

COURS 12



3

La constructibilité

- Un détail peut être parfaitement **efficace** en ce qui concerne l'infiltration d'eau ou d'air, le rendement thermique, la dilatation et le retrait ainsi que toutes les autres exigences fonctionnelles, **mais si sa construction est problématique ou exagérément coûteuse, ce n'est pas un bon détail.**
- De nombreux bâtiments contemporains produisent un impact visuel grâce à leurs raccords en acier ou à leurs coffrages en béton, qui résultent d'une utilisation éclairée des métiers associés à ces deux techniques modernes.

- La constructibilité se résume dans les trois principes directeurs suivants:
 - I. **Un détail doit être facile à assembler.**
 - II. **Un détail doit pouvoir supporter de légères imprécisions et des erreurs mineures.**
 - III. **Un détail doit reposer sur un bon usage des installations, des outils et de la main-d'œuvre de construction.**
- La logique sous-tendant que ces trois principes directeurs peut se résumer en une seule phrase: un bâtiment doit **s'assembler facilement et correctement**, et ce, même s'il ne fait aucun doute que de nombreux petits imprévus vont créer des problèmes durant la construction.

I) La facilité d'assemblage

- La facilité d'assemblage est un facteur important, car un détail difficile à construire sera probablement coûteux et souvent mal exécuté. Un détail qui s'assemble facilement et simplement nécessite peu de travail et sera généralement bien fait.

- Il y a neuf détails prototypes qui se rapportent à la facilité d'assemblage.

1- Les unités modulaires 2- Le plus petit nombre possible de composants

3- Des composants faciles à manipuler 4- Un assemblage répétitif

5- La simulation d'un assemblage 6- Les éléments d'assemblage visibles

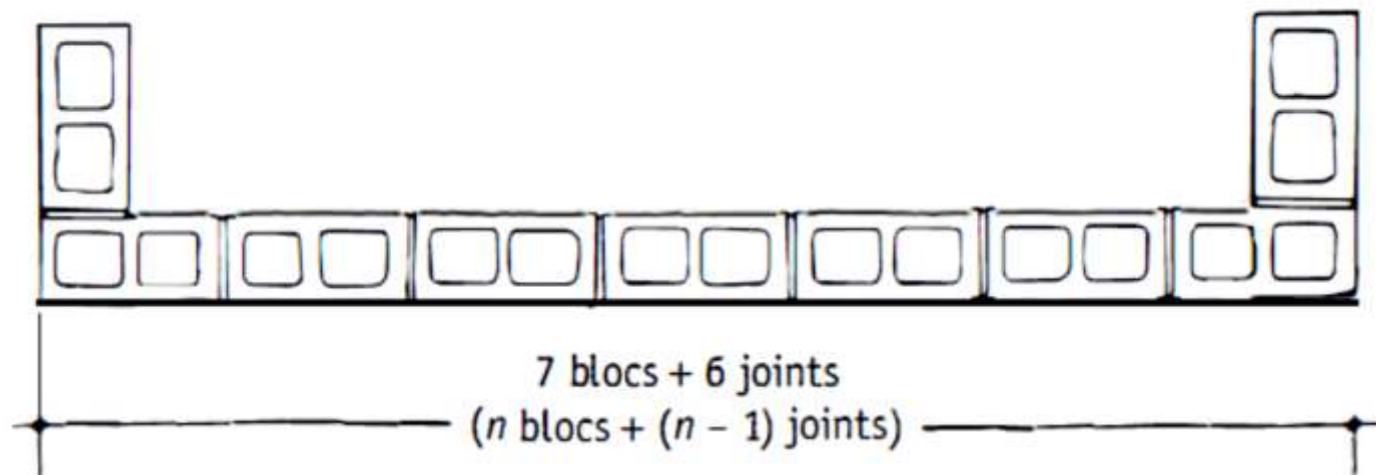
7- Des raccords accessibles 8- Le dégagement pour l'installation

9- Des systèmes non conflictuels

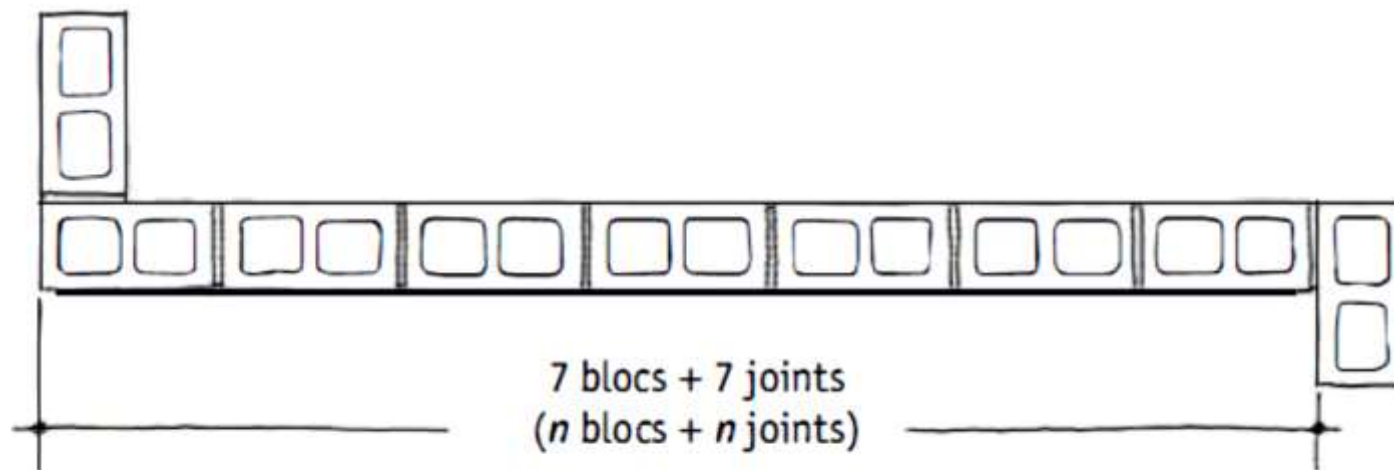
1) Les unités modulaires

- Dans le cas de certains matériaux, concevoir les détails de façon à réduire au minimum le nombre d'unités devant être coupées procure des économies de temps et d'argent.
- Les produits courants, comme le bois de construction, les plaques de plâtre, le contreplaqué et la maçonnerie, sont tous fabriqués selon des dimensions standards que les concepteurs doivent prendre en compte.

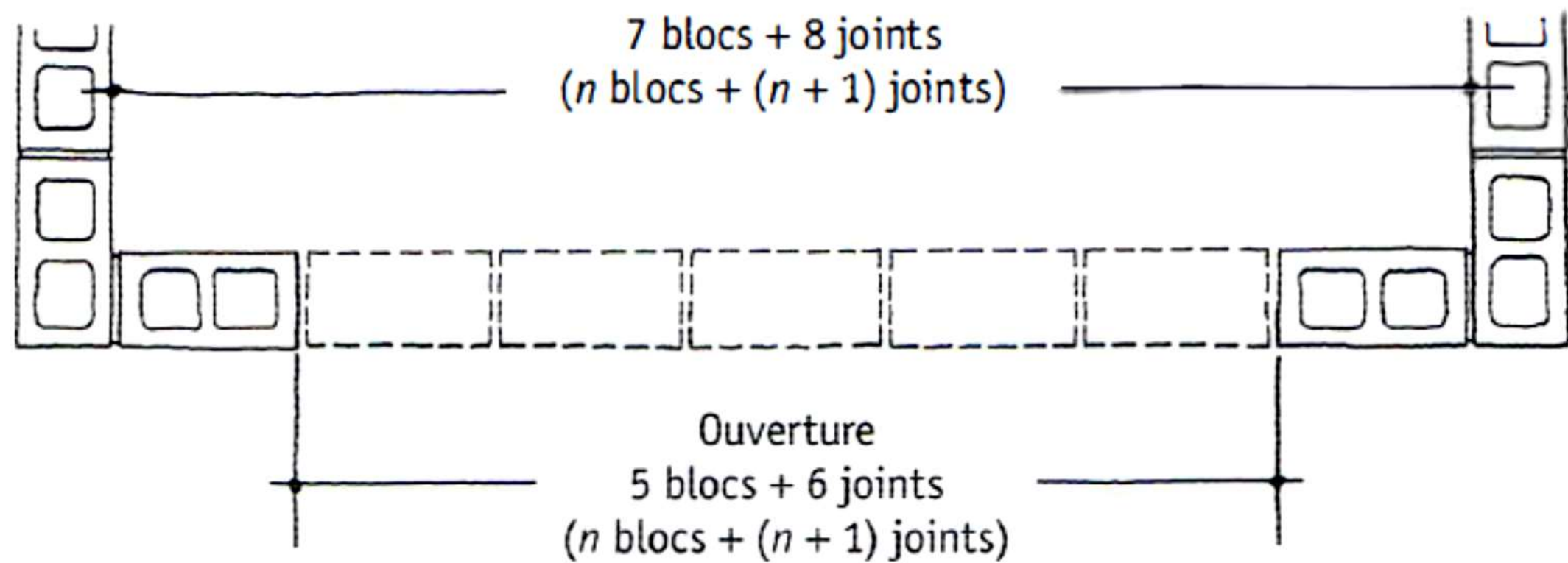
Travailler à partir des dimensions standards des matériaux de construction fait en sorte qu'il est moins souvent nécessaire de les couper.



