÊTRE ET LES PORTES

Les *tolérances de fabrication et de pose* des menuiseries extérieures ont été abordées dans un article paru dans CSTC-Contact 2008/3. Elles se basent essentiellement sur les classes définies par les STS 52 et STS 53. Ces tolérances s'appliquent également aux portes intérieures.

En ce qui concerne les *critères d'aspect*, les menuiseries métalliques et en PVC ne peuvent présenter, en position fermée, aucune dégradation mécanique, boursouffure, tache, griffe ou autre défaut visible à une distance de 2 m lors d'une observation perpendiculaire à la surface concernée sous une lumière diffuse (ciel couvert à l'extérieur et sans éclairage artificiel à l'intérieur). En ce qui concerne les surfaces devenues visibles après l'ouverture, des défauts sont acceptés, pourvu qu'ils n'occasionnent aucun problème fonctionnel.

Les nuances de teinte des profilés en PVC par rapport à la couleur de référence spécifiée dans le cahier spécial des charges sont mesurées au moyen d'un colorimètre et doivent répondre au minimum aux recommandations figurant dans le tableau 4.

Les critères d'aspect des menuiseries en bois sont classifiées dans la norme NBN EN 942. Celle-ci précise les limites des singularités du bois, pour une utilisation en tant que menuiserie, en fonction de la classe d'aspect déclarée. Les normes NBN EN 14220 et 14221 fixent, quant à elles, les exigences de base du bois entrant respectivement dans la composition des menuiseries extérieures et intérieures (à l'exception des parquets) en se référant aux classes définies par la norme NBN EN 942. Elles distinguent les faces dites 'visibles', 'cachées' (c'est-à-dire non visibles en position fermée) et 'invisibles' et ce, en fonction du type de finition prévu (cf. photo ci-dessus). On peut en effet être moins exigeant vis-à-vis des caractéristiques d'aspect du bois entrant dans la fabrication d'une menuiserie destinée à recevoir une finition opaque (peinture, p. ex.). Ces exigences doivent toutefois être déterminées sur le plan national et être reprises dans des annexes qui, à ce jour, n'existent pas encore.

D'une manière générale, il est important d'apprécier ces singularités dans leur ensemble, c'est-à-dire en considérant le caractère fonctionnel de l'élément (étanchéité à l'air et à l'eau, p. ex.) ainsi que le bon comportement de la finition qui sera appliquée ensuite. En cas de déviation du fil du bois (cf. photo), il faudra d'abord vérifier si celle-ci ne cause pas de déformations susceptibles d'influencer l'étanchéité à l'air et à l'eau de l'élément de construction.

Les STS 52.1 précisent les singularités qui pourraient être considérées dans le cas des châssis de fenêtres extérieurs en se référant au classement figurant dans la norme NBN EN 942. Elles énumèrent également les défauts non tolérés. Ceux-ci doivent faire l'objet de réparations pour autant que ces dernières

## Menuiserie extérieure munie d'une finition translucide.



soient possibles et admises par les documents contractuels.

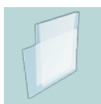
## 3 PRESCRIPTIONS DES DOCUMENTS CONTRACTUELS

En matière d'écarts dimensionnels et de caractéristiques d'aspect, le cahier spécial des charges doit préciser le ou les documents auxquels il convient de se conformer. Ainsi, dans le cas des parquets, il y a lieu de préciser le choix auquel doivent répondre les singularités d'aspect des lames et, dans tous les cas, de considérer que les variations de teinte sont souvent inhérentes au caractère naturel du matériau.

S'il est fait référence aux spécifications techniques STS, il convient de préciser la classe de tolérances dimensionnelles souhaitée en considérant le caractère fonctionnel de l'élément. Si, dans le cas de profilés en PVC, on souhaite limiter les écarts de teinte à la livraison et/ou après vieillissement, la référence chromatique de la teinte souhaitée doit être mentionnée dans le cahier spécial des charges.

Pour les singularités d'aspect des menuiseries en bois, il peut être fait référence aux normes NBN EN 942, NBN EN 14220 et NBN EN 14221. Il convient, dans ce cas, de préciser les classes de caractéristiques minimales exigées en fonction de la nature de la finition prévue. En l'absence de spécifications, il nous paraît normal de considérer que la classe la moins sévère (J50) est d'application pour autant que les particularités d'aspect ne compromettent pas le caractère fonctionnel de la menuiserie (étanchéité à l'eau et à l'air suite à des déformations importantes, p. ex.) et n'engendrent pas un comportement non satisfaisant de la finition. ■

L'architecture moderne fait la part belle à l'exploitation des parois translucides/transparentes qui permettent d'apporter un éclairage naturel dans les bâtiments, mais aussi, via certains jeux de lumière, de 'guider' l'utilisateur ou le visiteur. Les tolérances dimensionnelles et d'aspect revêtent une grande importance non seulement pour des raisons fonctionnelles, mais également pour des considérations esthétiques.



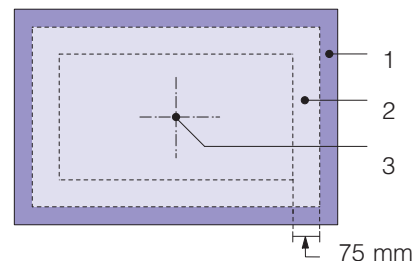
# Toute la lumière sur la réception des vitrages

Les écarts sur les dimensions en plan des volumes de double vitrage et les tolérances relatives aux feuilles de verre simples figurent dans la NIT 214 et les normes mentionnées dans le tableau 1.

## 2 CRITÈRES D'ASPECT

L'appréciation des défauts et des imperfections admissibles sur les feuilles de verre simples (recuit, trempé, durci, feuilleté, bombé, à couches, imprimé et sablé) et les volumes de vitrages isolants composés de vitrage simple peut se faire conformément aux recommandations de la note FIV 03. Ce document définit :

- les conditions d'examen :
  - de l'intérieur vers l'extérieur (condition d'examen dite 'en vue directe'), à une distance d'au moins 2 m, sans ensoleillement direct et sous un éclairage naturel
  - de l'extérieur vers l'intérieur (condition d'examen dite 'en réflexion'), à une distance minimale de 5 m



- les types de défauts (cf. tableau 2) :
  - défauts ponctuels tels que taches, bulles d'air, occlusions, ...
  - défauts linéaires tels que griffes et filasses (rayures non sensibles à l'angle)
- les surfaces et dimensions concernées (cf. schéma ci-dessus) :
  - surface S dite 'de jour' qui correspond à la partie du vitrage non dissimulée par la feuillure
  - mètres courants de vitrages définis comme le périmètre de la zone de bord du vitrage
  - les zones dites 'cachée' (1), 'de bord' (2) et 'centrale' (3).

Le présent article fait le point sur les principaux documents de référence belges qui abordent les tolérances de fabrication, de pose et d'aspect des vitrages et les écarts par rapport à ces tolérances.

## 1 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Il est généralement possible de distinguer les tolérances dimensionnelles et les critères relatifs à l'aspect des ouvrages. Les tolérances dimensionnelles traitent essentiellement des écarts dimensionnels liés à la fabrication des ouvrages et de ceux liés à la pose. Dans ce qui suit, nous n'aborderons que les critères d'aspect des produits verriers.

Tableau 1 Documents de référence.

Sujet	Documents de référence
Tolérances dimensionnelles	NBN S 23-002, NBN EN 572-1 à 9, NBN EN 1279-1, NBN EN 12150-1, NBN EN 1863-1, NBN EN ISO 12543-5 et NIT 214
Critères relatifs à l'aspect	Note Fédération de l'industrie du verre (FIV) 03 'Méthodes et critères d'acceptabilité d'aspect des vitrages transparents pour le bâtiment'

## 3 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Afin d'éviter toute ambiguïté lors de la réception des ouvrages, le cahier spécial des charges indiquera clairement les documents auxquels le donneur d'ordre souhaite se référer. ■

Tableau 2 Récapitulatif des défauts admissibles.

