

A retenir pour l'implantation **d'un exercice**

- ***Déterminer l'alignement***
- ***Planter le premier profil***
- ***Déterminer la longueur du mur***
- ***Planter le deuxième profil***
- ***Vérifier les dimensions (avec compassage)***
- ***Terminer installation des profils***
- ***Identifier le point le haut***
- ***Tracer un point de référence sur le profil haut***
- ***Mettre les points de niveau***
- ***Compasser les profils depuis le point de niveau (en fonction des matériaux)***
- ***Installer la ficelle***
- ***Commencer à maçonner en respectant l'appareillage demandé***

Bon travail

Exercices : calcul des matériaux nécessaires.

Les calculs doivent être sur ta feuille !!!

Module 65

- 1) un mur de 6,5m de long, d'une hauteur de 2,6m.
- 2) un mur de 8m de long, d'une hauteur de 3,4m.
- 3) un mur de 1,8m de long, d'une hauteur de 0,8m.
- 4) un mur **double** de 5,5m de long, d'une hauteur de 1,3m.
- 5) un **pignon** de 6m de long, d'une hauteur de 5m.

Blocs béton de 14

- 1) une cloison de 8m de long, d'une hauteur de 2,4m.
- 2) un mur de 12m de long, d'une hauteur de 3m.
- 3) un mur de 4,5m de long, d'une hauteur de 3,3m.
- 4) une façade de 13m de long, d'une hauteur de 4m, **attention, cette façade a deux fenêtres de 1mX1m**
- 5) une chambre de visite carrée de 1m de long, d'une hauteur de 1,6m.

Calcul de matériaux

Nous avons l'habitude d'utiliser à l'atelier plusieurs types de matériaux de construction. Nous allons voir comment calculer la quantité de matériaux nécessaire pour réaliser un travail donné.

Pour les blocs "dit ordinaires" de 39X19X..., c'est à dire les blocs que nous utilisons à l'atelier, et sur la majorité des chantiers il faut retenir qu'il en faut 12,5/m². C'est à dire qu'il vous faut **12 blocs et demi** pour maçonner un mètre carré.

Pour les briques, on parle alors de **module**, suivi d'un nombre. Ce nombre correspond à l'épaisseur des briques. Ces informations sont généralement indiquées sur un papier présent dans l'emballage des palettes de briques.

A l'atelier, nous utilisons les briques de module 57 pour les briques pleines (briques ordinaires), et module 65 pour les briques de qualification.

Il ne reste plus qu'à multiplier le nombre de m² par le nombre de briques ou de blocs, pour obtenir le nombre total de matériaux nécessaire.

(exemple: 10m² X 12,5 blocs= 125= 125 blocs pour maçonner 10m².)

MODULE	Longueur-largeur-épaisseur	Nombre/m ²
Module 50	± 188 x 88 x 48 mm	± 84pcs
Module 57	± 188 x 88 x 55 mm	± 75pcs
Module 65	± 188 x 88 x 63 mm	± 65pcs
Module 90	± 188 x 88 x 88 mm	± 50pcs

Je retiens

12,5 blocs/m²

75 briques/ m² pour le module 57

65 briques/m² pour le module 65

50 briques/ m² pour le module 90

Nom:

Date:

Prénom:

classe:

Calculs de surfaces et de volumes

(les calculs doivent apparaitre sur la feuille)

Calcule les surfaces suivantes:

un parking de 28m de long sur 12m de large

une allée de garage de 15m de long sur 3,5m de large

une dalle de cave de 13,6m de long sur 9,5m de large

un terrain de 67,5m de long sur 15m de large

Calcule les volumes des travaux suivants pour commander tes matériaux:

(tu peux t'aider d'une calculatrice)

Tu dois bétonner une tranchée de 10m de long sur 60cm de large, et d'une profondeur de 50cm.

Tu dois réaliser la chape sur un parking de 50m de long sur 25m de large, et d'une profondeur de 15cm.

Tu dois réaliser l'empierrement des caves, la surface totale est de 13,6m de long sur 9m de large, pour une épaisseur de 12cm de pierres.

9. L'APPAREIL LASER

9.1. Généralités



On utilise aujourd'hui de plus en plus d'appareils lasers au lieu de niveaux.

Il y a un certain nombre de différences :

- un laser est toujours fixe : c'est le rayon laser qui effectue un mouvement rotatif.
- l'opérateur ne regarde pas dans l'appareil ; ce dernier émet lui-même un rayon laser. Ceci signifie qu'il est possible de travailler SEUL.
- une source de courant est toutefois nécessaire. Ne pas oublier de charger l'appareil. La nivelle sphérique est souvent remplacée par un niveau électronique (= réglage grossier) + compensateur (= réglage fin). Les appareils plus chers se règlent automatiquement à l'horizontale, sinon ils n'émettent aucun rayon.
- Il existe des lasers spéciaux utilisés pour des applications spécifiques
lasers de canalisation, lasers à pente, systèmes d'indication de profondeur, ...



9.2. Classification des appareils laser

Attention

Seuls les appareils laser de classe 1 et 2 sont légalement autorisés comme appareils de chantier.

Classe 1

Rayon invisible : peu dangereux pour les yeux
n'attire pas le regard en raison de son caractère invisible

Classe 2

Rayonnement visible (puissance < 1 mW)
Le réflexe palpébral est suffisant comme protection (ne pas fixer le rayon)

Classe 3A

Ne pas regarder directement le rayon (puissance < 5 mW)
Une fixation prolongée du rayon provoque la cécité

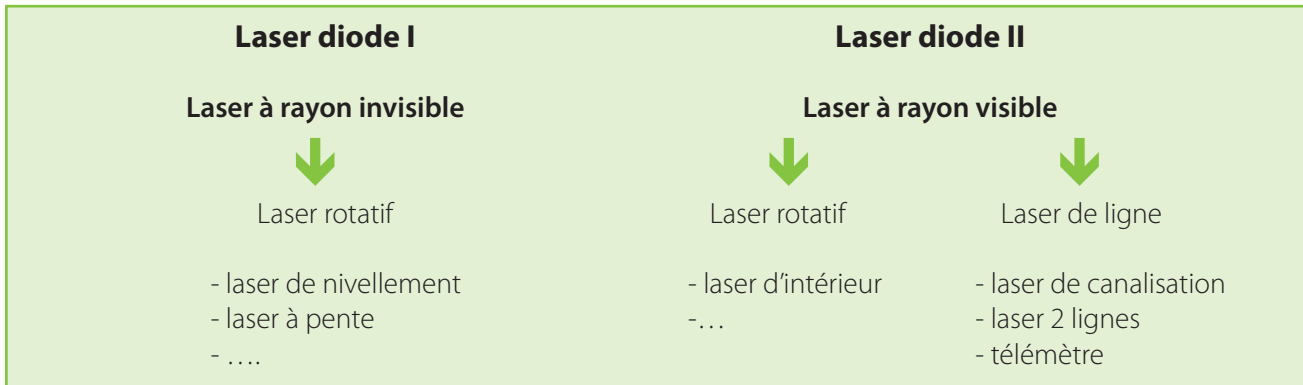
Classe 3B

Eviter le contact avec l'œil (puissance < 500 mW)
Dangereux pour les yeux

Classe 4

Danger réel pour les yeux et la peau

9.3. Types d'appareils laser



Le prix dépend fortement du type de laser. Il est conditionné par :

- la portée : la distance couverte par l'appareil
- la précision
- l'autonomie
- la plage de travail du compensateur : les appareils moins chers n'ont pas de compensateur
- la possibilité du laser de se caler lui-même à l'horizontale.
Un laser à pente est donc plus cher qu'un laser tournant à l'horizontale.



9.3.1. laser à rayon invisible

Ce laser est toujours un laser rotatif. En d'autres termes : le rayon laser décrit toujours un plan.
Dans le cas du laser à pente, ce plan sera incliné. Certains lasers à pente permettent de définir simultanément 2 pentes (directions X et Y), par exemple pour construire une rue en pente tout en prévoyant l'évacuation des eaux vers les égouts.

Plus :

- sécurité du rayon laser
- absence de rayon lumineux gênant

Moins :

- le rayon laser étant invisible, il est impossible de réaliser les mesures sans un accessoire.

Cet accessoire est appelé récepteur.
Comment se présente-t-il ?



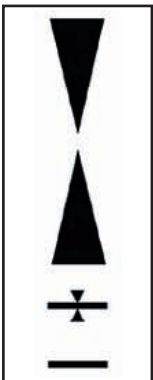
1. commutateur marche / arrêt
2. touche de réglage du son
3. sensibilité des touches
La touche de sélection 3 permet de régler la sensibilité du récepteur.
6. cellules photoélectriques
7. encoche pour tracé de la hauteur
8. sortie sonore



→ **réglage fin** : jeu de 1 mm seulement, donc à utiliser pour un travail de grande précision, pour déplacement d'une taille des couches

→ **réglage grossier** : jeu de 4 à 6 mm, à utiliser pour un travail de moindre précision, par exemple pour le creusement de fouilles de fondation.

La sensibilité choisie est toujours affichée à l'écran et peut toujours être modifiée. L'écran du récepteur affiche également un certain nombre de flèches indiquant la position du récepteur par rapport au rayon laser.



→ le récepteur est plus haut que le rayon laser et doit être descendu

→ le récepteur est plus bas que le rayon laser et doit être remonté

→ le récepteur est à peu près au même niveau que le rayon laser

→ le récepteur est exactement au même niveau que le rayon laser



La position du récepteur peut aussi être signalée par un signal sonore. Celui-ci peut être activé ou désactivé à l'aide de la touche 2 du récepteur.

- récepteur trop haut → sons rapides
- récepteur trop bas → sons lents
- récepteur au bon niveau → son constant

Attention

- attention à ne pas capter avec votre récepteur un laser d'un autre chantier
- lorsque le rayon laser est hors de la portée du récepteur (soit au-dessus, soit en dessous), l'écran n'affiche rien !

9.3.2. utilisation du récepteur

Il y a **trois manières** d'utiliser le récepteur :



9.3.2.1. à main libre

Ici, des niveaux sont reportés sur des murs ou des colonnes (profilés)

On utilise pour ce faire l'encoche du récepteur. Il faut donc tracer soi-même le repère au niveau de l'encoche. Les autres niveaux peuvent ensuite être calculés.



9.3.2.2. à l'aide d'une mire

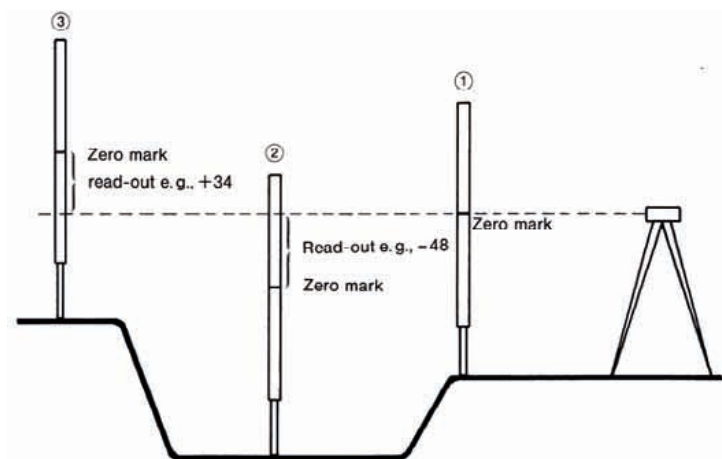
Le récepteur est ici vissé sur une mire de manière à fournir une valeur comme pour un simple nivellement. La fixation sur la mire se fait généralement à l'aide d'un accessoire qui se trouve également dans le coffret. Cet accessoire porte également une ligne repère permettant de lire le bon niveau sur la mire.

Pour les mesures à l'aide d'un appareil laser a été créée une mire spéciale, la **mire flexi**. Cette mire a une double subdivision.

La 1ère partie sert à lire les niveaux. La 2ème partie permet de lire les dénivelés. La partie rouge indique un dénivelé vers le bas (négatif), l'autre partie un dénivelé vers le haut (positif).

En l'absence de ce type de mire, il suffit d'utiliser une mire classique et de lire ou de mesurer les niveaux à l'aide d'un mètre pliant.

L'intérêt de fixer le récepteur sur une mire est que ce système permet d'effectuer des mesures n'importe où, ce qui n'est pas possible en tenant le récepteur à la main.





9.3.2.3. fixé à un engin

Si le récepteur est fixé à l'engin, l'opérateur peut travailler seul. Il suffit de fixer le récepteur à n'importe quel endroit du balancier et de régler le niveau sur zéro.

Il faut préalablement placer la flèche de l'engin dans une position donnée. L'opérateur peut alors poursuivre son travail et contrôler le niveau où et quand il le veut. (des témoins indiquent si l'on se trouve trop haut ou trop bas). L'objectif n'est pas de fixer ces témoins en permanence, ils ne servent que de contrôle.

Attention

- l'appareil laser doit être placé de telle manière que l'on puisse toujours recevoir des signaux sur le récepteur.
- les témoins allumés ne peuvent servir de contrôle que si l'on place la flèche de l'engin dans la position qui a servi au réglage du laser.



Des modèles encore plus perfectionnés permettent même un pilotage automatique de l'engin : l'opérateur n'a plus qu'à suivre la bonne direction (bulldozers, niveleuses, lame niveleuse, etc.)

**Remarque:**

Les lasers à pente peuvent accepter une certaine pente. Ces appareils fonctionneront même si le compensateur est réglé sur une pente.

Il est possible de régler soi-même cette pente, mais l'essentiel est la direction dans laquelle la pente est tracée.

La direction est indiquée par une flèche. L'appareil doit donc être placé dans cette direction.. La pente commence dès le placement du laser.

(---- pas de pente, < laser à pente)



9.3.3. laser à rayon visible

Les lasers à rayon visible sont plus dangereux que les lasers avec rayon invisible.

Par contre, ils présentent un certain nombre d'avantages et de possibilités.

