

# Principes de l'enveloppe du bâtiment

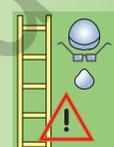
**Connaissances de la construction**



**1**

7

**Sécurité au travail, protection de la santé**



**2**

47

**Enveloppe du bâtiment**



**3**

101

**Fixations, assemblages**



**4**

185

**Physique du bâtiment**



**5**

215

**Outillages et machines**



**6**

235

**Lexique des matériaux de construction**

255

**LEX**

**Annexes**

347

**..i**

Peter Stoller

**Principes de l'enveloppe du bâtiment**

Manuel de référence pour la formation  
et la pratique professionnelle

**Traducteurs** Anton Ammann  
Sébastien Cettou  
Blaise Sarrasin  
Philipp Waeber

**ISBN 3-9522490-4-1**

© grafitext-verlag, CH-3226 Treiten  
1e édition 2006  
2e édition agrandi 2012  
(avec Karl Sutter «Lexique des matériaux de construction»)  
3e édition révisée 2018

**Réalisation,  
conception,**

**composition** grafitext p. stoller, Treiten

**Révision** Pierre Ingold, Colombier

**Impression** Edubook AG, 5634 Merenschwand

**Edition** grafitext-verlag, p. stoller

**Diffusion** grafitext-verlag

Peter Stoller

Dorfstrasse 1

CH-3226 Treiten

T 032 313 34 50

**Support** [www.grafitext.ch](http://www.grafitext.ch)

Le présent ouvrage est protégé par les droits d'auteur.

Tous droits réservés. Aucune partie de ce manuel ne peut être copiée sous  
une forme ou une autre, ni traitée, reproduite ou diffusée à l'aide de sys-  
tèmes électroniques sans l'autorisation écrite de l'éditeur.

Le contenu de ce manuel a été réalisé avec un grand soin. Les auteurs et  
l'éditeur ne pourront être tenus pour responsables pour toute erreur qui au-  
rait pu se glisser dans cet ouvrage et des conséquences qui en résulteraient.

## Aperçu

Avant-propos	5
Remerciements	6

## Connaissances de la construction 7

1 Protection de l'environnement et construction durable	9
2 Installation et fonctionnement d'un chantier	13
3 Rapports	27
4 Métrés	29
5 Lecture des plans et esquisses	31
6 Calcul	39
7 Connaissance des styles architecturaux	43

## Sécurité au travail, protection de la santé 47

1 Prévention des accidents	51
2 Lois et ordonnances	53
3 Ordonnance sur les travaux de construction (OTConst)	55
4 Équipement de protection individuel	59
5 Travail avec des cordes/ des sangles	61
6 Échelles	65
7 Échafaudages de service légers	71
8 Transport de charges sur les véhicules	79
9 Le courant électrique	81
10 Le travail avec un risque d'incendie accru	85
11 Prévention des incendies lors des travaux de construction	93
12 Substances nuisibles à la santé	95

## Enveloppe du bâtiment 101

1 Les toitures inclinées	105
2 Les toits plats	137
3 Murs extérieurs	145
4 Revêtement extérieur de façades	147
5 L'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment	157
6 Étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment	161
7 Drainage des eaux de l'enveloppe du bâtiment	163
8 Protection contre la foudre sur l'enveloppe du bâtiment	169
9 Protection contre les incendies	171
10 Techniques solaires sur l'enveloppe du bâtiment	175
11 Systèmes de protection solaire	178

## Fixations, assemblages 185

1 Techniques d'assemblage sur l'enveloppe du bâtiment	187
2 Assemblages cloués en bois	191
3 Assemblage par vis	193
4 Tampons, chevilles	197
5 Rivetage	203
6 Pointage électrique	205

7 Agrafage	205
8 Brasure	206
9 Soudage des métaux	209
10 Soudage des matières synthétiques	211
11 Coller (fixation adhésive)	213

## **Physique du bâtiment 215**

1 Introduction à la physique du bâtiment	217
2 Introduction à la mécanique	227

## **Outillages et machines 235**

1 Outils à mains	237
2 Machines électriques portatives	247
3 Appareils à clouer et à agraffer	253
4 Laser de chantier	254

## **Lexique des matériaux de construction 255**

1 Matériaux de couverture et de revêtement	259
2 Matériaux pour toits plats et étanchéité	271
3 Matériaux d'isolation	283
4 Production d'énergie	288
5 Bois, protection du bois, matériaux dérivés du bois	291
6 Pétrole et matières synthétiques	299
7 Composants transparents, fenêtres	311
8 Moyens d'assemblage, agrafes, crochets	315
9 Éléments de construction en métal	324
10 Métaux, surfaces, corrosion	332
11 Autres matériaux de construction	343

## **..i Annexes**

Index	347
-------	-----



# Connaissances de la construction

# 1

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Protection de l'environnement et construction durable</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>Protection d'air</b>	<b>9</b>
1.1.1	Incinération des déchets	9
1.1.2	Évitez les solvants nocifs	10
1.1.3	La poussière rend malade	10
1.1.4	Problème de l'amiante	10
<b>1.2</b>	<b>Le bruit rend malade</b>	<b>10</b>
<b>1.3</b>	<b>Construction durable</b>	<b>10</b>
<b>1.4</b>	<b>Déchets de chantier</b>	<b>11</b>
<b>1.5</b>	<b>Démantèlement</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Installation et fonctionnement d'un chantier</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Aménagement du chantier</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Place de stockage du matériel</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>Concept de triage par bennes</b>	<b>14</b>
2.3.1	Déchets spéciaux	15
<b>2.4</b>	<b>Installations techniques</b>	<b>15</b>
<b>2.5</b>	<b>Locaux</b>	<b>16</b>
<b>2.6</b>	<b>Équipement général</b>	<b>16</b>
<b>2.7</b>	<b>Appareils élévateurs et engins de levage</b>	<b>17</b>
2.7.1	Grue	17
2.7.2	Monte-matériaux	20
2.7.3	Élévateur mécanique sur rails	21
2.7.4	Monte-charge de chantier à crémaillère	22
2.7.5	Treuil/palan	22
2.7.6	Chariot élévateur	22
2.7.7	Plates-formes élévatrices de travail/nacelles de travail	23
2.7.8	Hélicoptère	23
<b>2.8</b>	<b>Aménagement d'un poste de travail</b>	<b>23</b>
<b>2.9</b>	<b>Barrières</b>	<b>24</b>
<b>2.10</b>	<b>L'ordre au chantier</b>	<b>26</b>
<b>2.11</b>	<b>Collaboration et compétence</b>	<b>26</b>

<b>3</b>	<b>Rapports</b>	<b>27</b>
3.1	Rapport de travail (Rapport de régie)	27
3.2	Rapport d'entretien	28
3.3	Rapport de chantier	28
3.4	Rapport d'heures	28
<b>4</b>	<b>Métrés</b>	<b>29</b>
4.1	Règles de métré	29
4.2	Métré par écrit	29
4.3	Métré par esquisse	30
<b>5</b>	<b>Lecture des plans et esquisses</b>	<b>31</b>
5.1	Lecture des plans	31
5.1.1	Cartouche	31
5.1.2	Échelles	31
5.1.3	Représentation des traits	32
5.1.4	Projections à deux dimensions	32
5.1.5	Perspectives	33
5.1.6	Cotes	34
5.1.7	Cotes de niveau	35
5.1.8	Désignations, signes conventionnels et notations	36
5.1.9	Évidements	37
5.1.10	Notations dans les plans de constructions	37
5.2	Esquisser	37
5.2.1	Relevé de mesures	38
5.2.2	L'esquisse du relevé de mesures	38
<b>6</b>	<b>Calculations</b>	<b>39</b>
6.1	Besoins en matériaux	39
6.1.1	Besoins en matériaux à partir de la répartition de surfaces ou de longueurs	39
6.1.2	Besoins en matériaux par unité	39
6.1.3	Calculs de charge	40
6.2	Répartition	41
<b>7</b>	<b>Connaissance des styles architecturaux</b>	<b>43</b>
7.1	Art grec	43
7.2	Art romain	43
7.3	Art préroman et art byzantin	44
7.4	Art roman	44
7.5	Art gothique	45
7.6	Renaissance	45
7.7	Époque baroque et rococo	45
7.8	Classicisme	46
7.9	Art nouveau (Jugendstil) et art moderne	46

#### Auteurs

Christoph Hensch: Chap. 7  
Peter Stoller: Autres

#### Sources d'illustrations

SUVA: Fig. 1/205–210, 212, 213  
Böcker: Fig. 1/214–217  
P. Stoller: Autres

# 1 Protection de l'environnement et construction durable

Le respect de l'environnement et l'emploi responsable des ressources de la terre (écologie) doivent avoir priorité sur chaque activité. La protection de l'environnement et un comportement écologique sont indispensables pour les êtres humains. Ils sont malheureusement souvent sacrifiés au profit ou tout simplement «oubliés».



Fig. 1/101: protection de l'environnement vécu est un signe de respect de la vie et de la nature

La loi sur la protection de l'environnement demande:

## Art. 1 LPE But

<sup>1</sup> La présente loi a pour but de protéger les hommes, les animaux et les plantes, leurs biocénoses et leurs biotopes des atteintes nuisibles ou incommodes, et de conserver la fertilité du sol.

<sup>2</sup> Les atteintes qui pourraient devenir nuisibles ou incommodes seront réduites à titre préventif et assez tôt.

Le professionnel du bâtiment consciencieux sait comment atteindre ces buts.

## 1.1 Protection d'air

Les effets de la pollution atmosphérique sont aujourd'hui bien perceptibles: gaz à effet de serre, trou d'ozone et smog changent le climat et dérogent à la qualité de la vie. Le cancer et l'asthme augmentent mondialement.

Des matières polluantes l'atmosphère peuvent être gazeuses (CO<sub>2</sub>) ou composées de particules très petites.

Quelques matières sentent et peuvent provoquer des irritations (ammoniac du purin). Beaucoup de substances nuisibles à la santé sont inodores et ne se remarquent pas directement.

Des substances se décomposent rapidement, d'autres pas ou très lentement. Elles «enrichissent» les eaux et la terre et atteignent la chaîne alimentaire. Une intoxication lente gagne donc l'homme, les animaux et le monde végétal.

## Ordonnance sur la protection d'air (OPair)

En Suisse, l'ordonnance sur la protection d'air (OPair) est à respecter. L'OPair se base à la loi fédérale sur la protection de l'environnement.

L'OPair mentionne des prescriptions des valeurs limites qui, en cas de non-respect, peuvent provoquer une dénonciation.

### Art. 1 LRV But et champ d'application

<sup>1</sup> La présente ordonnance a pour but de protéger l'homme, les animaux et les plantes, leurs biotopes et biocénoses, ainsi que le sol, des pollutions atmosphériques nuisibles ou incommodes.

<sup>2</sup> Elle régit:

- a. la limitation préventive des émissions dues aux installations qui causent des pollutions atmosphériques, au sens de l'art. 7 de la loi;
- a.<sup>bis</sup> l'incinération de déchets en plein air;
- b. les normes applicables aux combustibles et aux carburants;
- c. la charge polluante admissible de l'air (valeurs limites d'immission);
- d. la procédure à suivre lorsque les immissions sont excessives.

### 1.1.1 Incinération des déchets

Chaque processus de combustion produit des substances hautement toxiques (gaz d'échappement, suie, poussières fines, etc.) Sans filtres spéciaux, les polluants entrent dans l'atmosphère - notre air respirable !

L'incinération des déchets dans des fours non prévus à cet effet est interdite.

### Résidus de bois

Les résidus de bois provenant des chantiers de construction (lattes, planches, bardeaux, etc.), du bois de démolition et des déchets de bois imprégnés ou peints sont considérés comme des déchets et doivent être éliminés correctement !

## 1.4 Déchets de chantier

La séparation des déchets est la protection de l'environnement appliquée. La plupart des déchets de chantier sont recyclables, le reste peut être brûlé aux usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM) ou bien être déposé à la décharge contrôlée.

*Dans les décharges, les déchets sont déposés définitivement et sous contrôle. Ils ne sont plus recyclables.*

### Valorisation (Recyclage)

Les déchets de chantier ne sont pas sans valeur, des entreprises spéciales les trient. Les matières premières comme des matières synthétiques, bois, métaux, verres, décombres, etc., vont être recyclées d'une manière raisonnable.

Avec des déchets de polyéthylène on fabrique par exemple des tuyaux pour le génie civil. Les métaux vont à la fonderie et les déchets de tuiles, béton et brique de démolition etc. sont employés comme matériel de remplissage dans les constructions de routes.

Le bois sert comme combustible aux fours des UIOM et est ainsi utilisé pour la production de chaleur.

Les débris de tuiles sont préparés comme substrat (pour les plantes) pour la végétalisation extensive (exige un entretien minimal).



Fig. 1/102: Débris de tuiles

### Triage et assemblage de déchets

Avec un triage de déchets bien réfléchi (concept de bennes de chantier), on peut économiser des frais et soulager l'environnement.

*Ce qui n'est pas mélangé, ne doit pas être trié!*

Le traitement des déchets de chantier est réglé dans l'Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (Ordonnance sur les déchets, OLED):

#### Art. 17 OLED Tri des déchets de chantier

<sup>1</sup> Lors de travaux de construction, les déchets spéciaux doivent être séparés des autres déchets et éliminés séparément. Le reste des déchets doit être trié sur le chantier comme suit:

- les matériaux terreux issus du décapage de la couche supérieure et de la couche sous-jacente du sol, lesquels doivent être décapés autant que possible séparément;
- les matériaux d'excavation et de percement non pollués, les matériaux d'excavation et de percement satisfaisant aux exigences de l'annexe 3, ch. 2, et les autres matériaux d'excavation et de percement, lesquels doivent être collectés autant que possible séparément;
- les matériaux bitumineux de démolition, le béton de démolition, les matériaux non bitumineux de démolition des routes, les matériaux de démolition non triés, les tessons de tuiles et le plâtre, lesquels doivent être collectés autant que possible séparément;
- les autres matériaux pouvant faire l'objet d'une valorisation matière, tels que le verre, les métaux, le bois, et les matières plastiques, lesquels doivent être collectés autant que possible séparément;
- les déchets combustibles qui ne peuvent pas faire l'objet d'une valorisation matière;
- les autres déchets.

<sup>2</sup> Si les conditions d'exploitation ne permettent pas de trier les autres déchets de chantier sur place, ce tri doit être accompli dans des installations appropriées.

<sup>3</sup> L'autorité peut exiger un tri plus poussé si cette opération permet de valoriser des fractions supplémentaires des déchets.

(...)

Pour tenir compte de cette ordonnance, il faudrait trier les déchets de chantier dans des bennes spécifiques.

L'application de cette ordonnance est placée sous la responsabilité des autorités cantonales. Les autorités responsables donnent volontiers des renseignements.

1/2.3 ►

CONCEPT DE  
TRIAGE PAR BENNES

### Déchets spéciaux

Pour l'évacuation correcte des déchets spéciaux, l'entrepreneur qui les emploie est lui-même responsable.

*Les déchets spéciaux ne doivent pas être mélangés à d'autres déchets.*

## 2.7 Appareils élévateurs et engins de levage

Les appareils élévateurs et les engins de levage facilitent les travaux sur le chantier. Mais l'emploi de ces engins n'est pas sans danger. Sans formation adéquate, certains engins ne doivent pas être maniés.

L'installation d'une grue ou d'un engin de levage demande une planification précédente pour qu'ils puissent être employés le plus efficacement possible. Des déplacements coûtent du temps et de l'argent.

*L'emploi des charges est dangereux et demande de bonnes connaissances de manutention et de choix du moyen de levage (ceinture, fourche de grue, etc.).*

*Le transport de personnes avec des engins de levage et des appareils élévateurs est interdit. Des engins pour le transport de personnes sont spécialement équipés, marqués et certifiés.*

### 2.7.1 Grue

Selon l'ordonnance sur l'emploi des grues, seules des personnes autorisées doivent manier des grues. L'installation des grues de chantier est réservée au monteur de grue.

**Ordonnance sur les conditions de sécurité régissant l'utilisation des grues (Ordonnance sur les grues) 832.312.15**  
Etat le 1er juillet 2010

#### Art. 2 Grues

<sup>1</sup> Sont considérés comme grues au sens de la présente ordonnance les appareils de levage qui présentent les caractéristiques suivantes:

- la charge nominale au crochet de la grue est de 1000 kg au moins ou le moment de charge est de 40 000 Nm au moins;
- l'appareil possède un dispositif de levage actionné par un moteur;
- le crochet de la grue peut être déplacé librement à l'horizontale sur un axe au minimum.

<sup>2</sup> Les grues sont classées dans les catégories suivantes:

- les camions-grue comme les grues automobiles, les grues mobiles, les grues sur chenilles, les grues sur remorque, les élévateurs télescopiques et les grues sur rails équipés d'un treuil, de même que les grues de chargement des camions dont le moment de charge dépasse 400 000 Nm ou dont la longueur de flèche est supérieure à 22 m;
- les grues à tour pivotantes comme les grues à tour fixe, les grues à base tournante et les grues à volée variable;
- les autres grues comme les grues à portique, les ponts roulants, les grues à flèche, les grues pivotantes, les élévateurs télescopiques et les grues sur rails non équipés de treuils, de même que les grues de chargement des camions dont le moment de charge est de 400 000 Nm au plus et dont la longueur de la flèche est inférieure ou égale à 22 m.

#### Art. 5 Exigences applicables au personnel conduisant les grues

<sup>1</sup> Les travaux de levage au moyen de grues ne peuvent être exécutés que par des personnes qui:

- sont en mesure, compte tenu de leur état physique et psychique, de garantir la conduite d'une grue en toute sécurité;
- peuvent se faire comprendre sur le lieu de travail;
- sont instruites sur la manière d'utiliser une grue.

<sup>2</sup> Les travaux de levage au moyen de camions-grue ou de grues à tour pivotantes ne peuvent être exécutés que par des personnes titulaires de l'un des permis suivants:

- permis de grutier;
- permis d'élève grutier pour la période de sélection, si l'élève est accompagné d'une personne possédant un permis de grutier depuis trois ans au moins ou d'un supérieur ayant l'expérience professionnelle requise pour cette tâche;
- permis d'élève grutier pour la période de travaux pratiques, si l'élève est sous la surveillance d'une personne possédant un permis de grutier depuis trois ans au moins ou d'un supérieur ayant l'expérience professionnelle requise pour cette tâche.

<sup>3</sup> Aucun permis n'est nécessaire pour les travaux de levage exécutés dans le cadre des cours de base et des examens.

#### Art. 6 Travaux de levage

<sup>1</sup> Les charges doivent être assurées pour le levage, arrimées aux crochets des grues (élinguées) et déposées après le levage, de sorte qu'elles ne puissent pas se renverser, tomber ou glisser et par là constituer un danger.

<sup>2</sup> Les systèmes de préhension des charges et les moyens de suspension doivent être adaptés à chaque transport et être en parfait état de service.

<sup>3</sup> Les personnes qui élinguent des charges doivent être instruites sur la manière de procéder.

Pour l'utilisateur de la grue, il est indispensable d'avoir des connaissances sur la communication avec le grutier et l'accrochage des charges.

#### Accrochage des charges

On connaît plusieurs moyens d'accrochage des charges :

- câbles métalliques
- chaînes
- sangles en tissu synthétique
- cordes synthétiques



Fig. 1/205 Accrochage des charges

◀ 5/2.2  
**CHARGE UTILE LIMITÉE** Les moyens d'accrochage ont une charge utile limitée. Celle-ci doit être indiquée visiblement.  
*L'état impeccable des moyens d'accrochage est à contrôler avant l'utilisation.*

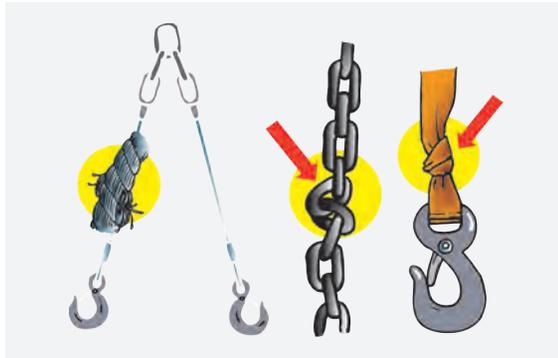


Fig. 1/206: Contrôle des moyens

Des fils rompus, de la rouille et des pliures aux câbles métalliques, des coupes aux sangles et cordes, des nœuds, de l'usure forte, etc. diminuent la charge utile et peuvent provoquer des accidents!

*En cas de soupçon d'une détérioration, il ne faut absolument pas employer ces moyens d'accrochage.*

Au minimum une fois par année, les moyens d'accrochage sont à contrôler par une personne compétente.

*La protection de ces moyens est une obligation!*

Des charges ponctuelles énormes peuvent être exercées aux arrêtes des charges levées par frottement. Les fibres des sangles peuvent s'arracher et les fils métalliques peuvent se plier.

Aux arrêtes vives et rugueuses, les moyens d'accrochage sont à protéger avec des supports appropriés. En même temps, une détérioration de la charge est exclue.

Quand il s'agit d'attacher des charges avec un nœud coulant, il faut faire attention à l'exécution du nœud. Le nœud coulant se met près de la charge, car le point coulissant se trouve à l'arrête supérieure de la charge.

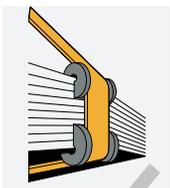


Fig. 1/207:  
 La protection de ces moyens

◀ 5/2.2.1  
**REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES FORCES**

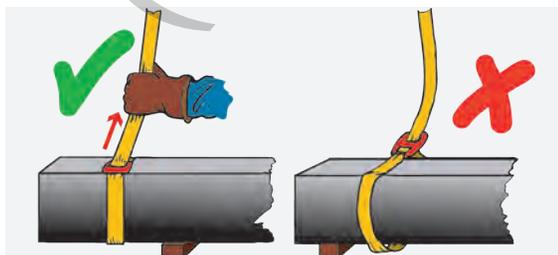


Fig. 1/208: Exécution correcte du nœud coulant

Un autre nœud coulant est effectué sur le second brin au coté opposé. Par cette disposition des deux moyens d'accrochage, en respectant le centre de gravité, la charge pend en horizontalement.

Le **centre de gravité** doit être connu en accrochant des charges. La position de la charge ne doit pas changer pendant le transport! Il est dangereux si un paquet de lattes glisse de sa position horizontale dans une position oblique; les moyens d'accrochage peuvent se déplacer et la charge peut tomber. Des charges accrochées en biais posent aussi des problèmes à la dépose.

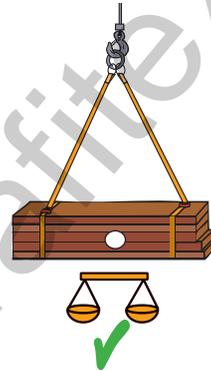


Fig. 1/209:  
 Centre de gravité de la charge

La sollicitation du moyen d'accrochage se détermine principalement par le poids de la charge et par l'angle d'ouverture.

En général, les moyens d'accrochage sont employés par paires, selon l'angle d'ouverture, ce qui provoque des sollicitations différentes des moyens d'accrochage.

Le **poids approximatif de la charge** devrait être connu, pour qu'on puisse estimer l'influence sur les moyens d'accrochage.

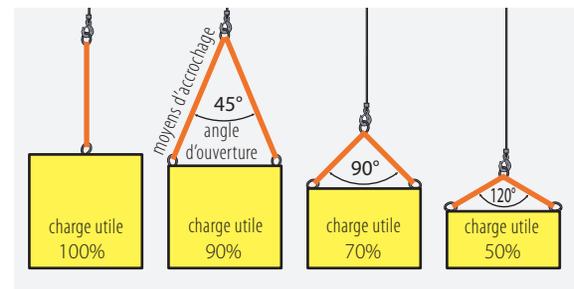


Fig. 1/210: Charge utile des moyens d'accrochage aux différents angles d'ouverture

Des **moyens de levage de charges** s'utilisent si les charges ne peuvent pas être levées par des moyens d'accrochage.

Des moyens de levage de charge sont:

- **fourche à palettes avec ou sans cage protectrice**
- benne
- dispositif spécial pour des travaux de levage particuliers

Les points d'accrochage sont des parties des moyens de suspension qui permettent le raccordement correct de la charge. Le raccordement doit se faire de telle manière qu'un décrochage non intentionnel soit impossible. Pour cela des crochets avec linguet de sécurité sont accrochés aux points d'accrochage sous forme d'anneau.



Fig. 211: Moyens de levage, fourche à palettes et benne

L'emploi correct de ces moyens de suspension commence avec le choix correct d'un appareil. Au chargement, le poids doit être équilibré, de façon que le centre de gravité se trouve exactement sous le crochet. Les fourches à palettes sont à construire pour qu'elles se mettent à l'horizontale en état non chargé et, au cas de chargement, qu'elles se penchent légèrement en arrière.

*Des charges qui peuvent glisser, par exemple des palettes «ouvertes» avec plaques de toiture, doivent être transportées avec une fourche à palettes avec cage protectrice.*

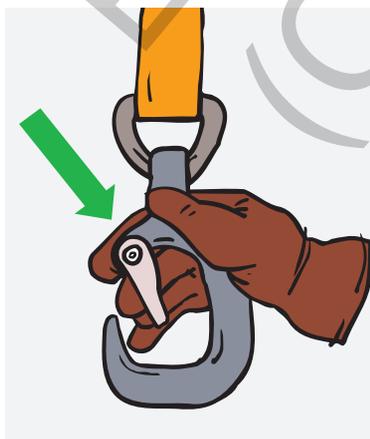


Fig. 1/212: Crochet de levage avec dispositif de sécurité

## Signalisation

La communication entre le grutier et le personnel au sol se fait par contact visuel ou par signe de main. Dans les situations difficiles, on travaille par contact radio.

«L'accrocheur des charges» doit donner des signes clairs et visibles pour le grutier (contact visuel). En même temps il est obligé d'observer la charge et, si nécessaire, de la guider jusqu'à ce qu'elle pende librement et de façon stable. Avec l'ordre «en haut», il transmet le contrôle au grutier.

Le «récepteur de charge» montre au grutier par le contact visuel qu'il est prêt à recevoir la charge. Il est agréable pour le grutier de connaître la place de l'entreposage. Par des signes de main clairs le «récepteur de charge» facilite le déchargement. Aussitôt que la charge est décrochée, le «récepteur» en prend la responsabilité.

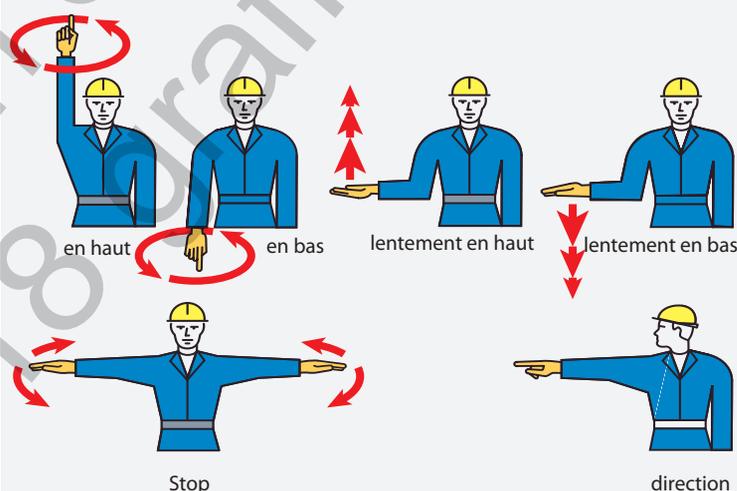


Fig. 1/213: Signalisation pour grutier

**EN HAUT:** Mouvement circulaire du bras tendu vers le haut

**EN BAS:** Mouvement circulaire du bras tendu vers le bas

**LENTEMENT EN HAUT:** Faire des signes faibles du bras vers le haut

**LENTEMENT EN BAS:** Faire des signes faibles du bras vers le bas

**DIRECTION:** Montrer la direction par le bras tendu horizontalement

**STOP:** Mouvement latéral énergique avec bras tendus

### 2.7.7 Plates-formes élévatrices de travail/nacelles de travail

Pour les travaux à grande hauteur, les nacelles de travail sont une aide sûre et économique. La plate-forme de travail peut être fixée à une flèche articulée installée sur un camion ou sur une remorque. Pour d'autres constructions, la plate-forme de travail est fixée sur un tuyau hydraulique télescopique qui ne peut que se déplacer dans la verticale. La hauteur de travail d'une plate-forme normale va en général jusqu'à 18 mètres, à une charge utile de 200 kg. Des engins spéciaux atteignent une hauteur de plus que 35 mètres.



Fig. 1/219: Nacelles de travail

Avec la flèche articulée, on peut atteindre des endroits qui ne sont pas directement visibles depuis le bas. Le tableau de commande se trouve directement sur la plate-forme et fonctionne par un réglage électrohydraulique.

Avant l'utilisation d'une nacelle, il faut stabiliser le châssis par des béquilles.

### 2.7.8 Hélicoptère

Pour les chantiers inaccessibles, des hélicoptères peuvent rendre des services de transport très utiles. Les tarifs des hélicoptères sont très élevés, il faut donc planifier soigneusement un transport pour que tout se passe vite.

Il faut définir les terrains d'atterrissage, de chargement et de dépôt ainsi que les routes de survol et demander les autorisations. Le poids de la charge est adapté à la charge utile de l'hélicoptère. La charge doit être prête pour le transport et mise dans des moyens de transports. La place pour le déchargement est à préparer. Les entreprises d'hélicoptère aident à la planification et à la préparation et ils mettent à disposition du personnel pour le travail au sol.

## 2.8 Aménagement d'un poste de travail

Par l'aménagement on rend possible un accès sûr du poste de travail. Par poste de travail on entend la place où l'ouvrier travaille en ce moment. Selon le type de travail, l'aménagement sera facile ou compliqué. Pour le paysagiste qui aménage les environs, l'exploitation est faite avec l'accès du chantier. Un couvreur qui doit faire des travaux à l'aiguille d'un clocher accède au poste de travail seulement par un échafaudage ou une nacelle.

### Moyens d'aménagement

L'accès au poste de travail doit être sûr. Les moyens pour y arriver sont à adapter à la situation.

Des postes de travail qui sont fréquentés par beaucoup de personnes devraient être plus confortables à l'accès (au lieu d'une échelle on pourrait installer des escaliers).

L'exploitation commence déjà au sol: un talus raide est à exploiter par un escalier avec main courante, un fossé se franchit par un pont (avec main courante!). Échelles, escaliers, rampes et ascenseurs sont des



Fig. 1/220: Aménagement d'un poste de travail

## 4 Métrés

Quand les travaux sont effectués, ils peuvent être facturés. Pour cela il est nécessaire de noter le matériel utilisé. Si le mandat se base sur des prix unitaires, les métrés effectifs des travaux effectués sont à retenir par écrit.

*Les métrés sont des documents pour le client à établir en conformité.*

Les **prix unitaires** comprennent tous les coûts pour les salaires, matériaux, risque et bénéfice et se calculent sur la base d'unités de quantité.

Ces prix s'appellent aussi **prix forfaitaires**.

Les quantités déterminantes pour les prestations à prix unitaires sont fixées, suivant les conditions du contrat, soit à partir d'un métré effectif (par mesurage, pesage ou comptage).

### 4.1 Règles de métré

Pour établir le métré, les règles de la SIA sont à respecter. Ces règles indiquent si une position est à considérer comme surface, mètre ou pièce. Les normes suivantes sont valables:

- Norme SIA 234 «Travaux de ferblanterie: toitures inclinées et revêtements de façade, prestations et mode de métré.»
- Norme SIA 235 «Travaux de couvertures: toitures inclinées et revêtements de façade, prestations et mode de métré.»
- Norme SIA 270 «Étanchéités en lés ou en asphalte coulé, prestations et mode de métré.»

### 4.2 Métré par écrit

*Les métrés sont à établir d'une manière claire.*

En général, le métré s'établit avec la direction des travaux et un représentant de l'entreprise. Les positions de l'offre servent de base qui est complétée par des mesures effectives. Les métrés n'ont pas d'esquisses, seules des formules avec les mesures réelles sont utilisées.

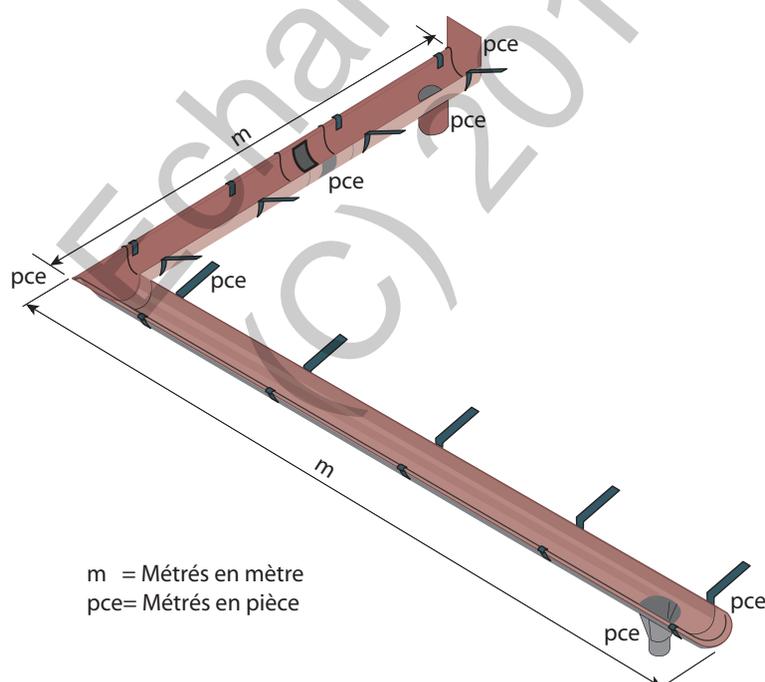


Fig. 1/401: Métré d'un chéneau d'après la norme SIA 234



## 5 Lecture des plans et esquisses

Le chapitre suivant donne les bases pour la lecture des plans et illustre les possibilités qu'offre l'esquisse.