Zone cachée par la feuillure				
Dans la zone cachée par la feuillure, les écailles de bord ainsi que les défauts ponctuels et linéaires sont acceptés.				
Zone de bord				
DÉFAUTS PONCTUEL			DÉFAUTS LINÉAIRES	
S ≤ 1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup> < S ≤ 3 m <sup>2</sup>	S > 3 m <sup>2</sup>	Filasses	Griffes
Max. 4 défauts de diamètre ≤ 3 mm	Le nombre de défauts de diamètre ≤ 3 mm doit être inférieur ou égal au nombre de mètres courants du vitrage.	Le nombre de défauts de diamètre ≤ 3 mm doit être inférieur ou égal au nombre de mètres courants du vitrage et à max. 1 défaut entre 3 et 5 m.	Admises si pas concentrées	Longueur cumulée totale de 90 mm avec une longueur maximale par griffe de 30 mm
Zone centrale				
DÉFAUTS PONCTUELS			DÉFAUTS LINÉAIRES	
S ≤ 1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup> < S ≤ 3 m <sup>2</sup>	S > 3 m <sup>2</sup>	Filasses	Griffes
Max. 2 défauts de diamètre ≤ 2 mm	Max. 3 défauts de diamètre ≤ 2 mm	Max. 5 défauts de diamètre ≤ 2 mm et max. 1 défaut de diamètre ≤ 5 mm	Admises si pas concentrées	Longueur cumulée totale de 45 mm avec une longueur maximale par griffe de 15 mm
Zone de bord et centrale				
Défauts ponctuels inférieurs à 1 mm, s'ils ne sont pas concentrés, c'est-à-dire maximum 4 défauts dans un cercle d'un diamètre de 50 mm.				



**P**our une finition soignée des enduits intérieurs et des cloisons légères, les tolérances de mise en œuvre et le degré de finition sont essentiels. En ce qui concerne les enduits extérieurs et le jointoyage, il faudra en outre être attentif aux variations de teinte importantes, étant donné que celles-ci peuvent affecter l'aspect de la façade achevée.



## 1 ENDUITS INTÉRIEURS

Les tolérances dimensionnelles et les écarts sur l'aspect des enduits intérieurs varient en fonction du type de finition envisagé et de l'éclairage de la surface. Les enduits destinés à être peints sont généralement les plus susceptibles d'engendrer des discussions.

Dans le cas d'enduits devant être peints, le résultat final dépend fortement des travaux préparatoires réalisés par le peintre et des exigences du cahier spécial des charges quant au degré de finition de l'enduit et au degré d'exécution des travaux de peinture. Étant donné que les degrés de finition normale et spéciale admettent, tant l'un que l'autre, un certain nombre d'irrégularités de surface, le peintre devra généralement effectuer des travaux préparatoires complémentaires afin d'obtenir un état de surface final soigné tel que défini dans la NIT 159.

### 1.1 CRITÈRES D'ASPECT

Avant d'entamer les travaux, le donneur d'ordre doit vérifier que les tolérances de mise en œuvre admises sur le support des enduits sont respectées. Le contrôle de l'aspect doit toujours être effectué avant l'application des finitions éventuelles et ce, sous un éclairage naturel, à l'œil nu et à une distance de 2 m.



#### DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- Enduits intérieurs :
  - NIT 199, NIT 201
  - Les Dossiers du CSTC n° 2008/3.12
  - NBN EN 13914-2
- Enduits extérieurs :
  - NIT 209
  - NBN EN 13914-1
- Cloisons légères et plafonds suspendus :
  - NIT 232, NIT 233
  - prEN 15303-1
- Jointoyage
  - NIT 208
  - Infocarte n° 25

La NIT 199 distingue deux degrés de finition pour les enduits intérieurs lissés, à savoir le degré de finition normale et le degré de finition spéciale.

Le premier admet quatre irrégularités pour 4 m<sup>2</sup> de surface (zones locales irrégulièrement polies de 0,5 dm<sup>2</sup> maximum, coups de plâtrasse, présence de grains de sable), tandis que le second n'en admet que deux. Dans les deux cas, deux ondulations sont admises par longueur de 2 m.

### 1.2 TOLÉRANCES DIMENSIONNELLES

Lorsque le cahier spécial des charges prévoit un contrôle de l'épaisseur de l'enduit, son épaisseur effective moyenne doit au moins être égale à l'épaisseur prescrite, compte tenu des écarts admissibles en moins suivants :

- 2 mm pour les enduits d'une épaisseur nominale comprise entre 6 et 10 mm
- 20 % de l'épaisseur nominale pour les enduits d'une épaisseur nominale supérieure à 10 mm
- dans le cas d'enduits pelliculaires (épaisseur ≤ 3 mm), l'épaisseur n'est pas contrôlée, mais toute la surface doit être enduite.

Les tableaux 1 et 2 fournissent un aperçu des tolérances admises sur la planéité et les écarts angulaires (cf. figure 1).

Selon la NIT 199, l'écart d'aplomb d'une surface ou d'une arête sera au maximum :

- de ± 8 mm sur 2,5 m de hauteur (hauteur d'étage) pour un degré de finition normale
- de ± 5 mm sur 2,5 m de hauteur pour un degré de finition spéciale.

La NIT 199 précise en outre que :

- le degré d'exécution est défini dans les dispositions contractuelles et que, dans le cas contraire, on considère que le degré normal est d'application
- la mention 'prêt à peindre' ne constitue pas une définition univoque de la finition d'un enduit, dans la mesure où elle ne précise pas le degré d'exécution du parachèvement ultérieur.

**Tableau 2** Ecart admissible sur la planéité [mm].

Degré d'exécution	Contrôle à la règle de 0,2 m	Contrôle à la règle de 2 m
Normale	2,0 mm	5,0 mm
Spéciale	1,5 mm	3,0 mm

# Equilibre entre support et finition

**Fig. 1** Contrôle de l'équerrage.



### 1.3 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Afin d'éviter les discussions une fois les travaux terminés, il est important que le cahier spécial des charges mentionne le degré de finition souhaité.

## 2 ENDUITS EXTÉRIEURS

Afin de garantir une durabilité satisfaisante, il convient d'accorder suffisamment d'attention aux détails de construction pendant la mise en œuvre des enduits extérieurs, qu'ils soient appliqués sur les maçonneries ou sur les isolants (ETICS). Par ailleurs, il importe de toujours veiller à ce que la planéité, la verticalité et la teinte de l'enduit réalisé répondent aux exigences prévues.

### 2.1 TOLÉRANCES

#### 2.1.1 Tolérances dimensionnelles

Les tolérances sur les enduits extérieurs dépendent de celles admises sur le support ainsi

**Tableau 1** Faux d'équerre admissibles [mm].

Longueur L [cm]	Ecart admissible [mm]
L ≤ 25	0; + 3
25 ≤ L ≤ 50	0; + 5

**Tableau 3 Classe de tolérance pour les enduits extérieurs.**

Tolérance ...	Enduit extérieur			Degré d'importance (1)
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	
de planéité • sous la règle de 2 m • sous la règle de 0,2 m	5 2	8 4	10 5	a b
d'aplomb (verticalité)	8 mm / 2,5 m	8 mm / 2,5 m	8 mm / 2,5 m	b
sur l'horizontalité des lignes : • $d \leq 3$ m (2) • $3 < d \leq 6$ m • $6 < d \leq 15$ m	8 12 16	8 12 16	8 12 16	b
la rectitude des lignes	5 mm / 2 m	8 mm / 2 m	5 mm / 2 m	a
de faux d'équerre (raccord de fenêtre)	5 mm / 0,5 m	5 mm / 0,5 m	5 mm / 0,5 m	b
sur la largeur disponible visible aux raccords	5 mm	5 mm	8 mm	a

(1) A défaut de prescriptions, seuls les critères d'une importance 'a' sont vérifiés.  
(2) d = distance entre deux points sur la ligne.

que de la nature et de la finition de l'enduit prévu. La NIT 209 distingue à cet égard les types d'enduits suivants :

- **type 1** : enduit minéral ou résineux de faible épaisseur (monocouche) à structure fine
- **type 2** : enduit lisse, finement taloché, éventuellement destiné à être peint
- **type 3** : enduit minéral épais, tel qu'enduit gratté ou enduit décoratif grossier.

Selon la précision souhaitée pour la mise en œuvre de l'enduit, trois classes de tolérance sont définies. Si les documents contractuels n'en définissent aucune, on considère généralement que la classe 2 est d'application pour les types d'enduit 1 et 2. Les enduits de type 3 appartiennent aux classes de tolérance 2 ou 3. Le tableau 3 précise les écarts admissibles par classe de tolérance.

**2.1.2 Variations de teinte**

Les écarts admissibles pour les variations de teinte des enduits extérieurs sont déduits des valeurs tolérées pour le béton architectonique. La gêne visuelle peut être évaluée de manière objective en réalisant des mesures de couleurs à l'aide d'un colorimètre. A cet effet, on cal-

cule, pour chacune des deux zones, l'écart (valeur ΔE) entre la moyenne de six mesures réparties uniformément sur la surface.

Selon les prescriptions techniques les plus récentes concernant les façades en béton apparent (PTV 21-601), la valeur ΔE peut atteindre maximum 10 unités pour les travaux exécutés de façon normale. En revanche, si une exécution soignée est prévue, on ne peut compter que 5 unités de différence. Étant donné que ces critères ne suffisent pas toujours à garantir la satisfaction des clients, il est question de renforcer les exigences et de baser l'évaluation de l'enduit sur la couleur RAL (par analogie avec les exigences définies dans la NIT 216).