Nous distinguons deux types :

- **lasers rotatifs**, par exemple lasers d'intérieur
- **lasers à rayon fixe** : par exemple laser de canalisation, laser à deux lignes



9.3.3.1. lasers d'intérieur

Le but principal est de travailler sans récepteur. Le rayon laser est visible, soit de couleur verte, soit de couleur rouge. Les mains sont donc libres. Ces lasers s'utilisent également pour la finition de bâtiments.

La plupart des appareils peuvent également fonctionner sous n'importe quelle pente (sans compensateur) ou délimiter un plan vertical. Ils peuvent donc s'utiliser par exemple pour dresser des cloisons.



Pour utiliser cet appareil afin d'indiquer la hauteur d'un plafond, il faut placer l'appareil à la hauteur du plafond. C'est ce que permettent de faire des pieds spéciaux pouvant atteindre une grande hauteur (3,1 m ou 4,25 m). Ces pieds permettent également de replacer l'appareil à même hauteur deux jours consécutifs, ce qui n'est pas possible avec un autre pied.

A cette hauteur, il est conseillé d'utiliser une commande à distance.





9.3.3.2. laser pour canalisation

Laser à rayon fixe et visible. Il ne comporte aucune partie rotative.

Cet appareil est utilisé pour poser des canalisations en pente. Ce laser peut donc être réglé de manière très précise selon un angle donné (même en % ou ‰).

On utilise bien entendu aussi le rayon droit pour indiquer la direction exacte de l'égout.

Un laser pour canalisation étant donc toujours utilisé dans un environnement humide, il doit aussi être parfaitement étanche.



Ce laser s'utilise donc avec une plaquette de réception. Cette dernière est placée dans la partie inférieure de la canalisation. Sur la plaquette figure une mire qui reçoit le rayon du laser et permet de voir clairement si la canalisation se trouve trop haut ou trop bas, ou si la direction doit être corrigée.



Chaque fois que l'on pose une canalisation, il faut donc emporter la plaquette de visée et la poser dans la canalisation pour contrôle. Attention : la plaquette de visée doit toujours être parfaitement horizontale pour permettre d'effectuer le contrôle.

Le laser est généralement installé dans un puits d'inspection, ou aux endroits où la pente des égouts change. Une commande à distance s'impose également pour cet appareil. Le rayon de l'appareil commence à clignoter pour indiquer un changement de la pente, ou un dérèglement de l'appareil.

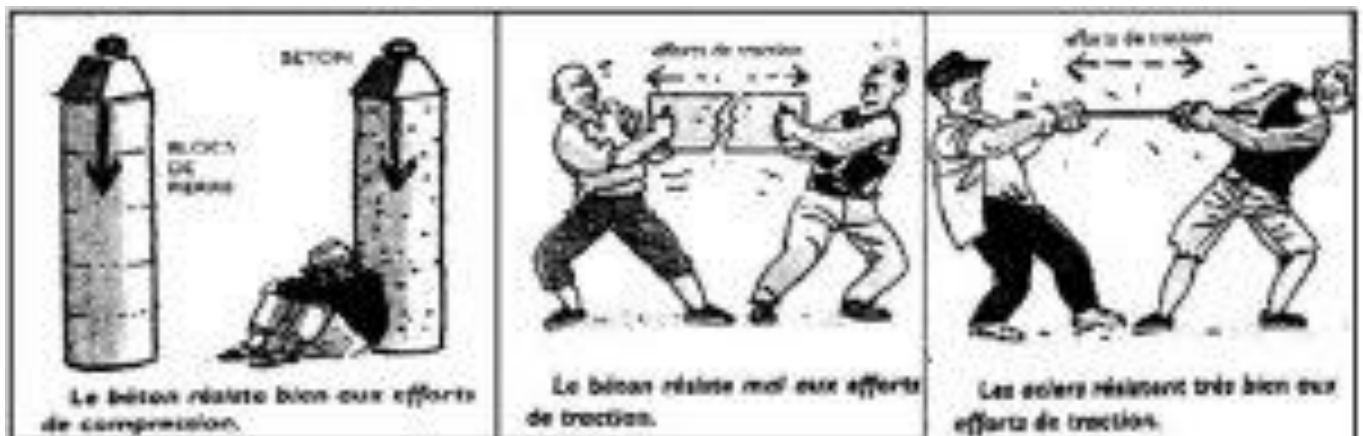
Les armatures pour béton armé

Qu'est-ce que le béton armé ?

Pourquoi mettre des armatures dans le béton ?

S'il **résiste très bien** à la **compression**, le béton seul **résiste mal** à la **traction**.

L'**acier** quant à lui, **résiste très bien** à la **traction** (et également à la compression).



C'est pour conférer au béton cette résistance spécifique en **traction** que l'on a eu l'idée de l'**armer** de barres d'acier.

L'**acier et le béton sont-ils compatibles** ?

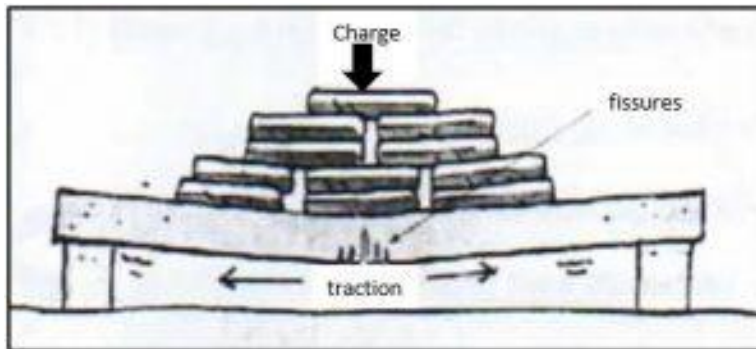
Oui, car :

- Leurs **coefficients de dilatation thermiques** sont équivalents.
 - Le béton est un matériau ayant un **pH basique**, il se crée un film de passivation autour de l'armature une fois noyée dans le béton, qui la **protège de la corrosion**.
 - L'acier est un matériau **ductile** en traction.
 - Il y a une **adhérence naturelle** acier – béton.
- Le **béton armé** est un matériau dans lequel des armatures métalliques (fer à béton) ont été mises en place afin d'obtenir un béton renforcé. Le béton armé **conjugue** ainsi la **résistance à la compression du béton** et la **résistance à la traction de l'acier**.

Le béton non armé : fonctionnement mécanique et utilisations

Prenons, par exemple, une **poutre horizontale en béton** reposant sur deux appuis. Elle s'incurve vers le bas sous l'effet de son propre poids et des charges qu'on lui applique. Plus la charge appliquée à la poutre augmente, plus la poutre s'incurve vers le bas et plus la **partie inférieure** de la poutre **s'allonge** : elle est soumise à un

effort de **traction**. La **partie supérieure** de la poutre **se raccourcit**, elle est donc soumise à des efforts de **compression**. Lorsqu'on augmente les charges sur la poutre, les déformations s'accroissent, de même que les tractions dans la partie inférieure et les compressions dans la partie supérieure. Des **fissures** au niveau de la partie inférieure apparaissent dès lors que la contrainte de traction générée par les charges dépasse la **résistance à la traction du béton**.



La poutre en béton non armé est peu résistante.

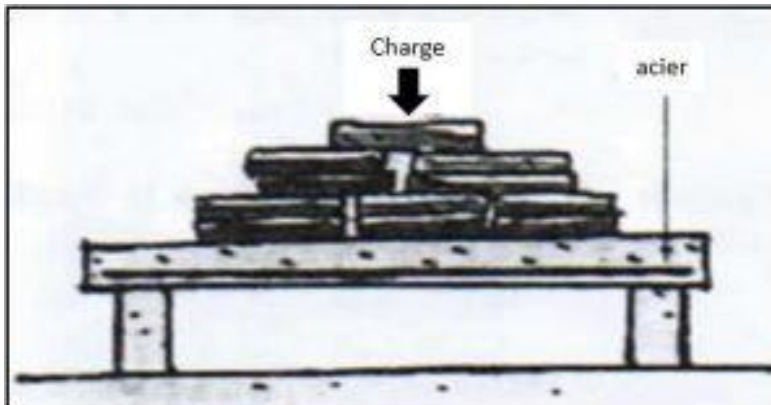
Le béton non armé est utilisé :

- Lorsque le béton ne **travaille qu'en compression** (ex : certains ouvrages de fondations profondes type puits ou pieux, certains murs).
- Lorsque le béton n'assure **pas de fonction mécanique** (béton dit non structural) :
 - Béton de remplissage (de cavités, de tranchées...)
- Lorsque la présence de **fissure** n'est **pas préjudiciable** au fonctionnement de la structure :
 - - Béton de propreté
 - Ouvrages de voirie (chaussées, trottoirs, glissières en béton extrudé...)
- Lorsque l'élément fabriqué est de **petites dimensions** :
 - - Petits éléments préfabriqués (blocs, pavés, caniveaux, entrevous de plancher).

Le béton armé : fonctionnement mécanique et utilisations

Si l'on reprend le cas de la **poutre**, le principe du béton armé consiste à placer des **armatures en acier** dans la **partie inférieure** de la poutre, qui vont résister aux efforts de **traction**. L'**armature compense la faible résistance en traction du béton**. Le béton armé est un matériau de construction qui résiste à la compression et à la traction.

Une poutre en béton armé peut ainsi supporter des charges beaucoup plus importantes qu'une poutre en béton non armé.



La poutre en béton armé résiste bien.

Fréquent dans des **ouvrages de construction** et de **génie civil**, le béton armé est utilisé, entre autres, dans des dalles, des poteaux, des poutres, des fondations, ou encore des murs.

Quelles sont les alternatives au béton armé ?

Les **bétons de fibres structurales** (métalliques ou macro-synthétiques) sont l'alternative principale au béton armé. En effet, les fibres structurales (métalliques ou macro-synthétiques) jouent le même rôle que les armatures traditionnelles. Elles peuvent les remplacer partiellement voire totalement dans certaines applications précises. C'est le cas notamment des dallages de maisons individuelles, à **condition que la fibre** mise en œuvre **possède un Avis Technique du CSTB** pour cette application, et sous réserve de le respecter à la lettre.

Peut-on faire du béton armé soi-même ?

Il est relativement simple de réaliser des ouvrages basiques liés à la maison individuelles en béton armé reprenant des efforts modérés, tels qu'une **dalle**, un **poteau**, un **linteau**, une **semelle filante** de fondation. Il suffira alors de choisir les **armatures adaptées** (exemple : treillis soudés), de bien les **positionner** dans le coffrage, de respecter une **épaisseur d'enrobage** minimale et de faire un **béton de qualité** correctement vibré. Cela peut rapidement se compliquer en fonction du type d'ouvrage, de la complexité et de l'intensité des charges à reprendre. Il faudra alors réaliser au préalable un **calcul** de résistance des matériaux selon les **règles de dimensionnement du béton armé**. Le dimensionnement d'ouvrages en béton armé est une affaire de spécialistes (bureaux d'études). Il s'effectue selon les principes des **Eurocodes**, qui sont des normes européennes de conception et de calcul des bâtiments et des structures de génie civil. Ces normes de dimensionnement fournissent des règles pour le calcul des éléments les plus courants et leurs assemblages. La norme de base pour le calcul des structures en béton est l'Eurocode 2 ([norme NF EN 1992 – calcul des structures en béton](#)).

Le dimensionnement vise à assurer :

- La résistance de la structure ;
- L'aptitude au service ;
- La durabilité ;
- La capacité portante en cas d'incendie.

Le dimensionnement permet de préciser les caractéristiques géométriques de chaque élément en béton armé composant la structure, les caractéristiques des matériaux (béton et armatures) et de préciser le ferrailage.

L'évolution des armatures pour béton armé

Aux premières heures du béton armé, les **armatures** étaient de simples tiges lisses de » **fers à béton** » comme on avait coutume de les appeler. Le remplacement progressif du fer par l'**acier** a permis un important gain de performances, et une meilleure maîtrise de la fabrication et de la mise en œuvre n'a fait que renforcer leur utilisation.

Les progrès se situent également au niveau de l'**adhérence de l'acier au béton** avec le recours à des aciers à relief amélioré. Les **aciers à haute adhérence** présentent une surface crantée par des reliefs en hauteur, les « verrous », ou en creux, les « empreintes », afin d'éviter qu'ils ne glissent dans le béton et d'assurer une **meilleure transmission des efforts** entre les deux matériaux.

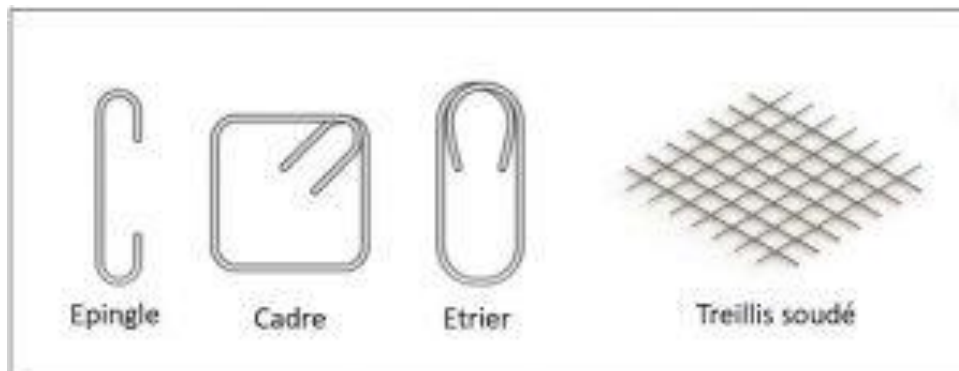


Armatures en acier à haute adhérence, à verrous transversaux obliques.

Les aciers pour béton armé sont désignés par leur **limite d'élasticité E** (en MPa), leur **nuance** (doux, mi-dur, dur) et leur **forme** (lisse, haute adhérence). L'acier couramment utilisé dans le bâtiment est de désignation HA Fe E 500, soit un acier à haute adhérence (HA) présentant une limite élastique de 500 MPa.