### 5.1 Lecture des plans

Les plans jouent un rôle important dans le bâtiment. La construction d'un bâtiment ou d'une partie d'un bâtiment se base sur des plans.

*Les plans doivent être respectés par l'artisan.*

Selon le type de projet, le projeteur (architecte, ingénieur, etc.) élabore des plans différents, adaptés aux travaux. Les entrepreneurs exécutants reçoivent un jeu de plans utiles. Un jeu de plans contient des dessins s'accordant entre eux tels que plan de façade, coupe, plan du rez, etc.

Les plans représentent une indispensable source de renseignements, parce qu'ils font la liaison entre les différents métiers incorporés. Le monteur d'échafaudage, par exemple, pose un échafaudage pour que le maçon puisse monter une paroi avec des ouvertures de fenêtres. Dans le même temps le menuisier fabrique les fenêtres et le charpentier assemble la charpente .... Sans plans, cette manière de travailler serait impossible.

*Il est nécessaire de se tenir aux plans.*

Malheureusement, par non-respect ou par fausse lecture ou par des plans incorrects, des fautes de construction peuvent provoquer des plus-values, des pertes de temps et des ennuis.

Le « langage » des plans dans la construction est normée (norme ISO, norme SIA 400, et autres).

Du format de plan, pliage, échelles, grandeur d'écriture, épaisseur des lignes, jusqu'au principe de projections, presque tout est décrit dans les normes ISO. L'élaboration des plans est le travail des architectes et des dessinateurs.

*Tous les collaborateurs du bâtiment compétents doivent savoir lire des plans!*

Si des détails ne sont pas clairs, mieux vaut contacter le projeteur que de commettre des fautes!

#### 5.1.1 Cartouche

Chaque titre d'un plan se compose du cartouche avec des indications importantes:

- **Le mandant:**

Nom et adresse

- **Le contenu des plans:**

La désignation de l'ouvrage

La désignation de la partie d'ouvrage

Le titre du plan

L'échelle

Les modifications apportées au plan

- **L'auteur du projet**

Le nom du bureau et son adresse

Le numéro de la commande

Le nom du dessinateur

- **L'identification du plan:**

Le numéro du plan

L'index des modifications

La date

Le format du plan

#### 5.1.2 Échelles

L'échelle utilisée doit figurer sur le cartouche de chaque dessin.

Le nombre de droite indique de combien de fois la longueur effective est réduite. L'échelle voulue s'impose par la dimension de l'objet et la grandeur du plan. Pour faciliter la conversion, on utilise des échelles en nombre entier.

On utilise en construction les échelles suivantes:

- Pour le **plan de situation**

1:1000, 1:5000, 1:200.

- Pour les **projets définitifs**

1:100.

- Pour les **plans d'exécution**

1:50.

- Pour les **plans de détail**

1:20, 1:10, 1:5, 1:1.

Beaucoup de plans contiennent une échelle graphique qui est adaptée à l'échelle choisie. Puisque beaucoup de plans sont réduits (copie, fax), il est possible d'y prendre des mesures. Mais cette manière de faire n'est pas très précise et elle ne s'adapte pas pour les mesures importantes!

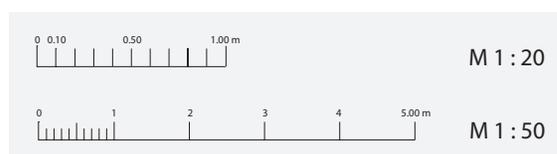


Fig. 1/501: Échelle graphique (réduite à 50 %)

Si une cote de niveau est indiquée comme:  $\pm 0,00/-0,08$ , ça veut dire que le niveau du sol fini est la hauteur de référence du bâtiment et le niveau du sol brut est 8 cm plus bas (l'épaisseur du sol fini 8 cm).

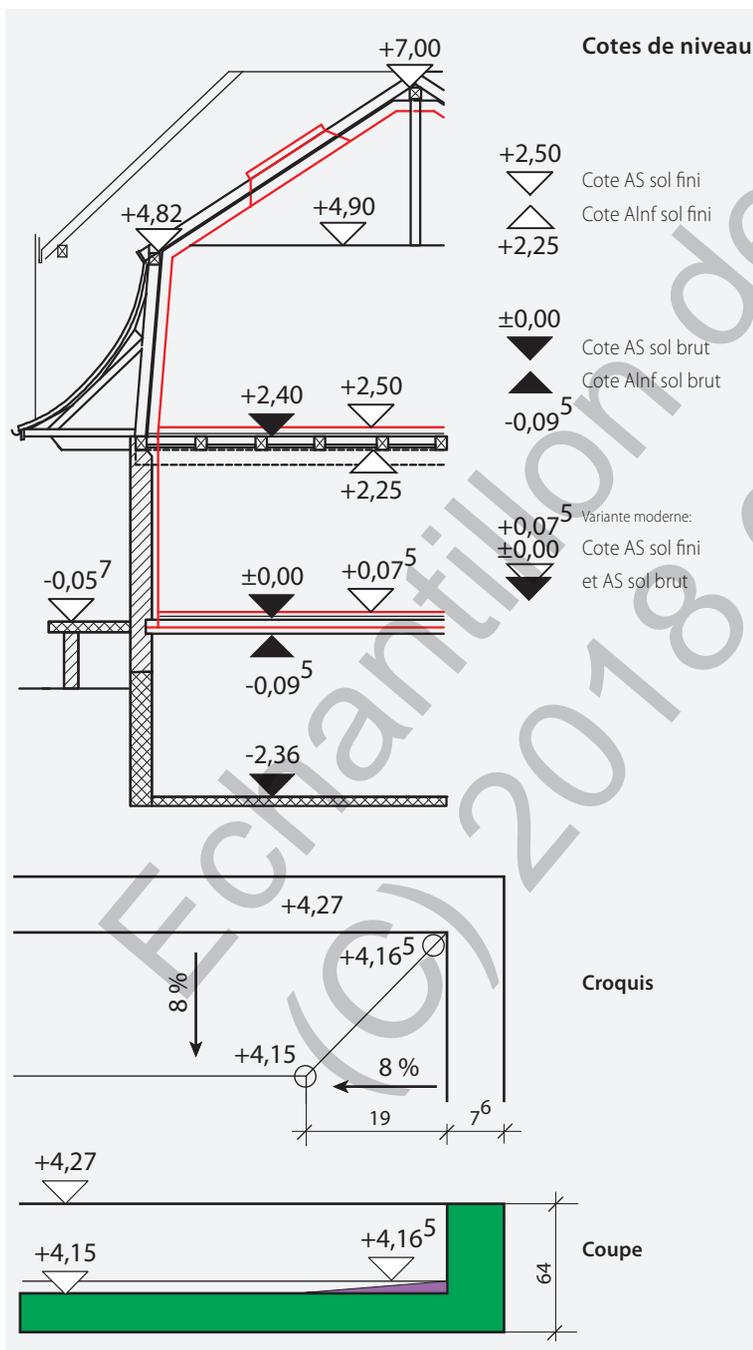


Fig. 1/510, 511: Présentation de cotes de niveau

### 5.1.8 Désignations, signes conventionnels et notations

Les désignations ont pour but de faciliter la compréhension et la lecture des plans. Il existe des signes pour les matériaux de construction, la technique du bâtiment (les installations sanitaires, etc.), les possibilités d'ouverture de fenêtre, etc. Des signes sont dessinés en noir et blanc. Les signes en couleur facilitent la lecture mais ne contiennent pas d'informations supplémentaires.

<b>BRIQUE DE TERRE CUITE:</b> rouge, Acier échelle 1:1	
<b>BRIQUE RÉFRACTAIRE:</b> rouge foncé	
<b>BRIQUE SILICO CALCAIRE:</b> gris	
<b>AGGLOMÉRÉS DE CIMENT:</b> vert olive	
<b>BÉTON:</b> vert	
<b>BÉTON PRÉFABRIQUÉ, PIERRE ARTIFICIELLE:</b> gris bleu	
<b>BÉTON DE PAREMENT:</b> vert	Typ.....
<b>MORTIER, PLÂTRE:</b> violet	
<b>BOIS MASSIF:</b> brun	
<b>BOIS DE BOUT, LAMELLÉ-COLLÉ:</b> brun	
<b>PANNEAUX DE PLACAGE, D'AGGLOMÉRÉ BOIS:</b> brun clair	
<b>MÉTAL:</b> bleu clair	
<b>ACIER (en coupe):</b> noir	
<b>MAT. ABSORBANTS OU ISOLANTS: rose</b> grand résistance à la pression	
<b>MAT. ABSORBANTS OU ISOLANTS: rose</b> non résistance à la pression	
<b>COUCHES D'ÉTANCHÉITÉ:</b> noir/blanc	
<b>MASTIC:</b> jaune	
<b>VERRE:</b> vert foncé	
<b>MATIÈRE SYNTHÉTIQUE:</b> gris	
<b>PIERRE NATURELLE:</b> bleu	

Fig. 1/512: Désignations, signes conventionnels et notations

une liberté sans bornes et lui offre ainsi une variété de formes architecturales inépuisables.

### Les principales caractéristiques architecturales

L'art baroque se sert de tous les moyens constructifs des styles précédents et crée ainsi un volume chargé, dont les jeux de lumière et les successions de profondeurs nous mettent constamment devant une énigme optique. De nombreux éléments décoratifs contribuent à faire de la construction baroque une création très homogène. Citons, entre autres, ses parois décorées de fresques, ses stucs exubérants, ses halles voûtées ainsi que ses pans de murs convexes et concaves.

## 7.8 Classicisme

19<sup>e</sup> siècle

### L'esprit du temps

Le principal courant architectural du 19<sup>e</sup> siècle est le classicisme. Il est basé sur un idéal qui voit dans la raison la plus haute entité spirituelle. Cette époque fit revivre une fois de plus l'Antiquité avec sa noble pureté et sa serene grandeur en assimilant avec amour et vénération tout ce qui nous vient des Grecs, des Romains et même des Egyptiens.

### Les principales caractéristiques architecturales



Fig. 1/708: Classicisme

Sous l'influence du modèle de clarté et de dignité des formes de l'art de l'Antiquité, le classicisme réalise un retour rationnel à la géométrie pure. Les formes dominantes de ce style sont le cercle, le triangle et le carré ainsi que la sphère, le cube, le cylindre et le prisme. Les éléments antiques grecs, romains et égyptiens y sont représentés de façon égale.

## 7.9 Art nouveau (Jugendstil) et art moderne

20<sup>e</sup> siècle

### L'esprit du temps

Le tournant du siècle voit l'apparition dans tous les domaines de nouvelles convictions et de nouvelles formes de vie. Ce mouvement appelé Art nouveau ou Jugendstil inflige un abandon radical de la copie des styles propres au classicisme. Il prépare l'art architectural moderne qui exprime la beauté des formes de la technique. La fonction d'un bâtiment moderne prend nettement le dessus sur sa forme.

### Les principales caractéristiques architecturales

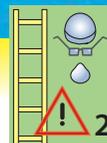
La règle veut des volumes intérieurs fonctionnels clairs et des corps de bâtiments simples et cubiques. L'aspect extérieur d'un bâtiment moderne néglige volontairement le côté représentatif, il est le reflet de la disposition intérieure des pièces. Les facteurs principaux de la construction moderne sont un plan libre, une ossature, une construction en béton, des volumes structurés et un toit plat. Ces éléments sont rendus possibles par l'utilisation de nouveaux matériaux de construction tels que l'acier, le béton, les matières synthétiques, les semi-produits, etc. La colonne, le pignon et l'arc ont été évincés par le pluralisme du style de construction moderne.

Ces derniers temps, une tendance opposée se fait



Fig. 1/709: Art moderne

sentir. Elle intègre de nouveau dans de nombreux bâtiments modernes des éléments antiques (colonnes, arcs et pignons, entre autres).



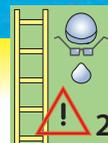
# Sécurité au travail, protection de la santé

# 2

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Prévention des accidents</b>	<b>51</b>
1.1	Causes d'accidents	51
1.2	Types d'accidents	52
1.2.1	Accident professionnel	52
1.2.2	Accident non professionnel	52
1.2.3	Accidents professionnels fréquents	52
1.2.4	Accidents non professionnels fréquents	52
1.2.5	Assurance accidents	52
<b>2</b>	<b>Lois et ordonnances</b>	<b>53</b>
<b>3</b>	<b>Ordonnance sur les travaux de construction (OTConst)</b>	<b>55</b>
3.1	Généralités	55
3.1.1	Postes de travail et passages	55
3.2	Protections des postes de travail contre les chutes	56
3.2.1	Protection contre les chutes au-delà du bord du toit	57
3.2.2	Protection contre les chutes à travers le toit	58
<b>4</b>	<b>Équipement de protection individuel</b>	<b>59</b>
4.1	EPI	59
4.2	EPI antichute	59
4.2.1	Points d'ancrage	60
4.2.2	Systèmes de sécurité permanents	61
4.2.3	Éviter la chute pendulaire	61
4.2.4	Guidage de la corde	61

<b>5</b>	<b>Travail avec des cordes/ des sangles</b>	<b>61</b>
5.1	Nœuds	62
5.2	Liens	64
<b>6</b>	<b>Échelles</b>	<b>65</b>
<b>6.1</b>	<b>Types d'échelles</b>	<b>65</b>
6.1.1	Échelle coulissante	65
6.1.2	Échelle à coulisse	66
6.1.3	Échelle double	66
6.1.4	Échelles combinées	66
6.1.5	Échelle de couvreur	66
<b>6.2</b>	<b>Mise en application des prescriptions pour les échelles</b>	<b>67</b>
6.2.1	Mise en place des échelles	67
6.2.2	Gravir les échelles	68
6.2.3	Travailler depuis l'échelle	69
6.2.4	Soin et entretien des échelles	69
<b>7</b>	<b>Échafaudages de service légers</b>	<b>71</b>
7.1	Échafaudage standard	72
7.2	Échafaudage modulaire	74
7.3	Échafaudage roulant	76
7.4	Pont d'échafaudage au bord du toit	76
7.5	Échafaudages en bois	78
<b>8</b>	<b>Transport de charges sur les véhicules</b>	<b>79</b>
8.1	Charge utile	79
8.2	Chargement	79
8.3	Protection de la charge	80
<b>9</b>	<b>Le courant électrique</b>	<b>81</b>
<b>9.1</b>	<b>Généralités concernant</b>	<b>81</b>
9.1.1	Calcul de l'intensité du courant électrique	82
<b>9.2</b>	<b>Le circuit électrique</b>	<b>82</b>
<b>9.3</b>	<b>Les dangers du courant électrique</b>	<b>82</b>
9.3.1	Action du courant alternatif basse tension sur les personnes	83
9.3.2	Action du courant haute tension sur les personnes	83
<b>9.4</b>	<b>Travail en sécurité avec le courant électrique</b>	<b>83</b>
<b>9.5</b>	<b>Premiers secours en cas d'accidents avec le courant électrique</b>	<b>84</b>



<b>10</b>	<b>Le travail avec un risque d'incendie accru</b>	<b>85</b>
<b>10.1</b>	<b>Utilisation du bitume chaud</b>	<b>85</b>
10.1.1	Installation et utilisation d'une chaudière à bitume	85
10.1.2	Éteindre du bitume en feu	85
<b>10.2</b>	<b>Utilisation du gaz propane</b>	<b>86</b>
10.2.1	Entreposage et transport des bouteilles de gaz propane	86
10.2.2	Raccordement des bouteilles de gaz aux installations	86
10.2.3	Conduite en cas de fuite de gaz	87
10.2.4	Travailler avec du gaz propane à l'extérieur	87
10.2.5	Travailler avec du gaz propane dans des locaux fermés	88
10.2.6	Comportement en cas d'incendie de bouteille ou de conduite de gaz	88
10.2.7	Transvaser du gaz liquéfié	88
<b>10.3</b>	<b>Utilisation de l'acétylène et de l'oxygène</b>	<b>89</b>
<b>10.4</b>	<b>Travailler avec le chalumeau manuel au gaz propane</b>	<b>90</b>
<b>10.5</b>	<b>Travailler avec les appareils de soudage à air chaud</b>	<b>90</b>
<b>10.6</b>	<b>Comportement lors des travaux de soudage et de brasage</b>	<b>91</b>
<b>10.7</b>	<b>Travaux de meulage et de tronçonnage</b>	<b>91</b>
<b>10.8</b>	<b>Chiffons de nettoyage</b>	<b>91</b>
<b>10.9</b>	<b>Utilisation des installations électriques et des moyens auxiliaires</b>	<b>92</b>
<b>11</b>	<b>Prévention des incendies lors des trav. de constr.</b>	<b>93</b>
<b>11.1</b>	<b>Moyens de lutte contre l'incendie</b>	<b>93</b>
11.1.1	Matières d'extinction	94
11.1.2	Appareils d'extinction	94
<b>12</b>	<b>Substances nuisibles à la santé</b>	<b>95</b>
<b>12.1</b>	<b>Ordonnance sur les produits chimiques (OChim)</b>	<b>95</b>
12.1.1	Étiquetage des substances et des préparations dangereuses	95
12.1.2	Utilisation de substances et de préparations dangereuses	97
<b>12.2</b>	<b>Premiers secours en cas d'intoxication et de brûlures</b>	<b>97</b>
<b>12.3</b>	<b>Solvants</b>	<b>98</b>
<b>12.4</b>	<b>Acides</b>	<b>99</b>
<b>12.5</b>	<b>Bases</b>	<b>99</b>
<b>12.6</b>	<b>PVC</b>	<b>100</b>
<b>12.7</b>	<b>Polyuréthanes</b>	<b>100</b>
<b>12.8</b>	<b>Amiante-ciment</b>	<b>100</b>

## Protection contre la chute d'objets et de matériaux

OTConst art. 11

Aux postes de travail et aux passages superposés, des mesures doivent être prises afin que les personnes travaillant aux niveaux ou sur les passages inférieurs ne soient pas mises en danger par des objets et des matériaux qui tombent, glissent, roulent ou se déversent.

### 3.2 Protections des postes de travail contre les chutes

#### Utilisation de la protection latérale

OTConst art. 15

<sup>1</sup> Les endroits non protégés présentant une hauteur de chute de plus de 2 m et ceux situés à proximité de cours d'eau et de talus doivent être pourvus d'une protection latérale.

(...)

#### Protection latérale

OTConst art. 16

<sup>1</sup> La protection latérale se compose d'un garde-corps, d'une filière intermédiaire et d'une plinthe.

<sup>2</sup> L'arête supérieure du garde-corps doit se situer entre 95 et 105 cm au-dessus de la surface praticable, celle de la filière intermédiaire entre 50 et 60 cm au-dessus de cette surface.

<sup>3</sup> Les plinthes doivent avoir une hauteur de 15 cm au moins à partir de la surface praticable.

<sup>4</sup> L'écartement entre le garde-corps et la filière intermédiaire ne peut dépasser 47 cm.

<sup>5</sup> Le garde-corps et la filière intermédiaire peuvent être remplacés par un cadre ou un grillage garantissant la même protection.

<sup>6</sup> La protection latérale doit être fixée de manière qu'elle ne puisse ni être enlevée par mégarde, ni se détacher.

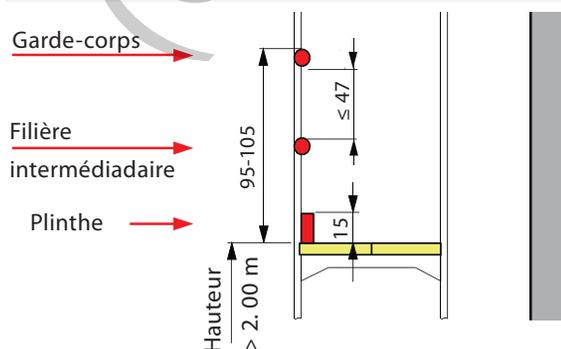


Fig. 2/303: Protection latérale

## Différence de niveau des sols et ouvertures dans les sols

OTConst art. 17

<sup>1</sup> A l'intérieur des bâtiments, un garde-corps doit être installé lorsque les sols présentent des différences de niveau de plus de 50 cm.

<sup>2</sup> Les ouvertures dans les sols à travers lesquelles il est possible de tomber doivent être pourvues d'une protection latérale ou d'une couverture résistante à la rupture et solidement fixée.

#### Autres protections contre les chutes

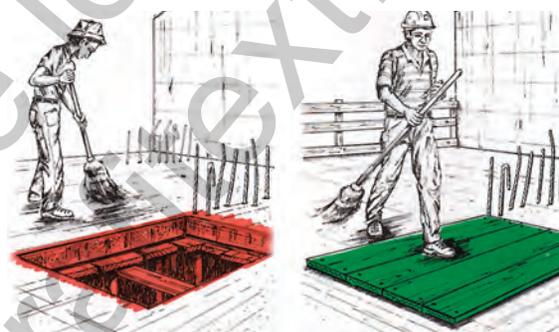


Fig. 2/304: Protection des ouvertures dans les sols

OTConst art. 19

<sup>1</sup> Lorsqu'il n'est techniquement pas possible ou qu'il s'avère trop dangereux de monter une protection latérale conformément à l'art. 16 ou un échafaudage conformément à l'art. 18, des échafaudages de retenue, des filets de sécurité, des cordes de sécurité ou des mesures de protection équivalentes doivent être utilisés et des mesures de protection équivalentes doivent être prises.

<sup>2</sup> La hauteur de chute ne peut dépasser 6 m en cas de chute dans un filet de sécurité et 3 m en cas de chute sur un échafaudage de retenue.



Fig. 2/305: Filet de sécurité

## Paroi de retenue sur le toit

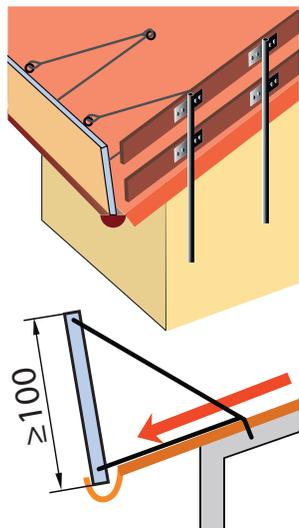


Fig. 2/309: Paroi de retenue sur le toit

OTConst art. 31

<sup>1</sup> Pour les travaux effectués sur des toits existants, une paroi de retenue peut être installée en lieu et place du pont de ferblantier.

<sup>2</sup> La paroi de retenue sur le toit est une installation de protection sur des toitures inclinées destinée à éviter que des personnes ayant glissé fassent une chute au-delà du bord du toit.

<sup>2bis</sup> La paroi de retenue doit être dimensionnée de façon à résister à une certaine force dynamique.

<sup>3</sup> Elle doit être fixée directement le long du chêneau, surmonter le niveau de celui-ci d'au moins 80 cm, avoir une hauteur de construction d'au moins 100 cm et être solidement amarrée à la charpente.

<sup>4</sup> Pour les pentes de toit supérieures à 40°, outre l'installation de la paroi de retenue, des échafaudages de retenue, des filets de sécurité, des cordes de sécurité ou des mesures de protection équivalentes doivent être utilisés ou des mesures de protection équivalentes doivent être prises lors de travaux effectués le long du chêneau.

## Travaux de peu d'ampleur

Des prescriptions moins sévères peuvent être appliquées pour les travaux de peu d'ampleur. La sécurité doit toutefois toujours être garantie:

OTConst art. 32

<sup>1</sup> Pour les travaux d'une durée totale inférieure à deux jours-personne à effectuer sur un toit d'une hauteur de chute de plus de 3 m, les mesures suivantes suffisent:

- a. mesures visées à l'art. 19 pour des pentes de toit jusqu'à 40°;
- b. mesures visées à l'art. 19 pour des pentes de toit entre 40° et 60°; il convient en outre d'utiliser des échelles de couvreur;
- c. emploi de nacelles ou de dispositifs de sécurité équivalents pour des pentes de toit supérieures à 60°.

<sup>2</sup> En cas de risque de glissades, de telles mesures doivent déjà être prises à partir d'une hauteur de chute de plus de 2 m.

← 2/3.2

OTCONST ART. 19

### 3.2.2 Protection contre les chutes à travers le toit

OTConst art. 2 Définitions (...)

d. surface résistante à la rupture: toute surface qui résiste aux différentes charges pouvant intervenir au cours de l'exécution des travaux;

e. surface de résistance limitée à la rupture: toute surface sur laquelle une personne peut circuler sans risque d'écroulement; (...)

OTConst art. 33 Généralités

<sup>1</sup> Il convient de déterminer avant le début des travaux si les surfaces de toiture sont:

- a. résistantes à la rupture;
- b. de résistance limitée à la rupture;
- c. non résistantes à la rupture.

<sup>2</sup> S'il ne peut pas être prouvé que les surfaces de toiture sont résistantes à la rupture ou d'une résistance limitée à la rupture, les mesures visées à l'art. 35 doivent être prises par analogie.

<sup>3</sup> Indépendamment de la hauteur de chute, des protections contre les chutes résistantes et solidement fixées doivent être installées aux ouvertures dans la toiture.

## Surfaces de toiture de résistance limitée à la rupture

OTConst art. 34

<sup>1</sup> Il est interdit de sauter sur les surfaces de toiture de résistance limitée à la rupture.

<sup>2</sup> Il est interdit d'y dresser des échelles et d'y poser des appareils ou des objets lourds.

<sup>3</sup> Pour le port de lourdes charges, ces surfaces doivent être munies de passerelles.

<sup>4</sup> Il est interdit de s'engager sur des parties d'éléments de couverture de la toiture en porte-à-faux telles que tôles et plaques ondulées.

## Surfaces de toiture non résistantes à la rupture

OTConst art. 35

<sup>1</sup> Les travaux sur des surfaces de toiture non résistantes à la rupture ne peuvent être réalisés qu'à partir de passerelles. S'il n'est techniquement pas possible ou qu'il s'avère disproportionné de monter des passerelles, il faut utiliser des filets de sécurité ou des échafaudages de retenue à partir d'une hauteur de chute de 3 m.

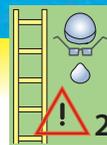
<sup>2</sup> Lorsque des travaux doivent être exécutés à proximité de surfaces de toitures non résistantes à la rupture, ces dernières doivent être isolées des zones de travail ou munies d'une couverture résistante à la rupture.

## Montage d'éléments de toiture

OTConst art. 36

<sup>1</sup> Pour le montage d'éléments de toiture, des filets de sécurité ou des échafaudages de retenue doivent être montés sur toute la surface à partir d'une hauteur de chute de 3 m.

<sup>2</sup> On ne peut s'engager sur les éléments de toiture que s'ils sont fixés.



## 6.2 Mise en application des prescriptions pour les échelles

Les accidents avec les échelles ne sont malheureusement pas rares et leur origine est à rechercher en partie dans le non-respect des prescriptions.

L'ordonnance sur les travaux de construction (OT-Const) prescrit:

OTConst art. 14

<sup>1</sup> Ne peuvent être utilisées que des échelles dont la capacité de charge et la stabilité sont adaptées aux travaux projetés.

<sup>2</sup> Les échelles endommagées ne peuvent pas être utilisées. Elles doivent être réparées conformément aux règles de l'art ou être rendues inutilisables.

<sup>3</sup> Les échelles doivent être placées sur une surface résistante et être assurées de façon à ne pouvoir ni glisser, ni se renverser, ni basculer.

<sup>4</sup> Les échelles ne peuvent être installées que dans des zones exemptes de risques de chute d'objets ou de matériaux.

<sup>5</sup> Les trois échelons supérieurs des échelles ne peuvent être gravés que si, au point d'appui supérieur, il existe une plateforme et un dispositif permettant de se tenir.

Lors de l'érection d'échelles de grande longueur, évitez que le pied de l'échelle puisse glisser. Une deuxième personne retient l'extrémité inférieure de l'échelle avec son pied et peut ainsi aider à l'érection de celle-ci en tirant sur les montants.

*Ne déployez les échelles coulissantes avec la corde de traction que lorsque l'échelle est debout.*

*Attention, à contrôler sans faute! Les butées (loquet d'arrêt) de la corde de traction doivent être verrouillées avec sûreté avant que la corde ne soit relâchée.*

La hauteur des échelles à coulisses doit être réglée à la longueur voulue avant de mettre l'échelle debout. Veillez à ce que la butée se verrouille correctement.

*L'échelle doit dépasser la hauteur de sortie d'au moins trois intervalles de pачons, ce qui correspond à un mètre environ.*

L'inclinaison de l'échelle adossée doit être d'environ 75°. Cet angle est obtenu lorsque la distance horizontale du pied de l'échelle au point d'appui correspond à environ  $\frac{1}{4}$  de la longueur d'appui de l'échelle.

### 6.2.1 Mise en place des échelles

*Avant d'utiliser une échelle, l'utilisateur doit s'assurer que celle-ci est en parfait état!*

En cas de doute, l'utilisateur doit procéder à un essai de charge (voir ci-dessous).

#### Emplacement de l'échelle

En principe, choisissez l'emplacement de l'échelle de façon à ce qu'elle ne se trouve pas sur le chemin d'autres personnes.

Lorsqu'une échelle doit être placée au bord ou sur des chemins de circulation, elle sera signalée à l'aide de panneaux de signalisation ou de barrières bien visibles. Dans certains cas, on mettra en œuvre des postes d'avertissement.

Avant de mettre en place une échelle, vérifiez qu'aucun obstacle, tels que lignes électriques, branches d'arbres ou éléments de bâtiments, ne se trouve sur le chemin.

La distance de sécurité avec des installations conductrices de courant non isolées, telles que des lignes aériennes, doit être suffisante. Il doit être impossible d'entrer en contact avec des installations électriques et que du courant puisse jaillir. Les lignes électriques des chemins de fer sont particulièrement dangereuses!

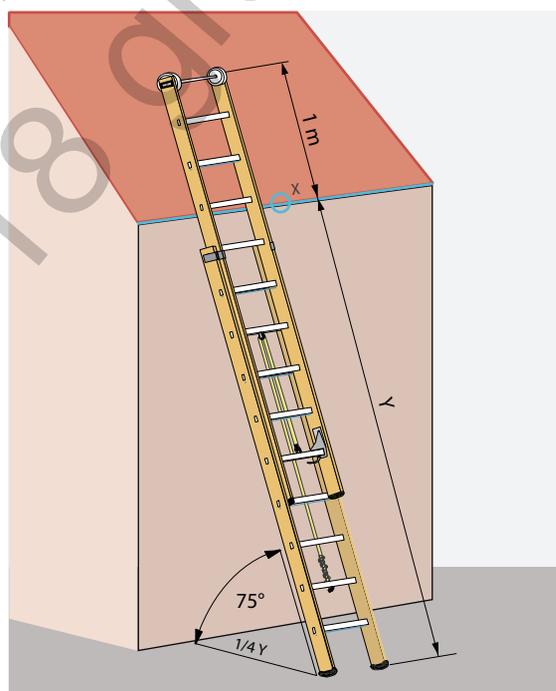


Fig. 2/604: Mise en place d'une échelle; X = hauteur de sortie, Y = longueur d'appui

2/9.3 ►

LES DANGERS DU  
COURANT ÉLECTRI-  
QUE



Fig. 2/704: Échafaudage standard

## 7.1 Échafaudage standard

- Les échafaudages standard sont des échafaudages de travail constitués d'éléments métalliques.
- Un échafaudage standard peut être construit et démonté en peu de temps. Il comprend les éléments de base décrits ci-dessous. Selon le fabricant, ceux-ci seront complétés par des pièces spéciales.

### Éléments d'échafaudages et leurs fonctions

#### 1 Cadre d'échafaudage

Les cadres d'échafaudage sont réalisés en tubes d'acier ou d'aluminium soudés. Ils se montent les uns sur les autres et servent de support pour les ponts. Les cadres doivent être reliés entre eux à l'aide de chevilles métalliques de sécurité et des éléments de liaison qui auront moins de 15 cm de longueur. Les cadres d'échafaudage se montent uniquement en position verticale!

#### 2 Consoles

Selon les besoins, des consoles peuvent être montées contre les cadres afin d'élargir les ponts.

#### 3 Poteaux de garde-corps

Ces poteaux se montent sur le pont le plus élevé de l'échafaudage. Ils sont placés sur les cadres de ce pont et supportent les garde-corps et les plinthes. Les chevilles de sécurité se montent comme ceux des cadres.

#### 4 Pont d'échafaudage

La plupart du temps, le pont d'échafaudage est constitué de plateaux en bois munis d'armatures métalliques. Il se pose à plat entre les cadres. La largeur minimale du pont est de 60 cm. Les interstices entre les plateaux du pont ne doivent pas dépasser 5 cm. La distance maximale entre la façade et le pont est de 30 cm pendant toutes les phases de la construction.

#### 5 Garde-corps (garde-fous)

Un garde-corps est à installer partout où il existe un danger de chute. A partir d'un pont d'une hauteur supérieure à 2 m, les prescriptions exigent des garde-corps à deux filières et des plinthes. La filière supérieure (main courante) doit être située à 1 m au-dessus du pont. La filière inférieure (barre des genoux) sera située à mi-hauteur.

#### 6 Barrières

Des barrières ferment le pont d'échafaudage à ses deux extrémités. Elles sont constituées d'un garde-corps à deux filières et de plinthes.