**2.2 INDICATIONS À PRÉCISER DANS LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES**

Il est recommandé de préciser les tolérances souhaitées dans le cahier spécial des charges.

**Tableau 4 Ecart admissible sur la mise en œuvre de cloisons légères et de plafonds suspendus.**

Ecart sur ...	Classe normale	Classe spéciale	prEN 15303-1	
			Niveau 1	Niveau 2
la planéité • sous la règle de 2 m • sous la règle de 0,2 m	4,0 mm 1,5 mm	2,0 mm 1,0 mm	5 mm 2 mm	8 mm 3 mm
la verticalité (1) (hauteur d'étage ± 2,50 m)	± 6 mm	± 4 mm	± 5 mm (hauteur 2,50 m)	
l'horizontalité	2 mm / m (max. 20 mm)		2 mm / m (max. 20 mm)	
l'écart angulaire (2) • $L \leq 25$ • $25 < L \leq 50$	0 ; + 3 mm 0 ; + 5 mm		-	

(1) Pour les hauteurs plus élevées, on autorise une tolérance supplémentaire ± 2 mm / m (max. 20 mm).  
(2) L = longueur exprimée en cm.

**Fig. 2 Exemple d'ETICS.**



La classe de tolérance 1 est conseillée pour les enduits de type 1 et 2.

Par ailleurs, il est également conseillé de spécifier au préalable la valeur ΔE d'application pour l'évaluation d'éventuelles variations de teinte. Des exigences trop sévères n'ont que peu de sens à cet égard, étant donné que les enduits extérieurs seront inévitablement tributaires des conditions de mise en œuvre (le climat, p. ex.).

**3 CLOISONS LÉGÈRES ET PLAFONDS SUSPENDUS**

Les cloisons légères et les plafonds suspendus doivent répondre à une série d'exigences performantielles relatives à la stabilité, à la résistance au feu, à l'isolation thermique et acoustique, etc. (cf. NIT 232 et 233). Le degré de finition et les tolérances de mise en œuvre des cloisons légères et des plafonds suspendus exercent, en outre, une influence considérable sur leur finition ultérieure.

**3.1 TOLÉRANCES**

Avant la mise en œuvre des cloisons légères, il convient de contrôler si les surfaces des planchers sont suffisamment planes (cf. les tolérances de planéité pour les planchers à la p. 7, pour les chapes et les revêtements de sol en carreaux céramiques à la p. 18). Le complexe plancher ne peut en aucun cas présenter une flèche supérieure à celle prescrite par la norme NBN B 03-003.

Le tableau 4 reprend les tolérances de mise en œuvre pour les cloisons légères et les plafonds suspendus qui sont d'application en l'absence d'autres dispositions dans les documents contractuels.

Outre ces tolérances de mise en œuvre, trois degrés de finition (F1, F2 et F3) sont éga-

lement prévus en Belgique, en fonction du revêtement envisagé pour les plaques (cf. tableau 5). Le degré de finition F2 est subdivisé en deux, à savoir : F2a et F2b. Le degré F2a est d'application en l'absence d'autres spécifications dans les documents contractuels.

Si les plafonds suspendus ou les cloisons légères sont destinés à être peints, il s'agit d'accorder le degré de finition au type de peinture et aux opérations de préparation nécessaires aux travaux de peinture (cf. tableau 6). Lorsqu'on est confronté à un éclairage rasant en raison du positionnement des cloisons et plafonds, on optera de préférence pour le degré de finition F3.

**3.2 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES**

Idéalement, le cahier spécial des charges indique la classe de tolérance (normale ou spéciale) à atteindre pour l'exécution de cloisons légères et de plafonds suspendus. Afin d'éviter toutes discussions ultérieures, il est conseillé d'accorder le niveau de finition souhaité au type de finition ultérieur (carrelage ou peinture, p. ex.). Si les murs et les plafonds doivent être pourvus d'une couche de peinture en fini-

tion, il est préconisé de déterminer le degré de finition en fonction du type de peinture.

**4 JOINTOYAGE**

L'aspect d'une maçonnerie dépend non seulement de la qualité de ladite maçonnerie, mais également de celle des joints. Dès lors, il va de soi que les tolérances dimensionnelles du jointoyage dépendent en grande partie des tolérances de mise en œuvre et des tolérances dimensionnelles de la maçonnerie (voir p. 5, 9 et 10).

La couleur des joints peut, elle aussi, jouer un rôle important. Afin de limiter les variations de teinte, on évitera le jointoiment effectué 'en montant' et on utilisera de préférence un mortier préfabriqué pour le rejointoiment.

**4.1 TOLÉRANCES**

Lors de la réception du jointoyage, on ne considère pas uniquement les *tolérances dimensionnelles* d'applications pour ceux-ci (cf. l'article consacré au gros œuvre, p. 6), mais aussi les éventuelles variations de teinte (cf. figure 3).

**Fig. 3 Variations de teinte sur les joints.**



Les *variations de teinte* sur les joints de mortier sont évaluées de manière objective à l'aide d'un colorimètre. A cet effet, on calcule, pour chacune des deux zones, l'écart entre la moyenne de six mesures réparties uniformément sur la surface. Si les variations de teinte entraînent la formation de franges, on permet une valeur ΔE totale de 5 unités, sans quoi 10 unités sont admissibles.

Lors de la réception d'un jointoiment, il arrive que la durabilité des joints soit également incriminée si le mortier s'avère insuffisamment dur. En cas de doute, on peut tester cette dureté en rayant les joints à l'aide d'un objet métallique pointu.

La dureté des joints peut cependant être déterminée de manière plus objective au moyen d'un scléromètre. Les résultats de mesure d'une telle évaluation doivent néanmoins toujours être interprétés avec une certaine prudence. En effet, un mortier ayant le ciment comme seul liant présentera naturellement une meilleure résistance en compression (et donc une meilleure dureté) qu'un mortier bâtarde, sans pour autant être plus durable.

Le tableau 7 présente les critères minima en vigueur aux Pays-Bas pour l'utilisation du scléromètre du TNO.

**4.2 INDICATIONS À PRÉCISER DANS LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES**

Outre les directives portant sur la composition du mortier de jointoiment, le cahier spécial des charges peut formuler des recommandations pour les variations de teintes autorisées. ■

**Tableau 7 Critères minima en vigueur aux Pays-Bas pour l'utilisation du scléromètre du TNO.**

Classe d'exposition (*)	Dureté minimale
A (climat intérieur)	25
B et C (exposition normale et forte au climat extérieur)	35

(\*) Ces classes d'exposition sont commentées au § 2.1.1 de la NIT 208.

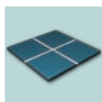
**Tableau 5 Degré de finition recommandé pour les plaques de plâtre selon le type de revêtement.**

Type de revêtement envisagé	Degré de finition des plaques de plâtre		
	F1	F2	F3
Carrelage ou panneaux	X	–	–
Revêtement mural structuré grossier ou semi-grossier	–	X	–
Revêtement mural à structure fine	–	X	–
Revêtement mural brillant lisse ou structuré (papier peint métallisé ou vinylique)	–	–	X
Enduit structuré ou stuc	–	X	–

**Tableau 6 Degré de finition recommandé pour les plaques de plâtre selon le type de peinture.**

Type de peinture	Degré de finition des plaques			Niveau de préparation selon la NIT 159		
	F1	F2	F3	Degré I	Degré II	Degré III
Peinture mate et/ou structurée	–	X	–	X	–	–
	–	X	–	–	X	–
Peinture satinée	–	X	–	–	–	X
	–	–	X	–	X	–
Peinture brillante (*)	–	–	X	–	–	X
	–	–	X	–	–	X
Niveau d'exigences normales, à adopter par défaut en l'absence de prescriptions particulières au cahier des charges.						
Niveau d'exigences spéciales, à prescrire dans le cahier des charges.						
(*) Lors de l'application d'une peinture brillante, il y a lieu d'adopter le niveau d'exigence le plus élevé.						

**S**ynonymes de progrès technologiques (facilité de mise en œuvre et adhérence améliorée), les techniques de pose en couche mince ont toutefois pour corollaire que les tolérances dimensionnelles du support et les écarts de fabrication des carreaux revêtent une importance encore plus grande.



## 1 CHAPES

Les chapes servent généralement de support aux revêtements de sol. Dans ce cas, l'aspect esthétique de la chape n'a pas d'importance particulière, mais elle doit répondre à des exigences de niveau et de planéité (en plus de ses caractéristiques mécaniques), de sorte que la pose du revêtement de sol ultérieur puisse être envisagée avec succès. Dans le cas de chapes lissées destinées à rester apparentes (revêtement de sol industriel, p. ex.), les exigences de la NIT 204 sont d'application (cf. article consacré au gros œuvre, p. 6).