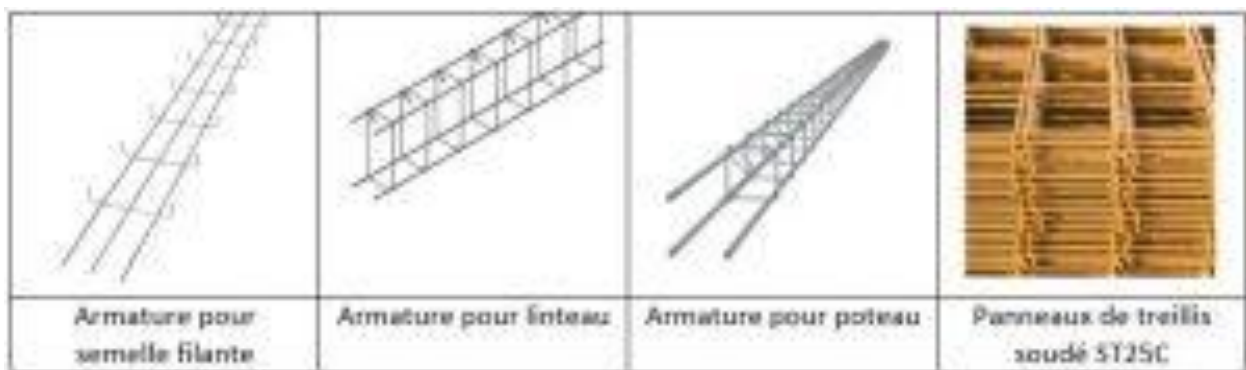
Les différents types d'armatures

Les armatures, qui sont fabriquées à base d'acier pour béton armé, se présentent sous forme d'assemblages d'**aciers filants**, de **cadres**, d'**étriers**, d'**épingles** ou bien plus simplement de **treillis soudés**.



Ces armatures sont :

– Soit des « **armatures assemblées** », prêtes à l'emploi : de **modèle standard**, elles sont **fabriquées en usine** à grande cadence, distribuées par les réseaux de négoce, elles sont livrées sur le chantier et prêtes à être mises en place dans le coffrage. Elles sont principalement destinées à la **maison individuelle** ou au **petit collectif**.



Exemples d'armatures sur catalogue.

Les **treillis soudés** sont couramment utilisés pour réaliser le ferrailage des **dallages**, **radiers**, **voiles**, **planchers**.

– Soit des « **armatures coupées-façonnées** » sur plans : pour les **chantiers importants** de béton armé, les armatures sont **fabriquées à la demande**, le plus souvent dans des **ateliers spécialisés**, et parfois sur **chantier**. Elles sont livrées sur chantier sous forme de barres coupées, façonnées en fonction des formes décrites sur les plans d'exécution. Elles sont alors assemblées sur le site, à proximité de l'ouvrage ou directement dans le coffrage.



Façonnage d'armatures sur chantier.

Le positionnement des armatures dans le béton armé

Le béton armé est un matériau dans lequel une armature métallique (fer à béton) est mise en œuvre afin d'obtenir un béton renforcé. Véritable savoir faire, le béton armé **conjugue** ainsi la **résistance à la compression du béton** et la **résistance à la traction de l'acier**. Seulement pour qu'elle soit mécaniquement efficace l'armature doivent être judicieusement mise en place. De plus, l'enrobage béton doit être correct afin d'assurer une protection contre les actions agressives pouvant conduire à la corrosion des armatures.

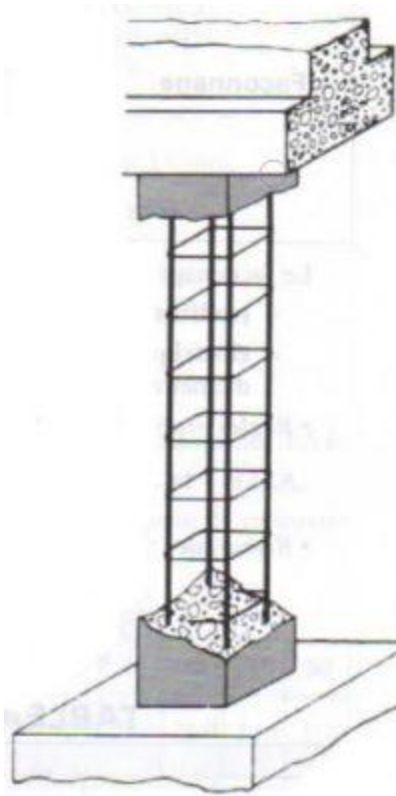
Où placer les armatures dans un ouvrage en béton armé ?

Dans une structure en béton armé, les **aciers** principaux sont placés dans les **parties tendues de béton** pour **compenser la mauvaise résistance** du béton en **traction**.

Voici la disposition des armatures dans quelques cas usuels :

Poteau en béton

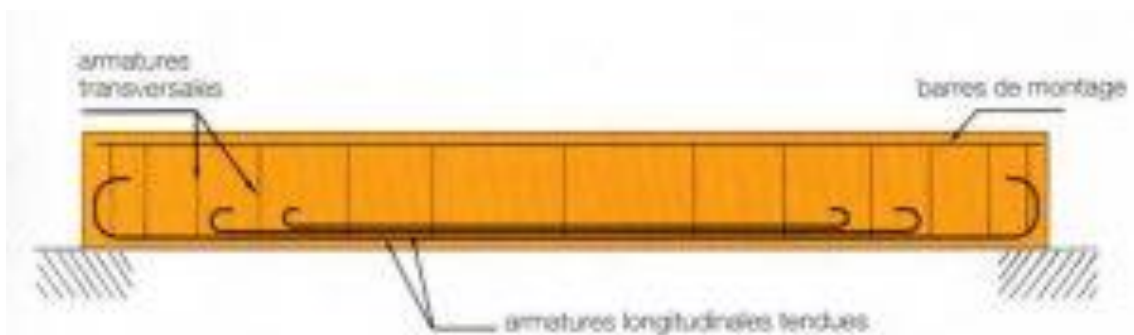
Des armatures transversales et longitudinales sont placées dans les poteaux pour les rendre plus résistants à la **flexion** et éviter des phénomènes comme le **flambement** (le poteau pourrait fléchir et se courber sur un des côtés).



Positionnement des armatures pour un poteau.

Poutre en béton

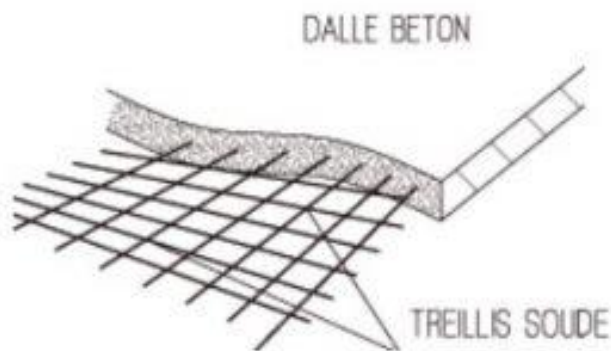
Les **efforts de traction**, qui sont maximum **en partie basse**, sont entièrement **repris par les aciers longitudinaux** qui sont positionnés le plus bas possible, tout en conservant un enrobage suffisant.



Positionnement des armatures pour une poutre.

Dalle en béton

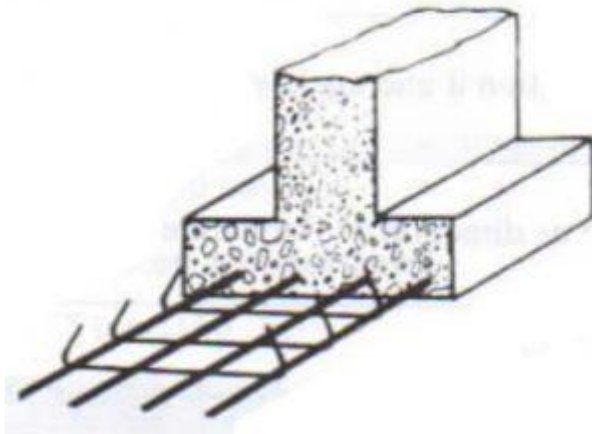
Les armatures de type treillis soudés sont placées dans la partie inférieure de la dalle, plus précisément **au 1/3 inférieur de l'épaisseur**, pour la même raison que la poutre en béton. C'est le cas typique de la dalle de maison individuelle.



Positionnement des armatures pour une dalle.

Semelle filante de fondation

Les armatures sont systématiquement **posées en partie inférieure** des fondations (semelle filante) pour répartir les charges et consolider la résistance du béton de fondation à la traction.



Positionnement des armatures pour une semelle filante.

Durabilité et enrobage des armatures

L'**enrobage** des armatures représente la **distance entre la surface du béton et l'armature la plus proche** (cadres, étriers, épingles, armatures de peau, etc).

L'enrobage doit être suffisant pour garantir :

- la bonne **protection** de l'acier contre la **corrosion** ;
- la bonne **transmission des efforts** d'adhérence ;
- une **résistance au feu** convenable.

L'**enrobage minimal** de l'armature béton et les caractéristiques du béton d'enrobage sont les paramètres fondamentaux permettant de maîtriser la **pérennité des ouvrages** face aux phénomènes de corrosion et donc leur durée d'utilisation. Ainsi, il est possible de placer les armatures hors d'atteinte des agents agressifs en les

protégeant par une **épaisseur suffisante** d'un béton compact, ayant fait l'objet d'une cure appropriée.

L'**enrobage minimal** de l'armature béton est défini dans la norme NF EN 1992-1-1 (Eurocode 2). Typiquement, dans le cas d'un **bâtiment courant**, l'enrobage minimal requis vis-à-vis de la durabilité des armatures est de 30mm pour les bétons soumis aux intempéries et **15mm** pour les bétons situés à l'**intérieur**. Ceci est à adapter en fonction du type de béton, de la durée de vie prévue pour l'ouvrage, et des conditions d'environnement. Cet enrobage minimal doit de plus être majoré pour tenir compte des tolérances de pose des aciers (valeur de majoration généralement utilisée : 10mm).

Afin d'assurer l'enrobage des armatures correct, utilisez ces **cales spécifiques en plastiques**.

Par ailleurs, il faut savoir que la **dimension du plus gros granulats contenu dans le béton**, appelée Dmax, doit être adapté aux contraintes de mise en œuvre et notamment à la densité du ferrailage et l'épaisseur d'enrobage. Le Dmax est en effet limité par l'espacement entre armatures et l'enrobage. Pour permettre une mise en œuvre correcte du béton, il est important que la taille des plus gros granulats Dmax ne s'oppose pas au déplacement des grains entre les armatures métalliques du ferrailage.

Ferrailage et treillis soudé pour dalle béton

Le **treillis soudé** est une armature utilisée pour renforcer les ouvrages en béton. Qu'est-ce qu'un treillis soudé ? A quoi sert il ? Quels sont les différents types ? Quel est le prix ? Comment le choisir et le positionner ?

Qu'est-ce que le treillis soudé ?

Le **treillis soudé**, également appelé **ferrailage**, est une **armature métallique** faite de fils d'acier croisés, soudés entre eux aux points de croisement.

Il est assemblé en usine est constitué de **fils métalliques longitudinaux** (dit « fils porteurs » ou « fils de trame ») sur lesquels sont soudés des **fils transversaux** (appelés « fils de répartition » ou « fils de chaîne »).



Treillis soudé pour dalle béton

A quoi sert le treillis soudé ?

Il faut savoir que le **béton seul résiste très bien à la compression**, mais **résiste mal à la traction**.

L'**acier** quant à lui, **résiste très bien à la traction** (et également à la compression).

L'utilisation d'un **treillis soudé** dans le béton permet de le **renforcer** et de réaliser une construction en **béton armé**. Le béton armé conjugue ainsi la résistance à la compression du béton et la résistance à la traction de l'acier.

Quels sont les différents types de treillis soudé ?

Les treillis béton peuvent être formés soit :

- de fils bruts de tréfilage ;
- de fils tréfilés à haute adhérence, présentant un profil nervuré ou à empreintes.

Les fils sont assemblés par soudure pour constituer des **mailles carrées** (symbolisés par la lettre « **C** ») ou **rectangulaires** (symbolisés par la lettre « **R** »).

Les treillis soudés se présentent en **rouleaux** (pour les fils de diamètre $\leq 5\text{mm}$) ou en **panneaux** rectangulaires (panneau treillis).

Les espacements entre axes des fils exprimés en millimètres peuvent prendre les valeurs ci-après :

- pour les fils porteurs : 75, 100, 125, 150, 200 ;
- pour les fils de répartition : 50, 100, 150, 200, 250, 300.

Les **diamètres** courants vont des fils vont de 3,5mm à 9mm.

L'ADETS (Association technique pour le Développement pour l'Emploi du Treillis Soudé) définit deux types de treillis soudés :

- **Les treillis soudés de structure** : désignés par les lettres « **ST** » (treillis structurel), ils ont un véritable rôle structurel au sein de l'ouvrage et sont utilisés pour faire du béton armé. Ils répondent à la norme NF A 35-080-2.
- **Les treillis soudés de surface** : désignés « **PAF** » (panneau anti fissuration) ou « **RAF** » (rouleau antifissuration) ce sont des treillis très légers qui n'ont pas de véritable rôle structurel au sein de l'ouvrage. Ils servent à **limiter la fissuration** de surface d'un ouvrage et éviter qu'il ne se morcèle s'il fissure (rôle anti-morcèlement). Ils répondent à la norme NF A 35-024 si leur acier est de nuance B600A ou à la norme NF A 35-080-2 si leur acier est de nuance B500A.

Attention : les treillis anti-fissuration sont souvent utilisés de manière abusive en tant qu'armature pour réaliser les dalles de béton. Or ils n'ont aucun rôle structurel et ne permettent en aucun cas de faire une dalle en béton armé.

Chaque treillis soudé est défini par les dimensions du panneau ou du rouleau (longueur, largeur, surface), les dimensions de ses mailles (longueur et largeur), le diamètre de ses fils, mais également par leur masse nominale, la section d'acier (en cm²/m) et le nombre de fils par panneau.