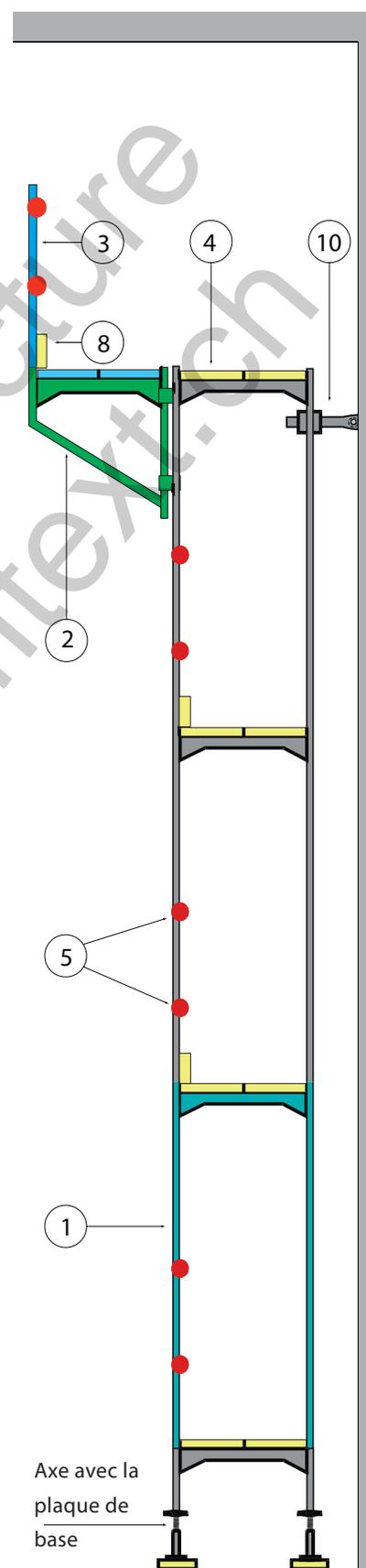


Fig. 2/705: Éléments d'échafaudage standard

### 9.1.1 Calcul de l'intensité du courant électrique

Pour la planification des appareils à mettre en œuvre, il est utile de connaître l'intensité du courant électrique (A) absorbée. On peut ainsi prévoir le nombre d'appareils pouvant être raccordés en même temps sur le circuit électrique. Les appareils ne peuvent pas utiliser ensemble plus d'ampères que l'intensité indiquée sur le fusible!

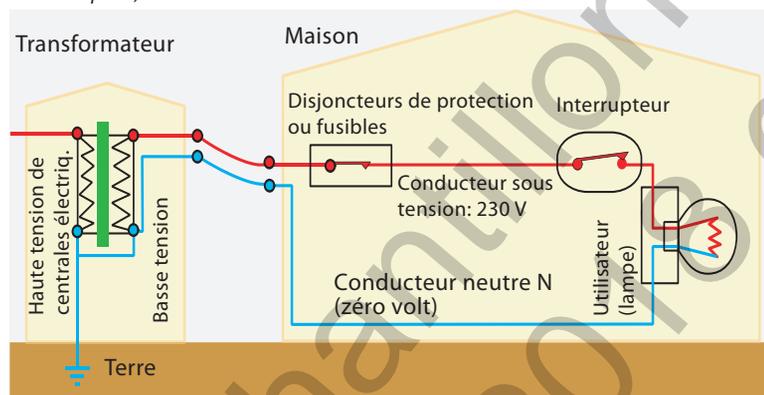
L'intensité du courant peut être calculée à l'aide de la formule suivante:

$$I = W : U, \text{ ou ampères} = \text{watts divisés par volts}$$

## 9.2 Le circuit électrique

Pour qu'un courant puisse circuler dans un circuit électrique, il faut que celui-ci forme une boucle fermée. Le courant circule du transformateur vers l'armoire électrique par des lignes aériennes ou des câbles souterrains.

Fig. 2/903: Circuit électrique (fortement simplifié)



La ligne d'arrivée dans l'armoire est normalement divisée en plusieurs circuits indépendants (groupes).

Chaque circuit électrique est protégé contre les surcharges: les fusibles ou les disjoncteurs de protection interrompent le flux de courant lorsqu'une intensité de courant définie est atteinte.

*Un disjoncteur automatique à courant de défaut doit être installé pour la protection des personnes présentes sur le chantier!*

Le circuit électrique est muni de prises de courant pour connecter les utilisateurs (machines, appareils, lampes, etc.).

Des interrupteurs permettent de fermer ou d'ouvrir le circuit électrique: le courant passe ou ne passe pas.

Pour des raisons de sécurité, le circuit électrique 230 V d'une simple installation de ménage ne comprend que trois fils de couleur différente:

- bleu clair conducteur neutre N (zéro volt)
- jaune-vert conducteur de protection PE (relié à la terre)
- rouge, noir ou blanc ainsi que brun dans les câbles souples conducteur de phase L1 (conducteur sous tension: 230 V!)

### 9.3 Les dangers du courant électrique

En fonction de l'importance de la tension électrique dans un circuit, on distingue entre basse tension (50 à 1000 V) et haute tension (> 1000 V).

#### Basse tension

Une utilisation inappropriée du courant électrique ou des dommages aux installations peuvent provoquer des incendies et mettre des personnes en danger.

*Avant de commencer les travaux de construction, les lignes électriques et les installations nues, situées dans le domaine de travail, doivent être parfaitement isolées ou assurées par d'autres moyens contre les contacts fortuits.*

Le propriétaire des lignes (société électrique, commune) doit en être informé à temps afin qu'il puisse prendre lui-même les mesures de protection ou en passer commande. Les isolations électriques ne doivent être exécutées que par un professionnel. La fin des travaux lui sera également communiquée à temps.

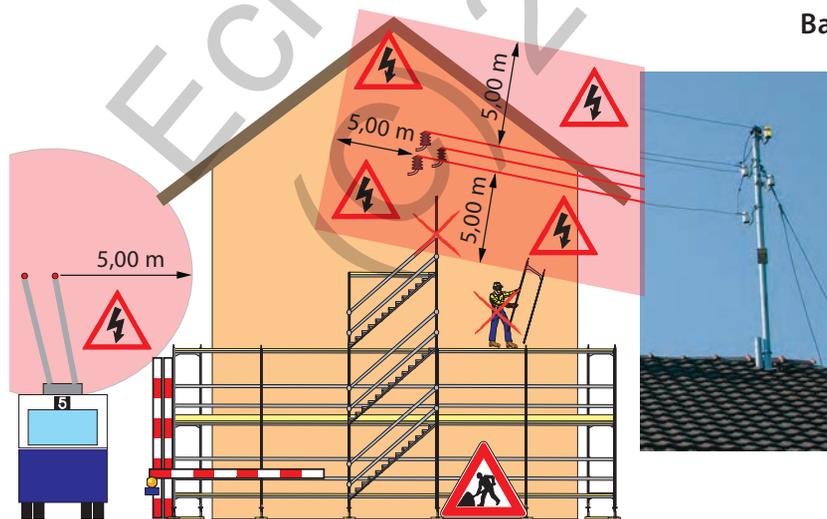


Fig. 2/904: Fils nus; Zone Danger (rose), mâts de toiture (droit)

## Haute tension

En cas de travaux exécutés à proximité immédiate d'installations haute tension, celles-ci doivent être mises hors circuit et reliées à la terre (en informer le propriétaire)

Les caténaires des chemins de fer situées sur les lignes de garage sont particulièrement dangereuses! La tension élevée (sur des lignes placées relativement bas) peut faire jaillir du courant par l'air en cas de rapprochement. Les accidents avec des échelles en aluminium posées trop près de la ligne électrique peuvent causer de graves brûlures internes!

### 9.3.1 Action du courant alternatif basse tension sur les personnes

Lorsqu'une personne se trouve en contact avec un circuit électrique dû, par exemple, à un défaut d'isolation sur une machine ou sur un câble, une partie du courant appelée courant de défaut, circule par son corps. Il est alors «électrisé».

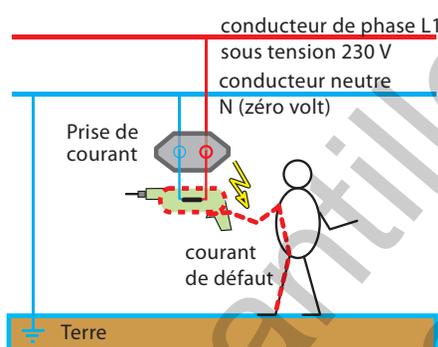


Fig. 2/905: Courant de défaut

Les conséquences sont variables selon l'intensité du courant qui le traverse:

- A 1 mA (0,001 A), la personne ressent des fourmillements
- A 15 mA ses muscles se contractent (crampes): Un conducteur saisi par les mains ne peut plus être lâché!
- A partir de 20 mA, apparaissent des difficultés respiratoires, suivies d'un arrêt respiratoire et – si le circuit ne s'ouvre pas – la personne meurt par asphyxie 3 à 4 minutes plus tard.  
Un courant alternatif supérieur à 50 mA (0,05 A) provoque, après 0,5 secondes, une fibrillation ventriculaire qui met l'accidenté en danger de mort
- A partir de 80 mA, la mort est probable après un temps d'action de 1 seconde!

Seul un disjoncteur à courant de défaut offre une protection contre ces risques.

### 9.3.2 Action du courant haute tension sur les personnes

Le courant électrique élevé dû à la haute tension cause de graves lésions internes. Des perforations dans les tissus apparaissent aux points d'entrée et de sortie du courant. La plupart du temps, la victime est projetée au sol et subit ainsi des blessures supplémentaires.

Les accidents impliquant de la haute tension mettent toujours la personne en danger de mort.



Fig. 2/906: Avant de travailler dans la zone de la ligne (3), les caténaires doivent être mises hors tension (1) et reliées à la terre (2) par le personnel des chemins de fer

## 9.4 Travail en sécurité avec le courant électrique

Le courant électrique peut causer des dommages aux personnes ou déclencher des incendies. Les dispositifs suivants permettent de prévenir de tels accidents.

### Disjoncteur à courant de défaut

La mise en danger des personnes et des animaux peut être évitée si, lors de l'apparition d'un courant de défaut dans le circuit électrique, le courant s'interrompt en une fraction de seconde (moins de 0,3 s) et le courant de déclenchement du disjoncteur à courant de défaut est inférieur à 30 mA.

Le disjoncteur à courant de défaut mesure l'ensemble des courants circulant entre la source de courant et l'utilisateur et inversement. Selon les lois de la physique, la somme de ces courants doit être nulle. Si ce n'est pas

le cas, il circule quelque part un courant de défaut. Le disjoncteur détecte ce courant et déconnecte tous les pôles lorsque le courant de déclenchement est atteint.

*Lorsqu'un disjoncteur à courant de défaut n'est pas monté de façon fixe, il doit toujours être branché en premier sur la source de courant. Seules sont protégées les parties du circuit électrique connectées après le disjoncteur à courant de défaut!*

Si le disjoncteur à courant de défaut ouvre un circuit, il existe dans celui-ci un défaut qui doit être immédiatement localisé et réparé.

*Le pontage d'un disjoncteur de protection en cas de dérangement peut être fatal!*



Fig. 907: Disjoncteur à courant de défaut (2) et disjoncteurs automatiques (1) dans le distributeur électrique d'un bâtiment

### Protection contre les surcharges

Lorsque plusieurs utilisateurs fonctionnent dans un même circuit électrique (machines, appareils, lampes), le courant (A) augmente. Selon le cas, il peut circuler une telle intensité de courant que les fils des lignes s'échauffent au point de provoquer un incendie

Ce danger peut être éliminé par l'installation de disjoncteurs de protection ou de cartouches fusibles. Lorsque l'intensité du courant dépasse la valeur en ampères indiquée sur l'élément de sécurité, celui-ci interrompt le circuit électrique.

*Les disjoncteurs automatiques n'offrent aucune protection pour les personnes, seul un disjoncteur à courant de fuite de 30 mA au plus est en mesure d'assurer cette fonction!*

Les disjoncteurs automatiques sont montés de façon fixe dans l'installation électrique. Lorsque le disjoncteur est déclenché par une surcharge, il coupe le flux de courant. Le levier d'enclenchement permet de rétablir le courant.

*Ne pas confondre les disjoncteurs automatiques avec les disjoncteurs à courant de fuite!*

Les fusibles possèdent un fil qui fond en cas de surcharge et interrompt le flux de courant. L'introduction d'un nouveau fusible permet de rétablir la protection contre les surcharges.

*Les fusibles de protection ne doivent être ni réparés, ni remplacés par des fusibles d'un ampérage supérieur, à cause du danger d'incendie!*



Fig. 2/908: Fusible de sécurité

Lorsque les cartouches fusibles se détruisent fréquemment, il faut adapter le nombre d'utilisateurs dans le circuit électrique.

## 9.5 Premiers secours en cas d'accidents avec le courant électrique

Lorsqu'un disjoncteur à courant de défaut est installé correctement, il ne devrait plus se produire d'accidents avec du courant alternatif basse tension. On travaille malheureusement encore trop souvent sans ces «sauveurs de vies»!

### Dangers en cas de sauvetage

*Les informations suivantes ne sont valables que pour des installations basse tension. Dans le cas des installations haute tension, l'exploitant doit d'abord mettre la ligne hors tension!*

Si la victime se trouve encore sous tension, par exemple si la contraction des muscles l'empêche de lâcher la ligne, le secouriste se met également en danger en touchant la victime.

Première mesure: interrompre immédiatement le circuit électrique!

En tournant l'interrupteur, en retirant la prise, en ôtant les fusibles ou en déclenchant le disjoncteur automatique. La plupart du temps, la recherche des fusibles dure trop longtemps! Le sectionnement d'une ligne pas trop épaisse (rallonge normale) d'un seul coup à l'aide d'un marteau-hache équipé d'un manche isolé peut, dans l'urgence, sauver une vie.

Si'il est impossible d'interrompre le courant, le sauveteur doit essayer de pousser, depuis un emplacement isolé, la victime hors de la zone dangereuse à l'aide de barres ou de planches sèches en bois.

Une plate-forme isolée peut être réalisée à l'aide de caisses sèches, de poutres ou de feuilles de plastique.

### Mesures de sauvetage urgentes

Lorsque la victime est en sécurité, il faut s'en occuper et la réconforter jusqu'à l'arrivée du médecin.

Le sauveteur doit maîtriser la position d'état de choc, le bouche-à-bouche et le massage cardiaque.

*Les mesures permettant de sauver des vies s'apprennent dans un cours de premiers secours.*

### Dévisser les bouteilles vides et les éloigner

- 1 Fermez le robinet de bouteille dans le sens horaire et dévissez l'écrou de raccordement du régulateur de pression dans le sens horaire.
- 2 Dévissez le cas échéant le bouchon de sécurité du robinet de la bouteille vide dans le sens anti-horaire. Protégez la vanne avec le capuchon de la bouteille et éloignez celle-ci.

### Raccorder la bouteille pleine

- 1 Enlevez le capuchon de la bouteille et tournez le robinet dans le sens horaire pour vérifier si elle est fermée.
- 2 Ôtez le bouchon de protection du raccord.
- 3 Vérifiez si le joint du régulateur de pression est dans un état convenable. Remplacez les joints défectueux par des joints neufs identiques.
- 4 Vissez le réducteur au robinet de la bouteille dans le sens anti-horaire. Si vous disposez d'une clé à six pans, utilisez-la pour serrer l'écrou.
- 5 Vérifiez si les tuyaux et les raccords sont en bon état. N'utilisez que du matériel destiné spécialement à l'utilisation avec des gaz liquéfiés.

### Contrôler l'étanchéité

Badigeonnez tous les raccords avec de l'eau savonneuse pour détecter les fuites – *jamais à l'aide d'un briquet.*

Les fuites peuvent être dues à des raccords desserrés, des tuyaux cassants ou à d'autres défauts similaires. Avant d'allumer le gaz, remettez sans faute tous les éléments défectueux en bon état.

### Mettre en service

Commencez par ouvrir le robinet de la bouteille, puis ensuite celui du brûleur et allumez le gaz. Réglez la flamme à l'aide du régulateur de pression.

### Mettre hors service

Commencez par fermer le robinet du brûleur, ensuite seulement celui de la bouteille.

*En cas d'interruptions prolongées, videz la conduite de gaz en ouvrant le robinet du brûleur.*

### 10.2.3 Conduite en cas de fuite de gaz

*Une fuite de gaz propane constitue un danger d'incendie et d'explosion!*

En cas d'odeur de gaz (semblable à de l'ail):

- Ne fumez pas, n'allumez pas de feu.
- N'actionnez pas d'interrupteurs ou de sonnettes électriques.
- Fermez les robinets des bouteilles et des appareils utilisateurs.
- Aérez à fond le local (créez un courant d'air).
- Localisez les fuites et supprimez-les.
- Placez, s'il y a lieu, les bouteilles non étanches à l'air libre, debout et avec le robinet fermé.



Fig. 2/1004: Conduite en cas de fuite de gaz

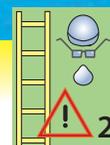
### 10.2.4 Travailler avec du gaz propane à l'extérieur

L'utilisation de gaz propane à l'extérieur ne pose normalement aucun problème. On notera toutefois qu'un fort vent peut éteindre la flamme et laisser s'échapper ainsi du gaz. Ceci peut être évité par le montage sur le brûleur d'un détecteur de flamme qui interrompt l'alimentation de gaz en cas d'extinction de la flamme. Ce dispositif est à recommander vivement sur les fours à bitume. Sur les brûleurs à main, il est conseillé de surveiller en permanence la flamme.

Le montage d'une sécurité en cas de rupture de tuyau qui interrompt l'alimentation en gaz en cas de fuite du tuyau augmente encore la sécurité.

Par temps froid ou lorsque le débit de gaz de la bouteille est exagéré, celle-ci se recouvre de givre et son débit diminue progressivement. Dans ce cas, il est possible de connecter plusieurs bouteilles. Ne jamais réchauffer une bouteille à l'aide du brûleur. Danger d'explosion!

Ne déplacez les bouteilles que si leur robinet est fermé. Si des bouteilles se trouvent près d'un feu et que le robinet est ouvert, il y a danger d'explosion!



## 11 Prévention des incendies lors des travaux de construction

La prévention des incendies lors des travaux de construction est particulièrement importante. La plupart des matériaux de construction et les substances auxiliaires sont combustibles et leur traitement se fait en partie à la flamme nue.

Régulièrement, les médias annoncent des cas d'incendies ayant eu lieu lors de travaux de construction.

Le thème de la prévention des incendies est traité dans différentes normes et ordonnances:

### Norme de protection contre l'incendie (AEAI)

#### Art. 17 Obligation de vigilance

<sup>1</sup> Il faut se comporter de manière à éviter les incendies et les explosions avec le feu et les flammes nues, la chaleur, l'électricité et les autres sortes d'énergie, les matières présentant des risques de feu ou d'explosion, ainsi qu'avec les machines, les appareils, etc. (...)

### Ordonnance sur les travaux de construction (OTConst)

#### Art. 23 OTConst Dangers d'explosion et d'incendie

<sup>1</sup> Les travaux comportant un danger d'incendie doivent être planifiés et exécutés de façon que les postes de travail puissent être évacués sans risque en cas d'incendie.

<sup>2</sup> Des moyens et installations d'extinction adaptés aux différentes matières combustibles possibles doivent se trouver à proximité immédiate.

<sup>3</sup> Les zones comportant un danger d'explosion doivent être barricadées et signalées par un panneau d'avertissement triangulaire.

Dans la suite nous donnons des informations sur la conduite à avoir lors des travaux de construction en ce qui concerne la prévention des incendies et – si un incendie devait malgré cela se déclarer – sur les possibilités de lutte contre ceux-ci.

### Prévention des incendies

La prévention des incendies signifie:

- Éliminer ou réduire les risques par des mesures ciblées.
- Instruire le personnel sur les risques et le préparer à un comportement adéquat.
- Placer les moyens d'extinction à portée de main et familiariser le personnel à leur utilisation.

### Lutte contre les débuts d'incendie

Tout feu est petit au début. Lorsqu'il a atteint une certaine ampleur, il devient difficile de l'éteindre. La lutte contre l'incendie avec les moyens d'extinction normalement présents sur un chantier n'a une chance de succès que dans les toutes premières minutes de l'incendie.

*Lorsqu'un premier essai d'extinction ne réussit pas ou, si l'incendie a déjà pris une certaine ampleur, il ne reste plus qu'à alerter immédiatement les pompiers!*

*Avertir les personnes en danger et les mettre en sécurité!*

### 11.1 Moyens de lutte contre l'incendie

Des appareils d'extinction appropriés doivent être à disposition dès le début des travaux. Ils sont destinés à une première intervention et contiennent des matières d'extinction efficaces.

Selon les propriétés du matériau combustible, il faut utiliser le produit d'extinction approprié! Pour simplifier ce choix, les matériaux (produits incendiaires) ont été groupés en classes d'incendie.

*Attention: les classes d'incendie ne sont pas à confondre avec les indices d'incendie.*

#### Classes d'incendie

Les matériaux combustibles sont groupés en fonction de leur comportement dans le feu:

**Classe A:** matériaux solides qui se consomment en formant des braises:

par ex. bois, papier, textiles

**Classe B:** incendies de liquides ou de solides liquéfiés sous l'effet de la chaleur, flammes:

par ex. bitume, essence, solvants, graisses et huiles, laques

**Classe C:** incendies de gaz:

par ex. gaz propane, gaz butane, gaz naturel, acétylène

**Classe D:** Incendies de métaux:

par ex. magnésium, aluminium, potassium, sodium

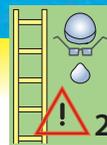
Il existe des matières d'extinction spécifiques pour les classes A et D et les classes combinées ABC et BC.

3/9.1.2➤

CLASSIFICATION  
DES MATÉRIAUX DE  
CONSTRUCTION



Fig. 2/1101:  
Classes d'incendie



## 12 Substances nuisibles à la santé

De nombreux matériaux de construction et produits auxiliaires (solvants, colles, produits de protection du bois) contiennent des substances qui sont nuisibles à la santé lors de leur utilisation, donc toxiques. Certains produits utilisés dans la construction libèrent encore pendant de nombreuses années des vapeurs toxiques. Ces produits sont appelés toxiques ambiants qui peuvent avoir des effets nocifs sur les occupants du bâtiment. Certaines substances toxiques sont également libérées en cas de démolition ou de rénovation.

*Avant d'acquérir un produit toxique, il faut vérifier s'il ne peut pas être remplacé par un produit non toxique qui aurait les mêmes effets.*

**Toxique**, substance qui fait apparaître des symptômes de maladie, des lésions des tissus ou dont le contact ou l'absorption dans l'organisme met d'une manière ou d'une autre en danger les fonctions corporelles.

Les substances toxiques peuvent être d'origine minérale, végétale ou animale, sous forme solide, liquide ou gazeuse.

Les toxiques peuvent attaquer la surface du corps (peau, muqueuses, yeux) ou nuire aux organes internes et au système nerveux central.

### 12.1 Ordonnance sur les produits chimiques (OChim)

L'Ordonnance sur les produits chimiques se base sur la Loi sur les produits chimiques (LChim) et régleme les exigences par rapport aux substances et préparations dangereuses.

#### **Ordonnance sur la protection contre les substances et les préparations dangereuses**

(Ordonnance sur les produits chimiques, OChim)

du 5 juin 2015 (Etat le 1<sup>er</sup> mai 2017)

#### **Titre 1 Dispositions générales**

##### **Art. 1** Objet et champ d'application

<sup>1</sup> La présente ordonnance règle:

- l'analyse et l'évaluation des dangers et des risques que les substances et préparations peuvent entraîner pour la vie et la santé humaines ainsi que pour l'environnement;
- les conditions relatives à la mise sur le marché des substances et préparations susceptibles de mettre en danger l'être humain ou l'environnement;
- l'utilisation des substances et préparations susceptibles de mettre en danger l'être humain ou l'environnement;

(...)

### 12.1.1 Etiquetage des substances et des préparations dangereuses

L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) est responsable de l'autorisation et de la classification des substances et préparations dangereuses. Les fabricants doivent annoncer leurs produits à l'OFSP. Si les conditions légales sont remplies, l'OFSP autorise la mise sur le marché du produit. Le but de cette procédure est de garantir un classement des produits dangereux selon leur dangerosité et de les pourvoir des pictogrammes de danger correspondants.

Chaque produit autorisé par l'OFSP doit être remis à l'utilisateur accompagné d'une fiche de sécurité.

OChim

**Art. 23** Obligation de conserver la fiche de données de sécurité  
L'utilisateur professionnel ou le commerçant est tenu de conserver la fiche de données de sécurité aussi longtemps qu'il utilise la substance ou la préparation concernée.

### SGH – Système général harmonisé

SGH est un système mondial uniforme pour la classification et la communication de dangers liés aux produits chimiques. Ces informations visent à faire appliquer les mesures de précaution et de protection lors de l'utilisation de tels produits.

L'étiquetage SGH se compose des éléments suivants :

- Pictogrammes de danger (Symboles de danger)
- Mention d'avertissement (« Attention » ou « Danger »)
- Mentions de danger (phrases H)
- Conseils de prudence (phrases P)

#### **Gazole**

(CAS: 68476-34-6, Fuels, Diesel, no. 2)  
UN 1202

H226 Liquide et vapeurs inflammables.  
 H304 Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires.  
 H315 Provoque une irritation cutanée.  
 H332 Nocif par inhalation.  
 H351 Susceptible de provoquer le cancer.  
 H373 Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée.  
 H411 Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

P201 Se procurer les instructions spéciales avant utilisation.  
 P210 Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et de toute autre source d'inflammation. Ne pas fumer.  
 P261 Éviter de respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/ aérosols.  
 P280 Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage.  
 P301+P310 EN CAS D'INGESTION : Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON/un médecin/...  
 P331 NE PAS faire vomir

#### **Danger**



Abb. 2/1201: L'étiquetage SGH (exemple)

## 12.6 PVC

Lorsqu'il brûle, le PVC développe des gaz toxiques qui agissent entre autres de façon corrosive.

*La fumée et les vapeurs provenant de matériaux en PVC ne doivent pas être inhalés!*

Les composants de construction contenant du PCV devraient si possible être façonnés ou éliminés sans utiliser de la flamme. A défaut, les participants devront se protéger à l'aide de masques de protection respiratoires.

## 12.7 Polyuréthanes

Les polyuréthanes contiennent de faibles quantités d'isocyanates et d'amines qui peuvent provoquer de fortes irritations des voies respiratoires, de la peau et de yeux.

Les isocyanates et les amines peuvent être contenus dans:

- les boîtes de mousse de remplissage
- les feuilles liquides
- les masses pour joints et les masses d'étanchéité
- les colles
- les enduits

### Mesures de protection

L'inhalation de vapeurs et de poussières est absolument à éviter et exige une aération suffisante de la place de travail ou le port d'un masque avec filtre à carbone actif. Un masque avec apport artificiel d'air frais serait un avantage!

Protégez la peau avec de la pommade de protection, des gants et des vêtements de protection.

Protégez les yeux à l'aide de lunettes fermées sur les côtés également.

### Premiers secours

*Les premiers secours doivent débiter dans la demi-minute qui suit l'accident!*

*En cas de contact avec les yeux, rincez immédiatement avec de l'eau!*

## 12.8 Amiante-ciment



Les **fibres d'amiante** pénétrant dans les poumons peuvent causer des maladies mortelles après des années. Les matériaux contenant de l'amiante sont donc interdits.

### Interdiction de l'amiante

L'amiante est interdite en Suisse depuis le 1.3.1983; aucun produit amianté ne doit être fabriqué, commercialisé et utilisé. Les produits en amiante-ciment pour toits/parois et canalisations ont bénéficié d'un délai de transition:

- Jusqu'au 1er mars 1990  
Panneaux de toit et de paroi en amiante-ciment
- Jusqu'au 1er janvier 1991  
Panneaux en amiante-ciment de grand format  
Plaques ondulées en amiante-ciment  
Tuyaux d'évacuation des eaux usées domestiques
- Jusqu'au 1er janvier 1995  
Tuyaux à pression et canalisations

### Travaux sur des matériaux amiantés fortement agglomérés

Lors de travaux de déconstruction ou d'assainissement, on a souvent contact avec des **matériaux amiantés**. L'amiante n'est pas dangereux à l'état aggloméré (p. ex. panneaux en amiante-ciment). Par contre, leur usinage (tronçonnage ou meulage) par disquuse libère une **poussière d'amiante** dangereuse.

Cette poussière fine n'est pas repérable à l'œil et pénètre dans les alvéoles pulmonaires les plus fines avec la respiration.

*Éviter absolument la poussière d'amiante! En travaillant avec des matériaux avec de l'amiante fortement aggloméré, des masques respiratoires de type FFP3 selon EN149:2001 sont normalement nécessaires. Toutes les infos se trouvent dans la directive CFST N° 6503 «Amiante».*

### Travaux sur des matériaux amiantés faiblement agglomérés

*La déconstruction/l'assainissement de bâtiments pollués par de la poussière d'amiante causée par des matériaux amiantés faiblement agglomérés (isolations giclées) est soumise à déclaration.*

*La procédure est fixée dans la directive CFST N° 6503 «Amiante». Lien: [www.forum-asbest.ch](http://www.forum-asbest.ch)*



# Enveloppe du bâtiment

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Les toitures inclinées</b>	<b>105</b>
<b>1.1</b>	<b>Généralités</b>	<b>105</b>
1.1.1	Altitude de référence	105
1.1.2	Pente du toit	105
1.1.3	Détermination de la pente du toit	107
<b>1.2</b>	<b>Les parties du toit</b>	<b>108</b>
1.2.1	Dénomination des parties du toit	108
1.2.2	Points de jonction	109
<b>1.3</b>	<b>Formes de toitures</b>	<b>109</b>
1.3.1	Toit à un versant ou à un pan	109
1.3.2	Toit à deux pans ou deux versants	110
1.3.3	Toit à quatre pans	110
1.3.4	Toiture pyramidale ou en pavillon	110
1.3.5	Toiture à deux pans avec croupe	110
1.3.6	Toit à la Mansart	111
1.3.7	Le toit en shed	111
1.3.8	Le toit conique	111
1.3.9	Le toit en forme de dôme	112
1.3.10	Le toit à bulbe	112
1.3.11	Le toit en berceau	112
<b>1.4</b>	<b>Les lucarnes</b>	<b>113</b>
1.4.1	Lucarne rampante	113
1.4.2	Lucarne à deux pans ou jacobine	113
1.4.3	Lucarne à croupe ou à la capucine	114
1.4.4	Lucarne triangulaire ou pignon	114
1.4.5	La lucarne ronde	114
1.4.6	Le chapeau de gendarme	114
1.4.7	La lucarne trapézoïdale	115
1.4.8	La flèche	115
<b>1.5</b>	<b>Les charpentes</b>	<b>116</b>
1.5.1	Charpente à pannes et chevrons	116
1.5.2	Charpente à chevrons	117
1.5.3	Charpente à pannes chevrons	117
<b>1.6</b>	<b>Les couches du toit</b>	<b>118</b>

3

<b>1.7</b>	<b>Toiture inclinée non isolée</b>	<b>119</b>
1.7.1	Construction sans sous-couverture	119
1.7.2	Construction avec sous-couverture	119
<b>1.8</b>	<b>Toiture inclinée isolée</b>	<b>120</b>
1.8.1	Système de toiture	120
<b>1.9</b>	<b>Couvertures</b>	<b>121</b>
1.9.1	Historique se rapportant au territoire suisse actuel	121
1.9.2	Systèmes de couverture	123
1.9.3	Couvertures en matériaux non métalliques	124
1.9.4	Couvertures métalliques	127
<b>1.10</b>	<b>Les sous-couverture</b>	<b>128</b>
1.10.1	Types d'exécutions	128
1.10.2	Exécution de la sous-couverture	129
1.10.3	Contre-lattage	129
1.10.4	Dangers lors de l'exécution d'une sous-toiture	130
<b>1.11</b>	<b>Raccordements et terminaisons</b>	<b>130</b>
1.11.1	Le pied du toit	131
1.11.2	La rive	132
1.11.3	Le faîte	133
1.11.4	L'arêtier	133
1.11.5	La noue	134
1.11.6	Raccordement de paroi, couloir	134
<b>1.12</b>	<b>Profilés en tôle croiseurs</b>	<b>135</b>
<b>1.13</b>	<b>Sécurité sur les toits en pente (mise en œuvre)</b>	<b>135</b>
1.13.1	Crochet d'échelle	135
1.13.2	Crochet de sécurité	135
1.13.3	Escalier de sécurité	136
1.13.4	Garde-corps	136
1.13.5	Système pare-neige	136
<b>2</b>	<b>Les toits plats</b>	<b>137</b>
<b>2.1</b>	<b>Historique des toits plats</b>	<b>137</b>
<b>2.2</b>	<b>Avantages des toits plats</b>	<b>137</b>
<b>2.3</b>	<b>Les parties du toit plat</b>	<b>138</b>
2.3.1	La sous-construction ou support	138
2.3.2	Raccordement ou terminaison des toits plats	139
2.3.3	Joints de dilatation	140
2.3.4	Les différentes couches de la toiture plate	140
<b>2.4</b>	<b>Toits plats végétalisés</b>	<b>141</b>
<b>2.5</b>	<b>Types de toits plats</b>	<b>142</b>
<b>2.6</b>	<b>Systèmes contre la chute</b>	<b>144</b>
2.6.1	Classe d'équipement 1	144
2.6.2	Classe d'équipement 2	144
2.6.3	Classe d'équipement 3	144
<b>3</b>	<b>Murs extérieurs</b>	<b>145</b>
<b>3.1</b>	<b>Construction des façades extérieures: généralités</b>	<b>145</b>
<b>4</b>	<b>Revêtement extérieur de façades</b>	<b>147</b>
<b>4.1</b>	<b>Les couches composant le revêtement de façade</b>	<b>147</b>
4.1.1	La structure porteuse	147
4.1.2	La sous-construction	147

4.1.3	Le bardage	148
<b>4.2</b>	<b>Systèmes de sous-construction</b>	<b>148</b>
4.2.1	Sous-construction en bois	148
4.2.2	Sous-construction bois-/métal	148
4.2.3	Sous-construction métallique	149
<b>4.3</b>	<b>Type de bardage</b>	<b>149</b>
4.3.1	Bardage en plaques de fibres-ciment plates	150
4.3.2	Bardage en plaques de fibres-ciment ondulées	151
4.3.3	Bardage en ardoise	151
4.3.4	Bardage en bois	151
4.3.5	Bardage en céramique	152
4.3.6	Bardage en dalles de pierre	153
4.3.7	Bardage de verre	153
4.3.8	Bardages métalliques	153
4.3.9	Bardage en plaques synthétiques	154
<b>4.4</b>	<b>Raccordements et terminaisons d. l. sous-constr. et du bardage</b>	<b>154</b>
<b>4.5</b>	<b>Exécution du socle (pied)</b>	<b>155</b>
<b>4.6</b>	<b>Éléments de la construction contigus et ouvertures</b>	<b>156</b>
4.6.1	Joints de dilatation	156
4.6.2	Fenêtres et portes	156
<b>5</b>	<b>L'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment</b>	<b>157</b>
<b>5.1</b>	<b>La fonction de l'isolation thermique</b>	<b>157</b>
<b>5.2</b>	<b>Spécificité des couches d'isolations thermiques</b>	<b>157</b>
5.2.1	L'isolation thermique des toitures inclinée	158
5.2.2	L'isolation thermique des toits plats	158
5.2.3	Isolation de plafonds	158
5.2.4	Isolation des parois extérieures	158
5.2.5	Isolation thermique des sols	159
5.2.6	Isolation enterrée	159
<b>5.3</b>	<b>Règles de mise en œuvre de l'isolation thermique</b>	<b>159</b>
<b>6</b>	<b>Étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment</b>	<b>161</b>
<b>6.1</b>	<b>Couches d'étanchéité à l'air</b>	<b>161</b>
<b>6.2</b>	<b>Couche d'étanchéité au vent</b>	<b>162</b>
<b>7</b>	<b>Drainage des eaux de l'enveloppe du bâtiment</b>	<b>163</b>
<b>7.1</b>	<b>Contrôle et entretien des systèmes de récupération</b>	<b>163</b>
7.1.1	Contrôle des chéneaux de toiture	163
<b>7.2</b>	<b>Récupération des eaux sur les toits en pente</b>	<b>164</b>
7.2.1	Les chéneaux suspendus	164
7.2.2	Chéneaux encaissés	166
7.2.3	Tuyaux de descente	166
<b>7.3</b>	<b>Récupération des eaux sur les toits plats</b>	<b>167</b>
7.3.1	Contrôle du système de récupération d'un toit plat	167
7.3.2	Récupération des toits plats en forme de baignoire	167
7.3.3	Les chéneaux des toits plats	168
<b>7.4</b>	<b>Récupération des eaux sur les bardages de façades</b>	<b>168</b>
<b>8</b>	<b>Protect. contre la foudre sur l'enveloppe du bâtim.</b>	<b>169</b>
<b>8.1</b>	<b>Maniement des paratonnerres</b>	<b>170</b>

<b>9</b>	<b>Protection contre les incendies</b>	<b>171</b>
<b>9.1</b>	<b>Protection contre les incendies dans la construction</b>	<b>171</b>
9.1.1	Résistance au feu	172
9.1.2	Classification des matériaux de construction	172
9.1.3	Utilisation des matériaux de construction	172
9.1.4	Limite intérieur/extérieur selon AEA1	173
9.1.5	Séparation coupe-feu	173
9.1.6	Les murs coupe-feu	173
<b>9.2</b>	<b>Cheminée et conduit d'évacuation</b>	<b>174</b>
9.2.1	Cheminées	174
9.2.2	Conduit d'évacuation	174
<b>10</b>	<b>Techniques solaires sur l'enveloppe du bâtim.</b>	<b>175</b>
<b>10.1</b>	<b>Les gains d'énergie sur la surface de l'enveloppe du bâtiment</b>	<b>175</b>
<b>10.2</b>	<b>Les gains de chaleur dus à la thermique solaire (WW)</b>	<b>176</b>
<b>10.3</b>	<b>Les gains d'électricité dus à l'énergie solaire (photovoltaïque) (PV)</b>	<b>177</b>
<b>11</b>	<b>Systèmes de protection solaire</b>	<b>178</b>
<b>11.1</b>	<b>Principes</b>	<b>178</b>
11.1.1	But de la protection solaire	178
11.1.2	Disposition	178
11.1.3	Économie d'énergie	179
11.1.4	Utilisation	180
<b>11.2</b>	<b>Vue d'ensemble des produits</b>	<b>180</b>
11.2.1	Généralités	180
11.2.2	Produits à lamelles	181
11.2.3	Produits de volets roulants	182
11.2.4	Stores bannes (Stores solaires)	182
11.2.5	Contrevents	183
11.2.6	Produits d'intérieur (indoor)	184
<b>11.3</b>	<b>Planification</b>	<b>184</b>

#### Auteurs

Kurt Blatti: Chap. 8  
 Michael Kindt: Chap. 11  
 Peter Stoller: Autres

#### Sources d'illustration

K Sutter: Fig. 3/146, 148, 412  
 K. Blatti: Fig. 3/801, 802  
 Fensterladen AG : Fig. 3/1115-1117  
 Griesser AG : Fig. 3/1104-1106, 1109-1111, 1113, 1121, 1122  
 M. Kindt: Fig. 3/1101-1103, 1118  
 Schenker Storen AG: Fig. 3/1107, 1108, 1112, 1120  
 WAREMA Renkhoff GmbH: Fig. 3/1119  
 P. Stoller: Autres

# 1 Les toitures inclinées

En Suisse les toitures inclinées sont les plus fréquemment rencontrées. Les toits en pente se caractérisent par une inclinaison d'environ 15° à 80°. De nos jours, avec des matériaux de couverture agrafée ou à recouvrements, il est possible de réaliser des toits ayant moins de 15°. Ceux-ci sont aussi considérés comme des **toitures inclinées**.