### 1.1 TOLÉRANCES

Les tolérances relatives *au niveau et à la planéité des chapes* destinées à être pourvues d'un revêtement sont résumées dans les tableaux 1 et 2. En outre, la NIT 189 précise que :

- à défaut d'indications dans le cahier spécial des charges quant aux classes de niveau et de planéité, la classe 2 est d'application
- pour les carreaux de grand format (longueur ou largeur  $\geq 30$  cm), il est conseillé de prescrire la classe de planéité 1. Cette même recommandation peut également être retenue dans le cas d'un parquet collé, un niveau d'exigence encore plus sévère pouvant même s'avérer nécessaire dans le cas

# Tolérances combinées

Distance d entre tout point de la chape et le niveau repère le plus proche	Ecart admissible	
	Classe 1 (sévère)	Classe 2 (normale)
$d \leq 3$ m	$\pm 6$ mm	$\pm 8$ mm
$3 \text{ m} < d \leq 6$ m	$\pm 8$ mm	$\pm 12$ mm
$6 \text{ m} < d \leq 15$ m	$\pm 10$ mm	$\pm 14$ mm

**Tableau 1**  
Tolérances sur le niveau de la chape finie.

Classes de planéité	Tolérances de planéité de la chape en fonction de la longueur de la règle	
	1 m	2 m
Classe 1 (sévère)	2 mm	3 mm
Classe 2 (normale)	3 mm	4 mm
Classe 3 (large)	5 mm	6 mm

**Tableau 2**  
Tolérances de planéité de la chape en fonction de la longueur de la règle.

de carreaux ou de lames de très grandes dimensions.

de 10 mm/m au minimum vers les avaloirs ou les caniveaux.

### 1.2 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Afin d'éviter les réclamations ultérieures, il est nécessaire que le cahier spécial des charges mentionne :

- la classe de tolérance de niveau et de planéité admise
- le niveau de la chape finie, afin de pouvoir vérifier si les épaisseurs nécessaires des différentes couches peuvent être respectées
- les pentes éventuelles. Ces dernières doivent être représentées sur les plans avec une indication du sens et de l'importance de la pente, ainsi que des niveaux obligatoires (seuils de portes, avaloirs d'égouts, grilles de fosse, ...). Lorsqu'il est nécessaire d'évacuer des liquides, la pente doit être

## 2 REVÊTEMENTS DE SOL INTÉRIEURS EN CARREAUX CÉRAMIQUES ET EN PIERRE NATURELLE

Etant donné qu'il est primordial qu'un revêtement de sol dur soit praticable, il convient de veiller à la planéité et aux désaffleurements entre carreaux adjacents tout au long de la mise en œuvre. Afin de garantir également l'aspect esthétique, des exigences supplémentaires ont été posées pour certains types de revêtements de sol.

### 2.1 NIVEAU ET PLANÉITÉ

Les tolérances sur le niveau et la planéité des revêtements de sol sont principalement déter-



### DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- Chapes :
  - NIT 189, NIT 193, NIT 204
- Revêtements de sol en carreaux céramiques et en pierre naturelle :
  - NIT 213, NIT 228 et NIT 237
  - Infofiche n° 19 et 25
  - NBN EN 12057, NBN EN 12058, NBN EN 14411
- Sols à base de résine :
  - NIT 216
- Planchers surélevés :
  - NIT 230
  - NBN EN 12825
- Carrelages muraux en carreaux céramiques et en pierre naturelle :
  - NIT 227
  - NBN EN 14411 et NBN EN 12057

**Tableau 3** Tolérances de mise en œuvre sur la planéité du carrelage de sol.

Pose traditionnelle ou pose sur une chape fraîche	Pose collée	
	Classe 1 (sévère)	Classe 2 (normale)
$\pm 2$ mm	$\pm 3$ mm	$\pm 4$ mm

**Tableau 4** Tolérances sur le niveau du carrelage de sol fini.

Distance d entre le point de mesure et le niveau repère le plus proche [m]	Tolérance sur le niveau [mm]		
	Pose dans le mortier ou dans la chape fraîche	Pose collée	
		Classe 1 (sévère)	Classe 2 (normale)
$d \leq 3$ m	$\pm 2$	$\pm 6$	$\pm 8$
$3 \text{ m} < d \leq 6$ m	$\pm 4$	$\pm 8$	$\pm 12$
$6 \text{ m} < d \leq 15$ m	$\pm 8$	$\pm 10$	$\pm 14$

**Tableau 5 Tolérances de planéité des carreaux en pierre naturelle [% de la dimension].**

Épaisseur des carreaux en pierre naturelle (d) (*)		
d ≤ 12 mm (NBN EN 12057)		d > 12 mm (NBN EN 12058)
NON CALIBRÉS	CALIBRÉS	
± 0,15%	± 0,1%	± 0,2 % et max. ± 3 mm

(\*) Ces tolérances ne s'appliquent pas aux tailles grossières.

**Fig. 1 Ecart de planéité important d'un carreau céramique.**

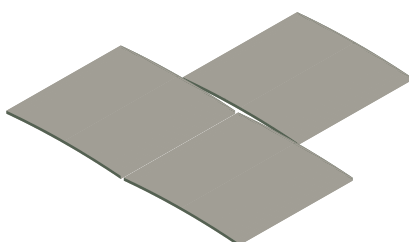


minées par la *technique de pose* (cf. tableaux 3 et 4, p.18) et par la distance entre le point de mesure et le *niveau repère* le plus proche (cf. tableau 4, p. 18).

Par ailleurs, dans le cas d'un carrelage collé, le niveau et la planéité du revêtement dépendent directement *du niveau et de la planéité de la chape* (cf. § 1). La planéité du revêtement est en outre influencée par la *planéité du carreau* (caractéristiques dimensionnelles et géométriques et tolérances sur la planéité des carreaux, cf. tableau 5). Les tolérances de mise en oeuvre doivent dès lors être combinées aux tolérances sur les carreaux (voir p. 5).

En ce qui concerne la tolérance de planéité des carreaux, nous constatons que celle-ci peut être relativement large pour les carreaux céramiques (cf. NIT 237) et plus encore pour les carreaux de grand format (de l'ordre de 0,5 % de la longueur de la diagonale des carreaux, cf. figure 1). Nous conseillons dès lors de toujours opter pour des carreaux de grand format

**Fig. 2 Joints croisés.**



**Tableau 6 Tolérances sur les dimensions de carreaux en pierre naturelle.**

Épaisseur des carreaux en pierre naturelle (d)					
d ≤ 12 mm (NBN EN 12057)		d > 12 mm (NBN EN 12058)			
Non calibrés	Calibrés	Dimension < 600 mm		Dimension ≥ 600 mm	
		d ≤ 50 mm	d > 50 mm	d ≤ 50 mm	d > 50 mm
± 1 mm	± 0,5 mm	± 1 mm	± 2 mm	± 1,5 mm	± 3 mm

répondant à des exigences de planéité plus sévères (de l'ordre de 0,2 % maximum de la longueur de la diagonale des carreaux).

**2.2 DÉSALFÈUREMENTS ENTRE CARREAUX ADJACENTS**

Les désaffleurements entre carreaux sont influencés non seulement par le soin apporté à la mise en œuvre, mais également par les tolérances réelles sur la planéité et l'épaisseur des carreaux.

La *tolérance de mise en œuvre* dépend de la largeur des joints entre les carreaux. Elle est de 1 mm pour les joints d'une largeur ≤ 6 mm et de 2 mm pour les joints plus larges.

Comme pour les *tolérances de planéité*, les *tolérances réelles sur l'épaisseur* des carreaux sont parfois très larges (surtout s'il s'agit de dalles en pierre naturelle plus épaisses). Afin de réduire les désaffleurements entre des carreaux adjacents, il est conseillé de choisir des carreaux satisfaisant à des tolérances de planéité et d'épaisseur plus sévères. En ce qui concerne les écarts d'épaisseur admis pour les carreaux céramique, nous renvoyons au tableau 9 de la NIT 237.

On constate également que l'appareillage peut, lui aussi, influencer le désaffleurement entre carreaux. Ainsi, les appareillages à joints croisés sont généralement à l'origine de désaffleurements plus importants (surtout lorsque les dalles ont une forme arrondie, cf. figure 2).

La *combinaison* de la tolérance de mise en œuvre et des tolérances de fabrication fournit, selon le principe présenté à la page 5, une valeur statistique pour le désaffleurement admis entre des carreaux adjacents. Ce raisonnement ne permet toutefois pas d'exclure des désaf-

**Tableau 7 Tolérance de mise en œuvre sur la largeur des joints.**

Carreaux en pierre naturelle		Carreaux céramiques
Type marbrier (1)	Type standard (2)	
± 0,25 mm	± 0,50 mm	± 1 mm

(1) Carreaux produits pour un chantier spécifique.  
(2) Carreaux issus d'une production de masse.

fleurements plus importants. Ce principe fait en effet appel à des valeurs caractéristiques pour les tolérances des carreaux, alors que les écarts réels peuvent être plus importants pour certains d'entre eux.

