

LES ESCALIERS EN BOIS



Après plus d'un demi-siècle d'existence, le Centre scientifique et technique de la construction fait désormais place à Buildwise.

Ce nouveau nom porte en lui une orientation nouvelle, davantage axée sur l'innovation, sur la collaboration et sur une approche pluridisciplinaire plus intégrée.

Pourquoi cette transformation?

Votre centre de recherche devient centre d'innovation

Fort des connaissances qu'il a acquises au fil des années, Buildwise s'est imposé comme le centre de référence et d'expertise du secteur de la construction. Buildwise se tient aux côtés de tous les acteurs impliqués dans l'acte de bâtir. Notre objectif ? Transmettre des connaissances qui améliorent réellement la qualité, la productivité et la durabilité, et ouvrir la voie à l'innovation sur chantier et dans l'entreprise.

Dynamiser le partage des connaissances et les interconnexions

Compte tenu de la grande complexité et de la forte fragmentation du processus de construction, Buildwise se doit de renforcer son rôle fédérateur. Nous ne pourrions relever les défis sectoriels et sociétaux qu'en mobilisant le secteur tout entier et en repensant nos modèles d'entreprise et notre façon de collaborer.

De la multidisciplinarité à la transdisciplinarité

Notre spécificité tient à notre approche pragmatique et multidisciplinaire. Pour trouver des solutions solides, il faut une stratégie globale et intégrée. C'est pourquoi nos ambitions s'articulent autour de trois piliers : les technologies numériques, la durabilité et le métier (représenté par les entrepreneurs au sein des Comités techniques).



Une stratégie ambitieuse pour l'avenir

Buildwise a pour mission d'aider les professionnels de la construction à améliorer la qualité, la productivité et la durabilité et d'ouvrir la voie à l'innovation sur les chantiers et dans les entreprises de construction. Pour ce faire, nous recourons à une approche globale et intégrée et prenons en compte les besoins de tous les corps de métier.

Plus d'informations sur buildwise.be

CSTC

UNE EDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION



NOTE D'INFORMATION
TECHNIQUE **198**

LES ESCALIERS EN BOIS

LES ESCALIERS EN BOIS

La présente Note d'information technique a été élaborée par un groupe de travail issu du Comité technique *Menuiserie*, dont la présidence est assumée par Messieurs R. Dupont et L. Stuyts.

Composition du groupe de travail

G. Lippens (entrepreneur de menuiserie), qui assurait la conduite du groupe de travail, A. De Potter, A. Heremans, H. Jacobs, J. Leyssens, J.P. Muyldermans, H. Pelleriaux, F. Ruttiens, W. Simoens, J.B. Thys, G. Van Sante (entrepreneurs de menuiserie)

C. Decaesstecker, rapporteur (CSTC)

Ont également participé à l'élaboration du document : E. Meert (CSTC) et B. Vandermarcke (*Hogeschool voor Wetenschap en Kunst, departement Architectuur, St.-Lucas, Gand*).

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

CSTC, établissement reconnu en application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947

Siège social : rue de la Violette 21-23 à 1000 Bruxelles



Publication à caractère scientifique 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 partielles, du texte de la présente Note d'information technique n'est autorisée qu'avec le consentement de l'éditeur responsable.

1 INTRODUCTION

1.1	Champ d'application	4
1.2	Terminologie	5
1.2.1	Éléments d'un escalier	5
1.2.2	Dimensions et proportions	7
1.2.3	Types d'escaliers selon leur forme, structure et fonction	10
1.3	Emplacement de l'escalier dans le bâtiment	16
1.3.1	Choix de la forme de l'escalier	16
1.3.2	Espace disponible	19

2 EXIGENCES ESSENTIELLES

2.1	Résistance mécanique et stabilité	20
2.2	Sécurité en cas d'incendie	23
2.3	Hygiène, santé et environnement	29
2.4	Sécurité d'utilisation	30
2.5	Protection contre le bruit	44

3 LES MATÉRIAUX

3.1	Le bois	47
3.1.1	Espèces de bois	47
3.1.2	Choix des éléments	47
3.1.3	Taux d'humidité d'équilibre du bois	49
3.1.4	Protection du bois	49
3.2	Moyens de fixation	49
3.2.1	Colles à bois	49
3.2.2	Fixations métalliques	50
3.3	Autres matériaux	50

4 MISE EN ŒUVRE

4.1	Relevé des dimensions	52
4.1.1	Moment du relevé	52
4.1.2	Espace nécessaire en largeur	53
4.1.3	Espace nécessaire en longueur	53
4.1.4	Exemple	55
4.2	Réalisation des éléments	60
4.2.1	Marches et contremarches	60
4.2.2	Limon	63
4.2.3	Parachèvement de la sous-face de l'escalier	74
4.2.4	Garde-corps	74
4.2.5	Palier	78
4.3	Placement de l'escalier	79
4.3.1	Conditions hygrothermiques lors de la pose	79
4.3.2	Protection au cours du transport et du stockage	80
4.3.3	Protection de l'escalier après la pose	80
4.3.4	Finition et entretien	81
4.4	Réalisations spéciales	81
4.4.1	Marches en bois sur structure portante en béton	81
4.4.2	Marche de départ en pierre naturelle	81
4.4.3	Escaliers de grenier avec trappe d'accès	82
4.4.4	Escaliers à pas japonais	85

5 BALANCEMENT DES MARCHES

5.1	Généralités	86
5.1.1	But	86
5.1.2	Exigences auxquelles doit répondre une bonne méthode de balancement	87
5.2	Méthodes courantes de balancement	88
5.2.1	Escaliers obliques	88
5.2.2	Escaliers à noyau	89
5.2.3	Escaliers tournants et escaliers à quartier tournant	92

LEXIQUE FRANÇAIS-NÉERLANDAIS	100
---	------------

BIBLIOGRAPHIE	104
----------------------------	------------



1 INTRODUCTION

1.1 CHAMP D'APPLICATION

Ouvrage de circulation verticale, l'escalier permet aux utilisateurs de se rendre en toute sécurité d'un étage du bâtiment à l'autre : il doit donc être facilement praticable et suffisamment solide. Il faut aussi qu'il soit d'un entretien aisé, afin de pouvoir garantir à l'ouvrage une longévité économiquement acceptable. Dans bien des cas, on lui attribue en outre un rôle architectural important.

La présente Note d'information technique traite des escaliers en bois pour des bâtiments et étudie plus particulièrement les points suivants : terminologie, dispositions applicables à la conception et à la mise en œuvre, étude des matériaux, détails d'exécution et méthodes de balancement des marches. Autant d'aspects qui requièrent une grande maîtrise professionnelle de la part de l'entrepreneur de menuiserie.

Selon la Directive européenne sur les produits de construction (directive CPD EC 89/106 du Conseil européen) et ses commentaires, les escaliers, ainsi d'ailleurs que toute partie d'un ouvrage construit, sont supposés répondre aux six exigences essentielles, à savoir :

1. résistance mécanique et stabilité
2. sécurité en cas d'incendie
3. hygiène, santé et environnement
4. sécurité d'utilisation
5. protection contre le bruit
6. économie d'énergie et isolation thermique.

En ce qui concerne les escaliers, les exigences 1, 2, 4 et 5 revêtent évidemment une grande importance et influenceront leur conception et leur mise en œuvre dans les bâtiments.

En matière de sécurité à l'incendie, des dispositions sont prévues pour la conception des escaliers dans les bâtiments, hormis les maisons unifamiliales. Ces dispositions ont été publiées dans l'Arrêté royal du 7 juillet 1994 (paru au Moniteur Belge du 26 avril 1995) [33].

Les aspects propres à la sécurité d'utilisation des escaliers, et en particulier ceux qui concernent les garde-corps et les paliers, se fondent essentiellement sur les spécifications des STS 54 [37]. Par ailleurs, nous avons tenu compte, dans la mesure du possible, des prescriptions définies dans la norme NBN NEN 3509 [25].

Nous avons en outre veillé à ce que cette Note d'information technique soit largement en conformité avec les documents cités, bien que les prescriptions formulées ici ne soient pas nécessairement identiques, en particulier pour ce qui concerne les garde-corps.

Les modes d'exécution et les prescriptions repris dans la présente Note s'appliquent aux escaliers courants. Toutefois, certaines exceptions peuvent être envisagées, selon le cas, pour le patrimoine historique, où la restauration des escaliers est souvent soumise à des

impératifs d'ordre artistique et requiert des techniques de mise en œuvre spécifiques qui prévalent dans l'élaboration des cahiers des charges et lors de l'exécution des travaux.

1.2 TERMINOLOGIE

1.2.1 ÉLÉMENTS D'UN ESCALIER (FIGURE 1)

1.2.1.1 MARCHE, CONTREMARCHE, LISTEL ET LIMON

La *marche* (1) est la partie horizontale sur laquelle on pose le pied pour monter ou descendre l'escalier. La *contremarche* (2) est la partie verticale entre deux marches consécutives d'un escalier fermé. Le *listel* (3) est une pièce moulurée appliquée en dessous du nez de la marche.

Le *limon* (4) est un élément incliné de l'escalier supportant les extrémités des marches. Le limon à la française est entaillé de façon à obtenir des *logements* (évidements ou entailles) (5) dans lesquels s'emboîtent les marches, les contremarches et les listels. Dans l'escalier à l'anglaise ou escalier à crémaillère, par contre, les marches ne sont plus encastrées dans des logements, mais reposent sur des limons découpés en dents de scie (voir § 1.2.3.2, p. 13).

Le *plan de marche* (6) est la face supérieure plane et horizontale d'une marche. Le *nez de la marche* (7) est la partie située à l'avant de la marche. La première marche, souvent plus grande que les autres, est dite *marche de départ* ou *marche royale* (8); elle est parfois exécutée en matériau pierreux (pierre, marbre, béton poli, ...).

1.2.1.2 GARDE-CORPS, POTEAU ET COLONNE

Le *garde-corps* ou balustrade (9) est destiné à la sécurité des personnes empruntant l'escalier. Il constitue souvent un élément décoratif important de l'escalier. Le garde-corps se compose d'une *main courante* (10) et de *balustres* ou fuseaux (11) assemblés au limon ou aux marches à intervalles réguliers (cf. § 2.4.2.9, p. 38). On peut aussi construire la balustrade avec des panneaux en bois, des éléments en verre ou en fer forgé.

La *rampe principale* se situe toujours du côté du jour de l'escalier (côté du vide), excepté dans les escaliers à vis; les escaliers larges sont munis d'une rampe supplémentaire ou de deux rampes principales. Lorsque la volée d'escalier est encloisonnée entre deux murs, la main courante est fixée directement au mur (*rampe murale*).

Les deux extrémités d'une volée d'escalier sont souvent pourvues, en général du côté du jour, de *poteaux* ou bourdons (12) dans lesquels sont assemblés le limon et la main courante. Le *poteau de départ* (13) est celui qui se situe au pied de l'escalier. Dans l'escalier à vis ou en colimaçon (voir § 1.2.3.2, p. 13), le poteau est remplacé par une *colonne* ou noyau central, qui supporte l'extrémité la plus étroite des marches (collet).

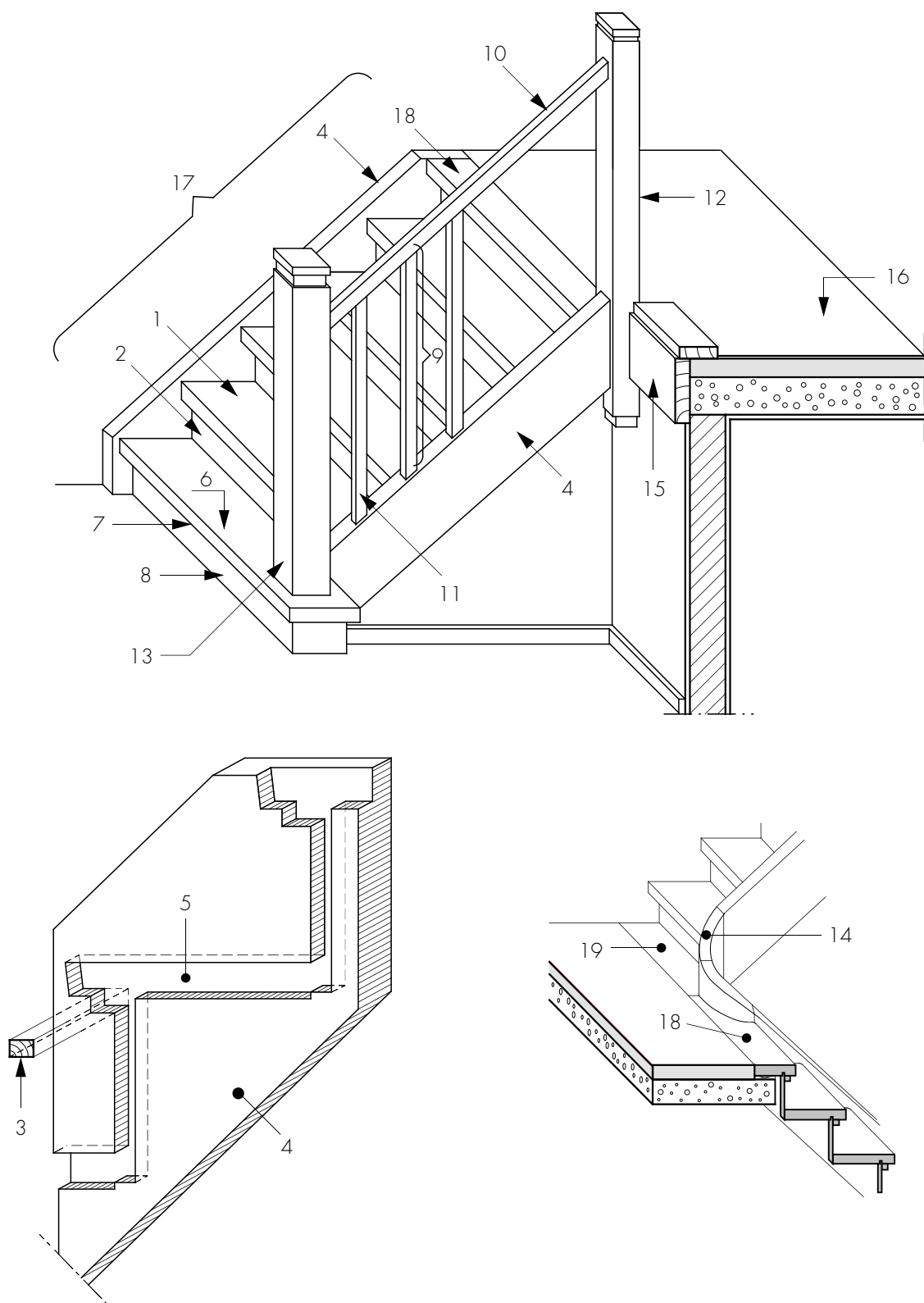


Fig. 1 Éléments d'un escalier.

- | | | |
|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1. Marche | 8. Marche de départ | 14. Crosse |
| 2. Contremarche | 9. Garde-corps | 15. Limon traînant |
| 3. Listel | 10. Main courante | 16. Palier ou palier de repos |
| 4. Limon | 11. Balustre | 17. Volée |
| 5. Logement de marche (entaille) | 12. Poteau | 18. Marche palière |
| 6. Plan de marche | 13. Poteau de départ | 19. Garde-carreau |
| 7. Nez de marche | | |

1.2.1.3 COURBES ET CROSSES

Les *courbes* (voir figure 53, p. 64) sont des éléments de limon cintrés qui assurent la transition entre deux limons de jour consécutifs, entre un limon de jour et un limon traînant (voir § 1.2.1.4) ou entre des garde-corps. Elles peuvent aussi être assemblées pour constituer un limon entier. Le fil du bois suit le sens longitudinal de la pièce.

Les *crosses* (14) sont des raccords entre limons, qui remplacent le poteau ou la colonne; ce sont parfois des pièces finement ouvragées dont le fil du bois est vertical.

Les courbes sont utilisées pour assurer la continuité du limon ou du garde-corps; les crosses servent, quant à elles, parfois à assembler des limons.

1.2.1.4 LIMON TRAÎNANT, PALIER DE REPOS, VOLÉE, MARCHE PALIÈRE ET GARDE-CARREAU

Le limon horizontal longeant le jour du palier est appelé *limon traînant* (15); lorsque les rives de la trémie ou du palier sont munies d'un revêtement en bois qui reçoit le pied des balustres du garde-corps longeant le palier, on peut considérer ce revêtement comme un limon traînant.

Le *palier de repos* ou repos (16) est un élément de l'escalier à surface horizontale plus large que la marche, qui relie deux volées d'escalier.

Une *volée* (17) est une suite ininterrompue de marches balancées ou non, située entre deux planchers, entre un plancher et un palier ou entre deux paliers.

La *marche palière* ou plaquette d'arrivée (18) est la dernière marche d'un escalier ou d'une volée d'escalier, dont la face supérieure est située au même niveau que le plancher ou le palier.

Le *garde-carreau* (19) est un raccord entre le bord du palier et la première contremarche de la volée d'escalier suivante (dans le sens de la montée); elle est située dans le même plan que le palier.

1.2.2 DIMENSIONS ET PROPORTIONS

1.2.2.1 HAUTEUR DE LA MARCHE, GIRON, MODULE DU PAS, NEZ, PAS ET PENTE DE L'ESCALIER (FIGURE 2)

La *hauteur de la marche* (H en mm) est la distance verticale qui sépare la surface de deux marches consécutives. Le *giron* (G en mm) est la distance horizontale entre deux contremarches consécutives ou entre le nez de deux marches successives. Il est mesuré sur la ligne de foulée (voir § 1.2.2.2).

Le *module du pas* (M en mm) est une dimension importante pour la conception de l'escalier; il représente la longueur d'un pas humain nécessaire pour gravir une marche,

Fig. 2 Hauteur de la marche, giron, nez, pas, pente de l'escalier et ligne de pente.

H : hauteur de la marche

G : giron

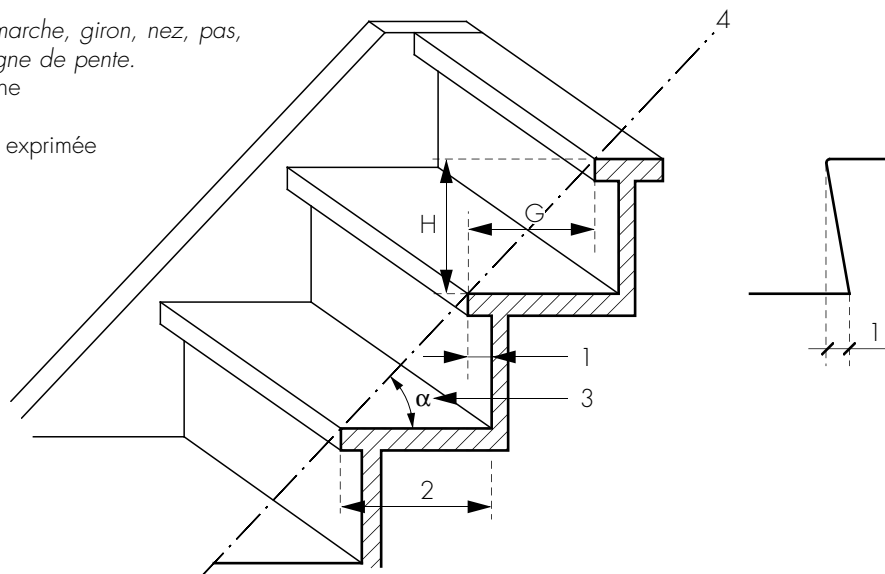
α : pente de l'escalier, exprimée en degrés

1. Nez de marche

2. Pas

3. Pente de l'escalier

4. Ligne de pente



soit environ 0,6 m. Le module est déterminé par la formule suivante :

$$M = 2 H + G.$$

Cette expression signifie qu'à module constant, l'augmentation de la hauteur de marche d'une unité entraîne une diminution du giron de deux unités. Inversement, l'augmentation du giron d'une unité aura pour effet de diminuer la hauteur de marche d'une demi-unité pour un module identique.

Le *nez de marche* (1) est la distance horizontale entre l'avant d'une marche et la face avant de la contremarche inférieure ou, à défaut de contremarche, la partie arrière de la marche inférieure. On mesure le nez à l'aplomb de l'avant de la marche.

Le *pas* (2) est la profondeur de la surface d'appui du pied sur la marche, autrement dit la somme de son giron et du nez.

La *pente de l'escalier* (α en °) (3) est fonction de la hauteur de la marche et de son giron; elle détermine donc l'inclinaison de l'escalier sur la ligne de foulée et est définie par la formule suivante :

$$\alpha = \text{arc tg} \left(\frac{H}{G} \right).$$

La *ligne de pente* (4) est l'axe imaginaire le long duquel on mesure la pente de l'escalier.

1.2.2.2 LIGNE DE FOULÉE, SENS DE LA MONTÉE, EMMARCHEMENT ET JOUR

La *ligne de foulée* (figure 3, n° 1) figure la trajectoire la plus probable des pas d'une personne circulant sur un escalier. C'est généralement sur cette ligne qu'on mesure le giron des marches. La ligne de foulée est toujours indiquée par une ligne continue sur la vue en plan; le sens de la montée est représenté par une flèche.

Dans une volée d'escalier tournant, les marches sont généralement *balancées* (fig. 3, n° 2), de sorte que l'avant de la marche supérieure n'est plus parallèle à celui de la marche

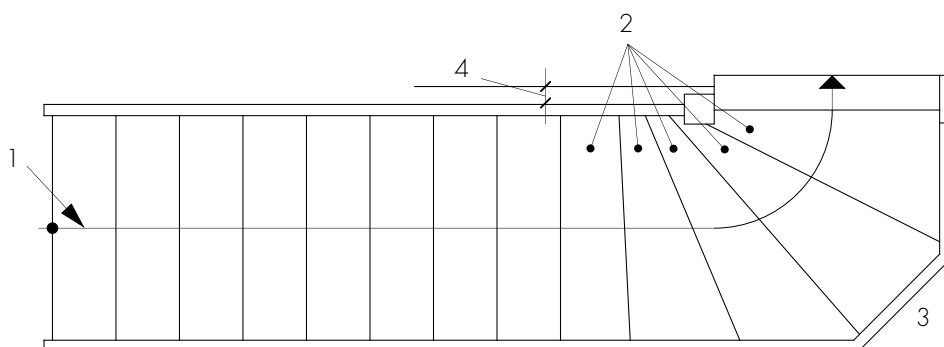


Fig. 3 Ligne de foulée, marches balancées, coin coupé et jour.

- 1. Ligne de foulée
- 2. Marches balancées
- 3. Coin coupé
- 4. Jour

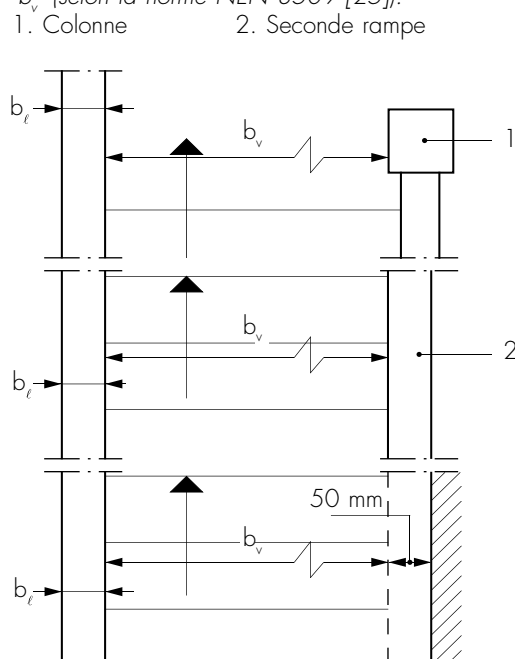
inférieure. Pour établir le balancement, les menuisiers appliquent une méthode de calcul géométrique assurant la répartition harmonieuse des marches (voir chapitre 5, p. 86). Les escaliers à marches balancées sont également appelés escaliers balancés, bien que seules certaines marches soient concernées par ce mouvement.

Un *coin coupé* (fig. 3, n° 3) est réalisé en coupant l'angle extérieur d'un escalier (à quartier) tournant.

La *zone de rampe* ' b_r ' (figure 4) est l'espace réservé à la rampe principale. L'*embranchement* ' b_v ' est déterminé par la distance comprise entre la zone de rampe et la colonne (1) ou la seconde rampe (2), ou entre la zone de rampe et le mur moins 50 mm.

Le *jour* de l'escalier ou puits (figure 3, n° 4) est l'espace libre, vu en plan, compris entre le limon traînant et le limon rampant ou entre les limons rampants. Cet espace est inexistant dans les escaliers à noyau et dans certains escaliers droits à palier de repos (cf. fig. 7G, p. 11).

Fig. 4 Zone de rampe ' b_r ' et embranchement ' b_v ' (selon la norme NEN 3509 [25]).



1.2.2.3 HAUTEUR D'ÉTAGE, ÉTENDUE DE L'ESCALIER, ÉCHAPPÉE ET RECULEMENT (FIG. 5)

La *hauteur d'étage* (d'un plancher à l'autre) (1) est la distance verticale entre le niveau fini de deux étages successifs. L'*étendue de l'escalier* (2) est la distance horizontale occupée par un escalier après sa pose. Pour déterminer l'encombrement de l'escalier, l'auteur de projet doit également tenir compte du *reculement* (3), de l'*échappée* (4) au droit de la ligne de foulée et des baies extérieures se trouvant dans la cage d'escalier.

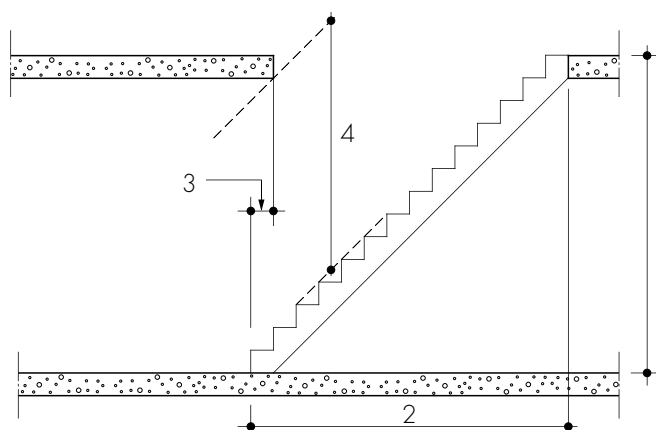


Fig. 5 Hauteur d'étage (1), étendue de l'escalier (2), reculement (3) et échappée (4).

1.2.3 TYPES D'ESCALIERS SELON LEUR FORME, LEUR STRUCTURE ET LEUR FONCTION

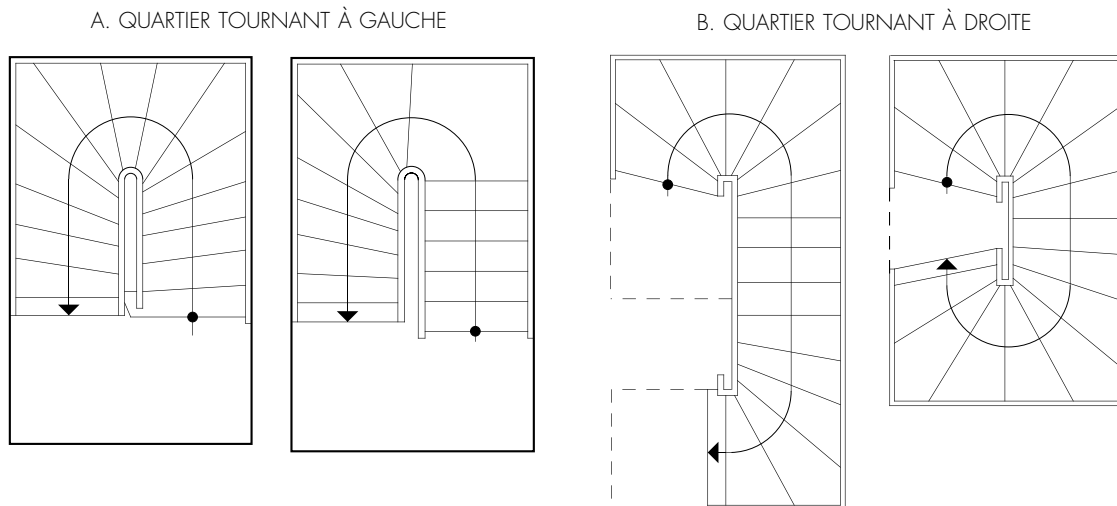
Comme nous l'avons évoqué précédemment, la construction d'un escalier se caractérise par une multitude de formes et de structures. Le choix de la forme dépend de la vue en plan de la cage d'escalier et de l'espace disponible. La structure, quant à elle, peut être fonction des matériaux utilisés et des choix esthétiques.

1.2.3.1 TYPES D'ESCALIERS SELON LA FORME

Escalier à quartier tournant (figure 6) :

- ◆ quartier tournant à gauche, que l'on gravit en se déportant sur la gauche (limon de jour à gauche)
- ◆ quartier tournant à droite, que l'on gravit en se déportant sur la droite (limon de jour à droite).

Fig. 6
Escaliers à quartier tournant.

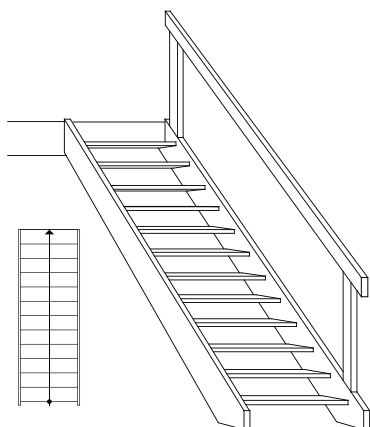


Forme de la vue en plan :

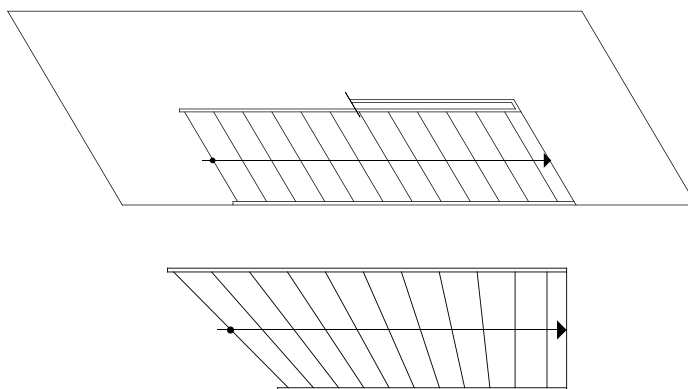
- ◆ escaliers droits (figure 7) : la vue en plan est bien souvent de forme simple; ce sont des escaliers dont la ligne de foulée est une droite éventuellement interrompue à hauteur d'un palier, ou dont la ligne de foulée de la ou des volées est une droite. On distingue l'échelle de meunier droite (A) ou biaise (B), l'escalier oblique simple (C) ou double (D), l'escalier à palier intermédiaire (E), l'escalier à quartier tournant et palier de repos (F) et l'escalier droit à palier de repos (G)
- ◆ escaliers à vis, à noyau ou en colimaçon (figure 8) : escaliers sans jour, dont les marches progressent autour d'un noyau central selon un plan circulaire ou polygonal
- ◆ escalier à quart ou demi-tournant : escalier droit ou oblique comportant une partie avec noyau d'un seul côté, de part et d'autre ou au centre (ex. escalier à quartier tournant, figure 9)
- ◆ escaliers tournants ou hélicoïdaux (figure 10), dont les marches sont disposées en rayons autour d'un ou de plusieurs jours circulaires, elliptiques ou polygonaux; les limons sont courbes et peuvent se terminer par un poteau ou une crosse.

Fig. 7
Escaliers
droits.

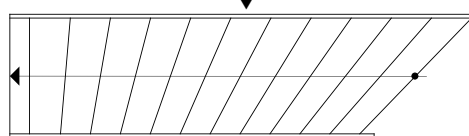
A. ECHELLE DE MEUNIER DROITE



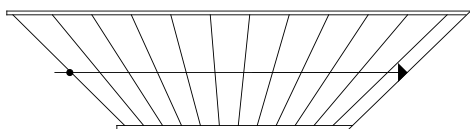
B. ECHELLE DE MEUNIER BIAISE



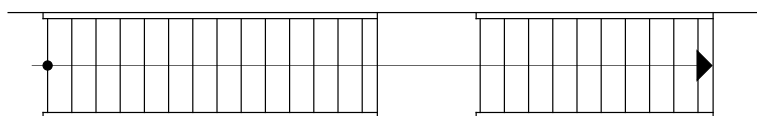
C. ESCALIER OBLIQUE SIMPLE



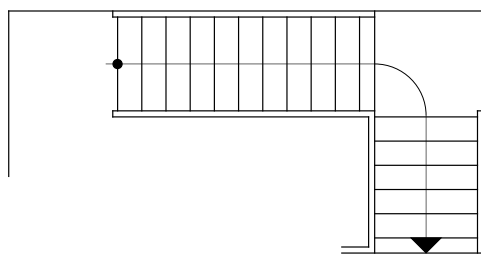
D. ESCALIER OBLIQUE DOUBLE



E. ESCALIER À PALIER INTERMÉDIAIRE



F. ESCALIER À QUARTIER TOURNANT
ET PALIER DE REPOS



G. ESCALIER DROIT À PALIER DE REPOS

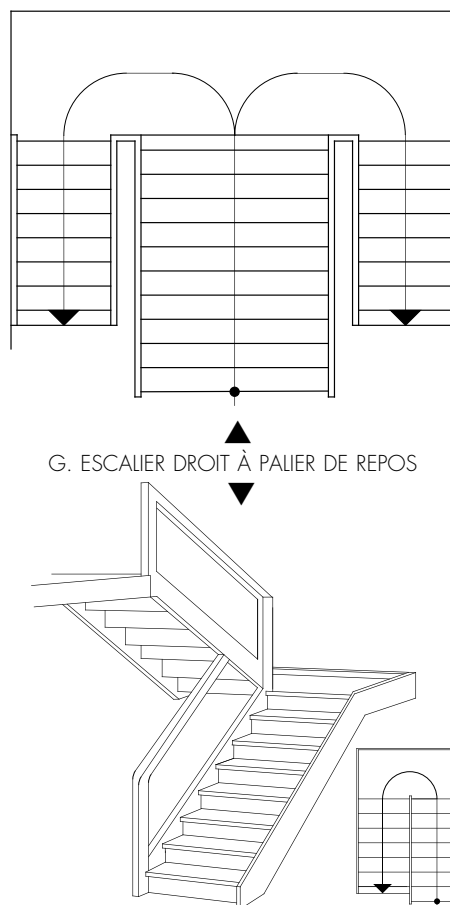


Fig. 8 Escaliers
à vis ou à noyau.

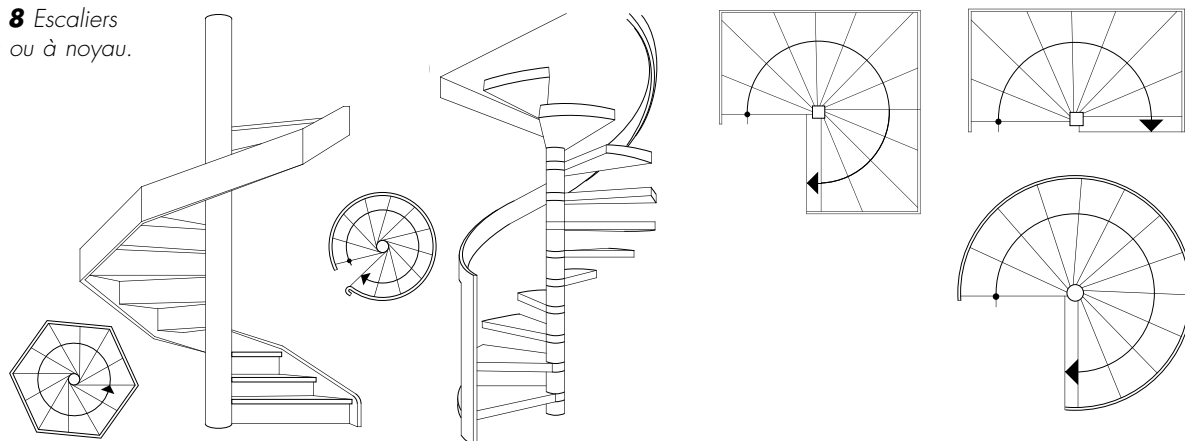


Fig. 9 Escaliers à quart
ou demi-tournant.

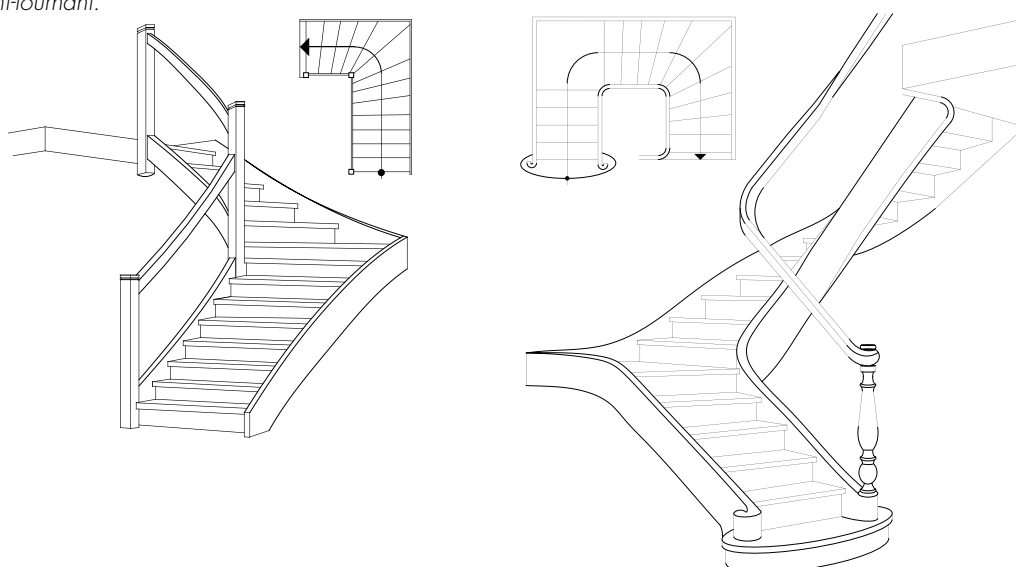
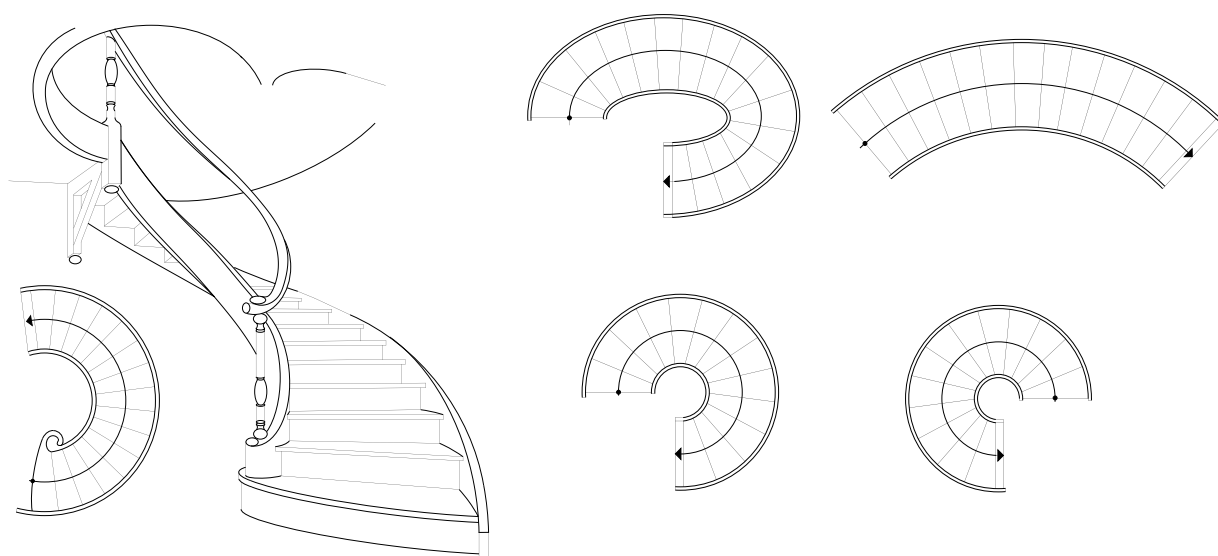


Fig. 10 Escaliers
tournants ou hélicoïdaux.



1.2.3.2 TYPES D'ESCALIERS SELON LA STRUCTURE

Mode d'assemblage des marches et du limon et/ou du noyau (figure 11, p. 14 et 15)

- ◆ Escalier à limons entaillés ou escalier à la française (A), dans lequel les marches, les contremarches et les listels éventuels sont encastrés dans les limons (ou dans un limon et un noyau ou un poteau) entaillés spécialement à cet effet.
- ◆ Escalier à crémaillère ou escalier à l'anglaise (B), dans lequel les marches et contremarches reposent sur des limons sciés à redans.
- ◆ Escalier à limon de jour à crémaillère (C), qui combine les deux systèmes précédents, c'est-à-dire que le limon de jour est scié à redans et que les marches sont encastrées dans le limon opposé.
- ◆ Escalier à limons libres (D), où les marches sont soutenues par des limons non pas sciés à redans, mais pourvus d'accessoires en bois ou en métal (deux limons latéraux ou un limon central).
- ◆ Escalier suspendu (E), dont les marches sont suspendues à une ou à leurs deux extrémités au moyen de tiges ou de câbles métalliques.
- ◆ Escalier à noyau, à vis ou en colimaçon (F), dans lequel les marches prennent appui dans un noyau, par exemple par le biais d'accessoires métalliques; ce système peut être combiné à un faux limon ou à une suspente du côté opposé au noyau.

Emploi et forme des contremarches (figure 12, p. 16)

- ◆ Escalier fermé à contremarches verticales (A).
- ◆ Escalier fermé à contremarches obliques (B).
- ◆ Escalier ouvert sans contremarches (C).

Emploi de poteaux ou de crosses (figure 13, p. 17)

- ◆ Escalier avec poteaux : les limons viennent s'insérer dans des poteaux (A).
- ◆ Escalier avec crosses à la place des poteaux (B).

Selon les matériaux utilisés

- ◆ Escalier en bois massif.
- ◆ Escalier en bois lamellé-collé.
- ◆ Escalier à marches et/ou contremarches en multiplex.
- ◆ Escalier à structure mixte : en bois sur une infrastructure en béton ou en métal.

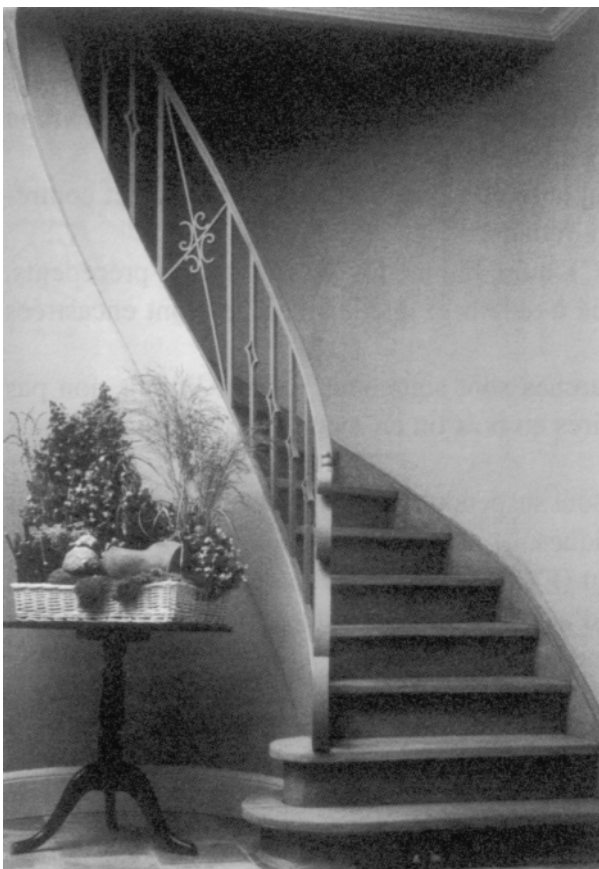
1.2.3.3 TYPES D'ESCALIERS SELON LEUR FONCTION

- ◆ Escaliers extérieurs (donnant accès à une entrée principale, à une terrasse, un jardin, ...).
- ◆ Escaliers de bâtiments publics, d'hôpitaux, d'écoles.
- ◆ Escaliers ordinaires dans les habitations.
- ◆ Escaliers de cave et de comble, escaliers escamotables.

