3e ÉDITION

GUIDE TECHNIQUE ET PRATIQUE DE LA CONSTRUCTION

FRANCIS D. K. CHING
Professeur émérite
Université de Washington à Seattle

ADAPTATION FRANÇAISE

JEAN-FRANÇOIS PERRAULT
Enseignant en technologie de l'architecture
Cégep André-Laurendeau

CONSULTATION SCIENTIFIQUE

SYLVAIN LAPIERRE
Enseignant en technique du génie civil
Collège Ahuntsic

DOMINIQUE LÉPINE
Enseignante en design d'intérieur
Cégep Garneau

TRADUCTION

LÉON COLLET

PIERRETTE MAYER

CINDY VILLENEUVE-ASSELIN

CONCEPTION ET RÉDACTION DES OUTILS PÉDAGOGIQUES EN LIGNE

VÉRONIQUE BÉLANGER
Enseignante en architecture
Collège Montmorency

DOMINIQUE LÉPINE
Enseignante en design d'intérieur
Cégep Garneau

Achetez en ligne ou en librairie
En tout temps, simple et rapide!
www.cheneliere.ca

MODULO

AVANT-PROPOS

La première édition de ce guide illustré a paru en 1975, initiant les étudiants et les travailleurs de la construction aux principes fondamentaux à la base des techniques d'édification des bâtiments. Cet ouvrage a marqué l'émergence d'une approche visuelle favorisant la compréhension des liens entre la conception et la construction.

En 1991, la deuxième édition de cet ouvrage présentait une vue d'ensemble plus étendue de la construction, en traitant notamment de l'acier de construction, du béton armé et des murs-rideaux en guise de nouveautés. Dans la troisième édition de 2001, qui proposait toujours une initiation complète aux principes fondamentaux de la construction, les illustrations et la structure des deux éditions précédentes avaient entièrement été revues et améliorées. On y approfondissait aussi davantage les questions relatives aux principes, aux éléments et aux systèmes de construction, tout en reportant le lecteur aux directives pertinentes en matière d'accessibilité aux personnes handicapées prévues dans la législation américaine et aux numéros de sections du Répertoire normatif MasterFormat[MC] élaboré par le Constructions Specifications Institute (CSI) pour l'organisation de l'information sur la construction.

Dans le premier chapitre de la quatrième édition parue en 2008, nous présentions pour la première fois le système d'évaluation environnementale des bâtiments LEED, pour ensuite reporter le lecteur à ses critères tout au long de l'ouvrage, lorsqu'ils s'appliquaient. Dans ce même guide, qui satisfaisait aux normes du Code international du bâtiment de 2006, les numéros de sections du Répertoire normatif MasterFormat[MC] du CSI avaient été mis à jour de manière à correspondre à sa version 2004.

Dans cette cinquième édition, nous avons notamment adopté la vision selon laquelle on devrait concevoir et construire un bâtiment, et aménager un site, en tenant compte de l'environnement, et en particulier du contexte et du climat, de manière à réduire la dépendance à des dispositifs de régulation de l'environnement de même que la consommation d'énergie. Conformément à ce point de vue, nous continuons à faire référence aux critères de la plus récente édition du système d'évaluation environnementale des bâtiments LEED ainsi qu'aux numéros de sections de l'édition 2011 du Répertoire normatif MasterFormat[MC] du CSI, lorsque cela s'avère pertinent. Bon nombre des modifications et des ajouts apportés à cette cinquième édition, notamment la mise à jour des renseignements sur les technologies d'éclairage et les moyens de réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments, se veulent simplement complémentaires et parfois subtils, mais dans l'ensemble, ils témoignent d'un engagement constant à bâtir de façon judicieuse et durable.

Il est presque impossible de traiter de tous les matériaux et de toutes les techniques de construction, mais l'information contenue dans ce manuel devrait s'appliquer à la plupart des projets de construction résidentielle et de construction commerciale. Les techniques de construction évoluent en fonction du développement de nouveaux matériaux, produits et normes. Mais les principes fondamentaux de la construction demeurent. Ce sont donc eux qui, dans ce manuel, guident l'évaluation et l'application des moyens s'offrant aujourd'hui à nous pour la planification, la conception et la construction d'un bâtiment.

Chaque composant, élément et système est décrit dans une perspective fonctionnelle. La forme particulière, les caractéristiques et la disponibilité d'un élément et d'un composant varient selon le fabricant et le lieu. Il est donc important de toujours suivre les recommandations du fabricant pour l'emploi d'un matériau ou d'un produit, et de prendre soin de respecter les exigences des codes en vigueur en ce qui concerne le bâtiment projeté. Il revient au lecteur de s'assurer de la pertinence de l'information contenue dans ce manuel et de juger de son application à un problème particulier. Il est recommandé, le cas échéant, de faire appel à l'expertise d'un professionnel.

Francis D. K. Ching

Le contenu de ce guide intègre les données provenant des lois, règlements, normes et codes de construction canadiens et québécois. Certaines méthodes de construction tombées en désuétude ou qui ne sont plus pratiquées au Canada parce qu'inappropriées au climat ont été conservées. C'est que la connaissance de ces méthodes de construction pourra se révéler utile pour la planification de travaux de rénovation et de restauration de bâtiments anciens ou patrimoniaux. D'autres techniques comme la construction en adobe, utilisée seulement sous les climats chauds, ont été retenues pour leur intérêt culturel, et aussi parce qu'elles pourront servir à ceux qui œuvrent dans un contexte nord-américain. Mais, dans tous les cas, le lecteur doit bien faire la distinction entre ces techniques de construction plutôt inhabituelles et celles couramment employées dans l'industrie, qui sont conformes aux normes et aux codes canadiens en vigueur.

Ce guide fournit les données numériques selon le système impérial, données suivies entre parenthèses de leur équivalent dans le système international (SI) d'unités. Il arrive souvent que ces équivalences ne coïncident pas arithmétiquement. Plusieurs raisons expliquent cette situation :

- Alors que le système impérial indique des valeurs nominales, notamment pour le bois de charpente et l'acier structural, le système international indique plutôt les dimensions réelles.
- Les valeurs en unités internationales sont arrondies aux cinq millimètres près. Pour les très petites dimensions, elles sont généralement arrondies au millimètre près.
- Des produits fabriqués et dimensionnés en unités internationales, par exemple certains contreplaqués canadiens, n'ont pas d'équivalents en unités impériales.
- Plusieurs données contenues dans les normes et les codes canadiens sont tirées de documents américains ou de documents ayant fait l'objet d'un consensus nord-américain. Ils présentent donc des données numériques qui ont été importées du système impérial pour être converties en unités internationales et arrondies aux cinq millimètres près.
- La coexistence du système impérial et du système international dans l'industrie de la construction au Canada provoque certaines incohérences. Par exemple, les codes canadiens indiquent l'espacement des éléments de charpente en unités internationales – 400 mm, 600 mm –, alors que sur les chantiers on utilise fréquemment les unités impériales – 16" et 24", dont les équivalents réels sont 405 mm et 610 mm.

Ne reste qu'à souhaiter que ce guide remplisse son objet : permettre à quiconque s'intéresse à la construction d'acquérir ou d'approfondir des connaissances techniques qui trouvent leur prolongement immédiat dans un savoir-faire.

REMERCIEMENTS

Cette troisième édition du *Guide technique et pratique de la construction* a été rendue possible grâce au travail de nombreuses personnes : Éric Patry, Cégep de l'Outaouais ; Jean-Guy Bélisle, Collège Montmorency ; Frédéric Bernier, Cégep Garneau ; Jean Forget, Cégep de Saint-Jean-sur-Richelieu ; Guy Gauthier, Collège André-Laurendeau ; et Larry O'Shaughnessy, École de technologie supérieure (ÉTS).

Nous tenons également à remercier monsieur Michel L. Saint-Pierre, enseignant retraité du Cégep de Rimouski, adaptateur des deux premières éditions.

Enfin, nous tenons à souligner la contribution des consultants scientifiques : Sylvain Lapierre, enseignant en technique du génie civil au Collège Ahuntsic, et Dominique Lépine, enseignante en design d'intérieur au Cégep Garneau.

TABLE DES MATIÈRES

1 Emplacement ____ 1

2 Bâtiment ____ 39

3 Fondations ____ 69

4 Planchers ____ 95

5 Murs ____ 135

6 Toit ____ 185

7 Protection contre l'humidité et isolation thermique ____ 215

8 Portes et fenêtres ____ 265

9 Constructions spéciales ____ 303

10 Finitions ____ 333

11 Systèmes mécaniques et électriques ____ 363

12 Notes sur les matériaux ____ 409

Annexes ____ 431

Glossaire ____ 459

Bibliographie ____ 464

Index ____ 467

1 EMPLACEMENT

1.1 Contexte 2
1.2 Construction durable 3
1.3 Bâtiment vert 4
1.4 Système d'évaluation des bâtiments durables du LEED Canada 5
1.5 Objectifs d'efficacité énergétique 6
1.6 Analyse du terrain 7
1.7 Sols 8
1.8 Mécanique des sols 9
1.9 Topographie 10
1.10 Végétation 12
1.11 Arbres 13
1.12 Rayonnement solaire 14
1.13 Chauffage solaire passif 16
1.14 Ombrage solaire 18
1.15 Éclairage du jour 19
1.16 Précipitations 20
1.17 Drainage du terrain 21
1.18 Vents 22
1.19 Environnement sonore et visuel 23
1.20 Réglementation 24
1.21 Règlements de zonage 25
1.22 Accès au terrain et circulation sur le terrain 26
1.23 Circulation piétonnière 27
1.24 Circulation routière 28
1.25 Stationnement des véhicules 29
1.26 Protection des pentes 30
1.27 Murs de soutènement 31
1.28 Pavage 34
1.29 Plan d'aménagement 36
1.30 Description du terrain 38



Les bâtiments n'existent pas isolément. Ils sont conçus à des fins socioculturelles, économiques et politiques et sont érigés dans des milieux naturels ou déjà aménagés, assortis de contraintes et de possibilités de mise en valeur. La conception et la construction de bâtiments doivent donc être précédées d'une évaluation précise de l'environnement du terrain.

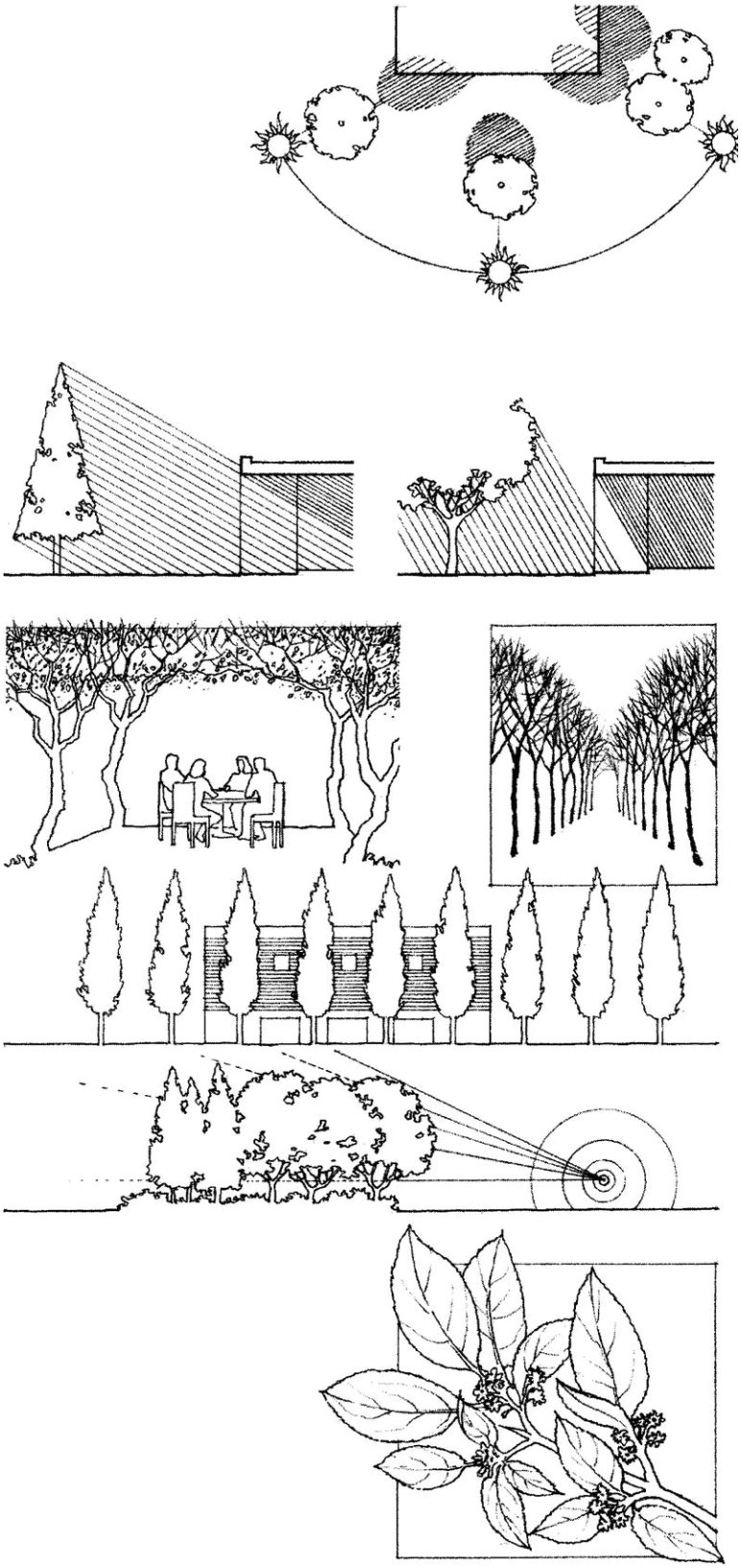
La topographie, la végétation et le microclimat du terrain influent sur la conception du bâtiment dès son début. Le concepteur désireux d'optimiser le confort des futurs occupants et d'économiser l'énergie et les ressources s'appuie sur les qualités du terrain, adapte la forme et le plan du bâtiment au paysage et tient compte de la trajectoire du soleil, de la force des vents et de l'écoulement de l'eau qui caractérisent le terrain.

Outre l'environnement, il faut respecter la réglementation en vigueur en matière de zonage, qui détermine les utilisations acceptables du terrain et les activités qui y sont permises, les dimensions et la forme du bâtiment ainsi que son emplacement sur le terrain.

De même que l'environnement et la réglementation influent sur l'emplacement et la construction d'un bâtiment, la présence de ce dernier, son utilisation et son entretien imposent inévitablement des contraintes additionnelles sur les systèmes de transport et les autres services publics ou privés. Il est donc essentiel de se demander quelle peut être l'ampleur maximale de la construction sur un terrain si on veut éviter d'excéder la capacité des services, de consommer une quantité abusive d'énergie ou de causer des dommages au milieu.

Il est toutefois impossible d'examiner les facteurs environnementaux dont il faut tenir compte lors de l'aménagement d'un site et de la conception d'un bâtiment sans parler d'abord brièvement de construction durable.

Les arbres influent de diverses façons sur l'environnement immédiat d'un bâtiment.



Ombrage

La quantité de rayonnement solaire capté ou filtré par un arbre dépend :

- de son orientation par rapport au soleil ;
- de la distance le séparant d'un bâtiment ou d'un espace extérieur ;
- de sa forme, de son envergure et de sa hauteur ;
- de la densité de son feuillage et de la structure de ses branches.

- Les arbres situés au sud-est d'un bâtiment ou d'un espace extérieur offrent un ombrage optimal en matinée tandis que ceux situés au sud-ouest offrent un meilleur ombrage en fin d'après-midi, lorsque le soleil est bas et projette de longues ombres.
- Les surplombs exposés au sud offrent un ombrage optimal à mi-journée, alors que le soleil est haut et qu'il projette de petites ombres.
- Les feuillus font de l'ombrage et protègent contre l'éblouissement en été, et ils laissent passer le rayonnement solaire entre leurs branches en hiver.
- Les conifères font de l'ombrage toute l'année et réduisent l'éblouissement nival en hiver.

Barrière au vent

- Les conifères offrent une bonne barrière au vent et diminuent la perte de chaleur d'un bâtiment en hiver.
- Le feuillage des arbres diminue la quantité de poussières soufflées par le vent.
- Voir aussi la page 22.

Délimitation de l'espace

- Les arbres peuvent délimiter les espaces extérieurs consacrés aux activités et aux déplacements.

Encadrement et masquage des vues

- Les arbres encadrent les vues désirées.
- Les arbres cachent les vues indésirables et confèrent un caractère plus intime aux espaces extérieurs.

Réduction du bruit

- Un assortiment de feuillus et de conifères est des plus efficaces pour intercepter et réduire les bruits aériens, particulièrement lorsque des buttes de terre sont présentes.