**2.3 LARGEUR DES JOINTS**

La largeur nominale des joints ne peut jamais être inférieure au double des tolérances dimensionnelles des carreaux. Si la tolérance sur la dimension des carreaux est par exemple de ± 2 mm, il ne faudrait pas prévoir une largeur de joint inférieure à 4 mm, sous peine d'accroître le risque de décalage des joints (cf. figure 3).

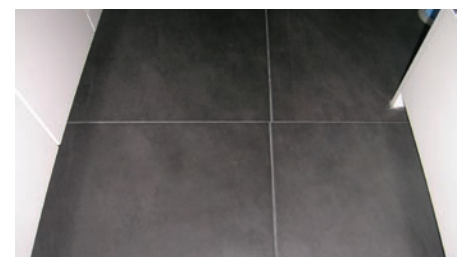
Pour déterminer la tolérance sur la largeur des joints, il ne s'agit pas de tenir compte uniquement de la *tolérance de mise en œuvre* (cf. tableau 7), mais également des écarts réels mesurés *in situ* par rapport aux *dimensions des carreaux* (cf. tableau 6 pour les carreaux en pierre naturelle et NIT 237 pour les carreaux céramiques).

**2.4 ALIGNEMENT DES JOINTS**

L'alignement des joints entre les carreaux dépend de la *tolérance de mise en œuvre* (1 mm pour les carreaux en pierre naturelle et 2 mm pour les carreaux céramiques) et des tolérances réelles sur les *écarts de dimension et de forme* des carreaux (tolérance la plus déterminante sur les dimensions des carreaux et celle sur la rectitude ou tolérance sur l'équerrage des bords). Un carreau ne peut en aucun cas couper le joint si la largeur nominale du joint a été adaptée aux tolérances de fabrication et de mise en œuvre (cf. figure 3).

En ce qui concerne les carreaux en pierre naturelle (épaisseur ≤ 12 mm), la norme NBN

**Fig. 3 Décalage de joints.**



EN 12057 ne fournit qu'une tolérance pour l'équerrage des carreaux (0,15 % des dimensions de fabrication pour les carreaux non calibrés et 0,10 % pour les carreaux calibrés). Le tableau 9 de la NIT 237 mentionne les tolérances relatives à l'équerrage et à la rectitude des bords des carreaux céramiques selon la norme NBN EN 14411.

## 2.5 ASPECT DES CARREAUX

Vu le caractère naturel des dalles en pierre, des différences d'aspect sont inévitables. Afin d'éviter de longues discussions une fois les travaux terminés, il est conseillé de convenir d'un échantillon 'contractuel' (cf. norme NBN EN 771-6). On choisit pour ce faire trois échantillons dont l'un représente l'aspect moyen et les deux autres les extrêmes admissibles (en termes de variations de teinte, de veines, de points, ...). Lors de la réception, il suffira de vérifier si l'aspect des dalles se retrouve bien dans la fourchette fournie par l'échantillon contractuel.

Dans le cas de *carreaux céramiques* de teinte uniforme, des mesures de couleurs peuvent éventuellement être effectuées afin de quantifier les variations de teinte (cf. Infocarte n° 25). Cette variation ne peut pas dépasser la valeur de tolérance convenue au préalable ou, en l'absence de cette valeur, une valeur  $\Delta E_{cmc}$  de 0,75. De telles variations de teintes sont à peine visibles à l'œil nu. Toutefois, si les carreaux proviennent de différents lots, de légères variations ne sont jamais à exclure.

Le contrôle de l'aspect du carrelage posé doit toujours être effectué à hauteur d'homme (minimum 1,5 m), à l'œil nu et sous un éclairage naturel (pas de contre-jour ou d'éclairage rasant).

## 2.6 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

- Lors du choix des carreaux, il est préférable que le maître d'ouvrage opte pour des carreaux répondant à des tolérances sévères.
- En cas de pose collée, il est conseillé de fixer des exigences 'sévères' pour la chape, surtout s'il s'agit de carreaux de grand format (côté  $\geq 30$  cm).
- Il faut toujours faire en sorte que la largeur nominale des joints tienne compte des tolérances dimensionnelles des carreaux.
- Les niveaux doivent être déterminés avec précision et doivent tenir compte des points de jonction 'fixes' (seuils, p. ex.).
- Afin d'éviter les discussions ultérieures, il convient de formuler au préalable des exigences esthétiques claires.
- En optant pour un appareillage où les joints sont continus dans les deux sens, on évite les différences de niveaux marquées qui ap-

**Tableau 8 Tolérances sur le niveau des planchers surélevés**

Distance (d) par rapport au niveau repère le plus proche	Tolérance sur le niveau [mm]
$d \leq 3$ m	$\pm 8$
$3 \text{ m} < d \leq 6$ m	$\pm 12$
$6 \text{ m} < d \leq 15$ m	$\pm 16$
$15 \text{ m} < d \leq 30$ m	$\pm 18$
$d > 30$ m	$\pm 20$

paraissent dans le cas de joints alternés et on localise la fissuration éventuelle dans les joints entre les carreaux (moins gênant pour l'aspect).

## 3 SOLS À BASE DE RÉSINE

Les revêtements de sol à base de résine doivent être mis en œuvre sur un support suffisamment cohésif. L'adhérence par traction directe du support doit être supérieure à 1,5 N/mm<sup>2</sup> pour les systèmes rigides, à 1 N/mm<sup>2</sup> pour les revêtements résineux pontant les fissures et à 0,6 N/mm<sup>2</sup> pour les tapis de pierres. Les dalles en béton répondent généralement à ces conditions et constituent dès lors un support idéal.

Étant donné leur faible épaisseur, les tolérances sur les revêtements de sol à base de résine (niveau, planéité) dépendent souvent directement des propriétés du support. Nous considérons ci-après que le support est en béton.

### 3.1 NIVEAU ET PLANÉITÉ

La tolérance sur le niveau et la planéité du revêtement à base de résine est égale à la tolérance sur le niveau et la planéité du sol industriel sous-jacent à base de ciment (cf. article consacré au gros œuvre, p. 6)

### 3.2 COULEUR

En ce qui concerne le choix de la couleur du revêtement à base de résine, on peut se référer aux couleurs RAL. Il est possible de calculer, à l'aide d'un colorimètre, la différence entre la couleur du revêtement et la couleur RAL souhaitée (cf. NIT 216 pour les variations de teintes admises en fonction de la couleur RAL).

### 3.3 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Il est recommandé de décrire clairement dans le cahier spécial des charges la couleur RAL

**Tableau 9 Tolérances sur la planéité des planchers surélevés.**

Classe de planéité	Tolérance de planéité [mm/2 m]
Classe 1 (sévère)	$\pm 3$
Classe 2 (normale)	$\pm 4$
Classe 3 (large)	$\pm 6$

souhaitée ainsi que la classe de planéité prévue pour le support.

## 4 PLANCHERS SURÉLEVÉS

### 4.1 NIVEAU

Les tolérances de niveau des planchers surélevés sont précisées dans le tableau 8 en fonction du niveau repère le plus proche.

### 4.2 PLANÉITÉ

La tolérance sur la planéité des planchers surélevés se compose de la tolérance de mise en œuvre et de l'écart réel sur la planéité des panneaux.

Dans le cas de planchers creux de type humide, la *tolérance de mise en œuvre* est identique à la tolérance sur la planéité des chapes (3 classes, cf. tableau 9). Pour les planchers amovibles et les planchers creux de type sec, on applique une tolérance normale ou sévère (classe 1 et 2 du tableau 9).

En ce qui concerne l'*écart admis sur la planéité* des panneaux, la norme NBN EN 12825 stipule que le cintrage vertical ne peut pas être supérieur à  $\pm 0,3$  mm ou  $\pm 0,6$  mm respectivement pour les panneaux de classe 1 et 2.

### 4.3 DÉSAFFLEUREMENTS ENTRE PANNEAUX ADJACENTS

Comme pour le carrelage, le désaffleurement dépend de la *tolérance de mise en œuvre*, d'une part, et des *tolérances réelles sur la planéité* et sur l'*épaisseur* des panneaux, d'autre part (pour la combinaison de ces tolérances, voir p. 5). La tolérance de mise en œuvre est de 1 mm. Selon la norme NBN EN 12825, l'écart d'épaisseur maximum des panneaux peut être de  $\pm 0,3$  mm ou  $\pm 0,5$  mm respectivement pour les panneaux de classe 1 et 2.

### 4.4 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Il est recommandé de spécifier dans le cahier spécial des charges la classe de planéité souhaitée et d'opter pour des panneaux dont les écarts dimensionnels sont faibles (classe 1).