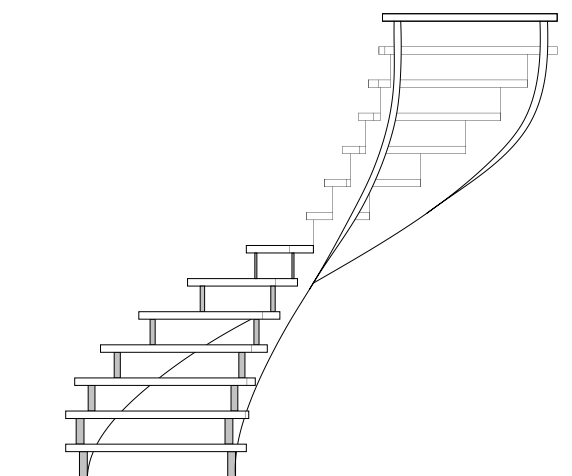
suite du texte p. 16

Fig. 11 Types d'escaliers selon le mode d'assemblage des marches et du limon et/ou du noyau. ►

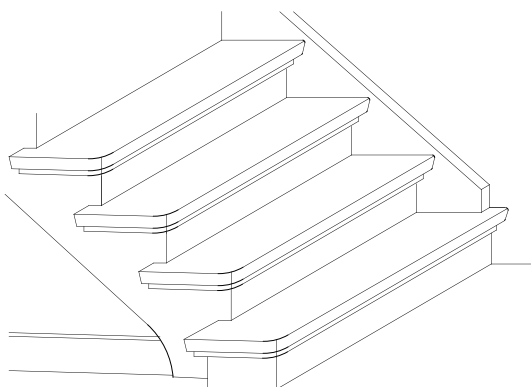
A. ESCALIER À LIMONS ENTAILLÉS (ESCALIER À LA FRANÇAISE) ▼



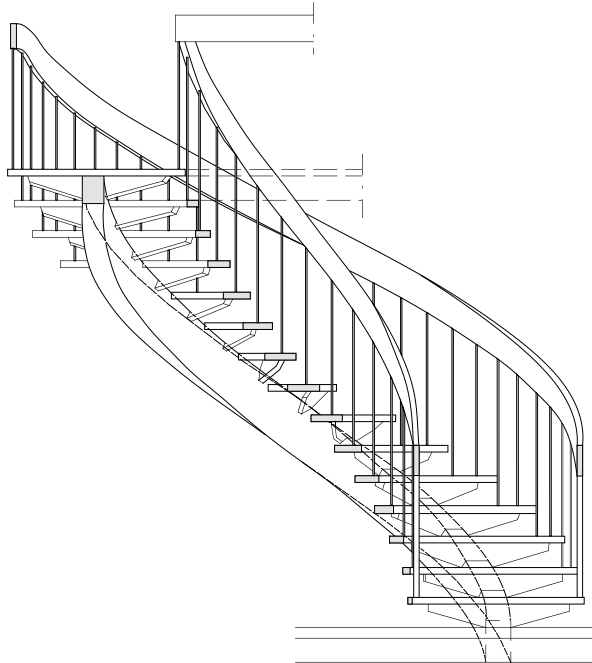
B. ESCALIER À CRÉMAILLÈRE (ESCALIER À L'ANGLAISE)



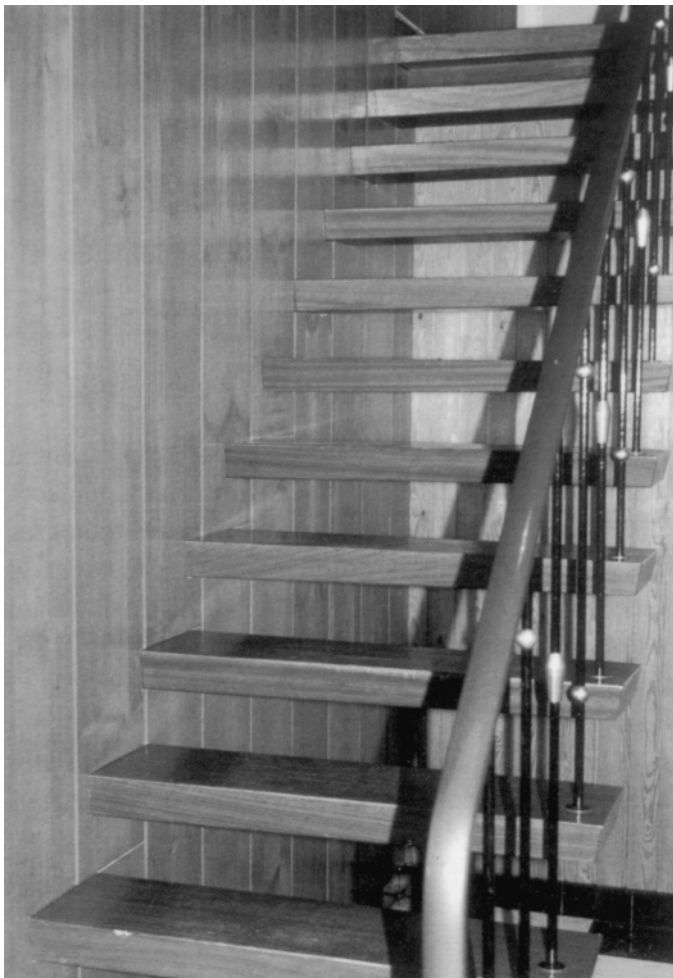
C. ESCALIER À LIMON DE JOUR À CRÉMAILLÈRE ►



D. ESCALIER À LIMONS LIBRES



E. ESCALIER SUSPENDU



F. ESCALIER À NOYAU, À VIS OU EN COLIMAÇON

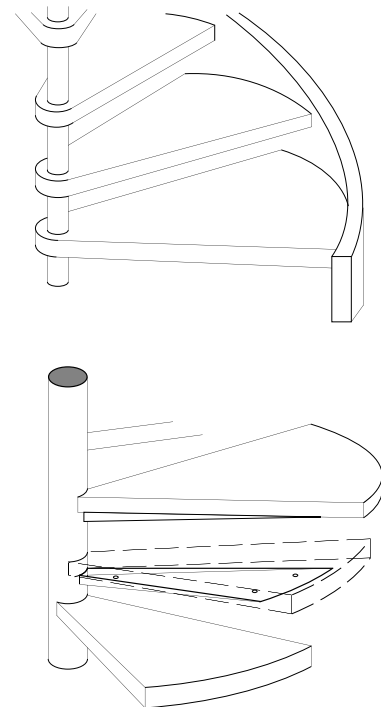
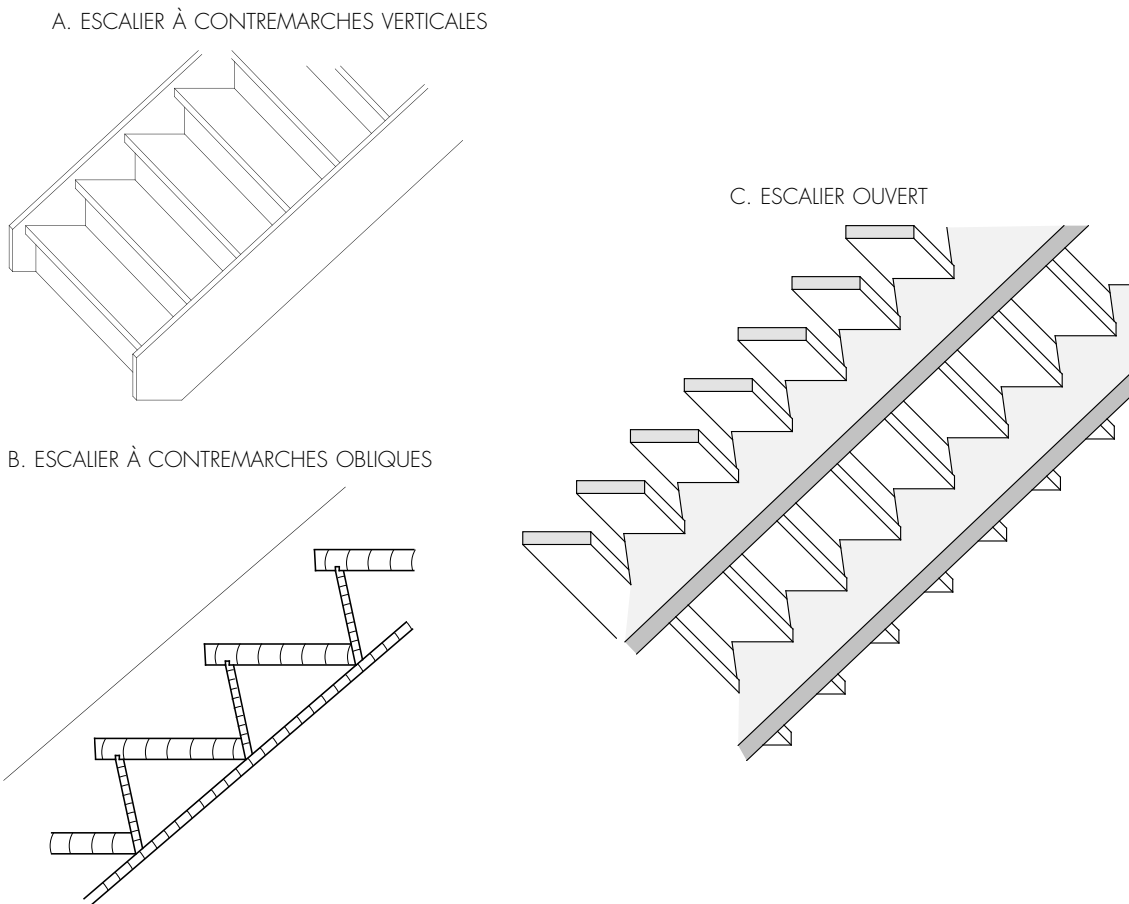


Fig. 12 Escaliers ouverts ou fermés (avec ou sans contremarches).



1.2.3.4 ESCALIERS DE FORMES COURANTES

On peut rencontrer des combinaisons des différentes formes d'escaliers énumérées ci-avant. La figure 14 donne un aperçu des principaux modèles d'escaliers.

1.3 EMPLACEMENT DE L'ESCALIER DANS LE BÂTIMENT

L'escalier relie les espaces du bâtiment situés à des niveaux différents, espaces avec lesquels communiquent toutes les pièces importantes de l'habitation. Des volées d'escaliers correctement superposées et juxtaposées permettent un gain de place (fig. 15A, p. 18). L'escalier de la cave ou du grenier peut en outre être conçu de manière à obtenir un encombrement minimal (fig. 15B, p. 18), bien que l'on doive toujours tenir compte des possibilités de déménagement.

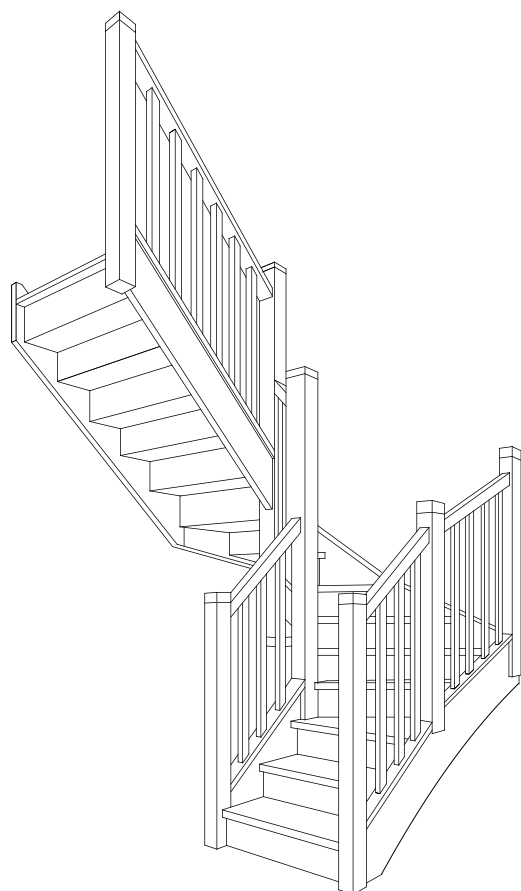
Quand il ne s'agit pas d'une maison unifamiliale, la géométrie de l'escalier doit être conforme aux dispositions relatives à la protection contre l'incendie (voir § 2.2, p. 23).

1.3.1 CHOIX DE LA FORME DE L'ESCALIER

L'escalier le plus simple est de type droit sans palier. Il peut cependant présenter l'inconvénient d'être relativement étendu.

Fig. 13 Escaliers à poteaux ou à crosses.

A. ESCALIER À POTEAUX



B. ESCALIER À CROSSES

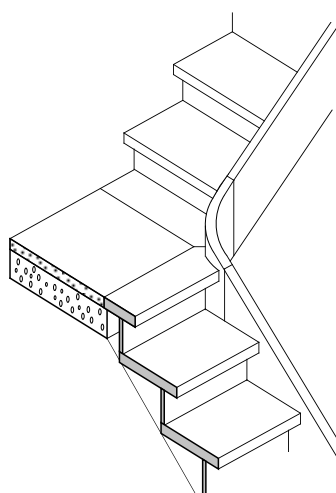


Fig. 14 Vue en plan d'escaliers courants.

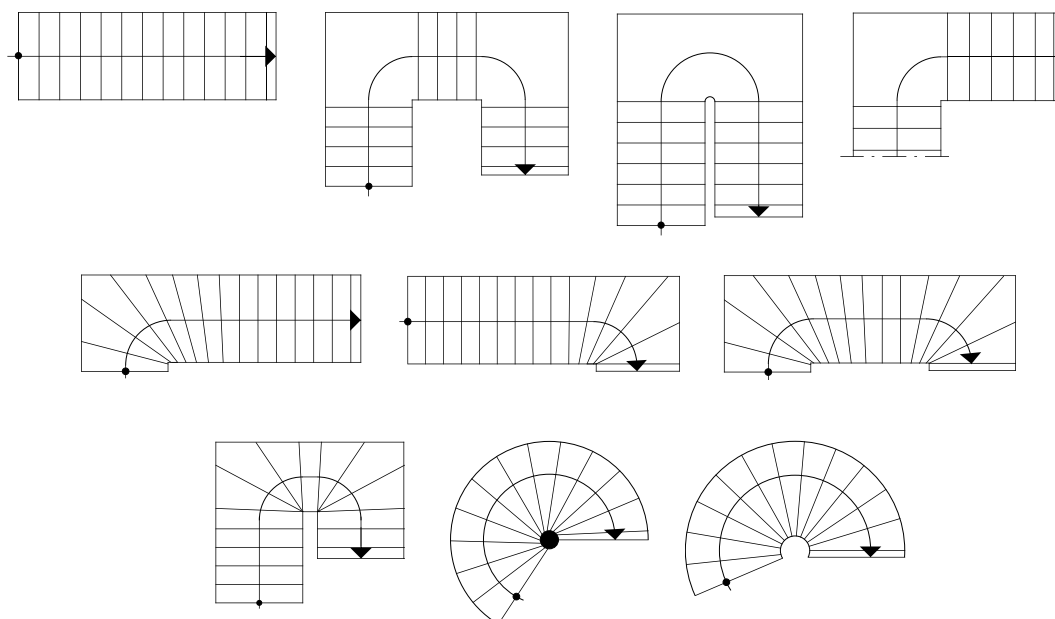
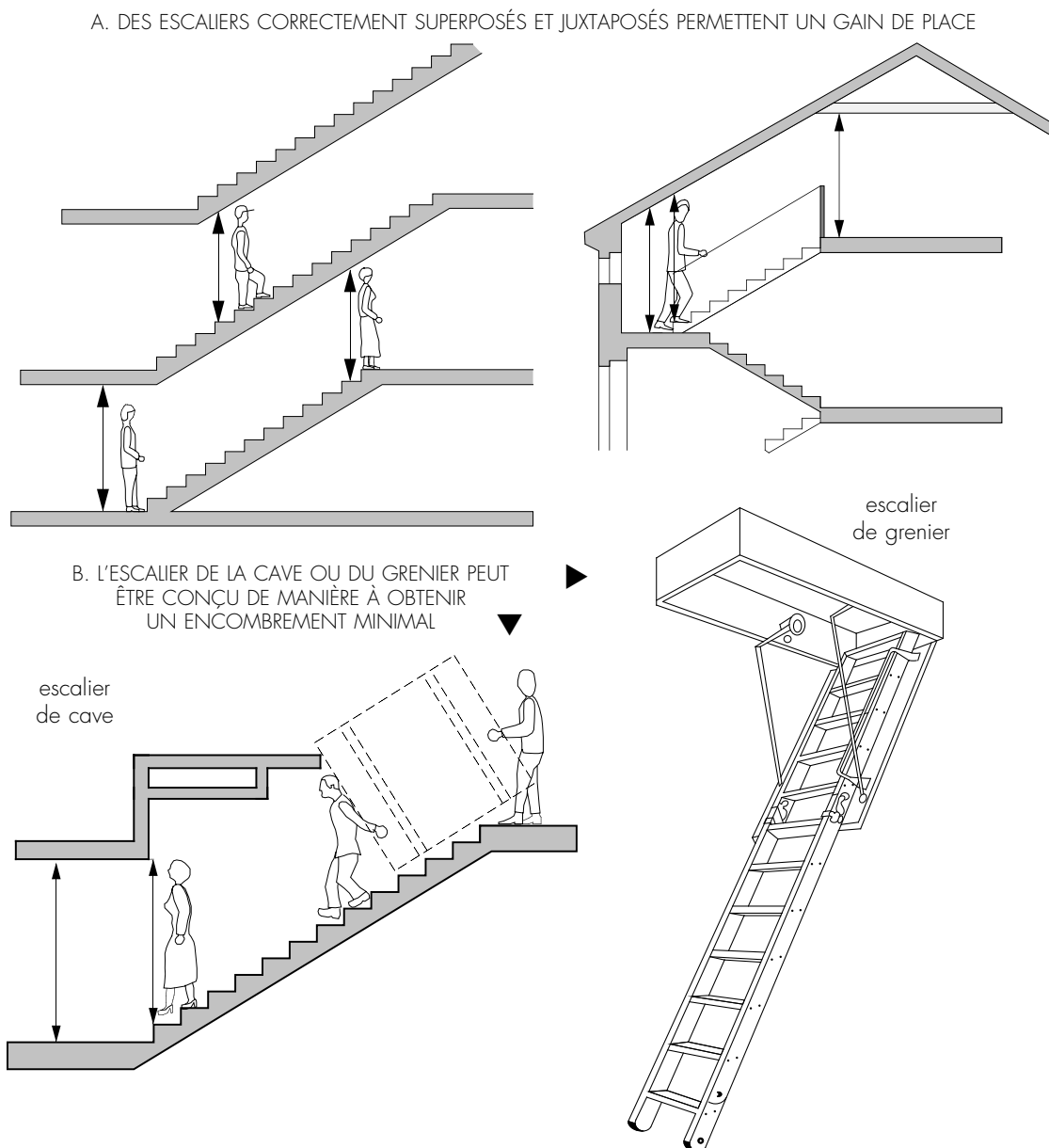


Fig. 15 Emplacement de l'escalier dans le bâtiment.

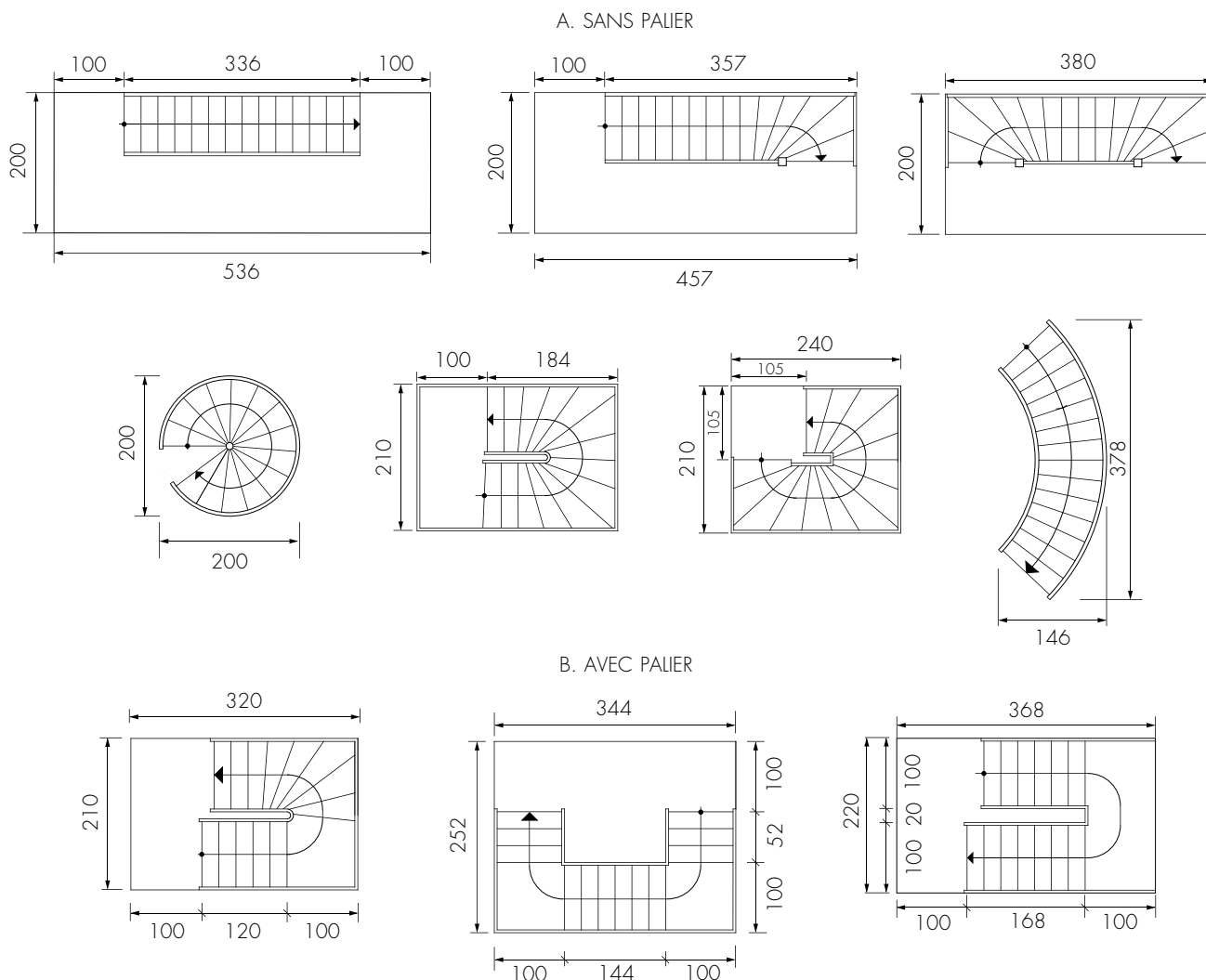


On peut réduire l'étendue de l'escalier en prévoyant un quartier tournant (avec ou sans palier) au départ ou à l'arrivée. L'escalier demi-tournant permet de rapprocher le départ et l'arrivée, qui sont pratiquement superposés.

L'inclinaison de l'escalier est également une donnée importante du projet. Si les escaliers raides occupent le moins d'espace, ils sont aussi les moins sûrs. Le modèle le plus compact est l'escalier à noyau. En revanche, l'escalier tournant demande beaucoup d'espace.

La figure 16 (selon Neufert [40]) illustre l'encombrement (surface, dimensions) de divers types d'escaliers avec ou sans paliers, mais présentant tous une hauteur de marche, un giron, un emmarchement et un nombre de marches identiques.

Fig. 16 Encombrement de divers types d'escaliers (15 marches, $H : 180 \text{ mm}$, $G : 240 \text{ mm}$, emmarchement : 1 m , hauteur de l'étage : $2,70 \text{ m}$).



1.3.2 ESPACE DISPONIBLE

On peut définir la forme de l'escalier en fonction des paramètres suivants :

- ◆ la hauteur entre étages (d'un plancher à l'autre), qui détermine le nombre de marches et donc la nécessité de prévoir ou non un palier (voir § 2.4.2.1, p. 31)
- ◆ un giron suffisant et un module de pas compris entre 570 et 630 mm, deux éléments essentiels à la praticabilité de l'escalier (voir §§ 2.4.2.3 et 2.4.2.4, pp. 33 à 35)
- ◆ la pente maximale de l'escalier, qui peut éventuellement être imposée (§ 2.4.2.8, p. 37)
- ◆ l'échappée et la longueur disponible : le module de pas et le nombre de marches sont choisis de telle manière que l'échappée sur tout le trajet de l'escalier (valeur recommandée : $2,10 \text{ m}$) et l'espace disponible en longueur soient suffisamment grands (cf. § 4.1.4, p. 55)
- ◆ la largeur minimum nécessaire pour l'escalier (cf. §§ 2.2.2, p. 27, et 2.4.2.10, p. 41)
- ◆ la forme de l'escalier, qui détermine l'espace nécessaire, la grandeur de la trémie d'étage, ...
- ◆ la longueur du palier, la méthode de balancement éventuel, divers détails constructifs, ...



2 EXIGENCES ESSENTIELLES

2.1 RÉSISTANCE MÉCANIQUE ET STABILITÉ

2.1.1 ENONCÉ DU PROBLÈME

Comme nous l'avons souligné en introduction, la résistance mécanique et la stabilité sont des exigences essentielles auxquelles doivent satisfaire les escaliers d'un bâtiment, selon les dispositions de la directive européenne "Produits de construction" et ses commentaires.

Il convient de distinguer :

- ◆ la stabilité de l'ensemble et la résistance mécanique de chacun des éléments constitutifs de l'escalier
- ◆ la résistance des éléments de l'escalier aux chocs d'objets durs et d'objets mous
- ◆ la résistance aux rayures et à l'usure des surfaces de circulation en bois
- ◆ les aspects de durabilité qui concernent la résistance mécanique et la stabilité.

2.1.2 PRESCRIPTIONS

2.1.2.1 STABILITÉ DE L'ENSEMBLE ET RÉSISTANCE MÉCANIQUE

La structure portante doit avoir une stabilité et une résistance mécanique lui permettant de résister, sans effets dommageables, aux actions qu'elle peut subir durant sa construction et son utilisation, que ce soit directement ou indirectement (par exemple, par l'intermédiaire des garde-corps). On se référera à cet effet aux prescriptions applicables aux constructions portantes et aux garde-corps, énoncées dans la Note d'information technique n° 196 relative aux balcons [7].

Dans un escalier, la structure portante est constituée par les limons et les paliers : ceux-ci transmettent le poids propre de l'escalier et les charges d'exploitation, exercées sur les marches et les garde-corps, aux appuis de départ et d'arrivée de l'escalier ainsi qu'aux ancrages muraux.

En ce qui concerne la structure portante, on tient compte de la pente de l'escalier : plus celle-ci est raide, plus la composante perpendiculaire aux limons augmente et plus la composante parallèle aux limons diminue (figure 17).

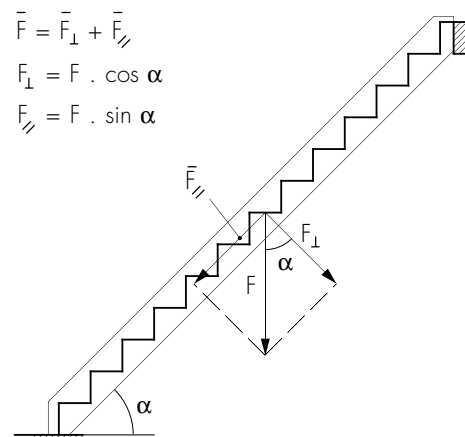


Fig. 17 Composantes de la charge en fonction de la pente de l'escalier α .

Les appuis et les ancrages des limons doivent reporter correctement les efforts de réaction sur les planchers des étages et sur les murs.

Pour la structure portante de l'escalier, il y a lieu de tenir compte des sollicitations suivantes :

- ◆ actions permanentes dues au poids propre (voir la norme NBN B 03-102 [17])
- ◆ charges d'exploitation (norme NBN B 03-103) [18], à savoir :
 - charges uniformément réparties, selon la destination de l'ouvrage :
 - ✧ escalier à usage privé : 3000 N/m²
 - ✧ escalier accessible au public : 4000 N/m²
 - ✧ escalier de tribune : 5000 N/m²
 - charge concentrée : 2000 N au minimum (ou davantage pour les locaux de la classe V) appliqués sur une surface de 0,05 x 0,05 m, indépendamment de la charge uniformément répartie.

SURFACE DE CIRCULATION

L'épaisseur des marches et des limons ainsi que leur assemblage avec les murs, les planchers, les paliers, garde-corps, poteaux, ... assurent la stabilité de l'escalier en fonction des charges d'exploitation prévisibles.

Le tableau 1 indique les valeurs recommandées pour l'épaisseur des marches.

Tableau 1 Epaisseurs recommandées des marches appuyées sur deux limons.

LONGUEUR DE LA MARCHE (m)	EPAISSEUR DE LA MARCHE (mm)
jusqu'à 0,8	35
jusqu'à 1,0	40
jusqu'à 1,2	45

GARDE-CORPS

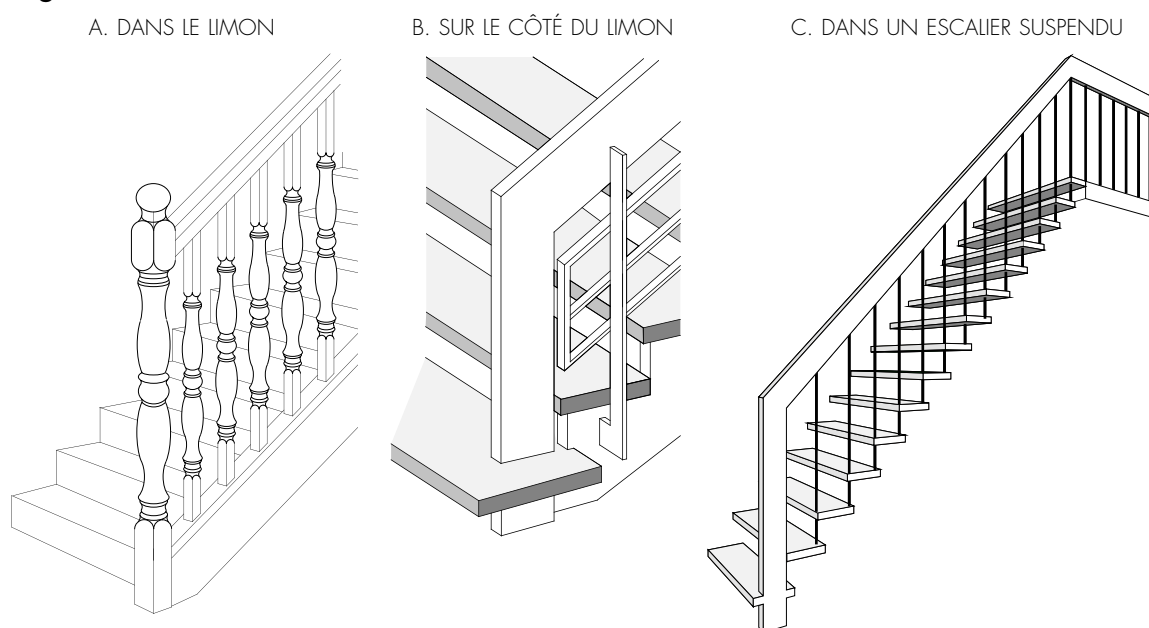
Le garde-corps doit résister aux sollicitations définies par les STS 54 (§ 12) [37]; le lecteur se référera à ce sujet à la NIT 196 déjà citée (§ 2.1.2.1 B) [7].

Les assemblages garde-corps/limon et/ou garde-corps/surface de circulation en particulier seront exécutés de manière à ce qu'ils puissent reprendre les sollicitations.

Plusieurs modes de fixation sont envisageables (figure 18, p. 22). Dans les escaliers où les marches sont encastrées dans les limons, les balustres sont fixés dans les limons. Dans le cas de limons sciés en crémaillère ou de limons libres, les garde-corps sont fixés sur la face supérieure des marches ou sur la face latérale des limons. Dans un escalier suspendu, le système de suspension fait souvent office de garde-corps.

Pour la mise en œuvre, on se reportera au chapitre 4 (p. 52) du présent document. Toute solution qui s'écarte de la pratique courante fera l'objet d'une étude particulière.

Fig. 18 Fixation des balustres.



2.1.2.2 RÉSISTANCE AUX CHOCS DE CORPS DURS ET DE CORPS MOUS

Les éléments de l'escalier (limons, marches, garde-corps, ...) et leurs fixations doivent résister aux charges dynamiques de sécurité (chocs) conformément aux STS 54 (§ 12.22) [37]. Pour plus de détails, on se référera au § 2.1.2.2 de la NIT 196 [7].

2.1.2.3 RÉSISTANCE DES SURFACES DE CIRCULATION À LA RAYURE ET À L'USURE

La résistance aux rayures et à l'usure des surfaces de circulation en bois (marches, paliers) est essentiellement déterminée par celle de la finition appliquée et par la dureté superficielle des surfaces sous-jacentes en bois.

Les bois couramment utilisés dans les escaliers sont repris au tableau 8 (p. 48). La masse volumique moyenne est un critère indicatif de la dureté superficielle du bois : en général, la dureté augmente pour une masse volumique croissante.

2.1.2.4 DURABILITÉ EN RAPPORT AVEC LA RÉSISTANCE MÉCANIQUE ET LA STABILITÉ

ESCALIERS EXTÉRIEURS

Tous les matériaux exposés à l'air libre doivent être résistants au gel; ils doivent en outre posséder une durabilité suffisante vis-à-vis du climat extérieur et des attaques éventuelles par des champignons et des insectes. Les recommandations en la matière sont décrites en détail au § 2.1.2.3 de la NIT 196 [7].

Lorsque la menuiserie intérieure est susceptible d'être attaquée par des insectes, il convient de traiter le bois au moyen d'un procédé de préservation B, ce qui implique l'emploi d'un produit B homologué (ABPB, Association belge pour la protection du bois). En ce qui concerne les escaliers, une attaque par des insectes n'est à craindre que dans certains cas :

- ◆ le lyctus (*Lyctus spp.*) peut attaquer l'aubier de certains feuillus (tels le chêne, l'orme, le méranti ou le lauan) contenant de grandes quantités d'amidon et dont le diamètre des vaisseaux est assez grand; les couches d'aubier présentes dans du multiplex peuvent également être attaquées par cet insecte
- ◆ la petite vrillette (*Anobium punctatum*) s'attaque surtout à l'aubier des résineux et des essences feuillues d'Europe; en général, le duramen n'est susceptible d'être attaqué que si le bois a été préalablement contaminé par un champignon, comme par exemple dans le cas de meubles, lambris et éléments anciens en contact avec des murs humides ou dans les endroits où l'air ambiant est humide en permanence
- ◆ le *Ptilinus pectinicornis* est un coléoptère relativement rare, connu pour creuser ses galeries dans du bois humide provenant de certains arbres indigènes comme le hêtre, l'orme, le charme ou l'érable; il s'attaque aux troncs abattus et au bois mis en œuvre en milieu humide. Dès que le bois est sec, tout danger d'une nouvelle attaque est écarté, les conditions étant devenues défavorables au développement de l'insecte.

2.2 SÉCURITÉ EN CAS D'INCENDIE

2.2.1 ENONCÉ DU PROBLÈME

L'auteur de projet prend les mesures nécessaires en vue d'assurer la sécurité du bâtiment en cas d'incendie et ce, en fonction de la hauteur de l'immeuble et des dispositions applicables en la matière. Ces dispositions consistent à prévoir des possibilités d'évacuation (implantation des chemins d'évacuation notamment) ainsi qu'un compartimentage judicieux. De telles mesures sont nécessaires pour permettre en cas d'incendie :

- ◆ d'évacuer le bâtiment dans les meilleurs délais
- ◆ de limiter les dégâts matériels
- ◆ d'assurer aux services d'incendie une intervention efficace et sans danger.

2.2.1.1 HAUTEUR 'h' D'UN IMMEUBLE

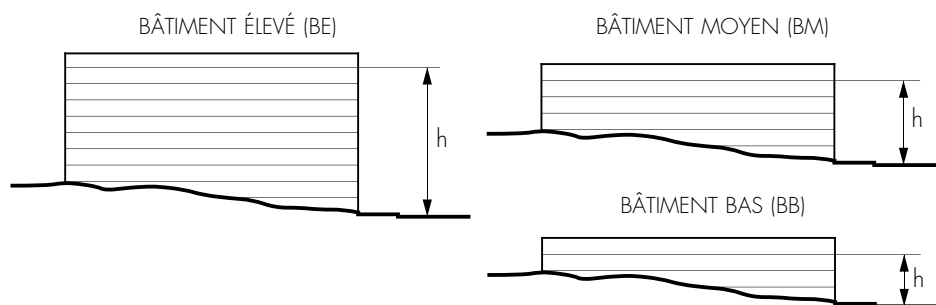
La hauteur 'h' d'un immeuble est définie conventionnellement comme la distance entre le niveau fini du plancher de l'étage le plus élevé et le niveau le plus bas des voies entourant le bâtiment et utilisables par les véhicules des services d'incendie (figure 19, p. 24). Lorsque la toiture ne comprend que des locaux à usage technique, ce niveau n'intervient pas dans le calcul de la hauteur.

Les bâtiments sont classés d'après leur hauteur comme indiqué au tableau 2. La plupart des maisons unifamiliales appartiennent à la catégorie des bâtiments bas.

Tableau 2 Classement des bâtiments selon leur hauteur.

TYPE DE BÂTIMENT	HAUTEUR DU BÂTIMENT
Bâtiments élevés (BE)	$h > 25 \text{ m}$
Bâtiments moyens (BM)	$10 \text{ m} \leq h \leq 25 \text{ m}$
Bâtiments bas (BB)	$h < 10 \text{ m}$

Fig. 19
Hauteur 'h'
d'un bâtiment.



2.2.1.2 EVACUATION

L'évacuation d'un bâtiment peut se faire par les voies prévues à cet effet, telles que couloirs, escaliers, paliers, sas, terrasses d'évacuation, portes, etc. Un chemin d'évacuation est une voie située à l'intérieur d'un bâtiment, présentant une pente de 10 % au maximum et donnant accès à une issue, une cage d'escalier ou une terrasse d'évacuation. Une terrasse d'évacuation est une voie située à l'extérieur du bâtiment, présentant une pente de 10 % au maximum et donnant accès à un escalier.

2.2.1.3 ESCALIERS

Les escaliers faisant dans certains cas fonction de voies d'évacuation, ils constituent un élément essentiel de la protection contre l'incendie.

De ce point de vue, les caractéristiques suivantes peuvent revêtir une certaine importance : largeur utile requise, hauteur des marches, giron et/ou pente de l'escalier, réaction au feu des matériaux mis en œuvre (§ 2.2.1.5) et stabilité au feu de l'escalier (voir § 2.2.1.4).

L'unité de passage est la largeur minimale requise pour le passage d'une personne. Elle est fixée par convention à 0,60 m. La largeur utile ' b_r ' d'un chemin d'évacuation est la largeur libre de tout obstacle jusqu'à une hauteur d'au moins 2 m. On ne tient pas compte toutefois des saillies formées sur les murs par les plinthes, les limons et les socles lorsqu'elles ne dépassent pas 0,10 m et qu'elles ne surplombent pas les marches ou le plancher de plus de 1 m. La même règle s'applique aux garde-corps.

Remarque : il convient de faire la distinction entre la notion de largeur utile ' b_r ' définie par la norme belge NBN S 21-201 [23] et l'AR du 7/7/94 [33], d'une part, et la largeur libre ' b_v ' telle que définie par la norme NBN NEN 3509 [25], d'autre part (voir à titre d'exemple la figure 21, p. 26, et la définition, p. 9).

La largeur utile théorique 'b_t' (en m) d'un chemin d'évacuation est définie par la relation :

$$b_t = a \left[\frac{n_p}{n} \right] \max. \quad (m)$$

dans laquelle

- ◆ 'n_p' est le nombre d'utilisateurs d'un compartiment quelconque desservi par le chemin d'évacuation
- ◆ 'n' est le nombre de cages d'escaliers ou d'escaliers donnant accès au compartiment
- ◆ $\left[\frac{n_p}{n} \right] \max.$ est la valeur maximale de $\frac{n_p}{n}$, compte tenu de tous les compartiments d'un même étage desservis par le chemin d'évacuation
- ◆ 'a' est un coefficient fictif de passage dépendant de la nature du chemin d'évacuation (voir tableau 3).

La largeur utile requise 'b_r' est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$b_r = \left\{ \text{int} \left[\frac{b_t}{0,60} \right] + 1 \right\} \times 0,60 \quad (m)$$

dans laquelle le terme $\left\{ \text{int} \left[\frac{b_t}{0,60} \right] \right\}$

représente la valeur de $\frac{b_t}{0,60}$ arrondie

à l'unité inférieure.

Tableau 3 Valeurs de 'a' selon la nature du chemin d'évacuation.

NATURE DU CHEMIN D'ÉVACUATION	a (en m)
Chemin d'évacuation, porte, terrasse d'évacuation et chemin d'accès en pente	0,01
Escalier descendant vers les issues	0,0125
Escalier montant vers les issues	0,02

La largeur utile requise pour les chemins d'évacuation est au minimum de 0,80 m (voir § 2.2.2.2, p. 27).

Un niveau d'évacuation ou niveau E comporte une ou plusieurs issues permettant une évacuation à l'extérieur. Les issues en question débouchent sur la voie publique ou sur un lieu donnant accès à la voie publique. Dans un bâtiment comportant plusieurs niveaux d'évacuation, on a :

- ◆ Ei, le niveau d'évacuation inférieur
- ◆ Es, le niveau d'évacuation supérieur.

La largeur totale de la voie publique et/ou du lieu d'évacuation communiquant avec les chemins d'évacuation du bâtiment ne peut être inférieure à la largeur utile totale requise pour les chemins d'évacuation.

EXEMPLE

Un des étages d'un immeuble de bureaux comporte quatre compartiments d'une surface 'S', desservis par deux cages d'escaliers permettant de descendre vers les issues (voir figure 20), l'un des compartiments (n° 1) étant un local à destination particulière (salle de réunion de 100 personnes, n_r = 100); pour les autres compartiments, n_p = $\frac{S}{10}$:

COMPARTIMENT	S (m ²)	n _p	n	$\frac{n_p}{n}$
1	400	n _r = 100	2	50
2	400	40	1	40
3	50	5	2	2,5
4	50	5	1	5
Surface totale :	900	maximum =		

Calculons la largeur utile requise 'b_r' :

$$b_t = a \left[\frac{n_p}{n} \right] \max. \quad (m)$$

$$b_t = 50 \times 0,0125 \text{ m}$$

$$b_t = 0,625 \text{ m}$$

$$b_r = \left\{ \text{int} \left[\frac{b_t}{0,60} \right] + 1 \right\} \times 0,60 \quad (m)$$

$$\frac{b_t}{0,60} = \frac{0,625}{0,60} = 1,04$$

$$\text{int} \left[\frac{b_t}{0,60} \right] = 1$$

$$b_r = \left\{ \text{int} \left[\frac{0,625}{0,60} \right] + 1 \right\} \times 0,60$$

$$b_r = 1,20 \text{ m.}$$

Fig. 20 Vue en plan de l'étage.