Amélioration de la qualité de l'air

- Des particules en suspension finissent par se déposer sur les feuilles des arbres, puis sont emportées au sol par la pluie.
- Les feuilles peuvent aussi assimiler des polluants à l'état gazeux ou autre.
- La photosynthèse métabolise des émanations et d'autres odeurs.

Stabilisation du sol

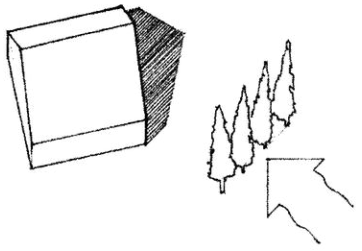
- Les racines des arbres stabilisent le sol, le rendent plus perméable à l'eau et à l'air, et enrayent l'érosion.

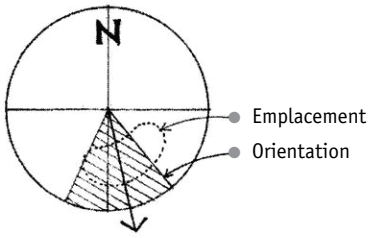
Voici les formes et les orientations recommandées pour un bâtiment isolé, dans différentes régions climatiques. L'information donnée ici doit être envisagée à la lumière de toute autre exigence découlant du contexte ou du programme architectural.

Régions froides

La réduction de l'aire d'un bâtiment au minimum nécessaire diminue l'exposition aux basses températures.

- Maximisation de l'absorption du rayonnement solaire
- Diminution des pertes de chaleur par rayonnement, conduction et évaporation
- Protection contre les vents

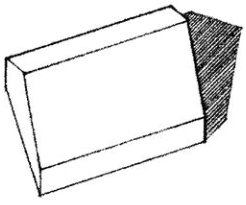


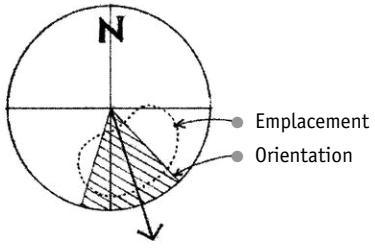


Régions tempérées

L'allongement d'un bâtiment sur l'axe est-ouest maximise la surface des murs exposés au sud.

- Réduction au minimum des surfaces exposées à l'est et à l'ouest, qui sont généralement plus chaudes en été et plus froides en hiver que les surfaces exposées au sud
- Meilleur équilibre entre l'apport de chaleur solaire et la protection par ombrage sur une base saisonnière
- Meilleur déplacement d'air par temps chaud et meilleure protection contre le vent par temps froid

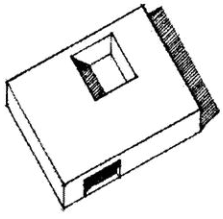


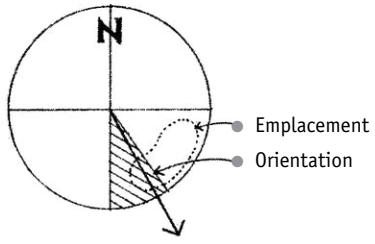


Régions chaudes et arides

L'enceinte du bâtiment devrait comprendre une cour intérieure.

- Diminution de l'apport de chaleur par rayonnement solaire et par conduction
- Accroissement du refroidissement par évaporation grâce à la présence de fontaines, de bassins et de végétation
- Apport d'ombrage sur les fenêtres et les espaces extérieurs

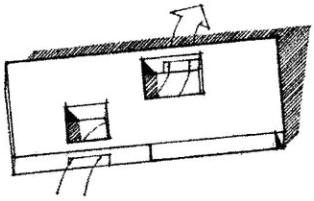


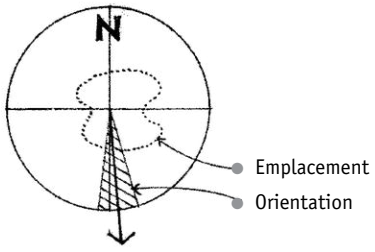


Régions chaudes et humides

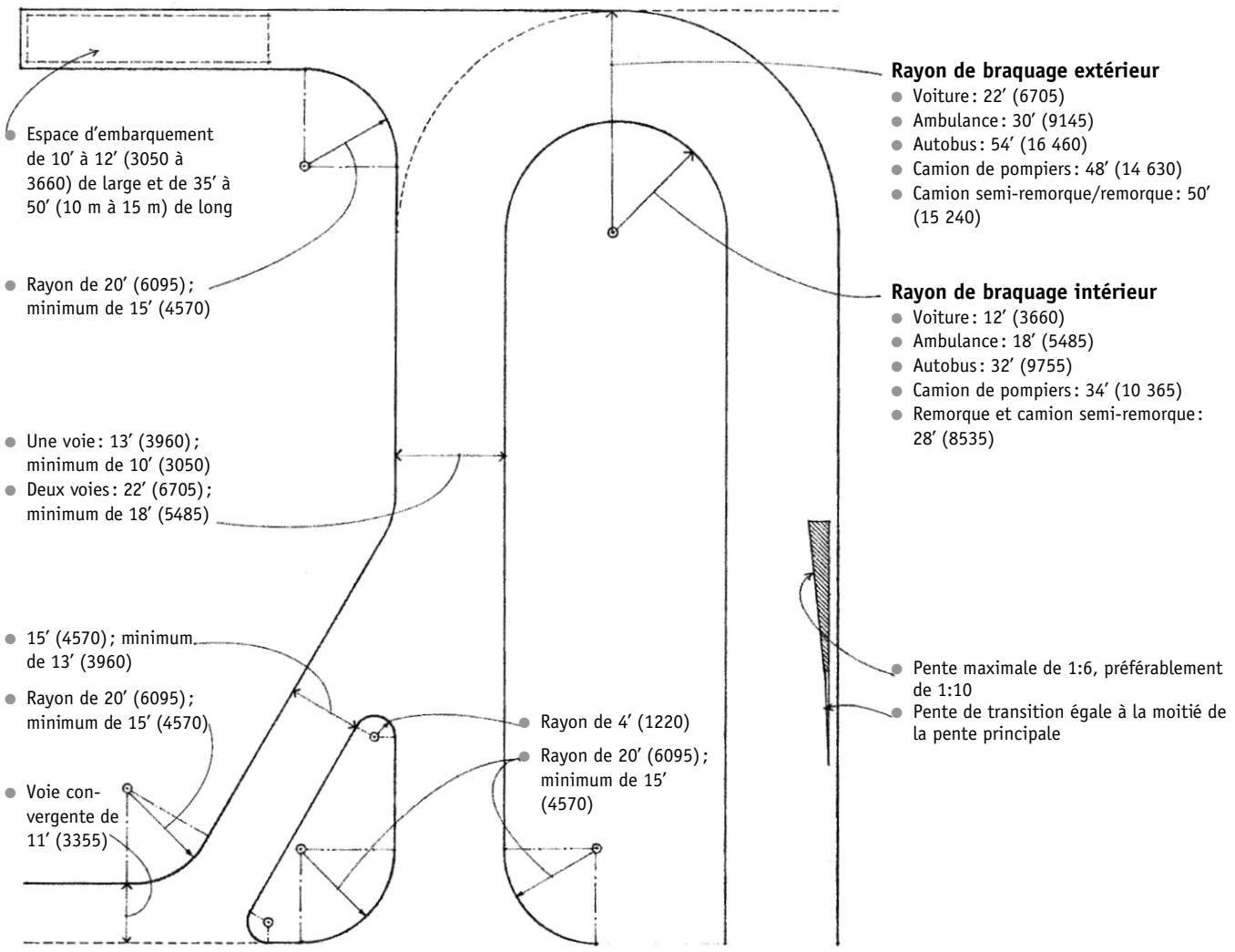
L'allongement du bâtiment sur l'axe est-ouest réduit au minimum l'exposition à l'est et à l'ouest.

- Diminution de l'apport de chaleur solaire
- Utilisation du vent pour le refroidissement par évaporation
- Apport d'ombrage sur les fenêtres et les espaces extérieurs

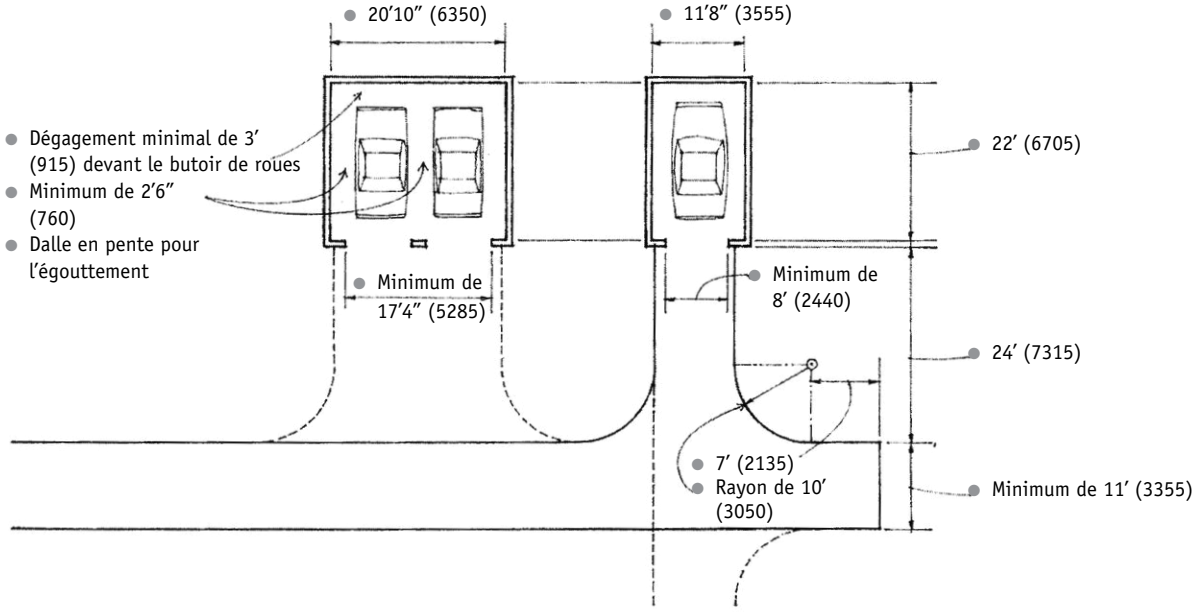




Chaussées privées



Entrées résidentielles et garages



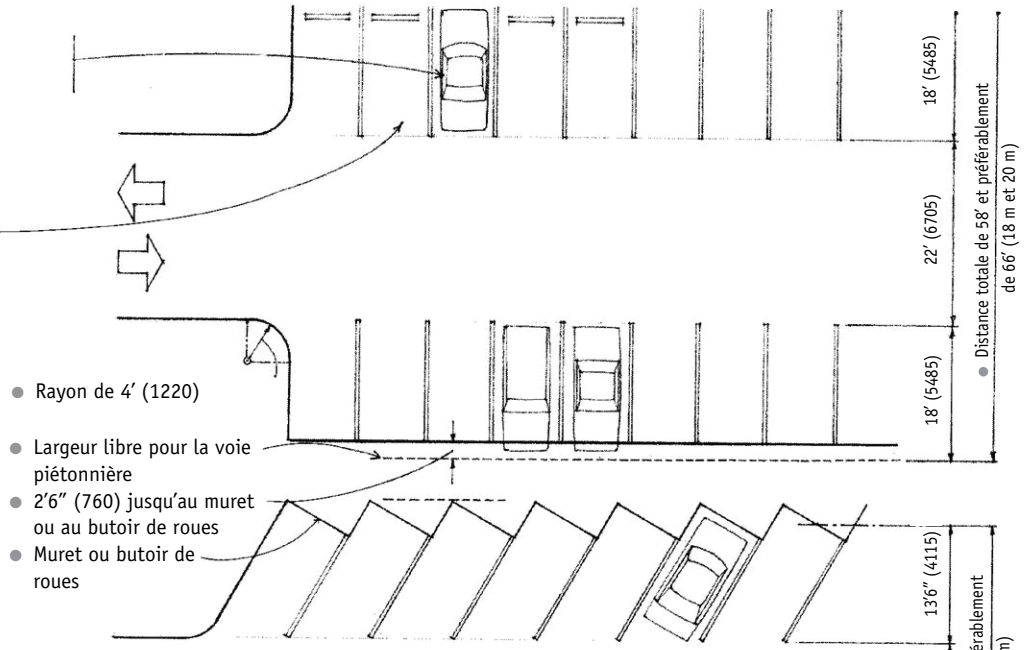
Parcs de stationnement

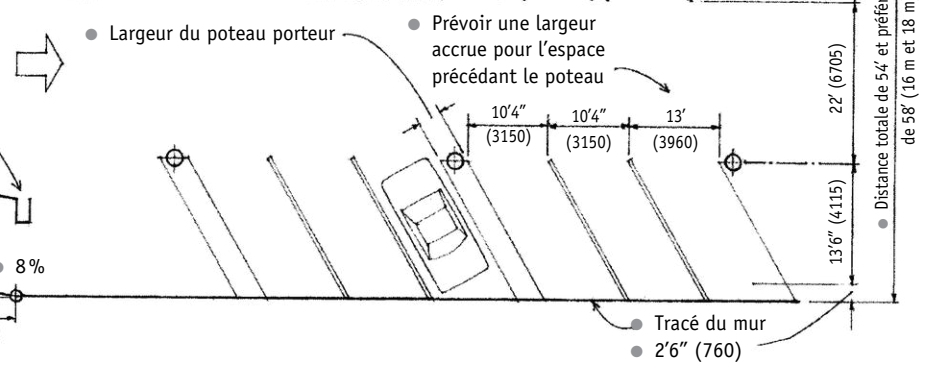
Dimensions des véhicules

- Voiture compacte : 5′8″ × 16′ (1725 × 4875)
- Voiture standard : 6′6″ × 18′ (1980 × 5485)

Places de stationnement

- Voiture compacte : 8′ × 16′ (2440 × 4875)
- Voiture standard : 8′6″ à 9′ (2590 à 2745) × 18′ à 20′ (5485 à 6095)
- Pente de 1 % à 5 % pour l'égouttement ; pente recommandée de 2 % à 3 %





Rampes de garage

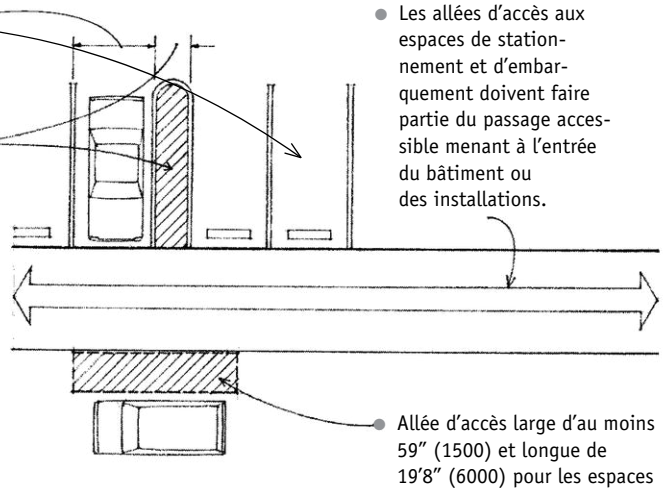
- Hauteur libre minimale de 7′ (2135)
- 8 %
- 16 %
- 8 %
- Pente de transition égale à la moitié de la pente de la rampe ; longueur de 10′ (3050)

Directives de la norme CSA en matière d'accessibilité



- Les lois et règlements municipaux, provinciaux et fédéraux stipulent le nombre requis d'espaces accessibles.
- Aménager les espaces de stationnement accessibles le plus près possible de l'entrée du bâtiment ou des installations.
- Pente maximale des espaces et des allées d'accès de 1:50

- Largeur minimale de 96″ (2440)
- Allée d'accès d'au moins 59″ (1500), qui peut desservir deux espaces de stationnement accessibles.
- Indiquer les espaces de stationnement accessibles au moyen d'un panneau et d'un pictogramme sur la chaussée représentant le symbole international d'accessibilité.
- Les espaces de stationnement accessibles pour les fourgonnettes transportant des personnes handicapées doivent avoir une hauteur libre de 110″ (2795) et être dotés d'une allée d'accès large d'au moins 96″ (2440).