## 5 REVÊTEMENTS MURAUX EN CARREAUX CÉRAMIQUES ET EN PIERRE NATURELLE

À l'instar des revêtements de sol carrelés, les tolérances dimensionnelles et l'aspect des revêtements muraux en carreaux céramiques ou en pierre naturelle sont d'une grande importance car ils doivent conférer un aspect esthétique aux parois qu'ils parachèvent. La qualité du travail fini sera tributaire des tolérances de planéité du support, des tolérances dimensionnelles des carreaux eux-mêmes et du soin apporté lors de la mise en œuvre.

### 5.1 TOLÉRANCES

Les tolérances admises pour les revêtements muraux en carreaux céramiques et en pierre naturelle sont résumées dans le tableau 10.

Elles sont réparties en trois classes :

- la classe R1.1 : exécution spéciale
- la classe R1.2 : exécution courante
- la classe R2 : exécution fonctionnelle.

À défaut d'indications dans le cahier spécial des charges, la classe R1.2 est d'application, et seules les tolérances du degré d'importance 'a' seront contrôlées (cf. tableau 10). Quant à la classe R1.1, elle ne peut être respectée que si les tolérances du support sont adaptées.

Pour calculer la tolérance totale, il convient d'ajouter à ces valeurs les tolérances de fabrication réelles sur les carreaux posés (cf. normes NBN EN 12057 pour les pierres naturelles et NBN EN 14411 pour les carreaux céramiques). Il est important de rappeler à ce sujet que les tolérances dimensionnelles admises dans la norme européenne NBN EN 14411 ne permettent généralement pas de réaliser un travail qui satisfasse aux exigences esthétiques en vigueur dans notre pays. Il est par conséquent vivement recommandé d'opter pour des carreaux respectant des tolérances dimensionnelles plus rigoureuses que celles prévues dans les normes (tolérance de planéité de l'ordre de 0,2 % de la dimension contrôlée ou moins pour les carreaux de grandes dimensions). Certains appareillages (en bandes à joints alternés, p. ex.) compliquent ou empêchent la bonne mise en œuvre de carreaux aux tolérances de planéité trop larges.

La NIT 227 précise que, comme pour tous les travaux de parachèvement, le choix de la classe de tolérances doit être déterminé en fonction du niveau d'exigence du maître d'ouvrage et des conditions d'utilisation (présence d'un éclairage rasant, p. ex.). Elle signale cependant qu'il importe de considérer que la réception et le contrôle du carrelage ne peuvent s'effectuer que sous un éclairage naturel, à l'œil nu et à une distance minimale de 1,5 m, et qu'ils ne peuvent jamais avoir lieu sous un éclairage

rasant ou à contre-jour. Les tolérances ne peuvent en effet être contrôlées qu'au moyen des appareils de mesure appropriés qui permettront de déterminer dans quelle mesure le travail réalisé est conforme ou non à la classe d'exigence prescrite.

L'auteur de projet ou le donneur d'ordre doit, lors de la réception du support, vérifier si les tolérances de mise en œuvre de ce dernier ont bien été respectées. Le carreleur, quant à lui, vérifiera si le support répond à ses attentes et s'il lui permet de réaliser un travail conforme au niveau d'exigences souhaité.

### 5.2 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Afin d'éviter toute discussion ultérieure, il est important que le cahier spécial des charges mentionne les points suivants :

- la classe de tolérance sur le travail fini, celle-ci étant définie en fonction de la classe de tolérance admise pour le support
- les tolérances sur les carreaux. On pose de préférence un niveau d'exigence supérieur à celui mentionné dans les normes s'il s'agit de carreaux céramiques de grandes dimensions
- la largeur nominale des joints; cette valeur ne peut pas être inférieure au double de la tolérance dimensionnelle sur les carreaux. ■

**Tableau 10 Tolérances admises pour les revêtements muraux en carreaux céramiques et en pierre naturelle.**

Tolérances		Classe R1.1	Classe R1.2	Classe R2	Degré d'importance (°)
Planéité (°) : sous une règle de 2 m sous une règle de 0,2 m		3 mm 1,5 mm	5 mm 2 mm	8 mm – (°)	a a (°) – b
Verticalité (°)		$1/12 \sqrt[3]{h}$ (cm) (°)	$1/8 \sqrt[3]{h}$ (cm) (°)	–	b
Horizontalité (°) : $d \leq 3$ m (°) $3$ m < $d \leq 6$ m $6$ m < $d \leq 15$ m		8 mm 12 mm 16 mm	8 mm 12 mm 16 mm	– (°)	b
Rectitude des arêtes et alignements des joints			2 mm/2 m	2 mm/2 m	a
Largeur des joints (°)	Pierre naturelle	0,5 mm (2 mm ≤ joint ≤ 6 mm)	0,5 mm (2 mm ≤ joint ≤ 6 mm)	– (°)	b
	Autre (céramique, p.ex.)	0,5 mm (2 mm ≤ joint ≤ 6 mm)	1 mm (2 mm ≤ joint ≤ 6 mm)		
Désaffleurements entre carreaux		1 mm (2 mm ≤ joint ≤ 6 mm)	1,5 mm (2 mm ≤ joint ≤ 6 mm)	– (°)	b

- (°) Les caractéristiques sévères du degré d'importance 'b' ne sont retenues que si elles sont mentionnées dans les documents contractuels. Elles ne sont par ailleurs pas d'application pour la classe de tolérance R2 (exécution fonctionnelle).
- (°) Pour une pose des carreaux en couche mince (mortier-colle ou colle), la tolérance de planéité, d'aplomb et d'horizontalité (angle, arête, p. ex.) est égale à celle sur le support. Le cas échéant, seul un double encollage ou l'application d'un mortier-colle en couche épaisse peut permettre, dans certains cas, d'effectuer de légères corrections.
- (°) 'h' est la hauteur de la surface carrelée, exprimée en cm.
- (°) 'd' est la distance entre deux points d'une même ligne.
- (°) Lorsque le carrelage ne recouvre pas toute la hauteur ou la largeur du mur, la tolérance sur la rectitude des lignes peut être spécifique à la pose des carreaux et indépendante des tolérances du support. Dans ce cas, l'utilisation d'un profilé d'arrêt *ad hoc* continu facilite l'obtention de tolérances très sévères.
- (°) Selon que les bords des carreaux sont arrondis ou droits, une tolérance sévère sur la largeur des joints pourra être plus ou moins difficile à obtenir. Des variations sur la largeur des joints seront par ailleurs moins visibles lorsque la couleur de ces derniers est identique à celle des carreaux.
- (°) Pour la classe de tolérance R1.1, le degré d'importance 'a' doit être adopté pour la planéité du revêtement sous une latte de 0,2 m.

**E**n raison de leur épaisseur réduite, ni les revêtements souples pour murs et sol, ni les travaux de peinture ne peuvent remédier de manière significative aux imperfections du support. Les tolérances sur les systèmes finis sont dès lors étroitement liées aux tolérances du support.



## 1 REVÊTEMENTS SOUPLES POUR MUR ET SOL

En ce qui concerne les revêtements de sol souples, l'aspect sera principalement déterminé par la planéité, la cohésion, la rugosité, la présence éventuelle de fissures et la porosité du support (cf. figure 1).

Pour les revêtements de murs souples, l'horizontalité du sol et/ou du plafond aura un impact sur l'aspect du revêtement et/ou sur l'étendue des travaux préparatoires. La verticalité et la perpendicularité des murs sont également d'une grande importance dans ce contexte.

### 1.1 TOLÉRANCES

Étant donné que les revêtements souples pour murs et sol ne peuvent corriger les écarts dimensionnels, il y a lieu d'utiliser pour ces éléments, les mêmes tolérances que pour le support (cf. articles consacrés aux chapes, p. 18, et aux travaux de plafonnage, p. 15).

Le contrôle de l'aspect de ces revêtements ne peut en aucun cas être effectué à contre-jour ou sous éclairage rasant. La réception s'opère à la lumière du jour, à l'œil nu, perpendiculairement à la surface à contrôler et à une distance

**Fig. 1** Revêtement de sol souple au travers duquel on distingue encore le support.



minimale de 1,5 m pour les revêtements de sol et de 2 m pour les revêtements muraux.

Il y a lieu de souligner que même les tolérances de planéité les plus sévères peuvent encore être trop larges pour certains types de revêtements (vernis ultra-brillant, p. ex.) et/ou sous certaines conditions particulières (éclairage indirect, p. ex.). Ainsi, même lorsqu'on applique, avant la pose d'un revêtement de sol résilient, une couche d'égalisation afin de corriger les défauts de surface du support, il est toujours possible que des discontinuités, même de très faible amplitude restent visibles (sous un éclairage rasant au travers de grandes surfaces vitrées, p. ex.)