Dimension extérieure de la maçonnerie.

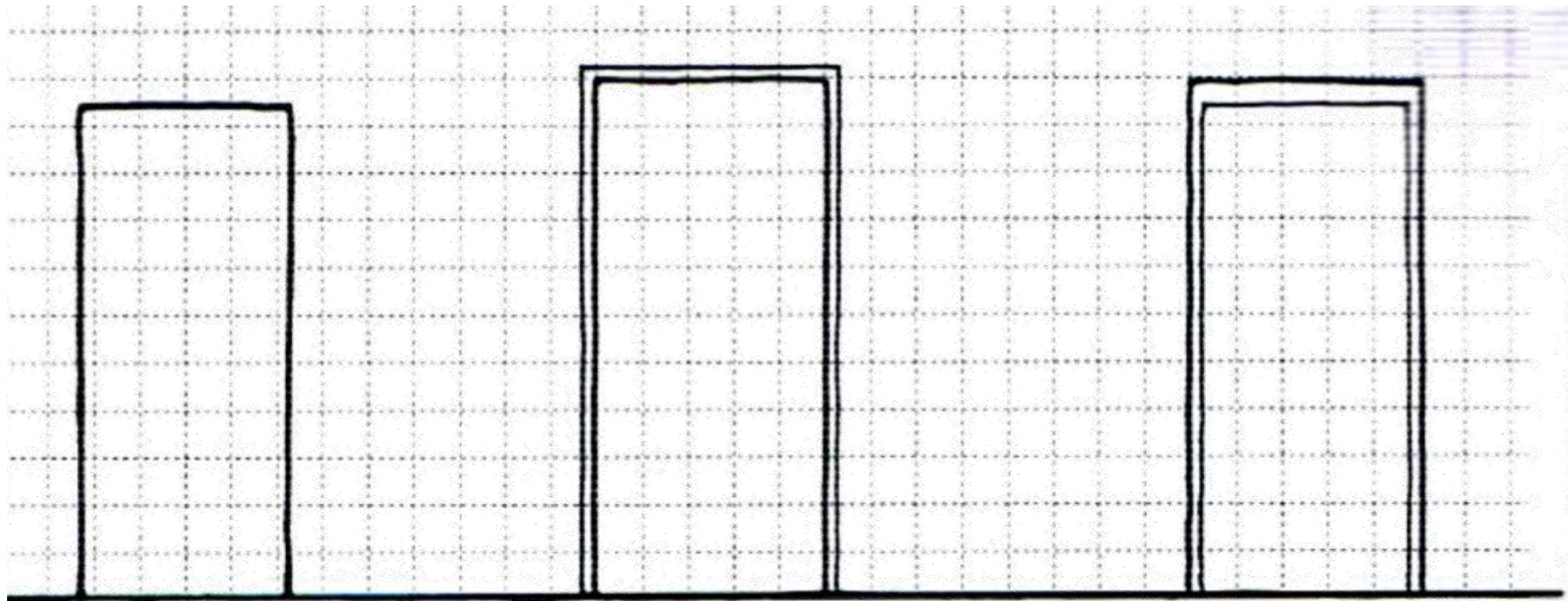


Dimension extérieure-intérieure de la maçonnerie.



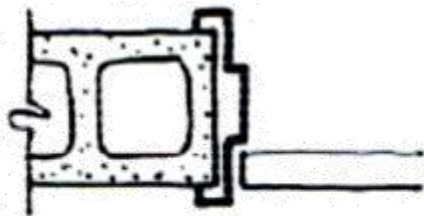
Dimension intérieure de la maçonnerie.

- Avant de préparer un détail, il faut d'abord déterminer le type et les dimensions des éléments de maçonnerie qui seront utilisées, puis la dimension d'un joint de mortier standard, et ensuite noter chaque dimension sur le dessin, tant en nombre d'éléments de maçonnerie qu'en longueur exprimée en millimètres. Cela facilite le travail des maçons et accroît la probabilité que le mur sera construit comme prévu.

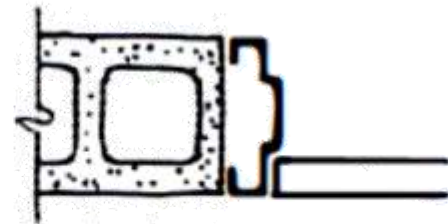


Ouverture non
modulaire superposée
au module de la
maçonnerie

Cadre à enveloppement



Cadre à aboutement



Coordination modulaire.

2) Le plus petit nombre possible de composants

- Moins est élevé le nombre de composants différents que nécessite un détail, plus la progression de la construction est susceptible de se dérouler correctement et sans problèmes.
- Un travailleur de la construction qui assemble un raccordement dans un bâtiment doit avoir tous les éléments requis à portée de la main.
- Si le nombre de pièces différentes est peu élevé, il perdra moins de temps à chercher les pièces égarées ou à se réapprovisionner en matériaux manquants et, en général, il aura besoin de peu d'outils pour exécuter son travail.

- Utilisation des détails composés d'un nombre accru de composants préassemblés en usine
- Les parties d'un bâtiment techniquement plus complexes peuvent ainsi être préassemblées en usine, à l'aide de techniques plus spécialisées ou plus précises que sur le chantier, puis transportées au chantier pour être installées.

3) Des composants faciles à manipuler

- Le concepteur doit toujours garder à l'esprit la taille et le poids des composants du bâtiment, ainsi que les moyens qui seront nécessaires sur le chantier pour les manipuler.
- On doit éviter l'utilisation de très petites pièces, notamment lorsque le chantier est sombre, humide ou froid, parce qu'il est alors difficile de les voir et de les manipuler.
- Les pièces de la taille d'une pince fine doivent absolument être évitées. Les pièces de la taille d'un doigt, comme des clous, des vis, des boulons et des écrous, sont faciles à manipuler à une température moyenne à chaude et sous un éclairage adéquat.
- Les composants de la taille d'une main, comme des bardeaux de bois, des briques et des carreaux, ont les dimensions idéales pour être manipulées par un travailleur.