- Les allées d'accès aux espaces de stationnement et d'embarquement doivent faire partie du passage accessible menant à l'entrée du bâtiment ou des installations.
- Allée d'accès large d'au moins 59″ (1500) et longue de 19′8″ (6000) pour les espaces d'embarquement adjacents et parallèles aux endroits où s'arrêtent les véhicules

2 BÂTIMENT

2.1 Systèmes du bâtiment 40
2.2 Systèmes de construction 41
2.3 Codes du bâtiment 43
2.4 Types de constructions 44
2.5 Charges sur le bâtiment 46
2.6 Charges dues aux vents 47
2.7 Charges dues aux séismes 48
2.8 Forces appliquées à la structure 49
2.9 Équilibre d'une structure 50
2.10 Poteaux 51
2.11 Poutres 52
2.12 Portées des poutres 53
2.13 Fermes 54
2.14 Cadres et murs 55
2.15 Dalles 56
2.16 Unités structurales élémentaires 57
2.17 Portées des éléments horizontaux 58
2.18 Grilles structurales 59
2.19 Stabilité latérale 60
2.20 Bâtiments de grande hauteur 62
2.21 Arcs et voûtes 63
2.22 Dômes 64
2.23 Structures en coque 65
2.24 Structures à câbles 66
2.25 Structures à membrane 67
2.26 Joints et assemblages 68

Structure

La structure d'un bâtiment est conçue et construite pour supporter et transmettre au sol, en toute sécurité, son poids et ses charges latérales, compte tenu des contraintes admissibles que peuvent subir ses éléments.

- La superstructure d'un bâtiment désigne la partie qui s'élève au-dessus de ses fondations.
- Les poteaux, les poutres et les murs porteurs soutiennent les planchers et le toit.
- L'infrastructure d'un bâtiment désigne la structure sous-jacente qui en forme la fondation.

Enveloppe

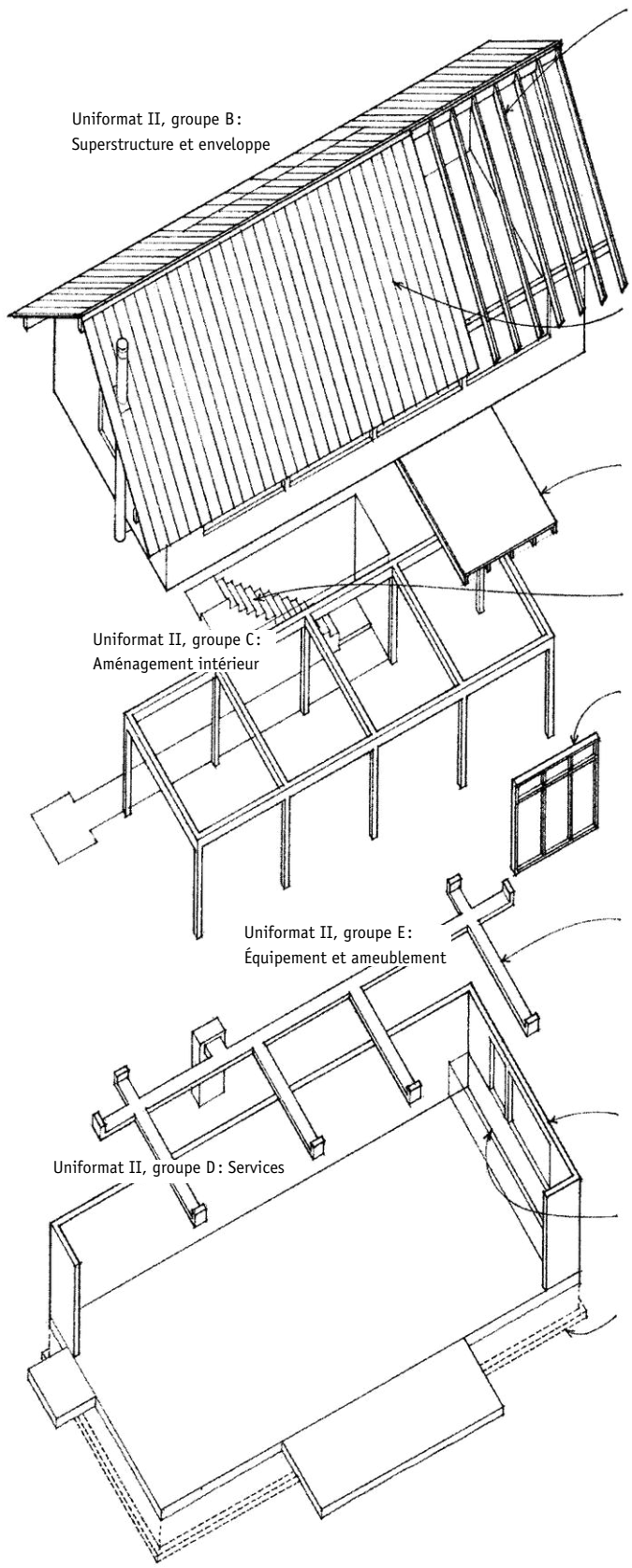
L'enceinte d'un bâtiment en constitue l'enveloppe. Elle comprend le toit, les murs extérieurs, les portes et les fenêtres.

- Le toit et les murs extérieurs protègent les espaces intérieurs contre les intempéries et modulent l'humidité, la chaleur et la circulation d'air dans les éléments constitutifs du bâtiment.
- Les murs extérieurs et le toit amortissent aussi les bruits et procurent sécurité et intimité aux occupants.
- Les portes assurent l'accès à l'intérieur du bâtiment.
- Les fenêtres laissent passer la lumière et l'air, et offrent différents panoramas.
- Quant aux murs intérieurs et cloisons, ils divisent l'intérieur en pièces distinctes.

Systèmes mécaniques

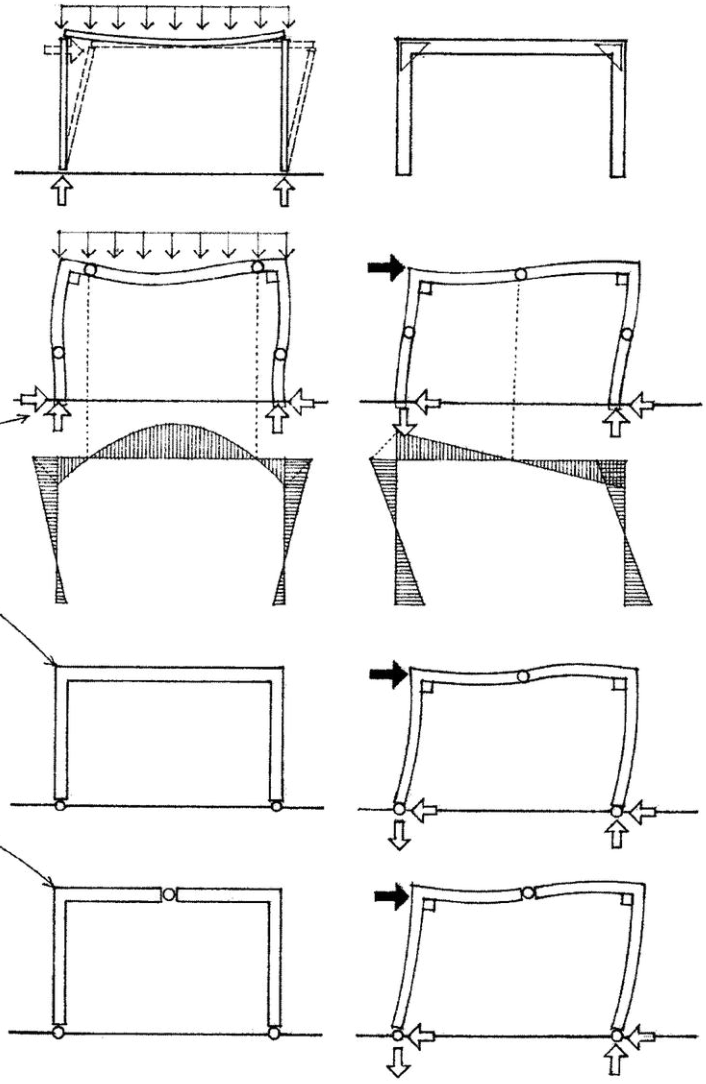
Les systèmes mécaniques d'un bâtiment fournissent des services essentiels pour son occupation.

- Le système d'alimentation en eau procure l'eau potable nécessaire pour satisfaire les besoins de consommation et d'hygiène.
- Le système d'évacuation des eaux d'égout rejette les déchets liquides et les matières organiques usées.
- Les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation rendent l'intérieur confortable.
- Le système électrique commande, mesure et protège l'alimentation en électricité, et distribue le courant en toute sécurité aux appareils électriques et aux systèmes d'éclairage, de sécurité et de communication.
- Les systèmes de transport vertical assurent les déplacements des personnes et des biens d'un niveau à un autre dans les édifices en hauteur.
- Les systèmes de lutte contre l'incendie détectent et éteignent les incendies.
- Les édifices en hauteur doivent parfois être dotés de systèmes d'élimination et de recyclage de déchets.

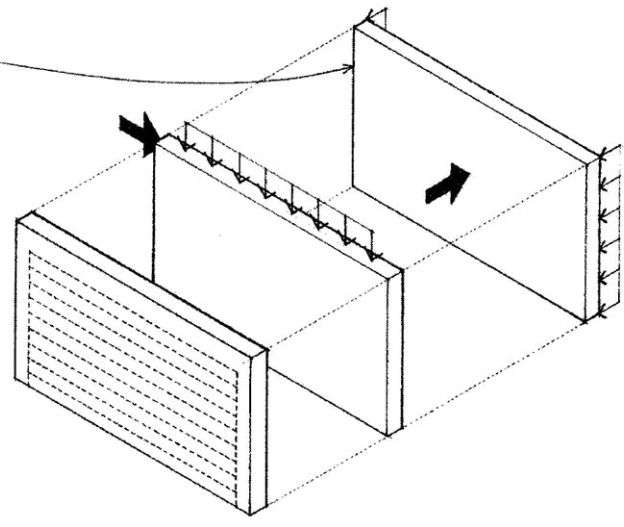


Une poutre simple supportée par deux poteaux ne résiste à des forces latérales que si elle est contreventée. Si les joints qui unissent les poteaux et la poutre peuvent résister aux forces et aux moments, l'ensemble est alors qualifié de cadre rigide. Les charges appliquées exercent des forces axiales, des forces de flexion et des forces de cisaillement sur tous les éléments du cadre parce que les joints rigides empêchent les extrémités des éléments de bouger librement. De plus, des poussées horizontales apparaissent à la base d'un cadre rigide lorsqu'il est exposé à une charge verticale. Un cadre rigide est statiquement indéterminé et n'est rigide que dans son plan.

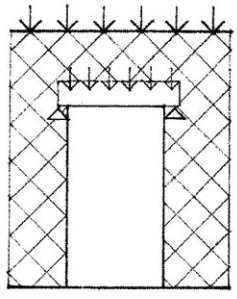
- Un cadre encastré est un cadre rigide relié à ses appuis par des joints encastrés. Un cadre encastré oppose une plus grande résistance à la déformation qu'un cadre articulé, mais il est également plus sujet au tassement des appuis ainsi qu'à la dilatation et à la contraction thermiques.
- Un cadre articulé est un cadre rigide relié à ses appuis par des articulations ou joints cylindriques. Ceux-ci empêchent la formation de fortes contraintes de flexion en permettant à l'ensemble du cadre de bouger sous l'effet du tassement des appuis et de se déformer légèrement lorsque apparaissent des contraintes dues à des variations de température.
- Un cadre à trois articulations est un ensemble de deux sections rigides reliées l'une à l'autre et à leurs appuis par des joints cylindriques. S'il est plus sujet à la flexion que le cadre encastré ou articulé, le cadre à trois articulations est cependant moins exposé au tassement des appuis et aux contraintes thermiques. La présence des trois joints cylindriques rend aussi possible l'analyse du cadre en tant que structure déterminée statiquement.

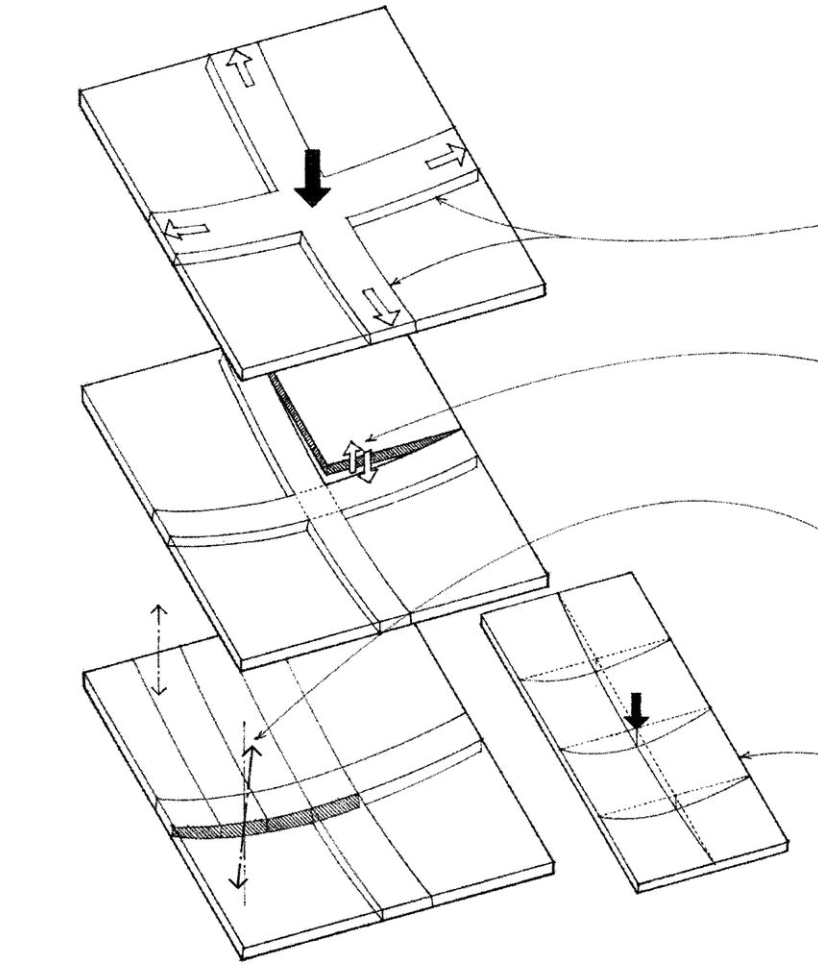


Le remplissage du plan défini par deux poteaux et une poutre donne lieu à un mur porteur qui se comporte comme un poteau long et mince en transférant au sol les forces de compression. Les murs porteurs sont plus efficaces lorsqu'ils supportent des charges coplanaires uniformément réparties, mais plus vulnérables lorsque les forces sont perpendiculaires à leur plan. Pour offrir une stabilité latérale, les murs porteurs doivent buter contre des pilastres, des murs de refend, des cadres rigides transversaux ou des dalles horizontales.



Toute ouverture dans un mur porteur en affaiblit l'intégrité structurale. Un linteau ou un arc doit supporter la charge s'exerçant au-dessus de l'ouverture d'une porte ou d'une fenêtre et dévier les contraintes de compression autour de l'ouverture pour les orienter vers les sections adjacentes du mur.

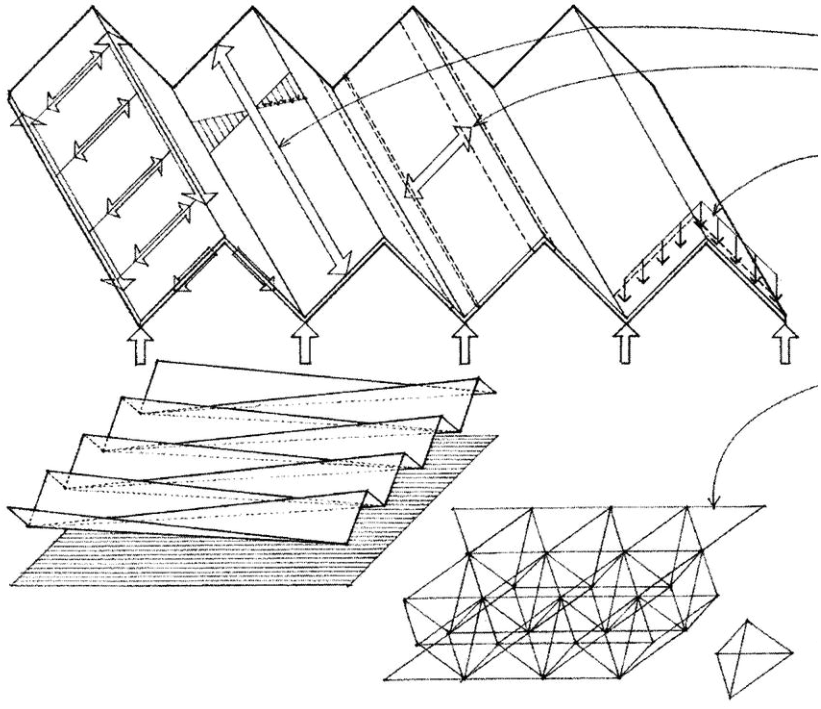




Une dalle est une structure rigide, plane et habituellement monolithique dans laquelle les charges appliquées se dispersent en un réseau multidirectionnel et parviennent aux appuis selon le trajet le plus court et le plus rigide. Un exemple d'une telle structure est une dalle en béton armé.