Il convient dans tous les cas de déterminer l'implantation des lés (ou des carreaux) avant la pose des revêtements souples. La priorité

peut être donnée soit à l'aspect économique, soit à l'aspect esthétique (pourcentage plus important de chutes).

En ce qui concerne les revêtements muraux à motifs, il faut en outre veiller à ce que ces derniers correspondent parfaitement d'un lé à l'autre afin d'obtenir l'effet décoratif recherché (cf. figure 2).

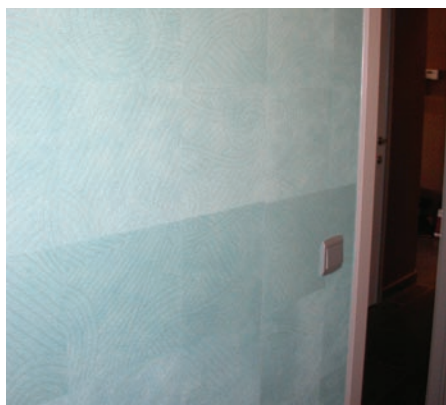
### 1.2 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Au moment du choix du revêtement, il convient de considérer les conditions d'utilisation et les attentes relatives à l'aspect final de l'ouvrage. Certains défauts de surface seront par exemple moins visibles (notamment sous un éclairage rasant) si l'on opte pour un revêtement plutôt mat, à motifs et/ou texturé.

Le choix d'un revêtement de sol souple doit en outre se faire en fonction de l'utilisation prévue. Ainsi, on optera pour un revêtement suffisamment résistant à l'usure ou pour un revêtement à motifs qui rendrait les conséquences de celle-ci moins visibles.

Enfin, pour éviter d'éventuels litiges par la suite, il est conseillé de définir au préalable l'implantation des lés (ou des carreaux).

**Fig. 2** Pour certains motifs, il n'est pas facile de faire correspondre les différents lés entre eux.



## 2 TRAVAUX DE PEINTURE

Comme pour tout type de finition, la mise en œuvre des travaux de peinture requiert une attention particulière. En effet, la satisfaction



du client ne dépendra pas uniquement de la fonctionnalité et de la durabilité du système de peinture, mais également – et surtout – de son aspect esthétique.

Bien qu'il ne soit pas toujours possible de faire disparaître toutes les imperfections (écarts de brillance ou effet peau d'orange, p. ex.), il faut néanmoins s'assurer que l'aspect général des peintures reste satisfaisant.

Voici donc quelques règles et principes généralement appliqués pour le contrôle des travaux de peinture.

### 2.1 TOLÉRANCES DIMENSIONNELLES DU SUPPORT

Étant donné leur faible épaisseur, les systèmes de peinture ne peuvent compenser les tolérances dimensionnelles du support. Par conséquent, ces dernières dépendront fortement des tolérances du support.

La préparation du support est une phase essentielle des travaux si l'on souhaite garantir la qualité et l'uniformité d'aspect des peintures (cf. figure 3). L'étendue des opérations de préparation (dépeussierage, application d'une couche d'impression, ponçage, enduisage, ...) ne dépend pas seulement du support, mais également du type de peinture et du degré d'exécution souhaité (cf. NIT 159 pour les travaux de peinture généraux et NIT 233 pour les travaux de peinture sur panneaux).

### 2.2 CONTRÔLE DE L'ASPECT

Les finitions ne peuvent être contrôlées qu'à l'œil nu, sous un éclairage normal et à une distance d'au moins 2 m pour les finitions intérieures ou 3 m pour les finitions extérieures (\*).

### Prescriptions Qualicoat quant au contrôle des peintures, laques et revêtements en poudre sur aluminium.

Méthode de contrôle	Critère
A une distance de 3 m, sous un angle de 60°	Aucune imperfection, telle que rugosité excessive, coulure, boursoufflure, inclusion, cratères, zone mate, petit trou et rayure, ne peut être visible.
A une distance d'au moins 3 m (intérieur) ou 5 m (extérieur)	La couche de laque, de teinte et de brillance uniformes, doit offrir une bonne couverture.

Le tableau ci-dessus fournit un aperçu des prescriptions Qualicoat en ce qui concerne le contrôle des travaux de peinture sur support en aluminium effectués dans un atelier.

### 2.3 VARIATIONS DE TEINTE

Selon la norme NBN EN ISO 3668, le contrôle des variations de teinte doit toujours être effectué sous une lumière naturelle diffuse : une exposition directe au soleil est dès lors exclue et la zone à contrôler doit être uniformément éclairée.

Si aucune variation de teinte importante ne peut être constatée à l'œil nu, la finition est acceptée. Dans le cas contraire, il est possible d'estimer objectivement les variations de teinte à l'aide d'un colorimètre. L'inconvénient majeur de cette méthode consiste dans le manque de critères permettant de juger la valeur  $\Delta E$  mesurée. Les normes NBN EN 12206-1 et NBN EN 13438 précisent uniquement que la teinte du revêtement doit être comprise entre les limites de teintes convenues (cf. EN ISO 3668 et ISO 7724-3).

Il conviendrait éventuellement, pour le contrôle de la valeur  $\Delta E$ , de recourir aux prescriptions Qualicoat, lesquelles indiquent les

variations de teinte admises en fonction de la couleur RAL choisie et de l'âge du revêtement (en multipliant la valeur  $\Delta E$  d'un facteur 0,65 après un an et 0,75 après 2 ans).

Enfin, il est recommandé, lors du contrôle de la teinte des peintures ayant nécessité des interventions locales, de considérer une tolérance plus large afin de tenir compte des variations de teinte – souvent inévitables – entre la zone restaurée et la zone non restaurée.

### 2.4 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Afin d'éviter les discussions ultérieures, il importe de poser au préalable des exigences réalistes aussi bien en ce qui concerne le degré de finition du support que le degré d'exécution des travaux de peinture.

L'utilisation de termes peu explicites comme 'prêt à peindre' est, dans ce contexte, déconseillée. De telles mentions ne donnent en effet aucune information quant au degré de finition souhaité, étant donné qu'à peu près toute surface suffisamment cohésive, sèche et dont les tolérances dimensionnelles restent dans les limites recommandées, est 'prête à peindre'. ■

Fig. 3 Une préparation insuffisante peut se traduire par un aspect moins uniforme des travaux de peinture.



#### DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- Revêtements souples pour mur et sol :
  - NIT 165 (en révision)
  - NIT 194
- Travaux de peinture :
  - NBN EN ISO 3668
  - NIT 159, NIT 233
  - Infofiche n° 25
  - CSTC-Revue 1987/2.3
  - Qualicoat 'Specifications for a quality label for paint, lacquer and powder coatings on aluminium for architectural applications' (12<sup>e</sup> édition)
  - DIN 6175

(\*) Bien que l'on puisse trouver, dans certains documents normatifs, des méthodes de contrôle et des distances différentes en fonction du support, la distance minimale est toujours de 2 m.

# De rares tolérances

L'installateur sanitaire étant principalement confronté, lors du placement de ses équipements (tuyauteries et appareils, p. ex.), aux écarts des ouvrages effectués auparavant, nous n'avons relevé qu'un nombre limité de tolérances en vigueur pour les installations sanitaires mêmes. Voici donc quelques prescriptions générales de placement pour les travaux pour lesquels aucun écart maximal n'a pu être trouvé dans les documents de référence.



**Tableau 1** Espacement recommandé des étriers pour les conduites horizontales en métal.

Tuyaux en acier		Tuyaux en cuivre et en acier inoxydable	
Diamètre nominal (DN)	Espacement des étriers [m]	Diamètre externe (D <sub>e</sub> )	Espacement des étriers [m]
20	1,25	22	1,80
25	1,50	28	1,80
50	2,00	35	2,40

## 1 TOLÉRANCES

Le placement de conduites et de tuyaux se fait selon les indications figurant sur les plans et/ou dans le cahier spécial des charges. Ces éléments doivent en principe toujours suivre un tracé rectiligne horizontal ou vertical.

Afin d'assurer le montage correct des conduites et de faciliter la manipulation des accessoires (robinets d'arrêt et pièces de contrôle, p. ex.), il convient de laisser une *distance suffisante* entre la paroi extérieure de la conduite (c.-à-d. la paroi extérieure du tuyau pour les conduites non isolées et celle du matériau isolant pour les conduites isolées) et le support auquel elle est fixée. Cette distance ne dépend pas uniquement de la méthode de montage, mais également de la conception des conduites (type d'étrier, p. ex.) Les conduites d'alimentation munies d'une gaine doivent être fixées à une distance minimum de 50 mm de la paroi. En ce qui concerne les conduites suspendues au plafond, la distance par rapport à ce dernier (ou à n'importe quel autre élément suspendu) est généralement de 200 mm; la hauteur libre sous les conduites est d'au moins 2000 mm. Dans les couloirs et autres espaces de circulation, la hauteur libre est portée à 2250 mm. Les conduites intégrées dans une paroi sont de préférence encastrées à 10 mm de la surface au moins. En cas de croisement de conduites, on veillera en outre à ce que la distance entre les parois extérieures des deux conduites soit d'au moins 10 mm. Entre

deux conduites parallèles, on prévoira une distance d'environ 60 à 100 mm.