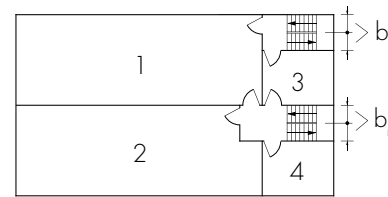


Fig. 21 Largeur utile requise 'b_r' et largeur libre 'b_v'.

Cette largeur utile requise 'b_r' est indiquée à la figure 21, parallèlement à la largeur libre 'b_v' telle que définie par la norme NBN NEN 3509 [25].

2.2.1.4 RÉSISTANCE AU FEU

La résistance au feu d'un élément de construction est le temps durant lequel il satisfait simultanément aux critères de stabilité, d'étanchéité aux flammes et d'isolation thermique. La résistance au feu d'un élément de construction est testée conformément à la norme NBN 713-020 [24].

En ce qui concerne les éléments ne remplissant pas une fonction séparative, tels les escaliers, seul le critère de stabilité au feu est pris en compte (voir tableau 4, p. 28).

2.2.1.5 RÉACTION AU FEU

La réaction au feu d'un matériau de construction est l'ensemble de ses propriétés qui ont un rapport avec l'influence qu'il peut avoir sur la naissance et le développement d'un incendie.

Outre la classe des matériaux ininflammables A0 (plâtre, béton, maçonnerie, ...), on distingue quatre classes de réaction au feu :

- ◆ A1 : difficilement inflammable
- ◆ A2 : moyennement inflammable
- ◆ A3 : inflammable
- ◆ A4 : facilement inflammable.

2.2.2 PRESCRIPTIONS

2.2.2.1 RÈGLES DE BASE

L'arrêté royal du 7 juillet 1994 [33] définit les règles de base en matière de prévention des incendies et des explosions dans les nouveaux bâtiments. Dans certains cas, ces prescriptions sont complétées par des dispositions communautaires et/ou régionales et éventuellement par des règlements communaux.

Les annexes techniques de l'arrêté sont essentiellement basées sur les normes en vigueur de la série NBN S 21 [22]. Les textes ayant été dépouillés des prescriptions spécifiques applicables à certaines catégories de bâtiments (immeubles de bureaux, immeubles à appartements, etc.), l'arrêté définit un cadre général auquel tous les bâtiments doivent satisfaire. Il inclut en outre, dans la réglementation, les bâtiments bas ($h < 10$ m).

L'arrêté s'applique à tous les immeubles neufs quelle que soit leur destination, à l'exception toutefois de ceux qui présentent un risque d'incendie réduit, notamment les maisons unifamiliales.

2.2.2.2 SYNTHÈSE DES PRESCRIPTIONS APPLICABLES AUX ESCALIERS INTÉRIEURS

Le tableau 4 (p. 28) donne un bref aperçu des dispositions applicables aux escaliers intérieurs faisant fonction de chemins d'évacuation en cas d'incendie. Les prescriptions sont valables pour tous les bâtiments, à l'exception des maisons unifamiliales.

La conception et la mise en œuvre des escaliers intérieurs doivent en outre répondre à un certain nombre d'exigences minimales complémentaires, à savoir :

- ◆ giron : $G = 200$ mm minimum en tout point
- ◆ hauteur des marches : $H = 180$ mm maximum
- ◆ pente : maximum 75 % (angle maximum d'inclinaison $\alpha = 37^\circ$)
- ◆ largeur utile : au moins 0,8 m, sans être inférieure à la largeur utile requise calculée selon l'annexe technique n° 1 de l'AR du 07/07/1994.

Tableau 4 Dispositions applicables, selon la hauteur du bâtiment, aux escaliers intérieurs faisant fonction de chemins d'évacuation en cas d'incendie.

CRITÈRE	BÂTIMENT BAS $h < 10$ m	BÂTIMENT MOYEN $10 \leq h \leq 25$ m	BÂTIMENT ÉLEVÉ $h > 25$ m
Stabilité au feu	1/2 h	1 h	1 h
Contremarches	–	massives	massives
Type d'escalier	– escalier droit – escalier tournant à marches balancées avec $G = 240$ mm min. sur la ligne de foulée et 200 mm minimum en tout autre point	– escalier droit – escalier tournant à marches balancées avec $G = 240$ mm min. sur la ligne de foulée et 200 mm minimum en tout autre point	escalier droit
Palier	–	l'ouverture de la porte ne peut pas réduire la largeur utile	l'ouverture de la porte ne peut pas réduire la largeur utile
Réaction au feu du revêtement de sol	–	A2	A2
Réaction au feu des revêtements muraux	–	A1	A1

La largeur utile des volées d'escaliers et des paliers de la cage d'escalier d'un même compartiment ne peut s'écarter de plus d'une unité de passage. Les escaliers sont pourvus de garde-corps de part et d'autre. Toutefois, un seul garde-corps peut suffire dans les escaliers dont la largeur utile est inférieure à 1,2 m, pour autant qu'il n'y ait aucun risque de chute.

Les exigences relatives à la hauteur des marches, au giron et à la pente de l'escalier imposent des restrictions quant au choix de ces paramètres. Le tableau 5 illustre les combinaisons possibles entre hauteur de marche (H) et giron (G), compte tenu des critères imposés et de l'exigence $570 \leq M \leq 630$ mm (voir § 2.4.2.3, p. 33).

Tableau 5 Module du pas 'M' (en mm) en fonction de 'H' et de 'G', compte tenu des critères imposés [33] : $H \leq 180$ mm, $G \geq 200$ mm, angle d'inclinaison $\alpha \leq 37^\circ$.

H (mm)	G (mm)														
	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300
180	–	–	600	605	610	615	620	625	630	–	–	–	–	–	–
175	–	585	590	595	600	605	610	615	620	625	630	–	–	–	–
170	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615	620	625	630	–	–
165	–	–	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615	620	625	630
160	–	–	–	–	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615	620
155	–	–	–	–	–	–	570	575	580	585	590	595	600	605	610
150	–	–	–	–	–	–	–	–	570	575	580	585	590	595	600

2.3 HYGIÈNE, SANTÉ ET ENVIRONNEMENT

2.3.1 ENONCÉ DU PROBLÈME

L'exigence traite des formes de pollution et d'émission de substances polluantes susceptibles de provoquer des effets néfastes et indésirables pour la santé, allant de la gêne à l'affection grave en passant par l'irritation, ainsi que pour l'environnement. Les prescriptions portent sur :

- ◆ la qualité de l'air : présence ou émission de gaz, de particules ou de fibres présentant des risques de toxicité ou un danger pour la santé et pouvant être dégagés par les matériaux de construction mis en œuvre ou par les produits de préservation et de finition du bois ou du métal
- ◆ l'application d'un procédé approprié de préservation du bois permettant d'éviter la propagation des champignons et des insectes dans le bâtiment
- ◆ la prévention des infiltrations d'eau et des ponts thermiques, qui, associée à une ventilation correcte des locaux, est de nature à éviter une accumulation d'humidité sur les surfaces en présence (facteur important dans les espaces mal ventilés situés sous des escaliers de caves fermés) et donc la formation de moisissures superficielles, une contamination par des champignons ou des attaques d'insectes (voir aussi § 2.3.2).

2.3.2 PRESCRIPTIONS

Les machines à bois utilisées en atelier doivent être équipées d'un dispositif d'aspiration approprié, en particulier lorsque l'espèce travaillée est susceptible de dégager des poussières irritantes pour les muqueuses et/ou la peau ou de provoquer des allergies.

Si le cahier des charges prescrit l'emploi de produits de préservation (procédé A3 et produits C pour les escaliers extérieurs, procédé B pour les escaliers intérieurs), on veillera à utiliser de préférence :

- ◆ des produits couverts par un agrément technique, qui garantissent une efficacité maximale du procédé et du produit (voir plus loin), afin de limiter autant que possible le risque éventuel d'effets néfastes sur la santé et sur l'environnement :
 - l'autorisation de vente délivrée par le ministère de la Santé publique réglemente les produits selon leur toxicité et leur éco-toxicité
 - une homologation de l'Association belge pour la protection du bois (ABPB) garantit l'effet fongicide et/ou insecticide du procédé, selon la classe de risque auquel le bois est exposé (STS 04 [34]), et son efficacité dans le temps quant au risque d'exsudation du produit
 - l'agrément technique (ATG) octroyé par l'Union belge pour l'agrément technique dans la construction (UBAtc) assure une utilisation correcte du produit selon la destination et les performances requises
- ◆ des produits à base d'eau plutôt que des produits à base de solvants organiques, afin de limiter l'émission de ces substances dans l'atmosphère.

Il conviendra en outre de respecter les dosages prescrits et de ventiler les locaux pendant une période suffisamment longue après la pose d'éléments en bois traité.

La finition des menuiseries intérieures est réalisée au moyen de vernis, de cire ou de peinture; lorsqu'aucune protection insecticide du bois n'est exigée (voir § 2.1.2, p. 20), l'utilisation de produits C comme finition transparente est déconseillée en raison de leur teneur en biocides.

2.4 SÉCURITÉ D'UTILISATION

2.4.1 ENONCÉ DU PROBLÈME

L'exigence traite des risques inacceptables susceptibles d'entraîner, pour les personnes qui se trouvent dans un escalier ou à proximité d'un escalier, des dommages corporels graves et immédiats, dus plus particulièrement :

- ◆ aux chutes par glissade ou par trébuchement, ou aux différences brusques de niveau (sécurité de la marche, hauteur du garde-corps, etc.)
- ◆ au défaut de résistance des différents éléments de l'escalier vis-à-vis des chocs provoqués par les chutes (cf. § 2.1.2.2, p. 22)
- ◆ à des heurts (arêtes vives, rupture fragile, chutes de fragments, etc.)
- ◆ à l'électrocution et aux chocs électriques.

L'auteur de projet prendra les mesures propres à garantir la sécurité des utilisateurs. L'établissement des critères est basé sur un comportement raisonnable et responsable des utilisateurs ou, s'il s'agit d'enfants, des personnes chargées de veiller à leur sécurité.

Vu la complexité des mesures envisageables et en l'absence de prescriptions belges définitives, la subdivision établie au § 2.4.2 est fondée sur les éléments de l'escalier ainsi que sur certaines dimensions et proportions spécifiques à sa construction. La sécurité d'utilisation est déterminée par :

- ◆ l'implantation de l'escalier dans le bâtiment et sa géométrie
- ◆ l'éclairage de la cage d'escalier
- ◆ le module du pas
- ◆ le choix de la hauteur des marches et de leur giron
- ◆ la taille du nez des marches
- ◆ la position de la ligne de foulée
- ◆ le balancement des marches
- ◆ la pente de l'escalier
- ◆ le garde-corps
- ◆ l'emmarchement et l'échappée
- ◆ les dimensions des paliers
- ◆ les caractéristiques de la surface de circulation.

2.4.2 PRESCRIPTIONS

Un escalier sûr est aisé à parcourir et est convenablement éclairé. Il doit en outre procurer un sentiment de sécurité lors de la marche. Pour élaborer les prescriptions du présent paragraphe, nous nous sommes basés sur la pratique courante des chantiers belges, en tenant

compte dans la mesure du possible des spécifications de la norme NBN NEN 3509 [25]. Les prescriptions relatives aux garde-corps proviennent essentiellement des STS 54 [37].

2.4.2.1 IMPLANTATION DE L'ESCALIER DANS LE BÂTIMENT ET GÉOMÉTRIE DE L'ESCALIER

L'escalier relie deux étages successifs et assure une communication aisée entre les pièces du bas et du haut de l'immeuble.

Un projet de bâtiment où la conception de l'escalier n'a pas été suffisamment étudiée, laissant par exemple trop peu d'espace à la réalisation d'un escalier confortable, est une source fréquente de différends ou de désordres.

L'auteur de projet tiendra compte du danger potentiel que représente, par exemple, un giron trop étroit lors de la descente de l'escalier, surtout lorsque les marches sont balancées (voir § 2.4.2.4, p. 33). C'est pour le même motif qu'un escalier ne peut présenter une pente trop raide (voir figure 27, p. 37).

L'escalier droit est le modèle le plus simple et en général le plus compact. L'escalier droit biais n'est appliqué que lorsque l'espace disponible pour la cage d'escalier est oblique (cf. figure 7B, p. 11) : toutes les marches sont parallèles entre elles, alors qu'elles se trouvent en oblique par rapport aux limons droits.

L'escalier oblique possède des limons droits et des marches obliques dont les nez ne sont pas parallèles entre eux. Il permet un gain d'espace, pour autant qu'une légère rotation du départ ou de l'arrivée par rapport aux limons droits suffise à assurer une jonction aisée avec les locaux du bas ou du haut (cf. figure 7C, p. 11) et à condition que la largeur utile de l'escalier ne soit pas réduite à hauteur de cette jonction. Un escalier oblique ne permet toutefois pas la même rotation par rapport aux limons droits qu'un escalier à quartier tournant (voir chapitre 5, p. 86).

Parmi tous les types d'escaliers, l'escalier à noyau est celui qui présente la forme la plus compacte; il possède toutefois l'inconvénient d'être relativement dangereux, vu son giron réduit du côté du noyau.

La combinaison de l'escalier droit et de l'escalier à noyau se retrouve dans l'escalier courant à quartier tournant. Ce type d'escalier est moins encombrant que l'escalier droit (cf. figure 16, p. 19) et est facile à parcourir si les marches sont correctement balancées (chapitre 5). Les marches de l'escalier oblique, tout comme celles de l'escalier à noyau ou de l'escalier tournant, sont également balancées afin d'améliorer la sécurité d'utilisation.

Les escaliers tournants peuvent être très confortables lorsqu'on dispose d'un espace suffisant. Certaines cages d'escalier ont une forme cylindrique ou ovale (cf. fig. 10, p. 12).

Pour les immeubles commerciaux, le RGPT [32] stipule que les escaliers ne peuvent comporter d'éléments courbes (ce qui exclut donc l'usage des escaliers tournants et à noyau). Ils doivent en outre être divisés par des paliers de telle sorte qu'une volée d'escalier ne compte pas plus de 17 marches (voir § 2.4.2.12, p. 42). Enfin, ils doivent posséder des contremarches pleines; les escaliers ouverts ne sont donc pas autorisés.

On se reportera à ce sujet au § 2.2.2 (p. 27) relatif à la sécurité des escaliers en cas d'incendie. L'AR du 7/7/94 [33] précise en effet que les escaliers tournants et incurvés sont autorisés en tant que chemins d'évacuation dans les immeubles bas et moyens, à condition de satisfaire à chacune des conditions suivantes :

- ◆ les marches doivent être balancées
- ◆ le giron mesuré sur la ligne de foulée est au minimum de 240 mm
- ◆ en aucun point de la marche, le giron ne peut être inférieur à 200 mm.

En ce qui concerne les contremarches, l'arrêté ne prévoit aucune disposition pour les immeubles bas; il nous semble cependant logique d'exiger à tout le moins un escalier de type fermé, eu égard à la protection contre l'incendie.

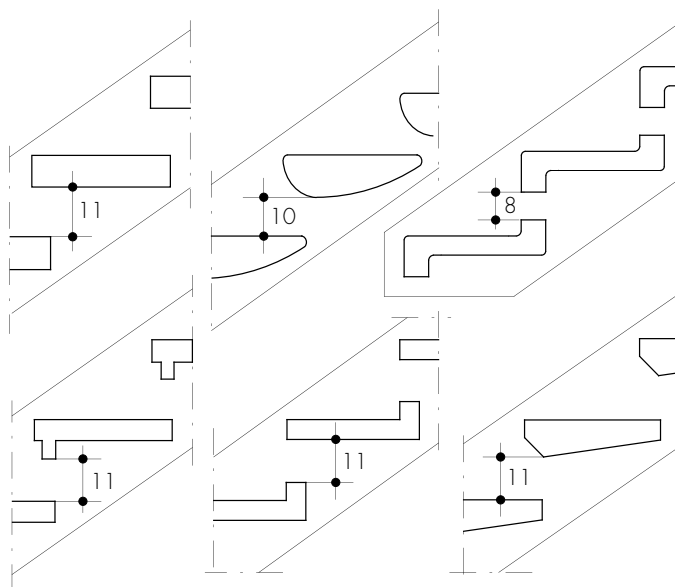
2.4.2.2 ECLAIRAGE DE LA CAGE D'ESCALIER

Une bonne visibilité contribue à assurer la sécurité dans un escalier. Bien que ce critère puisse difficilement s'exprimer par le biais d'une prescription, il est souhaitable de tenir compte, dès le stade du projet et lors du choix du type d'escalier, de l'incidence lumineuse dans la cage d'escalier.

L'éclairage des escaliers fermés encoissés dans une cage peut être amélioré par un accroissement du jour.

Les escaliers ouverts sont plus lumineux, mais ils sont dangereux pour certains utilisateurs (comme les enfants) ou créent un sentiment d'insécurité lors de la montée (personnes âgées, par exemple). De plus, dans les bâtiments publics, les hôpitaux et les écoles en particulier, le risque de chute de récipients en verre ou d'autres objets durs est accru en raison du vide laissé entre les marches.

On peut remédier dans une certaine mesure à ces inconvénients en réduisant l'espace entre deux marches successives et en plaçant une demi-contremarche ou en réalisant un bord relevé à l'arrière des marches (figure 22).



Une nette démarcation (contraste de couleurs, par exemple) à la transition du plancher et de l'escalier constitue une précaution supplémentaire.

Une petite succession de marches servant à relier des pièces situées à des niveaux différents est également à considérer comme escalier. Afin de signaler le danger que peut présenter une telle dénivellation dans un bâtiment public, ces marches sont exécutées ou parachevées de préférence dans une teinte qui tranche par rapport au cadre environnant.

2.4.2.3 MODULE DU PAS

Les dimensions des différents éléments d'un escalier ne sont pas choisies au hasard, mais résultent d'un calcul visant à garantir à l'utilisateur un maximum de confort et de sécurité.

Les pas d'une personne normale circulant sur une surface horizontale ont une longueur d'environ 0,60 m. Plus la surface tend à s'incliner, plus la longueur des pas diminue.

Ces principes sont à la base du rapport entre la hauteur de marche (H) et le giron (G), préconisé pour la conception d'un escalier facilement praticable, soit :

$$2 H + G = 600 \pm 30 \text{ mm.}$$

Ce rapport, parfois appelé module ou valeur du pas (M), varie donc en principe entre 570 et 630 mm. Il permet de définir, pour une hauteur d'étage et un nombre de marches déterminés, la hauteur des marches, le giron et la pente de l'escalier. A module de pas égal, lorsque le giron diminue, la hauteur de la marche augmente et vice-versa.

Dans la mesure du possible, l'escalier tiendra compte, dans ses plans d'exécution, du module de pas idéal défini plus haut. Le choix de la hauteur et du nombre de marches ainsi que du module de pas détermine en effet l'espace que l'escalier occupera dans le bâtiment.

En l'absence de telles données, l'exécutant à pied d'œuvre se verra forcé de s'adapter tant bien que mal à la situation des lieux, au risque parfois de ne pouvoir respecter les proportions idéales et de devoir appliquer des règles de calcul hors normes pour aboutir à une solution correcte dans le contexte qui lui est imposé. En tout état de cause, la hauteur de marche et le giron auront une valeur aussi proche que possible du module idéal. Le giron est mesuré sur la ligne de foulée. Si l'escalier comporte plusieurs volées, ceci s'applique également à chacune d'entre elles.

Dans le cas d'un escalier peu utilisé, le module du pas pourra s'écarter davantage des valeurs recommandées ci-avant. Ainsi, l'escalier d'un grenier, par exemple, aura un giron plus court et sera plus raide qu'un escalier assurant une fonction centrale dans le bâtiment.

Enfin, pour des raisons de sécurité, les escaliers servant de voies d'évacuation font l'objet de certaines restrictions (cf. § 2.2.2, p. 27).

2.4.2.4 DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DES MARCHES ET DE LEUR GIRON

Le choix judicieux, selon l'espace disponible, de la hauteur des marches et de leur giron facilite le parcours de l'escalier et diminue le risque de chutes, en particulier à la descente. Un giron suffisamment grand offre une bonne surface d'appui pour le pied et permet de descendre l'escalier sans risquer de glisser sur le nez des marches.

De plus, le balancement correct des marches (voir chapitre 5) améliorera encore l'aisance du déplacement.

En principe, toutes les marches d'un escalier ont la même hauteur; dans le cas contraire, l'écart doit porter de préférence sur la marche de départ. La norme française NF P 01-011 [1] envisage la répartition des écarts éventuels dans la hauteur des marches sous un angle un peu différent : l'écart ne peut s'élever à plus de 6 mm et ne peut en outre dépasser 3 mm entre deux marches successives.

Selon la norme NBN NEN 3509, toutes les marches d'un escalier doivent avoir le même giron et la même hauteur, avec une tolérance de 2 mm maximum.

On peut considérer que le choix de la hauteur des marches, du giron, du nombre de marches, de la largeur de l'escalier, de sa géométrie et des paliers à prévoir éventuellement (voir § 2.4.2.12, p. 42) dépendra des facteurs suivants :

- ◆ la hauteur d'étage à franchir (d'un plancher à l'autre), c'est-à-dire la somme des hauteurs de marches ou hauteur totale
- ◆ l'espace disponible : longueur disponible (étendue de l'escalier) et hauteur de passage (ou échappée); la formule de calcul du module de pas n'est applicable que si l'espace disponible est suffisant; dans le cas contraire, il y a lieu d'utiliser des valeurs aussi proches que possible de cette relation. Les escaliers à vis, c'est-à-dire les moins encombrants, ont un giron d'au moins 100 mm à une distance de 150 mm du noyau
- ◆ la destination du bâtiment : dans les bâtiments publics, par exemple, les escaliers sont souvent moins raides que dans les habitations. Le RGPT [32] prévoit une hauteur de marche de 170 mm au maximum, pour une largeur d'au moins 300 mm; étant donné que le nez des marches ne peut dépasser 50 mm (voir § 2.4.2.5, p. 35), cela signifie que le giron doit avoir au moins 250 mm pour un nez de 50 mm
- ◆ l'utilisation de l'escalier comme voie d'évacuation en cas d'incendie : comme précisé au § 2.2 (p. 23), dans tous les bâtiments, sauf les maisons unifamiliales, la hauteur des marches ne peut dépasser 180 mm et leur giron ne peut en aucun point de la marche être inférieur à 200 mm; de plus, l'angle d'inclinaison maximum autorisé de 37° limite encore davantage la gamme des combinaisons possibles entre la hauteur des marches et leur giron (cf. tableau 5, p. 28).

Le tableau 6 indique quelques dimensions courantes pour la hauteur des marches et leur giron, en fonction de la destination du bâtiment et de l'utilisation de l'escalier.

Pour des maisons d'habitation disposant de peu d'espace pour le passage de l'escalier, les dimensions courantes de la hauteur des marches et du giron sont, par exemple, de 175/240 ou 185/220. Les escaliers à vis possèdent généralement entre 12 et 20 marches ayant une hauteur de 180 à 200 mm et formant des triangles.

Tableau 6 Dimensions courantes pour la hauteur des marches et le giron (en mm).

TYPE D'ESCALIER	HAUTEUR DE MARCHE	GIRON
Escalier de bâtiments publics	160 - 170	250 - 280
Escalier central d'un immeuble d'habitation	170 - 190	200 - 260
Escalier de cave ou de comble	180 - 200	180 - 240
Echelle de meunier, escalier de tour	220 - 230	140 - 160

Lorsque le cahier des charges stipule des dimensions ou des proportions très éloignées des valeurs du tableau 6, l'entrepreneur de menuiserie informera l'architecte et/ou le maître d'ouvrage des éventuelles difficultés qui pourraient en découler.

2.4.2.5 NEZ DES MARCHES

Pour faciliter le parcours de l'escalier, les marches sont superposées de façon à former saillie sur le nu de la contremarche; cette saillie est appelée *nez de marche*. La figure 23 représente des marches avec et sans nez.

Tableau 7 Grandeur du nez de marche en fonction du giron [25].

GIRON (G) (mm)	NEZ (mm)
$G < 190$	≤ 50
$190 \leq G < 210$	≤ 40
$210 \leq G < 240$	≥ 30

Dans un escalier courant, la grandeur du nez est fonction de celle du giron au droit de la ligne de foulée (tableau 7).

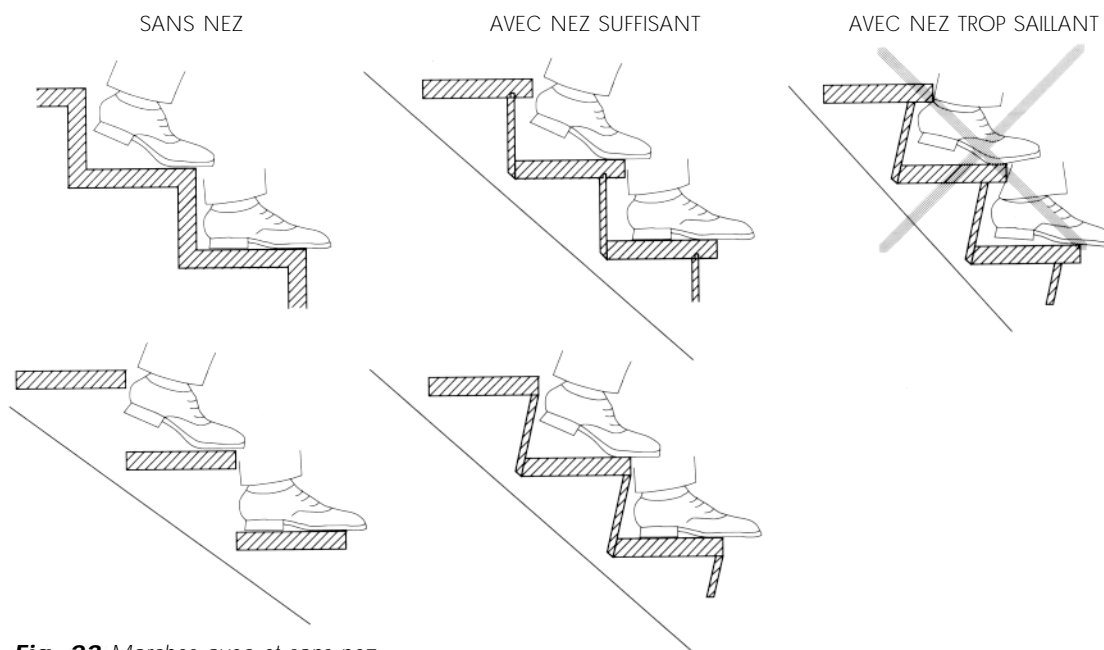


Fig. 23 Marches avec et sans nez.

Selon les dispositions du RGPT, le nez des marches ne peut excéder 50 mm. Dans un escalier très raide (hauteur de marche ≥ 200 mm), un nez de marche trop important constitue un danger, car le pied peut y rester accroché lors de la montée (figure 24).

Le nez de marche empêche également le talon de buter sur la contremarche lors de la descente (figure 25, p. 36).

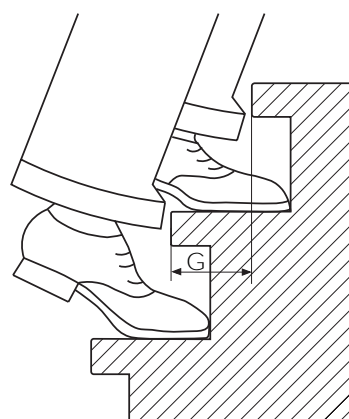


Fig. 24 Risque de trébuchement dans un escalier très raide dont les nez de marches sont trop saillants.

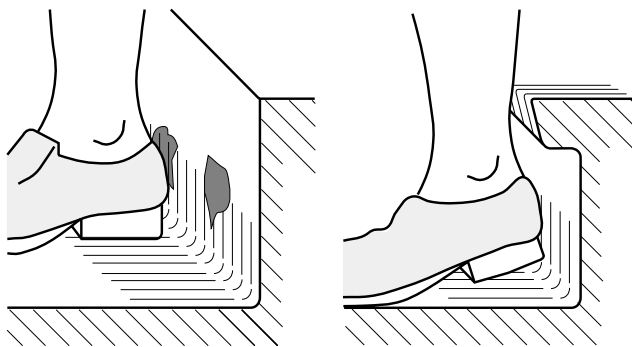
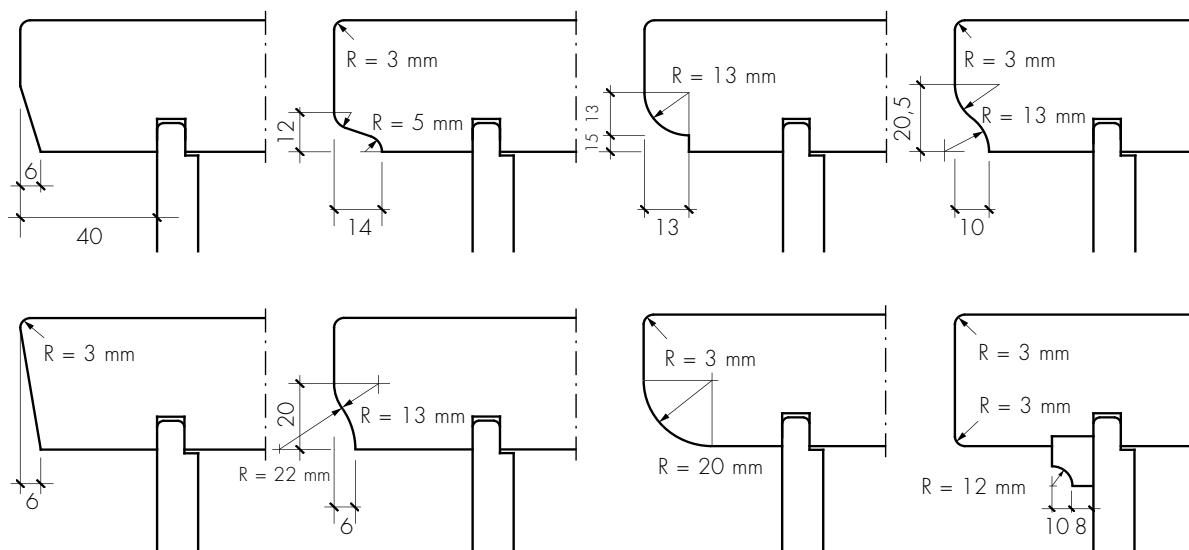


Fig. 25 Emplacement du pied sur une marche avec ou sans nez, lors de la descente d'un escalier.

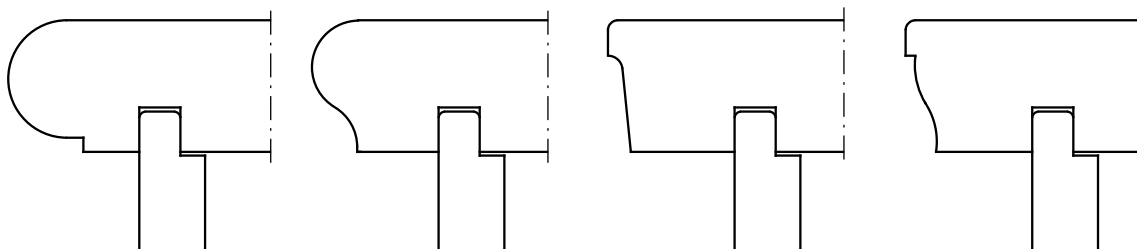
La face supérieure de la marche est horizontale. Le nez est chanfreiné de part et d'autre de chaque marche (rayon de courbure de 3 à 8 mm) et peut être profilé dans la moitié inférieure de la marche (voir figure 26).

Fig. 26 Nez de marche profilés.

A. PROFILÉS CORRECTS



B. PROFILÉS INCORRECTS



2.4.2.6 LIGNE DE FOULÉE

La position de la ligne de foulée est mesurée à partir du bord intérieur de la zone de rampe (ou à partir du noyau pour les escaliers à noyau). Dans un escalier comportant deux rampes principales, la ligne de foulée se situe au centre de l'escalier, quelle que soit sa forme (escalier droit, tournant ou à noyau). Lorsqu'il n'y a qu'une seule rampe principale, la position de la ligne de foulée dépend de la forme et de la largeur de l'escalier :

- ◆ au centre, dans les escaliers droits ou obliques, quelle que soit leur largeur
- ◆ dans les escaliers à noyau, les escaliers tournants et les escaliers à quart ou demi-tournant, à 0,4 m minimum et 0,6 m maximum du bord intérieur de la zone de rampe ou du noyau, et à 0,35 m minimum des rives extérieures des marches. Dans un escalier de moins de 0,75 m de large, la ligne de foulée se trouve au centre.

2.4.2.7 BALANCEMENT DES MARCHES

Le balancement correct des marches permet généralement d'améliorer la praticabilité des escaliers obliques, à noyau, tournants et à quartier tournant. Il existe différentes méthodes de balancement; les principales d'entre elles sont étudiées au chapitre 5 (p. 86).

2.4.2.8 PENTE DE L'ESCALIER

L'escalier courant présente un angle d'inclinaison situé entre 20 et 45°. La pente des escaliers servant de voies d'évacuation en cas d'incendie (cf. § 2.2.2, p. 27) ne peut excéder 37° (ceci ne concerne pas les maisons unifamiliales).

La pente permet d'établir une classification des escaliers, dont un exemple est présenté à la figure 27.

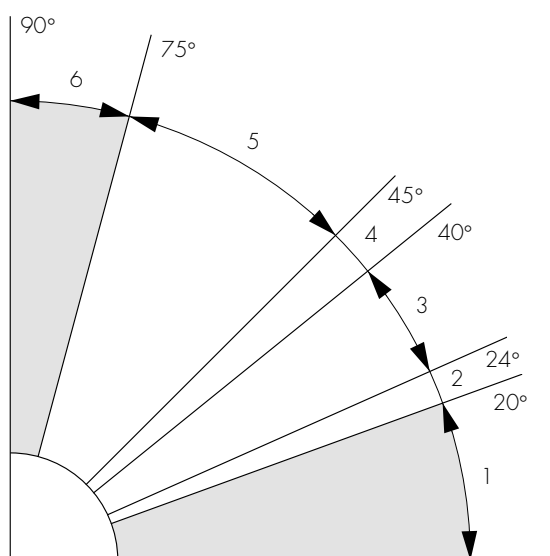


Fig. 27 Classification des escaliers selon leur pente (d'après Neufert) [40].

1. Plans inclinés
2. Escaliers ouverts
3. Escaliers d'habitations ($\pm 37^\circ$)
4. Escaliers raides (40 à 45°)
5. Escaliers de machines
6. Echelles

De par sa solidité et sa géométrie, le garde-corps assure généralement la sécurité des personnes contre les risques de chute. En ce qui concerne les exigences mécaniques posées au garde-corps, le lecteur se référera utilement à la Note d'information technique 196 [7].

Nous présentons ci-après un aperçu des principales spécifications applicables au garde-corps.

HAUTEUR ET FORME

Selon les dispositions des STS 54, la hauteur minimale de protection ' L_h ' du garde-corps dans une volée d'escalier, mesurée à l'aplomb du nez de marche jusqu'à la face supérieure de la main courante, s'élève à 0,90 m. Si le RGPT cite une hauteur minimale de 0,75 m pour la main courante, la dimension couramment rencontrée dans la pratique est de 0,80 m (figure 28).

La norme NBN NEN 3509 stipule qu'une balustrade longeant le jour de l'escalier doit se situer à 1 m au moins du niveau fini du plancher. A notre avis, il convient cependant de retenir la valeur de 0,90 m fixée par les STS 54 pour les garde-corps dans les volées d'escalier. On évite ainsi des problèmes éventuels lors de l'assemblage des mains courantes à la jonction entre la volée d'escalier et le palier, et vice-versa.

Les STS 54 précisent également que, dans les cas où l'on peut craindre des chutes de plus de 6 m dans le vide, la balustrade doit avoir une hauteur d'au moins 1,2 m. La norme NBN NEN 3509 prévoit la même hauteur du garde-corps pour des risques de chute d'une hauteur d'au moins 10 m.

Le garde-corps sera conçu de façon à empêcher que les enfants ne s'y coincent la tête ou n'escaladent la rambarde trop facilement (figure 29). C'est pourquoi l'ouverture maximale entre deux barreaux verticaux et entre éléments parallèles à la pente, mesurée perpendiculairement à cette dernière, est limitée à 110 mm.

Lorsque les éléments de remplissage du garde-corps ne sont pas situés dans le même plan que les montants ou dans le cas d'un garde-corps en fer forgé ou de forme complexe, les ouvertures entre éléments ne peuvent laisser passer une sphère de 110 mm de diamètre.

Remarque : les dimensions exigées dans la norme NBN NEN 3509 – ouvertures maximales de 100 mm dans la balustrade – nous semblent exagérées.

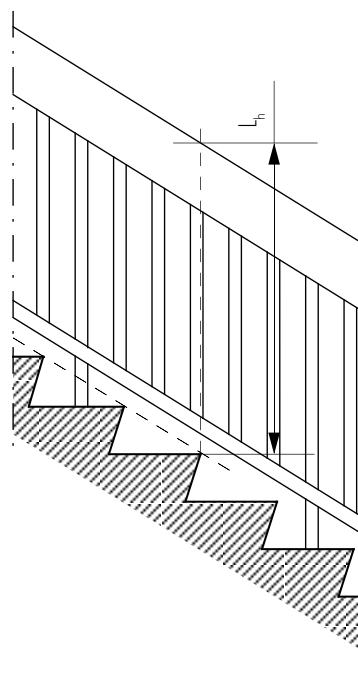
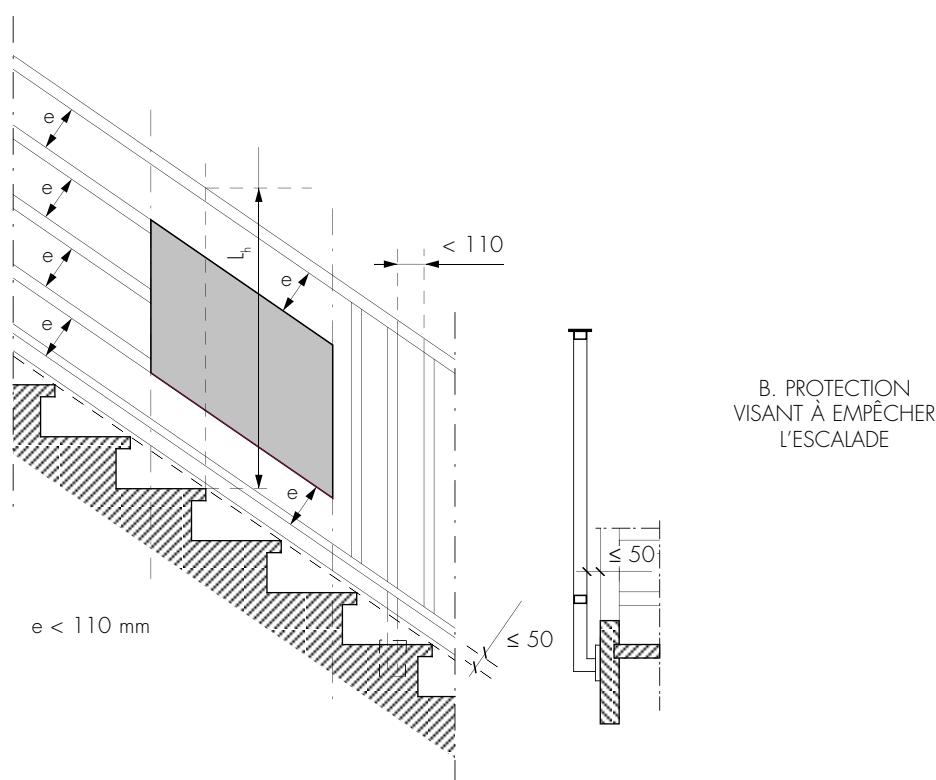
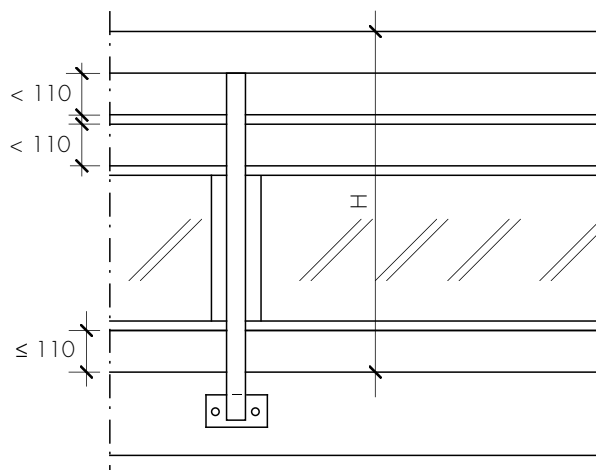


Fig. 28 Hauteur minimale du garde-corps.

Fig. 29 Règles de sécurité
(dimensions en mm).

A. PROTECTION VISANT À
EMPÊCHER LE BLOCAGE
DE LA TÊTE



B. PROTECTION
VISANT À EMPÊCHER
L'ESCALADE

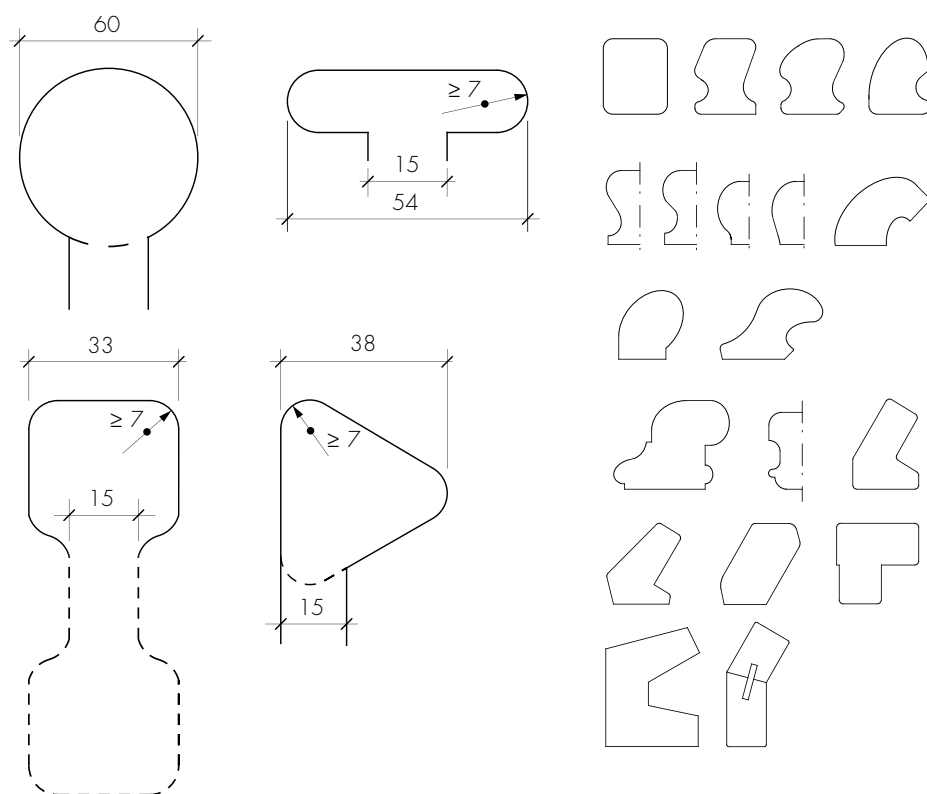
Pour empêcher le blocage des pieds, l'ouverture entre le limon et la lisse inférieure du garde-corps ne peut excéder 50 mm. La distance horizontale entre la partie la plus saillante de la volée d'escalier ou du palier et la lisse inférieure du garde-corps ne peut dépasser 50 mm (figure 29B).