La dalle apparaît comme une série de bandes de poutre adjacentes et entièrement reliées les unes aux autres sur toute leur longueur. Lorsqu'une charge appliquée se transmet aux appuis grâce à la flexion d'une bande de poutre, elle se répartit sur toute la dalle, car le cisaillement vertical se transmet de la bande fléchie aux bandes adjacentes. La flexion d'une bande de poutre entraîne aussi la torsion des bandes transversales, dont la résistance à la torsion accentue la rigidité globale de la dalle. Par conséquent, si une flexion et un cisaillement transfèrent une charge en direction de la bande de poutre chargée, un cisaillement et une torsion transfèrent la charge perpendiculairement à la bande chargée.

Une dalle doit être carrée ou faiblement rectangulaire pour se comporter comme une structure bidirectionnelle. Dans le cas d'une dalle plus fortement rectangulaire, le comportement bidirectionnel s'amoindrit et un effet unidirectionnel sur la dimension la plus courte apparaît ensuite, car les bandes de dalle plus courtes sont plus rigides et portent une plus grande partie de la charge.

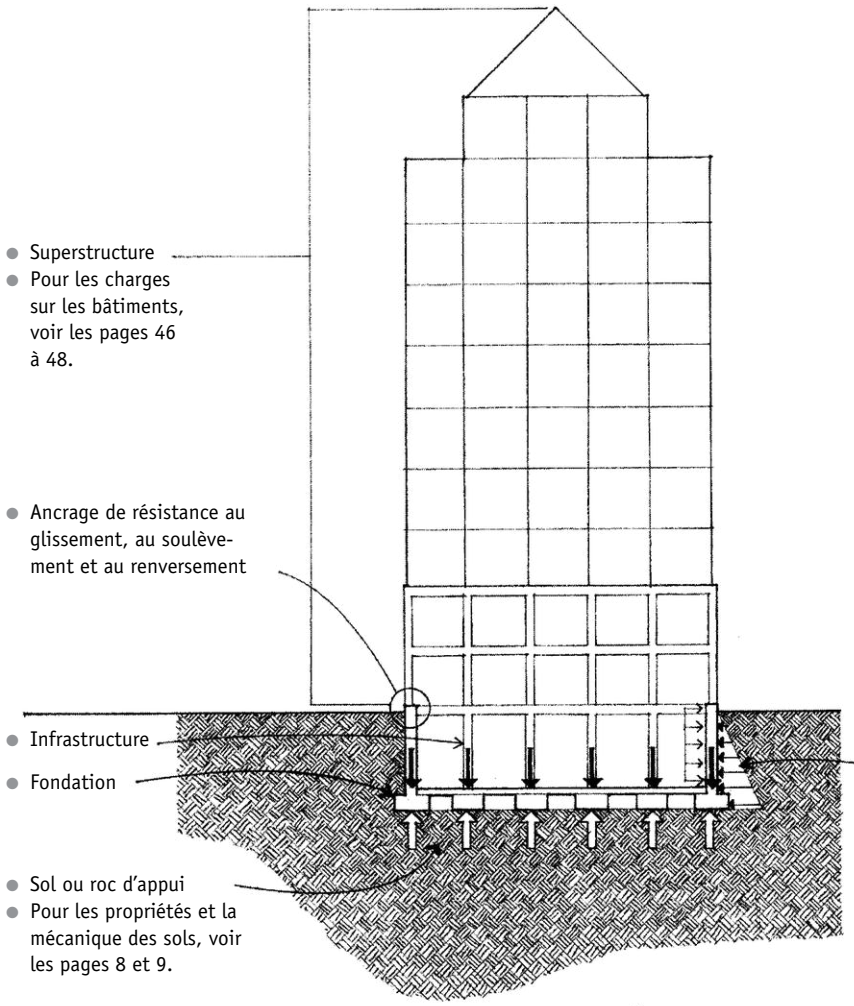


Les dalles plissées sont composées d'éléments minces et profonds à joints rigides le long de leurs extrémités. Ces éléments forment des angles aigus l'un avec l'autre pour se renforcer mutuellement contre le flambage latéral. Chaque élément se comporte comme une poutre en direction longitudinale. La portée est moindre dans la direction la plus courte en raison des plis, dont chacun se comporte comme un appui rigide. Les bandes transversales font office de poutre continue s'appuyant sur les points de pli. Les raidisseurs verticaux ou cadres rigides rendent une dalle plissée moins sujette à la déformation de son plissage. La rigidité de la section transversale qui en résulte confère une portée relativement grande aux plaques plissées.

Une grille plane tridimensionnelle est composée de petits éléments linéaires et rigides qui sont disposés en triangles et sujets seulement à une traction ou à une compression axiales. L'unité la plus simple d'une grille plane tridimensionnelle est le tétraèdre à quatre joints et à six éléments. Puisqu'une grille plane tridimensionnelle a un comportement analogue à celui d'une dalle, sa travée d'appui doit aussi être carrée ou faiblement rectangulaire pour servir de structure bidirectionnelle. L'agrandissement de l'aire porteuse des appuis répartit l'effet de cisaillement sur un plus grand nombre d'éléments et diminue l'ampleur des forces qui s'exercent sur ceux-ci. Pour plus de renseignements sur les structures tridimensionnelles, se reporter à la page 194.

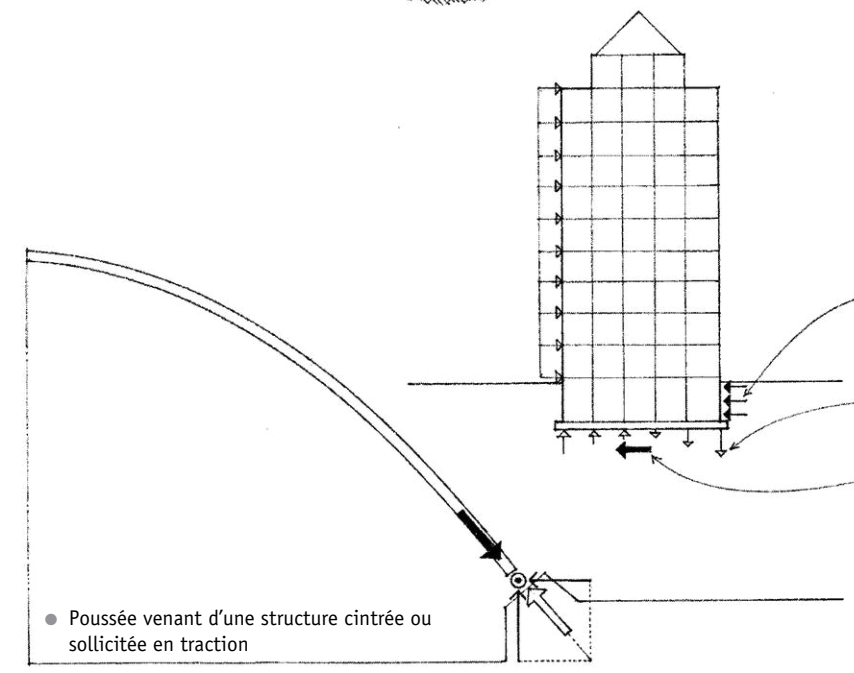
3 FONDATIONS

3.1 Systèmes de fondations 70
3.2 Types de fondations 72
3.3 Reprise en sous-œuvre 74
3.4 Systèmes d'étaiement d'excavation 75
3.5 Fondations superficielles 76
3.6 Empattements 77
3.7 Murs de fondation 78
3.8 Semelles de poteaux 84
3.9 Fondations sur un sol en pente 85
3.10 Dalles de béton sur le sol 86
3.11 Fondations sur poteaux 90
3.12 Fondations profondes 92
3.13 Fondations sur pieux 93
3.14 Fondations en caissons 94



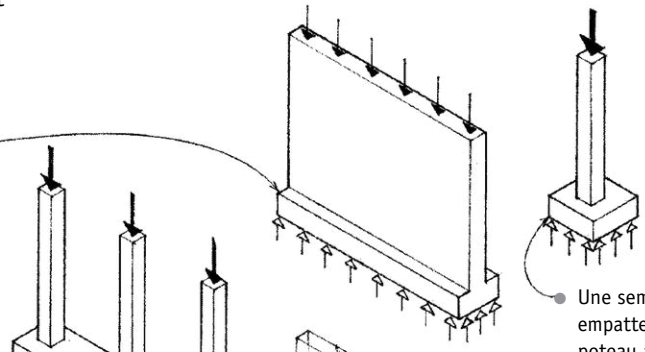
Construites partiellement ou entièrement sous la surface du sol, les fondations forment la partie la plus basse d'un bâtiment, son infrastructure. Leur principale fonction est de porter et d'ancrer la superstructure du bâtiment, et de transmettre en toute sécurité ses charges à la terre. Puisqu'elles jouent un rôle vital dans la répartition et la décomposition des charges sur le bâtiment, les fondations doivent à la fois correspondre à la forme et au déploiement de la superstructure et s'adapter aux caractéristiques variées du sol, de la roche et de l'eau souterraine, en bref du sous-sol.

Les principales charges sur les fondations sont les charges permanentes et les surcharges variables agissant à la verticale sur la superstructure. De plus, les fondations doivent ancrer la superstructure pour qu'elle résiste au glissement, au renversement et au soulèvement dus au vent, aux mouvements soudains du sol résultant d'un tremblement de terre et à la poussée que le sol et les eaux souterraines environnants exercent sur les murs du sous-sol. Parfois, les fondations doivent aussi contrebalancer la poussée venant d'une structure cintrée ou sollicitée en traction.



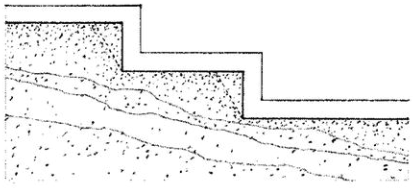
Les types d'empattements les plus courants sont les semelles filantes et les semelles isolées.

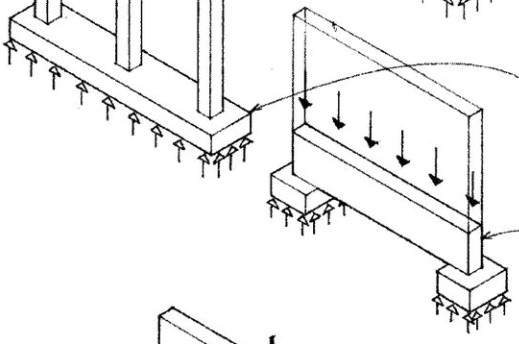
- Les semelles filantes constituent les empattements continus des murs de fondation.



Une semelle isolée est un empattement soutenant un poteau autoportant.

Voici d'autres types d'empattements :

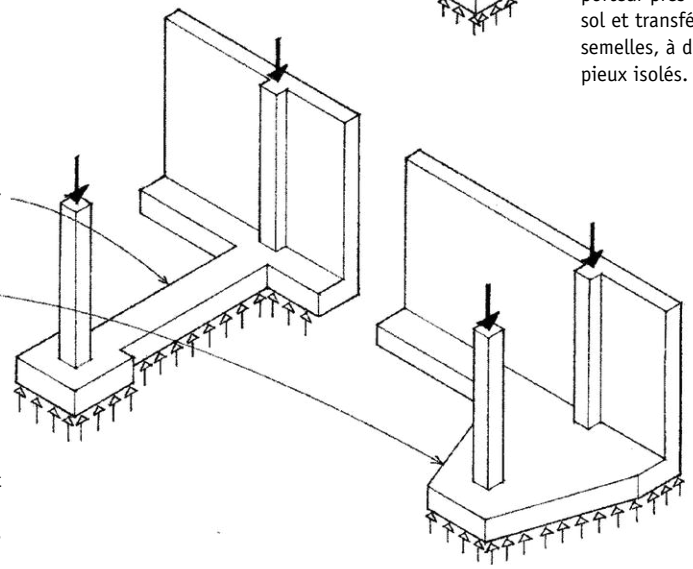


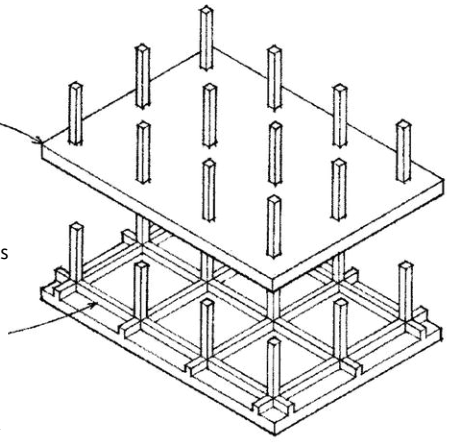


Une semelle continue est une semelle de béton armé suffisamment large pour porter une rangée de poteaux.

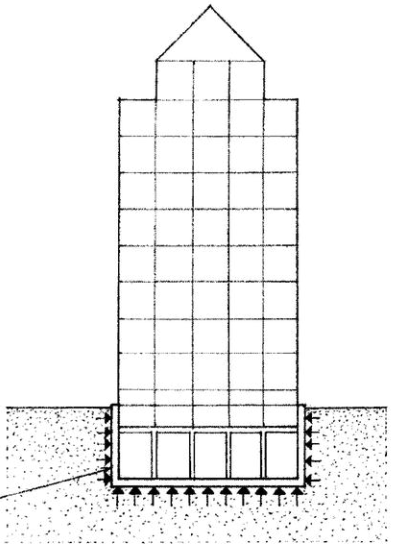
Une poutre au sol est faite de béton armé pour soutenir un mur porteur près de la surface du sol et transférer la charge à des semelles, à des poteaux ou à des pieux isolés.

- Les semelles en gradins ou en paliers sont des semelles filantes qui se succèdent à hauteur variable pour épouser la pente d'un terrain, maintenant ainsi la profondeur requise en tout point autour du bâtiment (*voir la page 85 ou la section 3.9, Fondations sur un sol en pente*).
- Une semelle en porte-à-faux ou semelle à poutre de rigidité est une semelle en poteau raccordée par une poutre de rigidité à une autre semelle pour équilibrer la répartition d'une charge asymétrique.
- Une semelle combinée (semelle continue) est une semelle de béton armé pour un mur de fondation ou un poteau qui porte une charge de poteau intérieur.
- On utilise souvent les semelles en porte-à-faux et les semelles combinées lorsque les fondations jouxtent une limite de propriété et qu'il est impossible de construire une semelle à charge symétrique. Pour éviter la rotation ou le tassement différentiel résultant d'une charge asymétrique, on dimensionne les semelles continues et les semelles en porte-à-faux de façon à ce qu'elles appliquent une pression uniforme sur le sol.





- Le radier est une dalle de béton armé épaisse et lourde qui sert de semelle monolithique pour un grand nombre de poteaux ou pour tout un bâtiment. On utilise un radier lorsque la capacité portante admissible d'un sol d'appui est faible par rapport aux charges du bâtiment et que les semelles des poteaux intérieurs seraient si vastes qu'il est plus économique de les regrouper en une seule dalle. On peut rigidifier le radier à l'aide d'une grille de nervures, de poutres ou de murs.
- Les fondations flottantes sont utilisées dans un sol élastique et leur semelle est un radier placé à une profondeur telle que le poids du sol excavé est égal ou supérieur à celui du bâtiment.



4

PLANCHERS

4.1 Systèmes de plancher 96
4.2 Poutres de béton 98
4.3 Dalles de béton 99
4.4 Béton précontraint 102
4.5 Coffrage et étayage de béton 104
4.6 Planchers de béton préfabriqués 105
4.7 Éléments de béton préfabriqués 106
4.8 Liaisons de béton préfabriquées 107
4.9 Charpente d'acier 108
4.10 Poutres d'acier 110
4.11 Assemblages de poutres d'acier 111
4.12 Poutrelles d'acier à treillis 113
4.13 Charpente à poutrelles à treillis 114
4.14 Platelage métallique 116
4.15 Solives d'acier léger laminé 117
4.16 Charpente à solives d'acier léger laminé 118
4.17 Solives en bois 120
4.18 Charpente à solives en bois 122
4.19 Sous-plancher de bois 126
4.20 Solives et poutrelles préfabriquées 127
4.21 Poutres de bois 129
4.22 Appuis de poutres en bois 130
4.23 Assemblages poutres–poteaux de bois 131
4.24 Charpente à madriers et à poutres de bois 132
4.25 Platelage en bois 134

Béton

- On classe les dalles de plancher en béton coulé sur place selon leur portée et leur forme; voir les pages 99 à 101.
- Les planchers en béton préfabriqués s'appuient sur des poutres ou des murs porteurs.