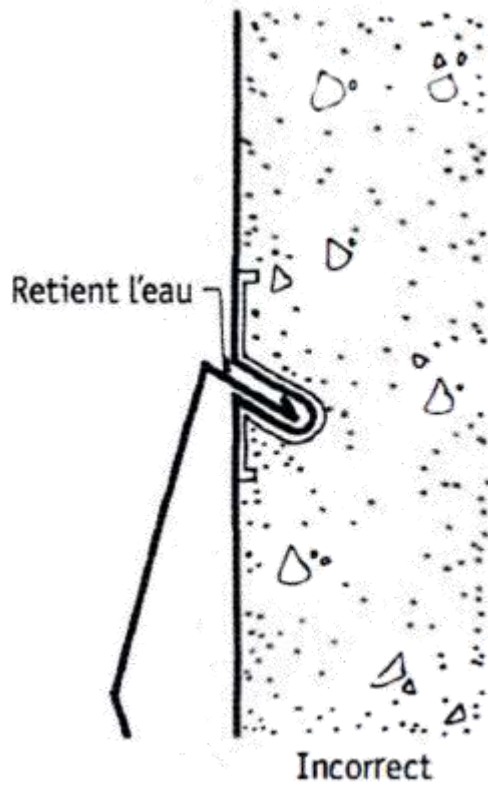
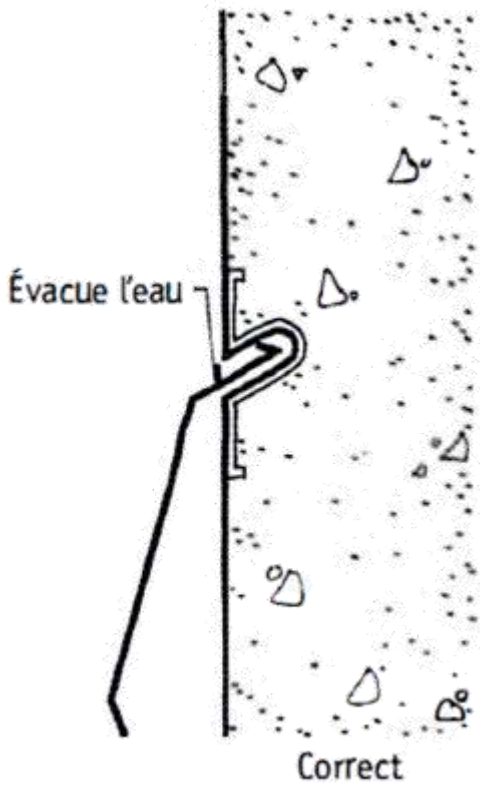
- La manipulation de quelques grands composants, va mobiliser deux personnes, ce qui est raisonnable dans la plupart des situations. Par contre, la manipulation de vitres immenses peut être problématique en raison de leur poids et de leur fragilité. Le recours à un équipement spécialisé peut s'avérer nécessaire pour les déplacer en toute sécurité. Les composants pour lesquels il faut faire appel à plus de deux travailleurs sont peu commodes et font perdre du temps.
- Les composants exigeant l'emploi d'une grue doivent être évitées, à moins que la présence d'une grue sur le chantier ne soit déjà prévue pour lever de nombreux autres composants.

- Les ouvertures d'un bâtiment sont étroitement liées à la taille des composants. Même dans une maison ordinaire, on doit laisser une ouverture temporaire dans le mur extérieur de chaque étage pour permettre à un camion de hisser des palettes de plaques de plâtre à l'intérieur du bâtiment, soit par une grande ouverture de fenêtre ou de porte, soit par une partie du mur à l'ossature laissée inachevée et sans parement temporairement.
- Une unité standard bain-douche en une pièce ne peut être installée qu'avant l'achèvement de l'ossature intérieure. Une fois que les cloisons sont montées et que le panneau de revêtement est posé, l'unité bain-douche en une pièce ne peut plus être installée et il faut alors recourir à une unité en trois pièces.

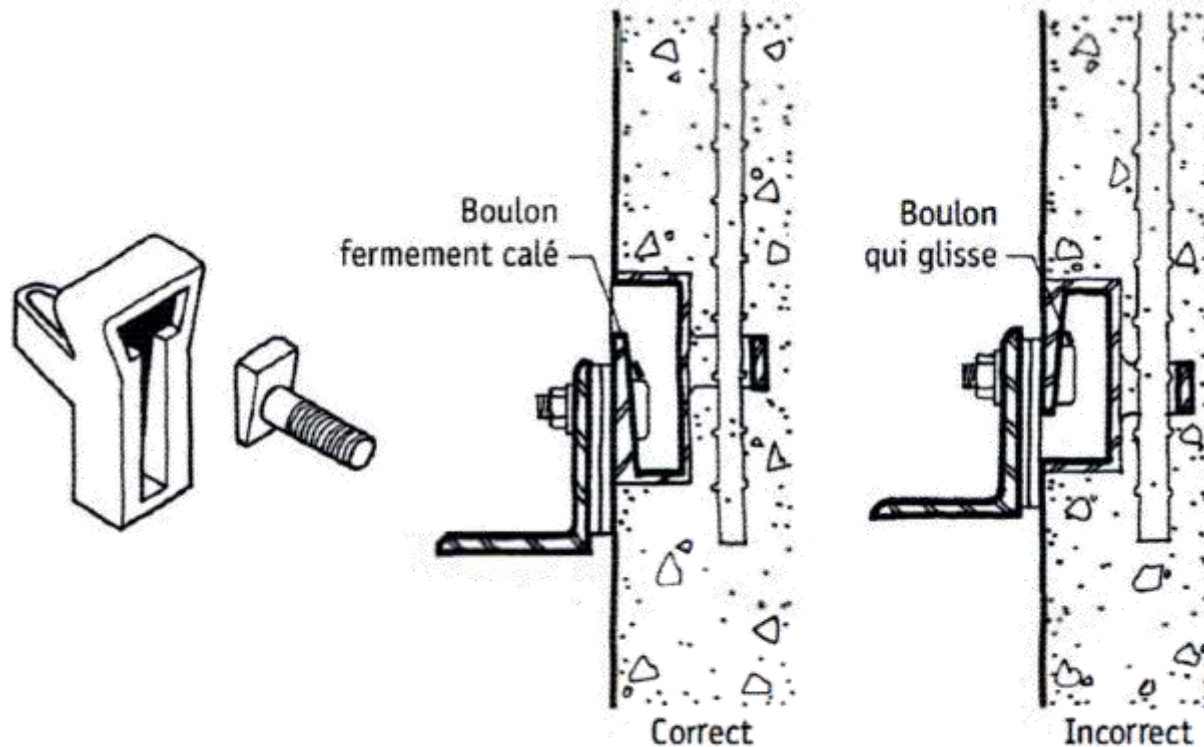
- Pour l'installation de certains éléments "équipement dans un grand bâtiment, comme les chaudières et les ventilateurs, ou de meubles imposants comme des pianos ou des tables de conférence, il peut s'avérer nécessaire de retarder temporairement la réalisation du revêtement mural extérieur et des cloisons à certains endroits.
- Par ailleurs, il ne faut pas oublier que les meubles et les éléments d'équipement de grande taille doivent souvent être changés durant la vie d'un bâtiment.

- En ce qui concerne la facilité de manutention, il faut envisager la possibilité que certaines pièces soient par inadvertance installées à l'envers ou sens dessus dessous.
- Les encastremements de chevilles de blocage installées dans le coffrage avant que le béton ne soit coulé sont inutiles et impossibles à remplacer si elles sont posées à l'envers.
- le concepteur de détails doit transmettre au superviseur du chantier une note lui rappelant de vérifier très attentivement l'installation de ces composants avant que ne soit coulé le béton.

- Les composants de réglet sont aussi susceptibles d'être installés à l'envers.

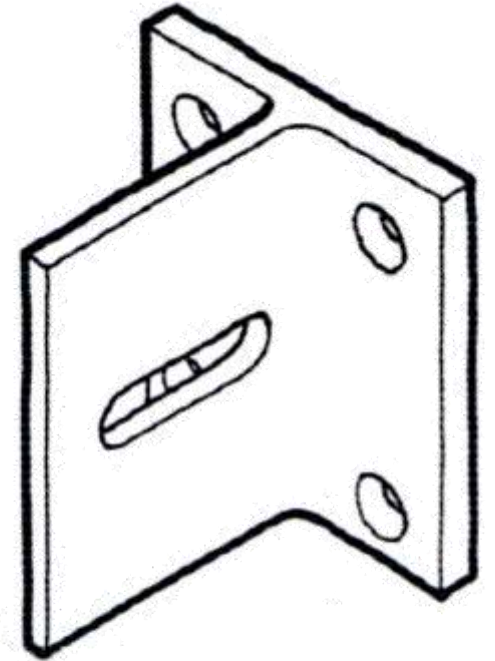


Réglet.



Encastrement de chevilles de blocage.