En outre, l'espace libre entre le faux limon et le mur ne peut être supérieur à 50 mm.

MAIN COURANTE

Une main courante offrant une bonne prise diminue le risque d'accidents dans l'escalier. Selon la norme NBN NEN 3509, la largeur de la main courante ne peut dépasser 60 mm, le rayon de courbure de sa surface ne pouvant être inférieur à 7 mm. La figure 30 illustre quelques modèles qui répondent à ces exigences.

Fig. 30 Quelques profils de mains courantes.



RAMPE PRINCIPALE

La rampe principale est placée du côté du jour de l'escalier. Lorsqu'elle est fixée au mur, il y a lieu de ménager un espace d'au moins 40 mm entre la main courante et le parachèvement de la paroi, afin de permettre le passage libre de la main (figure 31). Pour la même raison, on laissera un espace suffisant dans les escaliers semi-tournants ou au droit d'un limon traînant.

SECONDE RAMPE

Le RGPT et l'arrêté royal du 07/07/94 prévoient la pose d'une seconde rampe, notamment dans les escaliers d'une largeur supérieure à 1,2 m. Un escalier suspendu ou présentant un risque de chute de part et d'autre de l'ouvrage est toujours pourvu de deux rampes principales.

Dans les immeubles commerciaux, les escaliers de plus de 2,40 m de large sont en outre scindés en deux parties ou plus, par une ou plusieurs rampes, de telle façon que la largeur de chacune des parties ne dépasse pas 2,40 m, sans être inférieure à 0,8 m [32].

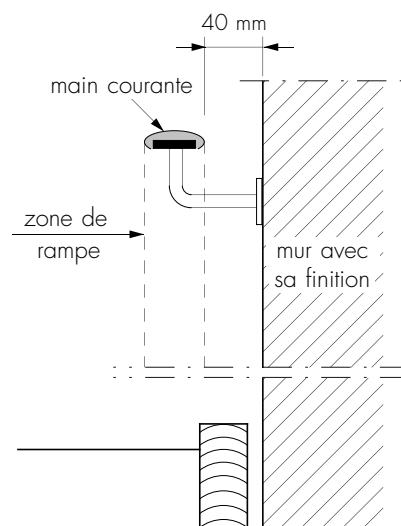


Fig. 31
Emplacement
de la main
courante.

Une seconde rampe est parfois souhaitable en fonction du type d'utilisateurs (personnes âgées ou handicapées). Dans ce cas, elle est prévue dès le stade du projet.

Dans un escalier de moins de 5 marches, le garde-corps n'est pas réellement indispensable mais néanmoins conseillé.

Le cas échéant, on peut placer, du côté du mur, une rampe adaptée à la taille des enfants; il s'agit dans ce cas d'une rampe supplémentaire de hauteur moindre que les autres (par exemple, 0,6 m au-dessus du nez des marches).

2.4.2.10 EMMARCHEMENT OU LARGEUR LIBRE

Pour des raisons de sécurité en cas d'incendie, les escaliers qui font partie des voies d'évacuation du bâtiment doivent avoir une largeur minimum calculée en fonction de l'occupation de l'immeuble (cf. § 2.2.2, p. 27). Une largeur utile requise 'b_r' de 0,80 m est un minimum absolu.

L'emmarchement (ou largeur libre) nécessaire au passage d'une personne est de 0,55 à 0,6 m, de façon à ce que les rampes puissent être atteintes aisément, même en cas de chute. Si l'escalier est plus large, les utilisateurs auront tendance à s'éloigner des rampes.

Dans une habitation, la largeur de l'escalier est généralement de 0,8 à 1 m; elle peut être moindre pour un escalier peu fréquenté, comme celui menant à la cave ou au grenier. Les escaliers étroits présentent évidemment l'inconvénient de rendre malaisé le transport d'objets encombrants.

Lorsque l'escalier est conçu pour un grand nombre d'utilisateurs, il y a lieu d'augmenter l'emmarchement, de façon à permettre le passage simultané de plusieurs personnes : un emmarchement de 1,2 m permet le passage aisé de deux personnes à la fois (figure 32).

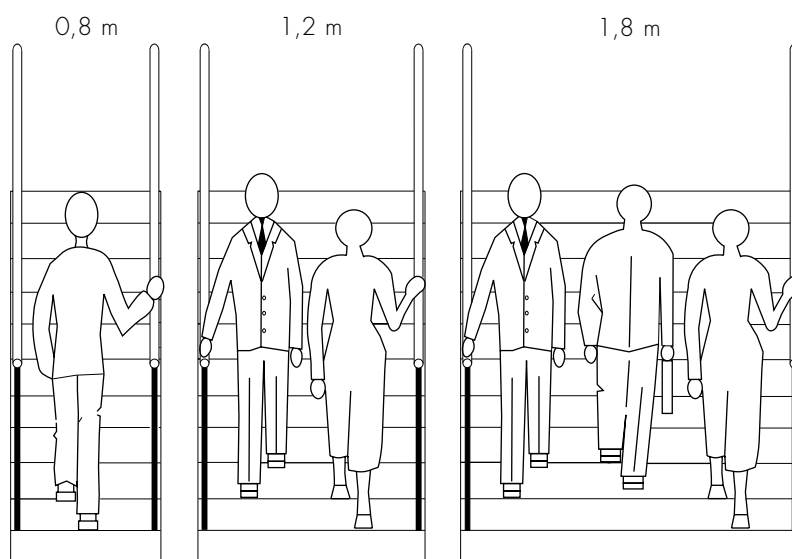


Fig. 32 Emmarchement selon le nombre d'utilisateurs (d'après Neufert) [40].

2.4.2.11 ECHAPPÉE

Pour éviter que les utilisateurs ne se heurtent aux éléments situés dans la partie supérieure de l'escalier, surtout lors de la descente, on prévoit une hauteur de passage minimale appelée *échappée*. Une descente aisée n'est possible que si le corps peut se mouvoir sans entrave au-dessus d'un plan déterminé par des lignes parallèles au nez des marches à une distance horizontale d'au moins 150 mm (figure 33). En principe, l'échappée doit être de l'ordre de 2,1 m au moins.



Fig. 33
Descente aisée d'un escalier.

2.4.2.12 PALIER

Pour pouvoir monter un escalier sans fatigue, on limite en général une volée à 17 marches au maximum [32]. Les escaliers comptant plus de 17 marches sont interrompus, selon le cas, par un ou plusieurs paliers. Les escaliers 'lents' (à faible pente), où les marches sont basses et profondes (comme dans les bâtiments publics, par exemple), peuvent comporter un plus grand nombre de marches par volée.

L'escalier classique possède de 15 à 17 marches pour une hauteur d'étage d'environ 2,70 m (d'un plancher à l'autre). Lorsque la hauteur entre étages est plus élevée, on prévoit habituellement un palier, dont l'emplacement dépendra de l'espace disponible (figure 34) et du nombre total de marches.

Dans l'escalier à paliers intermédiaires (figure 7E, p. 11), on prévoit en général toutes les 10 à 12 marches un palier dont la longueur correspond au minimum à 3 fois le giron ou, mieux encore, à 2 hauteurs de marche et 2 giron. De plus, chaque volée possède un nombre de marches identique, de préférence pair, de façon à alterner l'usage des deux pieds à chaque départ; le fait de démarrer systématiquement du même pied, après chaque palier, peut être source de fatigue et donc de danger lorsque l'escalier compte plusieurs volées.

Dans l'escalier à quartier tournant et palier de repos, la largeur du palier est égale à la largeur de l'escalier, augmentée de 100 à 250 mm. De plus, sa forme sera fonction de la position des marches et de la ligne de foulée (figure 35).

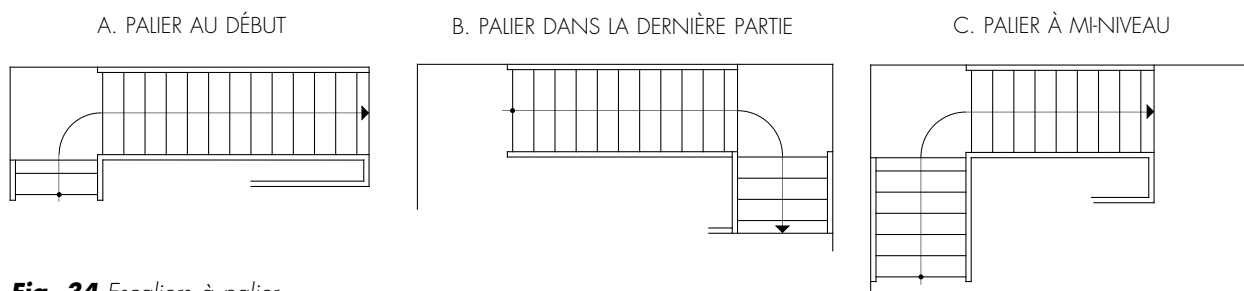
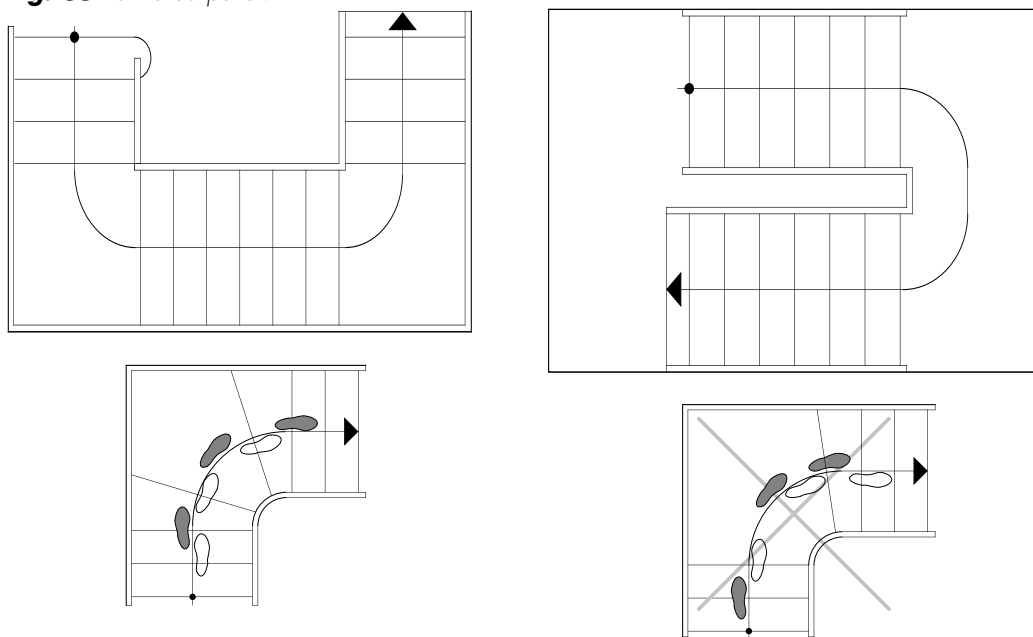


Fig. 34 Escaliers à palier.

Fig. 35 *Forme du palier.*



Selon le RGPT, la profondeur minimale d'un palier s'élève à 1 m, qu'il s'agisse d'un escalier à quartier tournant et palier de repos ou d'un escalier demi-tournant.

2.4.2.13 PARACHÈVEMENT DU PLAN DE MARCHE

Les marches cirées ou imprégnées d'huile présentent plus de risques de glissade que les surfaces vernies. En Allemagne, l'emploi d'huile ou de cire est interdit lorsqu'il s'agit de la dernière couche de finition [27]. L'escalier peut également être recouvert de tapis (chemin d'escalier) (voir aussi § 2.5.2.2, p. 45).

Dans les bâtiments publics, les nez de marche sont généralement pourvus de baguettes antidérapantes dont la teinte contraste avec celle des marches, ce qui les rend plus apparents et améliore donc la sécurité. Ces baguettes existent sous plusieurs formes et permettent différentes exécutions; elles sont fixées, dans la plupart des cas, dans les nez de marches (figure 36).

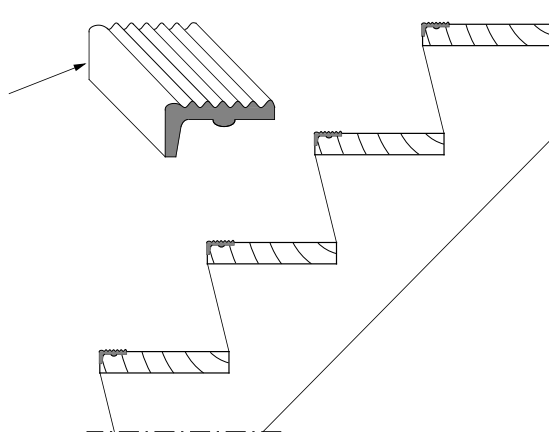


Fig. 36 *Nez de marches recouverts de baguettes antidérapantes.*

2.4.2.14 SYNTHÈSE

Les quelques recommandations reprises ci-après permettront de concevoir un escalier offrant une sécurité optimale :

- ◆ on veillera à ce que la cage d'escalier soit correctement éclairée

- ◆ on prévoira un giron suffisant; le balancement correct des marches permettra d'améliorer le confort de la marche
- ◆ toutes les marches auront en principe la même hauteur; dans le cas contraire, l'écart doit porter sur la marche de départ et ne peut être supérieur à 6 mm [1], sans toutefois dépasser 2 mm entre deux marches successives [32]
- ◆ chaque volée possède au maximum 17 marches [25]
- ◆ l'échappée doit être suffisante en tout point de l'escalier (valeur recommandée : 2,1 m)
- ◆ dans les bâtiments publics, on prescrit généralement l'usage de baguettes antidérapantes, dont la couleur diffère parfois de celle des marches et qui sont généralement fixées dans les nez de marches
- ◆ dans le cas de paliers intermédiaires dans un escalier droit, chaque volée possède un nombre de marches identique, de préférence pair, de façon à alterner l'usage des deux pieds à chaque départ. La longueur d'un palier intermédiaire correspond au moins à trois giron ou, mieux, à deux hauteurs de marches et deux giron
- ◆ en ce qui concerne la conception et la fixation des rampes et garde-corps, on se référera aux dispositions des STS 54, qui recommandent une hauteur minimum de 0,9 m. La hauteur minimale de la main courante par rapport au nez des marches s'élève à 0,75 m selon le RGPT.

2.5 PROTECTION CONTRE LE BRUIT

2.5.1 ENONCÉ DU PROBLÈME

Tant les utilisateurs du bâtiment que les occupants des maisons ou des appartements voisins peuvent être gênés par le bruit qu'entraîne la circulation dans un escalier. La nuisance sonore peut être due :

- ◆ au 'craquement' que l'ouvrage produit du fait du frottement des marches soit dans leur logement, soit sur les contremarches
- ◆ aux bruits de choc engendrés par la circulation sur une surface en bois et transmis au travers de l'ouvrage et de ses ancrages dans les murs et planchers contigus.

Certaines mesures constructives lors de la mise en œuvre de l'escalier permettent de réduire la gêne sonore, sans toutefois l'éliminer complètement. Nous en faisons état ci-après.

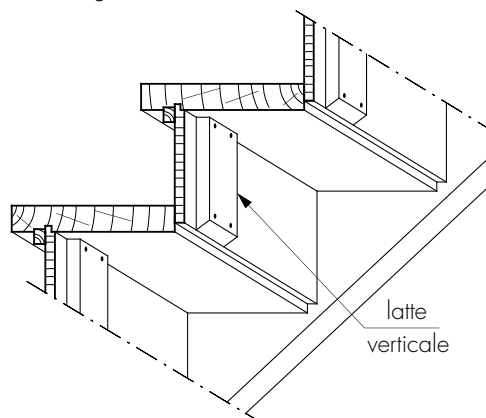
2.5.2 PRESCRIPTIONS

2.5.2.1 CRAQUEMENT DES MARCHES

On peut réduire autant que possible le craquement des marches dans les escaliers fermés en donnant une forme bombée au-dessus des contremarches et en emboîtant les marches ainsi que les contremarches à serrage. De même, on peut placer une ou deux lattes verticales (selon la largeur de l'escalier) à l'arrière des contremarches entre deux marches successives (figure 37). Toutefois, lorsque la sous-face de l'escalier doit rester visible, seul le recours à des lattes décoratives peut être envisagé.

Pour limiter le risque de dislocation des assemblages sous l'effet du retrait du bois, il importe que le taux d'humidité de ce dernier soit adapté au climat intérieur lors de sa mise en œuvre (voir § 3.1.3, p. 49). Pour éviter tout problème dû au retrait excessif du bois après la pose, on veillera à ce que les conditions hygrothermiques de l'ambiance intérieure ne subissent pas de fortes variations. Ainsi, il est déconseillé de placer des corps de chauffe à proximité immédiate d'un escalier en bois.

Fig. 37 Placement de lattes verticales pour éviter le grincement des marches.



Des hausses brusques de la température ou des variations importantes de l'humidité relative de l'air ambiant peuvent en effet donner lieu à un retrait et/ou un gonflement incontrôlables des éléments en bois, susceptibles de provoquer la dislocation des assemblages et donc de nuire à la stabilité de la structure, d'engendrer une ouverture inesthétique des joints et de produire des craquements.

Toutefois, même en adoptant les mesures précitées, il n'est souvent pas possible d'éviter totalement le grincement des marches. Si, nonobstant toutes les précautions, des craquements se produisent, ce phénomène ne peut en aucun cas être invoqué comme motif de refus lors de la réception de l'ouvrage.

2.5.2.2 BRUITS DE CHOC

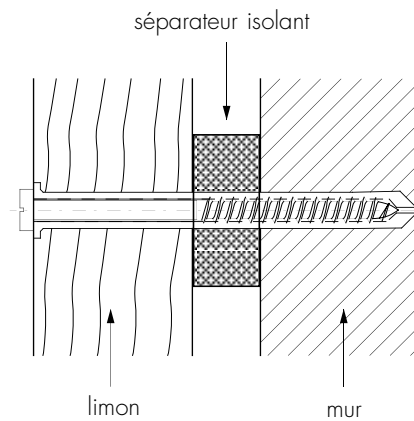
Hormis le craquement des marches, les bruits de choc constituent souvent une source de gêne. Il convient de prendre des mesures pour limiter, à l'intérieur du bâtiment, les nuisances dues aux bruits de choc produits dans l'escalier, à leur transmission latérale et leur rayonnement vers les locaux des logements voisins (immeubles à appartements). Sont d'application en la matière les prescriptions des normes NBN S 01-400 et 401 [20, 21].

Pour empêcher la transmission des bruits de choc, il peut s'avérer nécessaire de recouvrir les marches d'un matériau souple ou d'un tapis ou chemin d'escalier. Cette solution présente en outre l'avantage de protéger les marches contre le salissement.

Pour le scellement des limons dans le mur, on utilise des colliers à rebord en PVC (figure 38, p. 46).

Pour fixer l'escalier au mur ou au plancher, l'usage d'un isolant acoustique (caoutchouc, feutre, ...) permet de créer une rupture dans la transmission des bruits de choc. Toutefois, de tels matériaux n'ont guère d'utilité sans le recours à des moyens de fixation spécifiques. En effet, le poinçonnement de l'isolant provoqué par les vis ou les boulons de fixation de l'escalier entraîne une perte partielle, voire totale des propriétés du matériau d'isolation.

Fig. 38 Fixation
insonorisante pour
escaliers en bois.



2.5.2.3 RÉSONANCE

Lorsque la sous-face de l'escalier est munie d'un enduit ou d'un revêtement, on peut insérer un isolant acoustique (laine de verre ou de roche) entre la paroi et la finition, afin d'éviter un effet de résonance.



3 LES MATÉRIAUX

3.1 LE BOIS

3.1.1 ESPÈCES DE BOIS

Les espèces de bois utilisées pour la construction des escaliers doivent présenter les caractéristiques suivantes :

- ◆ résistance élevée à l'usure : l'usure est fonction de l'intensité du trafic auquel est soumis l'escalier. Pour assurer une usure uniforme des marches, on utilise un bois à structure homogène; ainsi, des espèces présentant une trop grande disparité entre bois de printemps et bois d'automne conviennent moins aux escaliers à circulation intense
- ◆ raideur et solidité : la raideur du bois s'exprime par son module d'élasticité E, tandis que sa solidité est fonction de sa masse volumique moyenne. Les espèces moyennement lourdes à lourdes se prêtent à la fabrication des escaliers; elles ont en outre une dureté superficielle relativement élevée, leur conférant une bonne résistance à l'usure et aux altérations de la surface par les rayures
- ◆ résistance à l'épaufrure : on arrondit généralement les nez des marches pour éviter les éclats de bois
- ◆ rétractibilité faible ou moyenne (humidité relative de l'air comprise entre 60 et 30 %)
- ◆ teinte et aspect esthétiques
- ◆ bonne aptitude à l'usinage, au collage (pour les éléments en lamellé-collé) et bonne aptitude à recevoir une finition (produit d'imprégnation teinté, vernis)
- ◆ disponibilité des pièces en dimensions raisonnables.

Le tableau 8 (p. 48) reprend les principaux bois pouvant être utilisés pour des escaliers.

En ce qui concerne la qualité du bois, on se conformera aux prescriptions des STS 04 [34].

Les panneaux de multiplex peuvent également servir à la réalisation des contremarches, et exceptionnellement des marches si le cahier spécial des charges le prescrit. Les contremarches des escaliers servant de voies d'évacuation en cas d'incendie dans les bâtiments élevés et moyens doivent être en bois massif.

3.1.2 CHOIX DES ÉLÉMENTS

L'assemblage des éléments en bois massif est réalisé de telle manière que le fil du bois soit orienté dans des directions différentes :

- ◆ perpendiculairement aux limons portants pour les marches et les contremarches
- ◆ suivant la pente de l'escalier pour les limons, les mains courantes et les courbes
- ◆ dans le sens vertical pour les balustres et les crosses.

Tableau 8 Principaux bois pour escaliers (masse volumique moyenne pour un taux d'humidité du bois de 15 %).

ESPÈCE	TEINTE	MASSE VOLUMIQUE MOYENNE (kg/m³)	MOUVEMENT DU BOIS (**) POUR UNE HR DE L'AIR ENTRE 60 ET 30 %	
			MOUVEMENT	(%)
Chêne d'Europe	claire	700	moyen	2,0
Erable d'Amérique		650	moyen	2,6
Frêne		700	moyen	2,2
Guatambu		800	moyen	2,3
Hêtre		700	moyen	2,4
Orégon/Douglas		550	moyen	2,1
Pin du Nord (*)		500	moyen	1,6
Pin sylvestre (*)		500	moyen	1,6
Southern (yellow) pine		540	moyen	1,7
Afrormosia (*)	marron	700	moyen	1,7
Iroko (kambala)		650	faible	1,1
Sucupira (*)		900	moyen	2,1
Tatajuba (*)		800	moyen	2,2
Yellow balau (bangkirai) (*)		950	élevé	2,9
Afzélia apa, bella, chanfuta, lingue, pachyloba (*)	acajou/ rouge	800	moyen	2,2
Afzélia doussié (*)		800	moyen	1,9
Merbau (*)		800	faible	1,3
Moabi		850	moyen	1,7
Red balau		800	moyen	2,7
Azobé (*)	foncée	1050	élevé	3,6
Panga-panga		850	moyen	2,3
Wengé		850	moyen	2,1

(*) Convient aux escaliers extérieurs; le pin du Nord et le pin sylvestre doivent toutefois être traités au préalable au moyen d'un procédé A3 (selon les STS 04). En pratique, le yellow balau et l'azobé ne conviennent que pour des escaliers extérieurs, étant donné qu'ils peuvent subir des mouvements importants dans une ambiance intérieure; même en usage externe, on conseille cependant de permettre un libre jeu entre les éléments réalisés avec ces espèces de bois.

(**) Le mouvement des menuiseries intérieures est la somme des variations dimensionnelles du bois dans le sens radial et tangentiel, lorsqu'il est soumis à des fluctuations de l'humidité relative de l'air de 60 à 30 %. Ce mouvement est faible (< 1,5 %), moyen (≥ 1,5 % et ≤ 2,8 %) ou élevé (> 2,8 %).

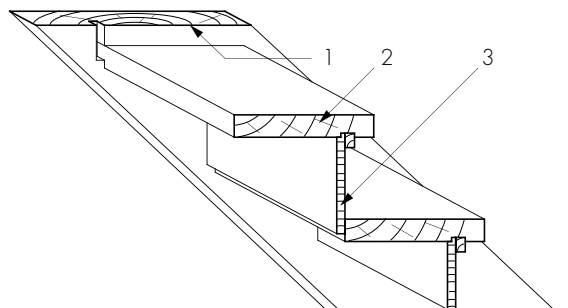
Etant donné le “travail” du bois après sa pose, il convient de respecter certaines règles quant au choix des éléments de marches, de contremarches et de limons (figure 39).

Le mode de débitage des bois peut être différent de celui représenté à la figure 39, à condition que la stabilité dimensionnelle de chaque élément soit suffisante pour empêcher des déformations excessives dans une ambiance intérieure normale.

L'emploi de multiplex ou de bois lamellé-collé, lorsqu'il est autorisé, peut être envisagé pour réduire le risque de déformation des éléments.

Fig. 39 Choix des pièces de bois pour la confection des marches, des contremarches et des limons.

1. Face de cœur
2. Quartier ou faux-quartier
3. Quartier



3.1.3 TAUX D'HUMIDITÉ D'ÉQUILIBRE DU BOIS

Le taux d'humidité d'équilibre ultime du bois diffère selon que les locaux sont chauffés ou non (voir également § 4.3.1, p. 79) :

- ◆ locaux chauffés : 6 à 10 % (8 % en moyenne)
- ◆ locaux non chauffés : 8 à 12 % (10 % en moyenne).

Les mouvements du bois peuvent engendrer la dislocation de certains assemblages : les marches, par exemple, peuvent se déboîter du limon et les balustres se désolidariser du garde-corps, ce qui risque de compromettre la solidité de l'ouvrage et/ou de provoquer une ouverture inesthétique des joints. De plus, les parties disloquées peuvent produire une gêne acoustique due au grincement des marches. Il importe donc d'opter pour des espèces de bois dans lesquelles les mouvements sont faibles à moyens (cf. tableau 8).

3.1.4 PROTECTION DU BOIS

La nécessité de protéger le bois fait l'objet du § 2.1.2.4 (p. 22). Pour rappel, on aura recours uniquement à des produits et des procédés possédant un agrément technique.

3.2 MOYENS DE FIXATION

3.2.1 COLLES À BOIS

Le choix du type de colle et son application sur les différentes parties de l'escalier se feront compte tenu des directives suivantes :

- ◆ pour la structure portante (éléments en bois résineux lamellé-collé) : les planches et les assemblages à entures sont toujours fixés au moyen de colles de type 1 (selon la norme EN 301) [16], comme les colles à base de résorcine ou les colles MUF, spécialement conçues pour un usage structural (pouvoir adhésif et pouvoir de colmatage élevés)
- ◆ pour l'assemblage de certains éléments de l'escalier, on utilise des colles de type 2 (norme EN 301), comme les colles de polyuréthane ou les colles en dispersion (colle PVAC ou colle blanche).

La mise en œuvre de la colle s'opérera toujours en respectant les instructions du fabricant. Toutefois, il nous paraît important d'énumérer quelques règles de portée générale :

- ◆ la température qui règne dans l'atelier se situe aux alentours de 18 °C
- ◆ les éléments seront encollés à la température ambiante (environ 18 °C) et présenteront

- ◆ un taux d'humidité de 8 à 15 %
- ◆ l'encollage des surfaces se fera aussi rapidement que possible après le rabotage des éléments
- ◆ l'encollage s'opère sur une seule des surfaces à assembler ou sur les deux, selon les instructions du fabricant
- ◆ le temps de séchage dépend du type de colle utilisé et est d'au moins 24 heures.

3.2.2 FIXATIONS MÉTALLIQUES

Les moyens de fixation métalliques couramment utilisés pour la réalisation des escaliers sont illustrés à la figure 40.



Fig. 40
Fixations
métalliques.

3.3 AUTRES MATÉRIAUX

D'autres matériaux peuvent être combinés au bois et entrer dans la réalisation des escaliers. Dans ce cas également, il y a toujours lieu de veiller à ce que l'ouvrage soit apte à reprendre les sollicitations prévues et en particulier à ce que les divers éléments de l'escalier soient correctement fixés au moyen de dispositifs appropriés (par exemple, marches en bois sur limons en béton, balustres métalliques sur limons en bois, etc.).

En ce qui concerne la description des matériaux et les exigences posées aux métaux, aux matières plastiques et au verre mis en œuvre dans les garde-corps d'escaliers, on se conformera aux prescriptions suivantes :

- ◆ pour le *béton*, d'usage courant dans la structure portante des escaliers (escalier en béton, limon central en béton), on consultera les normes de la série NBN B 15 [19]
- ◆ pour les *métaux* : l'emploi de l'acier, de l'aluminium et du bronze est assez fréquent dans la réalisation des balustres; en revanche, en ce qui concerne la structure portante de l'escalier (limons, ancrages), le recours à l'acier doit toujours faire l'objet d'une

étude particulière; pour la finition des métaux, on retiendra que, dans le cas de balustres en acier, les éléments sont chromés, peints ou en acier inoxydable; l'aluminium est anodisé et le bronze vernis

- ◆ pour le *verre*, nous renvoyons aux STS 38 [35] et à la NIT 176 [9]; pour les garde-corps et éventuellement les contremarches, on utilise du verre de sécurité (verres feuilletés) dont les bords libres sont adoucis
- ◆ les *plastiques* remplacent le verre dans les garde-corps, en particulier pour les éléments cintrés; ils ne sont admis que comme éléments décoratifs. En outre, certains plastiques minces se prêtent aisément au pliage, tandis que d'autres doivent être préformés à chaud. Le plastique offre une résistance moindre aux rayures et à certains produits chimiques que le verre.

Remarque : l'emploi des matériaux énumérés ci-avant dans des escaliers extérieurs peut être soumis au respect de dispositions complémentaires (cf. NIT 196 [7]).



4 MISE EN ŒUVRE

Dans ce chapitre, nous examinons les techniques d'exécution les plus courantes. Ceci n'implique pas pour autant de notre part une mise en cause d'autres modes de réalisation.

Les escaliers sont exécutés de préférence sur la base des plans détaillés établis par l'architecte. Le confort offert par l'escalier dépendra de la conception de sa vue en plan, du choix de la hauteur des marches et de leur giron (cf. § 2.4.2.4, p. 33), du balancement correct des marches (voir chapitre 5, p. 86) et du soin apporté aux divers assemblages (marches, contremarches, limons, garde-corps).

Avant d'entamer la mise en œuvre, l'entrepreneur contrôlera sur place toutes les dimensions qui peuvent avoir une répercussion sur les cotes de l'escalier.

Toute modification qui s'avère nécessaire en cours d'exécution ne pourra être apportée qu'avec l'accord de l'architecte.

Sauf prescriptions contraires du cahier spécial des charges,

- ◆ on utilise du bois de hêtre dont le taux d'humidité à la sortie de l'atelier est compris entre 8 et 12 %; les mêmes valeurs sont applicables à toute autre espèce de bois. Lorsque l'escalier est mis en œuvre dans des locaux chauffés, le taux d'humidité d'équilibre du bois se situera entre 6 et 10 % (cf. § 3.1.3, p. 49)
- ◆ on place l'escalier lorsque les plafonnages sont terminés et suffisamment secs et après la pose des vitrages, en tenant compte du fait que l'air régnant dans le bâtiment doit posséder une humidité relative correcte (voir aussi § 4.3.1, p. 79).

4.1 RELEVÉ DES DIMENSIONS

4.1.1 MOMENT DU RELEVÉ

Lorsque le menuisier vient prendre les dimensions sur chantier, les planchers ne sont généralement pas encore pourvus de leur revêtement. Il doit donc tenir compte du niveau du sol fini, tant au rez-de-chaussée qu'aux étages. Le donneur d'ordre communiquera les niveaux à l'entrepreneur chargé de la mise en œuvre de l'escalier, afin que celui-ci puisse relever les dimensions.

Il est recommandé de noter les dimensions définitives après la pose des seuils de portes au niveau inférieur et celle des chapes aux niveaux supérieurs ainsi qu'après l'achèvement des plafonnages, sans oublier les finitions éventuelles de chacun de ces ouvrages. En outre, il y a lieu de tenir compte des volées d'escalier inférieures et supérieures.

Les dimensions qui peuvent être prises sur place sont les suivantes :

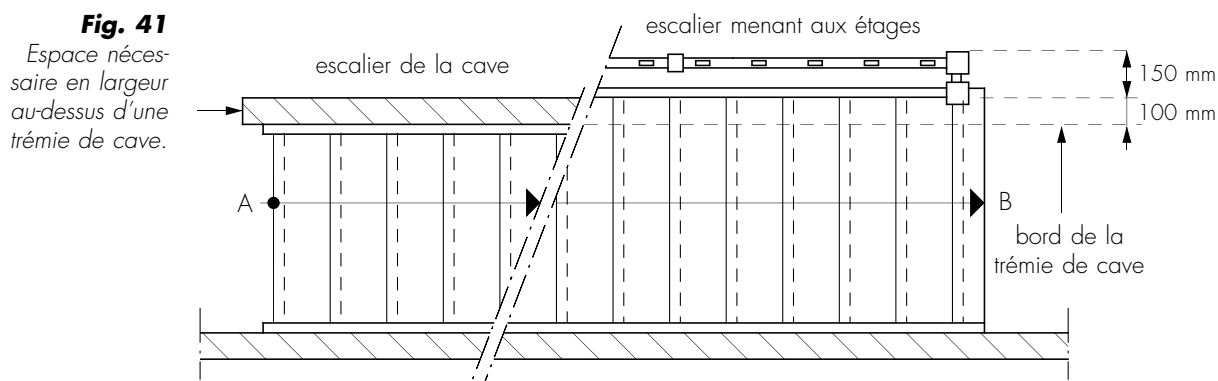
- ◆ la hauteur entre étages (d'un plancher à l'autre) ou la somme de toutes les hauteurs de marches

- ◆ l'étendue de l'escalier, c'est-à-dire la longueur disponible pour son placement
- ◆ les dimensions des trémies, c'est-à-dire
 - la largeur de la trémie d'étage et de la trémie de la cave
 - la longueur (qui détermine l'échappée)
- ◆ la position des trémies les unes par rapport aux autres, dans le cas de volées superposées.

4.1.2 ESPACE NÉCESSAIRE EN LARGEUR

La largeur de la trémie est égale à la longueur des marches, augmentée de l'épaisseur des limons, de la largeur du jour et de la finition éventuelle des rives de la trémie. Si l'escalier est appuyé contre un mur ou encloisonné entre deux murs, il faut tenir compte de l'épaisseur de la finition (enduit, par exemple). Lorsque l'escalier est composé de volées identiques superposées, les trémies ont généralement la même largeur.

Dans le cas d'un escalier encloisonné, au-dessus d'une trémie de cave à maçonner, il est souhaitable de prévoir les dimensions suivantes pour la largeur minimale de l'escalier de la cave et de l'étage (figure 41) : la trémie de la cave doit, si possible, être inférieure de 100 mm au moins à la largeur de l'escalier conduisant aux étages, alors que la trémie de l'étage aura au moins 150 mm de plus que la largeur de l'escalier, compte tenu de la présence éventuelle d'un limon traînant. A cet effet, on peut appliquer la règle suivante : trémie d'étage – trémie de cave = ± 250 mm (pour un mur de 90 mm à partir de la trémie de la cave).



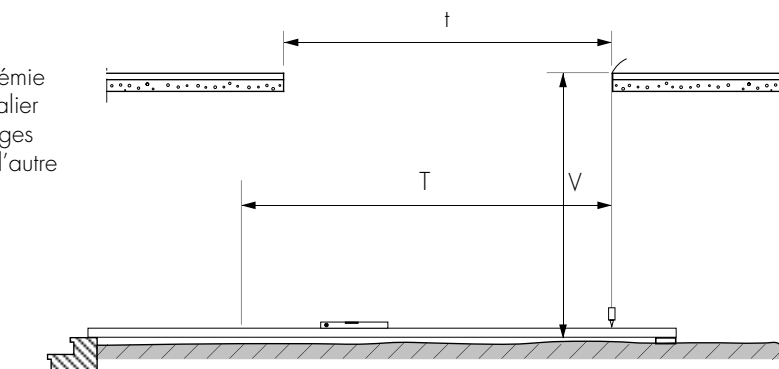
4.1.3 ESPACE NÉCESSAIRE EN LONGUEUR

Pour pouvoir déterminer avec précision la hauteur entre étages et l'étendue de l'escalier, il convient de procéder comme suit (figure 42, p. 54) :

- ◆ on mesure la hauteur entre étages, c'est-à-dire la distance entre les niveaux du sol fini de l'étage supérieur et inférieur (compte tenu de l'épaisseur prévue dans les plans d'exécution pour les planchers de chaque niveau)
- ◆ on reporte la projection verticale de la trémie sur le niveau inférieur
- ◆ on calcule la longueur disponible sur la base du niveau du sol fini du rez-de-chaussée et on mesure la longueur de la trémie. Si l'escalier se compose de plusieurs volées superposées, la longueur disponible sera déterminée par la position relative des trémies entre elles.

Fig. 42 Relevé des dimensions.

t : longueur de la trémie
 T : étendue de l'escalier
 V : hauteur entre étages
 d'un plancher à l'autre



Pour déterminer l'espace nécessaire au placement de l'escalier dans la longueur, deux possibilités sont envisageables :

- ◆ soit l'espace est limité du fait d'une échappée insuffisante au droit de la ligne de foulée ou par la présence d'une porte ou d'une fenêtre sur le parcours de l'escalier (figure 43); bien qu'il soit nécessaire de tenir compte du module du pas, le rapport idéal hauteur de marche/giron ne peut être déterminé que de manière approximative
- ◆ soit l'espace est illimité (figure 44) : on peut donc appliquer la formule du module du pas (cf. § 2.4.2.3, p. 33); comme il n'y a pas lieu de prendre de mesures horizontales, le choix du giron est entièrement libre.

Fig. 43
Espace limité.

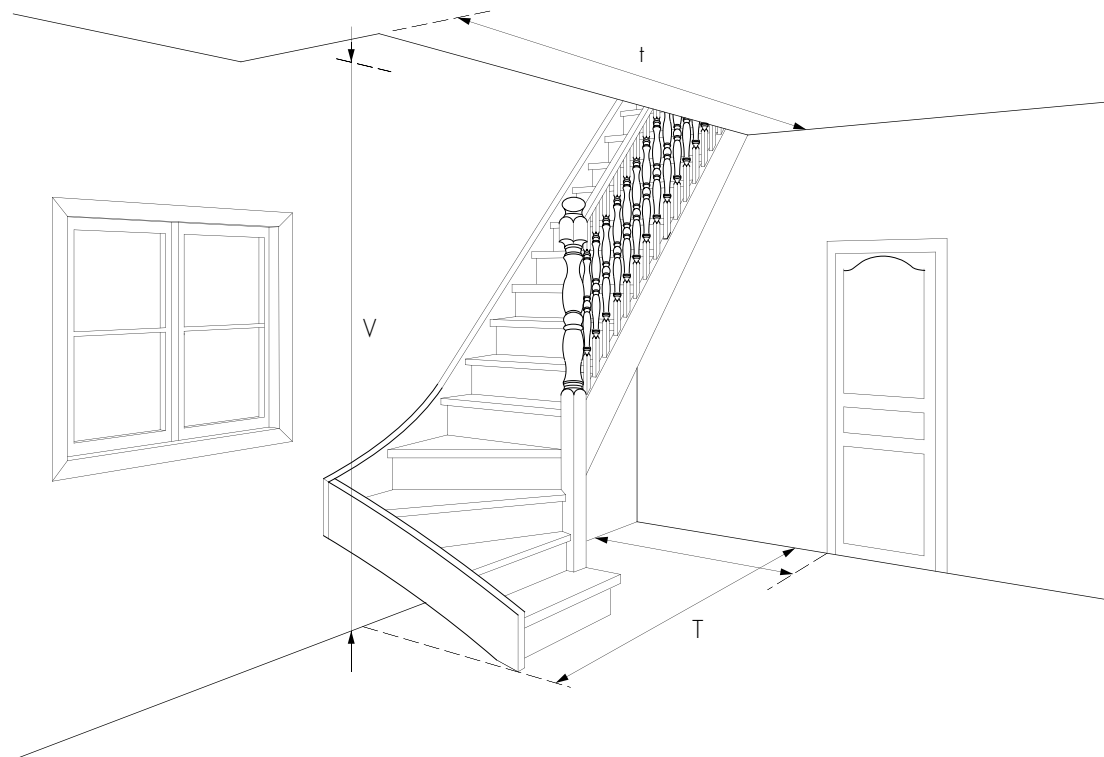
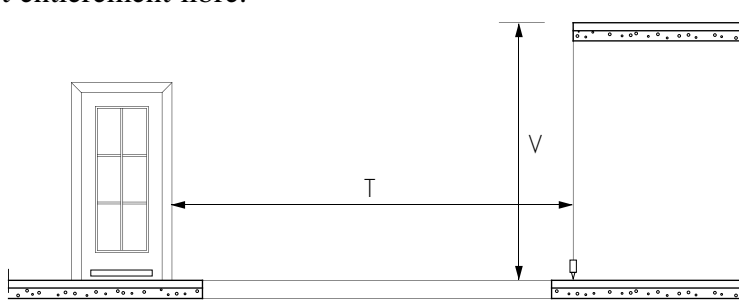
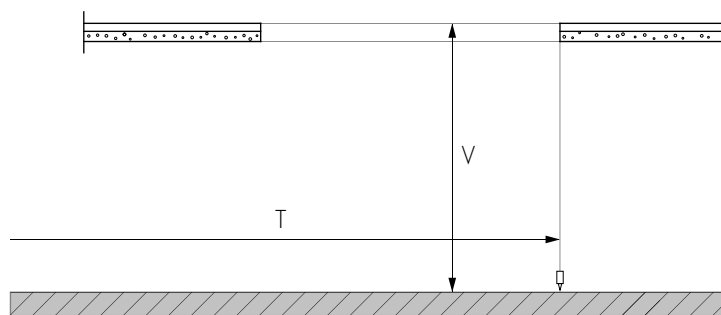


Fig. 44 Espace illimité.



En ce qui concerne le calcul de l'espace nécessaire en longueur, il est difficile de définir une règle générale, car de nombreux paramètres entrent en jeu : situation particulière sur les lieux de la mise en œuvre (hauteur de l'étage, dimensions de la trémie), nombre de marches choisi. Cette donnée diffère en outre selon le type d'escalier (cf. figure 16, p. 19). Nous présentons ci-après un exemple de calcul.

4.1.4 EXEMPLE

4.1.4.1 CALCUL DE LA HAUTEUR DES MARCHES, DE LEUR GIRON ET DE L'ÉTENDUE DE L'ESCALIER

Imaginons un escalier droit à réaliser dans une maison unifamiliale sans limite d'espace. La hauteur d'étage d'un plancher à l'autre s'élève à $V = 2,75$ m. Nous choisissons une hauteur de marche de 180 mm (voir tableau 6, p. 34).