*On considère comme toiture inclinée un toit dont la couverture est à recouvrement ou agrafée.*

## 1.1 Généralités

Le toit en pente a une résistance accrue aux intempéries, ( vent, charge de neige). Il influe fortement sur le style de construction et permet un grand choix de matériaux de couverture.

### 1.1.1 Altitude de référence

L'altitude de référence  $h_0$  est, selon la norme SIA 261 une valeur fictive qui permet de déterminer la **charge de neige** selon la configuration des lieux. L'indice de prévision des charges de neige est obtenu par une moyenne des précipitations. Ces valeurs sont représentées sur une carte à zones. Chaque zone est délimitée par des hachures apportant une **correction** de -200 à +500 m à l'altitude réelle.

*L'altitude de référence  $h_0$  ne doit pas être confondue avec l'altitude réelle en mètres.*

Avec l'altitude de référence, on peut évaluer la charge de neige sur la structure porteuse (structure du toit,

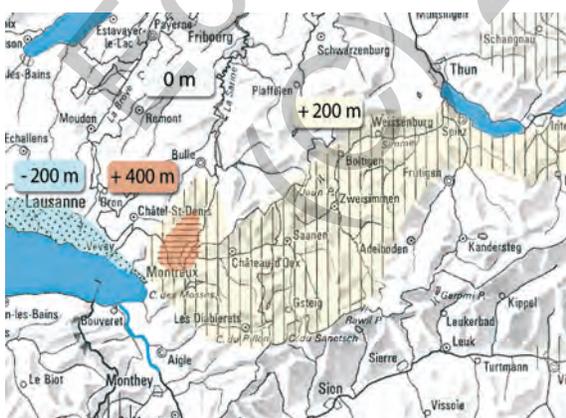


Fig.3/102: Partie de carte 1 norme SIA 261. Les hachures délimitent les régions et les correctifs.



Fig.3/101: Toitures en pente

charpente). En outre, il est possible d'évaluer les variations climatiques en rapport avec la **durée du gel**, la période hivernale et sa rigueur.

### Recherche de l'altitude de référence

Pour trouver l'altitude de référence d'un bâtiment situé par ex. à Zweisimmen 950 m au-dessus du niveau de la mer, dans la zone de correction +200, l'altitude de référence  $h_0 = 950 \text{ m} + 200 \text{ m} = 1150 \text{ m}$ .

### 1.1.2 Pente du toit

Pour le bon fonctionnement d'une toiture à recouvrements, il lui faut une pente suffisante. Cette pente est appelée **pente du toit ou du chevron**.

*La pente du toit est donnée par l'angle compris entre la ligne horizontale et l'alignement du chevron.*

Plus le toit est incliné, plus la pente du toit est grande, permettant ainsi une évacuation optimale des eaux de pluie, ce qui influe directement sur la durabilité de la couverture qui séchera rapidement.

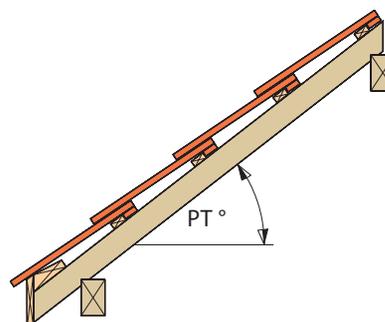


Fig.3/103: Pente du toit (PT°)

## 1.2 Les parties du toit

L'image d'une toiture représente quantité d'angles, lignes, points et surfaces. La connaissance des différents termes utilisés est primordiale pour la communication entre les différents corps de métiers, afin d'éviter les malentendus.

Chaque pan est délimité par des lignes de toiture. Chaque partie possède des fonctions et des caractéristiques qui lui sont propres. Les lignes de toitures sont aussi considérées comme des parties de toiture.

### 1.2.1 Dénomination des parties du toit

1 **Encaissement** (En)

Ligne horizontale entre deux toitures permettant la récupération de l'eau des pans.

2 **Surface du toit (pan ou versant)** (S)

Surface de couverture avec pente supérieure à 0°, mais inférieure à 90°.

3 **Égout** (E) (larmier)

Ligne inférieure d'un pan habituellement horizontale. Partie récupérant l'eau.

4 **Égout ascendant ou égout biais** (Ea)

Ligne d'égout montant de l'horizontale jusqu'à 45°.

5 **Faîtage** (F)

Ligne supérieure d'un pan, formée par la rencontre de deux versants. En général parallèle à l'égout.

6 **Faîtage ascendant ou faîtage biais** (Fa)

Ligne reliant deux points faitiers différents. Ne collecte pas l'eau.

7 **Brisure ou rupture de pente** (Br)

Ligne horizontale faisant une cassure dans un pan. En général, la partie inférieure du pan a une pente plus faible que la partie supérieure.

8 **Rive** (R) (virevent)

Délimite les côtés d'un pan, généralement à 90° par rapport à l'égout.

9 **Rive biais** (Rb)

Rive d'une inclinaison supérieure à 45° par rapport à l'égout.

10 **Arêtier** (A)

Angle saillant, formé par la rencontre de versants en angle sortant.

11 **Arêtier ascendant ou intermédiaire** (Aa)

Semblable à un arêtier, mais reliant deux points de faite différents.

12 **Noue** (N)

Ligne formée par la rencontre de deux versants en angle rentrant. Collecte l'eau des pans.

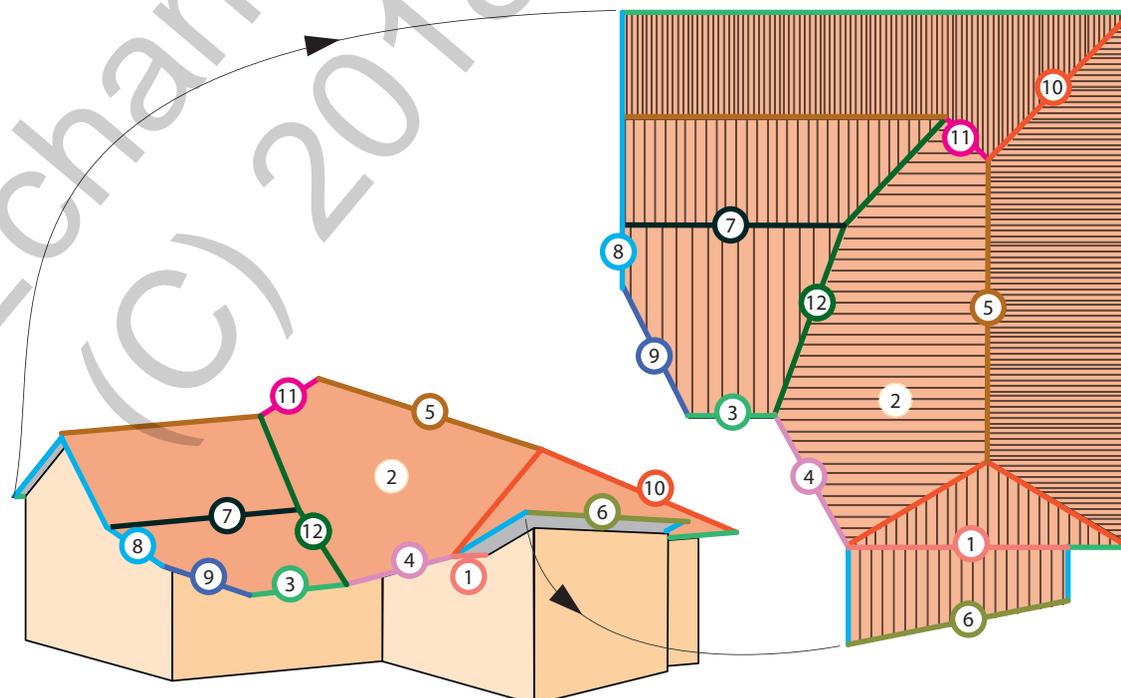


Fig. 3/106:  
Dénomination des  
parties du toit

## 1.6 Les couches du toit

Chaque toit est composé de différentes couches qui sont réparties en deux groupes:

◀ 3/1.10.3

CONTRE-LATTE

◀ 3/1.10

SOUS-COUVERTURE

- La sous-construction
- La couverture

### La sous-construction

Par sous-construction on entend:

*Couches et parties de la construction d'une toiture se trouvant sous le matériau de couverture mais ne faisant pas partie de la structure porteuse.*

Selon le type de construction, la structure porteuse se trouve sous les couches du toit ou intégrée à celles-ci (isolation entre chevrons).

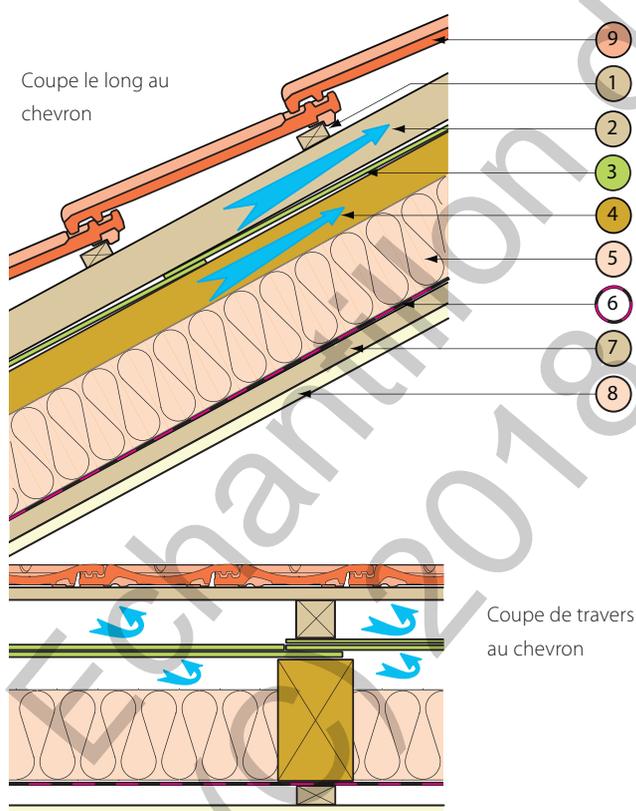


Fig. 3/132: Toiture ventilée à deux lames d'air

### 1 Support de pose

Support pour la pose des couches suivantes (lattes de toiture).

### 2 Lame d'air

Lame d'air circulant entre deux couches. Hauteur minimale 45 mm. Est déterminée en fonction de la hauteur de la contre-latte.

### 3 Sous-couverture

Couche de la toiture, séparée de la couverture et destinée à évacuer l'eau d'infiltration (panneaux de fibres de bois, plaques de fibres-ciment).

### 4 Lame d'air

Lame d'air circulant entre deux couches. Hauteur minimale 40 mm. Les proportions doivent être respectées.

### 5 Isolation thermique

Couche permettant d'améliorer la capacité isolante avec un coefficient de conduction de la chaleur  $\leq 0,1 \text{ W/mK}$  (matelas de laine de verre).

### 6 Étanchéité à l'air

Posée du côté chaud de l'isolation thermique, couche d'étanchéité à l'air. Mise en œuvre en général d'un pare-vapeur.

### 7 Niveau d'installation

Cavité pour tubes et câbles.

### 8 Plafond intérieur

### Couverture

Par couverture on entend plutôt un système de couverture composé de matériaux de couverture. Les recouvrements donnés permettent un écoulement de l'eau et garantissent l'étanchéité de cette couche.

### 9 Couverture

Couche extérieure directement en contact avec les intempéries (les tuiles de terre cuite).

La couverture est posée sur un support de pose, par ex: un lattage.

### 1.9.3 Couvertures en matériaux non métalliques

#### Couverture en tuiles

Les couvertures en tuiles de terre cuite ont une longue tradition. Elles sont répertoriées dès la Grèce antique. Des tuiles dites romaines étaient formées à la main de «moine» et des plaques aux bords relevés couvraient déjà les toitures des temps passés. Les tuiles «couvent», une amélioration de la tuile romaine, vinrent plus tard. Au Moyen-Âge, la tuile plate allait connaître un essor considérable et remplacer le chaume et les bardeaux (tavillons) dans les villes qui interdisaient l'emploi de matériaux inflammables.

Avec l'industrialisation, les machines allaient détrôner le travail manuel. Ce fut l'avènement des premières tuiles à emboîtement. Au début, seul un emboîtement latéral était réalisé; plus tard, les améliorations successives permirent un double rainurage tel que nous le connaissons maintenant. Le développement ultérieur permit d'obtenir un meilleur assemblage et une plus grande surface de couverture.

Pour chaque type de tuiles on trouve: des tuiles de faite (faîtage, arêtier) et des tuiles de bord (virevent).

#### Couverture en tuiles béton

Les premières tuiles béton furent fabriquées en Angleterre en béton fin. Grâce à leur méthode de fabrication, les tuiles béton ont une stabilité dimensionnelle, elles absorbent peu d'eau et sont ainsi non gélives.

En fixant les tuiles de bord on évite les dégâts lors d'intempéries. Diverses tuiles de faite permettent d'exécuter les arêtiers et les faites.

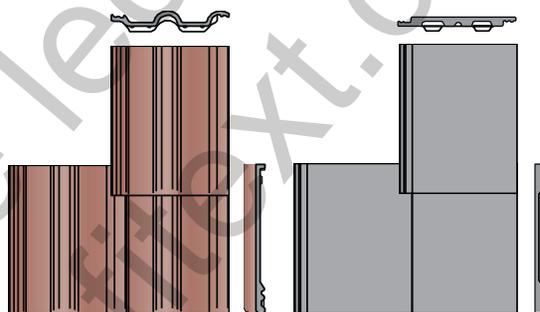
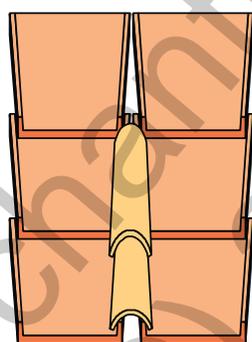
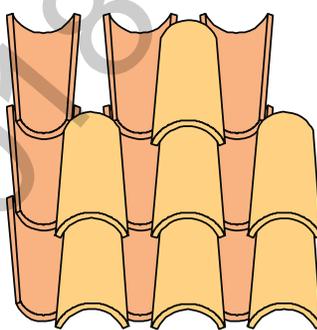


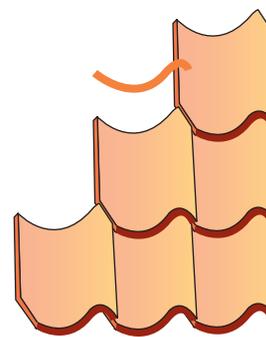
Fig. 3/143: Tuiles béton (à pétrin, gauche, plate, droite) termes traduits, non usités en français.



Couvertures en tuiles romaines  
Couverture en tuile plates



Couvertures en tuiles de couvent  
Couvertures en tuiles JURA



Couvertures en tuiles creuses  
Couvertures en tuiles flamandes

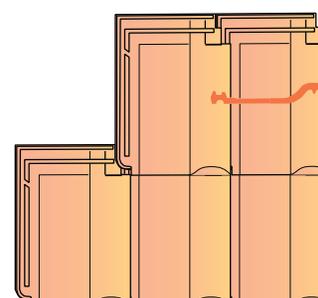
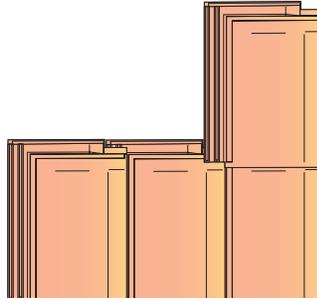
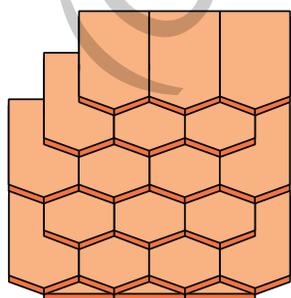


Fig. 3/142: Histoire et développement de la couverture en tuiles (terre cuite)

## Couverture en plaques de fibres-ciment

En 1899, Ludwig Hatschek inventa la première plaque à base de fibres d'amiante et de ciment: l'amiante-ciment. Ce matériau a convaincu par ses multiples avantages: léger, stabilité dimensionnelle, résistant au gel, incombustible, gardant les mêmes qualités malgré ses multiples utilisations.

**L'amiante-ciment:** Dans les années 1970, les premières études démontrèrent que l'amiante était la cause d'une maladie mortelle des poumons: l'asbestose. Dès lors, l'amiante fut interdite et l'industrie la retira progressivement. Depuis 1990 tous les produits sont sans amiante. Elle fut remplacée par des fibres synthétiques.

Les plaques de fibres-ciment peuvent se poser en couverture simple ou double. Cela dépend des conditions de couverture.

Pour les faitages et les arêtiers, on utilise des bardelli de faîte ou des faîtiers demi-rondes.

Les plaques de grands formats pour toitures, plaques ondulées, sont utilisées pour les grandes surfaces de toitures avec, en général, de faibles pentes.

Pour les raccords, il existe un grand assortiment de pièces spéciales.



Fig. 3/144: Couverture en fibres-ciment (en haut pose double, en bas pose simple)

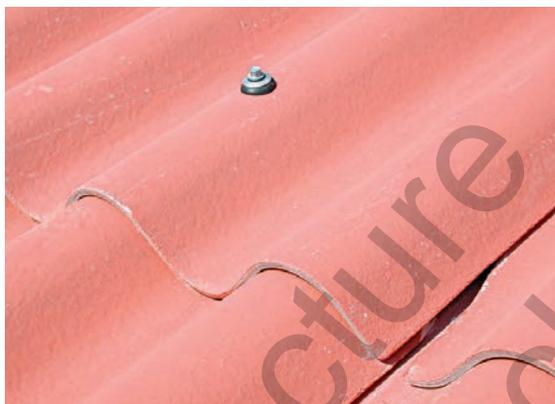


Fig. 3/145: Fibre-ciment en plaques ondulées

2/12.8 >

L'AMIANTE-CIMENT

## Couverture en ardoise

Le toit en ardoise se compose de fines plaques d'ardoises. Le matériau naturel se décline en différentes formes et formats. L'ardoise permet de couvrir des toitures aux formes complexes.

Les faîtes et arêtiers peuvent être couverts par des bardelli d'ardoise.



Fig. 3/146: Couverture en ardoise (vieux couverture allemande)

## Types de chanlattes

En fonction des sortes et des matériaux de couverture, on trouve différentes sortes de chanlattes.

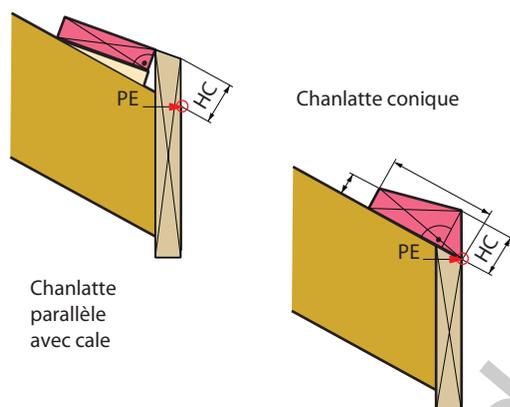


Fig. 3/157: Types de chanlattes

### Chanlatte conique

La chanlatte conique est utilisée pour des éléments de couverture d'une certaine épaisseur (tuiles). Elle est débitée dans un carrélet en bois. Sa hauteur prise d'équerre à la partie la plus épaisse est la mesure de la hauteur de chanlatte (HC). L'arrière correspond à l'épaisseur du lattage. Sa face avant est en général alignée au larmier. Sa largeur n'est pas liée à une cote particulière; elle varie de 12 à 15 cm, sauf dans le cas de la pose double en tuiles plates.

### Chanlatte parallèle avec cale

Cette variante s'utilise pour des éléments de couverture épais (tuiles). Elle utilise moins de bois mais est plus coûteuse à réaliser. Les cales se coupent en fonction de la perte de pente de la couverture et permettent d'obtenir la hauteur HC voulue avec une chanlatte de 30 mm d'épaisseur.

*Le clouage se fera avec beaucoup de précautions afin de ne pas fendre la cale.*

### Chanlatte parallèle avec une liste

Pour une couverture avec des matériaux fins comme l'ardoise ou les plaques en fibres-ciment, lorsqu'une bavette de couverture est nécessaire, on utilise la chanlatte parallèle surélevée d'une liste. Cette chanlatte a une épaisseur égale au lattage et une largeur d'environ 15 cm. Sur l'avant, une liste d'environ 0,6 cm d'épaisseur (selon le matériau de couverture) la surélève.

*Si le chéneau est posé sur la chanlatte, la liste sera posée après les crochets de chéneaux.*

La liste se pose sur l'avant de la chanlatte et est recouverte par la tablette et le débord du matériau de couverture.

*Les crochets de chéneaux doivent impérativement être encastrés dans la planche (sur épaisseur).*

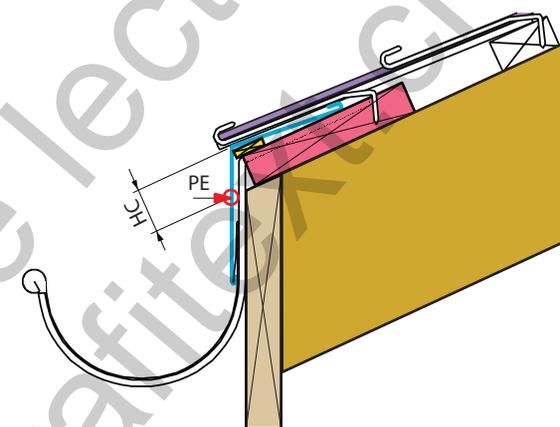


Fig. 3/158: Chanlatte avec liste

## 1.11.2 La rive

La rive est la terminaison latérale de la surface du toit. Elle comprend l'ensemble de la construction qui dépasse le dernier point porteur du bâtiment ou de la structure porteuse.

*La rive fait partie de l'avant-toit latéral d'un bâtiment.*

La construction de la rive doit assurer une fixation de la couverture résistant aux tempêtes, et empêcher l'intrusion d'oiseaux dans le toit.

### Éléments de la rive

#### • Le virevent

Le virevent protège les lattes du toit et termine l'extré-

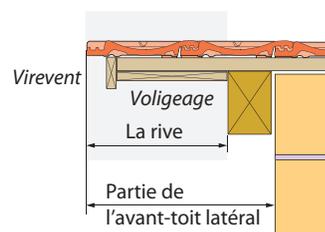


Fig. 3/159: Rive avec tuile saillante

## 2 Les toits plats

Les toits plats ne sont pas couverts mais étanchés. Il faut tenir compte de la stagnation des eaux.

*Les toits plats ont une faible pente, leur étanchéité est réalisée d'un seul tenant.*

Vu leur faible pente, une couverture en écailles ou agrafée ne serait pas étanche.

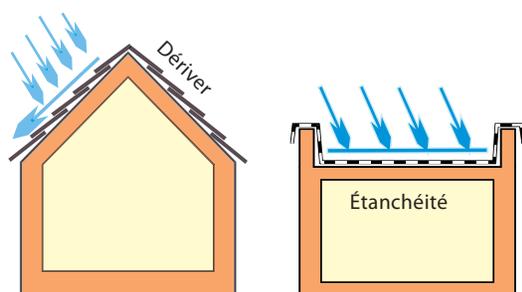


Fig. 3/201: Étanchement de toits plats

### 2.1 Historique des toits plats

Dans toutes les régions pauvres du globe où la glaise est un matériau de base pour la construction, on trouve des toits plats. Ils sont étanchés selon la même technique dans toutes leurs parties (étages supérieurs, sols ou toitures terrasses).

Aujourd'hui encore, pour des constructions traditionnelles, les matériaux utilisés sont extraits à proximité immédiate des habitations. Des rondins de bois sont placés entre les murs extérieurs et les interstices sont recouverts de branches. Sur cette structure porteuse, de la glaise mélangée à de la paille est appliquée pour former un revêtement d'étanchéité. Le matériau de couverture est formé de plusieurs couches de glaise grasse. Celle-ci est mélangée à du sable grossier ou à des fibres animales afin de réduire la formation de fissures.

L'utilisation de la glaise comme matériau d'étanchéité pour toits plats ne se fait que dans des régions à faibles précipitations. En Europe, il a fallu attendre de trouver des matériaux répondant aux rigueurs climatiques.

#### Développement en Europe

En Europe, le toit plat prend surtout de l'importance avec l'invention du feutre bitumé. Les premiers toits plats modernes ont été réalisés à l'aide de feutre goudronné et de goudron déposé à chaud. On les désignait comme toitures en ciment ligneux. Plus tard, le bitume remplaça le goudron trop fusible. Les feutres bitumés de meilleure qualité ont permis de réaliser des toits recouverts de gravier (ces toits comprenaient au moins trois

couches de feutre bitumé). Parallèlement aux étanchés en asphalte ou en matières synthétiques, les toitures recouvertes de gravier continuent à être utilisées sous une forme améliorée.

#### Nouveaux matériaux

Le développement des lés en bitume et adjonction de matières synthétiques ont permis d'augmenter encore la qualité de ce type de matériau. Avec les lés en bitume polymères, il a été possible de prolonger la durée de vie des systèmes d'étanchéité à une ou deux couches. Les lés en matières synthétiques complètent encore l'offre des différents matériaux d'étanchéité de haute qualité.

La demande de construction de vastes halles a suivi le développement industriel. Pour des raisons d'utilisation et de coût, ces bâtiments sont souvent recouverts de toits plats. La plupart des architectes ont favorisé leur construction et ont ainsi contribué à l'extension de cette forme de toiture.

### 2.2 Avantages des toits plats

Les constructions avec une toiture plate sont très fréquentes en Suisse. Les avantages de ces constructions et ses influences architecturales font que le toit plat peut s'affirmer au côté du toit en pente. Les avantages des toitures plates sont :

- Pas nécessaire d'avoir une charpente
- Le toit plat ne fait perdre aucun volume aux pièces en attique contrairement aux toits en pente.
- Utilisation du toit plat comme terrasse, place de parc etc.
- Peut être végétalisé. Un bout de nature est réintégré.

Fig. 3/202: Toitures plates contiguës



## 2.3 Les parties du toit plat

Le toit plat peut être catalogué en trois parties différentes:

- La sous-construction ou support
- Les fermetures de bord
- Le revêtement du toit

Ces trois éléments sont les différentes parties ou couches avec chacune ses particularités propres. La connaissance de ces différentes couches est indispensable pour une bonne compréhension entre les différents corps de métier travaillant sur les chantiers.

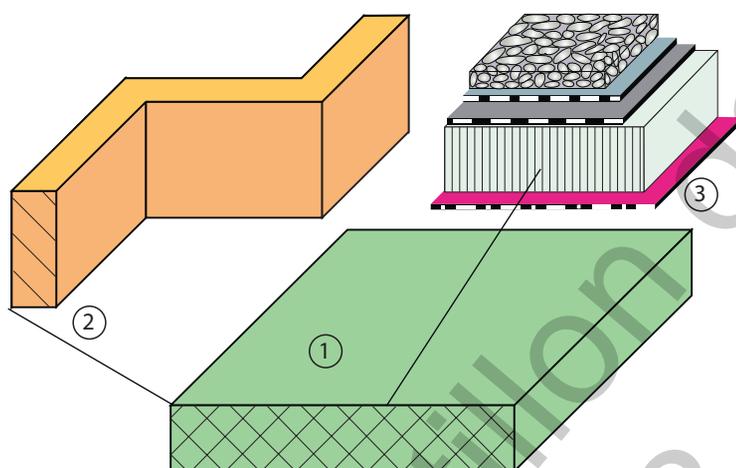


Fig. 3/203: Les parties du toit plat;  
Support (1), fermetures de bord (2), revêtement du toit (3)

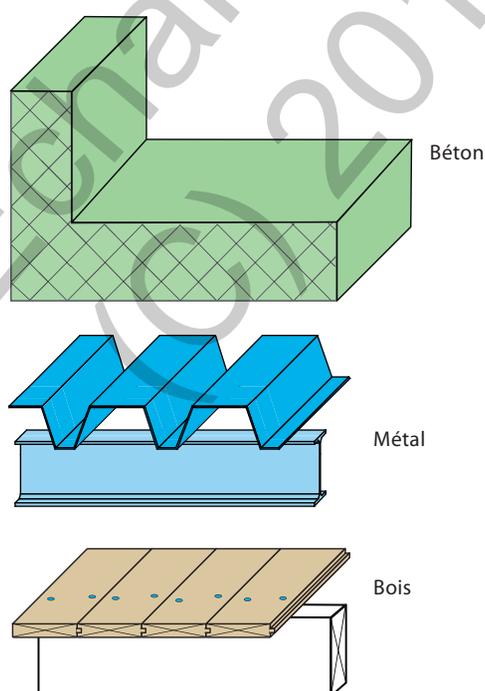


Fig. 3/204: Support  
béton, métallique,  
bois

### 2.3.1 La sous-construction ou support

Le support sert de structure porteuse au revêtement du toit, de ce fait il englobe des raccords et des terminaisons.

*La sous-construction comprend également les couches d'égalisation et les chapes de pentes.*

La sous-construction peut être en béton, métallique, ou en bois.

Avant de commencer une étanchéité, il faut s'assurer que le support soit propre, sec (pas d'eau stagnante) et qu'on puisse y marcher (résistant).