TREILLIS SOUDÉS DE STRUCTURE												
(NF A 35-080-2 de nuance B500A et/ou de nuance B500B)												
Désignation (panneau ADETS)	Section S (cm ² /m)	s (cm/100)	e (mm)	d (mm)	Arrière AV AR ad ag (mm/mm)	N ^o de fils N n	Longueur l Largeur l (m)	Masse nominale (kg/m ²)	Surface l panneau (m ²)	Masse l panneau (kg)	Collage	Masse l panneau (kg)
ST 15 C [®]	1,42	1,42	200	6	100/100	12	4,00	2,220	2,00	21,31	70	1482
ST 20 [®]	1,96	1,96	150	6	100/100	18	6,00	2,400	14,40	36,81	40	1402
ST 25 [®]	2,57	2,57	150	7	100/100	18	6,00	3,020	14,40	43,49	40	1740
ST 25 C [®]	2,57	2,57	150	7	75/75	18	6,00	4,026	14,40	57,90	20	1730
ST 35 CS [®]	2,57	2,57	150	7	75/75	18	3,00	4,026	7,20	28,99	40	1160
ST 35 [®]	3,05	3,05	100	7	100/100	24	6,00	4,026	14,40	57,90	20	1739
ST 40 C [®]	3,05	3,05	100	7	50/50	24	6,00	6,040	14,40	66,90	20	1740
ST 50 [®]	5,03	5,03	100	8	100/100	24	6,00	6,260	14,40	76,84	20	1517
ST 50 C [®]	5,03	5,03	100	8	50/50	24	6,00	7,900	14,40	113,75	15	1705
ST 60 [®]	6,36	6,36	100	9	100/100	24	6,00	6,900	14,40	130,60	10	1010
ST 65 C [®]	6,36	6,36	100	9	50/50	24	6,00	9,900	14,40	140,71	10	1407

Tableau treillis soudé : caractéristiques nominales des treillis soudés de structure (source : ADETS).

TREILLIS SOUDÉS DE SURFACE												
[NF A 31-024 de l'usage B90A) "						[NF A 31-085.2 de l'usage B90A) "						
Désignation panneaux ADETS	Section s (cm/m)	S s (cm/m)	E e (mm)	D d (mm)	Acrotes AV AR ad ag (mm/m)	Nb de fils N n	Longueur L Largeur l (m)	Surface nominal (q/m ²)	Surface 1 panneau (m ²)	Masse 1 panneau (kg)	Coléage	Masse 1 zouquet (kg)
- PAF R "	0,88	0,88 0,53	280 380	4,5 4,5	150/150 180/180	12 12	3,80 2,40	1,942	3,84	9,00	130	900
- PAF C "	0,88	0,88 0,88	280 280	4,5 4,5	180/180 180/180	12 15	3,80 2,40	1,258	3,84	18,80	130	1080
- PAF V "	0,98	0,80 0,98	280 180	4,5 4,5	135/25 180/180	12 18			7,68	9,00	130	980
- PAF 10 "	1,18	1,18 1,12	280 280	5,5 5,5	180/180 180/180	12 21	4,20 2,40	1,870	18,98	18,85	78	1219

Caractéristiques nominales des treillis soudés de surface (source : ADETS).

Quel treillis soudé choisir ?

Le treillis soudé doit être choisi en fonction du **type d'ouvrage à réaliser** et des **charges** qui lui seront appliquées.

Le plus couramment utilisé est le **treillis soudé ST25 C**, on le retrouve notamment dans les dalles en béton de maisons individuelles. Le panneau de treillis ST25C mesure 2,4m de largeur et 6m de longueur (dimension treillis soudé), avec des fils de diamètre 7mm et une largeur de maille de 150 mm. Une variante en longueur de 3 mètres est disponible, il s'agit alors du treillis ST25 CS.

Le tableau suivant présente les treillis soudés minimaux recommandés en fonction du type de dalle béton à couler.

UTILISATION	TYPE DE TREILLIS SOUDE
Dalle de maison individuelle (dallage sur terre plein de 12 cm d'épaisseur minimum)	treillis soudé ST25C
Voile ou mur en béton banché	PAF V treillis soudé ST10
Plancher poutrelles hourdis (table de compression)	treillis ST10 PAF C / PAF R RAF C / RAF R
Réservoir en béton armé	ST 65 ST 65 C

Dalle de béton armé	Tous treillis de structure (ST)
Autres applications	Tous treillis de structure (ST)

En cas de doute quant au ferrailage à utiliser, n'hésitez pas à demander conseil à un professionnel ! Il en va de la résistance de votre ouvrage.

Quel est le prix d'un treillis soudé ?

Treillis soudé prix : le prix varie de 1 à 8 €/m² suivant la nature du treillis métallique et le diamètre des mailles.

Comment installer du treillis soudé ?

Voici les étapes à suivre pour poser une armature métallique :

1) **Posez le treillis dans le coffrage.** Laissez 2 à 3 cm entre le treillis metal et le bord de votre coffrage.

Si le treillis soudé est de dimension insuffisante pour recouvrir toute la surface de votre dalle, il vous faudra **assembler plusieurs panneaux**. Respectez dans ce cas un **chevauchement** entre panneaux de la longueur d'une maille (longueur de recouvrement treillis soudé minimum) et **ligaturez** les panneaux entre eux à l'aide de fil à ligaturer (fil de fer)

Si vous devez découper les panneaux ou les rouleaux de treillis, aidez-vous d'une disqueuse ou d'une pince coupe boulon.



Ligature des treillis soudés.

2) **Surélevez le treillis.** Il ne doit pas être posé directement à même le sol ou le film polyane. Il doit être surélevé de quelques centimètres (environ 3 à 5 cm selon l'agressivité de l'environnement) afin d'être complètement enrobé de béton. Pour ce faire, placez sous le treillis des **cales à béton** en PVC (encore appelés distancier ou cale pour treillis soudé) de 3cm minimum à intervalles réguliers.



Cale à béton en PVC.

La planche de coffrage

Vous estimez que le choix du panneau de coffrage n'est pas important ?

Après tout, toutes les planches de coffrage se ressemblent non ?

Si seul le prix fait la différence, autant choisir une planche de bois pas cher ?

Et bien, détrompez-vous !

La plaque de coffrage va conditionner la réussite de votre chantier.

Pourquoi bien choisir son bois de coffrage est important ?

La plaque de coffrage a un rôle important.

- Elle **délimite la surface à bétonner** et donne donc forme à votre ouvrage en béton.
- Elle **maintient le béton** en place **jusqu'au durcissement**. Le prix d'une planche de coffrage pas cher peut finalement s'avérer coûteux si les planches se déforment. Votre surface ne sera pas plate. Vous aurez consacré tant d'énergie pour un travail qui apparaîtra comme bâclé !



Coffrage

d'une dalle de béton.

Comment choisir ses planches de coffrage?

Le succès dépend de la qualité des planches de coffrage que vous allez utilisées.

Pour déterminer la qualité des planches à coffrage, faites attention :

- [aux dimensions](#)

En général, les planches de coffrage mesurent entre **1 et 4 mètres de long** et entre **10 et 30 cm de large**.

Leur **épaisseur** varie entre **1 et 4 cm**. Plus la planche est épaisse et plus elle sera robuste. En effet, une planche plus épaisse se déformera moins. Par ailleurs, cela vous permettra de limiter le nombre de fixations.

Si vous réalisez **un petit ouvrage**, le mieux est d'opter pour le **panneau contreplaqué** de coffrage qui est plus léger et plus économique que le bois massif.

Si vous coffrez une **dalle béton**, nous vous recommandons d'utiliser une **planche de coffrage largeur 30cm** pour une tenue optimale.

- [à l'essence de bois utilisé](#)

Différents types de bois sont utilisés. Il s'agit le plus souvent de bois brut de sciage.

Le sapin (épicéa) est le matériau le plus utilisé. Les planches de coffrages en sapin offrent les meilleurs rapports qualité-prix.

Toutefois, le bois de sorbier ou de peuplier sont également de bonnes alternatives.

Quoi qu'il en soit, soyez vigilant quant à la provenance du bois. A ce niveau, la certification PEFC vous offre la garantie qu'il s'agit d'un bois tracé et issu de forêts gérés durablement.

- [au prix](#)

Le prix d'une planche a coffrage varie énormément en fonction des dimensions et de l'essence du bois.

Le prix d'une planche de coffrage n'est pas cher comparé au prix de la fourniture de béton. **Comptez entre 3 et 18 euros par planche.**

Toutes les grandes surfaces de bricolage (*Castorama, Leroy Merlin, Mr Bricolage..*) ou les scieries fournissent des planches à coffrage.

Une fois que vous aurez choisi votre coffrage bois, rendez-vous sur le chantier pour les assembler.

Comment réaliser un coffrage impeccable ?

Préparez vos planches

Il s'agit d'une étape essentielle. Des planches bien préparées = un chantier réussi.

Si vous êtes minutieux, vous pouvez préparer votre plan de travail et découper les planches vous-même à la scie sauteuse. Attention à bien vous munir des équipements de sécurité de base (lunettes et gants).

Si vous ne désirez pas une planche aux dimensions standards (*planche de coffrage 4m ou une planche de coffrage 3m*), vous pouvez demander à votre fournisseur de la découper sur mesure quitte à payer plus cher.

Quoi qu'il en soit, **vérifiez qu'elles soient bien lisses et droites.**



Pose du coffrage.

Assemblez-les

Vous pouvez les **viser ou les clouer entre-elles.**

Pour cela, aidez-vous d'un serre-joint.

Au fur et à mesure, **vérifier qu'elles sont posées à la même hauteur avec un niveau à bulles**

Veillez aussi à ce que les jonctions entre les planches soient bien exécutées pour garantir l'étanchéité de votre coffrage.



Fixation du coffrage.

Contrôler l'équerrage

Votre coffrage doit être rectangulaire.

Vous devez donc **vérifier que vos planches forment bien des angles droits.**

Pour cela, le plus simple est de vérifier que vos diagonales sont bien égales.

Une fois que vous avez contrôlé que la géométrie est bonne, placez des raidisseurs environ tous les 50 centimètres. Cela permettra à vos planches de rester bien en place et de reprendre la poussée du béton frais.

Huilez vos planches de coffrage

Il s'agit d'une étape importante pour faciliter le décoffrage.

Il suffit de **badigeonner vos planches avec de l'huile de décoffrage.** Vous devez huiler uniquement la face interne des planches.

L'huile de coffrage est un produit bon marché : comptez entre 7 et 11 euros la bouteille de 1 litre pour couvrir 80m² de surface.

Cas particuliers : le coffrage poteau béton

Le coffrage d'un poteau en béton est un peu plus complexe.

Là aussi, vous pouvez opter pour le coffrage bois traditionnel ou pour le coffrage carton.

Le coffrage carton est principalement utilisé pour le coffrage de poteaux circulaires. Il s'agit de tubes cylindriques en carton revêtus d'un film en plastique. L'avantage est que le coffrage en carton est **facile à manipuler** et **peu déformable** grâce au plastique. L'inconvénient est que vous ne pourrez **l'utiliser qu'une seule fois**. En effet, il faudra découper le coffrage en carton lors du décoffrage.

Il vous faudra prévoir un étaielement du poteau et des talonnettes de béton pour maintenir le coffrage et conserver la verticalité du poteau lors du coulage. Vous pouvez également ceinturer le coffrage avec du bois et des serre-joints pour renforcer sa stabilité.

[Commandez votre béton prêt à l'emploi](#)

Une fois que vos planches de coffrage sont installées, vous pouvez débiter votre chantier.

Mettez en place les aciers nécessaires pour votre structure en béton armé. C'est à ce moment-là qu'il faudra aussi mettre en place les différents réseaux dont vous aurez besoin, notamment les gaines électriques.

Ensuite, vous pouvez vous concentrer sur le coulage du béton.

A ce niveau, vous pouvez opter pour :

- la bétonnière
- la livraison de béton frais sur chantier



Coulage du béton.

[Décoffrez](#)

Veillez à ne pas décoffrez trop tôt.

Attendez la prise optimale du béton.

Même si le décoffrage d'une dalle est généralement possible à partir de 24 heures après coulage du béton, il est prudent d'attendre au moins **3 jours** avant de décoffrer pour tenir compte des nombreux aléas de chantier.

Si vous décoffrez vos planches soigneusement et qu'elles ont bien été huilées au préalable, vous pourrez les réutiliser pour la suite de votre chantier !

Mise en service

Le délai dépend de votre ouvrage .

Pour une **dalle ordinaire** une circulation piétonne modérée est possible après 3 jours complets de séchage. La pose d'objets lourds, d'échafaudages, ou de circulation de véhicules le cas échéant, n'est possible qu'au bout de **28 jours** de séchage du béton. Le béton aura alors atteint sa résistance caractéristique normalisée.

Le béton fibré

Le **béton fibré** est un **matériau composite**. Il est constitué d'un béton traditionnel dans lequel est introduit une faible quantité de fibres de natures diverses (métalliques, organiques). Ces fibres sont **réparties dans le béton** et permettent de lui conférer des propriétés particulières propres à leur nature et à leurs caractéristiques mécaniques.

Types, utilisations, avantages du béton fibré : **nous vous disons a quoi sert la fibre dans le béton !**

Les différents types de fibres pour beton

Il existe **trois familles de fibres** utilisées dans la formulation de béton prêt à l'emploi :

- - **Les micro-fibres synthétiques** : non structurelles, elles sont en polypropylène, de longueur 6 à 12mm, et un diamètre de quelques dizaines de μm .
 - **Les macro-fibres synthétiques** : structurelles, elles sont à base de polypropylène, de longueur 25 à 60mm, et diamètre $\sim 100\mu\text{m}$.
 - **Les fibres métalliques** : structurelles, elles sont en acier, de longueur 30 à 60mm, et de diamètre 0,4 à 1mm.



Fibres métal



Micro fibres synthétiques



Macro fibres synthétiques

Les différentes natures de fibres entrant dans la composition du béton fibré.