Le nombre de marches est déterminé comme suit : $n = \frac{V}{H} = \frac{2,75}{0,18} = 15,27$.

Le nombre entier le plus proche est 15. Pour 15 marches ($n = 15$), la hauteur correcte s'élève à :

$$H = \frac{V}{n} = \frac{2,750}{15} = 0,1833 \text{ m}$$

$$H = 183,3 \text{ mm.}$$

Etant donné que l'espace disponible est illimité, on peut appliquer sans réserve la formule du module du pas. Nous prenons un module moyen de $M = 600$ mm.

Si $2H + G = M$, alors le giron s'élève à :

$$\begin{aligned} G &= M - 2H \\ &= 600 - 2 \times 183,3 \\ &= 233,3 \text{ mm.} \end{aligned}$$

'L' a une valeur de (voir figure 45, p. 56) :

$$L = (n-1) G = (15-1) \cdot 233,3 = 3267 \text{ mm}$$

$$L = 3,267 \text{ m.}$$

L'étendue 'T' de l'escalier s'élèvera donc à (voir aussi figure 45) :

$$T = L + (s_1 + s_2) - (n - 1) G + (s_1 + s_2)$$

avec s_1 = jeu à l'arrière de la dernière contremarche + épaisseur de la contremarche + nez (en mm)

s_2 = partie du limon débordant le nez de la marche de départ (en mm); il est à noter que cette partie n'est pas toujours exécutée.

Fig. 45 Etendue 'T' de l'escalier.

T : étendue de l'escalier

V : hauteur entre étages d'un plancher à l'autre

H : hauteur de marche

G : giron

t : longueur de la trémie

v : échappée

i : reculement

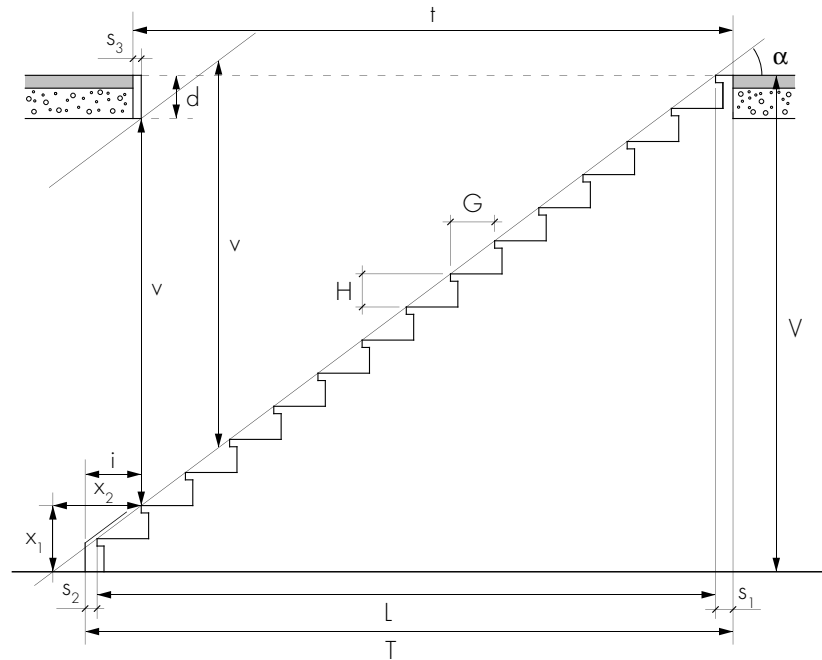
d : épaisseur du plancher d'étage

s_3 : épaisseur du revêtement de la trémie

$L = (n - 1) G$

$x_1 = V - (v + d)$

$x_2 = n \cdot G - t + (s_1 + s_3)$



Supposons que $s_1 = 70$ mm et que $s_2 = 50$ mm, on a alors :

$$T = L + 70 + 50 = 3267 + 70 + 50 = 3387 \text{ mm}$$

$$T = 3,387 \text{ m.}$$

Pour une hauteur d'étage, un nombre de marches et un module différents de ceux utilisés dans l'exemple, on se référera aux valeurs données au tableau 9 (p. 58) pour la hauteur des marches, le giron et 'L'. Si l'escalier est d'un autre type que l'escalier droit, il y a lieu d'adapter la formule de 'T' (voir figure 46). On prévoit un palier à partir de $n > 17$.

4.1.4.2 CALCUL DE LA LONGUEUR MINIMUM DE LA TRÉMIE POUR UNE HAUTEUR D'ÉTAGE DONNÉE

Supposons que l'on doive déterminer la longueur minimale de la trémie 't' (en m) de l'escalier décrit ci-avant.

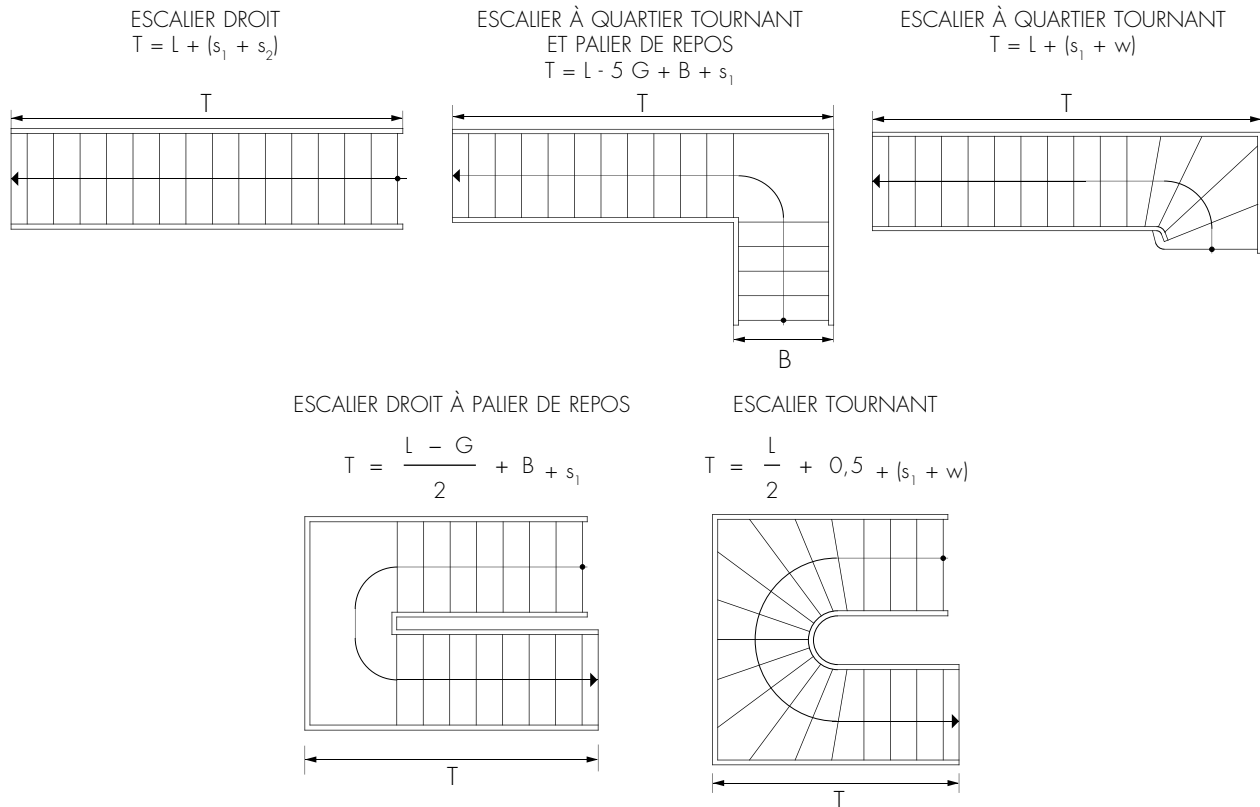
On connaît la hauteur d'étage 'V' (en m), le nombre de marches 'n' et le module du pas 'M' (en mm).

On connaît également la valeur minimale de l'échappée 'v' (en m) au droit de la ligne de foulée, l'épaisseur 'd' du plancher d'étage (niveau du sol fini, en m) de même que l'épaisseur s_3 (en mm) de la finition de la trémie (voir figure 45) :

Fig. 46 Formule de 'T' en fonction de la géométrie de l'escalier (d'après Reitmayer) [41].

B : largeur du palier

w : épaisseur du limon de jour



- ◆ $v = 2,10 \text{ m}$
- ◆ $d = 0,23 \text{ m}$
- ◆ $s_3 = 20 \text{ mm}$.

Les angles de la finition des rives de la trémie sont biseautés, afin d'éliminer les arêtes vives.

La formule ci-après résulte de la congruence des triangles à la figure 45 :

$$\frac{V}{n \cdot G} = \frac{x_1}{x_2}$$

avec $x_1 = V - (v + d)$

$$x_2 = n \cdot G - (t - s_1 - s_3) = n \cdot G - t + (s_1 + s_3).$$

$$\text{On obtient alors : } \frac{V}{n \cdot G} = \frac{V - (v + d)}{n \cdot G - t + (s_1 + s_3)}$$

Etant donné que $G = M - 2H$ et que $H = \frac{V}{n}$, on a :

$$t = \frac{n(M - 2\frac{V}{n})(v + d)}{V} + (s_1 + s_3).$$

Tableau 9 Hauteur des marches, giron, 'L', étendue de l'escalier, longueur minimum de la trémie et reculement, en fonction de la hauteur de l'étage, du nombre de marches et du module du pas (pour des escaliers droits).

V : hauteur entre étages d'un plancher à l'autre (m) n : nombre de marches M : module du pas (mm)				L = (n - 1) G (m) T : étendue de l'escalier (m); T = (n - 1) G + (s ₁ + s ₂) B : dimensions du palier à prendre en compte v : échappée minimum = 2,10 m d : épaisseur du plancher d'étage = 0,23 m s ₁ : jeu + épaisseur contremarche + nez = 70 mm s ₂ : partie du limon débordant du nez de la 1 ^{ère} marche = 50 mm s ₃ : épaisseur de la finition de la trémie = 20 mm					
H : hauteur de marche (mm); $H = \frac{V}{n}$									
G : giron (mm); G = M - 2 H									
$t : \text{longueur min. de la trémie (m); } t = \frac{n(M - 2\frac{V}{n})(v + d)}{V} + s_1 + s_3$									
$i : \text{reculement (m); } i = (n - 1)(M - 2\frac{V}{n}) - \frac{n(M - 2\frac{V}{n})(v + d)}{V} + s_2$									
V	n	H	M	G	L	T	t	i	
2,60	16	162,5	570	245,0	3,675	3,795	3,603	0,212	
2,60	16	162,5	600	275,0	4,125	4,245	4,033	0,232	
2,60	16	162,5	630	305,0	4,575	4,695	4,463	0,252	
2,60	15	173,3	570	223,3	3,127	3,247	3,092	0,175	
2,60	15	173,3	600	253,3	3,547	3,667	3,495	0,191	
2,60	15	173,3	630	283,3	3,967	4,087	3,899	0,208	
2,60	14	185,7	570	198,6	2,581	2,701	2,581	0,140	
2,60	14	185,7	600	228,6	2,971	3,091	2,958	0,154	
2,60	14	185,7	630	258,6	3,361	3,481	3,334	0,167	
2,70	17	158,8	570	252,4	4,038	4,158	3,792	0,386	
2,70	17	158,8	600	282,4	4,518	4,638	4,232	0,425	
2,70	17	158,8	630	312,4	4,998	5,118	4,672	0,465	
2,70	16	168,8	570	232,5	3,488	3,608	3,300	0,327	
2,70	16	168,8	600	262,5	3,938	4,058	3,714	0,363	
2,70	16	168,8	630	292,5	4,388	4,508	4,129	0,399	
2,70	15	180,0	570	210,0	2,940	3,060	2,808	0,272	
2,70	15	180,0	600	240,0	3,360	3,480	3,197	0,303	
2,70	15	180,0	630	270,0	3,780	3,900	3,585	0,335	
2,80	17	164,7	570	240,6	3,849	3,969	3,493	0,496	
2,80	17	164,7	600	270,6	4,329	4,449	3,918	0,552	
2,80	17	164,7	630	300,6	4,809	4,929	4,342	0,607	
2,80	16	175,0	570	220,0	3,300	3,420	3,019	0,421	
2,80	16	175,0	600	250,0	3,750	3,870	3,419	0,471	
2,80	16	175,0	630	280,0	4,200	4,320	3,818	0,522	
2,80	15	186,7	570	196,7	2,753	2,873	2,545	0,349	
2,80	15	186,7	600	226,7	3,173	3,293	2,919	0,394	
2,80	15	186,7	630	256,7	3,593	3,713	3,294	0,440	
2,90	18	161,1	570	247,8	4,212	4,332	3,673	0,679	B
2,90	18	161,1	600	277,8	4,722	4,842	4,107	0,755	B
2,90	18	161,1	630	307,8	5,232	5,352	4,541	0,831	B
2,90	17	170,6	570	228,8	3,661	3,781	3,215	0,586	
2,90	17	170,6	600	258,8	4,141	4,261	3,625	0,656	
2,90	17	170,6	630	288,8	4,621	4,741	4,035	0,726	
2,90	16	181,3	570	207,5	3,113	3,233	2,757	0,495	
2,90	16	181,3	600	237,5	3,563	3,683	3,143	0,559	
2,90	16	181,3	630	267,5	4,013	4,133	3,529	0,624	

V	n	H	M	G	L	T	t	i	
3,00	18	166,7	570	236,7	4,023	4,143	3,399	0,765	B
3,00	18	166,7	600	266,7	4,533	4,653	3,818	0,855	B
3,00	18	166,7	630	296,7	5,043	5,163	4,237	0,946	B
3,00	17	176,5	570	217,1	3,473	3,593	2,956	0,657	
3,00	17	176,5	600	247,1	3,953	4,073	3,352	0,741	
3,00	17	176,5	630	277,1	4,433	4,553	3,748	0,825	
3,00	16	187,5	570	195,0	2,925	3,045	2,513	0,552	
3,00	16	187,5	600	225,0	3,375	3,495	2,886	0,629	
3,00	16	187,5	630	255,0	3,825	3,945	3,259	0,706	
3,10	19	163,2	570	243,7	4,386	4,506	3,570	0,956	B
3,10	19	163,2	600	273,7	4,926	5,046	3,998	1,068	B
3,10	19	163,2	630	303,7	5,466	5,586	4,427	1,180	B
3,10	18	172,2	570	225,6	3,834	3,954	3,142	0,833	B
3,10	18	172,2	600	255,6	4,344	4,464	3,547	0,937	B
3,10	18	172,2	630	285,6	4,854	4,974	3,953	1,041	B
3,10	17	182,4	570	205,3	3,285	3,405	2,713	0,712	
3,10	17	182,4	600	235,3	3,765	3,885	3,096	0,808	
3,10	17	182,4	630	265,3	4,245	4,365	3,480	0,905	
3,20	19	168,4	570	233,2	4,197	4,317	3,316	1,021	B
3,20	19	168,4	600	263,2	4,737	4,857	3,731	1,146	B
3,20	19	168,4	630	293,2	5,277	5,397	4,146	1,271	B
3,20	18	177,8	570	214,4	3,646	3,766	2,901	0,885	B
3,20	18	177,8	600	244,4	4,156	4,276	3,294	1,002	B
3,20	18	177,8	630	274,4	4,666	4,786	3,687	1,119	B
3,20	17	188,2	570	193,5	3,096	3,216	2,486	0,751	
3,20	17	188,2	600	223,5	3,576	3,696	2,857	0,860	
3,20	17	188,2	630	153,5	4,056	4,176	3,228	0,968	
3,30	20	165,0	570	240,0	4,560	4,680	3,479	1,221	B
3,30	20	165,0	600	270,0	5,130	5,250	3,903	1,367	B
3,30	20	165,0	630	300,0	5,700	5,820	4,326	1,514	B
3,30	19	173,7	570	222,6	4,007	4,127	3,077	1,071	B
3,30	19	173,7	600	252,6	4,547	4,667	3,479	1,208	B
3,30	19	173,7	630	282,6	5,087	5,207	3,882	1,346	B
3,30	19	173,7	630	282,6	5,087	5,207	3,882	1,346	B
3,30	18	183,3	570	203,3	3,457	3,577	2,674	0,922	B
3,30	18	183,3	600	233,3	3,967	4,087	3,055	1,051	B
3,30	18	183,3	630	263,3	4,477	4,597	3,437	1,180	B

Dans notre exemple de calcul, 't' est égal à :

$$t = \frac{15 \times 0,233 \times 2,33}{2,75} + (0,07 + 0,02)$$

$$t = 3,051 \text{ m.}$$

4.1.4.3 CALCUL DU RECULEMENT

Le reculement 'i' (en m) peut être déduit de la longueur minimum de la trémie.

Il ressort de la figure 45 que :

$$i = T - (t - s_3).$$

Si l'on se réfère aux données reprises aux §§ 4.1.4.1 et 4.1.4.2, on a :

$$i = (n-1)G + s_1 + s_2 - \frac{n \cdot G(v+d)}{V} - s_1$$

ou

$$i = (n-1)\left(M - 2\frac{V}{n}\right) - \frac{n\left(M - 2\frac{V}{n}\right)(v+d)}{V} + s_2$$

Dans notre exemple, le reculement s'élève à :

$$i = 3,387 - (3,051 - 0,02)$$

$$i = 0,356 \text{ m.}$$

Le tableau 9 indique quelques valeurs de 'T', 't' et 'i' pour une hauteur d'étage 'V', un nombre de marches 'n' et un module du pas 'M' différents de ceux proposés dans l'exemple.

Il est à noter que l'échappée 'v', l'épaisseur 'd' du plancher d'étage (niveau fini) et les données techniques s_1 , s_2 et s_3 sont des valeurs fixes.

Les valeurs estimées obtenues dans l'exemple ci-avant peuvent être calculées par interpolation des valeurs de 't' et de 'i' pour une hauteur d'étage comprise entre $V = 2,7 \text{ m}$ et $V = 2,8 \text{ m}$ (voir tableau 9).

Il convient en outre de prévoir par un calcul approximatif un certain nombre de girons libres dans la trémie, en fonction notamment de l'échappée 'v' (en m) et de la hauteur des marches 'H' (en mm) :

- ◆ $v = 1,8 \text{ m}$; $H = 175\text{-}185 \text{ mm}$ → on prévoit en général 12 girons libres
- ◆ $v = 2,0 \text{ m}$; $H = 175\text{-}185 \text{ mm}$ → on prévoit en général 13 girons libres
- ◆ $v = 2,1 \text{ m}$; $H = 175\text{-}180 \text{ mm}$ → on prévoit en général 14 girons libres
- ◆ $v = 2,1 \text{ m}$; $H = 180\text{-}185 \text{ mm}$ → on prévoit en général 13 girons libres.

4.2 RÉALISATION DES ÉLÉMENTS

4.2.1 MARCHES ET CONTREMARCHES

4.2.1.1 MARCHES

L'épaisseur usuelle des marches varie entre 35 et 45 mm (pièce rabotée) (*) (tableau 1, p. 21) selon leur longueur et/ou les performances spéciales exigées.

Sauf prescriptions particulières, les marches de moins de 230 mm de large doivent être d'une seule pièce. Au-dessus de cette largeur, elles pourront comporter une ou plusieurs

(*) Une pièce de bois rabotée de 35 mm ou de 45 mm correspond respectivement à une planche brute de section 6/4" ou 8/4" selon les mesures anglaises.

pièces en bois massif, assemblées (par rainure et languette, par rainure et fausse languette ou par entures) puis collées au moyen d'une colle adéquate (voir § 3.2.1, p. 49).

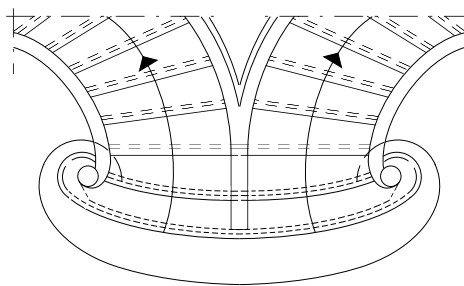
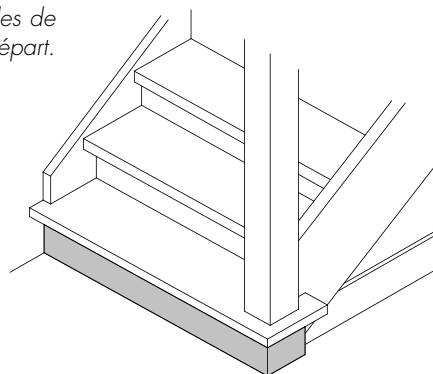
Hormis le cas spécifié plus haut, le collage des marches et l'emploi de multiplex ne sont autorisés que sur mention expresse du cahier spécial des charges.

Le profilage des marches sur un limon à crémaillère doit être prescrit dans les documents d'adjudication.

Le fil du bois est parallèle au nez des marches, pour autant que celles-ci ne soient pas cintrées. Les rives ou nez de marches recevront un léger arrondi, afin d'éliminer les arêtes vives (cf. § 2.4.2.5, p. 36).

La (ou les) marche(s) de départ ensere(nt) souvent le poteau d'escalier (figure 47).

Fig. 47 Modèles de marches de départ.



4.2.1.2 MARCHE PALIÈRE

La dernière marche de l'escalier, dite marche palière ou plaquette d'arrivée, constitue un élément particulier, en ce sens qu'elle relie l'ensemble de l'ouvrage avec le bord de la trémie. Sa largeur varie généralement entre 120 et 150 mm (figure 48).

La chape est raccordée à la marche palière, compte tenu de l'épaisseur du revêtement de sol.

La marche palière chevauche le plancher porteur de l'étage sur une distance de 20 à 60 mm environ. Elle est fixée par chevillage.

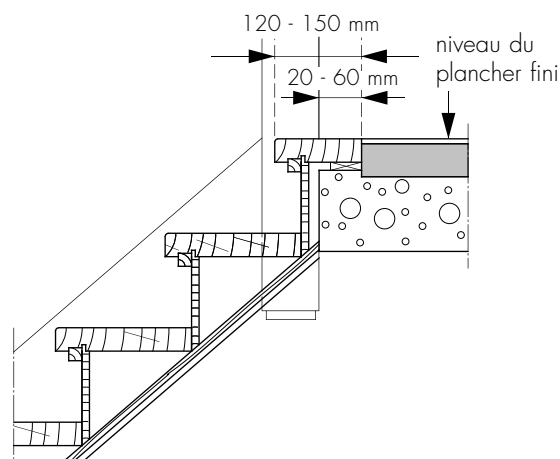


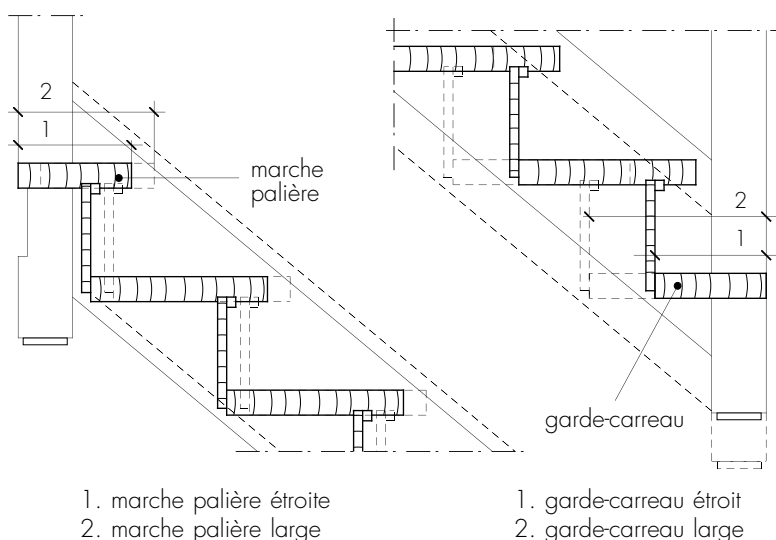
Fig. 48 Raccord de la marche palière au plancher d'étage.

Lorsque le plancher de l'étage est constitué par un gîtage en bois, il est souhaitable de prévoir des fixations spéciales en matériau antivibratile, de manière à limiter au maximum la transmission des bruits de choc de l'escalier vers le plancher (voir § 2.5.2.2, p. 45).

Dans le cas d'un palier avec garde-carreau, on applique les mêmes prescriptions que celles énoncées pour la marche palière. L'emplacement du garde-carreau par rapport au

Fig. 49 Garde-carreau et marche palière au droit du palier.

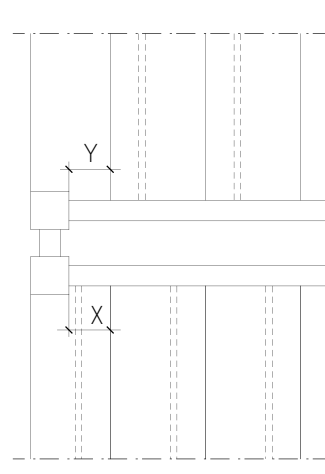
A. DÉCALAGE DU LIMON DE JOUR PAR LE CHANGEMENT DE LA LARGEUR DU GARDE-CARREAU ET DE LA MARCHÉ PALIÈRE



1. marche palière étroite
2. marche palière large

1. garde-carreau étroit
2. garde-carreau large

B. SOLUTION PERMETTANT D'ASSEMBLER LES LIMONS DE JOUR DES DEUX VOLÉES D'ESCALIER AU MÊME NIVEAU DANS LE POTEAU



palier dépend le plus souvent de l'espace disponible et détermine la forme du raccord entre les limons et les garde-corps du palier.

Lorsque le garde-carreau et la marche palière ont la même largeur, les limons de jour des différentes volées d'escalier ne se trouvent généralement pas à la même hauteur dans les poteaux, de sorte que les mains courantes sont décalées au droit du palier.

Si on élargit la marche palière, le limon de jour de la volée d'escalier inférieure vient s'insérer plus haut dans le poteau. En revanche, si on élargit le garde-carreau, le limon de jour de la volée supérieure vient se placer plus bas dans le poteau (figure 49A). Pour que les limons de jour et, par conséquent, les mains courantes, arrivent à la même hauteur, $X + Y$ doit être égal au giron (figure 49B).

L'élargissement ou le rétrécissement de la marche palière et du garde-carreau n'a aucune répercussion sur la pente de l'escalier, mais influence bel et bien l'étendue de l'escalier.

4.2.1.3 CONTREMARCHES

La contremarche est placée entre deux marches consécutives pour fermer l'escalier (par exemple, lorsque l'espace situé sous l'escalier a une fonction particulière) et soutenir les marches. Les escaliers ouverts (échelles de meunier) ne comportent pas de contremarches.

L'épaisseur minimale des contremarches en bois est de 10 mm ou plus, selon la largeur de l'escalier (pièces de bois rabotées de 10 à 18 mm, voire de 22 mm pour des escaliers très larges) (*). Les contremarches sont souvent en multiplex, mais peuvent aussi être en verre feuilleté (2 x 6 mm, par exemple).

(*) Une pièce de bois rabotée de 10 mm, de 18 mm ou de 22 mm correspond respectivement à une planche brute de section 1/2", 3/4" ou 4/4" selon les mesures anglaises.

Sauf mention contraire, les contremarches sont posées non pas à l'aplomb de l'avant des marches, mais légèrement en retrait de façon à ce que celui-ci forme saillie sur la contremarche inférieure et constitue le nez de la marche.

Les nez de marche sont profilés et peuvent éventuellement être garnis d'une latte (listel). Les profils simples sont généralement plus faciles à encastrer dans les limons. Le haut de la contremarche se prolonge dans la marche sur une profondeur de 10 mm; l'assemblage se fait à plein bois ou à rainure et languette, sans clous ni vis, afin de permettre un libre jeu de la contremarche (figure 50). Dans le bas, la contremarche est fixée à la marche au moyen de clous ou de vis.

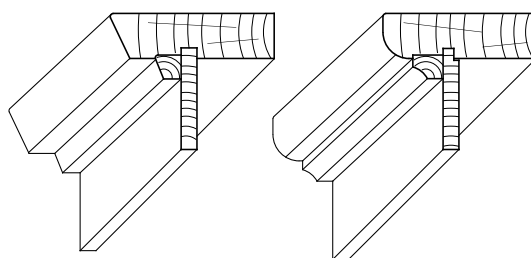


Fig. 50
Assemblage
de la
marche
et
de la
contremarche.

La tête de la contremarche est légèrement arrondie vers ses extrémités (3 mm en arrondi), de telle sorte que la marche ne prenne appui qu'en son centre. Pour limiter le grincement des marches, on fixe au milieu de la face arrière des contremarches une latte verticale que l'on cloue ou que l'on visse dans la marche en traversant la contremarche. Dans les escaliers dont la largeur dépasse 0,9 m, on prévoit deux lattes par marche (figure 51).

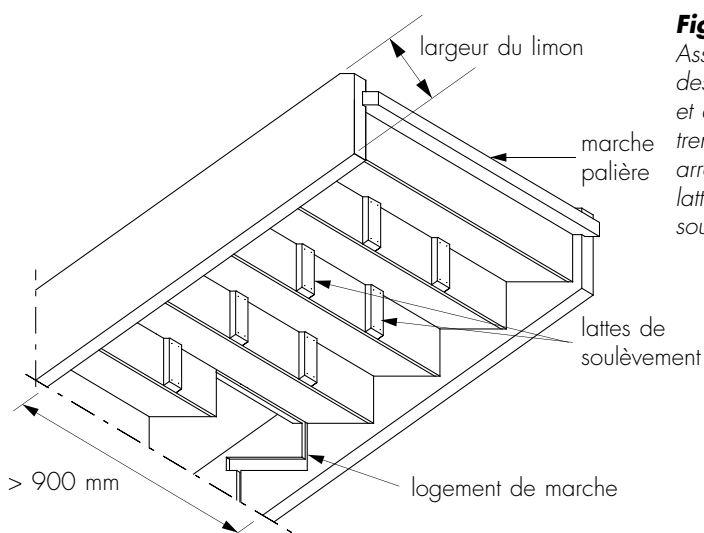


Fig. 51
Assemblage
des marches
et des con-
tremarches :
arrondi et
lattes de
soulèvement.

4.2.2 LIMON

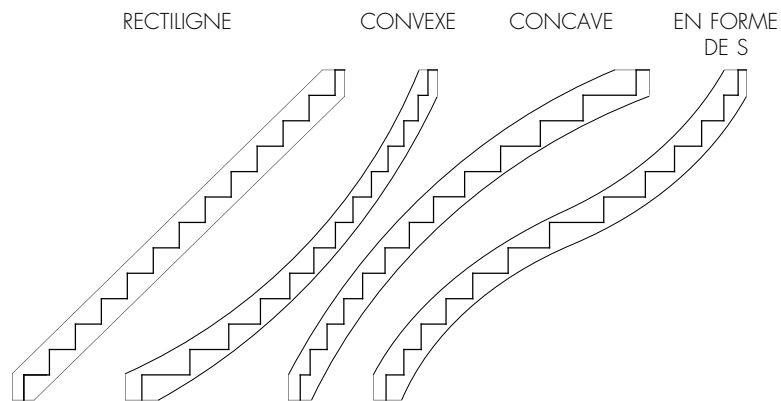
Les limons doivent avoir une épaisseur telle qu'ils puissent reprendre les sollicitations exercées sur l'escalier. De plus, leur assemblage avec les marches sera exécuté de manière à ce qu'ils puissent également reprendre les efforts exercés sur les marches. L'épaisseur minimale des limons est de 35 mm (pièces rabotées) (*).

Dans les escaliers tournants, le cintrage des limons est réalisé en assemblant en longueur les éléments massifs cintrés ou en collant plusieurs feuillets de bois. Les limons droits sont généralement d'un seul tenant. Dans le cas contraire, les pièces sont assemblées, dans le sens de la largeur, par rainure et languette ou à enture, puis collées ou, technique plus courante, exécutées en bois lamellé-collé.

Dans la longueur, l'assemblage des différents éléments composant le limon se fait par tenon et mortaise; les joints seront consolidés à l'aide de goujons ou de vis d'escalier qui

(*) Une pièce de bois rabotée de 35 mm correspond à une planche brute de section 6/4" selon les mesures anglaises.

Fig. 52 Types de limons droits (en longueur).

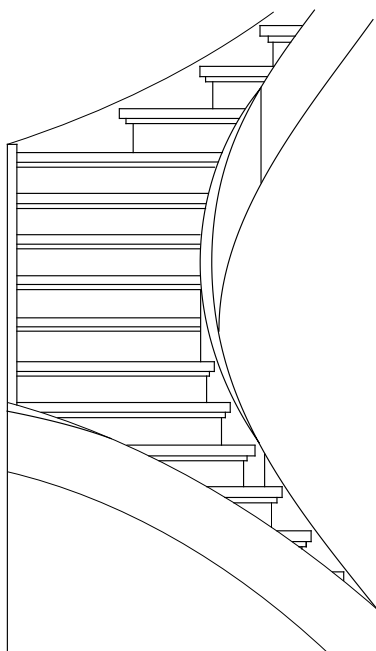


traversent l'assemblage. Les trous seront ensuite garnis de bouchons de bois collés.

Les limons droits sont d'une conception et d'un tracé relativement aisés; selon la géométrie de l'escalier, ils peuvent également affecter une forme concave, convexe ou en S (figure 52). Dans les escaliers tournants, et parfois dans les escaliers à palier ou à quartier tournant, on utilise des courbes (figure 53) et des crosses (figures 54) pour obtenir un limon ou une rampe continus. Leur mise en œuvre étant relativement complexe et nécessitant de nombreuses opérations manuelles, il est évident que leur coût sera plus élevé que celui des limons et/ou des poteaux droits.

Fig. 53 Limons courbes.

A. TRANSITION ENTRE LIMONS DE JOUR



B. UTILISATION DANS UN ESCALIER HÉLICOÏDAL

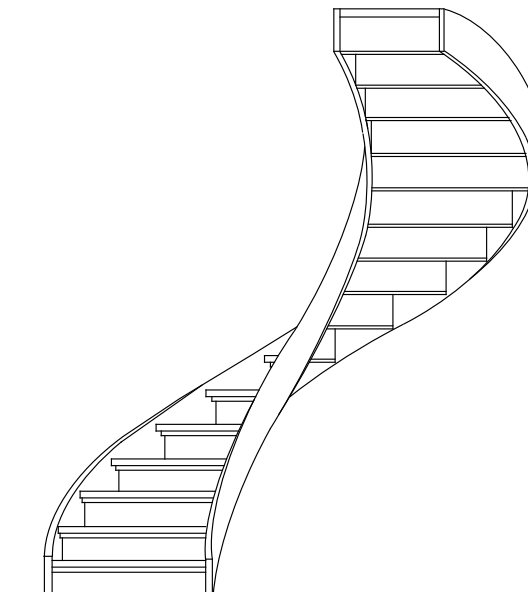
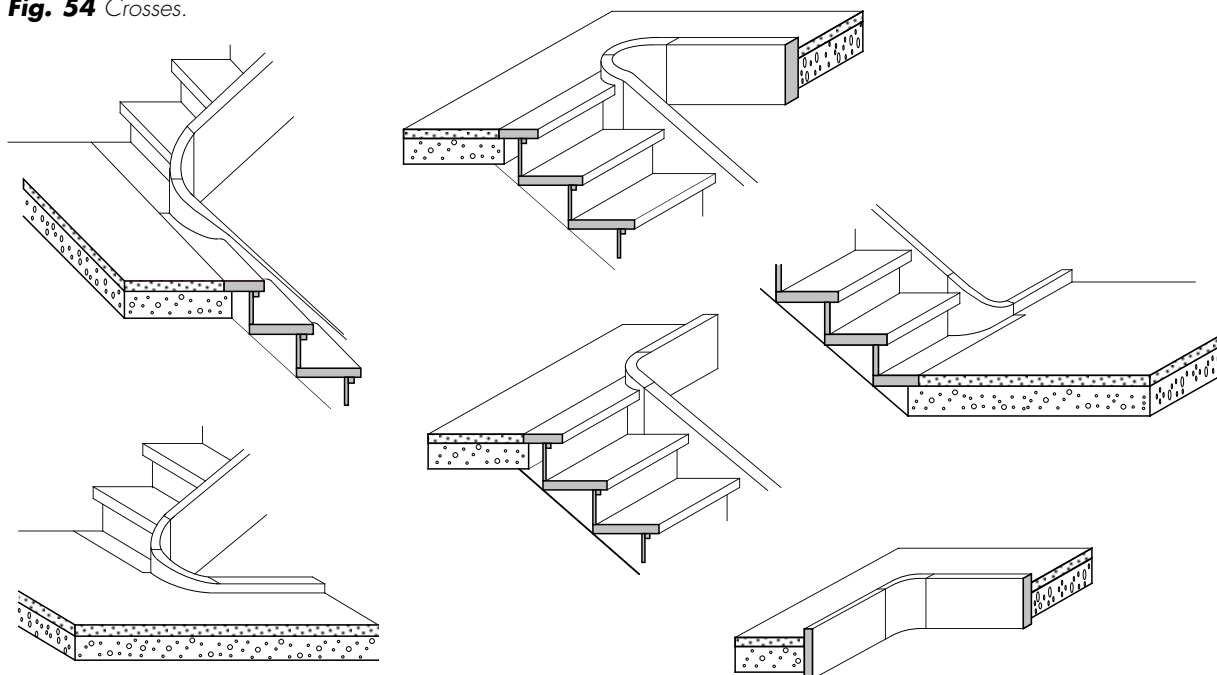


Fig. 54 Crosses.



4.2.2.1 ASSEMBLAGE DES MARCHES, DES CONTREMARCHES, DES LISTELS ET DU LIMON

Dans les escaliers à crémaillère (à l'anglaise) ou à limon central, l'assemblage des marches et du limon s'opère d'une manière différente de celle décrite ci-après (voir § 4.2.2.7, p. 73). Dans les escaliers à limons entaillés (escaliers à la française), les marches, les contremarches et les listels sont en général embrevés sur une profondeur de 10 mm. Les évidements pratiqués à cet effet dans le limon sont appelés *logements de marche* (figure 55).

Les marches et les contremarches sont emboîtées dans les limons par serrage, puis clouées en commençant par le haut de l'escalier. On prévoit généralement trois clous par marche, le premier se situant au droit du nez de marche pour que celui-ci s'insère correctement dans le logement. Du côté du mur, les clous traversent le limon préalablement foré. Du côté du jour, les clous sont noyés dans le limon (figure 56) qui, de ce fait, ne laissera pas apparaître de traces de clouage sur la face vue.

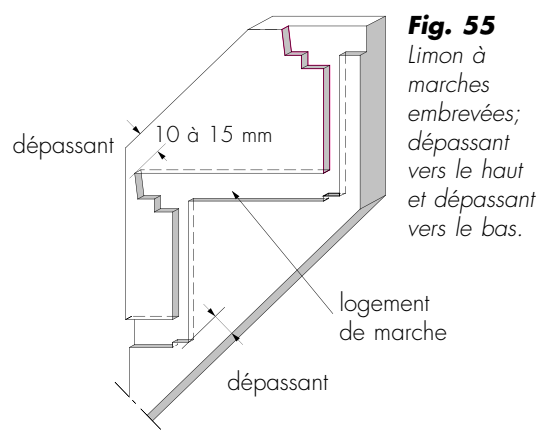


Fig. 55

Limon à marches embrevées; dépassant vers le haut et dépassant vers le bas.

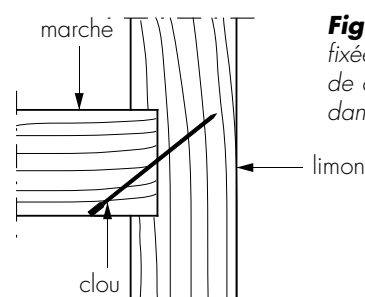


Fig. 56 Marche fixée au moyen de clous noyés dans le limon.

Lorsque les marches sont vissées dans le limon (figure 57) – ce qui est fréquent dans les escaliers ouverts –, les orifices laissés par les vis sont refermés au moyen d'un bouchon en bois collé dans le limon.

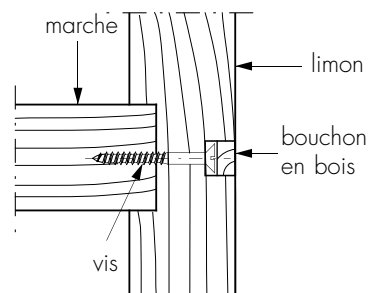


Fig. 57
Fixation des marches dans le limon.

Dans le plan supérieur de l'escalier, les limons dépassent le dessus du nez des marches sur une hauteur de 10 à 15 mm, mesurée perpendiculairement à la pente de l'escalier (figure 55).

Le dépassant vers le bas représente la distance entre l'arête arrière du dessous de la marche ou de la contremarche et le bas du limon, mesurée perpendiculairement à la pente de l'escalier (figure 55). Cette partie du limon n'est pas toujours prévue et sa largeur dépend de la finition de la sous-face de l'escalier (voir § 4.2.3, p. 74).

Pour les marches encastrées de biais (marches balancées, par exemple), les angles aigus sont généralement chanfreinés ("démaigrissement") (figure 58).

Pour consolider l'assemblage de deux éléments de limon dans un escalier à quartier tournant, on tâche de fixer la marche d'angle à cheval sur les deux limons (figure 59).

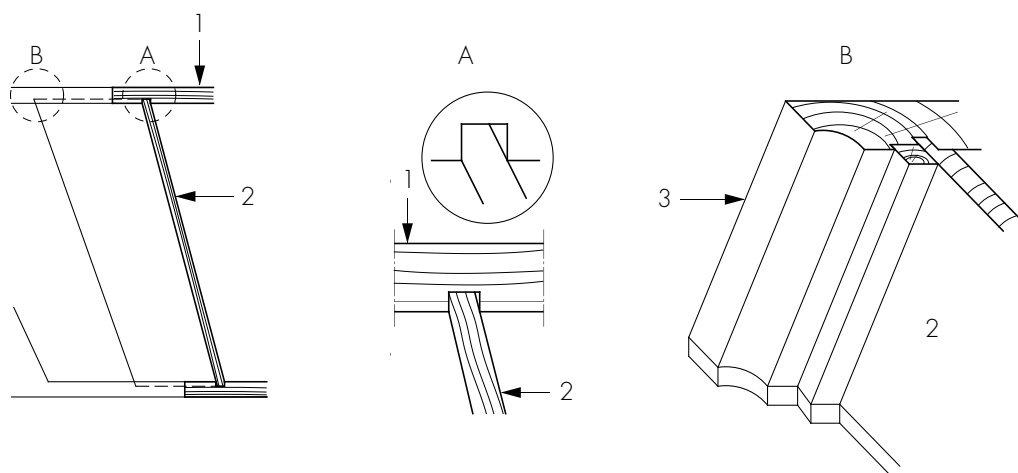


Fig. 58
Marches encastrées de biais.
1. Limon
2. Contremarche
3. Marche

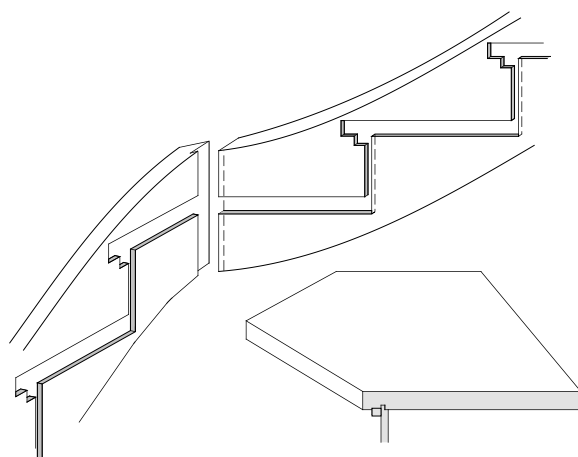
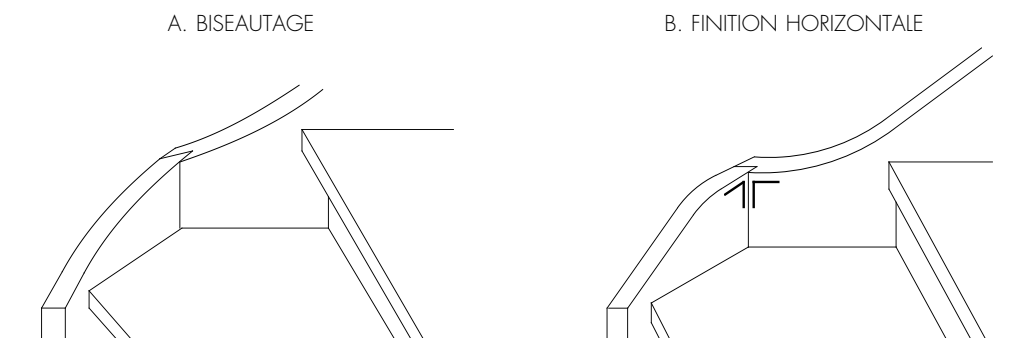


Fig 59 *Assemblage d'une marche d'angle et d'un faux limon; ici, dans un escalier libre à quartier tournant.*

Pour assembler deux limons dans un angle, on peut biseauter les pièces ou tailler horizontalement le haut du limon inférieur afin d'obtenir une continuité du bord supérieur du limon (figure 60).