Acier

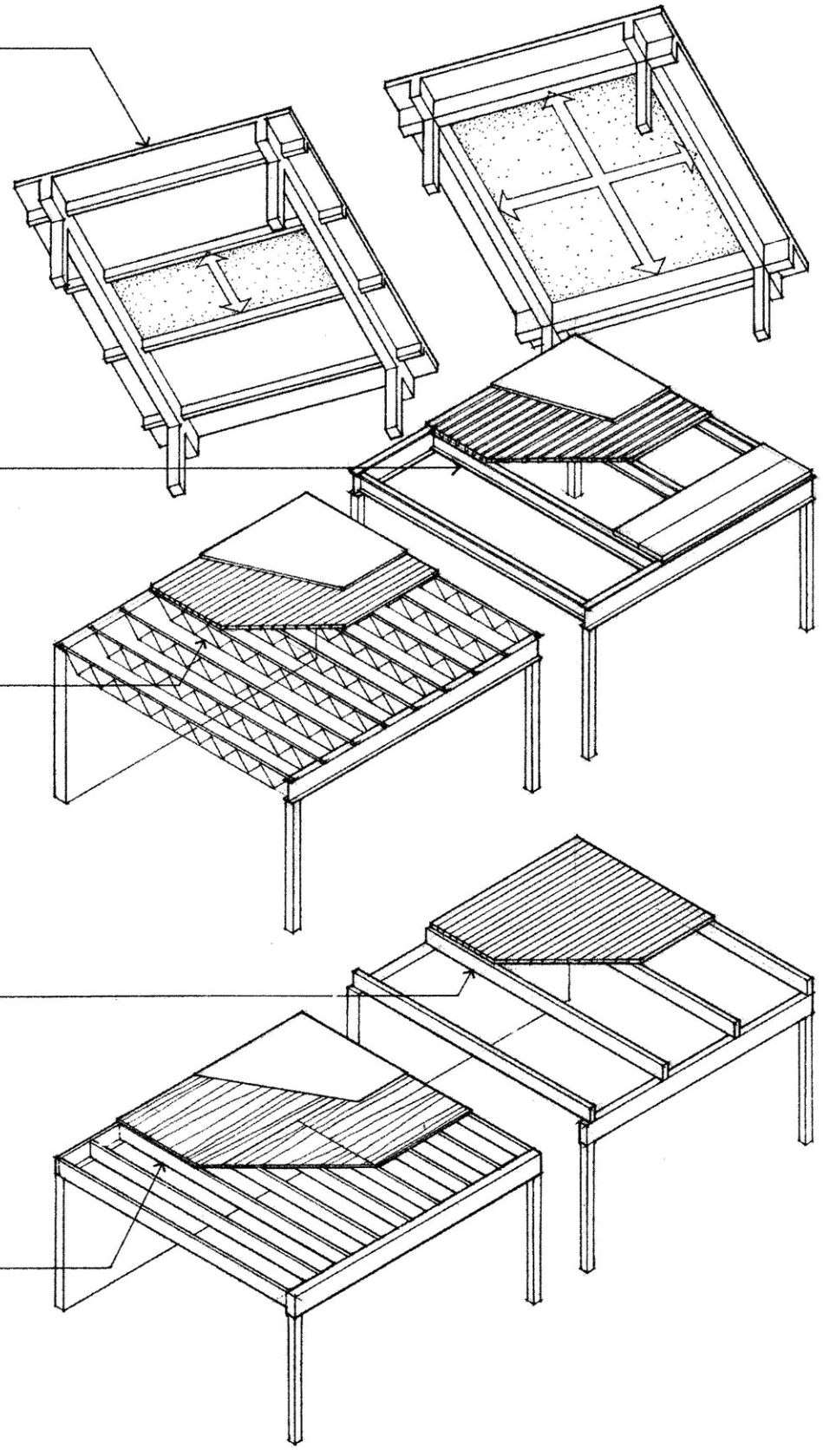
- Des poutrelles d'acier supportent le platelage d'acier ou les planchers en béton préfabriqués.
- Les poutrelles s'appuient sur des poutres maîtresses, des poteaux ou des murs porteurs.
- La structure des poutres fait partie intégrante d'un système d'ossature en acier.

- Les poutrelles métalliques légères ou à treillis peu espacées s'appuient sur des poutres ou des murs porteurs.
- Le platelage en acier et les madriers en bois ont une portée relativement courte.
- Les poutrelles se prêtent peu à des porte-à-faux.

Bois

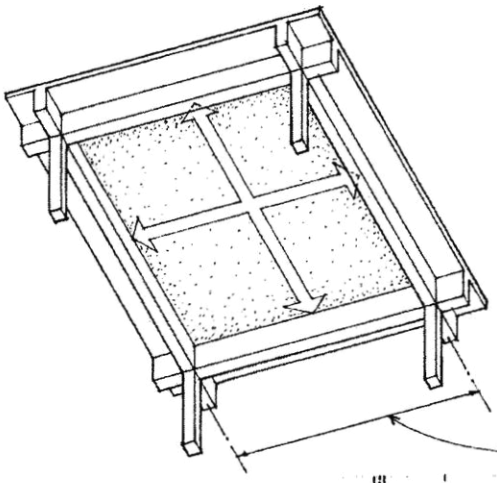
- Les poutres de bois supportent le planchéiage ou le platelage.
- Les poutres s'appuient sur des poutres maîtresses, des poteaux ou des murs porteurs.
- La présence de charges concentrées et d'ouvertures de plancher peut exiger une structure supplémentaire.
- Le sous-plancher peut demeurer exposé; on peut aussi y aménager un plafond.

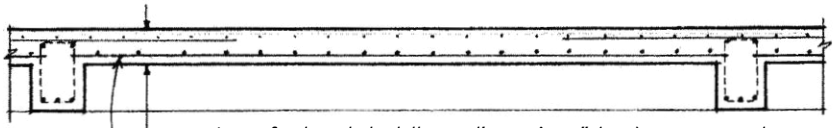
- Des solives relativement petites et peu espacées s'appuient sur des poutres ou des murs porteurs.
- Les revêtements de sous-plancher, de sous-finition et de plafond ont une portée relativement courte.
- La forme des structures faites avec des solives est flexible.



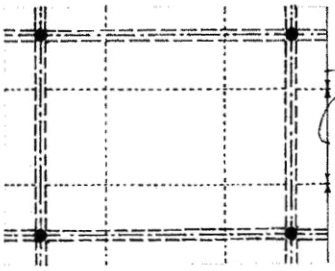
Dalle bidirectionnelle et poutres

Une dalle bidirectionnelle d'épaisseur uniforme peut être armée dans les deux directions et entièrement coulée avec ses poutres et ses poteaux d'appui, placés sur les quatre côtés d'une travée carrée ou presque carrée. La dalle bidirectionnelle convient aux portées moyennes et aux charges lourdes et oppose une grande résistance aux forces latérales. Toutefois, on opte habituellement pour une construction moins onéreuse consistant en une dalle et des plaques plates, sans poutres.





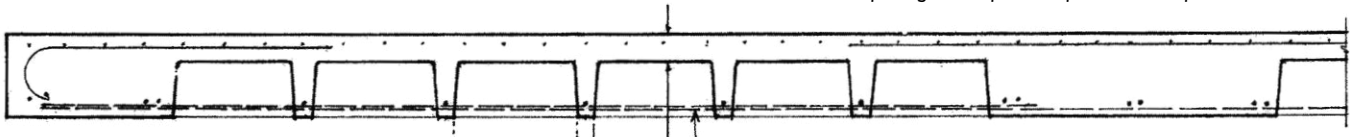
- La profondeur de la dalle est d'au moins 4″ (100) et correspond à 1/124 de son périmètre.
- Armature de traction
- Les dalles bidirectionnelles conviennent surtout aux travées carrées ou presque carrées et peuvent porter des charges moyennes ou lourdes sur une portée de 15′ à 40′ (4,5 m à 12 m).



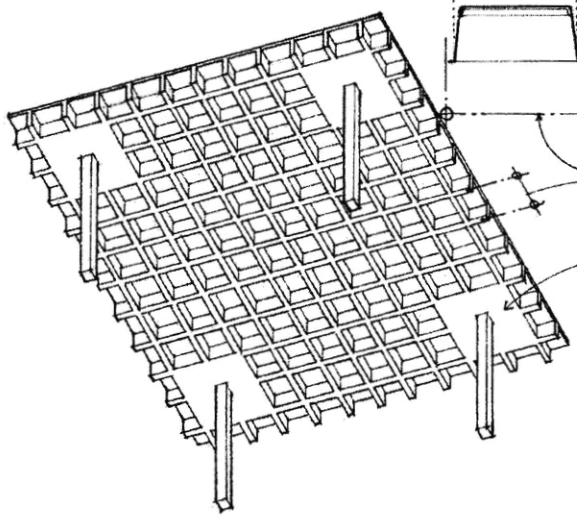
- Pour simplifier la pose de l'acier d'armature, on divise les dalles bidirectionnelles en bandes médianes et en poteaux, dans lesquels on présume que le moment par pied est constant.
- Une dalle continue qui forme un élément d'ossature s'étendant sur au moins trois appuis dans une direction donnée est exposée à des moments de flexion inférieurs à ceux d'une série de dalles unitaires à appui simple.

Dalle à caissons

Une dalle à caissons est une dalle de béton armée de nervures dans deux directions. Elle porte de plus lourdes charges et s'étend sur une plus grande portée qu'une dalle plate.



- Armature de traction
- La profondeur de la dalle est de 3″ à 4 1/2″ (75 à 115); sa profondeur totale correspond à 1/24 de la portée.
- La largeur des nervures est de 5″ ou 6″ (125 ou 150).
- Des dômes carrés en métal ou en fibre de verre sont offerts en largeurs de 19″ et de 30″ (485 et 760) et en profondeurs de 8″ à 20″ (205 à 510) par tranche de 2″ (50), ainsi qu'en de plus grandes dimensions. La présence de côtés amincis facilite le décoffrage.



- Des dômes de 19″ (485) et des nervures de 5″ (125) forment un module de 2′ (610); des dômes de 30″ (760) et des nervures de 6″ (150) donnent un module de 3′ (915).
- Pour accroître la résistance au cisaillement et la capacité de résistance au moment, on dote les appuis des poteaux d'une forme en tête massive plutôt qu'en dôme; les dimensions dépendent de la portée et de la charge prévues.
- Ce type de dalle convient aux portées de 24′ à 54′ (7 m à 16 m). La post-tension rend possibles de plus grandes portées.
- Une dalle à caissons offre une efficacité maximale lorsque la travée a une forme carrée ou presque carrée. Elle peut être mise en saillie dans deux directions sur une distance ne dépassant pas 1/3 de la portée principale. En l'absence de saillie, on constitue une bande de dalle périphérique en omettant la forme en dôme.
- Habituellement, la face inférieure à caissons demeure exposée.

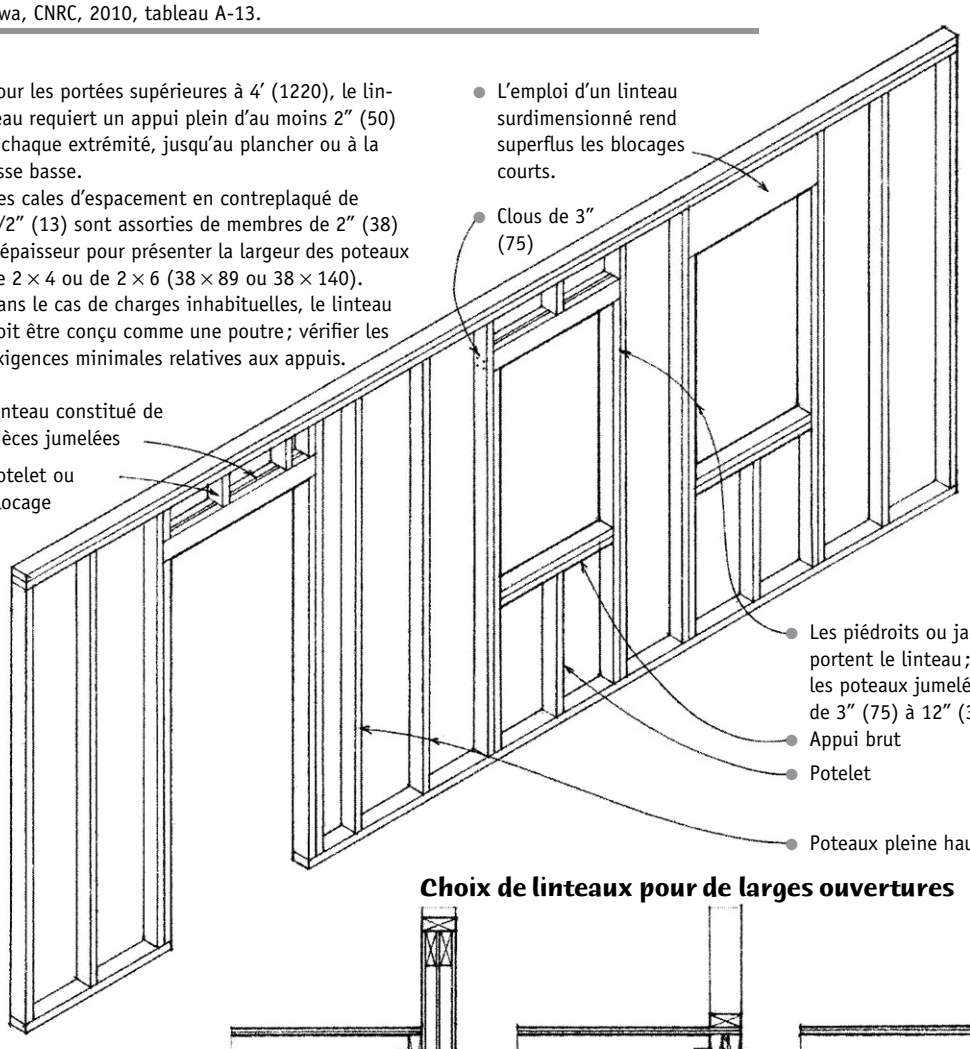
Portée maximale de linteaux



Linteaux[a] supportant[b]	Deux 2 × 4 (38 × 89)	Deux 2 × 6 (38 × 140)	Deux 2 × 8 (38 × 184)	Deux 2 × 10 (38 × 235)	Deux 2 × 12 (38 × 286)
Toit et plafond seulement	4′1″ (1250)	5′10″ (1780)	7′ (2170)	8′8″ (2650)	10′ (3080)
Toit, plafond et un étage	3′2″ (960)	4′6″ (1370)	5′6″ (1670)	5′8″ (2040)	7′9″ (2370)
Toit, plafond et deux étages	2′10″ (860)	4′ (1230)	4′11″ (1500)	6′1″ (1840)	7′ (2130)

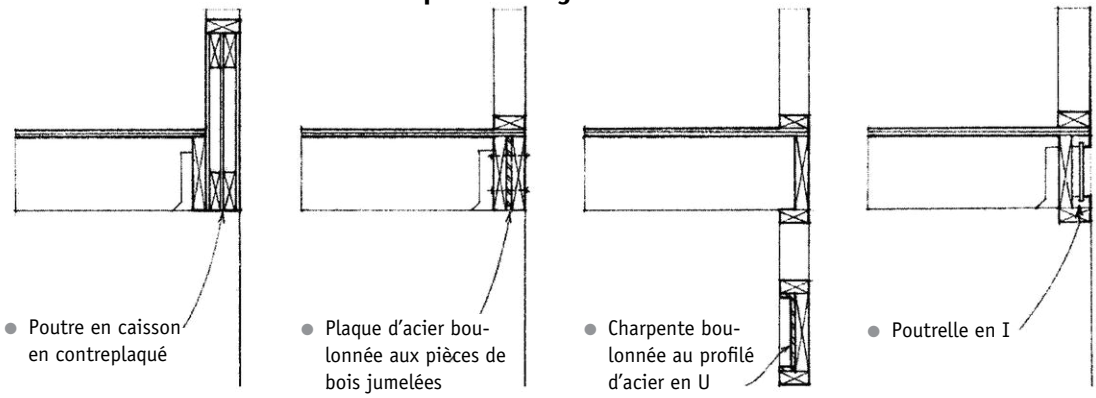
a Linteaux en S-P-F n° 1 ou n° 2 avec revêtement intermédiaire non structural
b Étant donné des surcharges dues à la neige de 1 kPa.
Source : Conseil national de recherches du Canada, *Code national du bâtiment – Canada 2010*, Ottawa, CNRC, 2010, tableau A-13.