Les ordres de grandeurs des **dosages en fibres** sont les suivants :

- - de **0,6 à 0,9 kg/m³** pour les micro-fibres synthétiques ;
 - de **2 à 6 kg/m³** pour les macro-fibres synthétiques ;
 - de **10 à 50 kg/m³** pour les fibres métalliques selon les types de bétons.

Les micro-fibres synthétiques (non structurelles) : avantages et utilisations

Ces fibres sont obtenue par extrusion du polypropylène.

Rôles dans le béton :

- **Rôle principal** : réduction du risque de **fissuration due au retrait plastique** du béton au jeune âge.
- Meilleure **cohésion** du béton frais.
- Diminuent le **ressuage** et la **ségrégation**.
- Réduisent les **épaufures**.
- Améliorent la résistance aux **chocs**, à l'**abrasion**.
- Améliorent la **résistance au feu**.

Les micro-fibres synthétiques n'ont aucun rôle structurel : elles ne remplacent pas les armatures ; elles n'empêchent pas les fissures dues à des efforts trop importants.

Domaines d'application :

- dallages intérieurs et extérieurs ;
- aires de circulation ou de stationnement VL ;
- allées piétonnes ;
- bétons décoratifs ;
- chape fibrée ;
- enduit de chaux ou de ciment fibré ;
- mortier fibré ;
- ragréage fibré.

Les fibres métalliques (structurelles) : avantages et utilisations

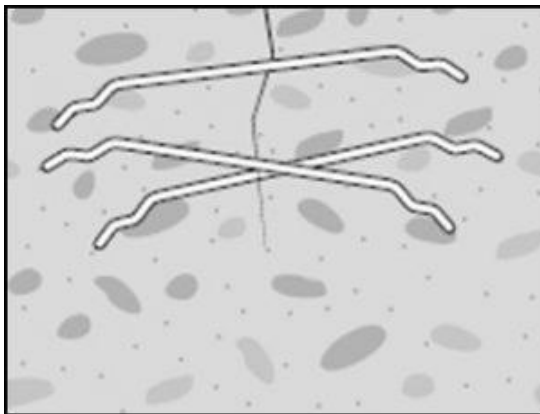
Ces fibres sont obtenues à partir de fils d'acier tréfilés.

Elles présentent en général des **crochets aux extrémités** afin d'améliorer leur ancrage dans le béton.

Elles sont utilisées pour **améliorer le comportement mécanique** d'un béton de structure (rôle structurel). Leur mécanisme d'action s'apparente à celui des armatures dans le béton ordinaire armé.

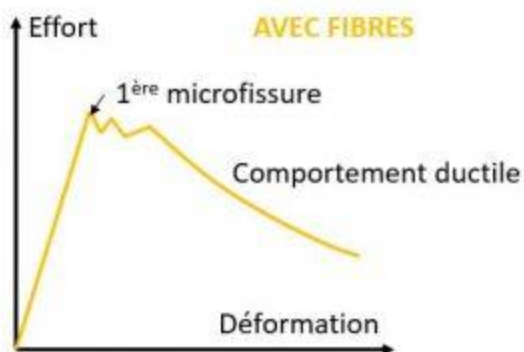
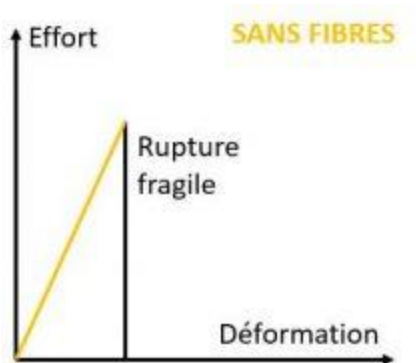
Rôles dans le béton :

- **Diminution de la fissuration :**
Par leur ancrage dans le béton, les fibres métal s'opposent à la propagation des microfissures qui peuvent être dues au retrait naturel du béton ou à des efforts trop importants exercés sur l'ouvrage.



Verrouillage d'une fissure par les fibres.

- **Augmentation de la ductilité :**
La présence de fibres métalliques avec les dosages habituellement utilisés n'améliore pas la résistance du béton en tant que telle. Elle permet cependant, après apparition des fissures, de reprendre les efforts dans le béton et ainsi d'éviter qu'il ne se rompe alors soudainement de manière fragile. Elles confèrent ainsi au béton un comportement ductile.



Apport des fibre sur le comportement post fissuration du béton.

- **Augmentation de la résistance aux chocs :**
Les fibres métalliques permettent de mieux disperser l'énergie appliquée par le choc et diminue la formation d'éclats ou d'épaufrures.
- **Augmentation de la résistance à la fatigue** de l'ouvrage.

Domaines d'application :

- dallages intérieurs et extérieurs ;
- semelles filantes ;
- dalle de répartition sur plancher poutrelles/hourdis ;
- planchers dalles pleines ;
- aires de circulation ou de stationnement VL ;
- allées piétonnes ;
- aires de stockage ;
- fibre pour chape ;
- éléments en béton préfabriqué (voussoirs, ...).

L'utilisation des fibres métalliques est à **proscrire dans les bétons décoratifs**.

En l'absence de revêtement sur la dalle de béton fibré, une **corrosion superficielle** des fibres métalliques proches de la surface peut apparaître au cours du temps. Ce phénomène, qui impacte l'esthétique, n'a aucune influence sur la durabilité du béton.

Les fibres macro-synthétiques structurelles : avantages et utilisations

Ces fibres sont obtenues par extrusion d'un mélange de polypropylène et polyéthylène.

Rôles dans le béton :

- De la même manière que les fibres métal, elles **n'améliorent pas la résistance** du béton, mais elles **diminuent la fissuration** et **augmentent la ductilité** du béton.
- Confèrent une meilleure **cohésion** au béton frais.
- Diminuent le **ressuage** et la **ségrégation**.
- Réduisent les **épaufures**.
- Améliorent la résistance aux **chocs**, à l'**abrasion**.

Elles offrent une **alternative aux fibres métal** : gain de poids, moins de risques pour les utilisateurs, ne rouillent pas en surface du béton.

Domaines d'application :

- dallages intérieurs et extérieurs ;
- semelles filantes ;
- dalle de répartition sur plancher poutrelles/hourdis ;
- chapes.

L'alternative au ferrailage classique?

Les **fibres structurelles** (métalliques ou macro-synthétiques) **jouent le même rôle que les armatures** traditionnelles. Elles peuvent les remplacer partiellement voire totalement dans certaines applications précises qui font l'objets d'[avis techniques](#) émanant du CSTB.

C'est le cas notamment des **dallages de maisons individuelles**, des **semelles filantes** (hors zone sismique) et des **dalles de compression** sur plancher type poutrelles hourdis (hors zone sismique) réalisés en **béton prêt à l'emploi**.



*Béton de fibres
métal.*

Cas des dallages de maisons individuelles

L'utilisation d'un **béton amélioré de fibres structurelles** permet de se dispenser des armatures préconisées par le DTU 13.3.3 (treillis soudé de type ST25C).

Néanmoins, plusieurs points de vigilance sont à respecter :

- Utiliser une formulation de **béton fibré prêt à l'emploi conforme à l'avis technique** du fournisseur de fibres (béton C30/37, béton autoplaçant ou fluide)
- **Des armatures de renforts** doivent être prévues aux éventuels points singuliers (joints, réservations, angles rentrants...).
- **Une étude de sol** doit être réalisée, afin de s'assurer que le sol ait une portance suffisante (au moins 30MPa/m).
- **L'épaisseur de la dalle** doit être d'au moins 12cm.

Les bétons de fibres structurelles pour dallages de maisons ne peuvent pas être utilisés dans les cas suivants :

- Dallage supportant des **charges de superstructure** (murs porteurs ou poteaux).
- Dallages destinés pour **véhicules roulants** autres que les véhicules légers.
- Dallages destinés à recevoir un **revêtement adhérent** (carrelage ou équivalent).
- Dallage contenant des **câbles** ou des **canalisations**.

L'emploi de béton armé classique est alors recommandé.

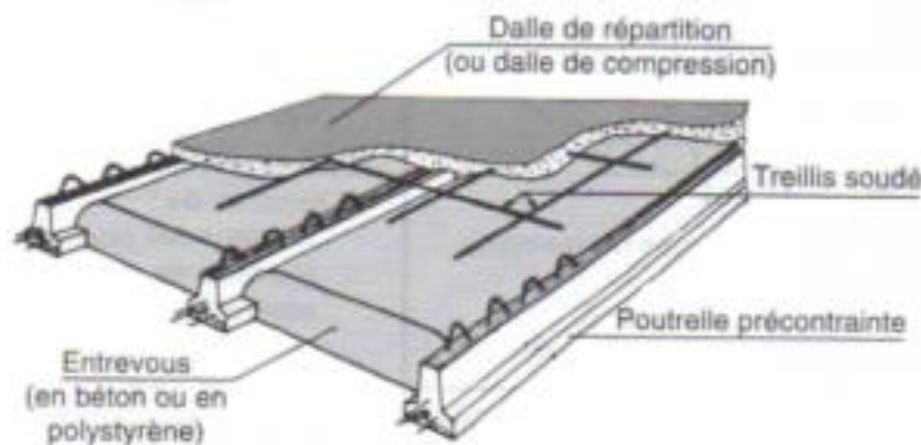
Comment faire un plancher poutrelles hourdis ?

Le **plancher en béton de type poutrelles hourdis** est idéal sur vide-sanitaire ou en étage. Ce type de plancher maçonné est aujourd'hui très courant en constructions neuves comme en rénovation. Mais il n'en demande pas moins un certain savoir-faire afin d'être réalisé dans les règles.

Description d'un plancher sur poutrelles hourdis

Les planchers en béton de type poutrelles-hourdis se composent de trois éléments :

- **Les poutrelles** : ce sont des éléments préfabriqués en béton. Il existe deux types : les poutrelles en béton armé et les poutrelles précontraintes (poutrelles en béton précontraint). Elles prennent appui sur la structure porteuse (murs, poutres) et portent le plancher.
- **Les hourdis** : également appelés entrevous, ce sont des éléments préfabriqués qui s'insèrent entre ces poutrelles. Ils servent de coffrage entre les poutrelles. Le type de hourdis conditionne la performance thermique du plancher. Le hourdis peut être classiquement en béton (hourdis maçonnés pour plancher hourdis béton) ou en terre cuite. Pour faire un plancher isolant, on utilise des hourdis isolant en polystyrène expansé (pour plancher hourdis polystyrène), en bois...
- **La dalle de répartition** : appelée aussi table de compression ou dalle de compression, c'est une dalle en béton de faible épaisseur. On coule le béton sur la structure poutrelles hourdis. Elle est coulée en place en béton prêt à l'emploi. Elle est renforcée par un treillis soudé et sert à répartir les efforts et solidariser l'ensemble du plancher.



Les différents composants d'un plancher.

Les différents

DESIGNATIONS	SCHEMAS
Planchers d'étage courant Entrevous en béton	
Planchers : - de sous-sol et garage - sur vide sanitaire Entrevous en polystyrène	

Les solutions classiques de planchers de maisons individuelles.

Les étapes de réalisation d'un plancher béton sur poutrelles hourdis

1. Pose des poutrelles

Tracer les repères

Vérifiez les niveaux des **éléments d'appui** (murs, poutres).

Si nécessaire, mettre en œuvre une **arase** périphérique au mortier pour **rattraper les inégalités** de hauteur du mur support.

A partir de votre plan de pose, **tracez** sur le haut des murs d'appui **l'emplacement des poutrelles**. Prévoyez un tracé pour marquer l'axe de l'emplacement de la poutrelle et un tracé pour indiquer la largeur de pose sur le mur d'appui (au moins 5cm).

La distance entre deux poutrelles est déterminée par la largeur de l'hourdis.

Bon à savoir : le fabricant des poutrelles se charge de fournir les plans d'exécution détaillés à partir d'un cahier des charges et d'un relevé des cotes précis.

Ils mentionnent le nombre et le type de poutrelles, la position des entrevous et renforts à prévoir (ainsi que celle des étais).

Mise en place des poutrelles

Une fois la première poutrelle mise en place sur les repères, placez les poutrelles suivantes.

Pour bien régler l'**espacement** entre les poutrelles, placez un **hourdis** à chaque extrémité : ils serviront d'entretoise.

Procédez de la même manière pour chaque rangée.

2. Etayer

Selon les caractéristiques de votre plancher, il peut être nécessaire d'**étayer vos poutrelles**.

Le nombre de file d'étais et leur espacement est déterminé lors du calcul du plancher et indiqué sur le plan de pose réalisé pour le fournisseur de poutrelles.

Les lignes d'étais sont installées **perpendiculairement à l'axe des poutrelles**.

3. Pose des hourdis

Dans le cas de hourdis en polystyrène avec languette, ceux-ci seront posés avant étaielement.

Pour les montages avec hourdis en béton (entrevous béton), la pose se fera après étaielement des poutrelles.

Insérez les hourdis. Ils doivent être **jointifs** entre eux.

A chaque fin de rangée, vous devrez en général découper le dernier hourdis à la mesure du dernier espacement.



*Pose des hourdis en
béton.*

Coffrage des rives

Pour **contenir le béton** au moment du coulage de la dalle de répartition, disposez sur toute la périphérie de la construction dans le prolongement du mur des **panelles** scellées avec un mortier.

Les panelles béton ou brique seront de hauteur égale à la hauteur totale du plancher.

Mise en place des armatures

Chaînage périphérique

Poser les **armatures de chaînage** (2 x Ø10 ou 3 x Ø8 ou 4 x Ø7, minimum) au droit de tous les **murs porteurs** (façades et refends) ainsi que des **équerres d'angle** à chaque croisement de chaînage.

Assurer la continuité des armatures par **recouvrement** de 40cm et liaisons d'angles par équerres Ø10mm et longueur 60cm.

Ligaturer les armatures entre elles à l'aide de fil de fer.

Respecter un **enrobage** minimal de 2cm du ferrailage en disposant des **cales** pour armature.