Fig. 60 Assemblage du limon dans un angle.



4.2.2.2 FAUX LIMON OU LIMON DE MUR

Dans un escalier à limons entaillés, on distingue le faux limon (ou limon de mur) et le limon de jour.

Du côté du mur, le limon étant soutenu ou fixé à ce dernier, son épaisseur ne dépasse généralement pas 35 mm (pièce rabotée).

Le faux limon prend appui aussi bien au niveau du rez-de-chaussée qu'au plancher des étages. Entre ces deux points d'appui, il est fixé au mur, tous les 2 mètres environ, au moyen de dispositifs adéquats qui peuvent être des pattes à pointe ou à scellement avec vis ou des crampons d'escalier (pattes d'attache), fixés à travers le limon ou, plus souvent, sous celui-ci (figure 61).

Pour un escalier en pente douce, les fixations doivent être plus nombreuses (une tous les mètres, par exemple).

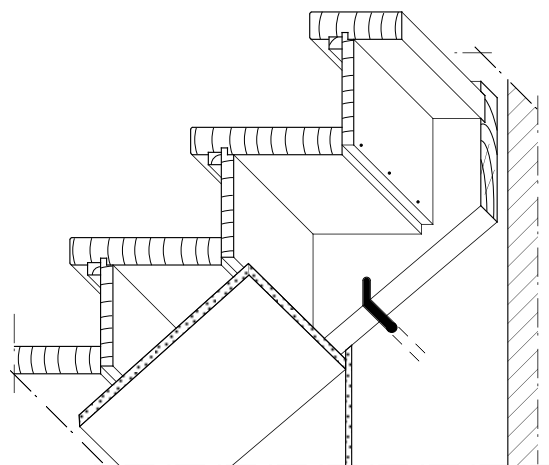


Fig. 61
Scellement
du limon
dans le mur.

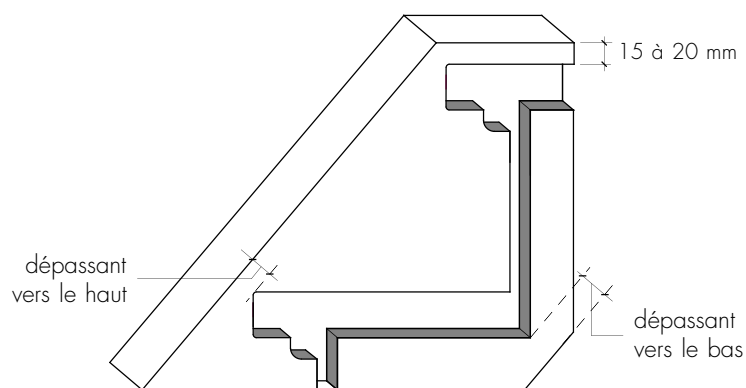
L'intervalle entre le faux limon et le mur est garni d'un couvre-joint.

Dans le haut de l'escalier (trapan), la finition du faux limon est réalisée comme suit :

- ◆ le limon peut se prolonger de 15 à 20 mm au-delà du niveau de la marche palière et être scié parallèlement à cette dernière; dans ce cas, la marche palière est encastrée dans le limon sur toute son épaisseur (figure 62A)
- ◆ on peut également terminer le limon de niveau avec la marche palière; dans ce cas, cette dernière est fixée au limon au moyen d'un assemblage à mi-bois réalisé de manière telle qu'il ne subsiste pas d'ouverture à la partie haute du limon (figure 62B).

Fig. 62 Assemblage du faux limon dans le haut de l'escalier.

A. MARCHE PALIÈRE DANS UN LOGEMENT ENTIER



B. MARCHE PALIÈRE LOGÉE À MI-BOIS

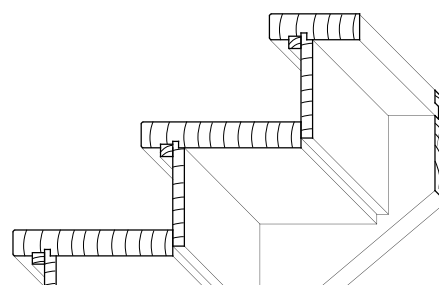
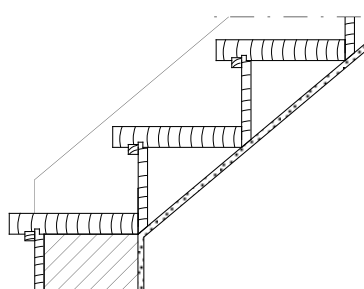
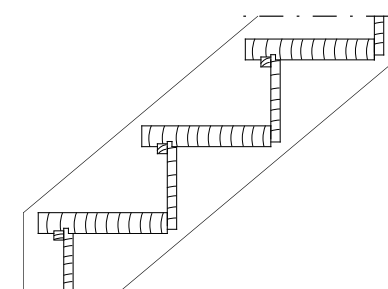


Fig. 63 Finition du faux limon au départ de l'escalier.

A. DANS LE MÊME PLAN QUE LA CONTREMARCHE DE LA MARCHE DE DÉPART



B. EN SAILLIE PAR RAPPORT À LA MARCHE DE DÉPART



Au départ de l'escalier, la finition du faux limon peut être réalisée comme représenté à la figure 63.

4.2.2.3 LIMON DE JOUR

L'épaisseur du limon de jour est généralement la même que celle des marches. Elle dépendra de la résistance de l'ouvrage et de l'épaisseur des balustres.

L'assemblage entre les différents éléments peut se faire au moyen de poteaux (figure 64) – et éventuellement de pièces intermédiaires – ou de crosses (figure 65).

La face avant du limon de jour peut être en bois uni ou garnie de divers ornements tels que moulures ou reliefs (figure 66, p. 70).

Fig. 64

Assemblage
du limon
de jour au
moyen de
poteaux.

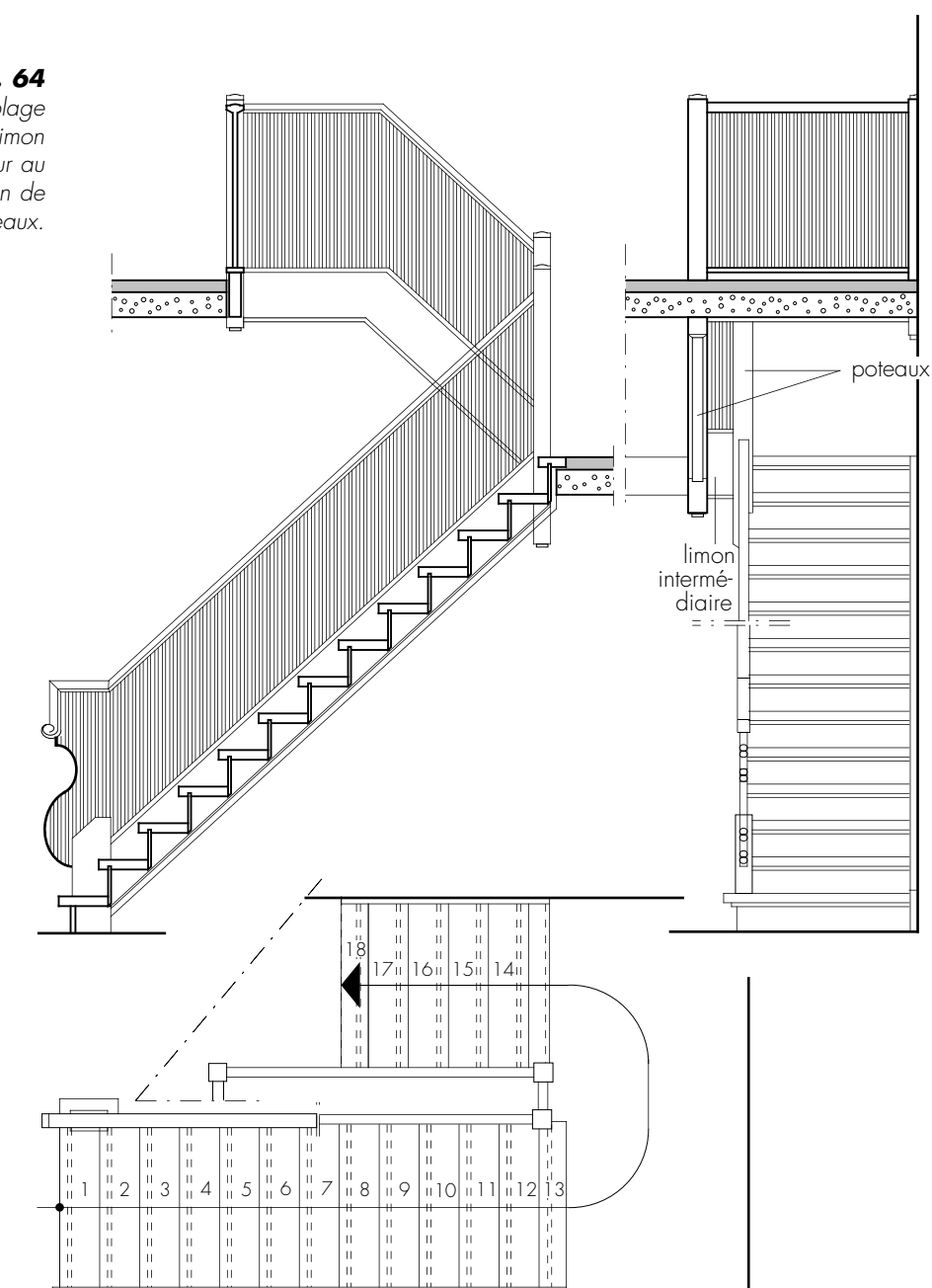


Fig. 65

Assemblage
des éléments
du limon de
jour au moyen
d'une crosse.

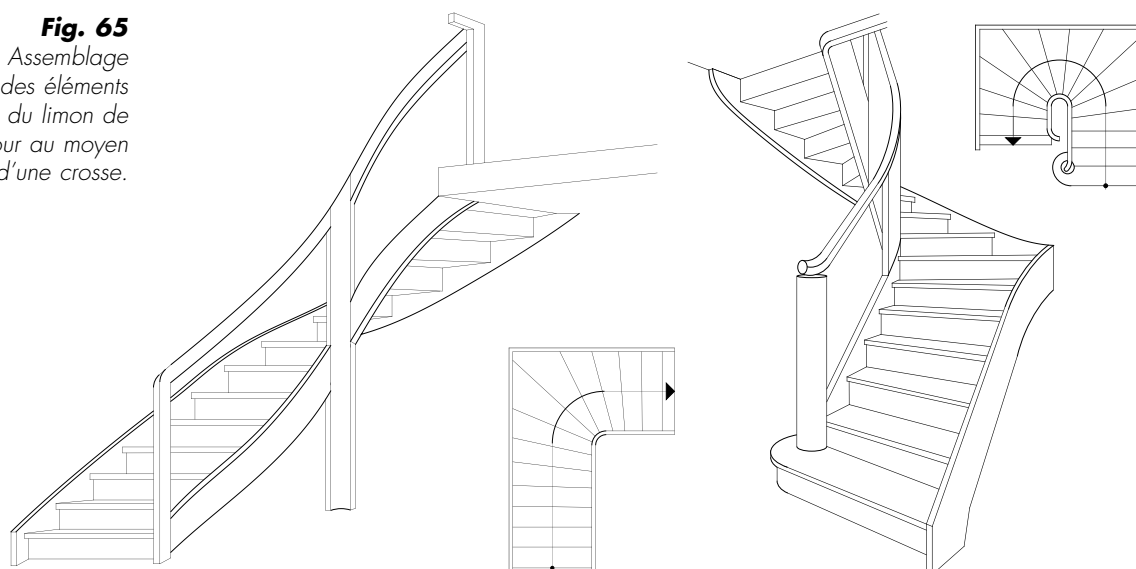
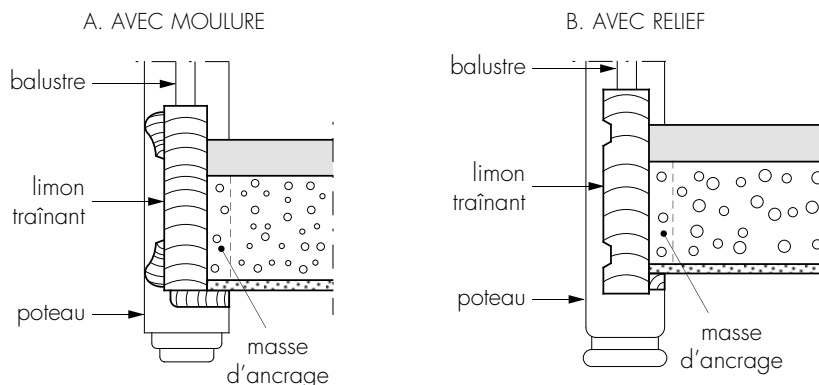


Fig. 66
Finition du limon de jour (illustrée ici sur un limon traînant).

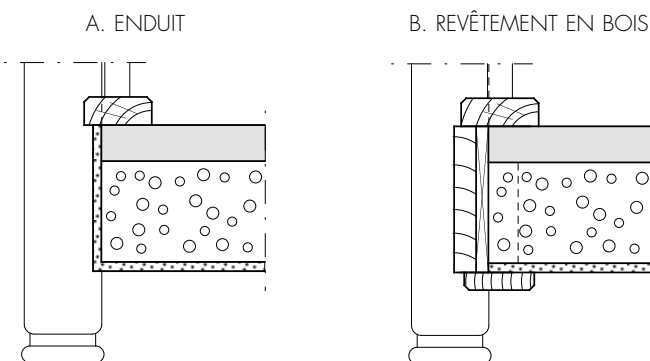


4.2.2.4 LIMON TRAÎNANT

Les rives de la trémie d'escalier peuvent être recouvertes par des pièces d'ébrasement, appelées limons traînants. A l'heure actuelle, elles sont souvent munies d'un enduit et surmontées d'un large couvre-joint qui reçoit les balustres du garde-corps situé sur le palier (figure 67A).

Les revêtements en bois utilisés pour le parachèvement des rives de la trémie peuvent également être considérés comme des limons traînants. Les balustres du garde-corps situé sur le palier sont alors insérés dans un large couvre-joint (figure 67B).

Fig. 67
Finition des rives de la trémie.



Les limons traînants ne sont plus utilisés que dans les structures en bois. Ils sont en général de même épaisseur et de même largeur que les limons de jour, dont ils sont en fait le prolongement. Le limon traînant forme saillie sur le plancher d'étage.

En ce qui concerne la partie inférieure du limon traînant, deux possibilités sont envisageables (cf. figure 66) :

- ◆ soit le limon se trouve au même niveau que le plafond, l'interstice entre les deux éléments étant comblé par un couvre-joint
- ◆ soit le limon déborde du plafond de quelques centimètres; dans ce cas, le joint entre le plafond et le limon est recouvert d'une latte.

Les limons traînants peuvent être fixés de différentes manières aux rives de la trémie :

- ◆ soit directement dans la structure portante; dans le cas d'un plancher en béton, on peut insérer verticalement dans les rives, lors du bétonnage, des blochets en queue d'aronde sur lesquels on cloue les limons (figure 68)

Fig. 68 Fixation du limon traînant dans le plancher porteur au moyen de blochets en queue d'aronde.

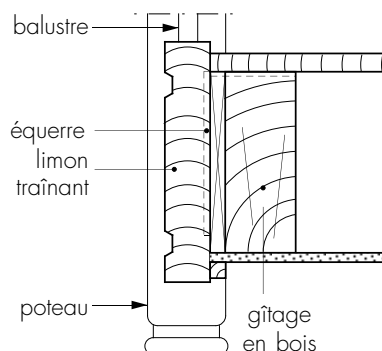
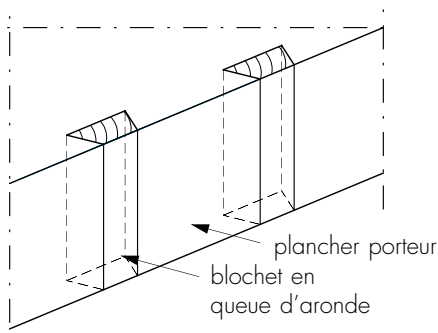


Fig. 69 Fixation du limon traînant dans le plancher porteur au moyen d'équerres de chaise.

- ◆ soit au moyen d'équerres de chaise en métal, vissées au préalable dans les limons (figure 69); si le plancher porteur est en béton, les équerres sont scellées dans le plancher support sous la chape.

4.2.2.5 LIMON À CRÉMAILLÈRE (ESCALIER À L'ANGLAISE)

Dans un escalier comportant un limon de jour en crémaillère (à redans ou à gradins), les marches reposent sur le limon de jour. La hauteur et la largeur des crans correspondent respectivement à la hauteur des marches et à leur giron. Pour des raisons de stabilité, ces limons, surtout s'ils sont appuyés uniquement en tête et en pied, sont taillés de telle façon qu'il reste toujours à l'arrière des crans une distance d'environ 180 mm (suivant la longueur de l'escalier) (figure 70).

De plus, les marches sont posées de manière à ce qu'elles dépassent du limon sur une distance équivalente à celle du nez de la marche, afin de pouvoir prolonger le listel contre le limon. Pour dissimuler le bois de bout des marches, on utilise une pièce d'about collée à la marche au moyen d'une fausse languette (figure 70). Cette technique permet en outre d'éviter le gauchissement des marches.

Enfin, les marches sont fixées de façon non apparente sur le limon de jour au moyen d'une latte collée et vissée sur la face intérieure du limon, quelques millimètres en dessous des crans. Des vis peuvent alors pénétrer dans la face inférieure des marches après avoir traversé la latte. La fixation des marches sur le limon peut également être réalisée à l'aide d'équerres de chaise métalliques.

Pour la pose et le parachèvement des contremarches, plusieurs solutions existent :

- ◆ contre la partie verticale des crans, dans une battée à onglet (cf. figure 70)

Fig. 70 Limon de jour à crémaillère.

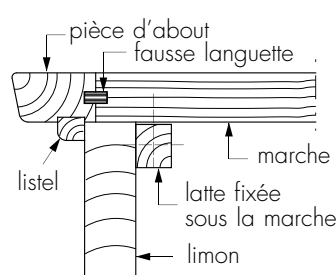
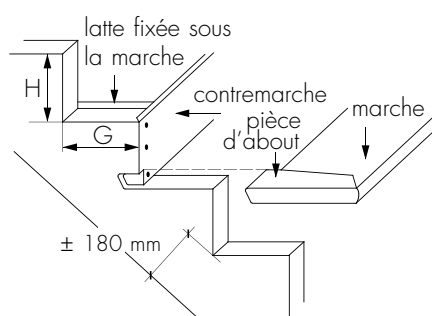
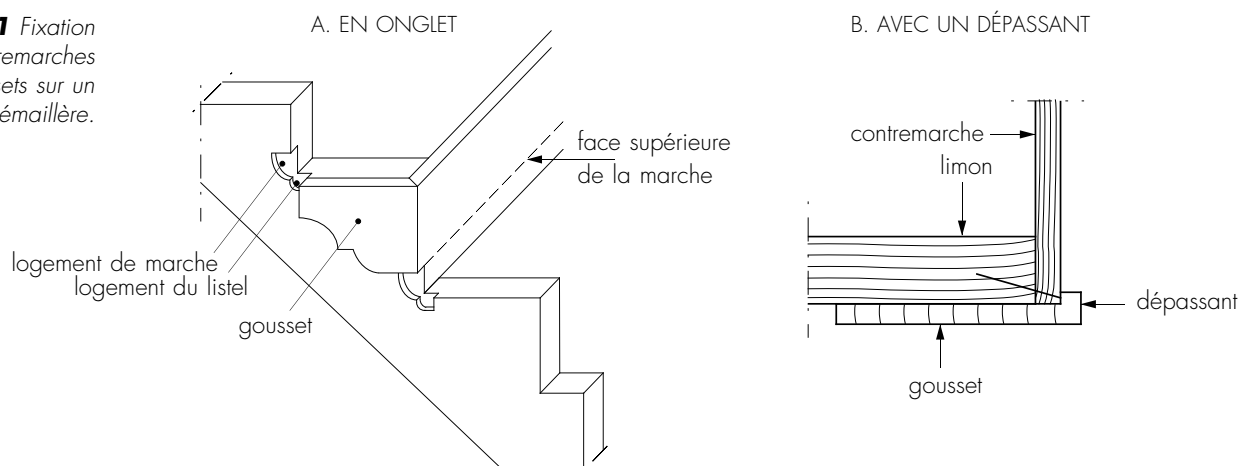


Fig. 71 Fixation des contremarches par goussets sur un limon à crémaillère.



◆ au moyen de goussets (figure 71) : ces planchettes en forme de console sont clouées sur le limon entre les marches; elles ont une épaisseur d'environ 15 mm. La partie de la marche qui surplombe le limon est égale à la largeur du nez, augmentée de l'épaisseur du gousset. La jonction entre le gousset et la contremarche peut être réalisée comme suit :

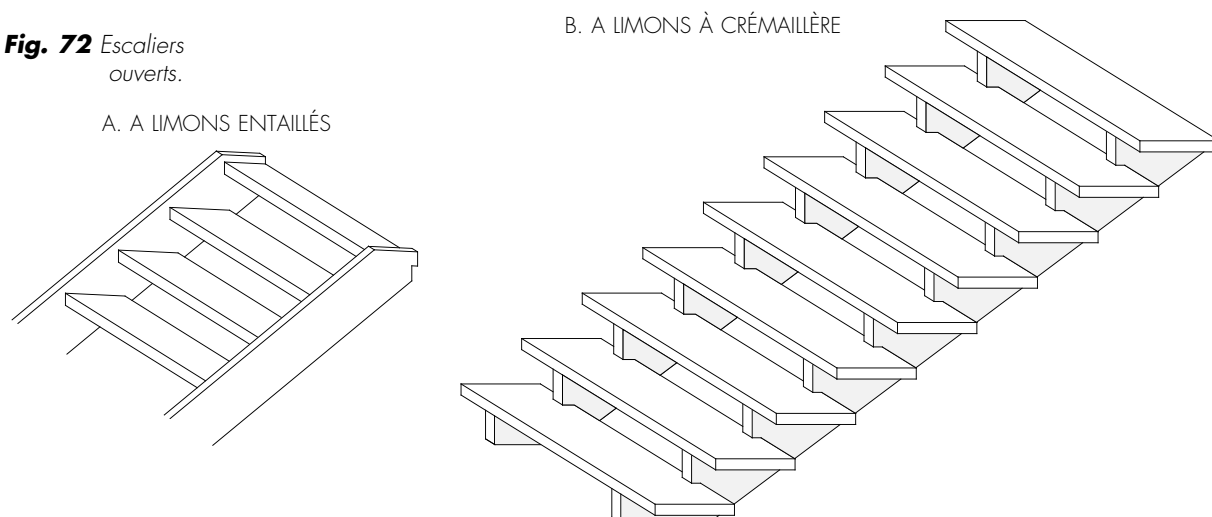
- en onglet : le fil du bois des goussets est horizontal, assurant un raccord élégant avec les contremarches
- avec un dépassant d'environ 6 mm sur la contremarche pour éviter un onglet et masquer les orifices laissés par les clous; le fil du bois des goussets est vertical afin de dissimuler le bois de bout.

4.2.2.6 ESCALIERS OUVERTS

Ce type d'escalier ne comporte pas de contremarches; l'espace entre les marches est donc libre (figure 72). Les marches sont encastrées dans les limons selon la technique courante et sont en surplomb les unes par rapport aux autres sur une distance d'environ 50 mm.

Les marches n'étant pas soutenues par des contremarches, leur épaisseur sera généralement plus importante et dépendra de leur longueur. Le profil du nez est d'ordinaire très simplifié.

Fig. 72 Escaliers ouverts.



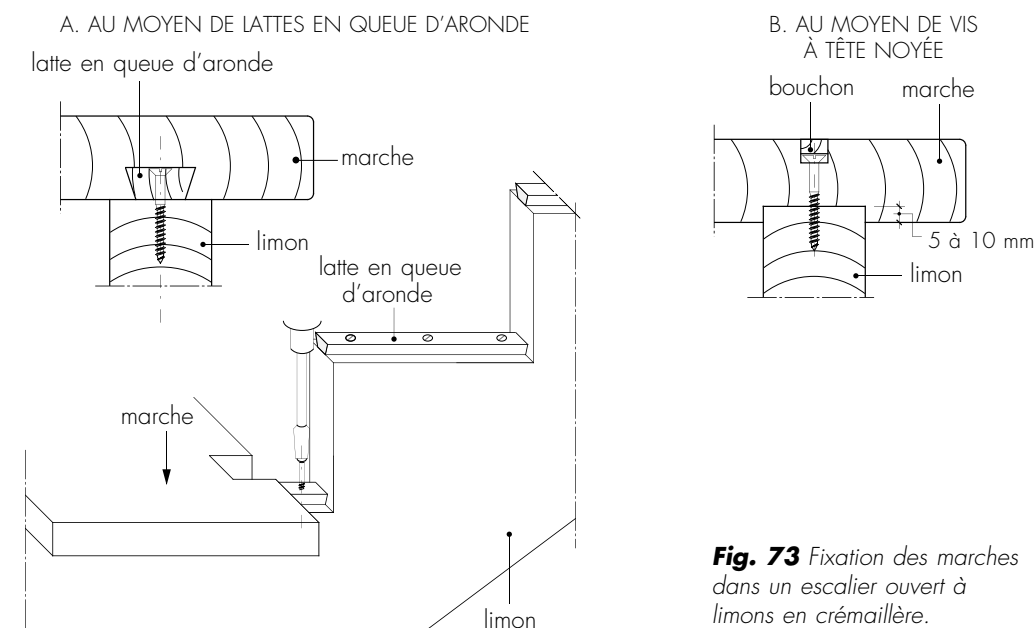


Fig. 73 Fixation des marches dans un escalier ouvert à limons en crémaillère.

Sur le schéma de la figure 73, les marches sont fixées aux limons au moyen de lattes en bois feuillu et en forme de queue d'aronde. Ces lattes sont solidement vissées sur le plan des crans, puis se glissent sur une certaine longueur dans une rainure en queue d'aronde taillée dans le giron de la marche. Cette technique, utilisée surtout dans les escaliers à grand emmarchement, permet de positionner très précisément les éléments, tout en assurant le libre mouvement des marches, pour autant qu'elles ne soient vissées que par leur face arrière.

Les marches plus étroites, moins soumises au travail du bois, peuvent s'encaster par-dessus les limons sur une profondeur de 5 à 10 mm; elles sont ensuite fixées au moyen de deux ou trois vis à bois dont la tête doit être noyée sur une profondeur suffisante pour permettre la pose d'un bouchon en bois.

4.2.2.7 ESCALIERS À LIMON CENTRAL

La conception de ce type de limon doit faire l'objet d'une étude particulière. Dans un escalier à limon central, les marches, dites marches monobloc, sont soutenues par une plaque en métal dont la longueur est telle que la distance qui la sépare de chaque extrémité de la marche ne soit pas supérieure à 100 mm. Dans ce cas, la fixation de la marche sur la plaque peut se faire par vissage (figure 74). Si la marche dépasse la plaque de plus de 100 mm à l'une ou aux deux extrémités, la fixation doit être effectuée au moyen de tire-fonds.

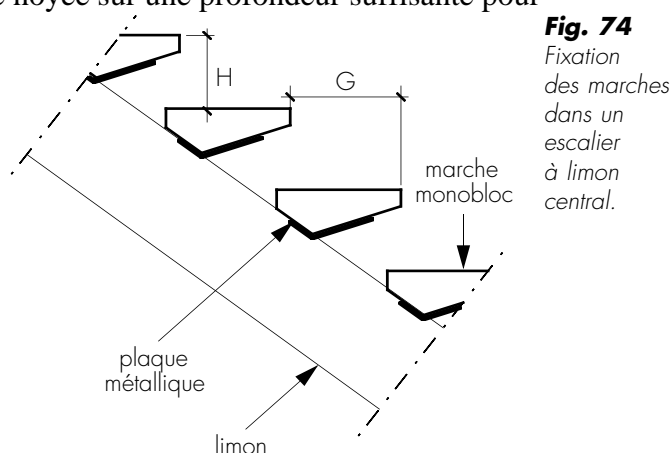


Fig. 74 Fixation des marches dans un escalier à limon central.

Après un laps de temps, la stabilité mécanique des marches pose souvent un problème dans ce type de réalisation. On peut, dans ce cas, dédoubler le limon, afin d'augmenter la surface d'appui des marches.

4.2.3 PARACHÈVEMENT DE LA SOUS-FACE DE L'ESCALIER

Ce type de parachèvement est réalisable dans les escaliers fermés. Divers matériaux peuvent être utilisés à cet effet : multiplex, panneaux tendres ou panneaux durs en fibres de bois, plafonnage, etc. Le matériau d'habillage est fixé à l'arrière des marches et des contremarches ou sur un montage indépendant rapporté sous l'escalier. En cas de plafonnage, il est souhaitable de protéger le bois contre l'humidité contenue dans l'enduit.

La figure 75 illustre un mode de raccord de cette finition avec le limon. Ce dernier peut être situé dans le même plan que l'habillage, le joint étant obturé au moyen d'une latte. Au contraire, le bas du limon peut former saillie par rapport à la finition; dans ce cas, les bords des deux éléments sont garnis d'un couvre-joint et le dépassant du limon vers le bas est plus large que dans la situation précédente.

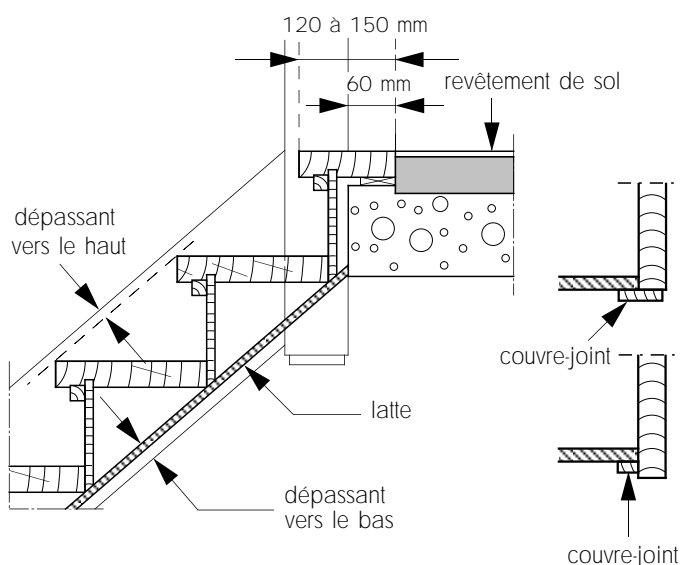


Fig. 75
Jonction entre la finition de la sous-face de l'escalier et le limon.

Si la finition de la sous-face est raccordée au mur, on ne prévoit pas de dépassant à la face inférieure du limon.

4.2.4 GARDE-CORPS

La rampe principale se situe au-dessus du limon de jour, sauf dans les escaliers à noyau. Le garde-corps ou la balustrade se compose d'une main courante, de balustres ou d'un remplissage et de poteaux.

Les garde-corps sont exécutés suivant les plans détaillés.

Dans un escalier à limon en crémaillère ou à limon central, le ou les garde-corps sont fixés soit dans les marches, soit directement au limon (ou à la plaque de support métallique de la marche). La figure 76 illustre ce cas pour un escalier à limons entaillés.

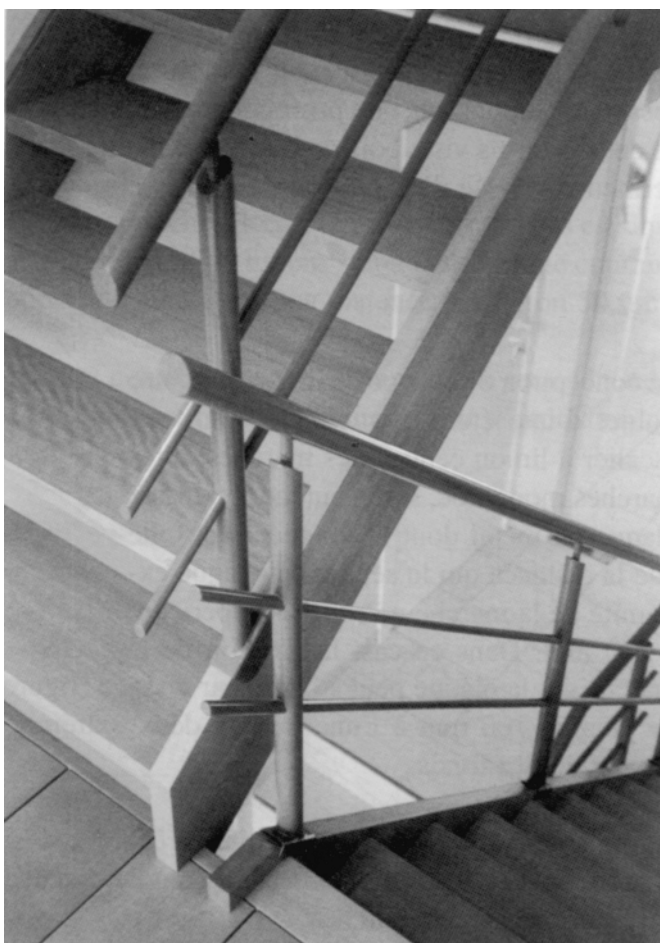


Fig. 76
Fixation du garde-corps dans le limon.

4.2.4.1 MAIN COURANTE

La main courante constitue la partie supérieure du garde-corps. Elle doit être profilée de manière à offrir une bonne préhension (voir § 2.4.2.9, p. 39). Sa finition est lisse et dépourvue d'angles vifs.

4.2.4.2 BALUSTRES

Bien que leurs formes et leurs finitions puissent être très variées (figure 77), les balustres possèdent dans l'ensemble une section ronde ou rectangulaire.

Les balustres de section rectangulaire ou carrée sont généralement encastrés par chevillage dans le limon et la main courante. L'angle vif du tenon est recoupé perpendiculairement à l'épaulement, de façon à éviter un mortaisage à angles aigus (figure 78).

Les balustres aux extrémités arrondies sont insérés dans des forages verticaux, de façon à venir s'y loger jointivement.

Fig. 77 Balustres.

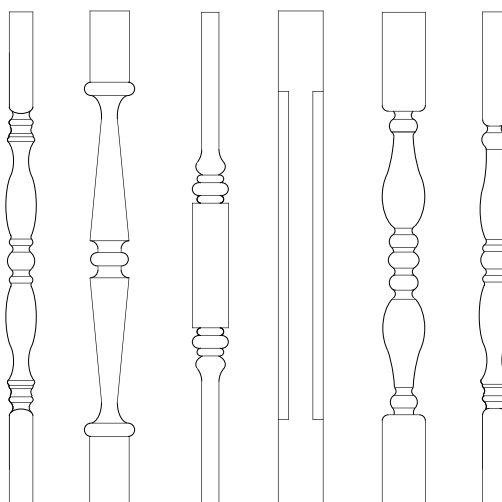
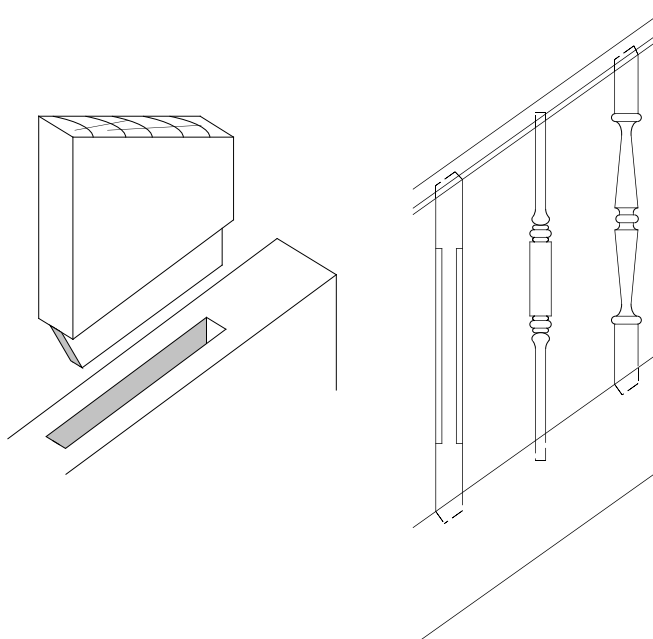


Fig. 78
Insertion
des balustres.



4.2.4.3 REMPLISSAGE

Lorsque la main courante et le limon ne sont pas reliés par des balustres, le garde-corps peut être constitué :

- ◆ soit par un ouvrage ajouré en ferronnerie décorative ou par un encadrement
- ◆ soit par un assemblage de panneaux (figure 79) :
 - en bois massif ou en multiplex
 - en bois lamellé-collé prolongeant les marches
 - avec montants permettant la pose de verre feuilleté ou de panneaux en matière synthétique.

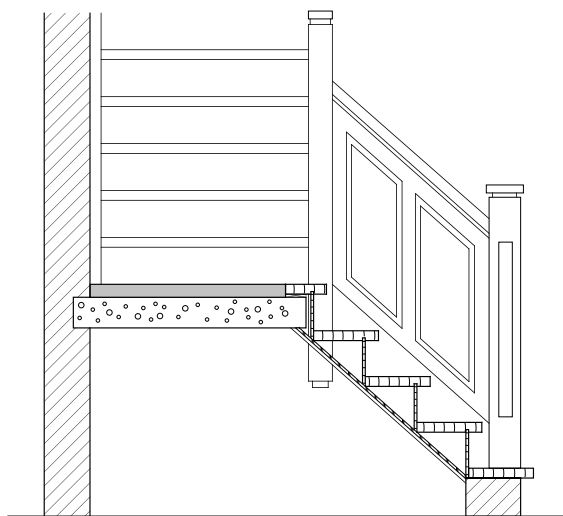
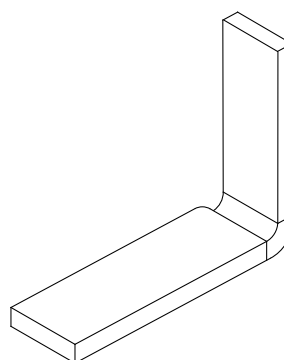


Fig. 79 Assemblage à panneaux.



4.2.4.4 POTEAUX

Les poteaux terminent et renforcent les garde-corps. Tout comme les balustres, ils peuvent avoir des formes et une composition très variées.

Le poteau de départ peut se prolonger jusqu'au sol ou être fixé sur la première ou la deuxième marche.

Lorsque le poteau de départ est de forte section, il arrive que les pièces de bois ne soient pas disponibles dans l'épaisseur voulue. Dans ce cas, le poteau peut être constitué de quatre pièces de 35 ou 45 mm d'épaisseur, assemblées à rainure et languette ou par enture et soigneusement collées (figure 80). Le joint collé peut être camouflé par le profilage des pièces, et le creux central est coiffé d'un bouchon à chaque extrémité.

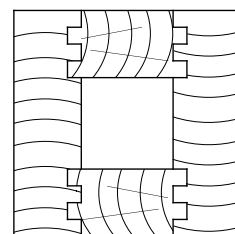


Fig. 80
Poteau creux formé par l'assemblage de plusieurs éléments.

La figure 81 illustre un poteau fixé dans le sol. Pour cette réalisation, la contremarche inférieure et une partie de la marche de départ sont réduites de telle façon qu'elles puissent encore s'insérer dans le poteau sur une profondeur de 10 mm.

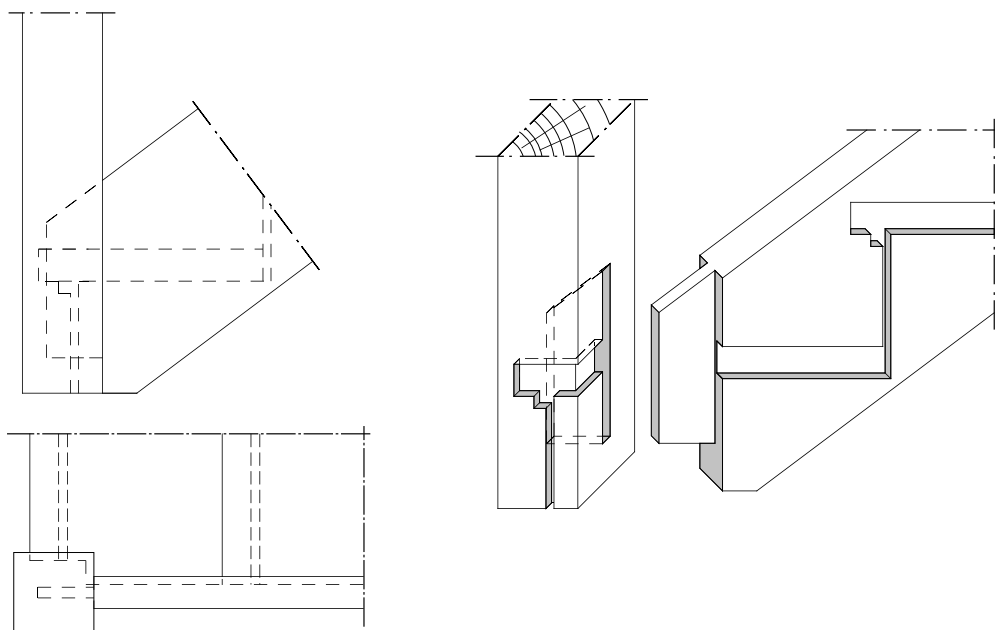


Fig. 81
Poteau fixé
au sol.

Lorsque le sol est en matériau pierreux, le poteau de départ en est dissocié par interposition d'un élément en matière synthétique.

Le poteau d'arrivée est moins épais que le poteau de départ. Le tenon, d'une épaisseur d'au moins 20 mm, est scié en onglet perpendiculairement à l'épaule-ment pour éviter un mortaisage à angles aigus.

Si le jour est étroit, la marche palière comporte un seul poteau de section rectangulaire ou carrée (figure 82). Dans ce dernier cas, le limon traînant et le garde-corps peuvent être assemblés en onglet au droit de l'angle ne disposant pas de poteau.

Les limons sont assemblés aux poteaux par tenon et mortaise, le tenon étant fixé dans le poteau au moyen d'un goujon, d'une pointe métallique ou de vis d'escalier. Les rampes sont fixées au moyen de longues vis à bois coiffées d'un bouchon (figure 83).