- Lorsque c'est possible, les composants doivent être conçus de façon à être symétriques et donc à pouvoir être installés dans un sens ou dans l'autre, ou encore à présenter une asymétrie permettant exclusivement leur installation adéquate.
- Ainsi, il est impossible d'installer à l'envers l'ancrage en forme de T illustré au dessin parce qu'il est symétrique, on peut l'installer dans un sens ou dans l'autre.
- Si l'espacement vertical entre les trous des boulons est différent de l'espacement horizontal, il sera également impossible de l'installer par erreur de côté.



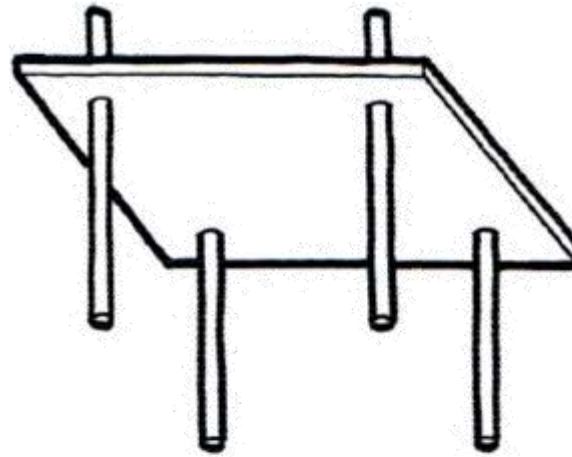
Ancrage en forme de T.

4) Un assemblage répétitif

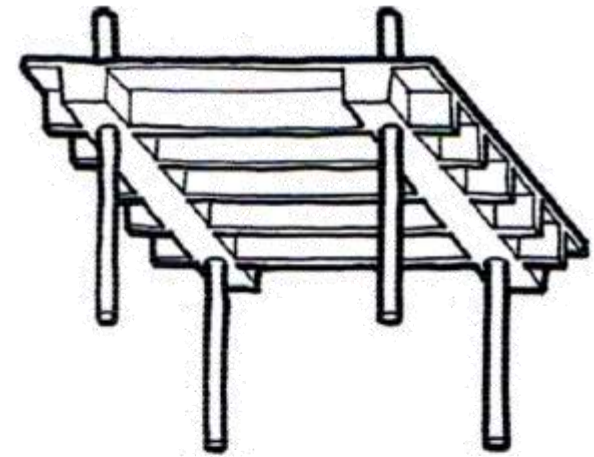
- les détails que les différents travailleurs de la construction installent à répétition sont moins coûteux et moins sujets à l'erreur que les détails non répétés.
- Des conditions particulières donnent souvent lieu à des erreurs de construction. Dans le cas d'une structure de plancher en acier dont toutes les poutres **ont la même taille, sauf une**, celle-ci se retrouvera probablement au mauvais endroit, à moins que les détails d'assemblage la concernant soient assez distinctifs pour prévenir toute confusion.

- C'est pourquoi les poutres ont habituellement toutes la même taille, même si cela entraîne une légère hausse de la quantité d'acier utilisée. Le même principe s'applique à la configuration des barres d'armature pour les poutres et les dalles répétitives.

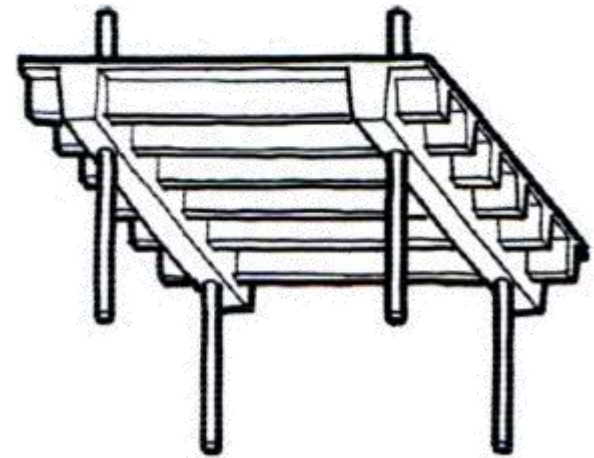
- La construction de coffrage représente une très grande partie du coût d'une structure de béton coulé sur place. Les coffrages les plus faciles et les moins coûteux à construire sont les surfaces de contreplaqué continues, ininterrompues et de niveau.



Dalle plate: coffrage uni



Dalle nervurée: coffrage uni et dépressions



Poutres plus profondes: coffrage plus complexe

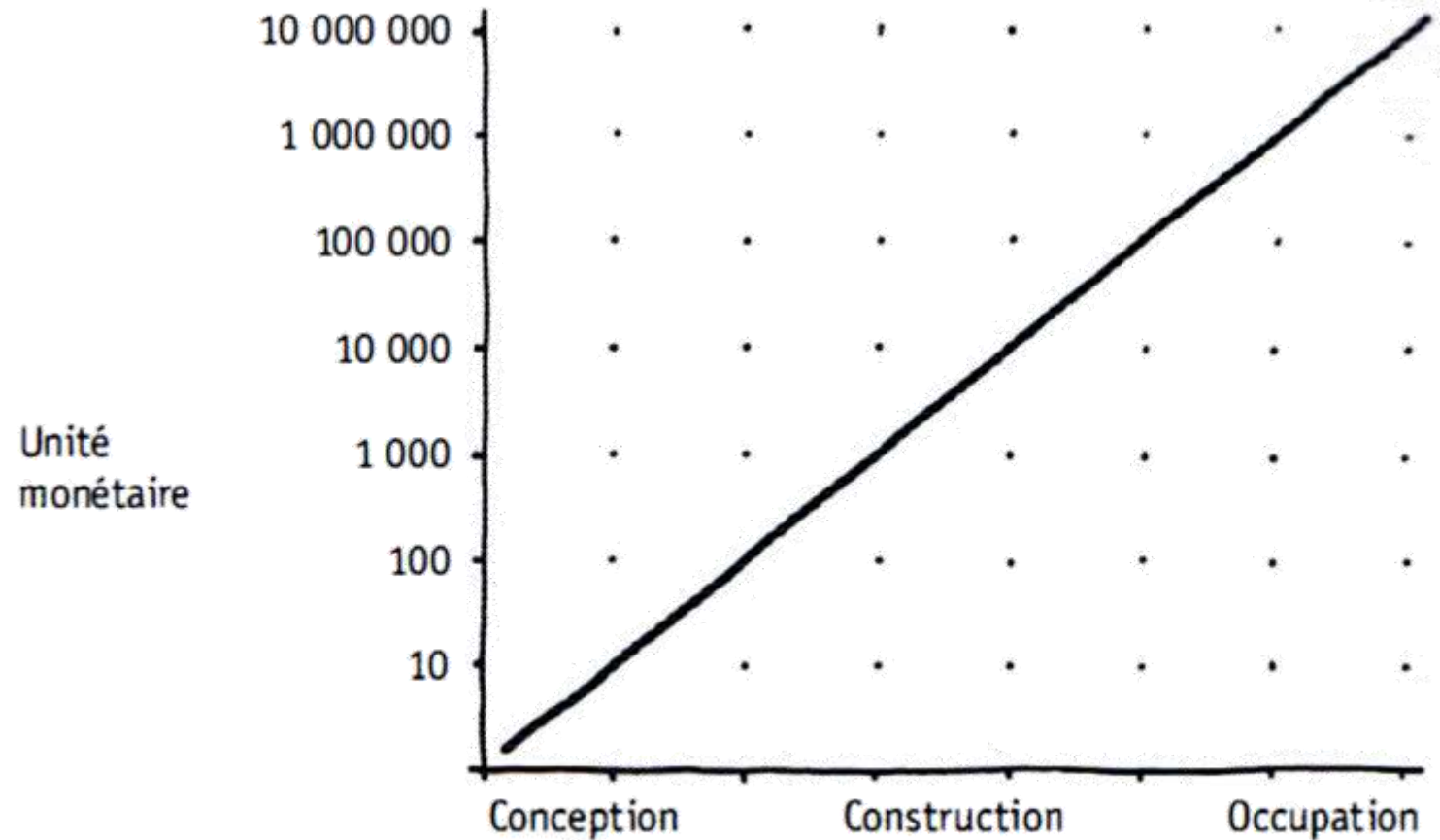
Coffrage répété.