Treillis soudé

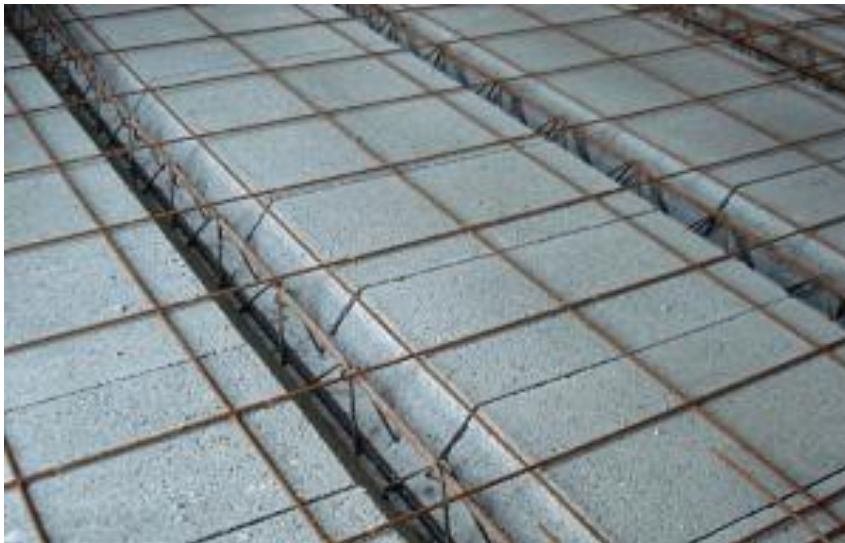
Le type de treillis soudé à utiliser est indiqué dans le plan de pose réalisé par le fournisseur de poutrelles (généralement on emploie un treillis soudé avec fils de Ø4.5mm et mailles 200x300mm).

Disposer les treillis suivant les indications du plan de pose, avec un **recouvrement** parallèle de 2 mailles et de 3 mailles dans l'autre sens.

Ligaturer les treillis entre eux à l'aide de fil de fer.

Attention au sens de pose : les aciers les plus rapprochés doivent être perpendiculaires aux poutrelles.

Le treillis soudé doit recouvrir toute la surface de la dalle et pénétrer dans les chainages.



Pose du treillis soudé.

Aciers chapeaux

Les aciers de chapeau servent à **ancrer** la dalle dans le chainage périphérique.

Mettre en place les **aciers chapeaux** au droit de chaque poutrelle.

Les aciers chapeau seront façonnés à l'équerre sur **appui de rive** (mur de façade) et droit sur **appui central** (mur de refend). Ils seront disposés sur le treillis soudé en zone haute de montage. Ils doivent être ligaturés au treillis soudé.

Coulage de la dalle de répartition

L'épaisseur de la dalle est fixée par le fabricant de poutrelles. Elle doit être au minimum 4cm au-dessus des hourdis (souvent 5cm).

Attention : **la dalle poutrelle hourdis devra être réalisée en une fois**. C'est pour cela qu'il est préconisé d'utiliser du béton prêt à l'emploi livré par camion toupie.

Commande du béton

- **Calculez la quantité de béton nécessaire.** Besoin d'aide ? Reportez-vous à notre article sur le « [calcul du volume de béton](#) ».
- **Commandez votre béton prêt à l'emploi.** Prévoir, en cas d'accès compliqué, une livraison avec un camion toupie muni d'une pompe à béton ou d'un tapis télescopique.

Vous souhaitez **obtenir un prix pour du béton prêt à l'emploi** ? Alors n'hésitez pas à remplir en quelques clics notre **formulaire** de demande de devis !

Mise en oeuvre

Étalez le béton à l'aide d'un râteau ou d'un épandeur à béton.

Nivelez le béton à l'aide d'une grande règle de maçon. La mise en œuvre et le réglage de l'épaisseur peut s'effectuer avec des piges ou avec un niveau laser.

Positionnez correctement le treillis soudé afin qu'il soit enrobé correctement par le béton : le remonter à mi-épaisseur avec un râteau.

Lissez le béton à l'aide d'une lisseuse et pulvérisez en surface de la dalle un **produit de cure**. Il permettra d'éviter que le béton ne sèche trop rapidement et ne fissure.

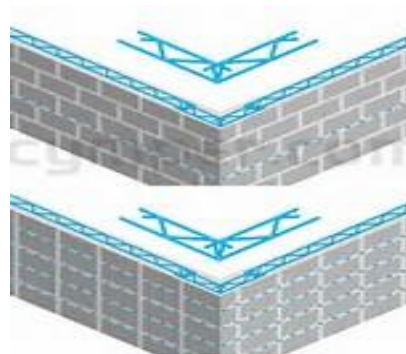
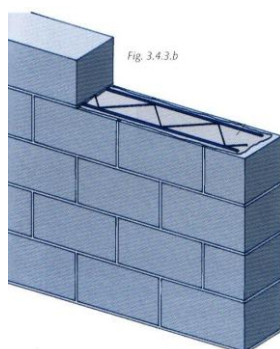
Temps de séchage du béton

Laisser durcir la dalle hourdis pendant 1 mois.

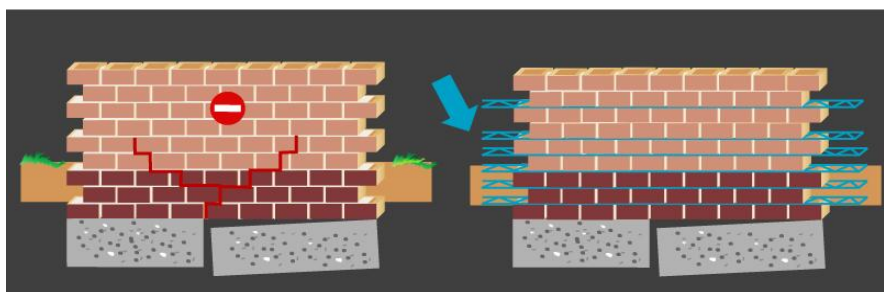
Si le plancher hourdis est étayé, enlever les étais après durcissement complet du béton (1 mois).

Les armatures pour maçonneries

Il est parfois obligatoire de placer des armatures dans la maçonnerie, ces armatures ont pour but de renforcer le mur afin d'éviter les fissures dues au mouvement du sol, ou aux autres contraintes. Il est alors obligatoire de respecter les règles de pose de ces armatures. Redoublement de minimum 20cm, positionnement correct dans les coins, et mise en œuvre suivant les consignes du fabricant.



Comme matériau de construction, la maçonnerie possède d'excellentes propriétés de résistance à la compression mais affiche un mauvais comportement en cas de contrainte. En revanche, le renforcement de votre maçonnerie à l'aide d'armatures offre une résistance et une flexibilité supplémentaire et vous permet un contrôle total sur les performances de votre ouvrage.



Maçonnerie sans armatures

Placement d'une armature



@ BEKAER

better together

Armature de maçonnerie Murfor®



Votre solution éprouvée pour des constructions fiables

Table des matières



Renforcez votre maçonnerie et contrôlez l'apparition de fissures



Explorez de nouvelles possibilités structurales et esthétiques



Assurez votre investissement en zone sismique



Une solution pour tous les besoins

La construction en toute confiance

Un projet de construction comporte de nombreux défis. Le contrôle des fissures dans votre maçonnerie en fait partie. L'armature des joints horizontaux est une méthode prouvée pour entraver ou contrôler ces fissures et permet à vos murs de supporter de plus grandes charges. Il accroît la résistance et la sécurité de votre construction et garantit une durée de vie plus longue.

Murfor® est une armature de joints horizontaux composée de deux fils parallèles et d'un fil sinusoïdal soudés ensemble afin de créer une armature qui vous aidera à contrôler l'apparition de fissures et à créer des designs plus élégants, et qui résisteront davantage aux effets du temps.

Un contrôle total de votre maçonnerie

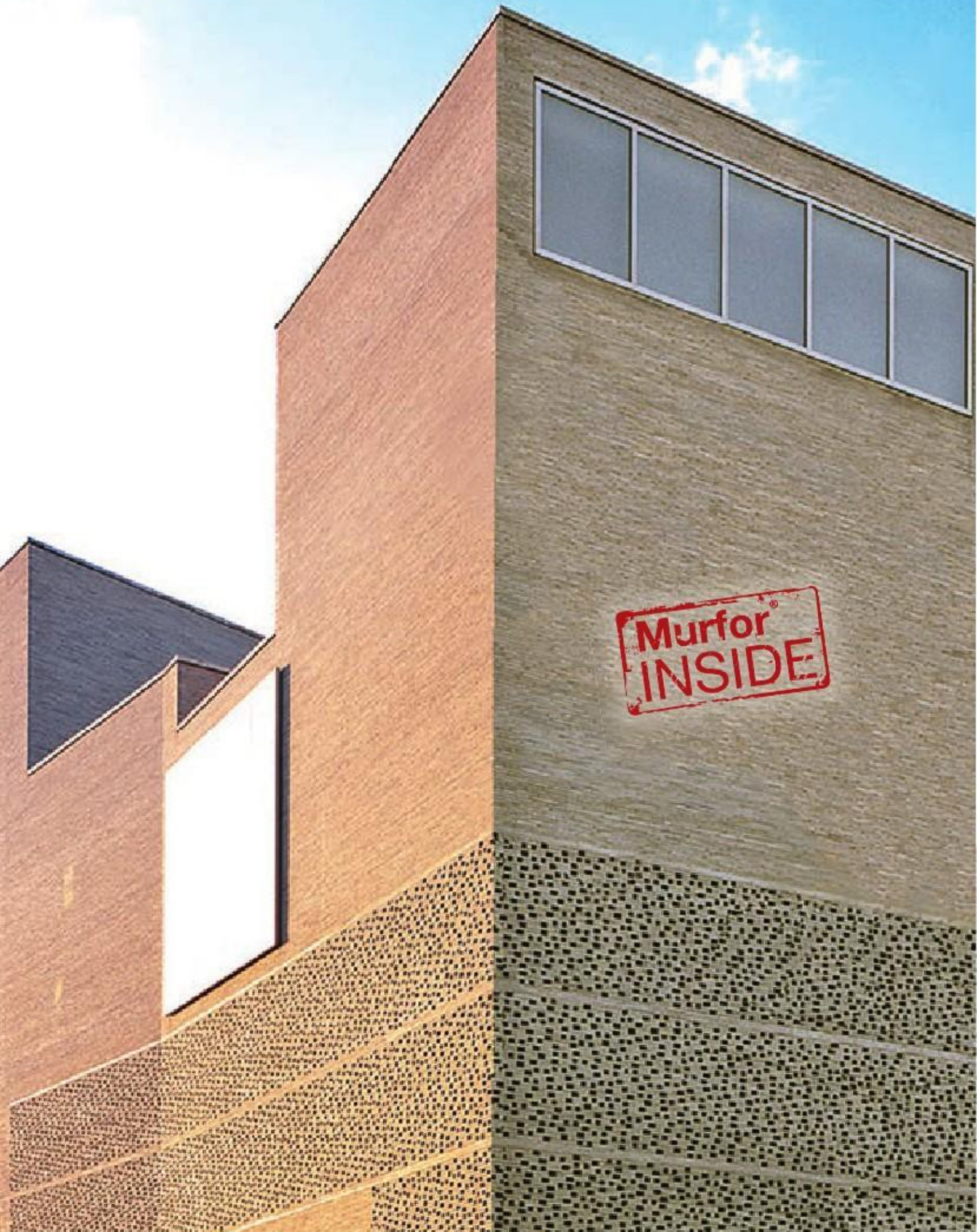
Comme matériau de construction, la maçonnerie possède d'excellentes propriétés de résistance à la compression mais affiche un mauvais comportement en cas de contrainte. En revanche, le renforcement de votre maçonnerie à l'aide de Murfor® offre une résistance et une flexibilité supplémentaires et vous permet un contrôle total sur le design et les performances de votre ouvrage.

Construisez sans faire de compromis

En tant qu'architecte ou designer, vous êtes parfois amené à renoncer à certains choix pour garantir la résistance de votre construction. Murfor® renforce votre liberté de conception et réconcilie les intérêts opposés que sont l'esthétique et les performances.

Un choix sûr

Construire en zone sismique peut être un défi. Les professionnels de la construction ont une mission importante dans le cas de tremblements de terre ou de forts vents. Murfor® est une méthode intelligente et économique pour protéger les bâtiments soumis à de forts vents ou situés en zone sismique.



Renforcez votre maçonnerie et contrôlez l'apparition de fissures

Grâce à Murfor®, vous pouvez entraver et contrôler l'apparition de fissures de manière plus efficace.

Murfor® vous permet de créer des murs plus longs et de réduire le nombre de joints de dilatation tel que décrit dans les règles d'Eurocode 6. En résumé, vous jouissez d'une plus grande liberté dans l'architecture et vos clients bénéficieront d'une construction plus résistante.

Augmentez la distance entre les joints de dilatation

Les variations de température et le retrait thermique entraînent des points de contrainte dans les murs en maçonnerie. Étant donné que les murs sont normalement retenus, toute contrainte provoquera des fissures. Afin d'éviter ce problème, il y a lieu

d'utiliser des joints de déformation verticaux. Eurocode 6 recommande des distances maximales pour les murs en maçonnerie non armés. Comme cette norme le souligne, l'utilisation de Murfor® permet d'accroître ces distances de manière significative. De nouvelles possibilités apparaissent alors pour les façades esthétiques, permettant d'éviter les lignes verticales perturbatrices.

Contrôlez les fissures dans les zones soumises à des contraintes

Certains détails de construction provoqueront des concentrations de contrainte dans certaines zones telles que les fenêtres et baies de porte, les murs pignons ou des différences de niveau. Murfor® réduit à merveille les effets de contrainte dans ces zones.

Profitez d'un résultat esthétique durable

Les larges fissures présentes dans les murs en maçonnerie gâchent l'aspect et altèrent la résistance d'une construction. Murfor® permet de réguler la fissuration en répartissant les contraintes et réduit la largeur des fissures au minimum. La construction sera ainsi plus résistante et le mur sera esthétiquement attrayant.