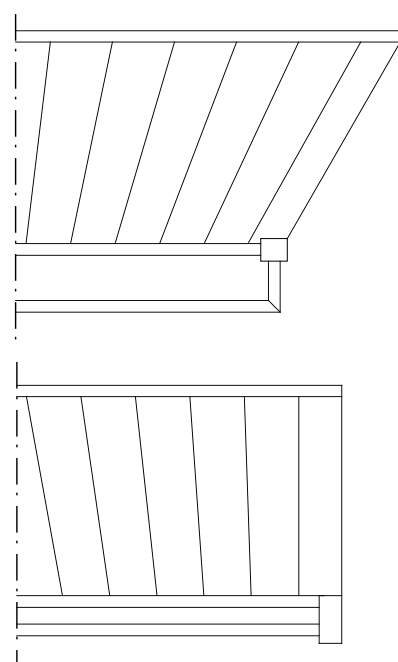
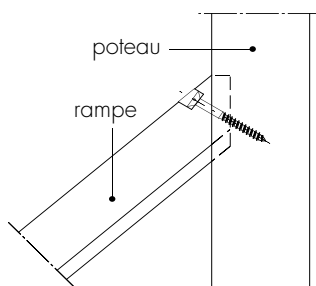


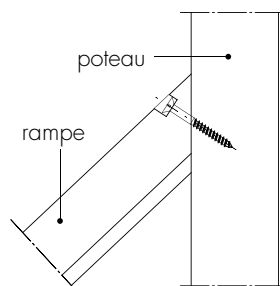
Fig. 82
Section du
poteau.

Fig. 83 Assemblage
de la rampe et
du poteau.

A. LA RAMPE EST ENCASTRÉE
DANS LE POTEAU



B. LA RAMPE N'EST PAS
ENCASTRÉE DANS LE POTEAU



4.2.4.5 RAMPE MURALE

Pratiquement tous les types d'escaliers permettent le placement d'une rampe au-dessus du limon de jour. Les escaliers à noyau font toutefois exception à la règle. Or, la pente, particulièrement raide au droit du noyau, rend indispensable la pose d'une rampe, si l'on veut garantir la sécurité. Si l'escalier à noyau est adossé au mur, la rampe est placée du côté du mur, ce qui offre l'avantage de forcer la marche sur la partie la plus aisée de l'escalier.

Les escaliers à grand emmarchement sont également pourvus d'une rampe murale à l'usage des personnes circulant du côté du mur. Lorsque l'escalier est encloisonné entre deux murs, on prévoit une rampe le long d'un des murs au moins.

Les rampes murales sont fixées à l'aide de pattes de scellement vissées sous la main courante et scellées dans le mur. On peut également utiliser des accessoires métalliques que l'on visse dans le mur ou dans une planche rapportée au mur (figure 84).

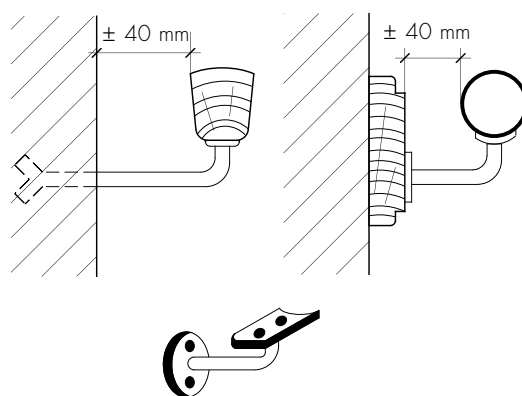


Fig. 84
Rampes murales.

On ménagera un espace suffisant entre la main courante et le mur ou la planche, pour le passage de la main (40 mm au minimum), en veillant toutefois à ne pas trop écarter la rampe de façon à ne pas réduire inutilement l'emmarchement de l'escalier.

4.2.5 PALIER

Le palier relie deux volées d'escalier, englobant la marche palière de la première volée et le garde-carreau de la seconde. La structure portante du palier est un plancher en bois ou en béton dans lequel on fixe la première volée et sur lequel la seconde volée trouve son point d'appui principal.

Dans le cas particulier où le palier supporte également le poteau et/ou le limon de jour, l'ouvrage fait l'objet d'une étude spéciale. La figure 85 en illustre un exemple.

Le palier est exécuté comme décrit au cahier spécial des charges.

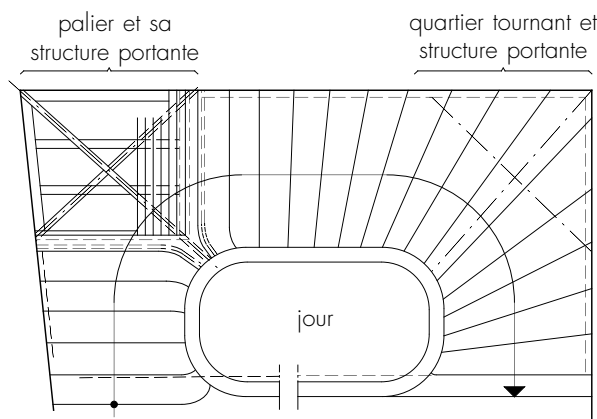
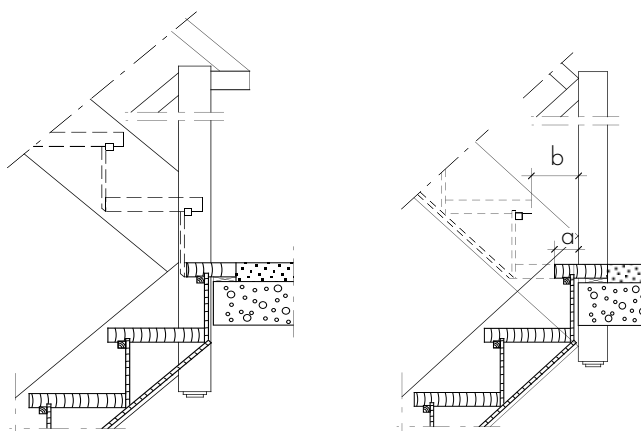


Fig. 85 Structure portante avec palier d'angle.

La forme et les dimensions du palier dans un escalier à quartier tournant sont généralement définies par la largeur de ce dernier. Quant au palier de repos d'un escalier droit, sa profondeur dépendra de l'espace disponible : pour un volume disponible déterminé, plus l'espace prévu pour le palier est important, plus l'emplacement dévolu aux deux volées d'escalier sera réduit.

L'emplacement du nez de la dernière marche de la première volée ('a' à la figure 86) et du nez de la première marche de la seconde volée ('b' à la figure 86) est déterminant pour la forme et la position des limons et de la balustrade au droit du palier. L'assemblage peut être réalisé de différentes façons. Certains modes d'exécution ont une incidence sur la forme de la structure portante du palier, lorsque celle-ci est constituée par une dalle en béton.

Fig. 86 Possibilités d'assemblage du limon de jour et du garde-corps au niveau d'un palier.



4.3 PLACEMENT DE L'ESCALIER

4.3.1 CONDITIONS HYGROTHERMIQUES LORS DE LA POSE

Le moment où s'effectue la pose de la menuiserie intérieure peut avoir une grande influence sur la qualité finale de l'ouvrage. L'humidité relative de l'air qui règne dans le bâtiment lors de la mise en œuvre ne peut pas être trop élevée. Il convient également d'éviter de fortes fluctuations du taux d'humidité après la pose.

Le placement de la menuiserie intérieure peut commencer lorsque l'architecte et le menuisier jugent, de commun accord, que les conditions de mise en œuvre sont favorables.

Toutefois, il arrive que l'on doive procéder à la pose, même si les conditions ne sont pas optimales, afin de ne pas devoir différer d'autres travaux dont l'exécution nécessite l'accès aux étages, et donc le placement de l'escalier. Dans ce cas, il ne sera bien souvent pas possible d'éviter que des désordres se produisent ultérieurement sous l'effet d'un gonflement ou d'un retrait excessif du bois.

C'est pourquoi le placement des escaliers s'effectue lorsque les plafonnages sont terminés et suffisamment secs, et après la pose des vitrages.

De bonnes conditions hygrothermiques à l'intérieur du bâtiment et un taux d'humidité correct du bois lors de la pose sont essentiels pour garantir la stabilité dimensionnelle des éléments d'un escalier.

Le taux d'humidité d'équilibre du bois lors de la pose sera différent selon que les lieux de mise en œuvre sont chauffés ou non. Le tableau 10 indique les valeurs recommandées pour le taux d'humidité du bois dans les deux cas.

Tableau 10 Taux d'humidité d'équilibre du bois lors de la pose (NIT 166) [10].

LOCAUX	TEMPÉRATURE (°C)	HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR (%)	TAUX D'HUMIDITÉ DU BOIS (%)	TAUX MOYEN D'HUMIDITÉ DU BOIS (%)
Non chauffés	10 - 20	45 - 65	8 - 12	10
Chauffés	20	30 - 50	6 - 10	8

4.3.2 PROTECTION AU COURS DU TRANSPORT ET DU STOCKAGE

Toutes les précautions nécessaires seront prises durant le transport et la pose des escaliers pour éviter d'endommager les éléments; les nez des marches peuvent être munis d'une protection adéquate.

L'entreposage provisoire de l'escalier ou de certains de ses éléments sur le chantier doit être effectué dans un endroit ventilé à l'abri des intempéries.

4.3.3 PROTECTION DE L'ESCALIER APRÈS LA POSE

Au cours des travaux qui suivent la mise en œuvre de l'escalier, il arrive que le bois soit accidentellement sali ou humidifié, occasionnant un tachage difficile à éliminer ultérieurement.

La protection minimale à mettre en œuvre après la pose de l'escalier consiste à recouvrir les marches d'un film PE de couleur foncée ou de panneaux en fibres de bois. Lorsque la sous-face de l'escalier doit être enduite, il y a lieu de la protéger contre les projections d'eau résultant des travaux d'enduisage.

La détérioration des nez de marches peut également nécessiter des réparations délicates.

Il convient d'éviter des nettoyages à grande eau des escaliers. Les éléments de limons et de poteaux en bois de bout sont des parties délicates; lorsqu'ils sont en contact avec le sol, ils peuvent être protégés accessoirement par l'application d'un traitement préalable ou par l'insertion d'une pièce intermédiaire en matière plastique. Une autre solution consiste à prévoir une marche de départ en pierre.

4.3.4 FINITION ET ENTRETIEN

Avant d'être assemblés, les éléments sont ponçés et dépoussiérés, puis éventuellement imprégnés à l'aide d'un produit coloré en dispersion aqueuse. Si le bois reste très rugueux, un second ponçage s'avérera nécessaire. Le parachèvement définitif est réalisé après l'assemblage de l'escalier (bouche-pore éventuel et couches de finition à appliquer selon les instructions du fabricant).

Bien qu'il n'y ait pas de restrictions en la matière [26], on déconseille néanmoins, pour des raisons de sécurité, de cirer les marches d'escalier (cf. § 2.4.2.13, p. 43).

Au surplus, les directives applicables à la finition des escaliers en bois sont identiques à celles en vigueur pour les parquets. Le lecteur se référera à ce sujet à la Note d'information technique 159 [6].

4.4 RÉALISATIONS SPÉCIALES

4.4.1 MARCHES EN BOIS SUR STRUCTURE PORTANTE EN BÉTON

Lorsqu'un escalier en béton doit être recouvert de bois, des lattes rabotées de mise à niveau sont placées sur les marches. Les marches et les lattes sont fixées simultanément dans le béton au moyen de chevilles et de vis placées dans des trous préforés. Les vis sont noyées dans les marches et les trous sont fermés au moyen de bouchons collés, d'un diamètre minimal de 12 mm. Il faut en tout cas utiliser des clous ou des vis qui sont suffisamment protégés contre la corrosion.

Le cahier spécial des charges prescrit la méthode de finition des contremarches de l'escalier en béton. Lorsque des contremarches en bois sont utilisées, elles sont insérées dans les marches par un assemblage à rainure et languette.

Quand l'escalier en béton est en porte-à-faux d'un côté ou des deux côtés et qu'il doit être pourvu d'un limon, on place des lattes de réglage entre la structure portante en béton et le limon. Le limon et les lattes sont fixés comme décrit ci-avant pour les marches.

4.4.2 MARCHE DE DÉPART EN PIERRE NATURELLE

Lorsque l'escalier repose sur un sol en pierre nécessitant un entretien à grande eau, la marche de départ est généralement réalisée en matériau pierreux, afin d'éviter le tachage ou le pourrissement du bois dans le bas de l'ouvrage. La marche de départ est le plus souvent constituée par une maçonnerie revêtue de marbre ou de carreaux (figure 87).

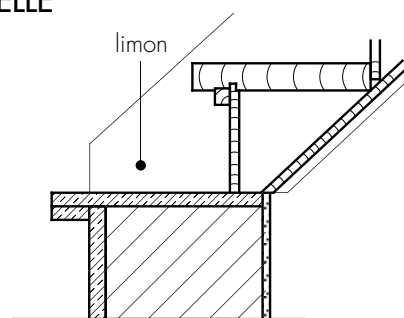


Fig. 87
Marche de départ en matériau pierreux.

L'assemblage du limon de jour avec le poteau d'escalier et la marche de départ est réalisé de la même façon que pour une marche de départ en bois. La marche de départ débord le faux limon sur une distance d'environ 80 mm et est encastrée dans le mur.

4.4.3 ESCALIERS DE GRENIER AVEC TRAPPE D'ACCÈS

L'escalier est en bois ou, s'il est en plusieurs parties, en bois et en métal, la partie fixe étant, par exemple, en bois et la partie amovible en aluminium, afin de diminuer le poids et de faciliter la manipulation.

L'espèce de bois utilisée est en général le pin; les marches peuvent être en hêtre.

L'épaisseur minimale des limons est de 25 mm, celle des marches de 20 mm. Les marches prennent appui dans les limons sur une profondeur minimale de 5 mm; elles sont vissées. La largeur des limons varie entre 120 et 140 mm, celle des marches entre 100 et 150 mm.

La largeur de l'escalier est de 0,45 à 0,6 m. La pente maximale de l'escalier s'élève à 60°. Les mains courantes éventuelles se situent à une hauteur de 0,4 à 0,5 m et sont fixées d'un côté sur la trappe ou sur le limon de la partie fixe de l'escalier. La trappe d'accès d'un escalier de grenier doit être parachevée de manière aussi étanche à l'air que possible.

4.4.3.1 TRAPPE D'ACCÈS

Sauf prescriptions contraires du cahier spécial des charges, les dimensions minimales intérieures de l'ouverture (gros œuvre) sont les suivantes :

- ◆ longueur : la moitié de la hauteur de l'étage (d'un plancher à l'autre) + 5 cm
- ◆ largeur : 700 mm.

La trappe peut être composée :

- ◆ soit d'un cadre d'une épaisseur minimale de 22 mm, renforcé éventuellement d'une entretoise de même section
- ◆ soit d'un panneau de multiplex ou d'un panneau de particules de bois, recouvert ou non d'une feuille de placage.

Au plafond, le cadre est recouvert :

- ◆ de lattes ou de planchettes assemblées par rainure et languette
- ◆ d'un panneau dur en fibres de bois (épaisseur : 4 mm).

L'encadrement a une épaisseur d'au moins 22 mm. Au plafond ainsi qu'au plancher du grenier, l'ouverture est garnie d'une latte d'une épaisseur minimale de 16 mm.

La trappe s'ouvre vers le bas et est maintenue dans sa position d'ouverture maximale par deux bras métalliques articulés, fixés au cadre.

La trappe est maintenue en position fermée à l'aide d'une fermeture avec gâche. Elle est actionnée par l'intermédiaire d'une perche fournie avec l'escalier.

Si le poids total de l'escalier en position repliée repose entièrement sur la trappe, il y a lieu de prévoir un dispositif à ressort ou à contrepoids, qui tient la trappe en équilibre dans chaque position.

Lorsqu'on fait usage d'un dispositif à contrepoids,

- ◆ les câbles sont attachés aux côtés latéraux de la partie fixe de l'escalier
- ◆ les câbles ne peuvent pas être gênants
- ◆ s'ils passent au-dessus du plancher du grenier, les câbles doivent être placés dans des tuyaux
- ◆ les contrepoids sont disposés dans des gaines.

Les escaliers escamotables à commande automatique doivent en tout cas pouvoir être manipulés à la main en cas de panne de l'installation électrique.

4.4.3.2 TYPES D'ESCALIERS DE GRENIER

ESCALIER D'UNE SEULE PIÈCE

L'escalier coulisse sur des roulettes ou entre des profilés montés sur les quatre coins de la trappe; les roulettes se déplacent dans deux guides latéraux en bois ou en métal, fixés aux limons.

En position fermée, la marche inférieure est saisie par un ou deux crochets recourbés vers le haut et fixés à l'extrémité inférieure de la trappe.

Pour mettre l'escalier dans cette position, on utilise un dispositif à ressort ou à contrepoids. Le poids total de la trappe et de l'escalier doit être tel que l'on puisse relever ou descendre l'ensemble sans difficulté.

On peut également utiliser l'escalier repliable en métal (généralement de l'aluminium) aux limons constitués par des croisillons articulés. En position fermée, l'escalier repose sur une trappe en bois.

ESCALIER EN DEUX PARTIES

L'escalier est composé d'une partie fixée à la trappe et d'une partie amovible (figure 88). La partie inférieure amovible peut être plus étroite, plus large ou de même largeur que la partie fixe, et se glisse en position levée entre, de part et d'autre ou sur cette partie respectivement.

Lors de l'ouverture et de la fermeture de l'escalier, la partie amovible est guidée par des profilés à coulisse ou par des profilés se déplaçant sur des roulettes montées sur la trappe ou sur la partie fixe de l'escalier.

L'ouverture de la trappe peut être facilitée par l'usage d'un dispositif à ressorts ou à contrepoids. En position descendue, la partie amovible se bloque dans le prolongement de la partie supérieure de l'escalier; en position relevée, elle est maintenue par des crochets recourbés vers le haut.

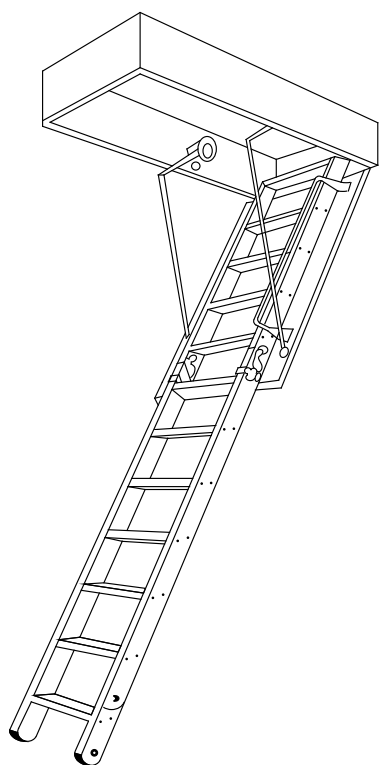
ESCALIER EN TROIS PARTIES

Dans ce cas, deux parties sont amovibles et la troisième est fixée sur la trappe. Les trois parties sont articulées entre elles (figure 88) et ont pratiquement la même longueur; en position fermée, elles ne prennent pas plus de place que la trappe.

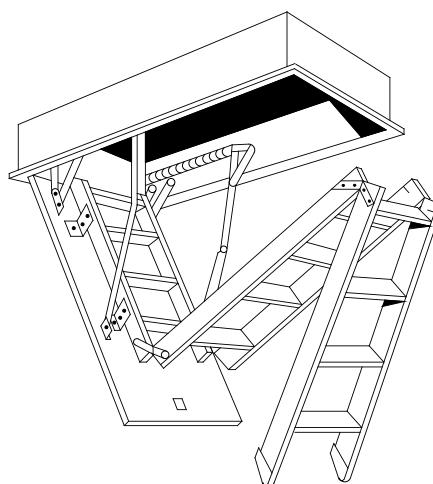
Pour empêcher le basculement de l'escalier lors de l'ouverture de la trappe, l'accrochage des deux parties amovibles à la partie fixe doit être possible.

Fig. 88 Escaliers escamotables.

A. EN DEUX PARTIES



B. EN TROIS PARTIES



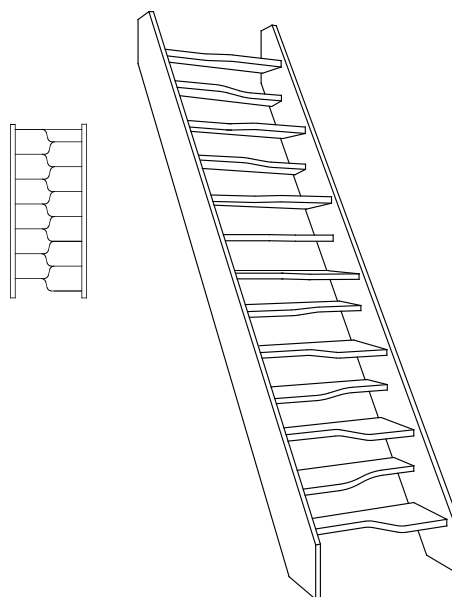
4.4.4 ESCALIERS À PAS JAPONAIS

L'escalier à pas japonais est une variante particulière de l'escalier droit (figure 89).

Cet escalier se distingue par la forme caractéristique de ses marches, que l'on ne peut emprunter que d'une seule manière. Étant donné la façon particulière dont on doit le parcourir, cet escalier offre en général peu de sécurité. Il n'est autorisé que dans les habitations privées, où il ne peut toutefois pas occuper une fonction centrale.

L'escalier à pas japonais peut convenir pour un usage relativement occasionnel, lorsque l'espace disponible est très restreint.

Fig. 89 Escalier à pas japonais.





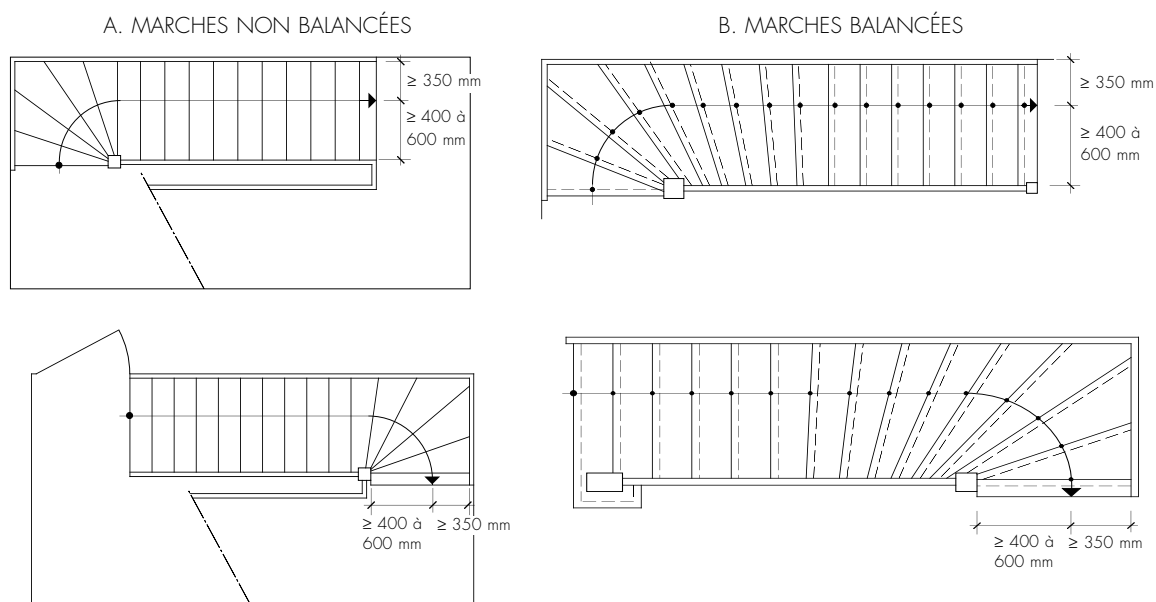
5 BALANCEMENT DES MARCHES

5.1 GÉNÉRALITÉS

5.1.1 BUT

Le balancement a pour but d'améliorer le confort et la sécurité de l'escalier. Il permet d'obtenir, sur une plus longue distance, des marches d'un giron suffisant pour le placement du pied. De plus, l'escalier évolue selon une pente plus progressive sur toute sa longueur, tout en gardant un giron constant pour toutes les marches au niveau de la ligne de foulée. La figure 90 permet de comparer des escaliers à quartier tournant aux marches balancées ou non.

Fig. 90
Escaliers à quartier tournant avec ou sans balancement des marches.



Un escalier aux marches balancées offre en outre l'avantage d'occuper moins d'espace en longueur qu'un escalier à palier comportant un même nombre de marches et un module identique.

Toutefois, il nécessite généralement des limons courbes dans la partie balancée et un plus grand nombre de marches de forme irrégulière.

Enfin, sa conception et son exécution requièrent un certain savoir-faire. Les méthodes de balancement sont nombreuses. Nous donnons ci-après un bref aperçu des principales d'entre elles. Le balancement fait l'objet de l'étude spécifique qui précède la mise en œuvre de tout escalier. A cet effet, on établit souvent des plans détaillés de l'escalier en vraie grandeur.

5.1.2 EXIGENCES AUXQUELLES DOIT RÉPONDRE UNE BONNE MÉTHODE DE BALANCEMENT

Il existe de nombreux modes de balancement des marches. Une bonne méthode de balancement doit :

- ◆ être la plus simple possible
- ◆ faciliter le parcours de l'escalier
- ◆ entraîner le moins de déformations possible pour les limons
- ◆ permettre un assemblage continu des parties droites et des parties courbes des limons concernés par le balancement, sans variation brusque de la pente.

La méthode de balancement avec limon de jour droit permet une économie de matériaux et donc une réduction du prix de revient. Toutefois, dans certains cas (notamment lorsque le giron est relativement étroit), elle présente l'inconvénient de créer un sentiment d'insécurité au moment où l'on aborde le quartier tournant.

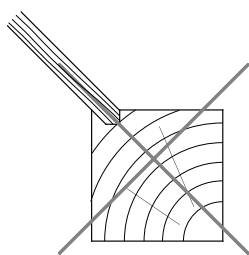
Outre le balancement des escaliers obliques et des escaliers à noyau, nous examinons ci-après quelques méthodes de balancement moins courantes.

Dans de nombreux cas, la méthode de balancement ne peut être appliquée selon des règles absolues, si bien que des rectifications s'avéreront nécessaires en fin d'opération. Ainsi, par exemple, on ne peut faire coïncider l'extrémité d'une contremarche avec l'angle d'un noyau ou d'un poteau rectangulaire ou carré et on doit éviter les renforcements difficilement accessibles pour la finition ou l'entretien (figure 91).

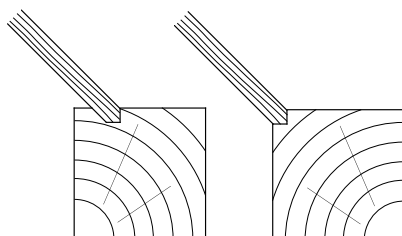
Fig. 91 Rectifications éventuelles après balancement.

A. RACCORD CONTREMARCHE/POTEAU

EXÉCUTION INCORRECTE

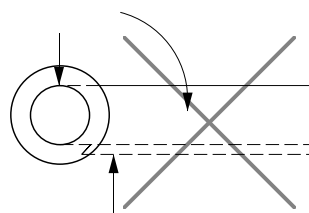


EXÉCUTION CORRECTE



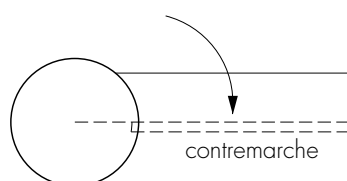
B. CORRECTION DES RENFORCEMENTS

EXÉCUTION INCORRECTE



inconvénient : l'extrémité de la contremarche est en oblique par rapport au noyau

EXÉCUTION CORRECTE



la largeur du nez est plus petite que la moitié du diamètre du noyau; la contremarche est placée d'équerre dans le noyau

5.2 MÉTHODES COURANTES DE BALANCEMENT

5.2.1 ESCALIERS OBLIQUES

L'escalier oblique simple peut commencer par une marche d'équerre avec les limons et se terminer par une marche oblique ou, inversement, commencer par une marche oblique et se terminer par une marche d'équerre. Un escalier oblique double commencera par une marche oblique et se terminera par une marche oblique. Le sens de l'obliquité de cette dernière sera inverse de celui de la marche de départ.

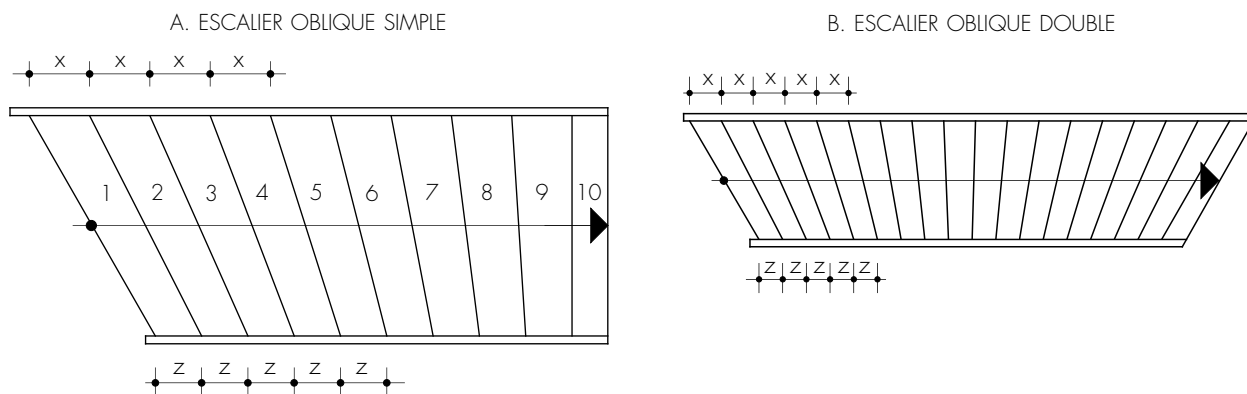
Nous traiterons seulement des méthodes de balancement des escaliers à limons droits et, par conséquent, à rampes droites.

5.2.1.1 ESCALIER OBLIQUE À CONTREMARCHES ET LISTELS DROITS

Le plan est dessiné en partant de l'espace disponible et de la hauteur totale de l'escalier, mesurés sur place. Sur la vue en plan, on indique non seulement les limons, mais aussi le bord du nez de la première et de la dernière marche (figure 92).

Le côté intérieur du limon de jour et du faux limon est divisé en autant de parties égales qu'il y a de giron dans l'escalier. Les points situés à l'opposé l'un de l'autre sont reliés par des lignes droites qui représentent le nez de chaque marche. Dans cette méthode de balancement, on n'utilise pas la ligne de foulée.

Fig. 92 Méthode de balancement d'un escalier oblique à contremarches droites.



5.2.1.2 ESCALIER OBLIQUE À CONTREMARCHES, NEZ ET LISTELS CINTRÉS

Le début d'un escalier oblique commence parfois par des nez et des contremarches cintrés. Ce procédé comporte des avantages et des inconvénients :

◆ avantages :

- facilité accrue pour gravir l'escalier, étant donné que les premiers giron sont plus larges sur la ligne de foulée
- aspect plus esthétique du début de l'escalier

◆ inconvénients :

- les marches cintrées exigent davantage de matériau et sont plus difficiles à exécuter
- elles sont plus difficiles à recouvrir de tapis
- ces escaliers prennent un peu plus de place que les escaliers à marches droites.

Pour le tracé des nez cintrés en grandeur nature, on procède comme suit (figure 93) : au milieu des droites qui représentent le bord du nez des marches à cintrer, on trace des perpendiculaires qui se prolongent jusqu'au faux limon. Le point d'intersection de ces perpendiculaires et du faux limon représente le centre de l'arc de cercle (par exemple, points R_1 , R_2 , R_3 , etc.).

A mesure que les faces avant des marches se rapprochent de la perpendiculaire avec les limons, les centres des cercles sont plus éloignés et le cintrage des marches tend à diminuer, jusqu'à ce qu'elles soient presque droites et que la courbure disparaisse.

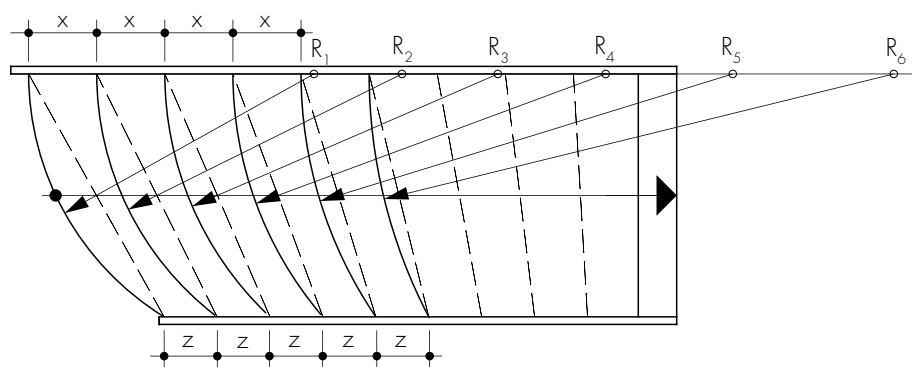


Fig. 93 Méthode de balancement d'un escalier oblique à contremarches cintrées.

5.2.2 ESCALIERS À NOYAU

Dans l'escalier à noyau (dit aussi escalier en colimaçon ou à vis), le limon intérieur (limon de jour) est remplacé par un montant vertical appelé noyau. Celui-ci est le plus souvent carré et ses dimensions sont de 100 x 100 mm, 120 x 120 mm ou 150 x 150 mm. Le noyau peut parfois être rond, octogonal ou encore rectangulaire.

Le plus souvent, il est nécessaire d'avoir un escalier trois-quarts tournant pour gravir une hauteur d'étage moyenne sans pente trop raide.

La ligne de foulée est un arc de cercle dont le rayon est plus ou moins égal aux deux tiers de la largeur de l'escalier, avec un maximum de 600 mm, et dont la distance minimum au faux limon est de 350 mm. On compte normalement cinq marches dans un quartier, la troisième étant une marche d'angle.

5.2.2.1 ESCALIER À NOYAU CARRÉ, ROND OU OCTOGONAL

Si l'on a un noyau carré, rond ou octogonal, les marches sont balancées vers un "cercle de nez" dessiné au cœur du noyau (figure 94).

Ce cercle a comme diamètre la largeur du nez de chaque marche. Le nez de la marche est une ligne tangente à ce cercle, tracée à partir de la ligne de foulée. Ainsi, le nez des marches et les contremarches viennent se placer dans la partie avant du noyau, ce qui permet d'éviter l'apparition d'angles trop aigus.

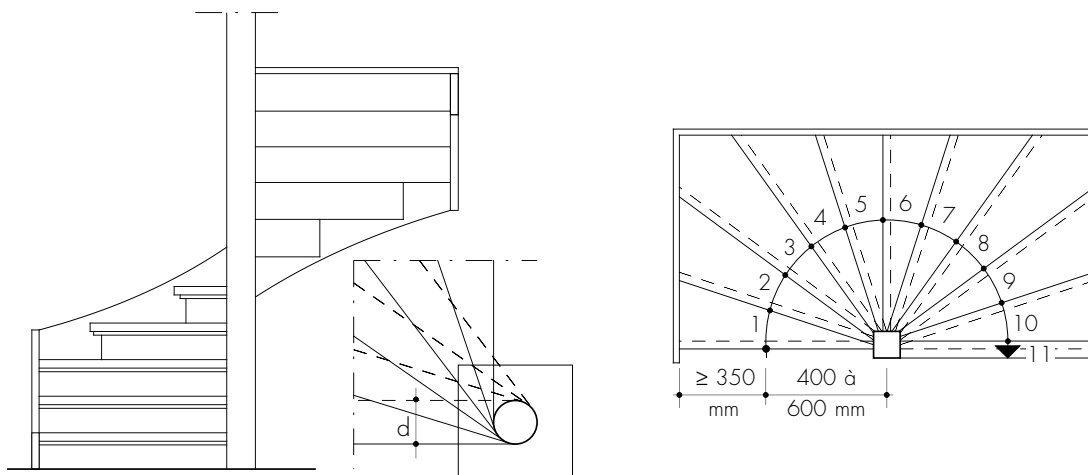


Fig. 94 Balancement des marches d'un escalier à noyau carré, rond ou octogonal.
d : diamètre du cercle de nez

5.2.2.2 ESCALIER À NOYAU RECTANGULAIRE DONT LE CÔTÉ LONG EST PARALLÈLE À LA PREMIÈRE ET À LA DERNIÈRE MARCHÉ

Si l'on a un noyau rectangulaire dont les côtés les plus longs sont parallèles au nez de la première et de la dernière marche, on utilise deux arcs en forme de quart de cercle. Les nez des marches sont tangents à ces arcs.

Pour trouver les centres 'M' et 'N' ainsi que les rayons 'R' et 'S' correspondant aux arcs de cercle, on procède comme suit (figure 95) : on soustrait ± 30 mm de chaque côté de la longueur du noyau, de sorte qu'il reste la distance 'X'. A chaque extrémité de 'X', on trace une perpendiculaire au noyau. On déplace le nez de la première et de la dernière marche d'environ 15 mm à partir de la face avant du noyau; le point d'intersection des perpendiculaires au noyau et des droites prolongeant le nez de la première et de la dernière marche donne les points de tangence entre les arcs de cercle et le prolongement du nez des marches précitées. La distance 'X' du côté de la marche supérieure, diminuée de la dimension du nez 'W', est divisée en son centre pour obtenir le point 'Y', d'où part une perpendiculaire au noyau; cette perpendiculaire est tangente aux deux quarts de cercle. Ainsi, on a déterminé le rayon 'R' du quart de cercle de centre 'M' et le rayon 'S' du quart de cercle de centre 'N'.

A partir des points de division de la ligne de foulée, on trace alors des lignes tangentes à l'un des deux arcs de cercle et l'on obtient ainsi les nez des marches.

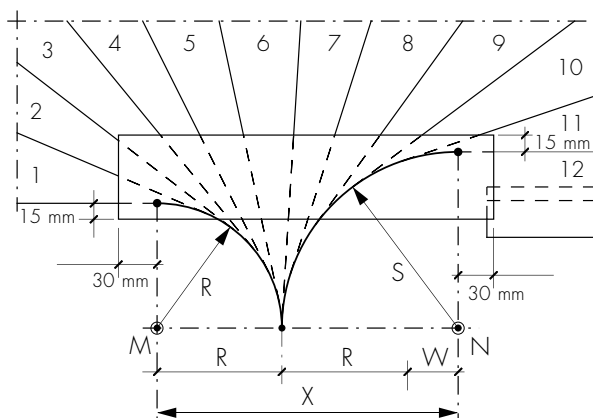
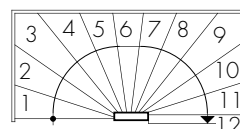


Fig. 95 Balancement des marches d'un escalier à noyau rectangulaire dont le côté long est parallèle à la première et à la dernière marche.



5.2.2.3 ESCALIER À NOYAU RECTANGULAIRE DONT LE CÔTÉ LONG EST PERPENDICULAIRE À LA PREMIÈRE ET À LA DERNIÈRE MARCHÉ

On peut aussi placer le côté le plus long d'un noyau rectangulaire perpendiculairement à la première et à la dernière marche. La ligne de foulée suit ici un parcours en demi-cercle dont le début et la fin sont reliés par des parties droites. Pour le balancement, on part à nouveau du bord des nez de marches, qui sont tangents à deux quarts de cercle.

On trouve le centre de ces cercles en déterminant l'emplacement et la largeur du nez de la première et de la dernière marche (figure 96). Sur la face opposée du noyau, on dessine également la largeur du nez au milieu du noyau. On obtient ainsi le point 'X', qui représente l'extrémité des arcs de cercle, où les nez des marches sont tracés à partir des points de division de la ligne de foulée.

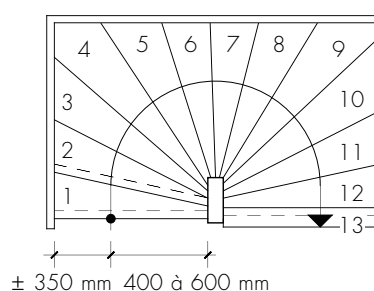
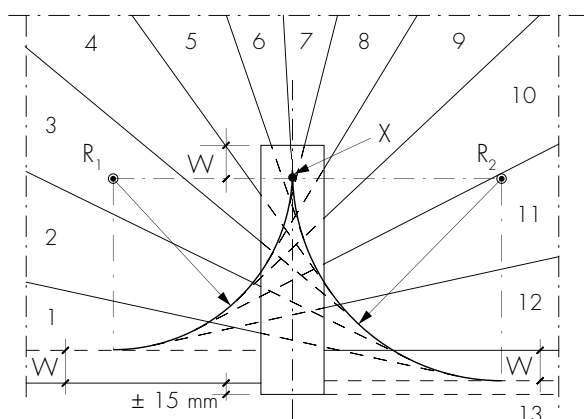


Fig. 96 Balancement d'un escalier à noyau rectangulaire dont le côté long est perpendiculaire à la première et à la dernière marche.

5.2.3 ESCALIERS TOURNANTS ET ESCALIERS À QUARTIER TOURNANT

Nous présentons ci-après quelques méthodes de balancement couramment utilisées pour ces types d'escaliers. La méthode traditionnelle, la méthode harmonique (ou méthode *Leroy*) et la méthode à l'infini sont applicables aux deux types d'escaliers, bien que les deux premières soient plus courantes pour un quartier tournant.

Le choix de la position de la ligne de foulée est important. En déplaçant cette dernière vers le faux limon, on constate que :

- ◆ le nombre de marches augmente dans la partie cintrée, partie dans laquelle la montée de l'escalier devient plus rapide; il convient dès lors de prêter attention à la hauteur disponible pour l'échappée
- ◆ la longueur totale de l'escalier diminue, ce qui est intéressant lorsqu'on dispose d'un espace restreint
- ◆ l'escalier compte davantage de marches balancées
- ◆ les marches balancées ont des proportions plus harmonieuses.

La méthode avec limon de jour droit n'est utilisée que pour les escaliers à quartier tournant.

5.2.3.1 MÉTHODE TRADITIONNELLE DE BALANCEMENT

On peut appliquer cette méthode à l'ensemble de l'escalier ou uniquement à la partie comportant un noyau, ou bien encore à la portion intermédiaire entre la partie à noyau et la partie droite de l'escalier.