#### Pente

*A l'état de service, le support présentera partout une pente, en général d'au moins 1,5 %, orientée vers les écoulements.*

Le contrôle de la pente et de l'état du support doit être effectué par les personnes qui étanchent la toiture. Au cas où le support présenterait une pente insuffisante ou inexistante, les personnes responsables doivent être convoquées.

En règle générale, le support est déjà réalisé avec un pente.

Une forme de pente peut également être donnée avec le matériau isolant. Les plaques d'isolation sont coupées à la fabrique selon un plan des pentes, afin qu'elles trouvent leur emplacement définitif. Elles sont ensuite numérotées et montées selon le schéma de pose de la fabrique.

Une autre méthode, qui n'est pratiquement plus utilisée, consiste à appliquer la pente avec une forme de pente sur une surface plane, par exemple avec une chape en ciment sur un support en béton. Cette conception ne doit pas être utilisée sur des toitures plates qui doivent être protégées contre les infiltrations d'eau entre le support et le pare-vapeur, par exemple les toitures composites.

#### Couche d'égalisation ou de lissage

La couche de lissage sert à égaliser les anfractuosités et les rugosités du support.

La couche de lissage peut être utilisée sur une dalle de béton avec pente intégrée dont la surface, ou une partie de surface, présente des anfractuosités et des rugosités. Elle se présente en général sous forme de ciment fin. Les anfractuosités peuvent également être égalisées au bitume à chaud.

### Toiture duo

La toiture duo est un type de toiture comprenant une couche d'isolation thermique sous l'étanchéité, et une autre sur l'étanchéité. En général, la partie inférieure de la toiture duo est conçue comme une toiture compacte. La couche d'isolation thermique inférieure sert de soutien au support de pose, par exemple sur des tôles profilées. Elle remplit également une partie des fonctions de résistance nécessaires au passage de la chaleur.

*La couche d'isolation supérieure doit être hydrofuge et être lestée de façon à ne pas flotter.*

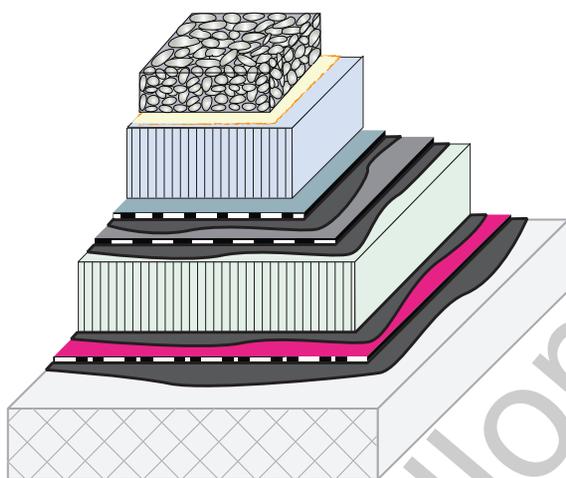


Fig. 3/215: Toiture duo

### Toiture améliorée

La toiture améliorée est mise en œuvre pour améliorer les caractéristiques d'isolation thermique d'un toit existant et parfaitement conservé.

La structure de la toiture est identique à une toiture duo mais elle ne s'applique qu'en cas de rénovation. La couche supérieure d'isolation doit être hydrofuge, elle est posée librement puis lestée par la couche de protection.

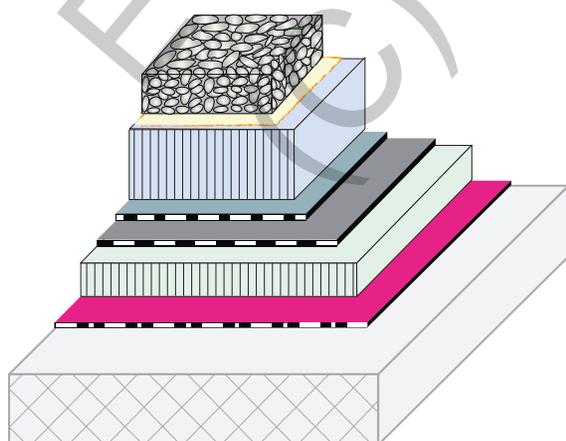


Fig. 3/216: Toiture améliorée

### Toiture doublée

Ce type de toiture est exécuté lors d'une rénovation de l'étanchéité. Sur la partie existante de la construction, une isolation thermique complémentaire ainsi qu'une nouvelle étanchéité sont posées.

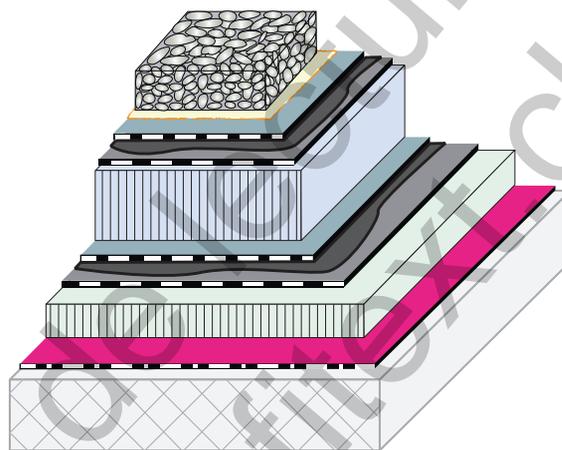


Fig. 3/217: Toiture doublée

### Toiture ventilée

La toiture ventilée est un type de toiture plate ventilée, composée d'une structure intérieure formant l'enveloppe des locaux, d'une structure extérieure supportant l'étanchéité, et entre les deux, d'une lame d'air.

La pression de vapeur entre le climat intérieur et extérieur est évacuée par la lame d'air. L'étanchéité doit, de ce fait, être imperméable à la vapeur. La réalisation d'une toiture ventilée donne lieu à un surcoût considérable.

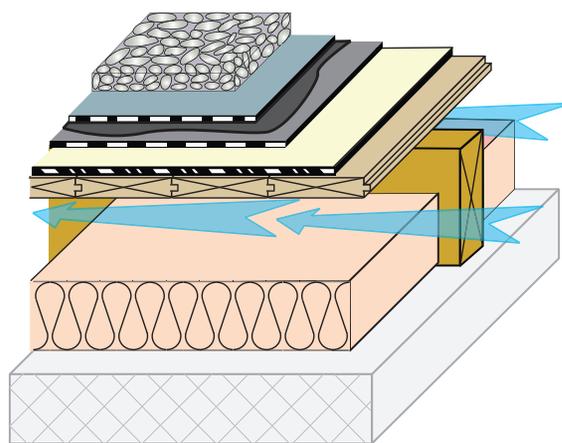


Fig. 3/218: Toiture froide

### 3 Murs extérieurs

Les murs extérieurs constituent les frontières verticales de l'enveloppe du bâtiment.

En général, la partie visible d'un mur extérieur est simplement appelée façade. Les murs extérieurs se composent d'un assortiment de différentes couches superposées.

Pour optimiser la construction d'une façade, il faut la considérer dans son entier.

Les façades agissent comme un manteau protecteur et confèrent au bâtiment son aspect extérieur.

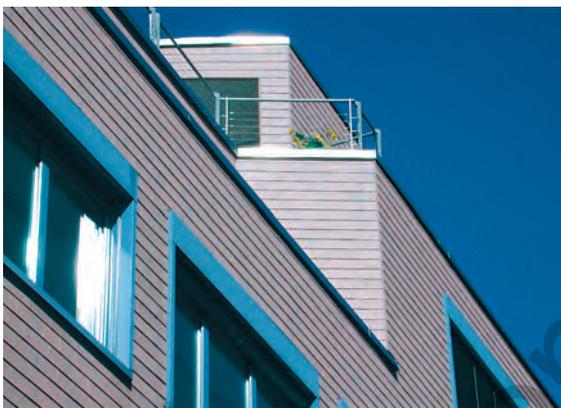


Fig. 3/301: Réalisation d'une façade extérieure

#### Façade extérieure en construction massive

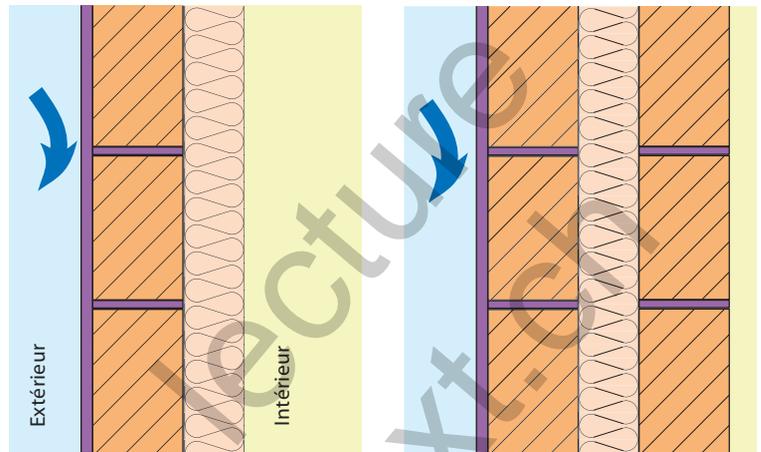


Fig. 3/302: Mur en maçonnerie simple avec crépissage extérieur et isolation intérieure

Le crépis extérieur protège les briques de la pluie. La maçonnerie est exposée aux variations de température.

Fig. 3/303: Mur sandwich avec crépissage extérieur et isolation entre les deux murs

La maçonnerie extérieure est exposée aux variations de température. La maçonnerie intérieure accumule la chaleur et optimise le climat intérieur. La structure extérieure est refroidie.

#### 3.1 Construction des façades extérieures: généralités

Les façades extérieures des bâtiments doivent remplir de nombreuses exigences: elles décorent l'édifice, le protègent des intempéries, du bruit et du feu. Elles constituent même une partie de la structure porteuse du bâtiment. Elles peuvent également jouer un rôle dans le concept énergétique en incluant des accumulateurs de chaleur (soleil).

Une façade extérieure doit également être en mesure de remédier aux diverses influences (la diffusion de vapeur ne doit engendrer aucun dégât). En général, l'isolation thermique fait partie intégrante de la façade extérieure.

Les façades doivent répondre aux normes du feu. Elles doivent résister un certain temps (selon les standards) aux influences du feu, que ce soit de l'intérieur ou de l'extérieur. Le choix des matériaux autorisés se fait en fonction de l'utilisation des bâtiments.

De nombreuses possibilités d'exécution permettent de prendre en considération les exigences précitées au niveau d'une façade.

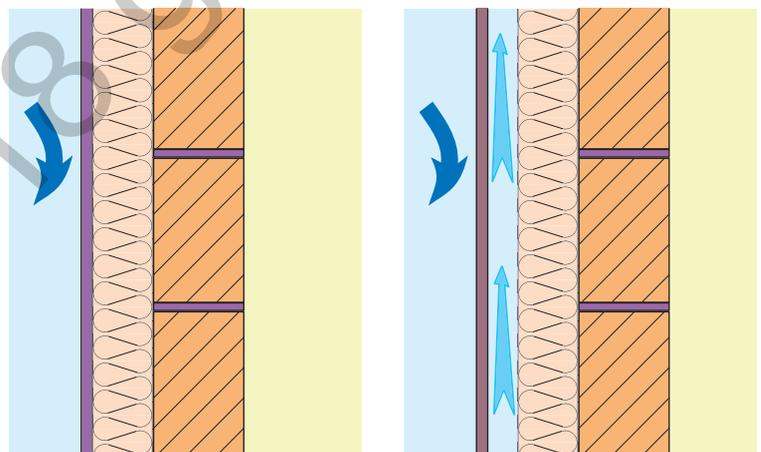


Fig. 3/304: Mur en maçonnerie simple avec isolation périphérique et crépissage

Le crépis extérieur protège l'isolation de la pluie. La structure porteuse joue le rôle d'accumulateur de chaleur.

Fig. 3/305: Mur en maçonnerie simple avec isolation extérieure et revêtement ventilé

Le revêtement protège l'isolation de la pluie. La structure porteuse reste sèche, elle joue le rôle d'accumulateur de chaleur. La ventilation élimine l'eau de condensation.

plaques, matelas ou en vrac, sont à adapter en fonction de l'utilisation désirée.

La planification et le dimensionnement de l'isolant sont en général calculés par le réalisateur du projet. Il détermine la nature et la quantité de l'isolant.

En général, le choix de l'isolant est discuté lors de la construction, ce qui permet de déterminer sa compatibilité avec d'autres matériaux.

Lors de la pose d'une couche directement sur l'isolant (étanchéité, sous-couverture, etc.), soudée au fœhn ou à l'aide d'un brûleur, il est nécessaire que l'isolation résiste aux dommages pouvant être causés par de hautes températures.

Il faut également tenir compte de sa résistance à la compression (impact de pas), des charges durant la phase de construction (personnel de pose) et de la résistance durable de l'isolant.

Si le matériau se comprime, sa pose et l'installation d'une sous-couverture directement sur l'isolant peuvent poser des problèmes.

La résistance à la compression dépend de son armature et de la nature des matériaux.

### 5.2.1 L'isolation thermique des toitures inclinées



Sur une toiture inclinée, l'isolation thermique peut être posée sur, entre ou sous la structure porteuse (chevrons). Les isolations suivantes peuvent être utilisées :

- Les plaques ou matelas de fibres minérales en laine de pierre ou de verre ayant une résistance à la compression faible, moyenne ou haute
- Les plaques en fibres de bois
- Les fibres de cellulose
- Les panneaux en laine de bois poreux
- Les plaques en mousse synthétique en polystyrène et en polyuréthane

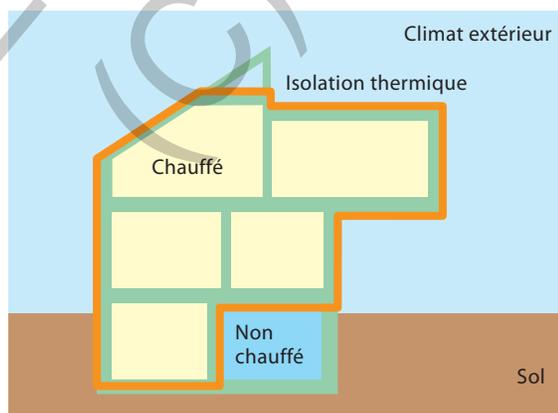
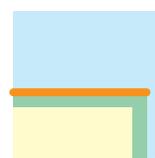


Fig. 3/502: Enveloppe du bâtiment isolée

### 5.2.2 L'isolation thermique des toits plats



L'isolation thermique des toits plats doit résister à la compression. La technique de pose (collage et soudage) est également importante pour la résistance aux températures élevées.

La norme SIA 271 exige :

*Les panneaux d'isolation thermique doivent être jointifs et l'on veillera qu'ils ne puissent se déplacer.*

Les matériaux généralement utilisés pour les toitures plates sont :

- Les plaques de fibres minérales en laine de pierre ou de verre ayant une haute résistance à la compression
- Les plaques en mousse synthétique en polystyrène et polyuréthane
- Les plaques en verre cellulaire

### 5.2.3 Isolation de plafonds

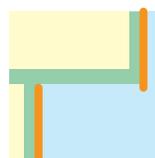


Il est recommandé d'isoler les plafonds des pièces chauffées du côté froid. L'isolant recouvert d'une couche praticable permet l'utilisation des

combles p. ex., comme débarras.

Les isolants utilisés sont les suivants :

- Les plaques de fibres minérales en laine de pierre ou de verre ayant une résistance à la compression élevée ou moyenne
- Les plaques en mousse synthétique en polystyrène et polyuréthane
- Les plaques en fibres de bois
- Les fibres de cellulose
- Les panneaux en laine de bois poreux



### 5.2.4 Isolation des parois extérieures

L'isolation des murs extérieurs peut être montée à l'intérieur, à l'extérieur ou entre deux murs (sandwich).

Les isolants utilisés sont les suivants :

- Les plaques ou matelas de fibres minérales en laine de pierre ou de verre ayant une résistance à la compres-

## 7 Drainage des eaux de l'enveloppe du bâtiment

Les pluies et écoulements d'eau sur l'enveloppe du bâtiment (précipitations, orages) peuvent provoquer, en certaines circonstances, des dégâts considérables comme l'inondation des caves, des glissements de terrain, des éclaboussures sur les façades, notamment.

*Le drainage des eaux de l'enveloppe du bâtiment permet de les recueillir et de contrôler leur écoulement.*

Ces eaux pluviales propres ou peu polluées, peuvent être évacuées dans un cours d'eau, s'infiltrer dans les sols, être récupérées dans une citerne ou être mélangées à des eaux polluées et traitées dans une station d'épuration.

Le drainage des eaux d'une toiture inclinée se fait en général dans des chéneaux, puis par les descentes de toiture et enfin dans les canalisations (drains souterrains).

**L'eau potable** peut être économisée au profit des eaux de précipitations p.ex. pour les chasses d'eau des toilettes ou l'arrosage. L'eau est canalisée des chéneaux jusqu'à une citerne en passant par un filtre grossier. Un système de conduites et d'appareillage mécanique permet une utilisation gratuite.

Les chéneaux récupèrent les eaux au bas de la toiture, les descentes conduisent les eaux jusqu'à la canalisation. Le dimensionnement des différents éléments se fait en fonction de la quantité d'eau (surface de toiture, climat) et des intensités pluviométriques régionales. Les drains visibles sont en général conçus avec des matériaux synthétiques ou métalliques. Les drains enterrés sont principalement des tuyaux

en ciment, matériaux synthétiques ou fibres-ciment. Les canalisations visibles sont traitées ci-après.



Fig. 3/701: Récupération des eaux de toiture; Chéneau (1), Col de cygne (2), Tuyau de descente (3), Dauphin (4), Canalisation (5)

### 7.1 Contrôle et entretien des systèmes de récupération

Le système de récupération des eaux doit être régulièrement contrôlé. Il faut évacuer les résidus et dépôts, vérifier l'étanchéité et éliminer les bouchons empêchant le bon écoulement de l'eau.

*Lors du nettoyage des chéneaux, les résidus doivent être évacués dans des seaux.*

Il serait aisé d'éliminer les boues dans les descentes d'eaux pluviales, mais ce mauvais choix peut entraîner le bouchage complet des conduites à un niveau inférieur. Les déchets pourraient également être jetés au bas de la toiture, ce qui peut entraîner des salissures sur les façades, sans compter un danger pour les passants.

Si les chéneaux et les déchets qui s'y trouvent sont gelés ou givrés, il ne faut pas utiliser d'objets pointus qui pourraient faire des dégâts. Il est préférable d'intervenir après le dégel ou en milieu de journée. Les chalumeaux sont proscrits (risque d'incendie), ainsi que le salage (corrosion des parties métalliques).

Le nettoyage des chéneaux comprend également celui des crapaudines, ainsi que celui des descentes afin d'éliminer les dépôts qui peuvent entraver l'écoulement de l'eau.

Les assemblages (brasures) des tôles subissent des fortes sollicitations mécaniques et peuvent ne plus être étanches.

Il est particulièrement recommandé de contrôler les soudures des chéneaux. Celles-ci doivent être propres afin de pouvoir détecter d'éventuelles fissures. Le séchage du chéneau laisse souvent apparaître des fentes permettant une fuite des eaux.

*Un assemblage non étanche doit être réparé immédiatement.*

#### 7.1.1 Contrôle des chéneaux de toiture

Il est préférable de nettoyer les chéneaux au moyen d'une échelle de sécurité ou d'une plateforme élévatrice!

Si ce n'est pas possible pour des raisons de hauteur ou de portée, le nettoyage se fera depuis le toit. Le nettoyeur doit être assuré avec un EPI antichute. La ligne



Fig. 3/702: Les systèmes de récupération doivent régulièrement être nettoyés

## 8 Protection contre la foudre sur l'enveloppe du bâtiment

La foudre est une décharge électrique entre les nuages et la terre qui tend à égaliser les tensions.

Les différences de tension naissent du frottement des masses d'air et des nuages orageux.

Lorsque la foudre tombe sur un bâtiment, elle peut faire des dégâts considérables. Exemples:

- Déclencher un incendie
- Endommager les installations électriques et les conduites d'eau
- Détruire les cheminées et certaines parties du bâtiment

La foudre peut également s'abattre sur les arbres envi-

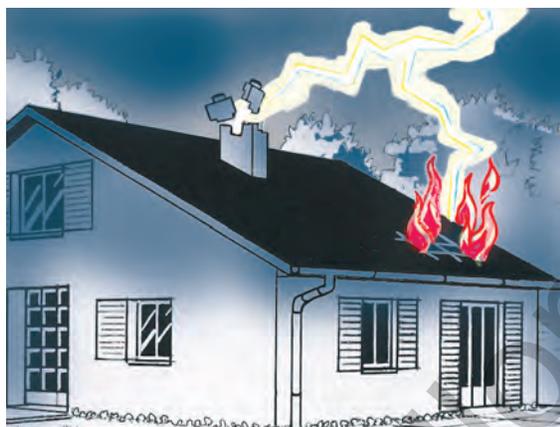


Fig. 3/801: Dommages dus à la foudre

ronnants en les fendant ou en les faisant tomber, ou sur les fontaines et autres éléments du jardin.

*Les éléments de protection contre la foudre consistent à mettre à terre les tensions électriques qui s'abattent sur un édifice lorsque celui-ci est frappé par un éclair.*

Les éléments de protection contre la foudre se composent des éléments suivants:

- Les organes capteurs  
Ils recueillent les décharges atmosphériques sur la toiture.
- Les descentes  
Elles conduisent la décharge atmosphérique (sur l'extérieur du bâtiment) jusqu'à la terre.
- Les terres  
Elles répartissent la décharge atmosphérique dans la terre et la rendent nulle.

Les organes capteurs et descentes sont en général composés de fil de cuivre d'un diamètre minimum de 6 mm.

Les organes capteurs et descentes forment un quadrillage sur l'édifice (cage de Faraday), ce qui empêche la foudre de pénétrer dans le bâtiment.

Des fils d'acier ou en aluminium sont tolérés.

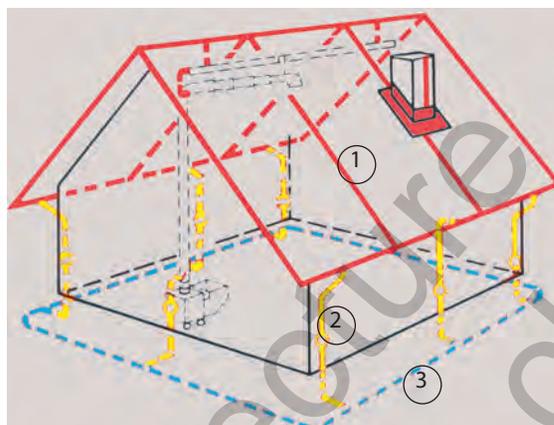


Fig. 3/802: Organes capteurs (1), descentes (2), mise à terre (3)

### Les organes capteurs

Les organes capteurs sont également toutes les parties métalliques posées sur le toit comme les faites, les arêtiers, les virevents, ainsi que toutes les constructions telles que les lucarnes, garnitures de cheminées, garnitures de ventilation. Toutes ces parties doivent être reliées par un fil de cuivre.

Les installations solaires doivent également être reliées.

Les chéneaux, noues, tôles de brisures jouent également le rôle de capteurs; ils doivent être soigneusement reliés entre eux.

Les façades métalliques forment une protection complète contre la foudre; elles doivent cependant être reliées en haut avec les parties du toit (capteurs) et en bas avec les terres (mise à terre). Les façades non métalliques sont protégées par les descentes extérieures.

### Les descentes

Les descentes sont les raccordements verticaux entre les organes capteurs et les terres.

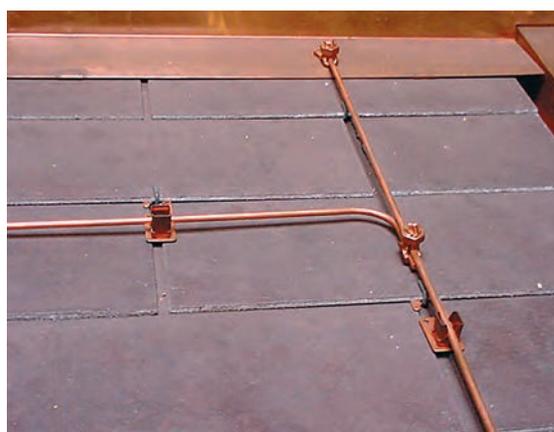


Fig. Capteurs et raccordements

Les personnes qui travaillent sur l'enveloppe du bâtiment côtoient les fumistes qui sont responsables de poser les éléments de cheminées aux distances réglementées dans les normes.

## 9.2 Cheminée et conduit d'évacuation

Les cheminées et conduits d'évacuation traversent les différentes couches du bâtiment en général au niveau du toit, plus rarement en façade.

### 9.2.1 Cheminées

Les cheminées évacuent à l'air libre les fumées et les gaz résultant de différentes carburations de matières liquides, solides ou gazeuses à l'intérieur de chaudières. Les conduits de fumée sont construits de façon à pouvoir résister aux températures de gaz de 400 °C et doivent éventuellement résister à un feu de cheminée. Les cheminées peuvent être construites en briques réfractaires ou avec des éléments emboîtés en béton. Afin d'éviter les condensats, la partie qui émerge sur le toit est généralement bétonnée.

On trouve également des cheminées métalliques comprenant un tuyau intérieur, une isolation thermique et un manteau extérieur (métallique).

#### Parois (pourtour) de cheminées

Les parois des cheminées ne doivent pas servir de support pour certaines parties des édifices comme les poutres, les plafonds, les consoles. La fixation de conduites et de paratonnerre est également à proscrire. L'installation d'éléments à l'intérieur des cheminées n'est pas autorisée.

#### Distances de sécurité pour les cheminées

Les cheminées se rencontrent dans différents types de construction. En fonction des différentes constructions, les prescriptions suivantes sont à respecter.



Fig. 3/905: Cheminée simple

- Une distance de sécurité de 10 cm doit être maintenue entre la paroi extérieure de la cheminée et les matériaux inflammables.
- Les cheminées qui sont entourées par un mur font l'objet d'une réglementation spéciale, les distances de sécurité pouvant varier.

Lorsqu'une cheminée doit traverser un élément inflammable tel qu'un plafond ou une toiture, le pont de chaleur doit être évité en protégeant les parties inflammables par un passage de plancher ou de toiture (généralement appelé chevêtre de cheminée) en matériaux ininflammables. Le passage de toiture ou de plancher agit comme un tampon thermique entre la cheminée et la poutre. Les poutres formant le chevêtre sont en général bétonnées par le maçon.

### 9.2.2 Conduit d'évacuation

Les conduits d'évacuation sont des systèmes homologués destinés à évacuer les gaz de température limitée. Ces gaz proviennent de la combustion dans les chaudières de matières liquides ou gazeuses. Les conduits d'évacuation homologués sont en général des tuyaux métalliques ou synthétiques résistant à la corrosion.

#### Catégories

Les conduits d'évacuation sont généralement classés en fonction des différentes températures de gaz qu'ils évacuent. Par ex., pour des températures de gaz de 80, 120, 160, ou 200 °C, les catégories sont les suivantes: 080, 120, 160 ou 200.

#### Distances de sécurité pour les conduits d'évacuation

Sans entrer dans les spécificités relatives aux différentes catégories, les normes régissant les conduits d'évacuation sont les suivantes:

- Les conduits d'évacuation murés non soumis à des contraintes thermiques peuvent avoir des distances de sécurité variables.
- Pour les conduits d'évacuation visibles, une distance de sécurité de 20 cm est imposée entre le conduit et les matériaux inflammables.

Exception faite pour certaines catégories de conduits d'évacuation:

- Pour les conduits de la catégorie 080 ayant un conduit ventilé, une distance de sécurité de 10 cm est suffisante.
- Pour les conduits ayant un recouvrement d'une résistance au feu F 30, on peut les considérer de la même catégorie que ceux de la catégorie 080, pour les autres catégories, une distance de 10 cm est suffisante.

### 10.3 Les gains d'électricité dus à l'énergie solaire (photovoltaïque) (PV)

L'énergie solaire est transformée en électricité par le biais de cellules. Une seule cellule ne produit que très peu d'électricité, c'est pour cela qu'elles sont regroupées pour former un module ou un panneau (groupe de cellules). L'électricité obtenue est accumulée dans des batteries.

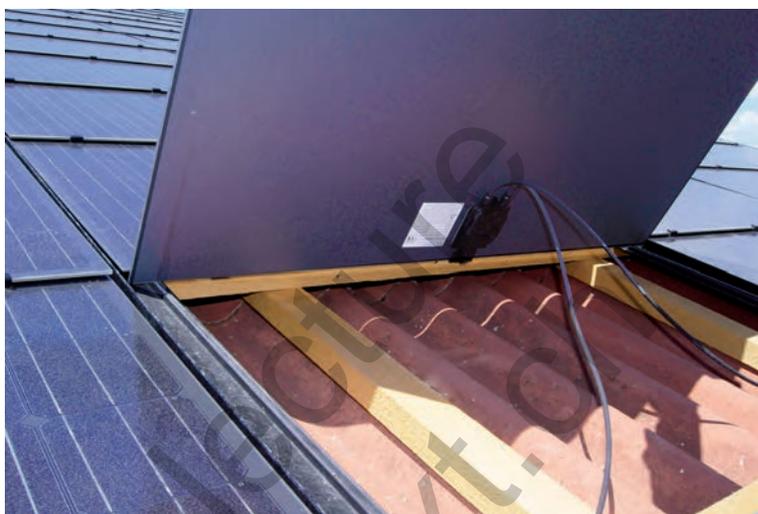
L'énergie solaire passe dans un transformateur, elle se change en courant alternatif et peut être distribuée dans le réseau.

#### Les panneaux solaires

Les panneaux solaires sont groupés et forment une pile de silicium cassante. Afin de les rendre plus résistants, ils sont encastés dans des matériaux solides, ce qui permet d'obtenir une surface de cellules photovoltaïques solide et résistante à l'eau.

Les panneaux solaires sont connectés avec des câbles spéciaux aux autres parties de l'installation.

Les panneaux solaires fonctionnent également en cas de faible luminosité, mais leur rendement maximum ne peut être atteint que lorsque l'exposition au soleil est optimale. L'emplacement et la pose des panneaux sur l'enveloppe du bâtiment sont de ce fait primordiaux pour obtenir le maximum d'énergie des cellules photovoltaïques.



#### Entretien des panneaux solaires

Une surface propre, exempte d'ombre et de déchets, permet aux cellules solaires d'offrir un rendement optimal.

Fig. 3/1008 :  
Panneaux solaires  
comme couverture  
au-dessus d'un  
ancien toit en  
plaques ondulées  
qui sert mainte-  
nant de sous-toit



Fig. 3/1009 : Panneaux solaires montés sur la toiture (montage sur supports)



Fig. 3/1007 : Panneaux solaires comme couverture ; raccord aux arrêtes



Fig. 3/1010 : Panneaux solaires sur un toit plat ; montage sur supports

# 11 Systèmes de protection solaire

## 11.1 Principes

Toutes les activités sur et autour de l'enveloppe du bâtiment sont soumises à des normes spéciales formant la base ; c'est valable aussi pour la Protection contre le soleil et les intempéries. Les systèmes de protection contre le soleil et les intempéries sont soumis aux Normes EN 13659, EN 13561, SIA 118, SIA 342 et aux Tableau des termes techniques de la VSR.

Objectifs	Fonctions	Produits
Confort	Protection contre : - L'éblouissement - Les regards indiscrets - Le bruit - Le soleil Réglage de la luminosité	Produits internes, produits externes
Optique enveloppe du bâtiment	- Style/époque - Genre de façade - Couleurs - Protection du patrimoine / monuments historiques	Contrevents, volets roulants, stores vénitiens, stores bannes
Bilan énergétique/Minergie	Protection contre : - La chaleur - Le froid Réglage de la luminosité	Contrevents, volets roulants, stores vénitiens, stores bannes
Sécurité	- Protection contre l'effraction - Entrave à l'effraction	- Contrevents, - volets roulants - stores vénitiens
Autres avantages	- Protection contre les effets mécaniques - Protection contre les intempéries - Protection contre les insectes	- Contrevents, volets roulants - Contrevents, volets roulants, stores vénitiens, stores bannes - En combinaison avec tous les systèmes de protection solaire.

Disposition	Bilan énergétique	Produits
Protection solaire ; à l'intérieur	mauvais	Stores vénitiens, produits d'intérieur
Protection solaire ; entre les vitrages	meilleure	Stores vénitiens, stores bannes
Protection ; à l'extérieur	bon	Contrevents, volets roulants, stores vénitiens, stores bannes

## 11.1.1 But de la protection solaire

Les installations de protection solaire ont pour le bâtiment les fonctions regroupées dans le tableau ci-après.