- Pour les portées supérieures à 4′ (1220), le linteau requiert un appui plein d'au moins 2″ (50) à chaque extrémité, jusqu'au plancher ou à la lisse basse.
- Des cales d'espacement en contreplaqué de 1/2″ (13) sont assorties de membres de 2″ (38) d'épaisseur pour présenter la largeur des poteaux de 2 × 4 ou de 2 × 6 (38 × 89 ou 38 × 140).
- Dans le cas de charges inhabituelles, le linteau doit être conçu comme une poutre ; vérifier les exigences minimales relatives aux appuis.
- Linteau constitué de pièces jumelées
- Potelet ou blocage
- L'emploi d'un linteau surdimensionné rend superflus les blocages courts.
- Clous de 3″ (75)
- Les piédroits ou jambages supportent le linteau ; clouer de face les poteaux jumelés, avec des clous de 3″ (75) à 12″ (305) c/c.
- Appui brut
- Potelet
- Poteaux pleine hauteur



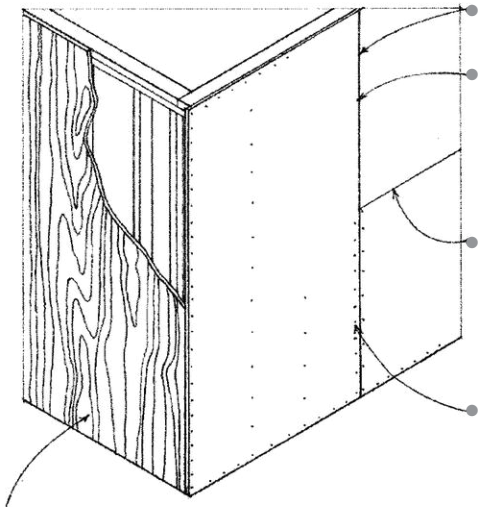
Choix de linteaux pour de larges ouvertures

- Ces linteaux devraient être conçus comme des poutres ; vérifier les exigences relatives à l'appui minimal.
- Les linteaux peuvent aussi être conçus avec du bois d'ingénierie ; voir la page 129.



- Poutre en caisson en contreplaqué
- Plaque d'acier boulonnée aux pièces de bois jumelées
- Charpente boulonnée au profilé d'acier en U
- Poutrelle en I

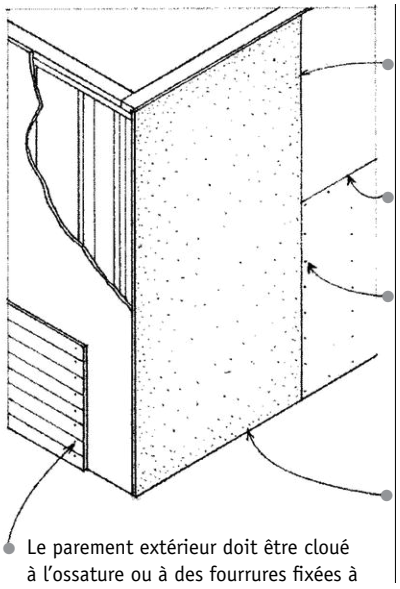
Revêtement en panneaux homologués



- Espacement de joints d'au moins 3/32″ (2)
- Dans le cas d'une pose à l'horizontale, il faut décaler les joints verticaux lorsque ce revêtement doit assurer le contreventement.
- Appuyer les rives horizontales sur une fourrure ou des agrafes en H ; clouer à 12″ (305) c/c, mais à 6″ (150) c/c le long des rives.
- Lorsque ce revêtement sert de contreventement d'angle, il faut le poser à la verticale et le clouer à 8″ (205) c/c, mais à 4″ (100) c/c le long des rives ; au moins 5/16″ (8) pour un espacement de 16″ (405) entre les poteaux et au moins 3/8″ (10) pour un espacement de 24″ (610) entre les poteaux.

- Ce revêtement de contreplaqué peut servir de base de clouage au parement extérieur : au moins 1/4″ (6) pour un espacement de 16″ (405) entre les poteaux et au moins 5/16″ (7,5) pour un espacement de 24″ (610) entre les poteaux.
- Dimensions des panneaux : 4′ × 8′, 9′ ou 10′ (1220 × 2440, 2745 ou 3050)

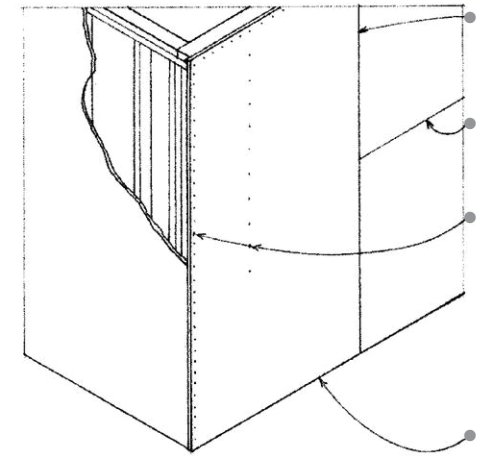
Revêtement en plaques de plâtre



- Dans le cas d'une pose à l'horizontale, il faut décaler les joints verticaux lorsque ce revêtement doit assurer le contreventement. Appuyer les rives horizontales sur une cale.
- Clouer à 8″ (205) c/c.
- Lorsque ce revêtement sert de contreventement d'angle, il faut poser des panneaux de 1/2″ (13) à la verticale et clouer ou utiliser un adhésif, selon les recommandations du fabricant.

- Le parement extérieur doit être cloué à l'ossature ou à des fourrures fixées à l'ossature, puisque les plaques de plâtre ne constituent pas une base de clouage.
- Dimensions des panneaux : 4′ × 8′, 10′, 12′ ou 14′ (1220 × 2440, 3050, 3660 ou 4265)
- Épaisseur minimale : 3/8″ (9,5) pour un espacement entre les poteaux de 16″ (400) et 1/2″ (12,7) pour un espacement de 24″ (600)

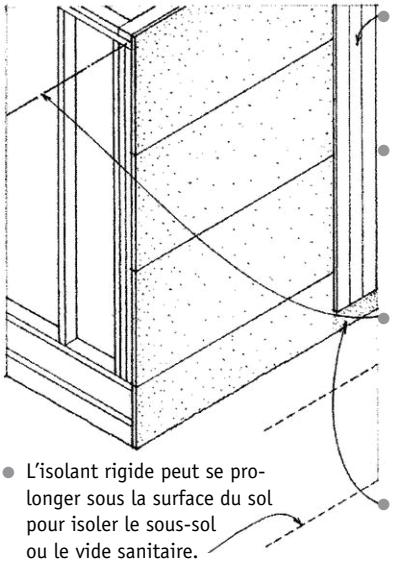
Revêtement en panneaux de fibre



- Dans le cas d'une pose à l'horizontale, il faut décaler les joints verticaux.
- Cales pour supporter les rives horizontales
- Clouer à 8″ (205) c/c, mais à 4″ (100) c/c le long des rives.
- Lorsque ce revêtement sert de contreventement d'angle, il faut poser à la verticale des panneaux rigides de fibre minérale de type 2 de 1/2″ (13) ; clouer à 6″ (150) c/c, mais à 3″ (75) c/c le long des rives.

- Les panneaux rigides de fibre minérale de type 2 (CAN/ULC S-702) peuvent servir de base de clouage au parement extérieur.
- Dimensions des panneaux : 4′ × 8′, 9′, 10′ ou 12′ (1220 × 2440, 2745, 3050 ou 3660)

Revêtement en mousse plastique rigide



- Clouer le parement extérieur directement à l'ossature ou à des fourrures fixées à l'ossature.
- La mousse de plastique étant un pare-vapeur efficace, il faut ventiler convenablement l'assemblage mural.
- L'isolant rigide ne peut pas servir de contreventement d'angle ; il faut utiliser une plate-bande d'acier ou poser des 1 × 4 (19 × 89) encastrés dans les poteaux.
- Protéger les surfaces exposées avec un enduit ou du stuc.

- L'isolant rigide peut se prolonger sous la surface du sol pour isoler le sous-sol ou le vide sanitaire.
- Voir aussi la page 258.
- Dimension des panneaux : 2′ × 4′ ou 8′, et 4′ × 8′ ou 9′ (610 × 1220 ou 2440, et 1220 × 2440 ou 2745)
- Épaisseur minimale : 1″ (25) pour des espacements de 16″ et de 24″ (400 et 600) entre les poteaux
- Polystyrène : expansé de type 3 et 4 (CAN/ULC S-701)

6

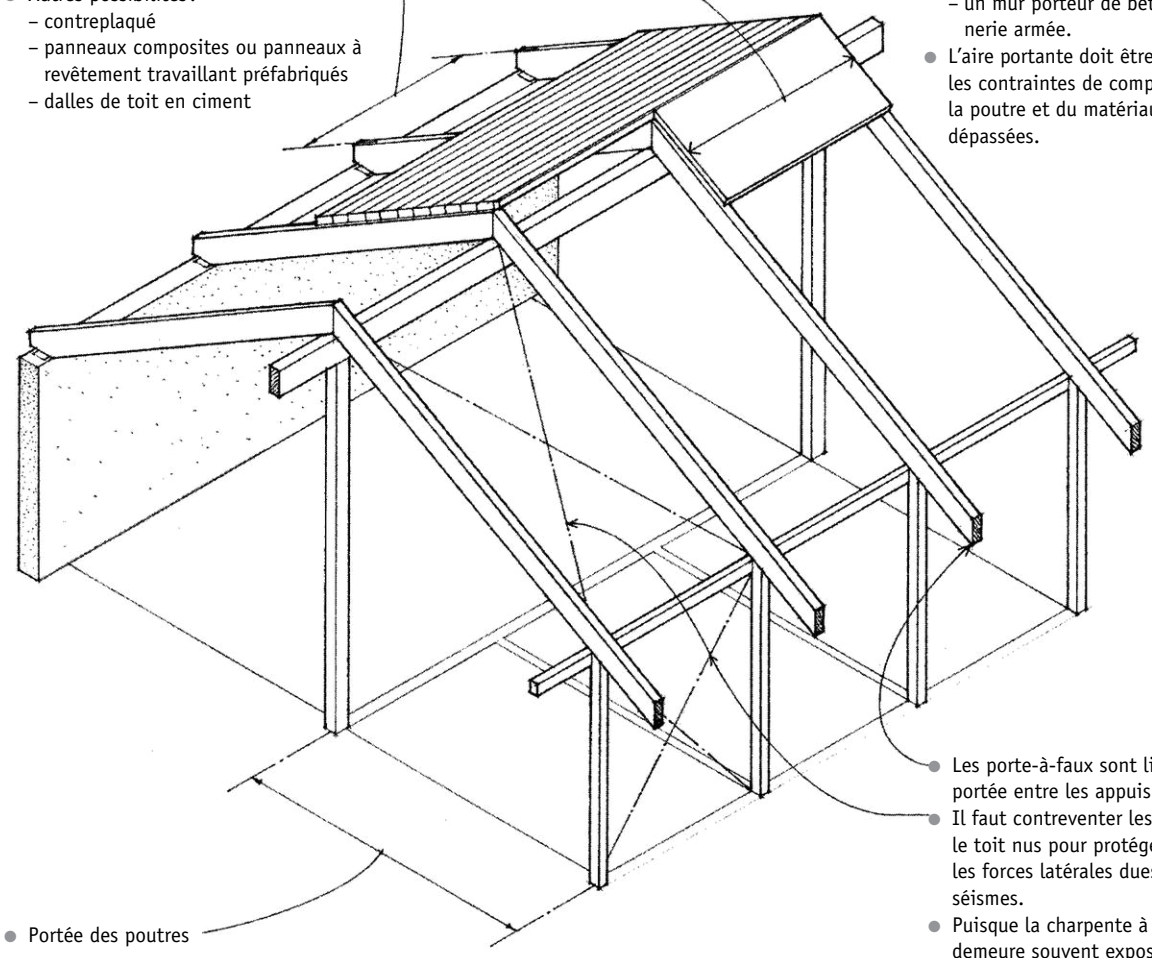
TOIT

6.1 Systèmes de toit 186
6.2 Pentes d'un toit 187
6.3 Dalles de toit en béton armé 188
6.4 Toits de béton préfabriqués 189
6.5 Charpente de toit en acier 190
6.6 Cadres rigides en acier 191
6.7 Fermes d'acier 192
6.8 Types de fermes 193
6.9 Structures tridimensionnelles 194
6.10 Poutrelles d'acier à treillis 196
6.11 Charpente à poutrelles à treillis 197
6.12 Platelage de toit en métal 198
6.13 Dalles de toit en béton léger 199
6.14 Charpente à chevrons 200
6.15 Charpente de toit en acier léger laminé 202
6.16 Chevrons de bois 203
6.17 Charpente à chevrons de bois 204
6.18 Support de couverture 207
6.19 Charpente à madriers et à poutres de bois 208
6.20 Assemblages poutres-poteaux de bois 210
6.21 Fermes de bois 212
6.22 Fermes légères de toit 214

Les toits à madriers et à poutres de bois sont habituellement assortis de la même grille d'appui faite de poteaux que celle des planchers à madriers et à poutres ; voir les pages 132 et 184.

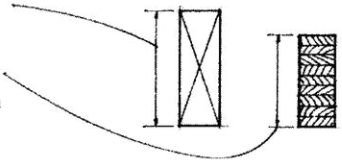
- Les poutres du toit s'appuient sur :
  - des poteaux de bois, d'acier ou de béton ;
  - des poutres maîtresses de bois ou d'acier ;
  - un mur porteur de béton armé ou de maçonnerie armée.
- L'aire portante doit être assez grande pour que les contraintes de compression admissibles de la poutre et du matériau porteur ne soient pas dépassées.

- Espacement des poutres = portée du platelage de toit ; généralement de 4' à 8' (1220 à 2440)
- La page 134 indique la façon d'estimer la portée du platelage de toit en bois.
- Le dessous du platelage de toit peut demeurer exposé et servir de plafond fini.
- Autres possibilités :
  - contreplaqué
  - panneaux composites ou panneaux à revêtement travaillant préfabriqués
  - dalles de toit en ciment



- Les porte-à-faux sont limités à 1/4 de la portée entre les appuis.
- Il faut contreventer les murs, les planchers et le toit nus pour protéger la charpente contre les forces latérales dues aux vents ou aux séismes.
- Puisque la charpente à madriers et à poutres demeure souvent exposée à l'intérieur, on pose un pare-vapeur puis un isolant thermique rigide sur le dessus du platelage de toit. Les charpentes ainsi exposées exigent le recours à des assemblages soignés, à des matériaux de qualité et à une main-d'œuvre qualifiée.
- La charpente à madriers et à poutres de bois n'offre aucun espace caché pour les gaines de distribution d'air, la tuyauterie ou les fils électriques placés en hauteur, sauf si elle est en couches ou si elle comporte des éléments structuraux espacés.
- Cette charpente est dite en gros bois d'œuvre lorsqu'elle s'appuie sur des murs extérieurs incombustibles et qui résistent au feu, et que les éléments et le platelage de toit sont conformes aux exigences relatives à la taille minimale qu'indique le Code du bâtiment.

- Portée des poutres
- Règle empirique pour l'estimation de la profondeur des poutres :
  - poutres de bois pleines et sciées : portée/15 ; largeur de la poutre = 1/3 à 1/2 de la profondeur de la poutre
  - poutres lamellées-collées : portée/20 ; largeur de la poutre = 1/4 à 1/3 de la profondeur de la poutre
- Les dimensions requises d'une poutre de bois sont directement fonction de l'ampleur de la charge du toit, de l'essence et de la catégorie du bois utilisé, de l'espacement entre les poutres et de la portée des poutres.