Cathédrale de la Résurrection à Évry (France)

« La brique renforcée vous permet de réaliser des constructions harmonieuses. »



Mario Botta, architecte



Bekaert Murfor® offre une excellente régulation des fissures pour l'Atlantis Hotel, construit sur le sol instable de l'île artificielle de Palm Jumeirah au large de Dubaï.



À Belo Horizonte (Brésil), on a pu réduire le nombre de longrines et de colonnes traditionnelles en béton armé en recourant à l'armature Murfor® dans la construction d'un hypermarché Telhanorte dessiné par Otávio Nascimento (2007). La phase d'exécution de 12 000 m² de maçonnerie a pu passer de cinq à trois mois et le propriétaire a réalisé plus de 30 % d'économie.

Explorez de nouvelles possibilités structurales et esthétiques

Si vous êtes d'attaque pour explorer les limites du design, Bekaert Murfor® est là pour vous aider.

Créez des linteaux en maçonnerie intégrés à des murs de façade

Les linteaux en maçonnerie armés à l'aide de Murfor® absorbent le moment de flexion au-dessus des fenêtres et baies de porte. Cette solution produit une façade en maçonnerie élégante sans gêner les poutres visibles en acier ou béton.

Renforcez pour soutenir la déformation horizontale et verticale des murs

Murfor® renforce votre mur en maçonnerie et résiste à des charges supérieures dues au vent. Murfor® vous permet de construire des murs plus longs et plus hauts que la moyenne, grâce à sa capacité à absorber les forces de flexion horizontales. Pour des formes courbes, Murfor® permet de créer des murs autoportants ne présentant aucune fissure.

Réduisez vos coûts en réduisant le nombre de colonnes et longrines de support

Murfor® renforce votre mur, permettant de construire des murs plus élevés et plus longs. Avec Murfor®, vous pouvez réduire le nombre de poteaux (colonnes) et ceintures (longrines) auxiliaires en acier ou en béton armé, ce qui entraîne des économies de temps et d'argent et fait de Murfor® une solution extrêmement économique.

Maçonnerie en damier

La maçonnerie en damier manque de capacité de flexion et ne peut être créée en toute sûreté qu'armée à l'aide de Murfor®.

« Nous avons économisé plus de 30 % en recourant à l'armature Murfor® en fils d'acier pour maçonnerie. »



Paulo B. Lourenço, professeur à l'Universidade do Minho – Portugal

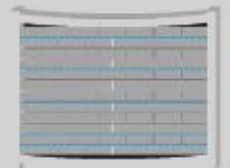
Linteaux



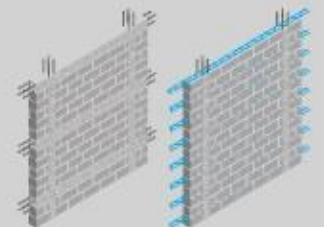
Charges au vent



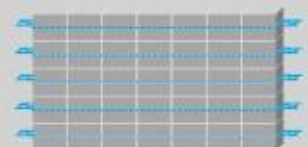
Murs courbes



Réduire le nombre de poteaux et poutre



Maçonnerie à joints verticaux





Assurez votre investissement en zone sismique

Bekaert Murfor® augmente grandement la capacité de déformation avant ruine de votre construction. Alors que la connaissance des zones sismiques dans le monde s'accroît, les réglementations sismiques deviennent chaque jour plus strictes. Murfor® est une solution très efficace visant à protéger vos bâtiments des tremblements de terre et des vents forts. De plus, il est très économique, étant donné qu'il devient inutile d'installer d'onéreuses structures en béton armé intermédiaires.

Augmentez la résistance

Dans des situations de charge extrême comme les séismes, il est essentiel de pouvoir supporter des mouvements larges pour assurer la sécurité de la construction et de ses occupants. Murfor® accroît la capacité de mouvement et la résistance de vos murs en maçonnerie et réduit les dégâts dus à un éventuel tremblement de terre de manière significative.

Évitez la ruine hors plan

Dans le cas d'un séisme, les effondrements hors plan des murs en maçonnerie entraînent de nombreux blessés. Murfor® réduit considérablement ces risques. Les Normes techniques pour les constructions (Norme Tecnica per le Costruzioni, NTC) italiennes recommandent d'utiliser Murfor® à des intervalles de maximum 50 cm pour les murs de remplissage.

Détails constructifs

Il est souvent possible d'éviter l'effondrement d'un bâtiment en réalisant avec soin les détails constructifs. Murfor® renforce les connections entre les murs ainsi que l'ensemble de la construction grâce aux chaînages horizontaux en maçonnerie renforcée par Murfor® et ancre les linteaux aux trumeaux.



Résidence de l'Ing. Antonello Salvatori à l'Aquila (Italie)

« Il se pourrait bien que Bekaert Murfor® ait évité que ma maison ne tombe en ruines. »



Ing. Antonello Salvatori, professeur de sciences des constructions à l'Université de l'Aquila – Italie

L'Italie choisit la sécurité

L'histoire de l'Italie est pavée de séismes. Voilà pourquoi les pouvoirs publics italiens ont imposé aux constructeurs des réglementations strictes sur le plan de la sécurité des constructions.

Les Normes techniques pour les constructions (NTC) recommandent Bekaert Murfor® pour les murs de remplissage. Ces réglementations se fondent sur des recherches approfondies notamment menées par l'EUCENTRE, le plus grand et célèbre centre d'études sismiques d'Europe basé à Pavie, en Italie.

Une solution pour tous les besoins

Pourquoi choisir Bekaert Murfor® ?

Contrairement aux méthodes traditionnelles d'armature à l'aide de barres, l'armature de joints horizontaux Murfor® ne change pas vos méthodes usuelles de pose de briques et est bien plus facile à installer. De plus, Murfor® offre un panel de finitions des matériaux.

- Positionnement correct et longueur d'ancrage plus faible par rapport aux barres d'armature
- Choix parmi différentes finitions (acier galvanisé, époxy ou inoxydable) pour une résistance optimale à la corrosion

- Conforme aux normes mondiales de qualité, tant pour le produit que pour ses applications
- Conçu dans le cadre d'une collaboration entre Bekaert et des experts du monde académique.

Différents diamètres et largeurs, convenant à tout type de brique

Les produits d'armature Murfor® sont conçus de différentes largeurs, formes et diamètres afin qu'ils puissent s'adapter à pratiquement tous types de brique disponible sur le marché.

Différentes formes pour convenir à tous types de mortier

Murfor® est livré en fil rond, pour la maçonnerie à joints de mortiers normaux. En outre, le fil plat Murfor® vous permettra d'armer la maçonnerie pour des joints horizontaux minces.

Exigez plus que les normes de qualité mondiales

En plus de la certification CE pour les produits Murfor®, Bekaert cherche également à obtenir la conformité de ses produits et de leurs applications à des certifications locales telles qu'ATG (Belgique), KOMO (Pays-Bas) et ABZ (Allemagne).

Pourquoi choisir Bekaert ?

La large gamme de produits d'armature de Bekaert pour l'industrie de la construction s'étend d'armatures de béton à des armatures de route en passant par des armatures de maçonnerie et de stuc. Bekaert vous propose toujours une solution d'armature sûre et dont la qualité est vérifiée. C'est pour cette raison que Bekaert a gagné la confiance d'architectes, de designers et d'entrepreneurs dans le monde entier.

- Des solutions fiables de la part d'un leader industriel international
- Des services de soutien étendus
- Une entreprise partageant son expertise avec ses partenaires industriels
- Une innovation et une amélioration continues de ses produits
- Un logiciel de design de pointe pour des conceptions et calculs sans défaillance
- Un réseau Bekaert mondial d'experts en maçonnerie à votre service

La mise en commun, clé de la réussite

Chez Bekaert, nous estimons que la conjugaison des efforts produit souvent les meilleurs résultats. Voilà pourquoi nous stimulons le développement de produits sur un mode collaboratif avec nos partenaires et clients et travaillons avec des experts académiques du monde entier. Nous sommes ainsi toujours en mesure d'offrir des solutions basées sur les meilleures technologies existantes.

Imaginez ce que nous pouvons réaliser ensemble ...

Vous souhaitez en savoir davantage sur nos solutions ? Nos produits ou services vous intéressent ? Dans ce cas, n'hésitez pas à nous contacter. Nous seront heureux de discuter de notre offre.

Bekaert serait ravi de fournir des conseils techniques sur le type, la quantité et le positionnement de Bekaert Murfor® convenant le mieux à votre application. Contactez-nous à l'adresse infobuilding@bekaert.com



Vous trouverez des fiches techniques détaillées des produits dans nos bureaux locaux ou sur le site www.bekaert.com/building

NV Bekaert SA
Bekaertstraat 2
BE-8550 Zwevegem
Belgique
T +32 56 76 72 92
F +32 56 76 72 90
building.benelux@bekaert.com
www.bekaert.com/building

Nom

Prénom

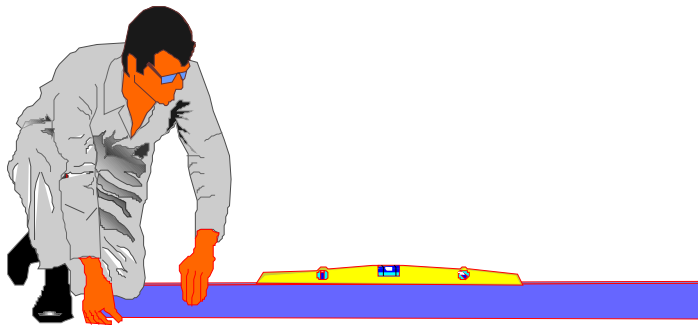
Questionnaire

1. *De combien faut-il redoubler les armatures horizontales?*
2. *A quoi servent ces armatures?*
3. *Donne un exemple de maçonnerie soumise à contrainte*
4. *Les armatures peuvent éviter les fissures verticales (vrai ou faux)*

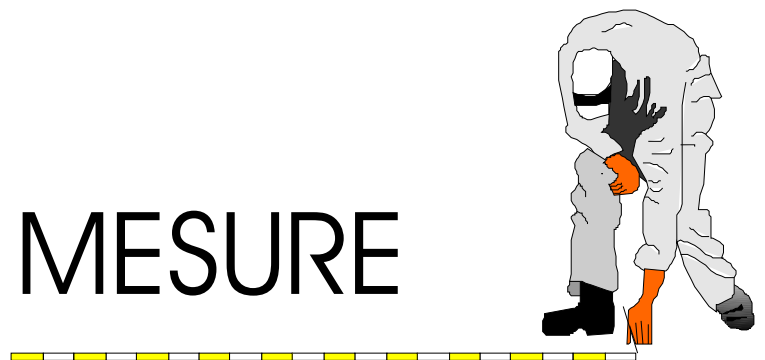


Savoir

Reporter un APLOMB



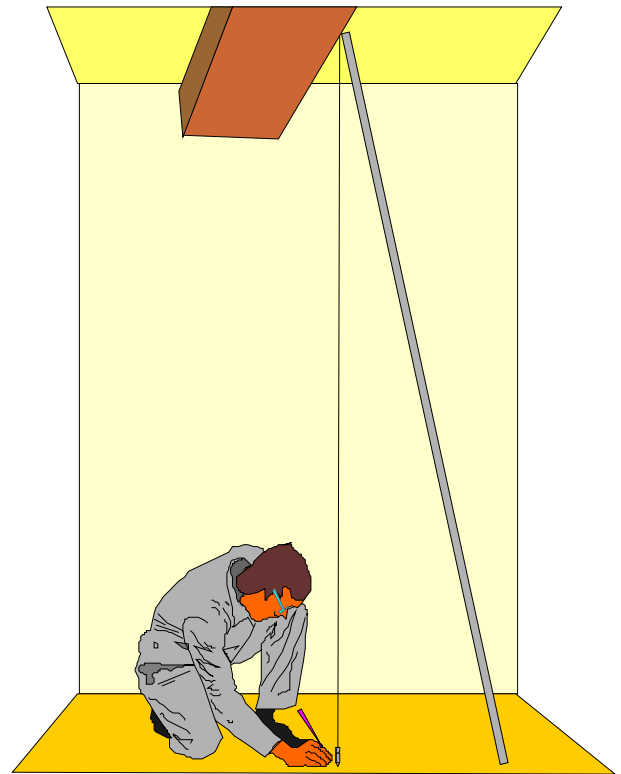
Reporter une MESURE



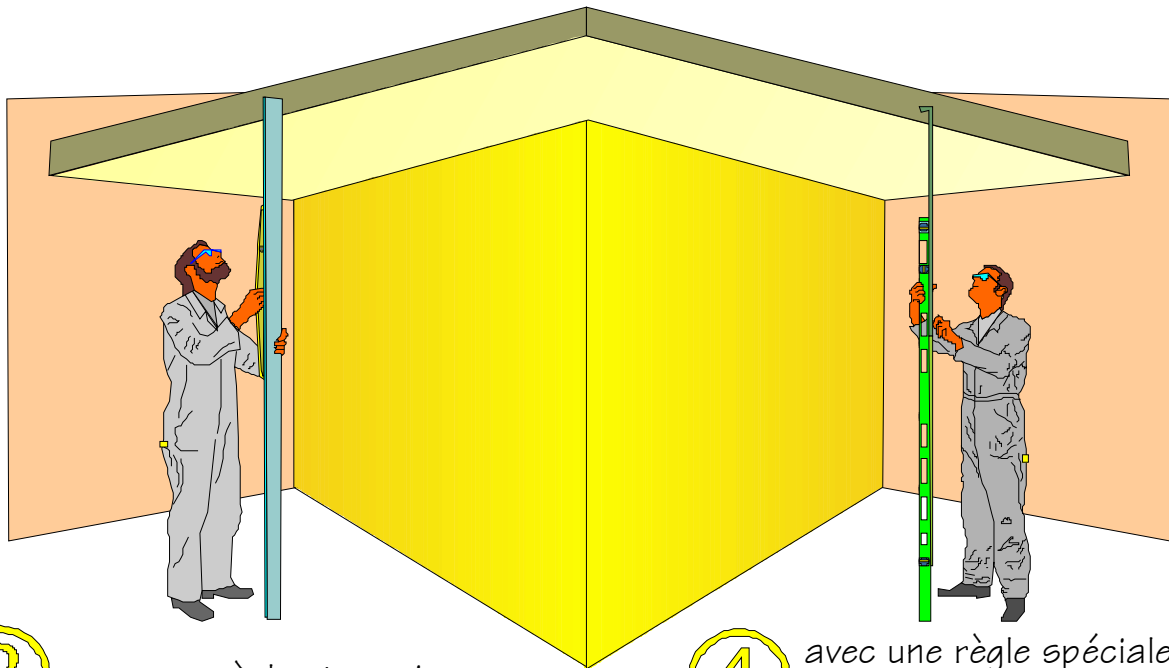
technologie. Equipement du bâtiment. technologie



① avec un fil à plomb



② avec un fil à plomb et sans échelle



③ avec une règle et un niveau

④ avec une règle spéciale ayant des fioles incorporées

Reporter un aplomb



Des poutres, des canalisations ou des trémies peuvent avoir une influence sur l'implantation de cloison.