## 11.1.2 Disposition

Les installations de protection solaire sont disposées en trois variantes autour d'une fenêtre (sur la façade):

- À l'extérieur devant la fenêtre

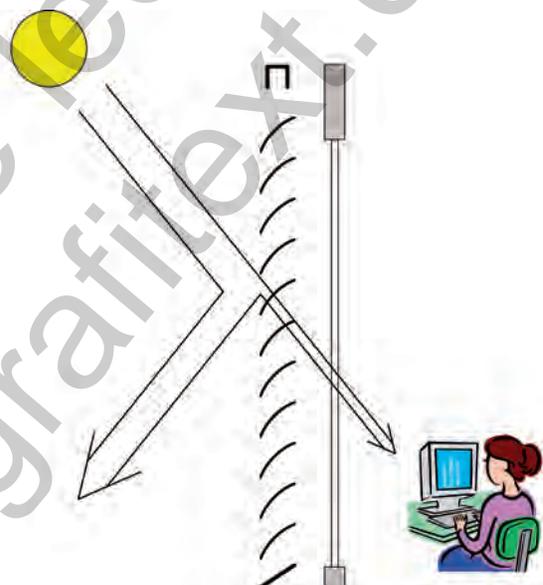


Fig. 3/1101 : Protection solaire ; externe

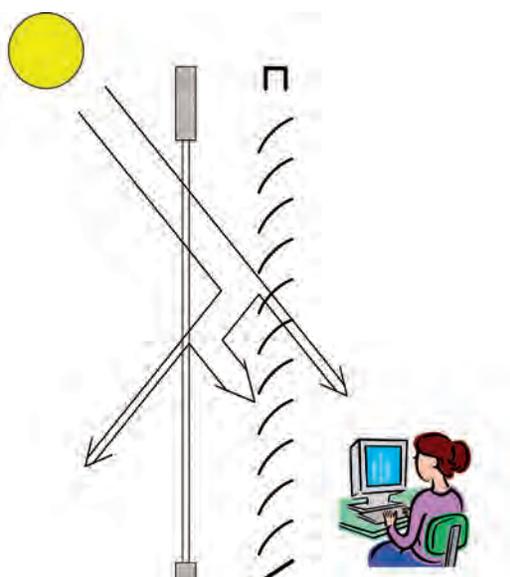


Fig. 3/1102 : Protection solaire ; interne

### 11.2.5 Contrevents

Les contrevents sont désignés aussi comme volets battants ou volets tournants. Ils sont fabriqués surtout en profils d'aluminium, de bois (épicéa, sapin, mélèze) ou en profils en matière synthétique (PVC). Ils consistent d'un cadre rempli de lames fixes ou mobiles et/ou de plaques. Les contrevents en bois sont fabriqués aussi sans cadre, comme panneau ou en bois massif, renforcés par des listes embrevées. Les contrevents peuvent être maniés de la manière suivante :

- Tourner, rabattre
- Coulisser
- Plier

Les contrevents peuvent être munis de cintres.

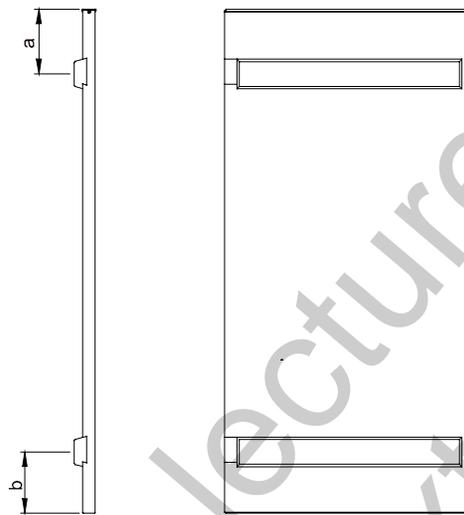


Fig. 3/1116 : Contrevent à panneau plein avec listes embrevées

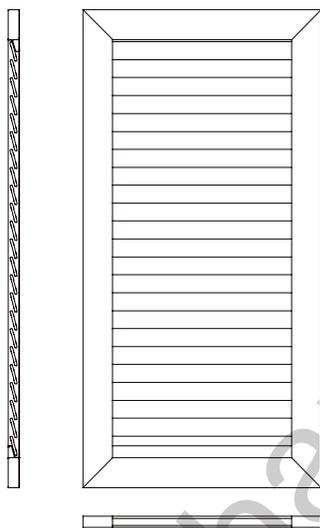


Fig. 3/1114 : Contrevent à lamelles fixes



Fig. 3/1117 : Contrevent à cintre

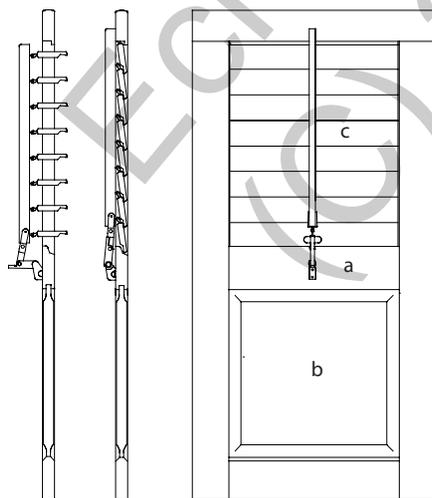


Fig. 3/1115 : Contrevent à lamelles mobiles et panneau plein ; traverse (a), panneau plein (b), lamelles (c)

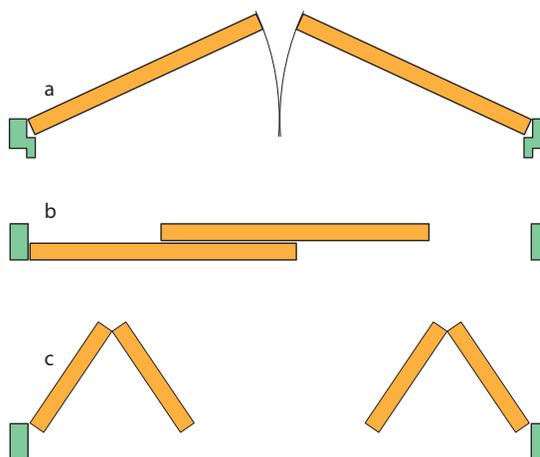


Fig. 3/1118 : Possibilités de fermeture : Tourner, rabattre (a), coulisser (b), plier (c)



# Fixations, assemblages

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Techniques d'assemblage sur l'enveloppe du bâtiment</b>	<b>187</b>
1.1	Genres d'assemblage	187
1.2	Effets sur les assemblages	188
1.2.1	Effet des forces extérieures sur les assemblages	188
1.3	Rapport entre inclinaison et force	189
1.4	Concept de fixation	190
1.5	Plan de fixation	190
<b>2</b>	<b>Assemblages cloués en bois</b>	<b>191</b>
2.1	Propriétés	191
2.2	Assemblage cloué déterminé par la charge	191
2.3	Distance entre clous sur des lattes	193
<b>3</b>	<b>Assemblage par vis</b>	<b>193</b>
3.1	Propriétés	193
3.1.1	Préperçage	194
3.2	Assemblages vissés déterminé par la charge	195
<b>4</b>	<b>Tampons, chevilles</b>	<b>197</b>
4.1	Types de chevilles et leur utilisation	197
4.2	Mis en place de la cheville	198
4.2.1	Manières d'assembler	198
4.2.2	Choix de la longueur de la vis et de la cheville	199
4.2.3	Perçage du trou de la cheville	199
4.2.4	Achever une fixation à chevilles	201
4.2.5	Problèmes de fixation avec des chevilles	201
4.3	Valeur d'ancrage d'une cheville	202
<b>5</b>	<b>Rivetage</b>	<b>203</b>
5.1	Rivet à taper	203

4

5.2	Rivet à tirer	204
5.3	Sources d'erreurs au rivetage	204
<b>6</b>	<b>Pointage électrique</b>	<b>205</b>
<b>7</b>	<b>Agrafage</b>	<b>205</b>
<b>8</b>	<b>Brasure</b>	<b>206</b>
8.1	Brasure tendre	206
8.1.1	Préparation de la brasure tendre	206
8.1.2	Technique de brasure	207
8.2	Brasure forte	208
<b>9</b>	<b>Soudage des métaux</b>	<b>209</b>
9.1	Soudure autogène	209
9.1.1	Soudure avec un gaz de protection	209
<b>10</b>	<b>Soudage des matières synthétiques</b>	<b>211</b>
10.1	Souder des bâches en matière synthétique	211
10.1.1	Exécution d'une soudure avec un fœhn à main	211
10.1.2	Souder avec un automate	212
10.2	Soudure à froid	212
<b>11</b>	<b>Coller (fixation adhésive)</b>	<b>213</b>
11.1	Exigences d'un collage	213
11.2	Exécution d'un collage	214

#### Auteurs

André Knuchel: Chap. 5, 6, 7, 8, 9  
Peter Stoller: Autres

#### Sources d'illustrations

A. Knuchel: Fig. 4/802, 803  
P. Stoller: Autres

# 1 Techniques d'assemblage sur l'enveloppe du bâtiment

Les bases des **TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE** les plus fréquemment utilisés dans le domaine de l'enveloppe du bâtiment sont décrites ci-après:

- Assemblages par clous
- Assemblages par vis
- Ancrage au moyen de chevilles
- Assemblages rivetés
- Assemblages par agrafage
- Brasage
- Soudage
- Collage

## Fixation, assemblage, ancrage?

En général, l'artisan parle de fixation lorsqu'il s'agit de poser par exemple une latte sur un chevron, d'une console au mur ou d'une tôle profilée sur un support en métal.

Une fixation n'est possible que si on utilise des moyens d'assemblage tels que des clous, des vis, des rivets, des chevilles, de la colle, etc.

La technique d'assemblage distingue entre les assemblages proprement dits et les ancrages:

- Dans les **ASSEMBLAGES**, le moyen d'assemblage maintient l'assemblage sans être lui-même lié avec les matériaux assemblés.  
Exemple: assemblage de deux profilés en métal au moyen de vis et d'écrous, de deux tôles avec des rivets.
- Dans les **ANCRAGES**, le moyen d'assemblage est mécaniquement lié au moins avec l'un des deux éléments assemblés (support d'ancrage), et ancré dans le matériau. Ensuite, les pièces à assembler sont fixées sur cet ancrage.  
Exemples: Fixation de panneaux de fibrociment avec des clous sur une lambourde en bois (les clous sont ancrés dans la latte), contre-latte fixée sur un chevron par des vis à bois (le filet des vis est ancré dans le chevron), console montée sur du béton avec vis et chevilles (les chevilles sont ancrées dans le béton), tige filetée collée dans du béton poreux (ancrage collé).

## 1.1 Genres d'assemblage

Les assemblages maintiennent des pièces entre elles. Il existe deux assemblages de base, utilisés séparément ou en combinaison:

### • Assemblage par frottement

Les assemblages par frottement ou adhésion tiennent par des forces de pression ou de frottement stable ou par combinaison des deux effets. Lorsque les forces diminuent, l'assemblage devient instable!

*Les assemblages par frottement ne permettent pas le transfert de forces de traction!*

Des assemblages d'éléments de l'enveloppe du bâtiment par adhésion pure constituent un grand risque, c'est pourquoi on préfère l'assemblage mécanique.

Certains éléments d'assemblage fonctionnent toutefois selon le principe de l'assemblage par frottement, souvent d'ailleurs en combinaison avec un assemblage mécanique.

Exemples: chevilles plastiques dans le béton, clous à tige lisse dans le bois, les vis «tiennent» grâce au frottement sur le filet, fixation coulissante de profilés en aluminium, les nœuds des cordes, le serrage de disques de tronçonnage sur les meuleuses d'angle, l'embrayage et les freins à disque d'une voiture.

### • Assemblage mécanique

Il y a assemblage mécanique lorsqu'on utilise des moyens d'assemblage formés géométriquement ou que les surfaces de contact entre les éléments s'adaptent exactement les unes aux autres. Les pièces ne peuvent ainsi pas se déplacer l'une par rapport à l'autre ou alors uniquement dans un sens précis, p. ex. comme pour les assemblages agrafés, pour compenser la dilatation des tôles.

Exemples: clous et vis assemblant des pièces, assemblages rivetés, assemblages agrafés, vis à béton (contre-dépouille), chevillage de constructions en bois, crochet de remorque, goupilles de sûreté de chevalets.

### • Assemblage chimique

Les assemblages chimiques se produisent par collage, par brasage ou par soudage.

Les éléments tiennent entre eux par adhésion et par cohésion (forces d'attraction entre éléments).

Exemple: brasage de tôles, soudage de métaux ou de plastiques (thermoplastiques), chevilles chimiques, collage de lés d'étanchéité, collage de supports en métal sur des plaques de revêtement.

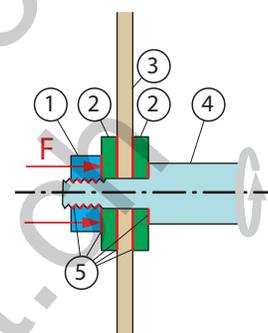


Fig. 4/101: Assemblage par adhésion; force d'appui ( $F$ ), écrou de vis sur le filetage (1), rondelle élastique (2), disque de tronçonnage (3), arbre d'entraînement (4), surfaces de frottement (5)

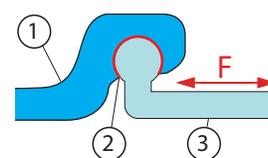


Fig. 4/102: Assemblage mécanique; force de traction/cisaillement ( $F$ ), pièce d'accouplement (1), transmission de force (2), timon avec boule d'attelage (3)

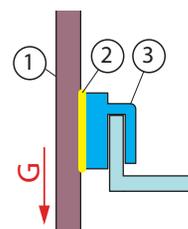
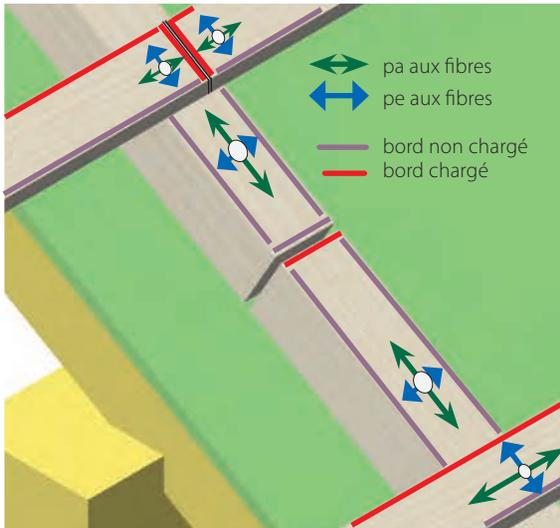


Fig. 4/103: assemblage chimique; force d'attraction ( $G$ ), plaque de revêtement (1), transmission de force au collage (2), support de plaque (3)

### 3 Assemblage par vis



Espacements maximaux des clous (sans préperçage)		
Distance		(Norme SIA 265, 2012)
du bord chargé	pa aux fibres	15 d
du bord chargé	pe aux fibres	10 d
du bord non chargé	pa aux fibres, $d \leq 4$ mm	7 d
du bord non chargé	pa aux fibres, $d > 4$ mm	9 d
du bord non chargé	pe aux fibres	5 d

pa = parallèlement, pe = perpendiculairement, d = diamètre du clou

Fig. 4/204: Détermination du bord sollicité et distance minimale entre clous pour les lattes (s'applique également aux vis)

#### 2.3 Distance entre clous sur des lattes

Des distances déterminées sont importantes, afin que le bois ne se fende pas par effet de compression de la tige du clou. Des forces agissent sur un ou deux bords depuis chaque point d'assemblage. Ce bord est appelé «bord sollicité». Il est très important d'identifier le bord sollicité, car les distances entre clous y sont plus importantes.

Le respect des distances entre clous pour les constructions lattées de l'enveloppe du bâtiment est difficile avec des lattes jointes. On parvient tout de même à respecter les distances minimales prescrites avec un clouage en biais. Le principe est montré dans l'illustration 4/205.

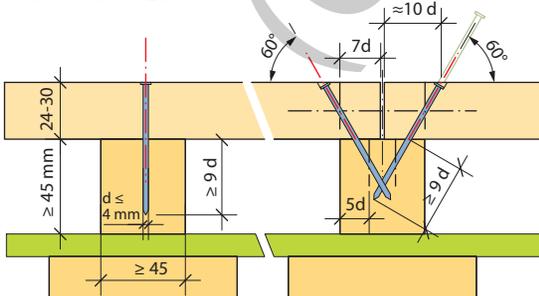


Fig. 4/205: Respect des distances au bord; clouage à 60° vers le joint de latte, clous  $d \leq 4$  mm

Les vis peuvent être vissées à la main avec un tournevis, avec une clé à écrous ou avec une chignole disposant d'un embout adapté. Mais actuellement on utilise avant tout des visseuses et on apprécie spécialement les visseuses à accu.

C'est la recherche de nouvelles **EMPREINTES DE VIS**, à l'origine une simple fente, puis une empreinte cruciforme, six pans intérieurs et extérieurs et Torx qui a permis l'utilisation de machines grâce à un meilleur guidage de l'outil de vissage. Sur les bonnes visseuses, le **COUPLE DE SERRAGE** peut être ajusté.

LEX/8.2  
Vis

#### 3.1 Propriétés

##### Généralités

Les propriétés les plus importantes des assemblages vissés sont:

- Les **Vis HOMOLOGUÉES** présentent une résistance définie. On peut ainsi calculer l'assemblage.
- Très grande capacité de charge de l'assemblage en traction dans l'axe de la vis.
- Les vis à bois ne se détachent pas d'elles-mêmes.
- Les assemblages vissés se démontent facilement.
- Pas de trépidations lors du montage.
- Prix de matériel plus élevé qu'avec des clous.
- Des vis peuvent être vissées trop fort (faussées, forcées) et le filet s'arrache ou la vis peut même casser.
- Les vis de mauvaise qualité sont trop dures et manquent d'élasticité. Elles peuvent casser ou la tête se détacher.

##### Résistance à la pénétration de la tête

En présence de forces de traction, les vis ont un avantage par rapport aux clous: le filet crée une grande **RÉSISTANCE À L'ARRACHEMENT**, généralement celle-ci est plus élevée chez les vis avec tête normale que la résistance à la pénétration de la tête, autrement dit, la vis traverserait la contre-latte, y compris la tête, pour une force définie. La résistance à la pénétration peut être fortement augmentée à l'aide de vis à tête large ou de rondelles adaptées à la vis.

##### Mode d'action des différentes sortes de vis

Une vis s'insère avec une pression croissante dans la partie porteuse, le **SUPPORT D'ANCRAGE**, grâce à son filet en spirale. Les parties à assembler peuvent ainsi être solidement jointes. Au lieu d'un support d'ancrage, on peut aussi utiliser des boulons et des écrous.

Le filet produit la **RÉSISTANCE À L'ARRACHEMENT**, la tige de vis la **RÉSISTANCE AU CISAILEMENT**.

◀ LEX/5.4  
BOIS DÉBITÉ DE  
CONSTRUCTION

Au moment de l'assemblage, l'humidité du bois peut s'écarter au maximum de  $\pm 5\%$  de l'humidité moyenne à l'état monté.

- L'épaisseur du support d'ancrage en bois doit correspondre au moins à la PROFONDEUR DU VISSAGE  $s$ .

### Exigences concernant l'exécution

#### • Distances au bords:

Les distances entre les vis et le bord des pièces à assembler sont déterminantes pour savoir si l'assemblage est capable de transmettre les forces calculées. Le **BORD SOLLICITÉ** doit pouvoir résister à la force principale de l'assemblage. Les autres intervalles servent surtout à éviter les **FISSURES DANS LE BOIS**. Les pièces en bois doivent respecter les mêmes **DISTANCES AU BORD** que celles des clous (voir fig. 4/204). En cas de vissage d'autres matériaux sur le bois, le tableau ne sera valable que pour le support d'ancrage. Les intervalles permettant d'assurer la fixation d'un objet sont à déterminer par des essais.

#### • Préperçage:

Les bois avec une masse volumique caractéristique  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$  (valeur correspondant à l'épicéa et au sapin) peuvent être vissés sans préperçage à condition de respecter les distances au bord prescrites. Les bois durs exigent toujours un préperçage d'un diamètre égal à celui de la tige de vis sur toute sa longueur.

#### • Tête de vis:

Les têtes coniques sont à visser à fleur de la surface du bois, les **VIS À TÊTE PLATE** ou les **VIS À DOUBLE FILET AVEC ROSETTES** jusqu'à ras de la surface. Les rosettes doivent d'adapter à la tête conique!

#### • «Vis perdues»:

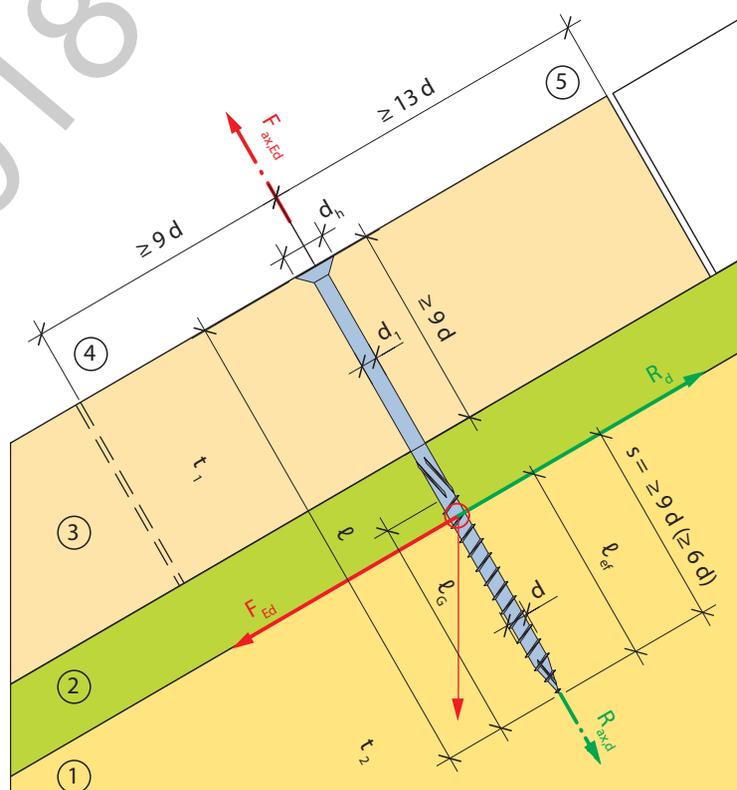
On veillera à ce que le moyen d'assemblage atteigne le support d'ancrage à l'emplacement prévu.

*Les vis perdues sont à remplacer!*

### Symboles et unités

- $R_d$  = Valeur de dimensionnement de la résistance ultime (force transversale admissible) [kN]
- $F_{Ed}$  = Force transversale existante [kN]
- $R_{ax,d}$  = Valeur de dimensionnement de la résistance à l'arrachement (force de traction admissible) [kN]
- $F_{ax,Ed}$  = Force de traction existante [kN]
- $d$  = Diamètre du filet [mm]
- $d_1$  = Diamètre de la tige [mm]
- $d_h$  = Diamètre de la tête de vis [mm]
- $l$  = Longueur de la vis [mm]
- $l_c$  = Longueur du filet [mm]
- $s$  = Profondeur de vissage normale  $9d$  (min.  $6d$ ) [mm]
- $l_{ef}$  = Longueur de filet efficace [mm]
- $t_1$  = Contre-latte
- $t_2$  = Support d'ancrage

Fig. 4/305: Assemblage vissé; support d'ancrage, qualité du bois  $\geq C24$  (1), couche intermédiaire facultative, résistance à la compression  $\geq C24$  (2), contre-latte (3), poussée sur contre-lattage possible, bord non sollicité (4), bord sollicité (5)



## 4 Tampons, chevilles

Lorsque l'utilisation des clous ou des vis n'est pas possible, les tampons offrent une autre solution.

Les chevilles métalliques ou synthétiques sont développées pour une fixation résistante à une charge. Il est également possible de démonter l'objet et de pouvoir démonter l'objet à fixer.

La cheville lie solidement le moyen de fixation au support d'ancrage. Les vis sont plus souvent utilisées que les clous.

*La fixation avec une cheville peut être appelée aussi «ancrage».*

Le prédécesseur de la cheville était un morceau de bois conique qu'on enfonçait dans le ciment quand on faisait le mur et qui permettait la fixation de la vis. Plus tard sont arrivées des machines à percer avec lesquelles un trou rond dans un mur solide était possible. On remplissait le trou, un peu plus grand que le diamètre de la vis, avec du chanvre ou du lin. La vis tenait par frottement qui coinçait le remplissage contre les parois du trou. C'est ainsi que le principe de la cheville à écartement fût inventé.

Les chevilles modernes sont placées directement dans le trou du support d'ancrage et déploient leurs appuis dès le vissage d'une vis à bois, le clouage d'un clou spécial ou le serrage d'un boulon.

### 4.1 Types de chevilles et leur utilisation

Il existe une cheville pour presque chaque problème d'assemblage. Le fabricant présente des données techniques et il renseigne sur les capacités de charge de l'assemblage avec une cheville.

#### Chevilles synthétiques (tampons)

Les chevilles synthétiques conviennent dans presque tous les cas sauf une lourde charge ou pour des écarts de température trop importants.

La qualité supérieure de la matière plastique permet à la vis un appui ferme et une pression résistante contre la paroi du trou. C'est la résistance à la friction de la cheville qui a est responsable de l'ancrage de l'élément à fixer dans le support d'ancrage.

Les chevilles synthétiques peuvent être aussi utilisées dans les briques creuses. À la place de la pression contre les parois du trou, elles s'épaississent pendant le serrage de la vis dans le creux de la brique et presse contre la

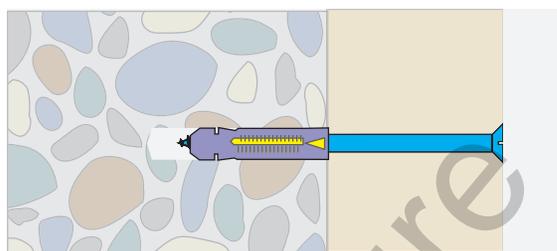


Fig. 4/401: Cheville synthétique dans un mur en béton

paroi interne de la brique. Les chevilles universelles créent un nœud.

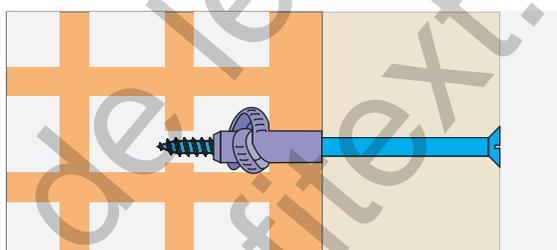


Fig. 4/402: Cheville synthétique dans une brique creuse

#### Chevilles métalliques

Les chevilles métalliques sont à utiliser dans les cas de charge lourde et pour une importante différence de chaleur.

Les chevilles métalliques atteignent une haute résistance au frottement dans le béton due au serrage de l'écrou sur une vis conique qui écarte le corps métallique de la cheville sur son extrémité arrière et appuie fermement le métal dans la micro-structure du béton.

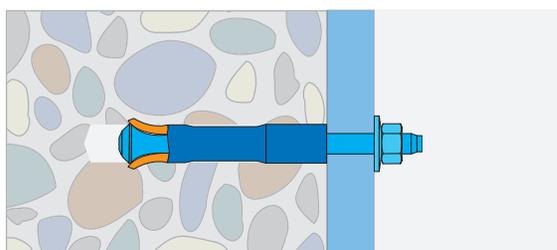


Fig. 4/403: Cheville métallique

#### Chevilles pour support d'ancrage poreux ou léger

Les murs poreux sont relativement mous dans leur conception et pour cela nous devons utiliser des chevilles spéciales ayant une zone d'écartement plus importante sur l'arrière. L'épaississement en boule crée une

## 10 Soudage des matières synthétiques

Les matières synthétiques thermoplastiques peuvent être soudées à l'air chaud ou à l'aide de dissolvants. Il s'agit là d'un assemblage par matière homogène. Dans l'enveloppe des bâtiments, ce sont les bâches d'étanchéité qui sont soudées ensemble à l'air chaud.

Lors de la soudure au fœhn, l'air chaud est dirigé contre la partie à assembler. La surface commence à fondre. La matière fondue liquide est tout de suite assemblée avec l'autre partie lors d'une pression.

### 10.1 Souder des bâches en matière synthétique

Les bâches en matière synthétique peuvent être assemblées par une soudure. La chaleur nécessaire est obtenue à l'aide d'un fœhn. La soudure avec un fœhn demande de l'exercice et doit être exécutée sans défauts.

Avec de nouveaux matériaux, il faut exécuter des soudures d'essais et tester la résistance de l'assemblage.

#### 10.1.1 Exécution d'une soudure avec un fœhn à main

Les 2 parties à souder doivent être propres et exemptes de colle.

Pour exécuter une soudure sur une bâche en matière synthétique, plusieurs outils doivent être à disposition:

- Un fœhn à main
- Une buse de soudure, 20 mm pour les angles et raccords et 40 mm pour les soudures de la surface.
- Une roulette de pression



Fig. 4/1001: Fœhn à main, diverses buses et la roulette

#### Processus de la soudure

La soudure à la main des bâches posées librement s'exécute en 3 étapes:

##### 1. Pointage

La bâche est pointée régulièrement tous les 1 m environ sur la partie arrière de la croisure.

##### 2. Pré-soudure (soudure de la poche)

Pré-soudure sur la partie médiane de la croisure. Elle empêche que la chaleur s'échappe lors de la soudure.

##### 3. Soudure

Soudure sur la partie avant de la croisure. La largeur de la soudure est de 10 à 30 mm. Elle est en rapport avec la largeur de la buse.

*Lors de la soudure sur une bâche collée en plein, il n'est pas nécessaire de la fixer.*

Les signes visibles d'une bonne soudure sur une bâche en PVC sont:

- Un dégagement de fumée durant la soudure.
- Une surface brillante dans la zone de soudure.
- Un ourlet de soudure devant le bord de la croisure.

Pour d'autres matériaux, ces signes distinctifs ne sont pas ou difficilement visibles.



Fig. 4/1002: Soudure d'une bâche en matière synthétique

#### Contrôle des soudures

*Toutes les soudures refroidies sont à contrôler.*

Le contrôle s'exécute avec un tournevis plat (N° 3).

*Si le tournevis passe au travers de la soudure, il faut ressouder en utilisant un tacon.*



# Physique du bâtiment

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction à la physique du bâtiment</b>	<b>217</b>
<b>1.1</b>	<b>Chaleur</b>	<b>217</b>
1.1.1	Température	217
1.1.2	Chaud/Froid	217
1.1.3	Quantité de chaleur	218
1.1.4	Transmission de la chaleur	218
1.1.5	Physique du bâtiment, définition	219
<b>1.2</b>	<b>Humidité</b>	<b>219</b>
1.2.1	Glace	219
1.2.2	Eau	219
1.2.3	Vapeur d'eau	220
1.2.4	Hygrométrie	220
1.2.5	Diffusion de vapeur d'eau	221
1.2.6	Symboles de physique du bâtiment	221
<b>1.3</b>	<b>Capillarité</b>	<b>221</b>
<b>1.4</b>	<b>Protection contre la chaleur et l'humidité dans les bâtiments</b>	<b>222</b>
1.4.1	Climat intérieur des locaux	222
1.4.2	Isolation thermique générale	223
1.4.3	Protection contre l'humidité	223
<b>1.5</b>	<b>Protection contre le bruit</b>	<b>224</b>
1.5.1	Connaissances de bases d'acoustique	224
<b>1.6</b>	<b>Protection générale contre le bruit dans les constructions</b>	<b>226</b>
1.6.1	Méthodes de protection contre le bruit	226
<b>2</b>	<b>Introduction à la mécanique</b>	<b>227</b>
<b>2.1</b>	<b>Grandeurs et lois physiques</b>	<b>227</b>
<b>2.2</b>	<b>Les forces</b>	<b>227</b>
2.2.1	Équilibre des forces	228
2.2.2	Forces dans les plans inclinés	229

5

2.2.3	Les forces engendrent des contraintes	229
2.2.4	Représentation graphique des forces	229
2.2.5	L'action des forces sur les charpentes	231
<b>2.3</b>	<b>Levier et moment</b>	<b>232</b>
2.3.1	Définitions et formules du levier	232
2.3.2	Types de leviers et leur calcul	232
2.3.3	Applications et exemples de calcul	233

Echantillon de lecture  
(C) 2018 gratitext.ch

**Auteur**  
Peter Stoller

**Sources d'illustrations**  
P. Stoller

# 1 Introduction à la physique du bâtiment

## Introduction

La physique du bâtiment permet de comprendre les influences et les effets de la chaleur, de l'humidité, du bruit, de la lumière, des précipitations et du vent, notamment, qui s'exercent sur une construction.

Cette connaissance permet de prendre les mesures appropriées pour protéger de façon permanente le bâtiment contre les dommages ainsi que pour garantir le climat intérieur désiré.

La physique du bâtiment applique les lois fondamentales de la physique aux matériaux et aux éléments de construction. Les phénomènes suivants seront décrits dans ce chapitre :

- La chaleur
- Le gel
- Les précipitations
- Le vent
- L'humidité
- Le bruit
- Les vibrations
- La lumière

## 1.1 Chaleur

La chaleur d'un corps est due aux vibrations de ses molécules. En mouvement elles produisent de la chaleur en se frottant les unes contre les autres. Plus le mouvement des molécules d'un corps est intense plus celui-ci s'échauffe.

*La chaleur est une forme d'énergie.*

### 1.1.1 Température

Le niveau de la chaleur d'un corps s'exprime par sa température, mesurable à l'aide d'un thermomètre, par exemple.

Si le mouvement des molécules d'un corps ralentit, il se refroidit. La température la plus basse possible à laquelle plus aucun mouvement des molécules n'est mesurable est de  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Cette température est appelée le zéro absolu.



Fig. 5/101: Influences physiques sur le bâtiment

### Unités

Les températures s'expriment en degrés Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) ou en degrés Kelvin (K).

Comme l'échelle de ces deux unités est identique, un degré Celsius ( $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) correspond à la même différence de température qu'un degré Kelvin ( $1\text{ K}$ ).

L'échelle de température reconnue est celle du système International. Elle est calculée en degré Celsius et les différences de température sont déterminées en degré Kelvin.

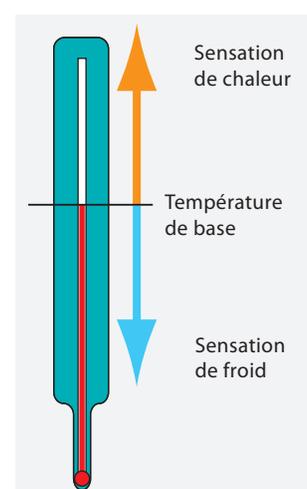
Kelvin a défini l'échelle des températures en prenant comme point fixe le ( $0\text{ K}$ ) alors que Celsius a défini l'échelle selon deux points fixes, le point de fusion ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) et le point d'ébullition de l'eau ( $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

### 1.1.2 Chaud/Froid

A partir du zéro absolu, on ne peut plus parler de froid car toutes les températures situées au-dessus du zéro Kelvin correspondent à une certaine chaleur. Pour le corps humain, dont la température moyenne est de  $36\text{ }^{\circ}\text{C}$  ou  $309,15\text{ K}$  (température de base), tout ce qui est supérieur à  $36\text{ }^{\circ}\text{C}$  est ressenti comme étant «chaud» et tout ce qui est inférieur, comme étant «froid».