7

PROTECTION CONTRE L'HUMIDITÉ ET ISOLATION THERMIQUE

7.1 Enveloppe du bâtiment 216
7.2 Sous-couche de la toiture de bardeaux 217
7.3 Bardeaux de bois 218
7.4 Bardeaux de fente de bois 219
7.5 Bardeaux composés 220
7.6 Bardeaux d'ardoise 221
7.7 Toiture de tuiles 222
7.8 Toiture végétalisée 223
7.9 Toiture de tôle 224
7.10 Toiture de tôle ondulée ou nervurée 225
7.11 Éléments de construction d'un toit plat 226
7.12 Étanchéité multicouche 228
7.13 Toiture à un seul pli 229
7.14 Drainage de toit 231
7.15 Solins 232
7.16 Solins de toit 233
7.17 Solins des pénétrations de toit 235
7.18 Solins de mur 236
7.19 Murs à écran pare-pluie 237
7.20 Murs-rideaux 238
7.21 Panneaux de béton préfabriqués 241
7.22 Parement de maçonnerie 242
7.23 Parement de pierre 244
7.24 Parement métallique 245
7.25 Revêtement de contreplaqué 246
7.26 Revêtement de bardeaux de bois 247
7.27 Bardage de planches à l'horizontale 248
7.28 Bardage de planches à la verticale 249
7.29 Stuc 250
7.30 Vues détaillées relatives au stuc 251
7.31 Systèmes d'isolation des façades avec enduit (SIFE) 252
7.32 Isolation thermique 253
7.33 Résistance thermique des matériaux de construction 254
7.34 Isolants thermiques 255
7.35 Isolation thermique des toits et des planchers 257
7.36 Isolation thermique des murs 258
7.37 Protection contre l'humidité 259
7.38 Pare-vapeur 260
7.39 Ventilation 261
7.40 Joints de rupture 262
7.41 Mastics à joint 264

8

PORTES ET FENÊTRES

8.1 Baies et portes 266
8.2 Portes et embrasures de porte 267
8.3 Ouverture des portes 268
8.4 Portes métalliques à âme creuse 269
8.5 Cadres métalliques creux 270
8.6 Portes planes de bois 272
8.7 Portes à traverses et à montants de bois 273
8.8 Cadres de bois 274
8.9 Portes vitrées coulissantes 275
8.10 Portes pliantes et portes coulissantes encloisonnées 276
8.11 Portes basculantes et portes à enroulement 277
8.12 Portes d'entrée vitrées 278
8.13 Devantures 279
8.14 Portes tournantes (portes à tambour) 280
8.15 Quincaillerie de porte 281
8.16 Charnières de porte 282
8.17 Serrures de porte 283
8.18 Quincaillerie antipanique et ferme-porte 284
8.19 Coupe-bise et seuils 285
8.20 Éléments de fenêtre 286
8.21 Ouverture des fenêtres 287
8.22 Fenêtres métalliques 288
8.23 Fenêtres en bois 290
8.24 Vitrage 292
8.25 Verre isolant 294
8.26 Murs-rideaux vitrés 295
8.27 Lanterneaux 300
8.28 Vues détaillées de lanterneaux 301
8.29 Solariums 302

10 FINITIONS

10.1 Ouvrage de finition 334
10.2 Enduit 335
10.3 Lattis de plâtre et accessoires 336
10.4 Cloisons de plâtre 337
10.5 Vues détaillées relatives au plâtre 338
10.6 Plâtre sur maçonnerie 339
10.7 Plafonds de plâtre 340
10.8 Plaque de plâtre 341
10.9 Pose de plaque de plâtre 342
10.10 Vues détaillées relatives à la plaque de plâtre 343
10.11 Carreaux de céramique 344
10.12 Pose de carreaux de céramique 345
10.13 Vues détaillées relatives aux carreaux de céramique 346
10.14 Revêtement de sol en terrazzo 347
10.15 Revêtement de sol en bois 348
10.16 Pose de revêtement de sol en bois 349
10.17 Revêtement de sol en pierre 350
10.18 Revêtement de sol souple 351
10.19 Tapis et moquettes 352
10.20 Carreaux de plafond acoustique 354
10.21 Plafonds acoustiques suspendus 355
10.22 Assemblages de bois 356
10.23 Moulures de bois et boiseries 358
10.24 Lambris 360
10.25 Placage en contreplaqué 361
10.26 Stratifié 362

11

SYSTÈMES MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES

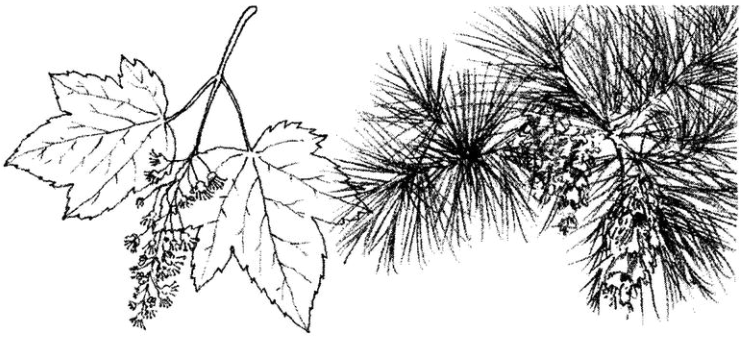
11.1 Équipements de contrôle d'ambiance 364
11.2 Confort thermique 365
11.3 Zone de confort 366
11.4 Diagrammes psychrométriques 367
11.5 Systèmes de chauffage et systèmes de refroidissement 368
11.6 Sources d'énergie de remplacement 369
11.7 Charges de chauffage et charges de refroidissement 371
11.8 Chauffage à air pulsé 372
11.9 Chauffage à eau chaude 373
11.10 Chauffage électrique 374
11.11 Chauffage rayonnant 375
11.12 Systèmes d'énergie solaire actifs 377
11.13 Dispositifs réfrigérants 378
11.14 Systèmes de CVCA 379
11.15 Bouches de distribution d'air 383
11.16 Alimentation en eau 384
11.17 Réseaux d'alimentation en eau 385
11.18 Systèmes de protection contre les incendies 387
11.19 Appareils de plomberie 388
11.20 Réseaux d'évacuation des eaux usées 389
11.21 Réseaux d'égout 391
11.22 Énergie électrique 392
11.23 Service électrique 393
11.24 Circuits électriques 395
11.25 Câblage électrique 396
11.26 Planchers surélevés 397
11.27 Prises de courant 398
11.28 Lumière 399
11.29 Lumière et vision 400
11.30 Sources de lumière 401
11.31 Luminaires 404
11.32 Éclairage 406
11.33 Méthodes d'éclairage 408

12

NOTES SUR LES MATÉRIAUX

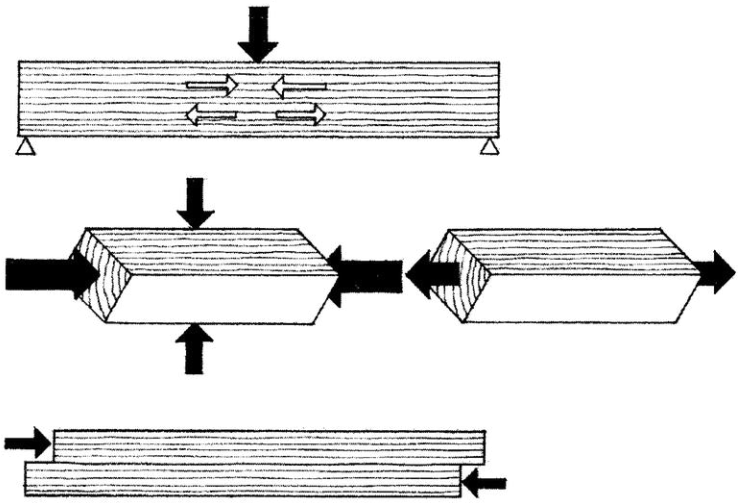
12.1 Propriétés physiques des matériaux 410
12.2 Béton 412
12.3 Maçonnerie 414
12.4 Acier 416
12.5 Métaux non ferreux 417
12.6 Pierre 418
12.7 Bois 419
12.8 Bois de construction 421
12.9 Panneaux de bois 422
12.10 Plastiques 423
12.11 Verre 424
12.12 Produits de verre 425
12.13 Clous 426
12.14 Vis et boulons 427
12.15 Attaches diverses 428
12.16 Peintures et enduits 429

Le bois de construction est résistant, durable, léger et facile à travailler. De plus, il offre beauté naturelle et chaleur tactile aussi bien que visuelle. Bien qu'il soit devenu nécessaire de prendre des mesures pour assurer le renouvellement de cette ressource naturelle, le bois demeure un matériau de construction employé sous les formes les plus variées.



Les deux principales catégories de bois sont le bois tendre et le bois dur, qualificatifs qui cependant ne correspondent pas à la dureté et à la résistance réelles d'une essence. Le bois tendre provient des conifères, tels que le pin, le sapin, la pruche et l'épinette, et est utilisé à diverses fins en construction. Le bois dur provient des feuillus, tels que le cerisier, l'érable et le chêne, et est souvent utilisé pour le revêtement de sol, le lambrissage, les meubles et les boiseries intérieures.

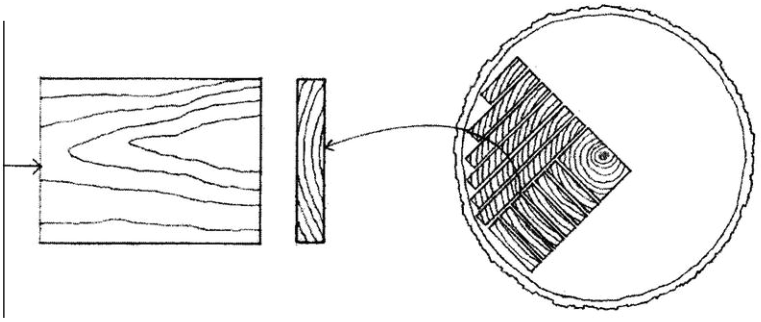
Le mode de croissance d'un arbre influe sur sa résistance, sa capacité de dilatation et de contraction et ses propriétés isolantes. Il a donc une incidence sur la façon d'assembler les planches formant l'ossature et l'enveloppe d'un bâtiment.



Le fil est le principal facteur déterminant l'utilisation d'un bois comme matériau de construction. Une pièce de bois résiste mieux aux forces de traction et de compression lorsque celles-ci sont orientées parallèlement à son fil. En général, la résistance à la compression d'une pièce de bois est supérieure de 1/3 à sa résistance à la traction lorsque les forces sont parallèles à son fil. La résistance du bois à une compression perpendiculaire à son fil ne représente que 1/5 à 1/2 de sa résistance à une compression parallèle à son fil. Les forces de traction perpendiculaires au fil font fendre le bois. La résistance au cisaillement d'une pièce de bois est plus grande lorsqu'elle s'exerce perpendiculairement à son fil plutôt que parallèlement. Le bois est donc plus sujet au cisaillement horizontal qu'au cisaillement vertical.

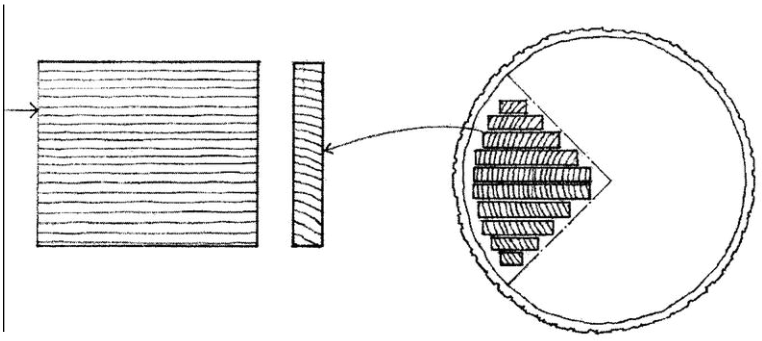
La façon de découper le bois après l'abattage influe sur sa résistance et son apparence. Le sciage droit d'une bille de bois équarrie en coupes parallèles également espacées donne des planches débitées sur dosse qui :

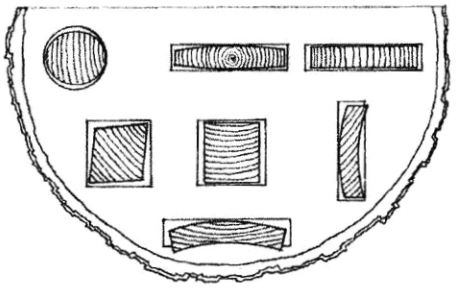
- présentent des motifs de fil visibles variés;
- tendent à se tordre, à se voiler transversalement et à s'user inégalement;
- tendent à avoir des fibres soulevées;
- se contractent et se dilatent moins en épaisseur et davantage en largeur.

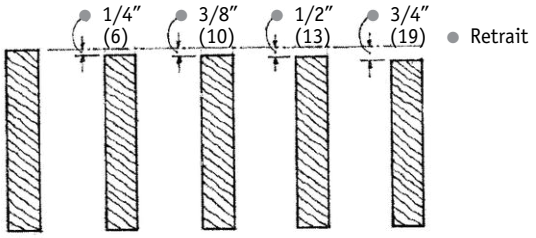


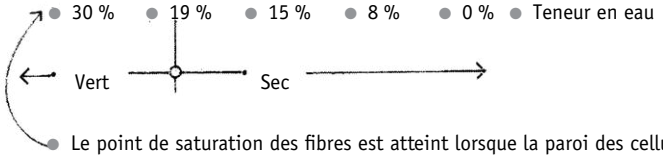
Le débit sur quartier (ou sur maille) de billes de bois selon un angle approximativement droit par rapport aux cernes annuels donne des planches débitées sur maille qui :

- présentent des motifs de fil plus égaux;
- s'usent plus uniformément, ont moins de fibres soulevées et se voilent moins;
- se contractent et se dilatent moins en largeur et davantage en épaisseur;
- présentent moins de fentes de surface;
- sont coûteuses en raison de la perte au sciage.

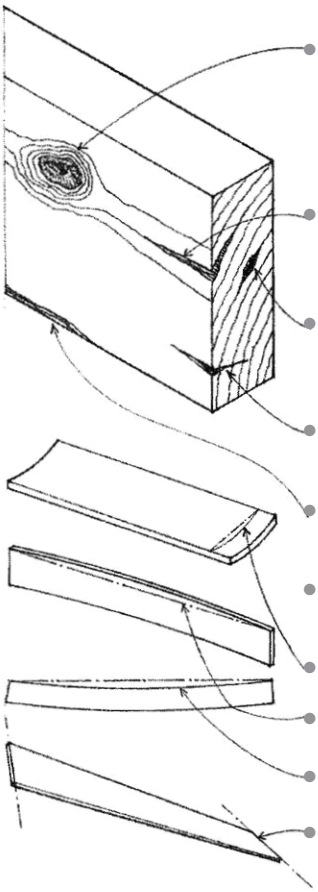








Le point de saturation des fibres est atteint lorsque la paroi des cellules est entièrement saturée, mais que l'intérieur des cellules est exempt d'eau, ce qui donne une teneur en eau allant de 25 % à 32 % chez les espèces couramment utilisées. Un séchage prolongé se traduit par un retrait et, en général, par une résistance, une rigidité et une masse volumique du bois plus prononcées.



Un nœud est la partie dure du bois où une branche se rattachait au tronc de l'arbre. Il a la forme d'une masse circulaire à fil en travers, masse visible dans une pièce de bois sciée. Le classement qualitatif du bois détermine la localisation et les dimensions permises des nœuds.

Une fente est une séparation située parallèlement au fil d'une pièce de bois et habituellement entre les cernes annuels, attribuable aux contraintes que subit l'arbre encore debout ou durant sa chute.

Une poche de résine est une ouverture bien définie, située entre les cernes annuels d'un arbre à bois tendre, qui contient ou a déjà contenu de la résine solide ou liquide.

Une gerce est une séparation perpendiculaire aux cernes annuels qui résulte d'un retrait inégal ou rapide lors du séchage du bois.

Ce qu'on appelle une flache, c'est la présence d'écorce ou l'absence de bois à un angle ou sur une rive d'une pièce.

Le voilement est habituellement la conséquence d'un séchage inégal ou d'une variation de la teneur en eau.

Le voilement transversal est une cambrure sur la face d'une pièce de bois.

L'arcure est une cambrure sur la longueur d'une pièce de bois.

La courbure est une cambrure sur la rive d'une pièce de bois.

Le gauchissement résulte de la rotation en sens opposé des rives d'une pièce de bois.

Pour augmenter la résistance générale du bois, sa stabilité et sa résistance aux champignons, au pourrissement et aux insectes, on fait diminuer sa teneur en eau en le séchant à l'air ou dans un séchoir dans des conditions de chaleur, de circulation d'air et d'humidité bien précises. Il est impossible de sceller complètement une pièce de bois pour en fixer la teneur en eau. Au-dessous d'une teneur en eau de 30 %, le bois se dilate lorsqu'il absorbe de l' eau et se contracte lorsqu'il en perd. Il faut donc tenir compte de ces éventuels retraits et gonflements au moment de la coupe et de la construction d'assemblages de bois de toute taille.

Le retrait perpendiculaire au fil du bois est habituellement deux fois plus prononcé que le retrait parallèle. Le bois débité sur quartier se contracte uniformément, tandis que le bois scié droit près du pourtour se voilera à partir du centre. Comme la dilatation thermique du bois est généralement très inférieure aux variations de volume liées à la teneur en eau, c'est donc celle-ci qui constitue le facteur déterminant.