5) La simulation d'un assemblage

- On peut mettre au point des échantillons représentatifs de détails complexes ou inhabituels pour simuler le processus de construction et révéler ainsi les qualités du produit fini. L'échantillon constitue un modèle réduit de l'assemblage de construction visé.
- La simulation de la construction d'un assemblage inhabituel aide à prévenir l'enlèvement coûteux et difficile d'un travail insatisfaisant et établit des normes acceptables concernant l'apparence et la fabrication. Elle est particulièrement importante lorsque les techniques de construction ou les matériaux utilisés sont nouveaux ou mal connus des constructeurs, ou qu'ils reposent sur une qualité d'exécution spécifique.

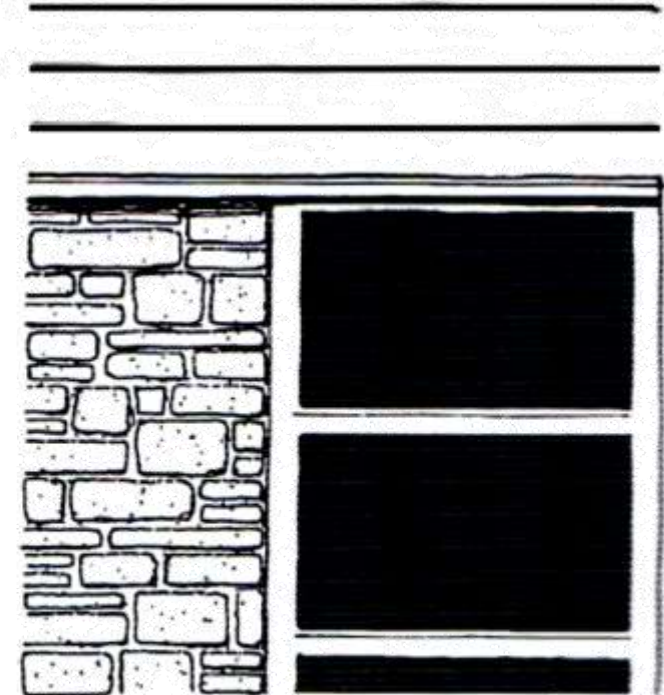
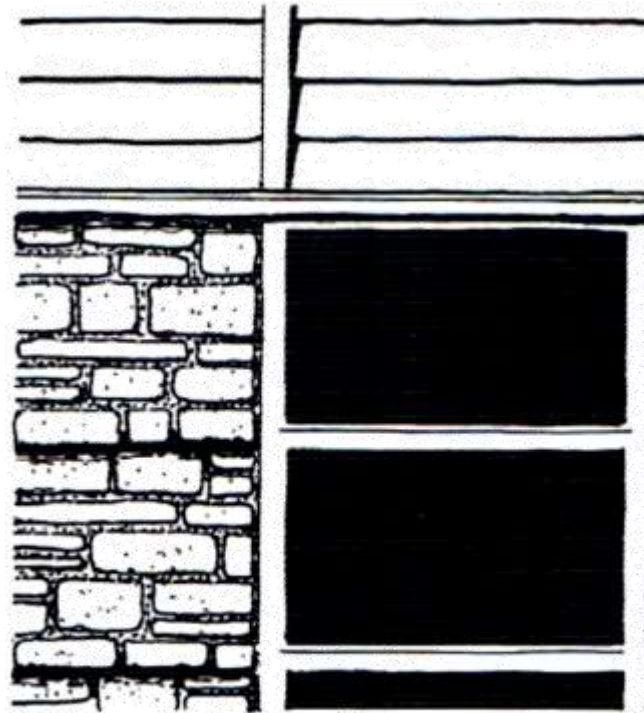
- La simulation d'un assemblage permet à l'entrepreneur de démontrer à un coût minime ce que sera le résultat. C'est un excellent moyen de faire converger les attentes des architectes, des entrepreneurs et des propriétaires. Une fois accepté, l'assemblage simulé établit la norme relative à la qualité du travail et de l'apparence. Il devrait être gardé en lieu sûr sur le chantier pendant toute la durée du projet, car il servira de point de référence pour bon nombre de caractéristiques qualitatives qui sont difficiles à décrire par des dessins ou un devis.

- C'est au début de la conception que les modifications d'un détail sont les plus faciles et les moins coûteuses à faire et c'est à la fin de la construction du bâtiment qu'elles sont les plus difficiles et les plus dispendieuses.



3 Coût du changement d'un détail durant un projet de construction.

- Un panneau échantillon peut servir à illustrer l'apparence extérieure et l'exécution d'un détail ou d'un assemblage. Les matériaux, les couleurs, les textures, les joints et les accessoires prévus pour le bâtiment sont présents dans le panneau échantillon



Matériaux, couleurs, textures, joints et fabrications montrés

4 Panneaux échantillons et panneaux maquettes.

- On peut utiliser une maquette d'assemblage pour des détails ou des assemblages plus complexes. Elle montre l'apparence et l'exécution
- Elle permet l'évaluation du rendement technique potentiel, au moyen d'essais expérimentaux si nécessaire. Par exemple, on peut soumettre la maquette d'un assemblage de revêtement mural à un orage simulé pour évaluer sa résistance à la pluie poussée par le vent
- L'intérêt de la simulation d'un assemblage est d'établir une norme commune d'exécution; la simulation offre en effet aux ouvriers un point de référence qui minimise les variations dues aux différences entre les techniques employées. Elle revêt une importance marquée en cas d'utilisation de techniques de finition à la main, comme une maçonnerie de brique ou de pierre, du stuc ou une dalle de béton texturée.

6) Les éléments d'assemblage visibles

- Les détails essentiels d'un assemblage doivent être visibles pendant leur exécution.
- les matériaux et leurs raccordements d'un détail doivent être visibles à chaque étape de l'exécution.
- Des fois cela s'avère très difficile dans quelques cas.

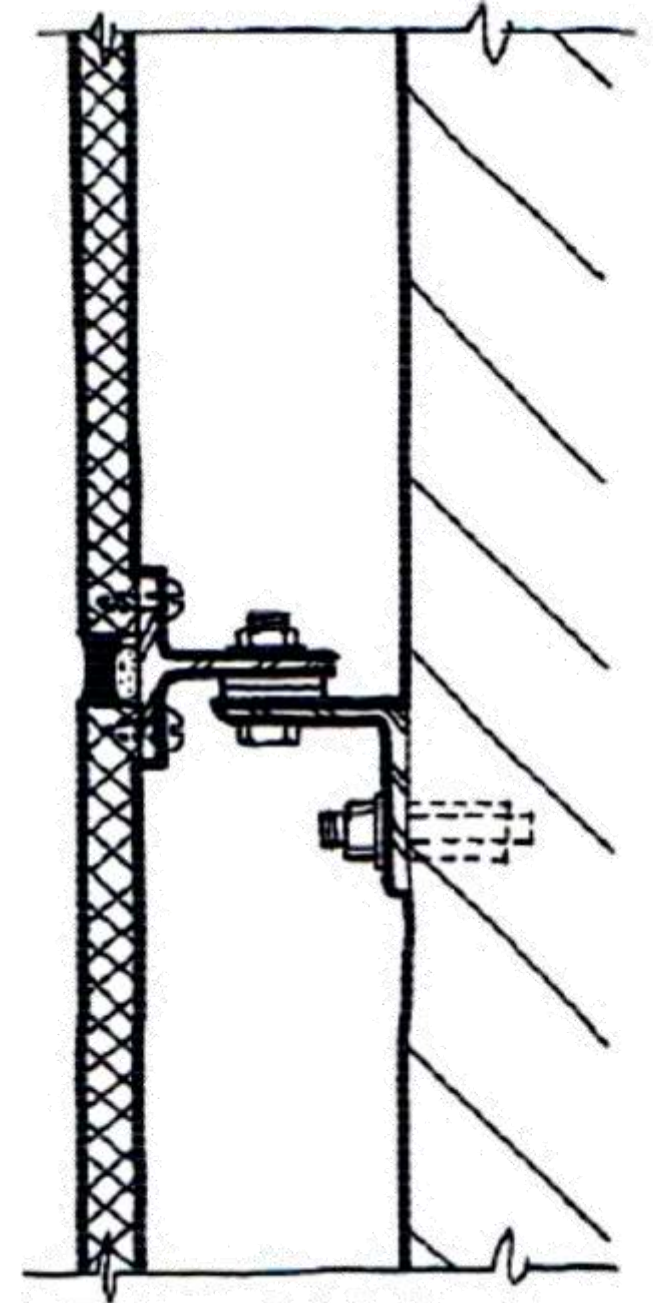
- Il est difficile d'observer des matériaux fluides lors de leur intégration dans un assemblage rigide, comme le coulage du béton dans un coffrage.
- Le matériau fluide est-il à l'endroit prévu et pas ailleurs? De petites ouvertures ou des regards d'inspection dans un assemblage rigide offrent à l'entrepreneur la possibilité d'observer ces endroits cruciaux durant l'exécution. Le regard peut prendre la forme d'un petit trou fait dans le matériau de parement ou d'un espace vide résultant de l'omission d'un des éléments de parement, comme un bloc de béton.
- Lorsque l'assemblage est pratiquement complété et que l'inspection ne révèle aucun problème, le regard d'inspection peut être bouché afin que la surface soit bien unie ou il peut être muni d'un couvercle pour rendre possible une inspection future.