De ce fait, on désigne vulgairement par du froid les températures situées au-dessous de la température de base.

Fig. 5/102: Sensation de chaleur



## 1.4 Protection contre la chaleur et l'humidité dans les bâtiments

La protection thermique dans le bâtiment sert à maintenir un climat agréable en hiver et en été et réduit la consommation d'énergie. Avec des mesures de protection thermique efficaces, nous pouvons atteindre ce but. La protection de l'humidité évite les dégâts dus à l'eau et prolonge la durée de vie d'un bâtiment. La norme SIA 180 traite tous les domaines relatifs à la protection de la chaleur et de l'humidité.

### 1.4.1 Climat intérieur des locaux

#### Confort thermique

Le confort thermique d'une personne dans un espace dépend des facteurs d'utilisation de l'espace. Elle dépend aussi du genre d'activité et de l'habillement.

Les caractéristiques de l'espace dépendent de la température de l'air, de la température moyenne des surfaces, du mouvement d'air et de l'humidité relative, ainsi que des éléments de la construction comme: parois, fenêtres, portes, sols, etc.

#### Température intérieure

La notion de confort thermique est différente pour chaque personne, celle-ci étant subjective; elle ne peut être déterminée que statistiquement. Les conditions climatiques sont convenables en hiver, pour un travail léger accompli surtout en position assise dans un bureau, la température se situe entre 19 et 24 °C avec la tenue d'intérieur pour l'hiver. L'été pour le même travail et avec une tenue légère, la température se situe entre 23,5 et 26,5 °C

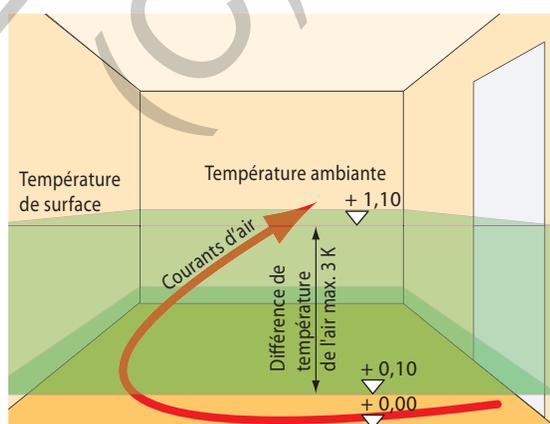


Fig 5/109:  
Facteurs influençant  
le climat d'une pièce

#### Différence de température

La différence de température de l'air entre 0,1 et 1,1m au-dessus du sol a une grande influence sur le confort thermique et ne devrait pas dépasser le 3 K.

Pour les murs, la température de surface ne doit pas être trop basse par rapport à l'air ambiant, puisque le corps transmet de l'énergie par rayonnement aux murs et ressent cela négativement.

#### Courants d'air

Aux abords des surfaces froides, l'air se refroidit et devient plus lourd, ce qui provoque une circulation d'air froid indésirable. Des courants d'air se forment et les personnes ont froid malgré une pièce suffisamment tempérée.

Ces phénomènes sont plus fréquents dans les pièces hautes et en présence de grandes façades vitrées et de fenêtres mansardées. Des courants d'air se créent également dans les bâtiments dont l'enveloppe est perméable à l'air.

#### Ventilation

L'air intérieur utilisé doit être remplacé par de l'air extérieur par des ouvertures d'aération (fenêtres), qui peuvent être ouvertes selon les besoins, ou par des installations d'aération. La présence de substances nocives dans l'air (p.ex. fumée de cigarettes) augmente le taux de renouvellement d'air, c'est-à-dire que le volume d'air extérieur (débit d'air extérieur) qui doit être amené par heure est plus important.

Une aération de longue durée a pour conséquence une équilibration du taux d'humidité et de la température entre l'intérieur et l'extérieur.

Une ouverture des fenêtres régulière et de courte durée (5-10 minutes) permet d'éliminer l'humidité excessive sans perte importante de chaleur.

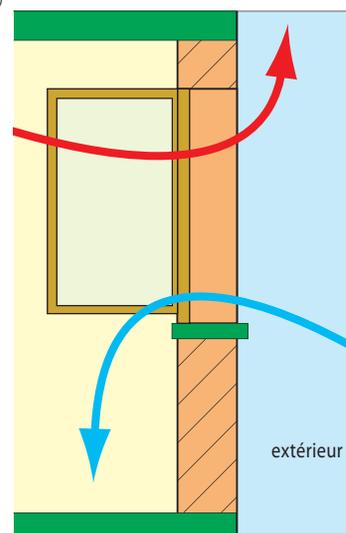


Fig. 5/110: Échange d'air lors de l'aération

Débit d'air extérieur nécessaire pour une personne moyenne (non fumeuse) 18 m<sup>3</sup>/h. Pendant une activité légère, une personne élimine dans l'environnement 30-60 g d'humidité par heure. Cuisiner dégage 400-800 g/h et se doucher 1500-3000 g/h.

## Humidité de la pièce

L'humidité optimale avec une température agréable se situe entre 30 et 70 %.

Pendant la durée du chauffage, des valeurs supérieures à 50 % conduisent à une croissance accrue d'acariens.

## 1.4.2 Isolation thermique générale

L'isolation thermique doit éviter un passage de l'air chaud trop grand ou trop rapide à travers la construction.

### Propriétés des matériaux

Les isolants possèdent une conduction thermique faible. L'air (ou les gaz appropriés) enfermé ou maintenu à l'intérieur d'un isolant thermique isole.

La faible capacité de conduction thermique nécessaire pour un isolant peut être obtenue de différentes façons:

- Le matériau de base dispose de nombreuses petites cellules avec une membrane cellulaire aussi mince que possible. Ainsi, le chemin parcouru par la chaleur à travers le matériau est sensiblement augmenté et le transport de chaleur est amoindri à cause des membranes cellulaires minces.  
Exemples: liège, mousse de verre, mousse de polyuréthane.
- Des fibres isolées et très fines forment un réseau entremêlé semblable à du feutre (p.ex. laine de verre ou de pierre). Pour ces matériaux, le principe de l'isolation repose en grande partie sur l'interruption de la conduction de chaleur par les fibres et l'air emprisonné. Dans des plaques de fibres dures, le degré de conduction varie en fonction de la capacité de conduction du matériaux de base, car les fibres sont disposées en couches serrées et la conduction n'est pas interrompue entre elles.  
Exemples: plaques de fibres minérales (laine de verre, de pierre), panneaux de fibres de bois.

## 1.4.3 Protection contre l'humidité

La protection contre l'humidité prend une importance croissante. Les matériaux disponibles actuellement permettent de résoudre presque tous les problèmes liés à l'humidité, à condition que la planification et l'exécution des isolations aient été réalisées dans les règles de l'art.

Afin d'éviter des solutions souvent difficiles à réaliser, il est préférable d'interdire toute pénétration d'humidité dans les parties sensibles de la construction.

### Évacuation de l'eau des précipitations

L'eau provenant de la pluie ou de la neige est évacuée du bâtiment par la couverture des toits et le revêtement des façades.

*Les couvertures et les revêtements ont au moins pour fonction d'être étanches contre l'eau qui s'écoule librement.*

### Étanchement des éléments de construction

Dans les endroits où il est impossible d'évacuer totalement l'eau avec des lés d'étanchéité, de feuilles, etc.

*Le revêtement du toit plat doit être absolument imperméable à l'eau sur l'ensemble de sa surface.*

### Prévention de la condensation de vapeur

Seul un équilibre contrôlé d'humidité entre le climat intérieur et extérieur du bâtiment permet de réduire de

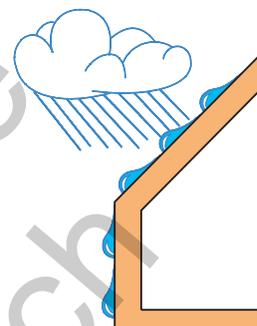


Fig. 5/111, 112: Évacuation de l'eau des précipitations, étanchement des éléments de construction

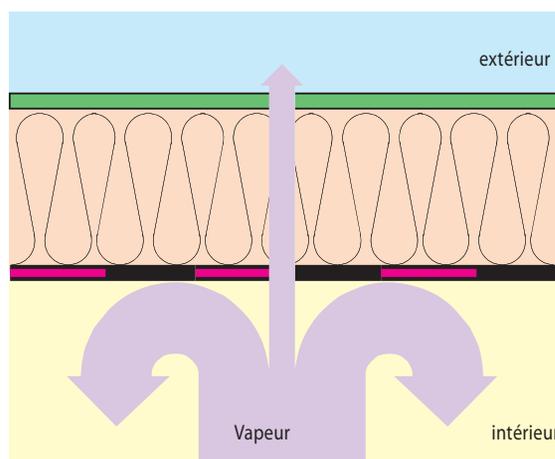


Fig. 5/113: Matériaux s'accordant correctement: diffusion de vapeur équilibrée

## 2.2.5 L'action des forces sur les charpentes

Un immeuble est soumis à des influences les plus diverses qui provoquent des forces chargeant le toit et les murs dans une **DIRECTION D'ACTION** typique, et qui doivent être transmises de la charpente à la fondation. Pour l'ingénieur qui calcule la capacité portante de la construction, la **DURÉE D'ACTION** des différentes forces doit également être prise en considération.

### Types d'influences

- **POIDS PROPRE DES ÉLÉMENTS NON PORTEURS**

Charge constante due à des éléments de la construction non porteurs, qui partent d'une masse au repos. En raison de la force d'attraction de la Terre (gravitation), elles agissent toujours en direction du centre de la Terre (force de gravité  $G$ ).

Exemples: Charge propre de l'enveloppe, des collecteurs solaires sur le toit.

- **CHARGES UTILES**

Charges changeantes causées par l'utilisation du bâtiment. À cause de la **GRAVITATION**, elles agissent toujours en direction du centre de la Terre (force de gravité  $G$ ). Le déplacement de charges utiles qui sont déplacées engendre des forces d'accélération ou de freinage qui doivent être prises en considération.

Exemples : Personnes sur un toit-terrasse, voitures du parking sur le toit.

- **CHARGE DE LA NEIGE**

Charge fortement variable due au climat, qui agit verticalement en direction du centre de la Terre (force de gravité  $G$ ).

- **PRESSION DU VENT**

Influence climatique fortement variable et non constante, qui agit en règle générale comme une charge perpendiculaire sur la surface en question. Apparaissent alors des zones avec une pression positive ou une pression négative (aspiration).

La pression du vent cause une force de poussée sur la surface d'un bâtiment, qui peut faire s'écrouler une construction insuffisamment entretoisée.

La force d'aspiration du vent tire sur la surface d'une partie de bâtiment: une dépression, p.ex. dans l'espace de ventilation des façades, peut arracher la couche d'isolation du mur, raison pour laquelle la fixation de la couche isolante est importante.

Pour le **CALCUL DE LA PRESSION DU VENT**, on définit généralement un coefficient de pression maximale applicable pour toutes les directions du vent.

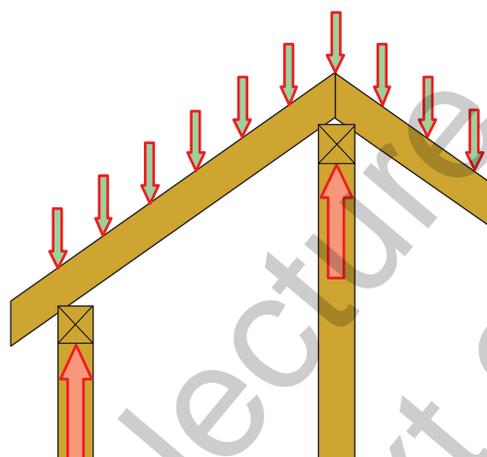


Fig. 5/216: Influence des charges de longue durée

### Charges de longue durée

- **CHARGES PROPRES** de la charpente et de la couverture: direction de la force verticale vers le bas
- **POIDS PROPRE** des couches de la structure du toit: direction de la force verticale vers le bas
- **CHARGE UTILE**: direction de la force verticale vers le bas
- **CHARGE DE LA NEIGE**: direction de la force verticale vers le bas

### Charges de courte durée

- **FORCES DE VENT** perpendiculaire: direction de la force
  - a) la pression pousse contre la composante
  - b) l'aspiration tire sur la composante

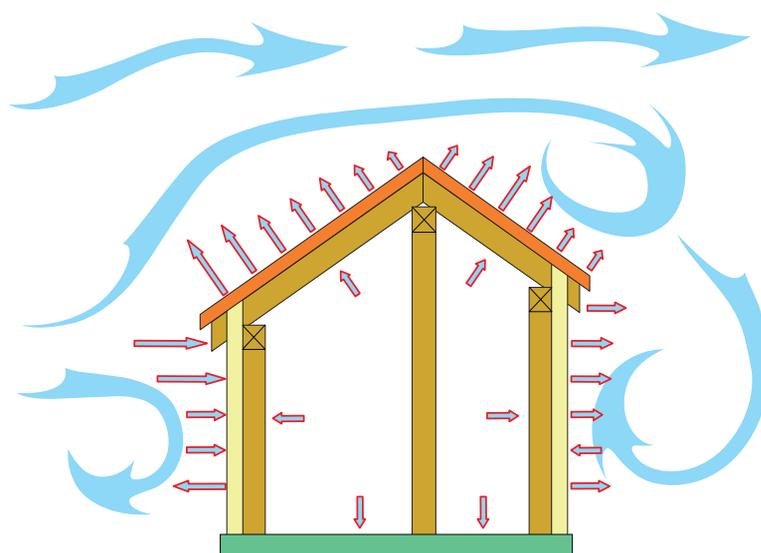


Fig. 5/217: Influence des charges de courte durée; pression et pression négative sur les bâtiments fermés à l'influence du vent



# Outillages et machines

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Outils à mains</b>	<b>237</b>
<b>1.1</b>	<b>Petite connaissance de l'outillage</b>	<b>237</b>
1.1.1	Outillages pour clouer et déclouer	237
1.1.2	Outillages pour le bois	237
1.1.3	Outillages pour la tuile	238
1.1.4	Outillages pour les plaques d'ardoise et de fibre-ciment	238
1.1.5	Outils de mesure et de traçage	238
1.1.6	Outils pour les vis	239
1.1.7	Outils pour couper les feuilles plastique	239
1.1.8	Outils pour le bitume	240
1.1.9	Outillages pour le travail de la tôle	240
1.1.10	Autres outils	240
<b>1.2</b>	<b>Maintenance et entretien des outils à main</b>	<b>241</b>
1.2.1	Marteaux	241
1.2.2	Scies	242
1.2.3	Outils de découpage	243
1.2.4	Préparation d'une marteline et d'un tas à tuile	244
1.2.5	Outils de découpe des ardoises naturelles et en fibre-ciment	245
1.2.6	Forets	245
<b>2</b>	<b>Machines électriques portatives</b>	<b>247</b>
<b>2.1</b>	<b>Construction et entretien</b>	<b>247</b>
2.1.1	Unité d'entraînement	247
2.1.2	Unité de transmission	247
2.1.3	Dispositifs de protection et auxiliaires d'aide	248
<b>2.2</b>	<b>Scies circulaires à main</b>	<b>248</b>
<b>2.3</b>	<b>Scies sauteuses</b>	<b>249</b>
<b>2.4</b>	<b>Tronçonneuses</b>	<b>250</b>
<b>2.5</b>	<b>Meuleuses d'angle</b>	<b>251</b>
2.5.1	Sécurité au travail avec une meuleuse d'angle	251
2.5.2	Disques pour meuleuses d'angle à vitesse élevée	252

2.6	Meules à eau	252
2.7	Perceus	252
2.8	Marteaux perforateurs	253
2.9	Visseuses	253
<b>3</b>	<b>Appareils à clouer et à agraffer</b>	<b>253</b>
3.1	Cloueur à air comprimé	253
3.2	Cloueuse à crochets	254
3.3	Cloueur à gaz	254
3.4	Agrafeuse	254
<b>4</b>	<b>Laser de chantier</b>	<b>254</b>

Auteur  
Peter Stoller

Sources d'illustration  
P. Stoller

# 1 Outils à mains

Les métiers manuels ne peuvent être exercés sans outils à main. Chaque travailleur connaît, en plus des outils «normaux» tels le marteau et la scie, des outils spécifiques à son travail.

Pour un professionnel il est tout naturel d'utiliser le bon outillage et de l'entretenir. Des outils défectueux et mal entretenus rendent le travail plus difficile et dangereux.

## 1.1 Petite connaissance de l'outillage

L'outillage est indispensable pour tout artisan. Les outils sont le prolongement de sa main. Dans les pages suivantes vous verrez un choix d'outils utilisés en général dans l'enveloppe des bâtiments.

### 1.1.1 Outillages pour clouer et déclouer

Le marteau de charpentier et le marteau hache s'utilisent pour le clouage comme le montage des lattes, la fixation d'un lambrissage, etc. Ils sont équipés d'un système d'arrache clou mais prévu seulement pour les petits clous. Le marteau hache possède une petite hache et peut être utilisé pour le taillage de liteaux.

La hache est utilisée en principe pour le clouage de clous plus épais comme la fixation du contre-lattage ou des chevrons.

Pour le tavillon nage, on utilise le marteau à tavillon. Il ressemble au marteau hache mais en plus petit et plus léger.

Le marteau de serrurier est aussi souvent utilisé pour la fixation du lattage. Ce marteau est aussi employé



Fig. 6/101: de h. en b. Marteau hache, marteau de charpentier, marteau de serrurier

pour la fixation de tôles, de revêtements et pour les matériaux dont la surface ne doit pas être endommagée.

La tenaille est utilisée pour sortir les clous. Pour des clous plus gros et pour le démontage le pied de biche est l'outil idéal.

La langue de chat est un outil qui sert à changer les plaques de fibre-ciment ou d'ardoise naturelle. Il permet de tirer les clous de dessous les plaques.



Fig.6/102: de g. à d. Pieds de biche, petit pied de biche, tenaille, langue de chat

### 1.1.2 Outillages pour le bois

La scie égoïne est un outil traditionnel du couvreur. Elle permet d'exécuter des coupes droites comme par exemple de couper les lattes.

Partout où l'on doit ajuster du bois, la pontache et le ciseau à bois peuvent être utilisés. Avec la pontache, on peut tailler la crémaillère dans la planche de virevent.



Fig.6/103: de h. en b. Scie égoïne, ciseau à bois, pontache

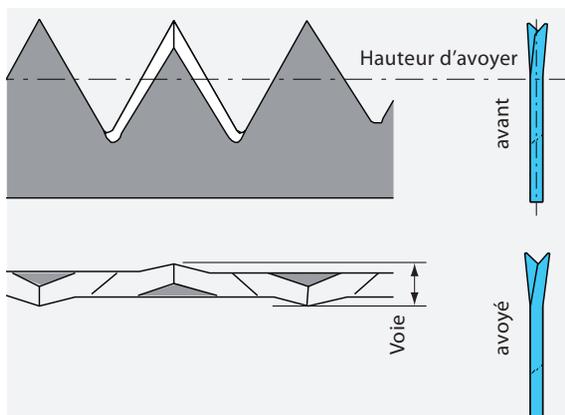


Fig.6/121: Avoyer les dents de la scie

#### • Affûtage

L'affûtage des dents se fait à l'aide de la lime losange. Le tranchant des dents doit présenter un angle constant, de la pointe à la base. Passer toujours la lime en direction de l'arête externe de la dent. Les dents de la scie égoïne du couvreur ont des tranchants symétriques. De ce fait, affûter d'abord chaque deuxième dent d'un côté de la lame. Tournez ensuite la lame pour affûter l'autre côté de la même manière.

*Veillez à conserver la répartition initiale des dents.*

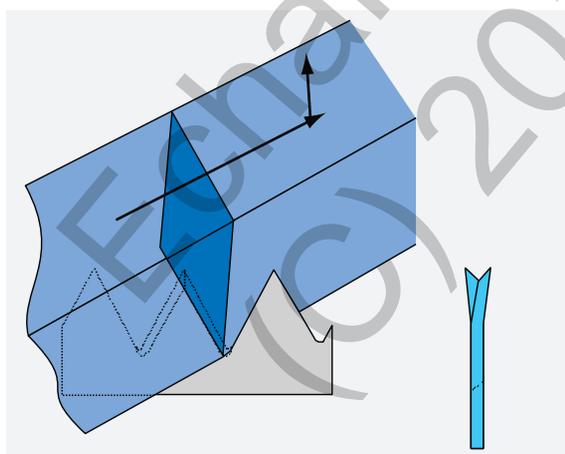


Fig.6/122: Affûter les dents de la scie

### 1.2.3 Outils de découpage

Contrairement aux hachettes, les outils de découpage tels que la pontache et le ciseau à bois ne sont affûtés que d'un côté, la face de coupe. L'angle d'affûtage est de 25° environ. Le miroir doit rester parfaitement plat et

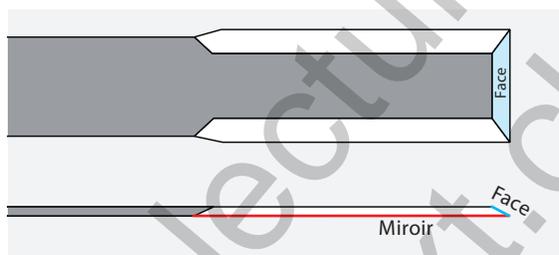


Fig.6/123: Outils de découpage, miroir et face de coupe

lisse.

L'affûtage comprend deux étapes: l'affûtage proprement dit à l'aide d'une meule et l'aiguillage du tranchant à l'aide d'une pierre à aiguiser.

#### Affûter

Pour obtenir un bon affûtage, il est recommandé d'utiliser une meule équipée d'une butée destinée à régler l'angle d'affûtage.

Les meules peuvent être fabriquées à partir d'émeri, de corindon ou de silice.

Il est absolument nécessaire de refroidir suffisamment l'outil pendant l'opération d'affûtage. Si la couleur vire au bleu, l'outil a déjà perdu sa dureté. La partie touchée doit alors être éliminée.

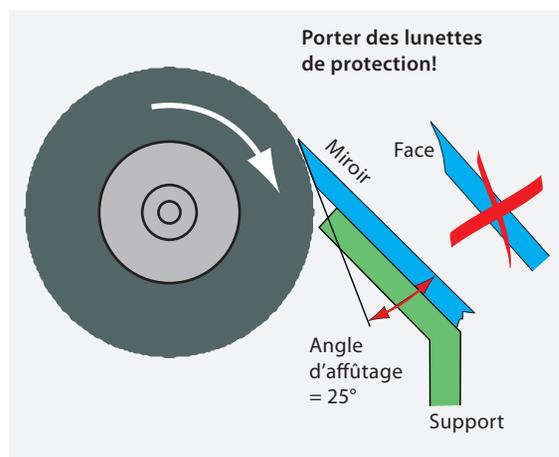


Fig.6/124: Affûter un outils de découpage.

Les tronçonneuses à moteur fonctionnent avec de l'essence. L'essence est un liquide inflammable! Pour faire le plein d'essence, les instructions de sécurité se trouvent dans le manuel.

## Coupes correctes avec une tronçonneuse

*La tronçonneuse doit être tenue par les deux mains!*

La partie inférieure de la chaîne est la plus sûre. Une coupe avec la partie supérieure de la chaîne est dangereuse car la machine est difficilement contrôlable et le danger d'un retour est élevé.

La coupe et le contact d'un autre objet avec la pointe du plateau sont à éviter impérativement. La tronçonneuse peut rapidement vous revenir.

La personne qui coupe doit avoir une bonne position. L'objet à couper doit être fixé sur les deux côtés. Les parties détachées peuvent être projetées sur la personne qui coupe.

Un plateau coincé n'est pas à retirer en utilisant la force. La chaîne et le plateau peuvent être endommagés ou impossibles d'utilisation.

## 2.5 Meuleuses d'angle

Les meuleuses d'angle servent à couper les tuiles en terre cuite, les plaques de pierre, les plaques en matières synthétiques, etc. Elles tournent très vite et nécessitent des disques de meulage composites à résine synthétique ou des disques métalliques diamantés.

Une brosse circulaire peut être montée sur une meuleuse d'angle et permet d'enlever la rouille, la peinture etc.

Les meuleuses d'angle peuvent avoir une puissance allant de 650 Watt (meuleuse à une main) jusqu'à 2400 Watt. La vitesse de rotation du disque va de 6'000 jusqu'à 10'000 tours/minute. Par ces informations, vous pouvez imaginer la force transmise par la machine sur son utilisateur quand le disque se coince! Les meuleuses

d'angle sont en général équipées d'un embrayage. Si le disque se coince, l'embrayage tourne dans le vide.

Les meuleuses d'angle modernes sont équipées d'un frein. Le disque freine lorsqu'on lâche l'interrupteur. Chez les vieilles machines, le disque tourne encore par sa propre inertie. Ces machines peuvent mener à des accidents.

### 2.5.1 Sécurité au travail avec une meuleuse d'angle

Couper des matériaux avec une meuleuse d'angle est dangereux et doit être exécuté avec de bonnes précautions:

- Masque de protection  
En coupant, il se forme de la poussière. Certaines particules peuvent se déposer dans les poumons et provoquer des maladies.
- Lunettes de protection  
En coupant des matériaux, des éclats et des étincelles s'échappent à grande vitesse et peuvent toucher les yeux.
- Tampon auriculaire  
Les machines à rotation rapide comme les meuleuses d'angle créent beaucoup de bruit qui avec le temps provoquent des dégâts à l'ouïe.
- Position  
Les machines puissantes, lors de blocages, peuvent provoquer la chute de l'utilisateur s'il n'est pas stable.
- Fixation du disque  
Les disques ne doivent pas bouger lors du coupage.
- Attention au feu  
Les étincelles lors du coupage de matériaux métalliques peuvent déclencher un feu lorsqu'ils entrent en contact avec un matériau inflammable.
- Utiliser des machines avec un embrayage de sécurité!
- Utiliser des machines avec un frein.

Partout où c'est possible, la poussière créée par la meuleuse d'angle doit être éjectée à l'opposé de l'utilisateur. Les meuleuses à eau ne font pas de poussière et permettent de couper des matériaux insensibles à l'eau.

**Couper des matériaux contenant de l'amiante est interdit.**

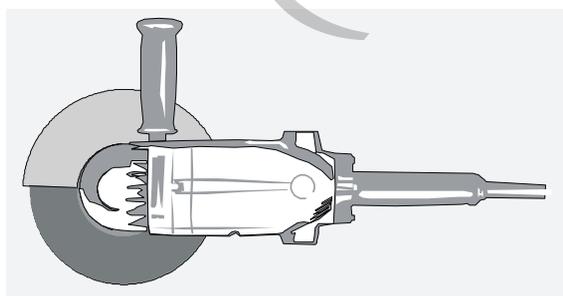


Fig. 6/211: Meuleuse d'angle

Karl Sutter

# Lexique des matériaux de construction pour l'enveloppe du bâtiment

Connaissance des matériaux pour les professionnels du bâtiment

LEX

Le présent ouvrage est protégé par les droits d'auteur.

Tous droits réservés. Aucune partie de ce manuel ne peut être copiée sous une forme ou une autre, ni traitée, reproduite ou diffusée à l'aide de systèmes électroniques sans l'autorisation de l'éditeur.

Le contenu de ce manuel a été réalisé avec le plus grand soin. Les auteurs et l'éditeur ne pourront être tenus pour responsables pour toute erreur qui aurait pu se glisser dans cet ouvrage et des conséquences qui en résulteraient.

Karl Sutter

### **Lexique des matériaux de construction pour l'enveloppe du bâtiment**

Connaissance des matériaux pour les professionnels du bâtiment

Avec contributions de Kurt Studer (Métaux et corrosion)

#### **Traducteurs**

Edouard Eugster

Edouard Holzer

© grafitext-verlag, CH-3226 Treiten

1e édition 2012

2e édition révisée 2018

#### **Réalisation, édition, diffusion**

grafitext-verlag

Peter Stoller

Dorfstrasse 1

CH-3226 Treiten

T 032 313 34 50

Support [www.grafitext.ch](http://www.grafitext.ch)

## **Préface**

Ces dernières années, les différentes professions de l'enveloppe du bâtiment se sont rapprochées et ont ainsi créé de très nombreuses interfaces et points de rencontre.

Afin de créer une base homogène pour les acteurs de l'enveloppe du bâtiment, P. Stoller a écrit l'ouvrage spécialisé «Principes de l'enveloppe du bâtiment». Le présent lexique complète cet ouvrage spécialisé avec la description des matériaux de construction utilisés.

Ce lexique est court, simple et donne, avec une brève information et des illustrations appropriées, un aperçu rapide d'un matériau donné. Les matériaux peuvent être trouvés rapidement dans l'index situé à la fin de l'ouvrage.

Dans le lexique, les matériaux utilisés le plus fréquemment sont décrits sans toutefois faire mention de produits spécifiques de fournisseurs et de leur nom. Les données et les propriétés de produits spécifiques peuvent être trouvées dans les documents les plus récents des fabricants et sont toujours à utiliser pour les travaux sur le chantier. La décision de ne pas nommer le nom du fabricant des produits fait que les informations données sont applicables plus largement et valables plus longtemps.

Cet ouvrage sert de référence, aussi bien pour les professionnels que pour les apprenants et permet, avec sa configuration de manuel toutes les formes d'enseignement possibles. Pour que

l'ouvrage puisse être utilisé pour l'enseignement des apprentis, les processus complexes sont présentés de façon aussi simple que possible. Les processus de fabrication qui n'ont pas d'influence sur le travail et les manipulations sur le chantier ont été volontairement ignorés ou décrits de façon très succincte. Je remercie l'éditeur Peter Stoller pour ses très nombreuses et bonnes idées ainsi que pour la belle présentation qui font de ce livre un ouvrage de référence agréable à utiliser.

Je tiens également à remercier Julie qui a dû se passer de moi pendant de nombreuses heures.

Je crois que grâce à ce lexique des matériaux de construction, nous remettons entre les mains des professionnels une aide qui permet d'atteindre, grâce à une connaissance correcte des matériaux, une meilleure qualité de travail.

Hosenruck, en juin 2002

Karl Sutter

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Matériaux de couverture et de revêtement</b>	<b>259</b>
1.1	Tuiles de toiture	259
1.2	Tuiles en béton	261
1.3	Panneaux de fibrociment	263
1.4	Ardoise	265
1.5	Tavillons	267
1.6	Dalles	269
1.7	Dalles de parement	270
<b>2</b>	<b>Matériaux pour toits plats et étanchéité</b>	<b>271</b>
2.1	Bitumes	271
2.2	Couches d'apprêt	272
2.3	Masses collantes à froid	273
2.4	Asphalte coulé	273
2.5	Lés d'étanchéité bitumineux	274
2.6	Matières synthétiques liquides	276
2.7	Produits d'étanchéité	277
2.8	Colles	278
2.9	Couches de protection	279
2.10	Voiles ou non-tissés	280
2.11	Sable et gravier	281
2.12	Toits végétalisés	282
<b>3</b>	<b>Matériaux d'isolation</b>	<b>283</b>
3.1	Mousses inorganiques	283
3.2	Matériaux isolants en fibres minérales	284
3.3	Matériaux isolants naturels	285
3.4	Mousses organiques	286
3.5	Panneaux isolants sous vide	287
<b>4</b>	<b>Production d'énergie</b>	<b>288</b>
4.1	Modules photovoltaïques	288
4.2	Collecteurs solaires	289
4.3	Accessoires pour installations solaires	290
<b>5</b>	<b>Bois, protect. du bois, matériaux dérivés du bois</b>	<b>291</b>
5.1	Bois	291
5.2	Parasites du bois	292
5.3	Protection du bois	293
5.4	Bois débité de construction	294
5.5	Bois lamellé-collé (BLC)	297
5.6	Matériaux dérivés du bois	297
<b>6</b>	<b>Pétrole et matières synthétiques</b>	<b>299</b>
6.1	Pétrole	299
6.2	Gaz liquéfiés	300
6.3	Matières synthétiques	301
6.4	Lés en matière synthétique	302
6.5	Pare-vapeur	305
6.6	Rubans adhésifs	306
6.7	Peintures et enduits	308

6.8	Cordes, sangles et filets	309
6.9	Bâches	310
<b>7</b>	<b>Composants transparents, fenêtres</b>	<b>311</b>
7.1	Verre	311
7.2	Éléments transparents en matière synthétique	312
7.3	Fenêtres de toit	314
<b>8</b>	<b>Moyens d'assemblage, agrafes, crochets</b>	<b>315</b>
8.1	Clous	315
8.2	Vis	316
8.3	Chevilles	318
8.4	Rivets	319
8.5	Agrafes, pattes et crochets	320
8.6	Matériel de protection contre la foudre	321
8.7	Crochets d'échelle et de sécurité	322
8.8	Dispositifs pare-neige	323
<b>9</b>	<b>Éléments de construction en métal</b>	<b>324</b>
9.1	Éléments en tôle	324
9.2	Produits semi-finis, évacuation d'eau du toit	326
9.3	Joints de dilatation	327
9.4	Tôles profilées, panneaux et cassettes	328
9.5	Consoles et profilés en métal (ossature de façade)	330
9.6	Banquettes et dormants de fenêtres, grilles d'aération	331
<b>10</b>	<b>Métaux, surfaces, corrosion</b>	<b>332</b>
<b>10.1</b>	<b>Matériaux de fer</b>	<b>332</b>
10.1.1	Fer et acier	332
10.1.2	Acier au chrome-nickel	333
<b>10.2</b>	<b>Métaux non ferreux</b>	<b>334</b>
10.2.1	Cuivre	334
10.2.2	Zinc (Zn)	335
10.2.3	Zinc allié	336
10.2.4	Étain (Sn)	336
10.2.5	Plomb (Pb)	337
10.2.6	Aluminium	337
<b>10.3</b>	<b>Métaux d'apport</b>	<b>339</b>
<b>10.4</b>	<b>Corrosion</b>	<b>340</b>
10.4.1	Protection contre la corrosion	341
<b>10.5</b>	<b>Finition des surfaces métalliques</b>	<b>341</b>
10.5.1	Zingage	342
10.5.2	Galvanisation	342
10.5.3	Anodisation	342
10.5.4	Revêtement	342
<b>11</b>	<b>Autres matériaux de construction</b>	<b>343</b>
<b>11.1</b>	<b>Liants inorganiques</b>	<b>343</b>
11.1.1	Ciment	343
11.1.2	Chaux	344
11.1.3	Plâtre	344
<b>11.2</b>	<b>Béton et mortier</b>	<b>344</b>

# 1 Matériaux de couverture et de revêtement

## 1.1 Tuiles de toiture

Les tuiles de toiture sont des éléments de couverture à base d'argile proposés sous de nombreuses formes et teintes. Ces tuiles sont utilisées depuis fort longtemps et leur diversité de formes est différente d'une région à l'autre.