Le bois résiste au pourrissement lorsque sa teneur en eau est inférieure à 20 %. Habituellement, le bois dont la teneur en eau demeure inférieure à cette valeur ne pourrit pas. Parmi les espèces qui résistent bien aux champignons causant le pourrissement figurent le séquoia, le cèdre, le cyprès chauve, le faux acacia et le noyer noir d'Amérique. Par ailleurs, le séquoia, le genévrier rouge et le cyprès chauve sont des espèces qui résistent aux insectes.

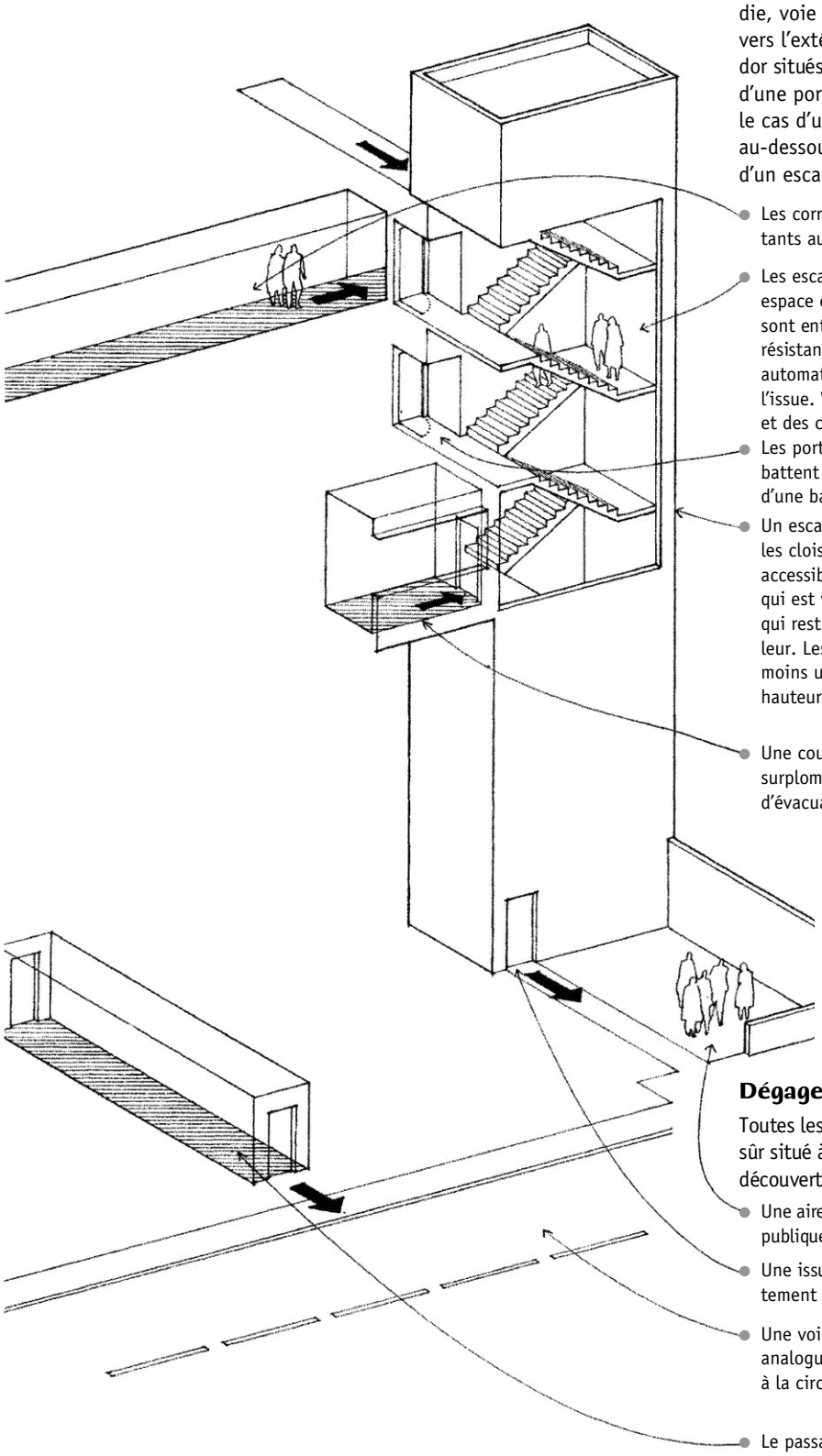
Parmi les traitements de conservation permettant de protéger davantage le bois contre le pourrissement et les attaques d'insectes, le plus efficace est le traitement sous pression, surtout lorsque le bois touche le sol. Voici les trois types de produits de conservation.

- Les produits de conservation hydrosolubles tel l'arséniate de cuivre chromaté (ACC) donnent un bois propre, inodore et facile à peindre, et ils ne se délavent pas malgré les intempéries. Mais, selon Santé Canada, l'exposition au chrome et à l'arsenic peut présenter certains dangers. Il faut donc réserver à des fins autres que résidentielles l'usage de l'arséniate de cuivre chromaté et de l'arséniate de cuivre ammoniacal (ACA). Il existe des produits de remplacement, notamment le cuivre à l'ammonium quaternaire (ACQ-C et ACQ-D) et l'azole de cuivre (CBA-A et CB-A).
- Si les produits de conservation à l'huile peuvent colorer le bois, reste que le bois traité peut être peint. Le pentachlorophénol (PCP ou Penta) est l'agent de préservation huileux le plus courant. Ce produit résiste très bien aux attaques de la moisissure et des insectes mais, en raison de son caractère très toxique, il n'est habituellement pas utilisé dans la construction de bâtiments.
- Le traitement au créosote donne au bois une surface colorée et huileuse et une odeur persistante; il est surtout utilisé pour les installations en milieu aquatique.

La présence de défauts influe sur la qualité, l'apparence et l'utilisation des pièces de bois de même que sur la résistance générale du bois selon le nombre, la taille et la localisation des défauts. Les défauts du bois sont d'origine naturelle, tels les nœuds, les fentes, les poches de résine, ou résultent de sa transformation, tels les gerces et le voilement.

ANNEXES

A.1 Dimensions du corps humain 432
A.2 Directives de la norme CSA B651 en matière d'accessibilité 433
A.3 Dimensions des meubles 434
A.4 Surcharges dues à l'usage d'un bâtiment 436
A.5 Masse des matériaux 437
A.6 Facteurs de conversion au SI 438
A.7 Moyens d'évacuation 440
A.8 Construction ayant un degré de résistance au feu 442
A.9 Acoustique 444
A.10 Isolation acoustique 446
A.11 Zones climatiques du Québec 448
A.12 Maisons Novoclimat 449
A.13 Symboles graphiques des matériaux 450
A.14 Répertoire normatif 451
A.15 Uniformat II 454
A.16 Système d'évaluation des bâtiments durables du LEED Canada 456
A.17 Associations professionnelles et organismes de normalisation 457



Issues

Une issue doit offrir aux occupants d'un immeuble une voie d'évacuation enclose et protégée en cas d'incendie, voie menant d'un accès à l'issue jusqu'à la sortie vers l'extérieur. Dans le cas d'une pièce ou d'un corridor situés au rez-de-chaussée, il peut s'agir simplement d'une porte donnant directement sur l'extérieur. Dans le cas d'une pièce ou d'un espace situés au-dessus ou au-dessous du rez-de-chaussée, il s'agit généralement d'un escalier d'issue.

- Les corridors d'issue doivent être entourés de murs résistants au feu pour être réglementaires.
- Les escaliers d'issue mènent à un corridor d'issue, à un espace extérieur à découvert ou à une voie publique. Ils sont entourés de séparations coupe-feu ayant un degré de résistance au feu et dotés de portes coupe-feu à fermeture automatique dont les vantaux s'ouvrent en direction de l'issue. Voir les pages 305 et 306 au sujet des dimensions et des caractéristiques des escaliers.
- Les portes d'issue donnent accès aux voies d'évacuation, battent vers l'extérieur et sont habituellement munies d'une barre antipanique.
- Un escalier à l'abri de la fumée est un escalier dont les cloisons ont un degré de résistance au feu, qui est accessible par un vestibule ou une coursive ouverte et qui est ventilé par des moyens naturels ou mécaniques qui restreignent la pénétration de la fumée et de la chaleur. Les codes du bâtiment exigent habituellement qu'au moins un escalier de sortie, dans un immeuble de grande hauteur, soit à l'abri de la fumée.
- Une coursive est un palier ou un porche extérieurs en surplomb du mur d'un bâtiment et qui constitue un moyen d'évacuation réglementaire.

Dégagement de la sortie vers l'extérieur

Toutes les issues doivent déboucher sur un lieu de refuge sûr situé à l'extérieur du bâtiment, comme une aire à découvert ou une voie publique au rez-de-chaussée.

- Une aire à découvert est un lieu débouchant sur une voie publique à partir d'une ou de plusieurs sorties réglementaires.
- Une issue extérieure est une porte de sortie donnant directement sur une aire à découvert ou une voie publique.
- Une voie publique est une rue, une allée ou une surface analogue, à ciel ouvert, qui est consacrée en permanence à la circulation publique sans restriction.
- Le passage extérieur d'issue est une voie d'évacuation menant d'une issue ou d'une aire à découvert réglementaires à une voie publique, qui n'a pas d'ouvertures autres que les issues réglementaires et qui est entourée d'une séparation coupe-feu de même nature que celle des murs, des planchers et des plafonds du bâtiment.

GLOSSAIRE

Acier : Alliage de fer à teneur en carbone inférieure à celle de la fonte et supérieure à celle du fer forgé, dont la résistance, la dureté et l'élasticité varient selon la composition et le traitement thermique.

Acier d'armature : Acier en barres utilisé dans le béton pour en augmenter la résistance à la traction.

Adent mécanique (clé) : Ancre le mur de fondation à la semelle.

Adjuvant : Composé chimique ajouté à une pâte de béton pour modifier ses propriétés ou celles du produit durci.

Allège : Partie du mur sous une fenêtre supportant seulement l'appui[5].

Aluminium : Métal blanc argenté, ductile et malléable qui entre dans la fabrication de nombreux alliages durs et légers[1].

Appui de fenêtre : Élément transversal inférieur d'une baie de fenêtre.

Arche : Structure incurvée qui enjambe une ouverture et supporte une charge verticale, principalement par compression axiale.

Arêtier : Angle saillant rampant formé par la jonction de deux versants adjacents et en pente d'un toit.

Armature : Barre, toron ou fil d'acier qui absorbe les contraintes de traction, de cisaillement et parfois de compression dans une ossature ou un élément de béton.

Ballast : Dispositif qui maintient l'ampleur constante voulue du courant circulant dans un tube fluorescent ou une lampe à décharge de haute intensité.

Barrière (bris) thermique : Espace rempli par un matériau à faible conduction de chaleur pour séparer des pièces intérieures et extérieures d'un assemblage et réduire les ponts thermiques.

Bateau : Rampe intégrée à un élément du bâtiment qui permet de franchir la dénivellation de celui-ci.

Bâtiment : Agencement d'un grand nombre de systèmes et sous-systèmes qui sont nécessairement interreliés, coordonnés et intégrés les uns aux autres aussi bien qu'à la forme tridimensionnelle et à l'organisation spatiale du bâtiment dans son ensemble.

Besace : Dos d'âne qui éloigne l'eau coulant autour d'une cheminée ou d'une autre pénétration d'un toit en pente.

Béton : Mélange de ciment, de divers granulats minéraux et d'une quantité d'eau suffisante pour que le ciment prenne et lie toute la masse.

Boutisse : Élément de maçonnerie dont la plus petite face se présente en parement à la surface d'un mur[1].

Caisson : Poteau de béton armé ou non et coulé sur place.

Capacité portante admissible : Pression unitaire maximale que les fondations peuvent exercer verticalement ou latéralement sur le sol.

Capillarité : Manifestation de la tension superficielle : lorsque la force d'adhérence d'un liquide à une surface solide est supérieure à la force de cohésion interne du liquide lui-même, celui-ci s'élève sur une surface verticale.

Chaînage : (1) Armature métallique qui renforce un ouvrage de maçonnerie. (2) Élément longitudinal horizontal en maçonnerie armée, servant à renforcer un ouvrage de maçonnerie[5].

Chambranle : Cadre de finition autour de l'embrasure de la fenêtre ou de la porte.

Champ d'épuration : Aire ouverte contenant un ensemble de tranchées absorbantes à travers lesquelles l'effluent d'une fosse septique suinte ou se lessive dans le sol environnant.

Chantepleure : Petit orifice aménagé au bas d'un mur de soutènement ou d'un placage de maçonnerie servant à évacuer l'eau de l'autre côté de la face du mur[1].

Chaperon : Bloc ou autre matériau de recouvrement formant le dessus d'un mur exposé aux intempéries, conçu pour favoriser l'écoulement des eaux[1].

Charge dynamique : Charge qui s'applique soudainement à une structure et dont l'ampleur et le point d'application varient souvent rapidement.

Charge statique : Charge qui s'applique lentement à la structure d'un bâtiment jusqu'à ce qu'elle atteigne sa valeur maximale sans fluctuation rapide de son ampleur ou de son emplacement.

Châssis : Encadrement fixe ou mobile d'une fenêtre dans lequel les carreaux de verre sont placés.

Chaudière : Réservoir ou ensemble de réservoirs et de tubes dans lesquels est chauffée l'eau ou produite la vapeur.

Chevêtre : Pièce de bois faisant partie d'une enchevêtrure à laquelle s'assemblent les solives ou les chevrons. Le chevêtre installé aux ouvertures d'un plancher ou d'une toiture offre un support aux solives ou aux chevrons et agit comme une poutre[1].

Cimaise : Étroite tablette fixée le long d'un mur et rainurée pour supporter des pièces ornementales ou un étalage.

Ciment Portland : Ciment hydraulique obtenu par cuisson d'un mélange d'argile et de calcaire dans un four rotatif et par pulvérisation très fine du clinker qui en résulte.

Composé organique volatil (COV) : Substance émise sous forme de gaz ou de vapeur par une multitude de produits de construction, comme les peintures et vernis à l'huile, les mastics de calfeutrage, les colles, les moquettes synthétiques et les revêtements de sol en vinyle[1].

Conduction : Transfert de chaleur, des particules plus chaudes aux particules plus froides d'un milieu ou de deux corps en contact direct, qui se produit sans mouvement perceptible des particules elles-mêmes.

Constante solaire FÉM : Quantité de rayonnement solaire reçue, par unité d'aire et de temps, sur une surface perpendiculaire aux rayons et située à la limite extérieure de l'atmosphère terrestre lorsque la Terre est à sa distance moyenne du Soleil.

REA, M. S. *IESNA Lighting Handbook*, 9e éd., New York, Illuminating Engineering Society of North America, 2011.

RÉGIE DU BÂTIMENT DU QUÉBEC. *Code de construction du Québec*, chapitre V, Électricité.

RÉGIE DU BÂTIMENT DU QUÉBEC. *Construction d'habitations en bois de 5 ou 6 étages. Directives et guide explicatif*, Gouvernement du Québec, 2013, [En ligne], www.rbq.gouv.qc.ca.

RÉGIE DU BÂTIMENT DU QUÉBEC. *Normes de conception sans obstacles. Guide d'utilisation — Mise à jour novembre 2010. Code de construction du Québec, chapitre 1 — Bâtiment, et Code national du bâtiment — Canada 2005 (modifié)*, 2010, 66 p.

RESSOURCES NATURELLES CANADA. « Consommation d'énergie par secteur au Canada — 2010 », *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada de 1990 à 2010*, Ottawa, mars 2013, [En ligne], http://oee.nrcan.gc.ca/publications/statistiques/evolution/2012/pdf/evolution2010chapitre1.pdf.

SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT. *Construction de maisons à ossature de bois — Canada*, 3e éd., Ottawa, SCHL, 2013 (révision), 432 p.

SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT. *Glossaire des termes d'habitation* (éd. rév. du *Dictionnaire des termes de construction et d'aménagement de terrain*), Ottawa, SCHL, 1999, 117 p.

SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT. *Glossaire des termes d'habitation, L'ABC des termes d'habitation*, 2013.

SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT. *Guide des règles de l'art — murs-rideaux en verre et métal*.

Termium Plus, 2016, [En ligne], www.btb.termiumplus.gc.ca/tpv2alpha/alpha-fra.html?lang=fra&i=1&index=alt&srchtxt=CONSTANTE%20SOLAIRE.

THE TRANE COMPANY. *Manuel de climatisation Trane*, Lacrosse, The Trane Company, 1985, 451 p.

UNDERWRITER'S LABORATORIES. *Fire Resistance Directory*, 4 volumes, Northbrook, UL, 2007.

UNDERWRITER'S LABORATORIES OF CANADA. *List of Equipments and Materials*, 6 volumes, Toronto, ULC, 2005.

Wiktionnaire. Le dictionnaire libre, 2016, [En ligne], https://fr.wiktionary.org/wiki/solidien.