- L'emploi de divers appareils non destructifs perfectionnés, tels l'endoscope pour vérification optique par une petite ouverture, le scanner thermographique ou électromagnétique (radar) à infrarouge, l'appareil de test écho d'impact et d'autres, rend observables les conditions à l'intérieur d'un assemblage.
- Chaque appareil a ses caractéristiques particulières, mais la plupart d'entre eux ne peuvent être employés que par du personnel qualifié à cette fin

7) Des raccordements accessibles

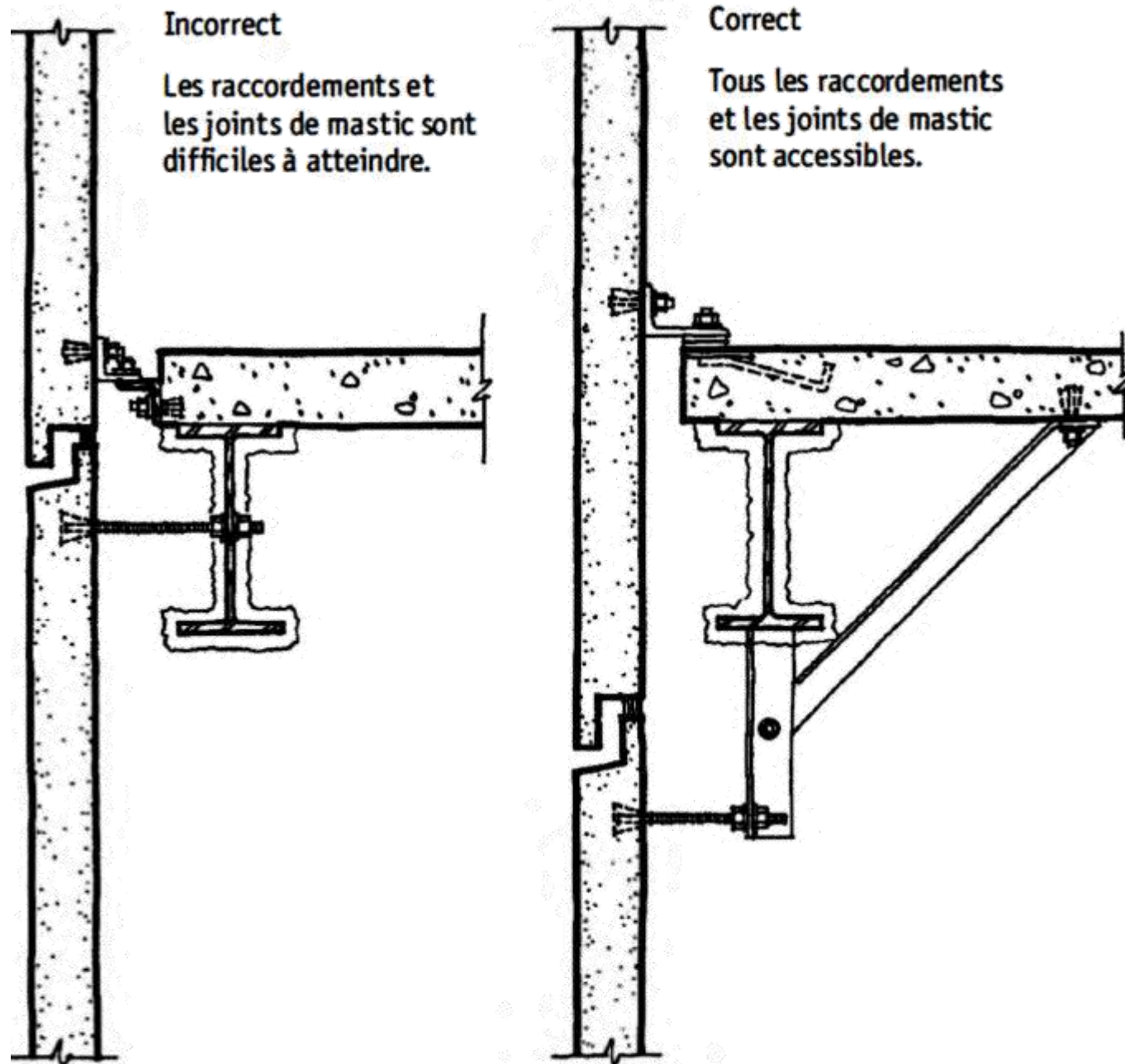
- Il est important de concevoir les détails de façon que les travailleurs puissent atteindre facilement l'ouvrage
- Le concepteur de détails peut parfois faciliter les choses s'il évite le travail minutieux à faire dans des endroits peu commodes, prévoit la préfabrication d'assemblages difficiles à réaliser sur place en raison des accès précaires et place les attaches dans des endroits faciles à atteindre.

- On doit éviter la création de détails apparemment logiques qui ne peuvent être assemblés à cause de problèmes d'accessibilité. Le dessin montre un détail apparemment anodin prévu pour la fixation de panneaux de revêtement à un mur structural en maçonnerie mais inutilisable, parce qu'il est impossible pour un travailleur d'insérer les vis dans la partie inférieure du panneau.



Raccordement inaccessible.

- Il faut éviter de faire des raccordements derrière des colonnes et des poutres, dans des zones intérieures exigües ou dans des angles rentrants.
- De tels endroits sont difficiles, voire impossibles, à atteindre