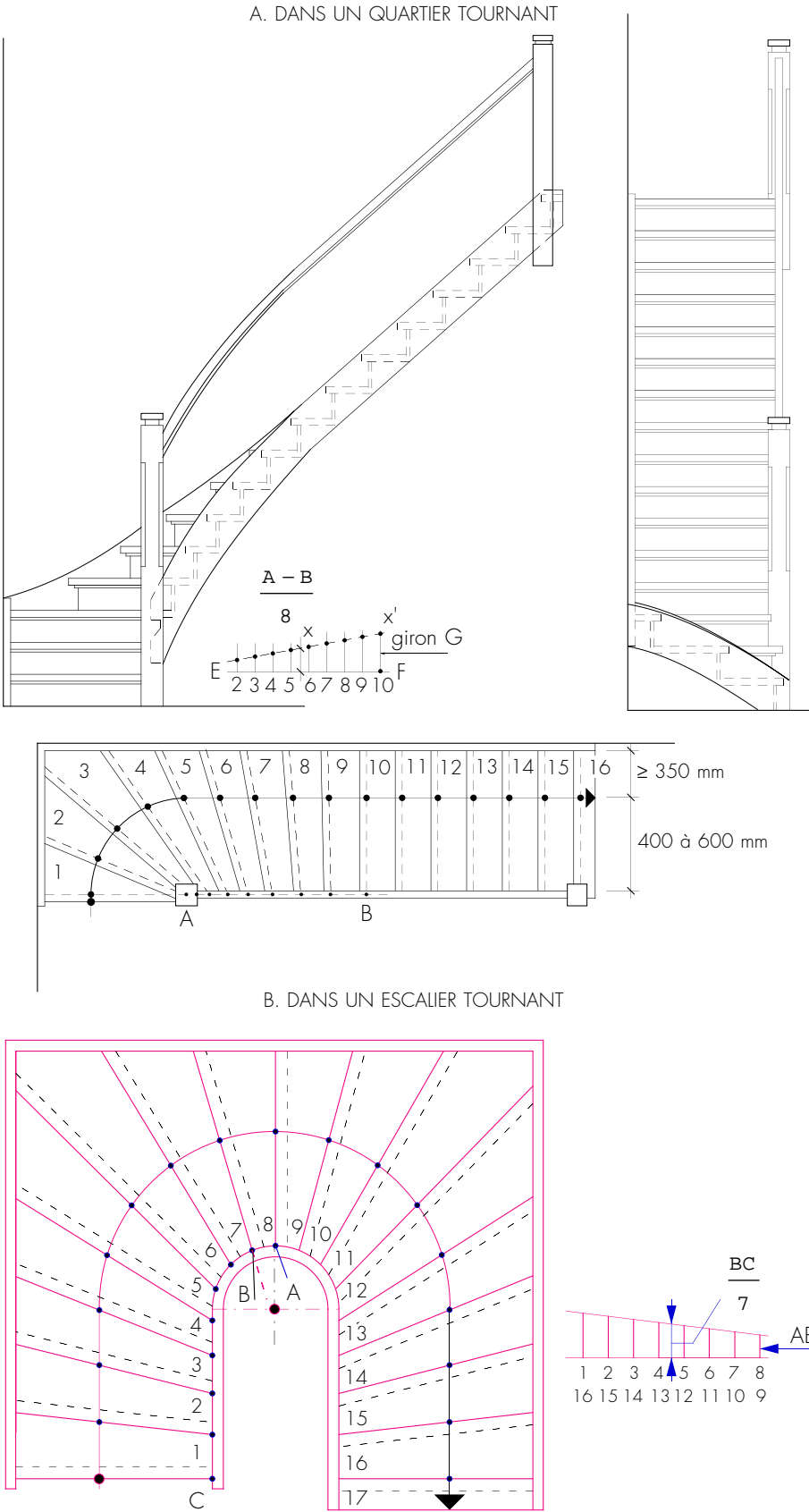
Cette dernière pratique est la plus courante. Elle consiste à balancer toutes les marches du quartier tournant, en plus de trois ou quatre marches de la partie droite de l'escalier. La troisième marche, généralement dans l'angle, est placée de telle manière que son centre coïncide à peu près avec l'angle formé par les deux faux limons. On obtient ainsi une construction d'angle plus solide et on évite la formation d'angles trop aigus et difficiles à entretenir.

Cette méthode permet, selon la structure de l'escalier, de balancer aussi bien le nez des marches que la face avant des contremarches. Les deux procédures aboutissent pratiquement au même résultat.

A la figure 97, la face avant des contremarches est balancée de la deuxième à la neuvième marche comprise. Les contremarches 1 et 2 sont dirigées vers le centre du noyau – ou de la colonne – (point A), tandis que la contremarche 10 est perpendiculaire au limon (point B). Les marches 2 à 9 comprise (soit huit marches) doivent être réparties sur la droite A-B. La distribution s'opère conformément au schéma de la figure 97.

Si le nombre de marches à balancer est égal à huit (marches 2 à 9 comprise), on reporte huit distances égales sur une droite quelconque E-F. Aux extrémités des segments (neuf au total, numérotées 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10), on élève des perpendiculaires. Sur la perpendiculaire en 10 (qui correspond à la première marche non balancée), on reporte à partir de la droite E-F une distance égale au giron, comme celle reportée sur la ligne de foulée.

Fig. 97 Méthode de balancement traditionnelle.



La distance entre les huit points restants (de 2 à 9) est divisée en deux parties égales. En ce nouveau point de division (situé, dans ce cas, entre les points 5 et 6), on élève une perpendiculaire, sur laquelle on reporte une distance égale à la largeur moyenne des marches à balancer sur la droite A-B, soit $1/8 (A-B)$.

La droite qui relie les extrémités x et x' de ces deux perpendiculaires détermine maintenant sur les perpendiculaires 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9 des segments qui seront reportés successivement sur la droite A-B. Ces points sont reliés aux points correspondants sur la ligne de foulée et indiquent la face avant des contremarches. L'arête supérieure du limon de jour sera convexe.

La méthode de balancement traditionnelle peut aussi être appliquée à l'ensemble des marches. L'escalier tournant représenté à la figure 97B comporte 16 marches balancées sur le limon courbe. Le nez des marches 8 et 9 est tracé à l'aide d'une droite partant de la ligne de foulée et aboutissant au centre de la courbe. Il est à noter que la distance A-B est utilisée dans l'échelle de division et que celle-ci peut servir pour les deux moitiés de l'escalier.

5.2.3.2 MÉTHODE HARMONIQUE

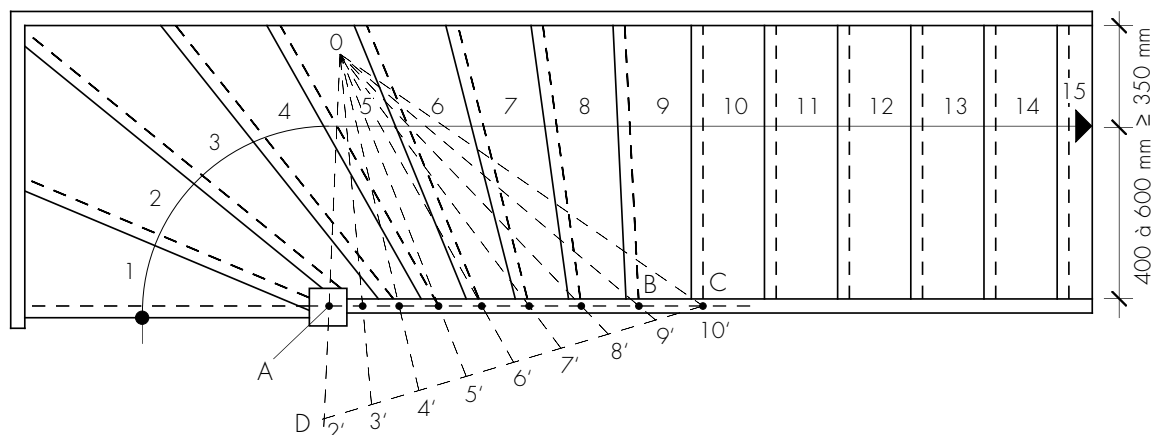
Tout comme pour la méthode précédente, la variante la plus courante de la méthode harmonique consiste à balancer les marches de la portion intermédiaire entre la partie à noyau et la partie droite de l'escalier. Avec la méthode harmonique, on balance le bord du nez des marches ou la face avant des contremarches.

Sur l'escalier représenté à la figure 98, le nez des marches est balancé et la répartition s'opère sur l'axe du limon de jour. La contremarche 2 est dirigée vers le centre du noyau (colonne), de sorte qu'il reste encore huit marches à balancer (marches 2 à 9 incluse). La marche 10 est la première marche non balancée.

On répartit les faces avant des contremarches sur la ligne de foulée et on trace la droite A-B (cf. méthode traditionnelle).

A partir du point C, qui est le point d'intersection de la droite A-B et de la contremarche de la marche 10, on trace une droite quelconque C-D. Sur cette droite, on reporte autant de distances quelconques, mais égales, qu'il y a de marches à balancer. Dans le cas illustré, la contremarche de la première marche n'est pas balancée.

Fig. 98
Méthode
harmonique.



On relie le premier point de division (9') de la droite C-D au point B et le dernier point (2') au centre du noyau (point A). Les deux droites ainsi obtenues sont prolongées jusqu'à leur point d'intersection O. Chaque point de division de la droite C-D est ensuite relié au point O; les points d'intersection avec la droite A-B donnent la répartition voulue des marches.

Les points d'intersection obtenus sur la droite A-B sont ensuite reliés aux points de division de la ligne de foulée et les bords des nez de marches sont tracés parallèlement aux contremarches.

La figure 99 illustre la méthode harmonique appliquée à un escalier à quartier tournant et à noyau rectangulaire, où l'on a rabattu les faces avant des contremarches. Dans ce cas également, huit marches seront balancées (marches 1 à 8).

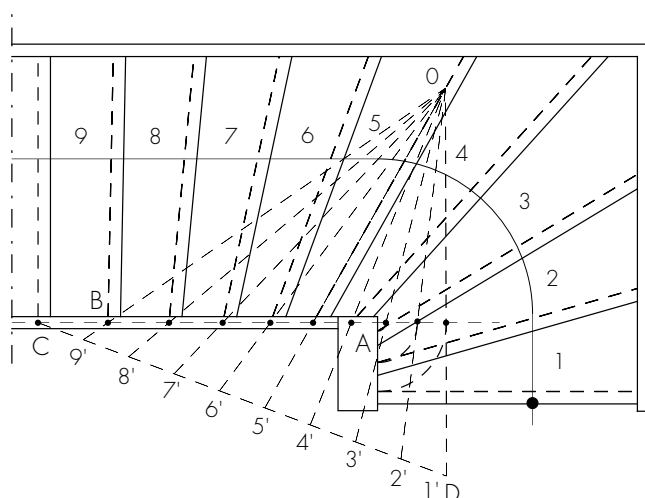


Fig. 99 Méthode harmonique appliquée à un escalier à noyau (colonne) rectangulaire.

5.2.3.3 MÉTHODE À L'INFINI

C'est une méthode très simple, qui est fort utilisée pour la conception des ouvrages de construction. Pour en faire le dessin, il faut cependant disposer d'une grande surface de tracé.

Sur le plan de l'escalier, on indique les données suivantes : largeur de l'escalier, limons, noyau et ligne de foulée (figure 100). On calcule la hauteur des marches et leur giron, puis on divise la ligne de foulée en autant de parties qu'il y a de giron.

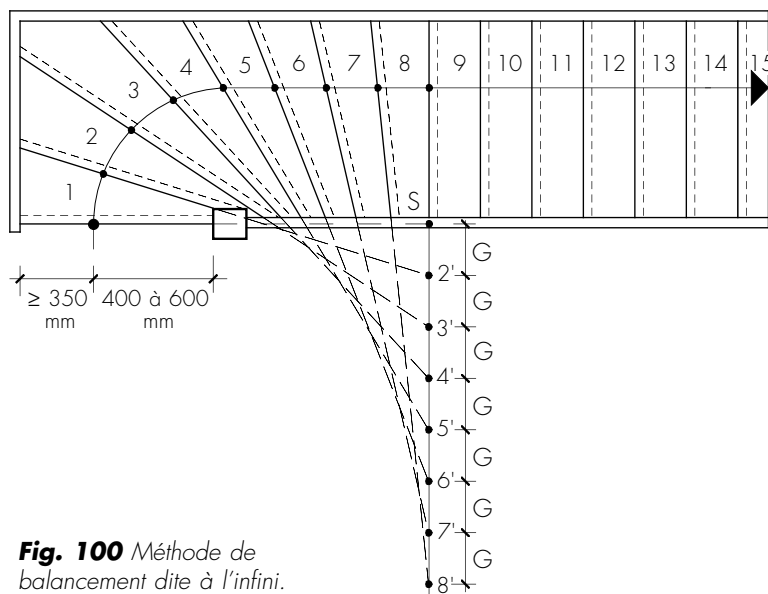


Fig. 100 Méthode de balancement dite à l'infini.

A partir d'une marche déterminée (dans ce cas-ci, la neuvième marche), les marches restent droites; elles ne sont donc plus balancées. Sur le prolongement de la neuvième marche, on reporte, à partir du point d'intersection avec le prolongement de la face avant de la première marche (point S), autant de fois le giron qu'il y a de marches à balancer

(dans ce cas, sept). Ces points sont reliés aux points de division de la ligne de foulée, ce qui permet d'obtenir le nez des marches.

5.2.3.4 MÉTHODE DE TRACÉ POUR OBTENIR UN LIMON DE JOUR DROIT, LES MARCHES BALANCÉES SE TROUVANT SEULEMENT DANS LE QUARTIER DE DÉPART OU D'ARRIVÉE

On utilisera de préférence un noyau (colonne) rectangulaire, de façon à offrir un appui suffisant aux marches à balancer (figure 101). Sur la vue en plan de l'escalier, on choisit un point 'P' (centre de courbure) en dehors du noyau à l'intersection de la droite passant par le nez de la marche d'angle (marche 12) et de la droite passant par le nez de la marche palière (marche 15).

On obtient ainsi la possibilité de balancer cinq marches (vers le point 'P') de telle façon qu'elles reposent dans le noyau. Le reste de l'escalier est exécuté comme un escalier droit à nez de marches parallèles. On peut même balancer les premières marches et les voiler pour obtenir un escalier à l'abord élégant.

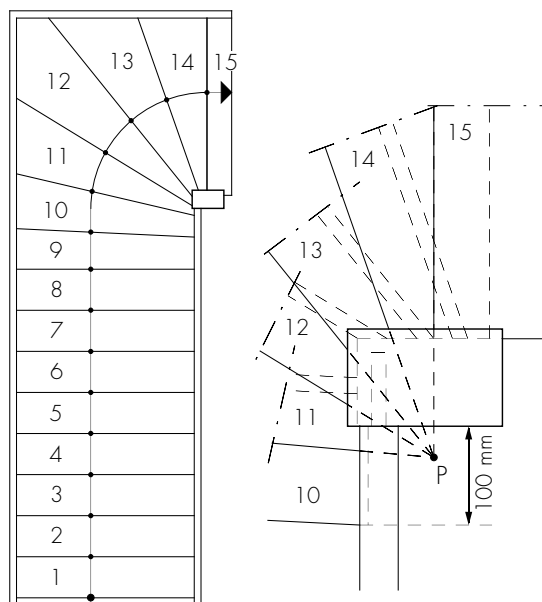


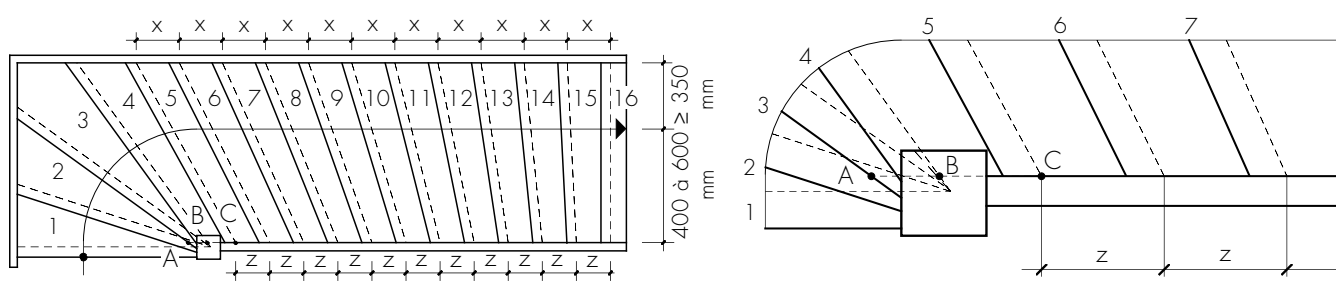
Fig. 101
Méthode de tracé pour obtenir un limon de jour droit, les marches balancées se trouvant seulement dans le quartier de départ ou d'arrivée.

5.2.3.5 MÉTHODE DE TRACÉ POUR OBTENIR UN LIMON DE JOUR DROIT, EN COMBINANT UN QUARTIER TOURNANT ET UN ESCALIER OBLIQUE

En dessinant la vue en plan de cet escalier, on doit balancer les marches situées avant l'angle des faux limons vers le centre du noyau ou de la colonne (figure 102). A cet effet, les contremarches des marches 1, 2 et 3 sont orientées vers le centre de la colonne. On trace ensuite le bord du nez des marches parallèlement aux contremarches, en partant des points de division sur la ligne de foulée.

Le côté intérieur du limon se prolonge jusqu'au bord du nez de la marche 3 (point A), tandis que la contremarche de la marche 4 s'étend jusqu'au limon (point B). La largeur de la marche 4 (BC), reportée sur le limon, équivaut à 1,5 à 2 fois celle de la marche 3. La marche 4 forme ainsi une transition entre les marches 3 et 5.

Fig. 102 Méthode de tracé pour obtenir un limon de jour droit, en combinant un quartier tournant et un escalier oblique.



Lorsque le quartier est balancé, le limon de jour est divisé en autant de parties égales qu'il reste de marches à balancer. Les points de division ainsi obtenus sont reliés aux points correspondants sur la ligne de foulée et ces lignes indiquent la face avant des marches. De ce fait, le limon de jour est droit, de même que la rampe. Dans un quartier placé au départ de l'escalier, le faux limon court devient convexe et le faux limon long est d'abord concave, puis droit.

5.2.3.6 MÉTHODE DE BALANCEMENT PAR LA HERSE POUR ESCALIERS À QUARTIER TOURNANT

Sur la vue en plan, on dessine la largeur de l'escalier, les limons, le noyau et la ligne de foulée (figure 103). On calcule la hauteur des marches et leur giron, puis on divise la ligne de foulée en autant de parties qu'il y a de giron.

On trace ensuite la diagonale B-D du quartier; celle-ci coupe la ligne de foulée au point 'M'.

Le balancement peut être appliqué à douze marches, soit six marches de part et d'autre de la diagonale. On procède comme suit :

- ◆ balancement des six marches situées avant le point 'M' (figure 103A) : le balancement est déterminé sur la base d'une esquisse composée de deux droites se coupant perpendiculairement. On reporte sur la ligne horizontale un segment A_1-B_1 égal à A-B et, sur la ligne verticale, un segment A_1-M_1 équivalant à 5 fois le giron; on obtient ainsi les points 7 à 11. On relie ces points au point B_1 et on emploie A_1 comme centre d'un arc de cercle qui coupe la droite B_1-M_1 au point M_2 .

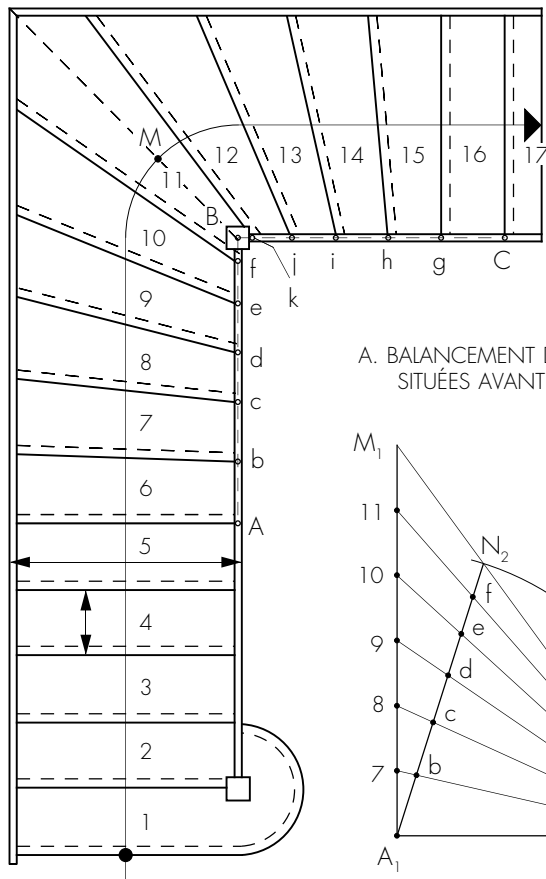
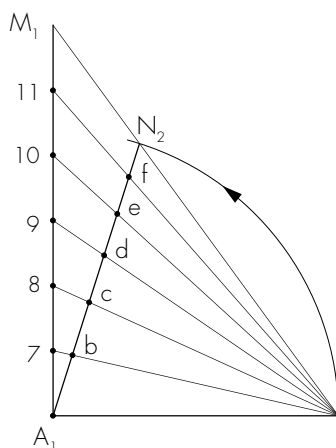
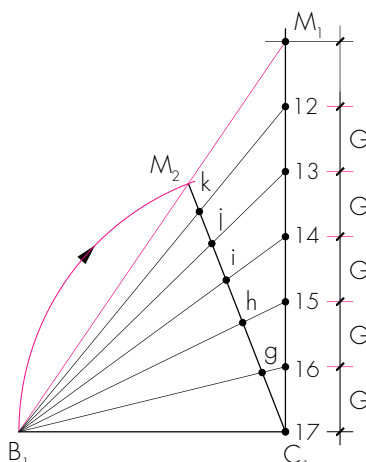


Fig. 103 Balancement par la herse [46].

A. BALANCEMENT DES 6 MARCHES SITUÉES AVANT LE POINT M



B. BALANCEMENT DES 6 MARCHES SITUÉES APRÈS LE POINT M



On trace ensuite la droite A_1-M_2 et on définit les points d'intersection 'b, c, d, e et f' entre le faisceau de droites et B_1 .

Les segments A_1b , bc , cd , etc. sont reportés sur l'axe du limon de jour et ces points sont reliés aux points de division sur la ligne de foulée

- ◆ balancement des six marches situées après le point 'M' (figure 103B) : on se sert d'une esquisse identique à celle décrite ci-avant. On reporte sur la ligne horizontale un segment C_1-B_1 égal à $C-B$ et, sur la ligne verticale, un segment C_1-M_1 équivalant à 5 fois le giron; on obtient ainsi les points 12 à 16.

On définit les points 'g, h, i, j et k' de la même manière que précédemment.

Les segments C_1g , gh , hi , etc. sont ensuite reportés sur l'axe du limon de jour et ces points sont reliés aux points de division sur la ligne de foulée.

5.2.3.7 MÉTHODE DE BALANCEMENT PAR DÉVELOPPEMENT [2]

Cette méthode consiste à adapter, au moyen d'un diagramme, le collet des marches, de façon à concevoir des limons de forme harmonieuse.

Elle peut être utilisée pour le balancement des escaliers à quartier tournant et des escaliers tournants à limons courbes ou à crosses. Elle s'applique de façon générale à tous les escaliers à limons ou à rampes continus ou lorsqu'on est confronté à un problème de raccord entre des éléments de limons ou de rampes.

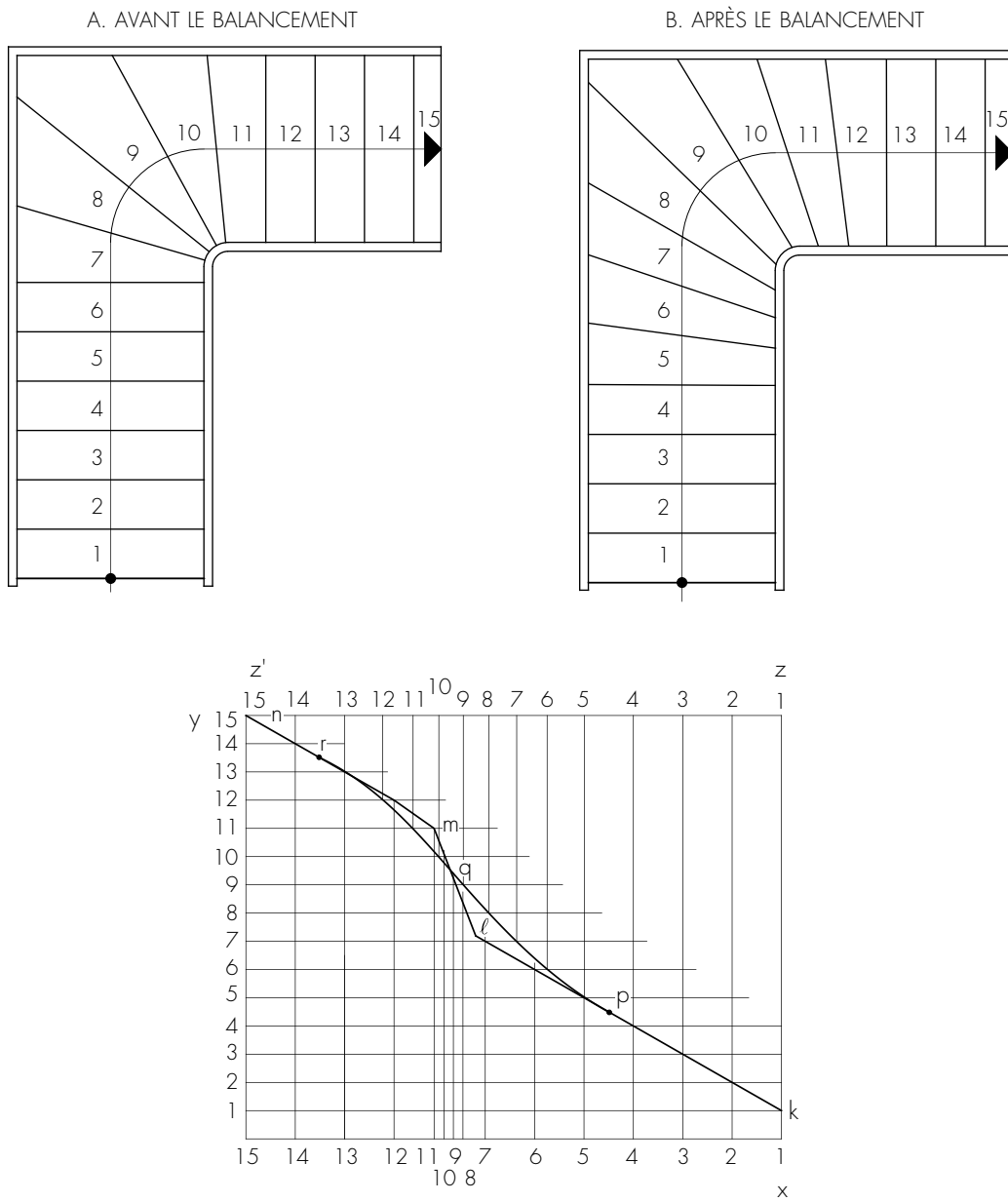
La figure 104 illustre l'application de la méthode dans un escalier à quartier tournant.

Sur la vue en plan, on dessine l'escalier et les marches non balancées du quartier tournant. Dans un diagramme cartésien, on indique en abscisse la dimension du collet des marches (au droit du limon de jour) et en ordonnée la hauteur des marches. En reliant les différents points, on obtient une ligne brisée au niveau du quartier tournant.

Cette cassure est éliminée du diagramme en traçant une nouvelle courbe 'pqr' qui permet de redimensionner le collet des marches sur l'axe ZZ' . Le limon prend ainsi un développé plus régulier. Le positionnement correct des points 'p, q et r' déterminera l'aspect du limon de jour; il exigera donc une certaine expérience.

En principe, le nombre de marches concernées par le balancement doit être limité (par exemple, 10 marches comme à la figure 104, soit les marches 4 à 13 incluse). Cette méthode donne en général de bons résultats et est assez rapide.

Fig. 104 Méthode de balancement par développement.



LEXIQUE FRANÇAIS-NÉERLANDAIS

		Page
A		
Arrondir	Afschuinen	63
B		
Balancer, balancement des marches	Verdrijven	9, 37, 86
<i>Balustrade</i>	<i>voir Garde-corps</i>	
Balustre	Baluster, stijl	5, 75
<i>Barreau</i>	<i>voir Balustre</i>	
Biseauter	Afschuinen	57
Blochets en queue d'aronde	Zwaluwstaartlat	70
<i>Blondel (formule de)</i>	<i>voir Module du pas</i>	
<i>Bourdon</i>	<i>voir Poteau</i>	
C		
Chanfreiner	Afsnuiten, afknotten	66
Chemin d'escalier	Traploper	43, 45
Coin coupé	Lepe hoek	9
Collet	Smalste kant van een trede	5
Colonne	Spil	5
Contremarche	Stootbord, konkel, tegentrede	5, 62
Courbe	Wrongstuk	7, 63
Crosse	Kuipstuk	7, 63
Cul-de-marche	Breedste kant van een trede	
D		
<i>Démaigrir</i>	<i>voir Chanfreiner</i>	
E		
Echappée	Vrije hoogte	9, 42
Echelle de meunier biaise	Scheve steektrap	10
Echelle de meunier droite	Rechte steektrap (+ <i>voir escalier droit</i>)	10
Emmarchement	Vrije trapbreedte	9, 41
<i>Entaille</i>	<i>voir Logement de marche</i>	
Entailler	Infrezen	5

		Page
Escalier	Trap	
– à crémaillère	– met uitgezaagde wangen	13
– à gradins	<i>voir escalier à limon de jour à crémaillère</i>	
– à la française	<i>voir escalier à limons entaillés</i>	
– à l'anglaise	<i>voir escalier à crémaillère</i>	
– à limon central	– met central wang	73
– à limon de jour à crémaillère	– met uitgezaagde binnenwang	13, 71
– à limons entaillés	– met ingefreesde wangen	13
– à limons libres	– met vrije wangen	13
– à noyau	<i>voir escalier à vis</i>	
– à palier intermédiaire	rechte bordes–	10
– à pas japonais	spaar–	85
– à quartier tournant	kwartdraai–	10, 31, 92
– à quartier tournant à gauche	linkse –	10
– à quartier tournant à droite	rechtse –	10
– à quartier tournant et palier de repos	– met kwartbordes	10
– à quart ou demi-tournant	spilsteek–	10
– à redans	<i>voir escalier à limon de jour à crémaillère</i>	
– à vis	spil–	10, 89
– de grenier	zoldertrap	13, 82
– droit	rechte –, steek–	10
– droit à palier de repos	– met halve wenteling	10
– <i>droit biais</i>	<i>voir Echelle de meunier biaise</i>	
– <i>en colimaçon</i>	<i>voir escalier à vis</i>	
– escamotable	zoldertrap	83
– <i>hélicoïdal</i>	<i>voir escalier tournant</i>	
– lent (à faible pente)	luie –	42
– oblique	scheluwe –	10, 31, 88
– oblique double	dubbel scheluwe –	10
– oblique simple	enkel scheluwe –	10
– ouvert	open –	13, 72
– suspendu	– met hangende treden	13
– tournant	draai–, wentel–	10, 92
Etendue de l'escalier	Traplengte, sprong	9, 52, 55
<i>Evidement</i>	<i>voir Logement de marche</i>	
F		
Faux limon	Muurwang	39, 67
Fuseau	<i>voir Balustre</i>	

		Page
G		
Garde-carreau	Stoottrede, bistrede	7
Garde-corps	Leuning, borstwering, balustrade	5, 38, 44, 74
Giron	Aantrede	7, 33, 55
H		
Hauteur de marche	Optrede	7, 33, 55
Hauteur de passage	Vrije hoogte	34
Hauteur d'étage	Verdiepingshoogte	9, 56
J		
Jour d'escalier	Doorzicht, schalmgat, dagkant van de trap	5, 9
L		
Ligne de foulée	Looplijn	8, 37, 55
<i>Ligne de giron</i>	<i>voir Ligne de foulée</i>	
Ligne de pente	Klimlijn	8
Limon	Wang, boom	5, 63
<i>Limon courbe</i>	<i>voir Courbe</i>	
Limon de jour	Binnenwang, dagwang	7, 68
<i>Limon de mur</i>	<i>voir Faux limon</i>	
Limon traînant	Leiwang, slepende wang	7, 70
Listel	Neuslat	5, 65
Logement de marche	Nest, inkrozing	5, 65
M		
Main courante	Handgreep	5, 39, 75
Marche	Trede	5, 60
Marche de départ	Bloktrede, eerste trede	5, 81
Marche palière	Welstuk	7, 61
Marche royale	Bloktrede, eerste trede	5
Module du pas	Stapmodulus	7, 33
N		
Nez de marche	Tredeneus, wel	5, 35
<i>Noyau central</i>	<i>voir Colonne</i>	

		Page
P		
Palier	Bordes, overloop	7, 42, 78
<i>Palier de repos</i>	<i>voir Palier</i>	
Palier intermédiaire	Tussenbordes	42
Pas	Tredebreedte	7
Pente de l'escalier	Traphelling, stijgingsverhouding	8, 37
Plan de marche	Tredevlak	5
<i>Plaquette d'arrivée</i>	<i>voir Marche palière</i>	
Poteau	Trappaal, kolom	5, 76
Poteau de départ	Hoofdtrappaal	5
<i>Première marche</i>	<i>voir Marche de départ</i>	
<i>Puits</i>	<i>voir Jour d'escalier</i>	
Q		
Quartier tournant	Kwart(slag)	
R		
Rampe	Leuning, balustrade (+ <i>voir Garde-corps</i>)	44
Rampe murale	Muurleuning	5, 78
Rampe principale	Hoofdleuning	5, 40
Reculement	Insprong	9, 59
S		
Sens de la montée	Looprichting	8
Surface de circulation	Loopvlak	43
T		
<i>Tapis d'escalier</i>	<i>voir Chemin d'escalier</i>	
Trapan (haut de l'escalier)	Bovenaan de trap	67
Trappe d'accès	Luik	82
Trémie	Trapgat, trapopening	53
V		
<i>Valeur du pas</i>	<i>voir Module du pas</i>	
Volée d'escalier	Traparm	7
Z		
Zone de rampe	Leuningzone	9

BIBLIOGRAPHIE

1. Association française de normalisation
NF P 01-011 Escaliers droits en maçonnerie. Paris, AFNOR, mai 1945 (confirmé en août 1974).
2. Association ouvrière des compagnons du devoir
Encyclopédie des métiers. La charpente et la construction en bois. Paris, Librairie du Compagnonnage, 1985.
3. Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH
Innentreppen aus Holz. Düsseldorf, CMA, 1984.
4. Centre interfédéral d'informations sur le bois
Escaliers en bois ... au goût de chacun. Bruxelles, Centre interfédéral d'informations sur le bois, Courrier du bois, n° 75, décembre 1986.
5. Centre interfédéral d'informations sur le bois
Escaliers – Tableau synoptique bois. Bruxelles, Centre interfédéral d'informations sur le bois, Courrier du bois, n° 91, décembre 1990.
6. Centre scientifique et technique de la construction
Code de bonne pratique des travaux de peinture (bâtiment et génie civil). Subjectiles, systèmes et travaux de peinture. Bruxelles, CSTC, Note d'information technique, n° 159, juin 1985.
7. Centre scientifique et technique de la construction
Les balcons. Bruxelles, CSTC, Note d'information technique, n° 196, juin 1995.
8. Centre scientifique et technique de la construction
Les escaliers en bois : chronique bibliographique. Bruxelles, CSTC, CSTC-Magazine, n° 3, 1994.
9. Centre scientifique et technique de la construction
Le vitrage en toiture. Bruxelles, CSTC, Note d'information technique, n° 176, juin 1989.
10. Centre scientifique et technique de la construction
Menuiseries intérieures en bois. Code de bonne pratique pour la mise en œuvre, compte tenu des conditions hygrothermiques. Bruxelles, CSTC, Note d'information technique, n° 166, décembre 1986.
11. Centrum Hout
Houten trappen. Kluwer techniek, Houtdokumentatie, avril 1994.

12. Dietens M.
Constructie van gebouwen. Deel 2. Gand, E. Story-Scientia, 2^e édition, 1982.
13. Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung
Handwerkliche Holztreppe. Planung/Ausführung. Munich, EGH – Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB – Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., novembre 1987.
14. Fonds de formation professionnelle de la construction
Technologie du gros œuvre. Tome 3.6 : Méthodes de construction. Les escaliers. Bruxelles, Fonds de formation professionnelle de la construction, 1982.
15. Haak A.J.H., Leever-Van Der Burgh D.
De menselijke maat. Delft, Sectie Interieur van de afdeling Bouwkunde der T.H.D., septembre 1973.
16. Institut belge de normalisation
EN 301 Adhésifs de nature phénolique et aminoplaste pour structures portantes en bois. Classification et exigences de performance. Bruxelles, IBN, 1992.
17. Institut belge de normalisation
NBN B 03-102 Actions sur les constructions – Actions directes – Charges permanentes dues au poids propre. Bruxelles, IBN, 1976.
18. Institut belge de normalisation
NBN B 03-103 Actions sur les constructions – Actions directes – Charges d’exploitation des bâtiments. Bruxelles, IBN, 1976.
19. Institut belge de normalisation
NBN B 15 Série de normes sur le béton. Bruxelles, IBN, différentes dates.
20. Institut belge de normalisation
NBN S 01-400 Acoustique – Critères de l’isolation acoustique. Bruxelles, IBN, 2^e édition, 1977.
21. Institut belge de normalisation
NBN S 01-401 Acoustique – Valeurs limites des niveaux de bruit en vue d’éviter l’inconfort dans les bâtiments. Bruxelles, IBN, 2^e édition, 1987.
22. Institut belge de normalisation
NBN S 21 Série de normes sur le feu. Bruxelles, IBN, différentes dates.
23. Institut belge de normalisation
NBN S 21-201 Protection contre l’incendie dans les bâtiments – Terminologie. Bruxelles, IBN, 2^e édition, 1980.
24. Institut belge de normalisation
NBN 713-020 Protection contre l’incendie – Comportement au feu des matériaux et éléments de construction – Résistance au feu des éléments de construction. Bruxelles, IBN, 1968.

25. Institut belge de normalisation
NBN NEN 3509 Escaliers à l'intérieur d'habitations et d'immeubles d'habitation – Définitions et dimensions. Bruxelles, IBN, 1995.
26. Longépé E.
Architecture et construction des escaliers en bois. Paris, Editions H. Vial, 1985.
27. Mannes W.
Gestaltete Treppen. Werkstoffe. Formen. Konstruktionen. Stuttgart, Deutsche Verlag-Anstalt, 2^e édition, 1978.
28. Martin J.
L'escalier en bois. Dourdan, Vial Editeur, 4^e édition, s.d.
29. Meyer-Bohe W.
Escaliers. 1^{ère} partie. Bruxelles, Centre interfédéral d'informations sur le bois, Courrier du bois, n° 82, septembre 1988.
30. Meyer-Bohe W.
Escaliers. 2^e partie : Les escaliers tournants. Bruxelles, Centre interfédéral d'informations sur le bois, Courrier du bois, n° 83, décembre 1988.
31. Meyer-Bohe W.
Escaliers. 3^e partie. Bruxelles, Centre interfédéral d'informations sur le bois, Courrier du bois, n° 84, mars 1989.
32. Ministère de l'Emploi et du Travail
Règlement général pour la protection du travail (RGPT). Bruxelles, MET, 5^e édition avec mises à jour.
33. Ministère de l'Intérieur et de la Fonction publique
Arrêté royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Bruxelles, Moniteur Belge, 26 avril 1995.
34. Ministère des Communications et de l'Infrastructure
STS 04 Bois et panneaux à base de bois. Bruxelles, MCI, Spécifications techniques unifiées, décembre 1990.
35. Ministère des Communications et de l'Infrastructure
STS 38 Vitrerie. Bruxelles, MCI, Spécifications techniques unifiées, 1980.
36. Ministère des Communications et de l'Infrastructure
STS 53 Portes. Bruxelles, MCI, Spécifications techniques unifiées, 1990.
37. Ministère des Communications et de l'Infrastructure
STS 54 Garde-corps. Bruxelles, MCI, Spécifications techniques unifiées, 1994.

38. Mittag M.
Baukonstruktionslehre. Gütersloh, C. Bertelsmann Verlag.
39. Neufert E.
Bauentwurfslehre. Berlin, Druckhaus Tempelhof, 1950.
40. Neufert E.
Les éléments des projets de construction (traduction et adaptation de "Bauentwurfslehre [39] par Rodé O.). Paris, Dunod, 1958.
41. Reitmayer U.
Holztreppen in handwerklicher Konstruktion. Stuttgart, Julius Hoffmann Verlag, 1953.
42. Schuster F.
Treppen. Entwurf, Konstruktion und Gestaltung von grossen und kleinen Treppenanlagen. Stuttgart, Julius Hoffmann, 1964.
43. Steinhöfel O.
Holztreppen. Handbuch für den Bau von Holztreppen. München, Verlag Georg D.W. Callwey, 1960.
44. Vandeweyer P.
Moderne houtbewerking. Deel 4 : Trappen. Anvers, Standaard uitgeverij, 8^e édition, 1978.
45. Verhoeven F.
Cursus Trappen. Alost, Vrij Technisch Instituut, afdeling Hout, s.d.
46. Vieuxbled
Dessin de bâtiment. Paris, Bordas-Dunod, 1976.

éditeur responsable : Carlo De Pauw
CSTC, rue de la Violette 21-23
1000 BRUXELLES

imprimerie : Puvrez SA
lay out : Meersman I.D.



BRUXELLES

Siège social



Rue de la Violette 21 - 23
B-1000 Bruxelles

direction générale



02/502 66 90



02/502 81 80

publications



02/511 33 14



02/511 09 00

ZAVENTEM

Bureaux



Lozenberg l, 7
B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
(Zaventem)



02/716 42 11



02/725 32 12

avis techniques

développement & innovation

techniques d'organisation

banques de données

LIMELETTE

Station expérimentale



Avenue Pierre Holoffe 21
B-1342 Limelette



02/653 88 01



02/653 07 29

recherche

laboratoires

formation

documentation

bibliothèque

Buildwise Zaventem
Siège social et bureaux

Kleine Kloosterstraat 23
B-1932 Zaventem
Tél. 02/716 42 11

E-mail : info@buildwise.be
Site Internet : buildwise.be

- Avis techniques – Publications
- Gestion – Qualité – Techniques de l'information
- Développement – Valorisation
- Agréments techniques – Normalisation

Buildwise Limelette

Avenue Pierre Holoffe 21
B-1342 Limelette
Tél. 02/655 77 11

- Recherche et innovation
- Formation
- Bibliothèque

Buildwise Brussels

Rue Dieudonné Lefèvre 17
B-1020 Bruxelles
Tél. 02/233 81 00

Après plus d'un demi-siècle d'existence, le Centre scientifique et technique de la construction (CSTC) fait désormais place à Buildwise. Ce nouveau nom porte en lui une orientation nouvelle, davantage axée sur l'innovation, sur la collaboration et sur une approche pluridisciplinaire plus intégrée. Buildwise étant principalement financé par les redevances de quelque 100.000 entreprises de construction belges, celles-ci contribuent ainsi à motiver son action, notamment en définissant ses priorités et en pilotant ses travaux par le biais des Comités techniques.

Votre centre de recherche devient centre d'innovation

Fort des connaissances qu'il a acquises au fil des années, Buildwise s'est imposé comme le centre de référence et d'expertise du secteur de la construction. Buildwise se tient aux côtés de tous les acteurs impliqués dans l'acte de bâtir. Notre objectif ? Transmettre des connaissances qui améliorent réellement la qualité, la productivité et la durabilité, et ouvrir la voie à l'innovation sur chantier et dans l'entreprise.

Dynamiser le partage des connaissances et les interconnexions

Compte tenu de la grande complexité et de la forte fragmentation du processus de construction, Buildwise se doit de renforcer son rôle fédérateur. Nous ne pourrions relever les défis sectoriels et sociétaux qu'en mobilisant le secteur tout entier et en repensant nos modèles d'entreprise et notre façon de collaborer.

De la multidisciplinarité à la transdisciplinarité

Notre spécificité tient à notre approche pragmatique et multidisciplinaire. Pour trouver des solutions solides, il faut une stratégie globale et intégrée. C'est pourquoi nos ambitions s'articulent autour de trois piliers : les technologies numériques, la durabilité et le métier (représenté par les entrepreneurs au sein des Comités techniques).