En ce qui concerne le *soutènement* des conduites, il faut veiller à ce que la dilatation ne soit pas entravée et à ce qu'il n'y ait pas de flèche inadmissible. Le tableau 1 mentionne l'espacement des étriers pour les conduites métalliques. Pour les tuyaux synthétiques ou multicouches, cet espacement est indiqué dans la documentation technique du fabricant et/ou dans la NIT 207.

Au moment de déterminer la *hauteur de placement des appareils*, il convient de tenir compte de la taille des utilisateurs. Ainsi, selon la littérature technique allemande, la formule suivante sert à déterminer la hauteur H<sub>L</sub> d'un lavabo :  $H_L = 0,482 H + S$  [m]

où :  
 H = la taille de la personne  
 S = l'épaisseur de la semelle (0,025 m pour les hommes, 0,040 m pour les femmes, p. ex.).

Cette formule permet de déterminer par exemple que la hauteur H<sub>L</sub> d'un lavabo doit être de 0,854 m pour une personne mesurant 1,72 m. La hauteur maximale du bord inférieur d'un miroir placé au-dessus d'un lavabo peut être calculée de manière similaire à l'aide de la formule  $H_{so} = H - 300 + S$  [m]. Cette formule permet par exemple de déterminer la hauteur des miroirs et des lavabos dans les écoles maternelles. Si le cahier spécial des charges ne comporte aucune prescription quant à la hauteur de placement des appareils sanitaires pour les adultes, il est possible de recourir aux valeurs standard reprises dans le tableau 2 (valables pour une personne mesurant environ 1,70 m).

Les STS 61 prescrivent une tolérance de ± 50 mm par rapport à la hauteur de placement des appareils sanitaires (sauf pour les lavabos, pour lesquels l'écart ne peut être que de ± 20 mm). Une tolérance de ± 50 mm nous paraissant assez élevée, nous proposons de limiter cette valeur à ± 20 mm pour tous les appareils.

Les *appareils sanitaires* doivent être posés de

niveau et être solidement fixés aux planchers et/ou aux murs.

L'*emplacement des robinets* devra être choisi en tenant compte de certaines dimensions :

- une marge de 20 mm doit toujours être respectée entre le robinet et le bord de l'appareil sanitaire
- les robinets muraux de baignoires standard sont placés soit du petit côté, soit du long côté à 1/3 de l'écoulement. Dans les douches, le robinet est placé sur le mur et/ou en face de l'entrée, et à ± 1000 mm au-dessus du niveau du sol de la douche. La partie supérieure de la barre de douche est fixée à ± 1950 mm au-dessus de ce dernier
- les robinets au-dessus des vidoirs doivent être placés de sorte qu'on puisse y remplir un seau normal.

## 2 RECOMMANDATIONS POUR LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Le trajet des conduites et tuyaux doit être indiqué sur les plans et/ou dans le cahier spécial des charges. Si des conditions spécifiques sont posées quant à la hauteur de placement d'un appareil en particulier (pour les personnes moins valides ou âgées, p. ex.), il est bien évidemment permis de s'écarter des hauteurs standard figurant dans le tableau 2. Il convient de discuter de ces conditions au préalable et de les fixer par écrit. ■

**Tableau 2** Hauteur de placement des appareils sanitaires pour les adultes.

Appareil	Hauteur de placement (*)
Lavabo	850 à 900 mm
WC	430 mm
Bidet	400 mm
Urinoir	650 mm
Vidoir	650 mm
Baignoire	500 à 550 mm

(\*) Distance verticale entre la surface supérieure (du lavabo, p. ex.) ou la surface frontale (d'un urinoir, p. ex.) et le revêtement fini.



### DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- NIT 207
- STS 61, STS 62, STS 63
- Kleintje water : handleiding voor de installateur en monteur bij het installeren van sanitaire voorzieningen in bestaande woningen, Stichting ISSO, NLD, 2003
- Sanitärtechnik Band 1, Krammer Verlag, Düsseldorf AG 2005
- DIN 1988-2
- Cahier des charges type VMSW

# Publications et formations au CSTC



## PUBLICATIONS

### Les Dossiers du CSTC 3/2009

- Cahier 3. Spécification des bétons pour sols industriels (V. Pollet, E. Noirfalisse, J.-F. Denoel et C. Ployaert).
- Cahier 12. Eclairage et contrastes pour les personnes malvoyantes (S. Danschutter, P. D'Herdt et A. Deneyer).
- Cahier 15. Isoler les planchers massifs contre les bruits de choc (M. Van Damme).

### Les Dossiers du CSTC 2/2009

- Cahier 5. Stade olympique d'Athènes : contrôle non intrusif d'éléments structurels en service (L. Vandenplas, V. Whenham et C. Mertens).
- Cahier 11. Réaction au feu des revêtements de sol résilients : attention aux conditions de pose ! (Y. Martin et V. Pollet).

## FORMATIONS

### Pathologie du bâtiment (cours d'hiver 2009-2010)

- les 9 et 16 mars 2010, de 19h00 à 22h00, Centre de formation PME, Rue Fétis 61, 5500 Bouvignes (Dinant)
- les 24 et 31 mars 2010, de 19h00 à 22h00, Construfarm Liège, Rue de Wallonie 21, 4480 Grâce-Hollogne.

### Acoustique - la nouvelle norme NBN S01-400-1 (cours d'hiver 2009-2010)

- les 10 et 17 mars 2010, de 19h00 à 22h00, Centre de formation IFAPME, Rue de Limbourg 37, 4800 Verviers
- les 22 et 29 mars 2010, de 19h00 à 22h00, FormatPME, Rue Saucin 66, 5032 Gembloux.

### Rencontres d'information PEB

- le 5 mars 2010, de 13h00 à 17h30, Imagix, Boulevard André Delvaux 1, 7000 Mons
- le 19 mars 2010, de 13h00 à 17h30, Euro Space Center, Rue Devant les Hêtres 1, 6890 Transinne (Redu).

## PUBLICATIONS

Les publications du CSTC sont disponibles :

- sur notre site Internet :
  - gratuitement pour les entrepreneurs ressortissants
  - par souscription pour les autres professionnels (enregistrement sur [www.cstc.be](http://www.cstc.be))
- sous forme imprimée et sur CD-ROM.

Pour tout renseignement, appelez le 02/529.81.00 (de 8h30 à 12h) ou écrivez-nous par fax (02/529.81.10) ou par mail ([publ@bbri.be](mailto:publ@bbri.be)).

## FORMATIONS

- Pour plus d'informations au sujet des formations, contactez J.-P. Ginsberg ([info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)) par téléphone (02/655.77.11) ou par fax (02/653.07.29)
- Lien utile : [www.cstc.be](http://www.cstc.be) (rubrique 'Agenda')

Une édition du Centre scientifique et technique de la construction, établissement reconnu en application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947

Editeur responsable : Jan Venstermans  
CSTC - Rue du Lombard 42, 1000 Bruxelles

Revue d'information générale visant à faire connaître les résultats des études et recherches menées dans le domaine de la construction en Belgique et à l'étranger.

La reproduction ou la traduction, même partielle, des textes et des illustrations de la présente revue n'est autorisée qu'avec le consentement écrit de l'éditeur responsable.

[www.cstc.be](http://www.cstc.be)

# CSTC

## BRUXELLES

### Siège social

Rue du Lombard 42  
B-1000 Bruxelles

direction générale  
tél. 02/502 66 90  
fax 02/502 81 80  
e-mail : [info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)  
site web : [www.cstc.be](http://www.cstc.be)

## ZAVENTEM

### Bureaux

Lozenberg 7  
B-1932 Sint-Stevens-Woluwe (Zaventem)  
tél. 02/716 42 11  
fax 02/725 32 12

avis techniques - interface et consultance  
communication  
gestion - qualité - techniques de l'information  
développement - valorisation  
agrément techniques  
normalisation

### *publications*

tél. 02/529 81 00  
fax 02/529 81 10

## LIMELETTE

### Station expérimentale

Avenue Pierre Holoffe 21  
B-1342 Limelette  
tél. 02/655 77 11  
fax 02/653 07 29

recherche et innovation  
laboratoires  
formation  
documentation  
bibliothèque

## HEUSDEN-ZOLDER

### Centre de démonstration et d'information

Marktplaatsplein 7 bus 1  
B-3550 Heusden-Zolder  
tél. 011/22 50 65  
fax 02/725 32 12

Centre de compétence TIC pour les professionnels de la construction (ViBo)