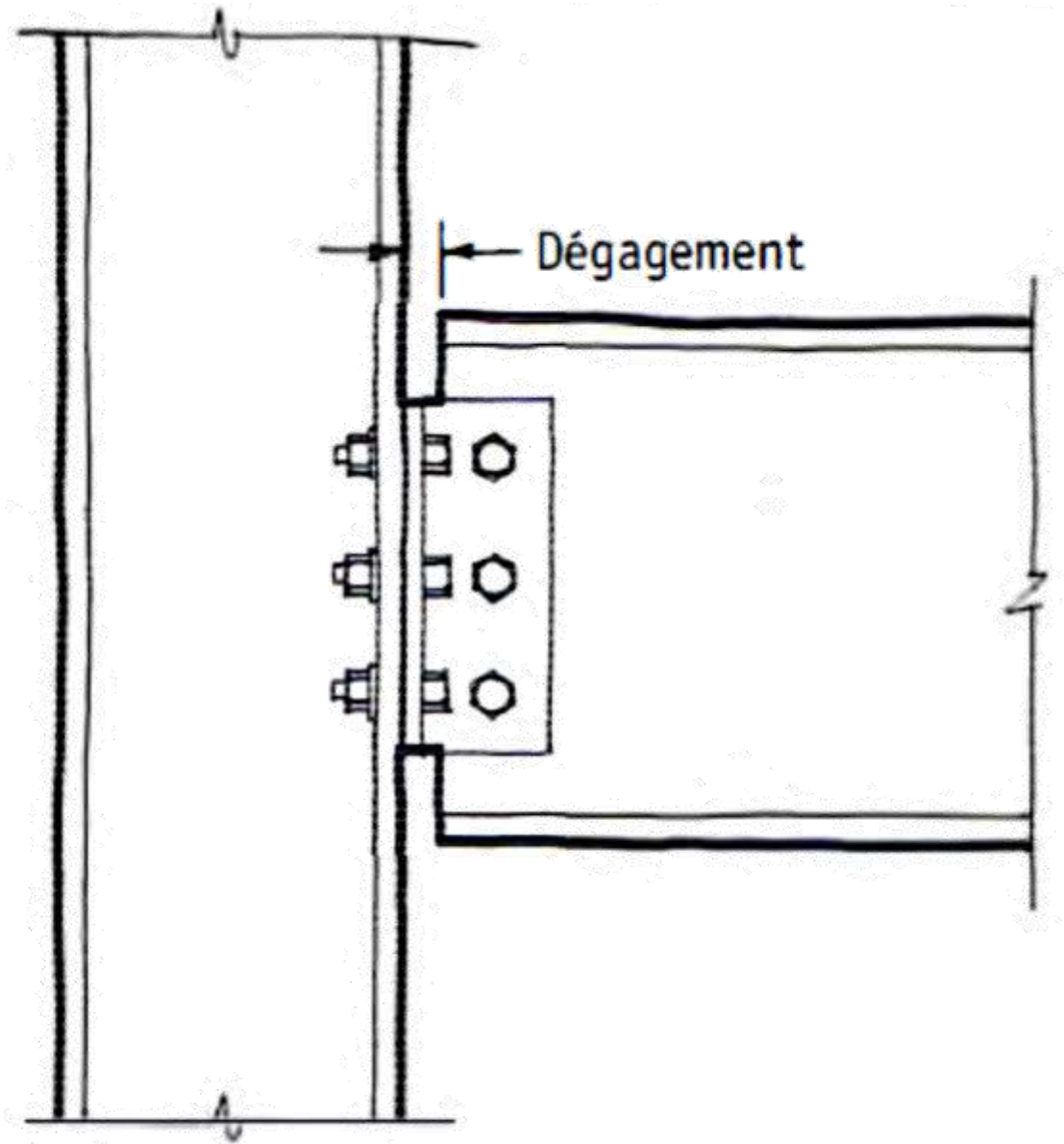
Raccordements pour un panneau de parement.

- Il peut également être nécessaire que les raccordements soient accessibles à des fins d'entretien ou de rénovation du bâtiment, ou de démolition à la fin de la vie utile de l'élément concerné. Cela s'avère particulièrement important lorsque la vie utile des éléments, comme les systèmes mécaniques, les finitions et la toiture, est censée être plus courte que celle du bâtiment dans son ensemble.
- La déconstruction ou la démolition du bâtiment, au moment venu, se fera en toute sécurité et laissera des éléments ayant une plus grande valeur de récupération s'ils demeurent intacts après le démantèlement des raccordements.

8) Le dégagement pour l'installation

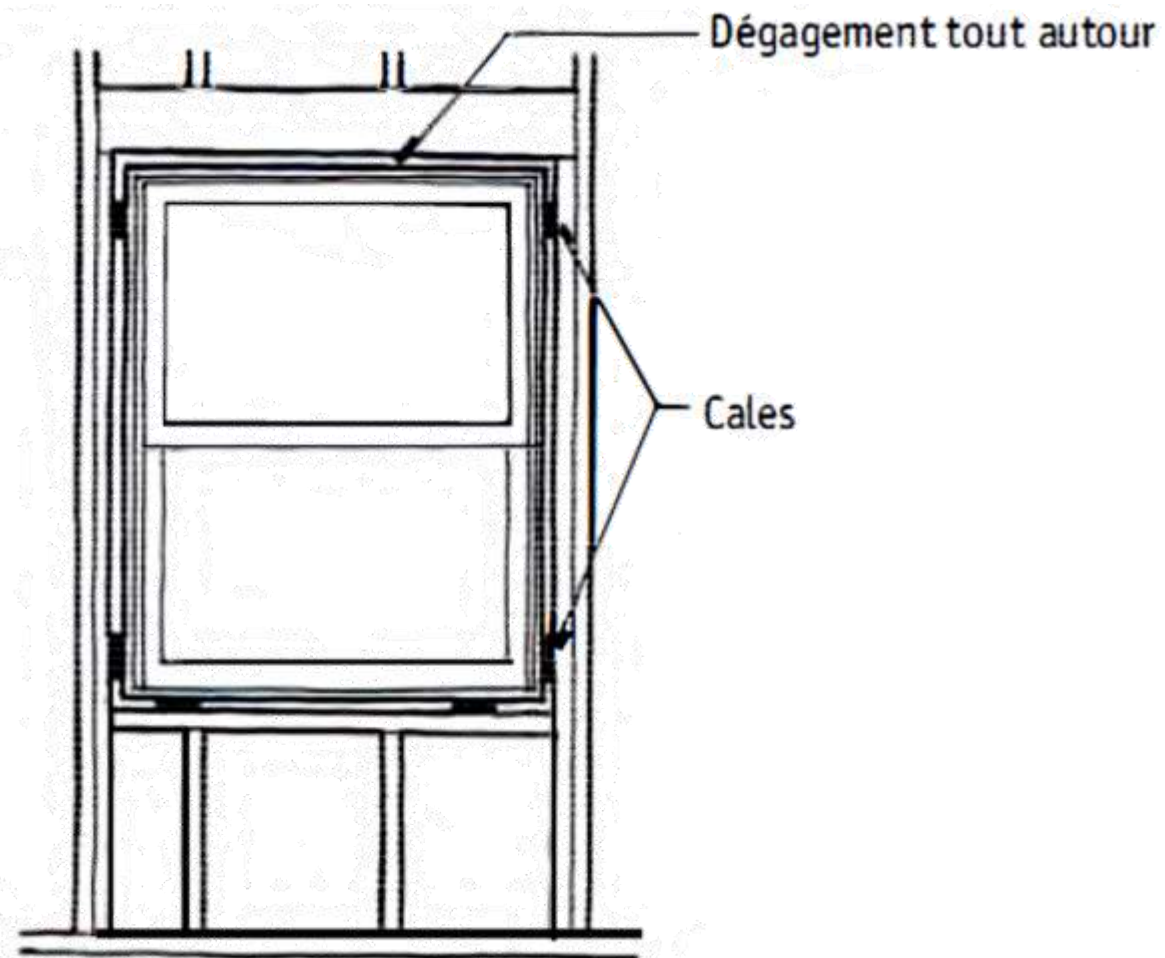
- On doit prévoir un petit espace supplémentaire autour de chaque composant d'un bâtiment.
- Pour tout composant à installer entre deux autres, on doit prévoir un petit espace supplémentaire afin de pouvoir le mettre en place.

- Une poutre d'acier est toujours coupée légèrement plus courte que l'espace entre deux colonnes; dans le cas contraire, elle se coincerait durant l'insertion et il serait pratiquement impossible de l'installer.