### Utilisation

Les tuiles de toiture permettent de couvrir des ouvrages très différents. Que ce soit pour de modestes bâtiments ou de grandes constructions sacrées, telles que les églises et les couvents, les tuiles de toiture conviennent presque toujours, ce qui explique leur mise en œuvre très répandue.

### Propriétés

La matière première, l'argile, confère à la tuile de couverture de nombreuses propriétés positives. Les tuiles de toiture peuvent absorber et restituer l'eau de condensation qui se forme sur leur face inférieure. En plus, elles sont résistantes au gel et supportent de fortes charges.

### Écologie

En analysant l'écologie des tuiles, on constate que le transport des matières premières et des produits finis contribue plus au bilan énergétique que la production elle-même.

Aujourd'hui, les carrières d'argile sont recultivées ou converties en biotopes.

### Garantie sur les tuiles de toiture

Les tuileries accordent sur toutes les tuiles une garantie matérielle de 10 ans.

Au cours des 5 premières années, le travail pour le remplacement de tuiles est pris en charge. Pour que la garantie soit applicable, il est supposé que la pose a été exécutée de façon professionnelle.

### Élimination et recyclage

Du fait que les matières premières de la tuile sont uniquement naturelles, il est donc possible de déposer sans problème les tuiles utilisées ou défectueuses dans une décharge. Il est également possible de moudre les tuiles et de les réutiliser sous forme de sable ou de gravier. La mouture des tuiles est surtout utilisée dans les jardins et pour la végétalisation des toitures à faible pente (en tant que substrat).

### Mise en œuvre

Les tuiles de toiture peuvent être travaillées à la main sur un tasseau à tuile à l'aide d'un marteau de couvreur. Il est de plus rationnel et précis de couper la tuile à l'aide d'une fraiseuse, de préférence avec de l'eau. Pour le perçage des trous, on utilisera des mèches à pierre.

### Particularités

Dû au processus de fabrication et aux propriétés de la matière première, les tuiles de toiture présentent des tolérances de fabrication dont il faut tenir compte lors de la répartition.

### Conditionnement

- **TUILE PLATES**, différentes formes et tuiles spéciales
- **TUILES MÉCANIQUES**, plate «Jura», à pétrin, de cœur, à emboîtement différentes formes de coupe et tuiles spéciales
- **TUILE FLAMANDE**
- **TUILE DE CLOÏTRE**, surfaces supérieures et inférieures
- **TUILES FAÏTIÈRES** et arêtières, les éléments de couverture du faîte et de l'arête

Tuiles de toiture peuvent être engobés en de nombreuses couleurs (avec cuisson des boues d'argile) ou émaillées couleur (couche émaillée étanche à l'eau).



Fig. Lex. 1 : Tuiles plates; arrondie (1), pointue «antique» (2), pointue émaillée (3)



Fig. Lex. 35 : Support en jute (J)

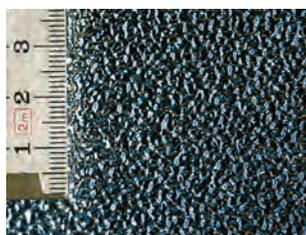


Fig. Lex. 36 : Support aluminium (A)



Fig. Lex. 37 : Support polyester (P)



Fig. Lex. 38 : Support non-tissé (NT)

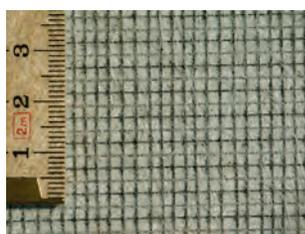


Fig. Lex. 39 : Treillis en verre/Non-tissé (VNT)



Fig. Lex. 40 : Non tissé en verre (NTV)

## Abréviations Matériau de support

Matériau de support	Abréviation
Feutre	F
Jute	J
Non-tissé	NT
Treillis en verre/Non-tissé	VNT
Polyester	P
Aluminium	A
Surface	Abréviation
Sable	s
Talc	t
Ardoise	S
Mise en œuvre	Abréviation
Soudable	flam
Résistant aux racines	WF

## Matière première

La matière première des lés d'étanchéité est constituée de diverses sortes de bitume. Il est possible de mettre en œuvre du bitume soufflé ou amélioré par des élastomères. Pour les toits plats à faible pente, on utilise presque toujours du bitume amélioré sur une base de polymère (bitume élastomère).

## Production

Les lés de support sans fin sont agrafés entre eux et revêtus dans de longues machines à l'aide de différents processus. La masse de revêtement est chauffée et appliquée dans l'épaisseur désirée. Les lés sont ensuite recouverts de talc (stéatite moulue) afin qu'ils ne se collent pas sur le rouleau. Après avoir été refroidis, les lés sont coupés et enroulés.

## Lés d'étanchéité en bitume polymère

Désignation	Support	Épaisseur (mm)	Poids (kg/m <sup>2</sup> )	Dimensions L/B (m)	Surfaces haut/bas
EV 3	non-tissé	3.0	3.5	10/1	Talc
EVA	non-tissé/alu	3.5	7/1.1		Talc
EGV3	reillis en verre/Non-tissé (VNT)	3.0	3.5	10/1	Talc
EP3	Polyester	3.0	3.5	10/1	Talc
EP3 S	Polyester	3.0	4.0	10/1	Ardoise/talc
EP4	Polyester	4.0	5.0	8/1	Talc
EP4 flam	Polyester	4.0	5.0	8/1	Talc/feuille
EP4 WF	Polyester	4.0	5.0	8/1	Talc
EP4 WF flam	Polyester	4.0	5.0	8/1	Talc/feuille
EP4 S flam	Polyester	4.0	5.5	8/1	Ardoise/feuille
EP5	Polyester	5.0	6.0	8/1	Talc
EP5 flam	Polyester	5.0	6.0	8/1	Talc/feuille
EP5 WF	Polyester	5.0	6.0	8/1	Talc
EP5 WF flam	Polyester	5.0	6.0	8/1	Talc/feuille
EP5 WF S flam	Polyester	5.0	6.5	8/1	Ardoise/feuille
EP5 S	Polyester	5.0	6.5	8/1	Ardoise/talc
EP5 S flam	Polyester	5.0	6.5	8/1	Ardoise/feuille

### 3.2 Matériaux isolants en fibres minérales

Les matériaux isolants en fibres minérales sont obtenus à partir de roches liquéfiées ou de verre et jouissent d'une grande distribution. La grande diversité des qualités rend leur utilisation possible presque partout.

#### Utilisation

Des panneaux en fibre minérale sont montés dans toute l'enveloppe du bâtiment. Des panneaux spéciaux et des nattes pour la protection incendie et l'isolation acoustique sont également livrables.

#### Propriétés

Les panneaux en fibre minérale sont ininflammables et ont les bonnes qualités d'isolation acoustique. Leur rigidité est déterminée par l'utilisation et dépend du poids spécifique.

#### Écologie

Les panneaux en laine de pierre et de verre demandent beaucoup d'énergie lors de leur fabrication. Pour la fabrication de la laine de verre, on peut utiliser une très grande proportion de vieux verre, ce qui baisse les besoins énergétiques.

#### Élimination et recyclage

Les restes de panneaux ou de matériau de démolition sont récupérés par les fabricants et réutilisés. L'important est une séparation propre des autres produits.

#### Mise en œuvre

La coupe de matériaux isolants minéraux se fait avec une lame disposant d'un tranchant spécial.

#### Particularités

Lors de la mise en œuvre, il faut suivre les instructions du fabricant pour la protection de la santé et porter un masque à particules fines! De plus, il faut veiller à une bonne aération de la place de travail.

#### Données

Conductibilité thermique	0,035–0,040 W/mK
Masse volumique apparente à sec	14–165 kg/m <sup>3</sup>
Indice d'incendie	6.3
Résist. à la température	250 °C

#### Formats

- Panneaux de 500 x 1000 à 600 x 1250 mm
- Rouleaux de différentes longueurs, largeur jusqu'à 1250 mm

#### Assortiment

- Panneaux de différentes duretés, certains avec revêtement
- Nattes sur rouleaux, certaines avec couche de papier sur une face
- En vrac dans des sacs
- Panneaux de cassette



Fig. Lex. 51 : Laine de verre

#### Matière première

Les roches, avant tout calcaires est une roche volcanique appelée diabase sont les matières premières de la laine minérale; pour la laine de verre, on utilise du vieux verre et des matières premières du verre. Les produits de recyclage peuvent remplacer les matières premières pour les deux genres de produit.

#### Fabrication

La matière première est fondue et soufflée à travers des buses ou façonnée à la machine, ce qui produit des fibres très fines. Ces fibres sont ensuite pulvérisées avec un liant et placées sur un convoyeur à bande. Les couches de fibres passent ensuite au four pour être pressées et durcies.



Fig. Lex. 52 : Panneau de laine de verre tendre



Fig. Lex. 53 : Panneau de laine minérale de dureté moyenne

## 5 Bois, protection du bois, matériaux dérivés du bois

### 5.1 Bois

Le bois est un matériau de construction local qui est mis en œuvre de façon variée dans l'enveloppe du bâtiment. Le bois est un matériau ancien qui est actuellement utilisé plus fréquemment, aussi dans l'enveloppe du bâtiment.

#### Utilisation

L'utilisation du bois est possible dans presque tous les domaines de l'enveloppe du bâtiment, ainsi que dans la construction même des bâtiments. En plus, le bois sert souvent de matériau auxiliaire pour les coffrages, les échafaudages, l'emballage ou la fixation.

#### Propriétés

Le bois possède une grande robustesse comparé à son poids. Lorsque le bois est employé correctement, sa durée de vie est très longue, son comportement en fonction de l'âge peut être considéré comme bon. En plus, il est facile à mettre en œuvre. Le bois est constitué en grande partie de trois éléments: carbone (50%), oxygène (43%) et hydrogène (6%).

Les fibres de bois sont constituées pour la moitié de cellulose. Le reste comprend des proportions à peu près égales de lignite et de substances associées. Des graisses, des résines et de l'acide tannique sont présents en petites quantités.

Le bois a la propriété d'absorber de l'humidité et de la restituer ensuite. Ce processus a pour effet de modifier sa forme. Une augmentation de l'humidité augmente son volume, alors qu'un séchage le diminue. Le bois ne change toutefois pas son volume de la même façon dans toutes les directions. Le bois varie le moins dans le sens de la longueur du tronc.

#### Écologie

En tant que matériau local, le bois est très écologique lorsqu'il est mis en œuvre sous forme naturelle et que les trajets de transport ne sont pas trop longs. Les déchets peuvent être récupérés et les découpes brûlées.

#### Élimination et recyclage

Le bois sous forme non travaillée peut être utilisé comme combustible dans tout poêle. Les éléments de construction en bois encore en bon état, tels que poutres, planches et tavillons peuvent être réutilisés directement. Les matériaux en bois avec de la colle et le bois traité ne doivent pas être utilisés pour le chauffage, car ils peuvent dégager des gaz nocifs en brûlant.

#### Mise en œuvre

Le bois peut être travaillé facilement. Il peut être coupé, cloué et vissé à l'aide de moyens simples. Lorsque le bois est manufacturé, par exemple en panneaux d'agglomérés, il est recommandé d'utiliser pour le travail des outils équipés d'inserts en métal



Fig. Lex. 59 : Troncs d'arbres

dur. Le bois peut aussi être collé ou assemblé à l'aide de liaisons simples.

#### Particularités

L'utilisation du bois pour l'enveloppe du bâtiment a été longtemps mal vue, mais aujourd'hui il a reconquis sa place.

#### Types de bois

Le bois utilisé pour des travaux sur l'enveloppe du bâtiment est en grande partie de l'épicéa commun ou du sapin. Les autres matières premières possibles sont le mélèze, le chêne et le cèdre.

#### Données

Voir sous «Bois débité de construction».

#### Croissance

Les arbres tirent leur nourriture de la terre sous forme d'eau enrichie de minéraux. Cette nourriture est transportée par l'aubier vers les feuilles. Les feuilles absorbent du dioxyde de carbone de l'air ambiant. A l'aide de la chlorophylle et de l'énergie de la lumière solaire, il se forme, à partir des substances nutritives, du dioxyde de carbone, du glucose et de l'amidon, qui sont transportés via le liber vers les couches de croissance (cambium).

Des cellules se forment dans le cambium et l'arbre croît en épaisseur.

A l'intérieur de l'arbre il existe maintenant des cellules qui ne sont plus utilisées pour le transport du liquide nourricier. Ces cellules sont converties en cellules de bois (accumulation de lignine). Ce processus permet ainsi à l'aubier de se transformer en bois de cœur.

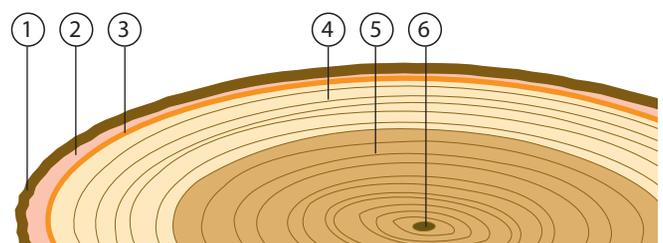


Fig. Lex. 60 : Coupe transversale du tronc; écorce (1), liber (2), cambium (3), bois d'aubier (4), bois du cœur (5), moelle (6)

## 5.2 Parasites du bois

Les parasites du bois peuvent causer d'importants dommages. On distingue les parasites végétaux des parasites animaux du bois.

Les champignons prédominent chez les parasites végétaux, les animaux nuisibles sont le plus souvent des larves d'insectes. Les parasites décrits ici attaquent le bois utilisé dans la construction. Le bois peut être totalement détruit si l'on ne prend pas des mesures à temps.

### Champignons

Les champignons nuisibles se tiennent dans le bois et sur le bois. La mэрule véritable est un champignon très dangereux. Elle peut déjà apparaître avec une humidité du bois de 20 %. En cas de conditions favorables, elle peut se répandre très rapidement. De plus, elle est en mesure de pénétrer les murs et de redevenir active après de longues périodes de sécheresse. La mэрule exige pour sa croissance une très grande humidité; environ 60 %.



Fig. Lex. 61 : Mэрule véritable: mycélium (corps spongieux)



Fig. Lex. 62 : Pourriture brune: après attaque par la mэрule véritable



Fig. Lex. 63 : Mэрule véritable: apothécies



Fig. Lex. 64 : Mэрule de cave

### Insectes

Le capricorne de maison est l'insecte nuisible du bois le plus répandu chez nous. Il s'attaque exclusivement au bois de conifères secs. La femelle du capricorne de maison, longueur environ 20 mm, pond environ 300 œufs dans les fentes du bois. Les larves de ces œufs éclosent après quelques semaines. En 3 à 8 ans, elles traversent le bois mais restent cependant toujours sous



Fig. Lex. 65 : Capricorne de maison: insecte



Fig. Lex. 66 : Capricorne de maison: larve



Fig. Lex. 67 : trous de ver



Fig. Lex. 68 : trous de ver avec farine de bois et traces de rongeur

la surface, donc invisibles. Les larves croissent jusqu'à une taille d'environ 20 mm.

### Destruction

La mэрule véritable décompose la cellulose dans le bois. Le bois se teinte en brun et se décompose sous forme de cubes. Dans le stade terminal, le bois peut se trouver pulvérisé.

La mэрule de cave est presque aussi dangereuse que la mэрule véritable. Les dommages sont identiques à ceux de cette dernière.

Lors de l'attaque par le capricorne de maison, les pièces de bois sont rongées à l'intérieur. A la surface, les dégâts apparaissent très tard. Ce n'est que lorsque la nouvelle génération sort de l'œuf qu'il est possible d'apercevoir les trous d'envol ovales de 4 x 12 mm.

### Caractéristiques

La mэрule véritable produit des bâtonnets de mycélium qui transforment la cellulose pour produire leur nourriture. Le véritable champignon, l'apothécie, est une formation plate arrondie, rouge à l'intérieur avec un bord blanc. Les spores apparaissent dans l'apothécie de cave et servent à la diffusion du champignon. Les apothécies mortes dégagent une forte odeur de moisi. La mэрule forme rarement des apothécies et se voit rarement à la surface du bois. De ce fait, les dommages sont souvent découverts lorsqu'il est trop tard.

### Atteintes

Les champignons qui attaquent le bois sont dépendants d'une certaine humidité du bois. Ils se développent le mieux à des températures situées autour de 20 °C.

## Humidité du bois

L'humidité du bois est exprimée en % de d'eau dans le bois. L'eau libre est plus ou moins absorbée dans les cellules du bois, l'eau liée se trouve en combinaison chimique dans la substance du bois.

L'utilisation d'une humidité appropriée est très importante pour la durabilité des éléments de construction en bois.

Une humidité du bois appropriée est très importante pour la longévité des éléments en bois.

Un bois débité trop humide lors de la construction constitue un champ idéal pour les attaques d'insectes ou de champignons. De plus, le bois aura tendance à se contracter, se fendre et se gauchir lors du processus de séchage. Il en résultera des forces élevées et des diminutions de section qui peuvent conduire à de graves perturbations dans la construction.

La teneur en eau de l'élément en bois à incorporer doit correspondre à l'humidité utile future ( $\pm 5\%$ ). La norme SIA 265 distingue 3 classes d'humidité.

Pour les éléments en bois utilisés pour les sous-constructions de l'enveloppe du bâtiment, on admet pour normal une humidité de 12% (classe d'humidité 1:  $\leq 12\% \pm 5\%$ ).

Humidité du bois: définitions et valeurs				
Exemple: épicéa				
Désignation	≈ humidité	retrait dès saturation des fibres		Description
		radial	tangential	
fraîchement abattu	100 à ≈ 30%	0	0	les cellules contiennent de l'eau libre
saturation des fibres	≈ 30%	0	0	présence d'eau combinée seulement
«séché à l'air»	≈ 17%	≈ 2,5%	≈ 4,7%	dépend de l'humidité relative de l'air
humidité de l'air, par ex.	12%	≈ 3,4%	≈ 6,5%	* sous-construction en bois
«poids sec» masse volumique apparente	0%	≈ 5,7%	≈ 10,8%	masse volumique = rapport volume/substance du bois

\* Dans une sous-construction de l'enveloppe du bâtiment liée au climat extérieur, l'humidité du bois peut légèrement varier en fonction de l'humidité relative de l'air ( $\pm 5\%$ ).

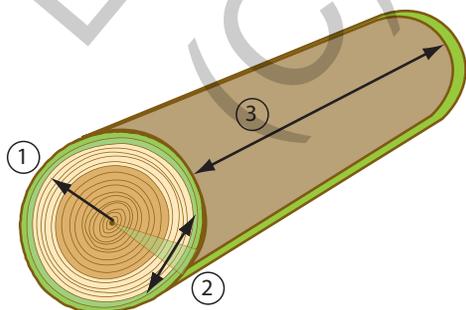


Fig. Lex. 73 : Augmentation et diminution du volume du bois ; radialement (1), tangentiellement (2), 0,2 % en longueur (3)



Fig. Lex. 74 : Bois équarris, planches et lattes séchées sur pile

## Classes de résistance

Le bois lamellé-collé est considéré comme du bois massif sélectionné en classes selon la norme (DIN 4074-1).

Dans l'enveloppe du bâtiment on utilise du bois de conifères de classe C24 ou plus élevée.

Signification de C24: C est l'abréviation de Cedar et 24 est la valeur de flexibilité (24 N/mm<sup>2</sup>).

## Écologie

Le bois est un matériau de construction précieux et écologique, qui peut être obtenu et façonné avec peu d'énergie. On utilisera de préférence du bois indigène pour que le chemin de transport soit aussi court que possible.

## Élimination et recyclage

Si le bois est propre il peut être brûlé dans un fourneau à bois sans mettre l'environnement en danger. Les déchets du travail peuvent être utilisés pour des matériaux dérivés du bois.

Si le bois a été traité avec des colorants, des peintures et des produits de conservation, il sera brûlé avec les déchets ménagers.

## Mise en œuvre

Le travail du bois scié peut être effectué avec tous les types de scies, perceuses, fraiseuses et raboteuses. Les liaisons sont également faciles à réaliser.

## Données

Masse volumique (séché à l'air):

Bois de conifères (épicéa, sapin) ≈ 480 kg/m<sup>3</sup>

Mélèze ≈ 590 kg/m<sup>3</sup>

Chêne ≈ 670 kg/m<sup>3</sup>

## Conditionnement

En plus des dimensions ci-dessous, il est possible d'obtenir d'autres sections sur demande.

## Les lés élastomères

Les lés élastomères ont un comportement semblable à celui du caoutchouc: ils sont toujours malléables et élastiques. Mais lorsqu'ils sont étendus, ils reviennent toujours dans la position de départ.

- **Lés en EPDM** (Ethylène-Propylène-Diène-Monomère)

En principe, l'EPDM ne peut pas être « soudé avec lui-même ». Ceci est toutefois possible par l'utilisation de techniques spéciales. L'une de ces techniques se base sur les revêtements de bordures soudées et vulcanisées durant le processus de fabrication des lés d'EPDM (« bordures de jointoiement »). Grâce à ces bordures de jointoiement, les lés ou les pièces préfabriquées en EPDM peuvent être fixées de manière homogène et durable à tout endroit. Une autre variante est la fixation par la vulcanisation. L'EPDM est comprimé entre deux rails métalliques sous l'effet de la pression et de la chaleur. Entre les deux lés se trouve une bande de caoutchouc encore plastique. Ce procédé permet de vulcaniser les deux lés l'un avec l'autre et d'obtenir également une fixation durable.

L'EPDM résiste aux UV et est compatible avec les bitumes.



Fig. Lex. 85 : EPDM

## Lés pour les sous-couvertures

On utilise des lés spéciaux pour les sous-couvertures. Ceux-ci sont souvent constitués d'un support et d'un revêtement perméables à la vapeur. Ces lés doivent toutefois être étanches à l'eau et résister pendant une certaine période aux intempéries sans présenter d'altérations.

### Écologie

Comme pour tous les produits synthétiques, la fabrication de ces lés consomme beaucoup d'énergie.

### Élimination et recyclage

Les lés en matière synthétique peuvent être partiellement recyclés. Si la possibilité existe, le recyclage doit absolument être utilisé car en brûlant, les lés contenant du PVC génèrent des produits toxiques qui doivent être neutralisés à grands frais.

### Mise en œuvre

Les lés en matière synthétique peuvent être coupés avec des ciseaux ou des couteaux. Lorsque ces lés sont soudés à l'air chaud, il faut veiller à ce que les bords à souder soient propres et que les travaux préparatoires prescrits ont été effectués s'il y a lieu. Avant la pose, on vérifiera si les lés sont compatibles avec le fond et si le type d'assemblage choisi convient bien au lé.

### Particularités

Les lés en matière synthétique utilisés pour les sous-couvertures sont perméables à la diffusion, autrement dit, ils laissent passer la vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur, mais sans que de l'eau puisse pénétrer à travers le lé.

### Données

- Lés d'étanchéité en matière synthétique pour les étanchéités dans de nombreuses dimensions, en rouleau ou pré-confectionnés pour des toits entiers.
- Lés de sous-couvertures et pare-vapeur en rouleau.
- Lés de recouvrement et plastique de construction en rouleau, bâches confectionnées.



Fig. Lex. 86 : Feuille de sous-couverture perméable à la diffusion

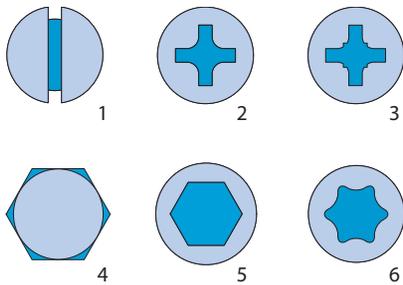


Fig. Lex. 102 : Empreintes de vis; à fente (1), cruciforme (2), Pz = Pozidrive (3), tête hexagonale (4), à six pans intérieurs (5), Tx = Torx (6)

### Tête de vis et empreinte

La tête de vis est une partie importante de la vis et en général, sa forme désigne le nom de la vis. Il existe des têtes de vis purement fonctionnelles et d'autres qui doivent aussi avoir un rôle décoratif. La tête de vis dispose aussi d'une empreinte (en creux) ou d'un entraînement (extérieur) de différentes formes. C'est l'entraînement ou l'empreinte qui permet de visser ou de dévisser une vis.

### Formes et conditionnement

Les vis sont disponibles dans énormément de formes et de dimensions.

Il existe aussi des accessoires pour diverses vis comme des rondelles, des rondelles cuvettes, des coiffes, etc. Leur forme et grandeur dépend de la grandeur des vis et de l'utilisation prévue.

### Dimensions des vis

Les dimensions des vis sont données en diamètre et en longueur (en mm). La longueur est mesurée entre la pointe et l'endroit où la tête est en contact avec le matériau à fixer. Pour les vis à bois à tête fraisée, la tête est comptée dans la longueur de la vis.

### Matière première

Les vis sont fabriquées en acier, en acier chromé, en cuivre et en laiton. D'autres matières ont aussi disponibles pour des utilisations spéciales.

### Fabrication

Les vis sont fabriquées à partir de fil étiré. En général, la tête et l'empreinte sont formées par refoulement à froid. Pour la plupart des fils, le filetage est ensuite taillé dans la tige au moyen d'une fraiseuse. Pour les filetages roulés, le filet est constitué par la matière de la tige «pressée». Le filetage est formé en étirant le fil froid à travers une forme compliquée, sous pression et avec une rotation simultanée. Les vis en acier reçoivent encore une couche anticorrosion en fin de fabrication.



Fig. Lex. 103 :

Vis pour constructions en bois;  
 1) Vis à bois à tête cylindrique à double filetage pour doublages de poutres, liteaux, etc.  
 2) «Vis pour toiture» pour toits inclinés avec isolation au-dessus de la structure porteuse  
 3) Vis de construction à tête avec rondelle, grande résistance à la pénétration de la tête de vis  
 4) «Vis universelle» Le pas du filet se réduit, la partie supérieure en bois est automatiquement pressée sur la partie inférieure par vissage

Fig. Lex. 104 :  
 Vis à béton

## 10.4 Corrosion

La corrosion est une destruction graduelle des métaux, qui part de la surface. Les causes se trouvent à la surface du métal et aux matières touchant la surface.

### Naissance

Les causes de corrosion les plus fréquentes sont des processus électrochimiques et chimiques :

- Des **RÉACTIONS CHIMIQUES** se produisent lorsque des métaux réagissent avec l'humidité et l'air et qu'une couche d'oxydation se forme (par exemple, la rouille sur l'acier). Les éléments de construction qui sont exposés à des températures élevées sont particulièrement touchés, par exemple des tuyaux de poêle, des chapeaux de cheminée.
- Des **RÉACTIONS ÉLECTROCHIMIQUES** se produisent lorsque différents métaux sont mis en contact l'un avec l'autre en présence d'un liquide conducteur d'électricité (électrolyte).

Des éléments galvaniques (piles) naissent ainsi et le flux d'électrons qui se produit provoque la décomposition d'un des métaux. L'électrolyte, habituellement de l'eau, prend en charge le transport des électrons.

C'est le métal le moins noble qui est décomposé. Pour savoir lequel est le métal le moins noble, il faut consulter la série de tension ci-dessous.

### Série des tensions

On part de l'hydrogène qu'on va considérer comme neutre; à gauche se trouvent les métaux impurs avec des valeurs négatives, à droite les métaux nobles avec des valeurs positives. La destruction est d'autant plus rapide que la différence de tension est grande.

Les couches d'oxyde qui naissent à la surface d'un métal ne sont pas toujours une cause de corrosion. Il existe des cas où la couche d'oxyde est moins noble que le métal et dans de tels cas, le métal n'est pas détruit par cette couche.

La rouille sur l'acier est plus noble que l'acier lui-même, si bien que la corrosion n'arrête pas. Une peinture de protection sous laquelle il y a encore des parties rouillées ne sert à rien.

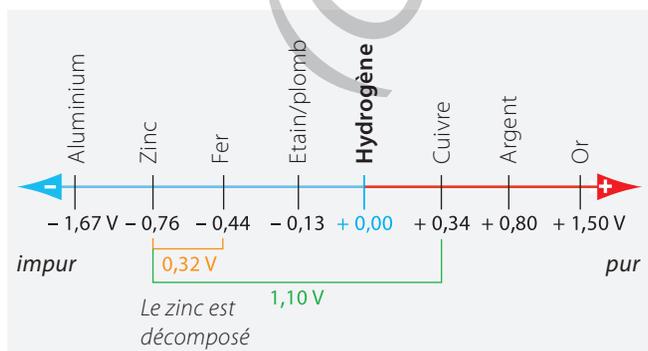


Fig. Lex. 146 : Série des tensions

### Genres de corrosion

Différents genres de corrosion peuvent se produire selon le genre de métal et l'agressivité des matières.

- La **CORROSION SUPERFICIELLE** se produit lorsque des métaux non protégés sont exposés à l'air. Dans ce genre de corrosion, la surface est lentement et régulièrement détruite par la corrosion. Les pièces en métal non protégées et de vieilles pièces dont la protection anticorrosion est détruite sont concernées par ce genre de corrosion.

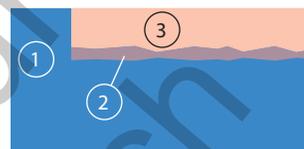


Fig. Lex. 147 : Corrosion superficielle; élément (1), couche de corrosion (2), matériau dégradé par la corrosion (3)

- La **CORROSION PAR PERFORATION** (ou corrosion perforante) se forme lorsque la corrosion pénètre localement en profondeur, p. ex. par la présence d'un corps étranger dans le métal. La corrosion creuse peu à peu le métal, puis le perce. Ce sont p. ex. des aciers inoxydables en liaison avec de l'eau salée ou des projections d'acide et de décapant (fondant) qui sont spécialement concernés.

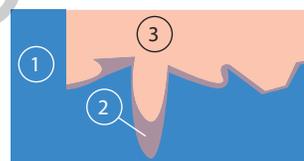


Fig. Lex. 148 : Corrosion perforante; élément (1), couche de corrosion (2), matériau dégradé par la corrosion (3)

- La **CORROSION EN FISSURES** survient lorsqu'un liquide électrolyte se trouve dans des fissures étroites (contact de métaux sans assemblage fixe) et permet ainsi leur destruction. Les endroits concernés sont des tôles chevauchantes, des rondelles, des tôles soudées par points et de mauvais cordons de soudure.

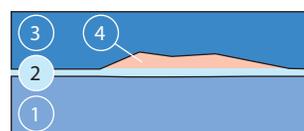


Fig. Lex. 149 : Corrosion en fissures; élément 1 (1), électrolyte (2), élément 2 (3), corrosion (4)

- La **CORROSION DE CONTACT** a lieu avec deux métaux différents qui se touchent et lorsque de l'humidité (électrolyte) s'y ajoute. Une petite tension électrique existe entre les deux métaux. La grandeur de la tension est déterminée par les métaux. Les endroits possibles qui sont concernés: travaux de ferblanterie avec cuivre/aluminium, utilisation de métaux différents dans un même bâtiment.
- La **CORROSION INTERCRISTALLINE** pénètre dans la structure du matériau et détruit le métal à la limite de ses cristaux.

# Annexes

## Index

Remarque: Toutes les inscriptions avec \* ont trait à la connaissance des matériaux pour les professionnels du bâtiment

### Symbole

$\delta$  (Lettre grecque: delta minuscule) 221

$\lambda D$  221

$\lambda$  (Lettre grecque: lambda minuscule) 219

### A

Abergements 337

Absorbeur \* 289

Absorption du son 225

Accès au toit 60

Accident

Accident non professionnel 52

Accident professionnel 52

Accidents-bagatelle 52

Action du courant sur les personnes 83

Assurance accidents 52

Causes d'accidents 51

Début et fin de l'assurance 52

Prévention

Feuillets d'information 54

Réduction des prestations d'assurance 53

Accrochage des charges 17

Accrocheur des charges 19

Acétylène 89, 93, 209

Acide de batterie 61

Acides 99

Acier \* 332

Acier au chrome-nickel \* 333

Acier chromé 206, 207

Acier galvanisé 207

Acoustique 224

Adhésion 213, 214

Adresses importantes 16

Aération du vide d'air 131

Affûtage 241, 243, 244

Agrafage simple 205

Agrafes \* 320

Agrafeuse 254

Ajustage du couteau diviseur 249

Al \* 338

Altitude de référence  $h_0$  105, 129, 165

Aluminium \* 337

AME (Austénitique Molybdène Etamé) \* 333

Aménagement 13

Aménagement d'un poste de travail 23

Amiante 10

Amiante \* 263

Amiante-ciment 100, 122, 125

Amortissement phonique 226

Amortisseur de chute 59

Amortisseur de chute mobile 59

Ancrage en bois 195

Ancrages 73, 78, 147, 187

Angle d'ouverture 18

Angles d'aération \* 326

Anhangskraft. Siehe Adhäsion

Anodisation \* 342

Anodisé \* 331

Antichute à rappel 59

Arbalétrier 116

Arc électrique 209

Architecture

Styles 43

Ardoise 122

Ardoise \* 265

Ardoises rectangulaires \* 265

Ardoise segmentée \* 265

Arêtier 108, 116, 133

Couverture de l'arêtier 130, 133, 134

Sous construction de l'arêtier 134

Arêtier ascendant 108

Argent 206, 208

Argile \* 260

Arrête-neige 136