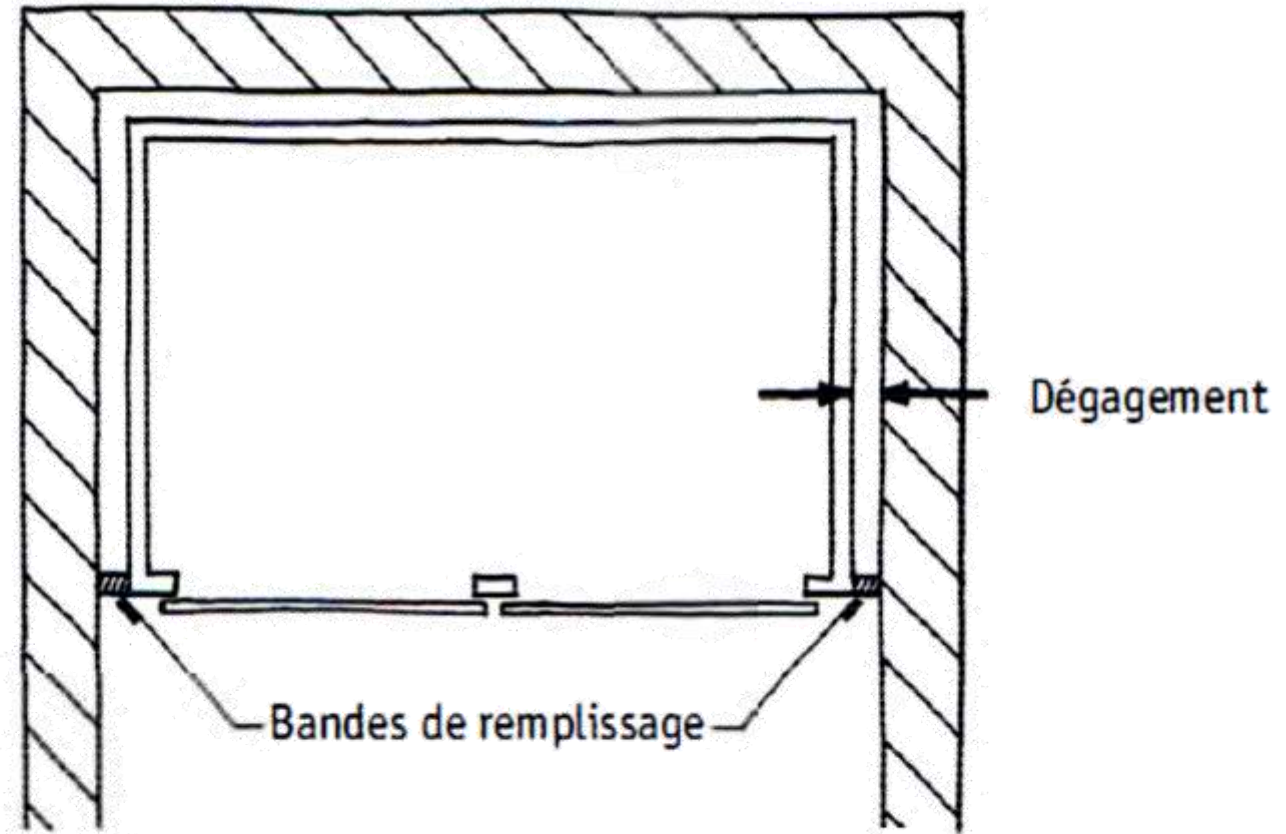
Élévation du raccordement de la poutre d'acier à la colonne.

- une fenêtre ou une porte doit être montée dans une ouverture brute qui est légèrement plus grande qu'elle, ce qui donne de l'espace pour sa mise en place dans sa position finale et permet un ajustement en cas d'imprécisions dans le mur ou la fenêtre



Installation de la fenêtre dans l'ouverture brute.

- Un bain ou un comptoir de cuisine peut être difficile à insérer au fond d'une pièce, sauf si celle-ci est légèrement plus grande que l'unité à installer et laisse donc un dégagement pour sa mise en place.



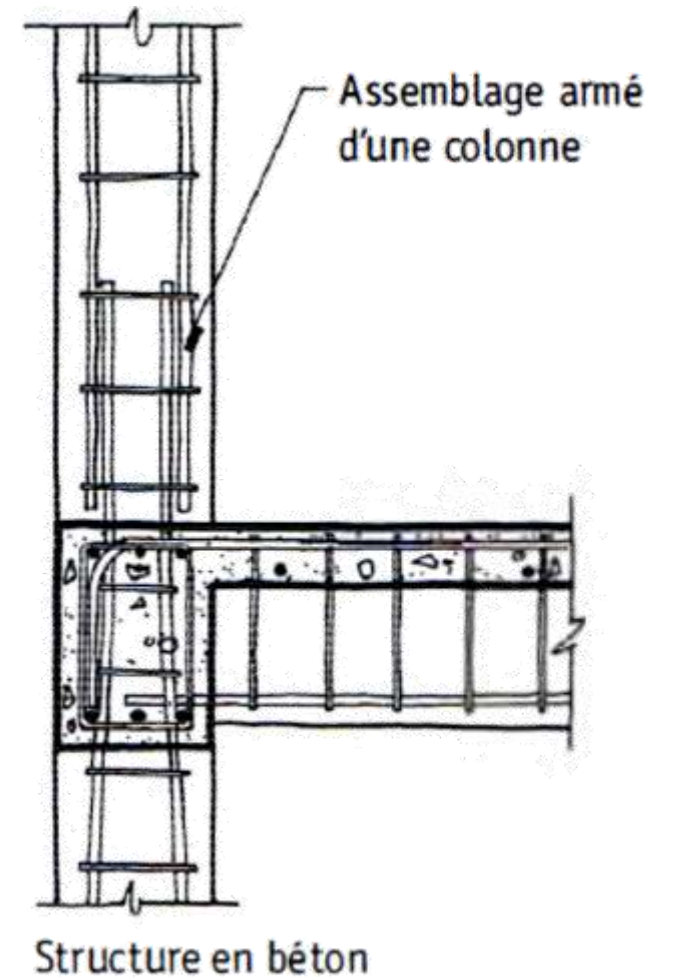
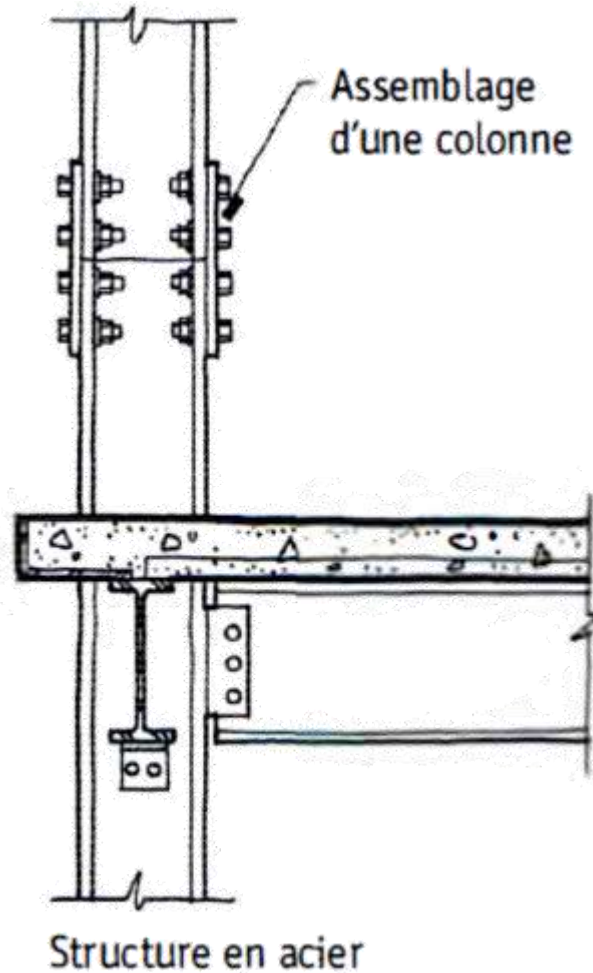
Plan d'un comptoir au fond d'une pièce.

9) Des systèmes non conflictuels

- Un bâtiment doit être conçu pour que ses divers systèmes et pièces s'emboîtent sans heurts dans les trois dimensions. À cette fin, le concepteur de détails doit prévoir des zones réservées pour chacun des systèmes.
- On doit éviter le scellement des conduits de câbles électriques ou de plomberie dans **le béton coulé sur place** ou dans **les composants porteurs en maçonnerie**. S'il est impossible de l'éviter, un tel scellement **doit être minimal** pour prévenir **l'affaiblissement des composants structuraux**.

- On ne doit jamais placer une importante boîte de contrôle ou de distribution dans un mur structural principal, parce que les branchements associés peuvent déplacer de grandes quantités de matériaux structuraux.
- On fait appel à l'ingénieur en structure pour assurer la coordination des plans des consultants pour chacun des sous-systèmes, afin que la structure ne soit pas affaiblie par les branchements.

- Une section d'une colonne d'acier est raccordée à la section suivante plus haute à la hauteur de la ceinture plutôt qu'au niveau du plancher. Procéder ainsi est non seulement plus facile pour les monteurs de charpentes d'acier, mais surtout évite que les raccords des poutres à la poutre maîtresse situés juste en dessous soient difficiles, voire impossibles à effectuer.



Assemblage d'une colonne dans une structure en acier et une structure en béton.