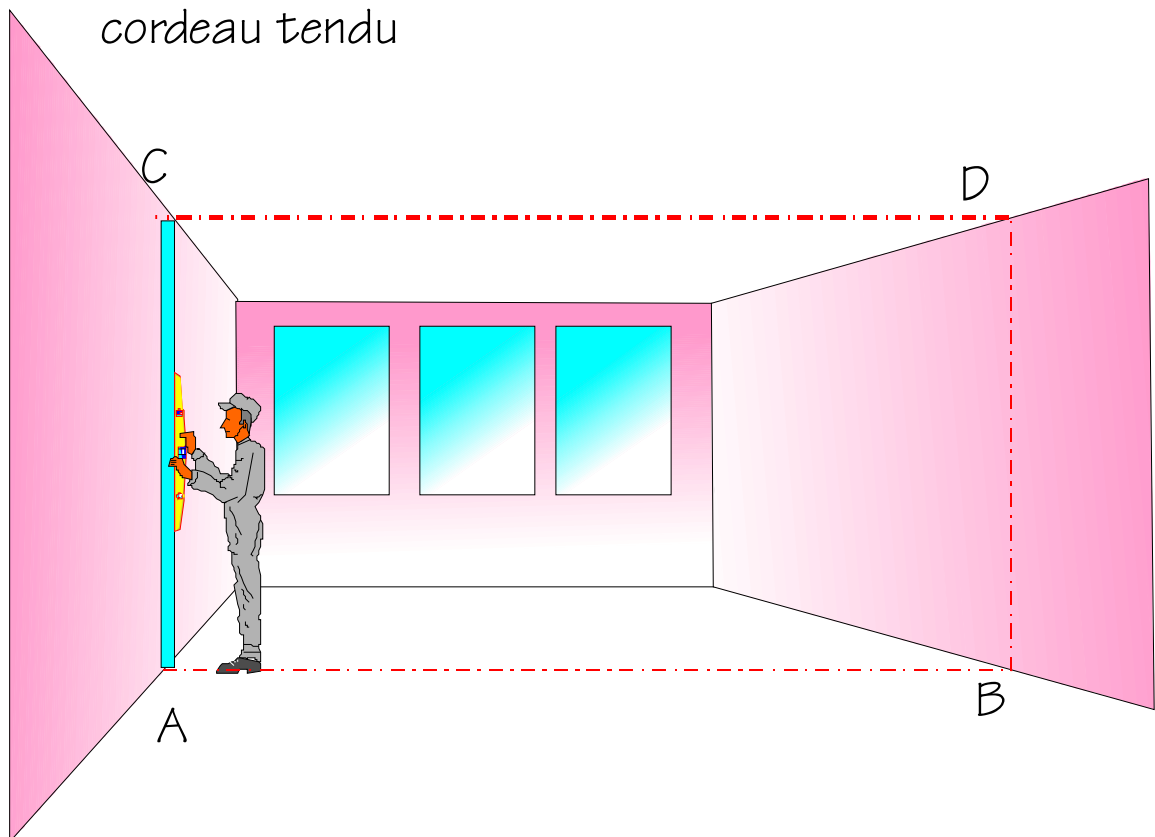
Ces éléments de la construction situés à hauteur du plafond seront reportés du plafond au sol (voir figures 1, 2, 3 et 4) et seulement ensuite, le traçage de cloisons sur le sol sera entrepris.

Par après, les repères de cloisons tracés au sol seront reportés au plafond.

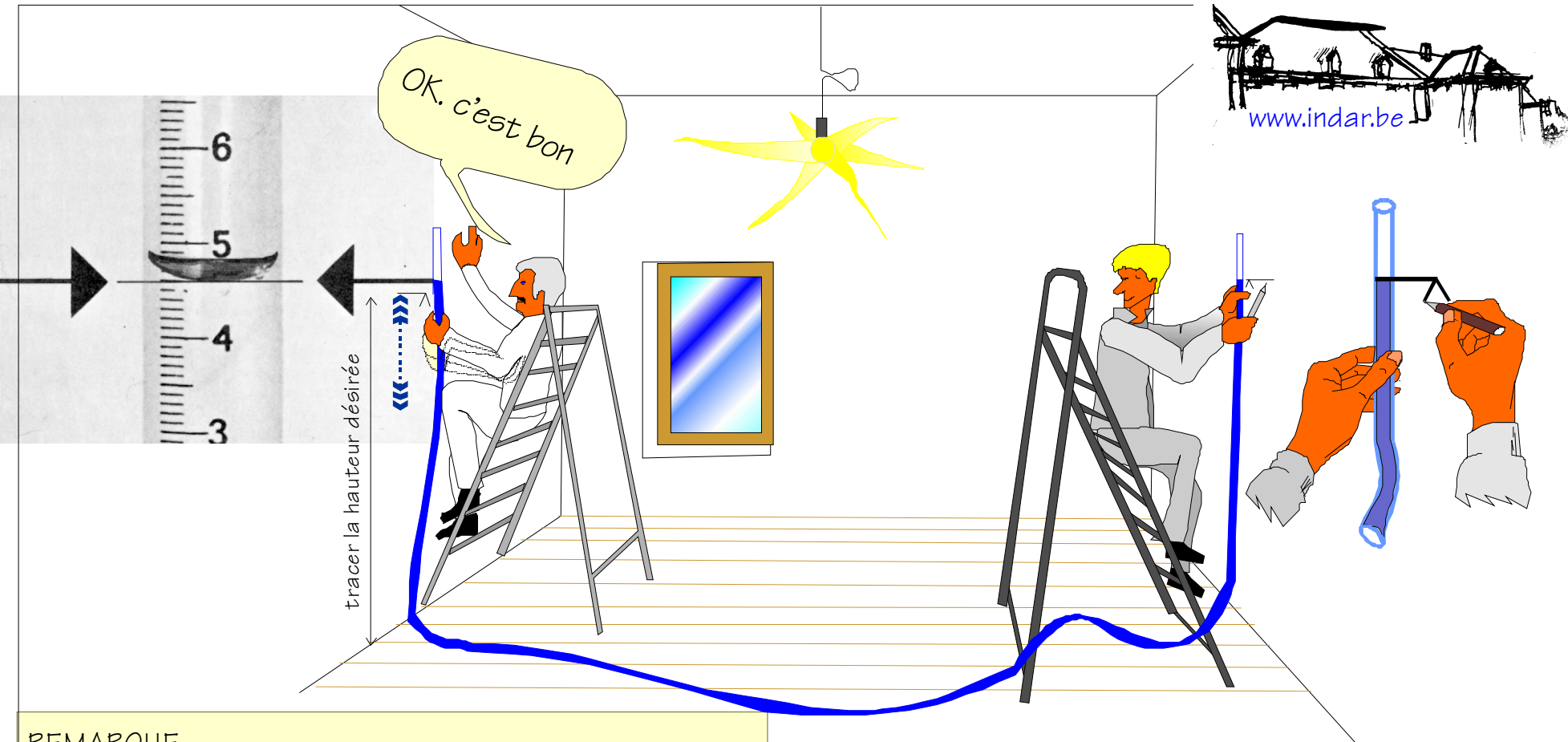
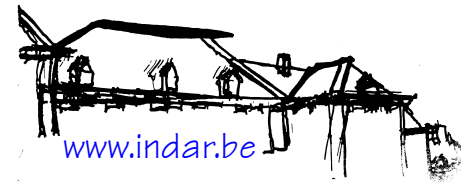
TRAÇAGE D'UN PLAN VERTICAL.

Il est demandé d'ériger un plan vertical sur une ligne droite donnée 'A.B.'

Il suffit de dresser des verticales 'A.C.' et 'B.D.' en 'A.' et 'B.' et de relier les points 'C.' et 'D.' au moyen d'un cordeau tendu



Reporter un aplomb



REMARQUE

Il est difficile de se déplacer avec le niveau à eau et une escabelle.

Il n'est pas aisé de tracer un niveau sur une escabelle.

C'est pourquoi il est conseillé de tracer une ligne de niveau à 1m. du niveau de référence

et de reporter ensuite la mesure du niveau désiré à l'aide d'un mètre placé bien d'aplomb

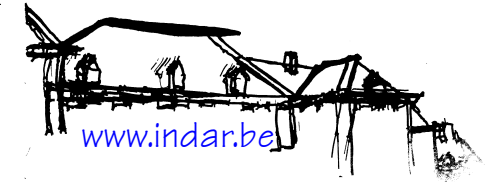
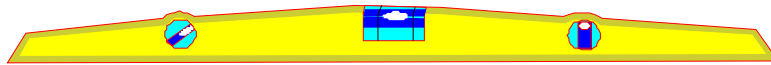
indiquer la mesure par rapport au niveau de référence



c'est la pointe de la flèche qui indique le bon niveau

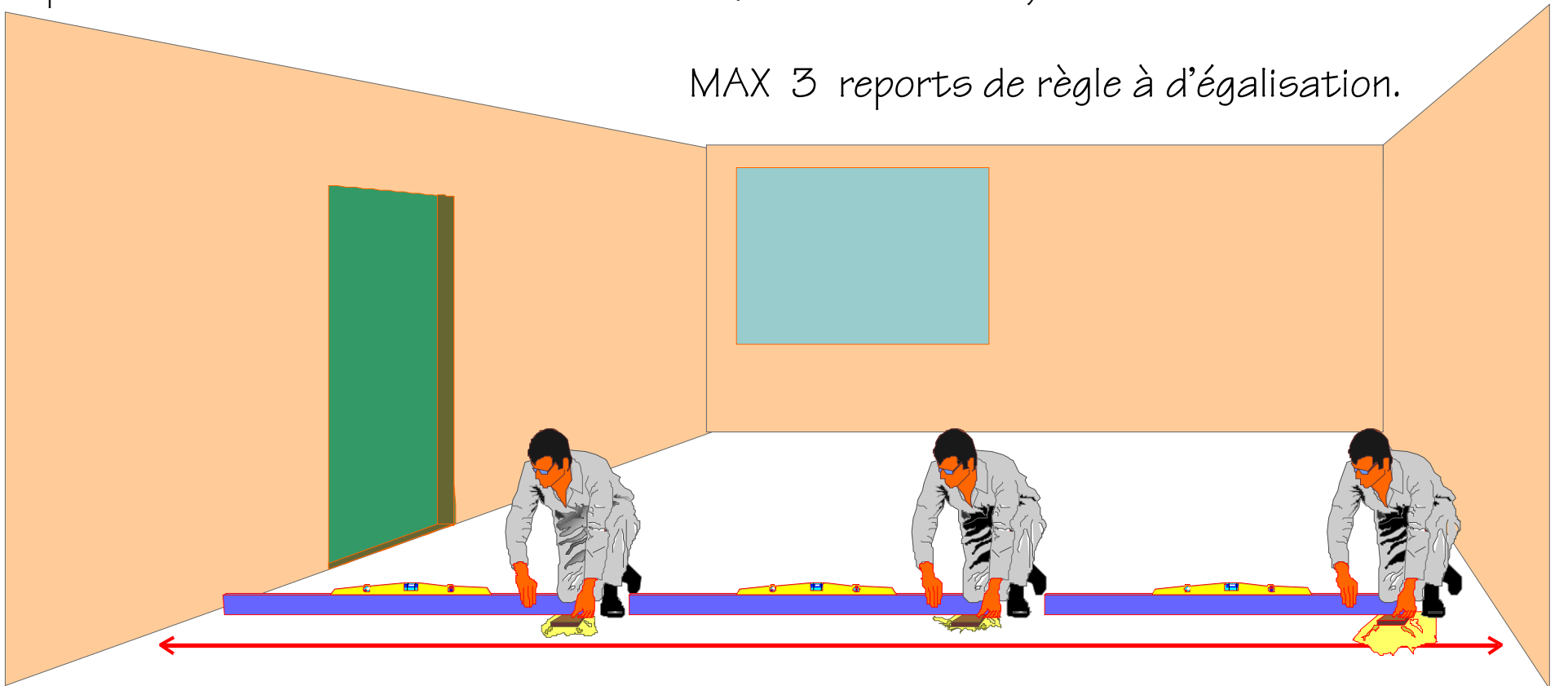
Report de points de niveau

AVEC UNE RÈGLE ET UN NIVEAU A BULLE

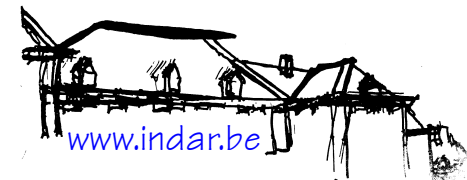


Pour une longueur égale ou inférieure à 3 fois maximum la longueur d'une règle d'égalisation, on peut reporter le point de niveau soit directement ,
soit en procédant par répétition, en déplaçant la règle sur des points intermédiaires (des repères placés au sol comme des dalles dans du sable, des cales de bois...)

MAX 3 reports de règle à d'égalisation.



Report de points de niveau

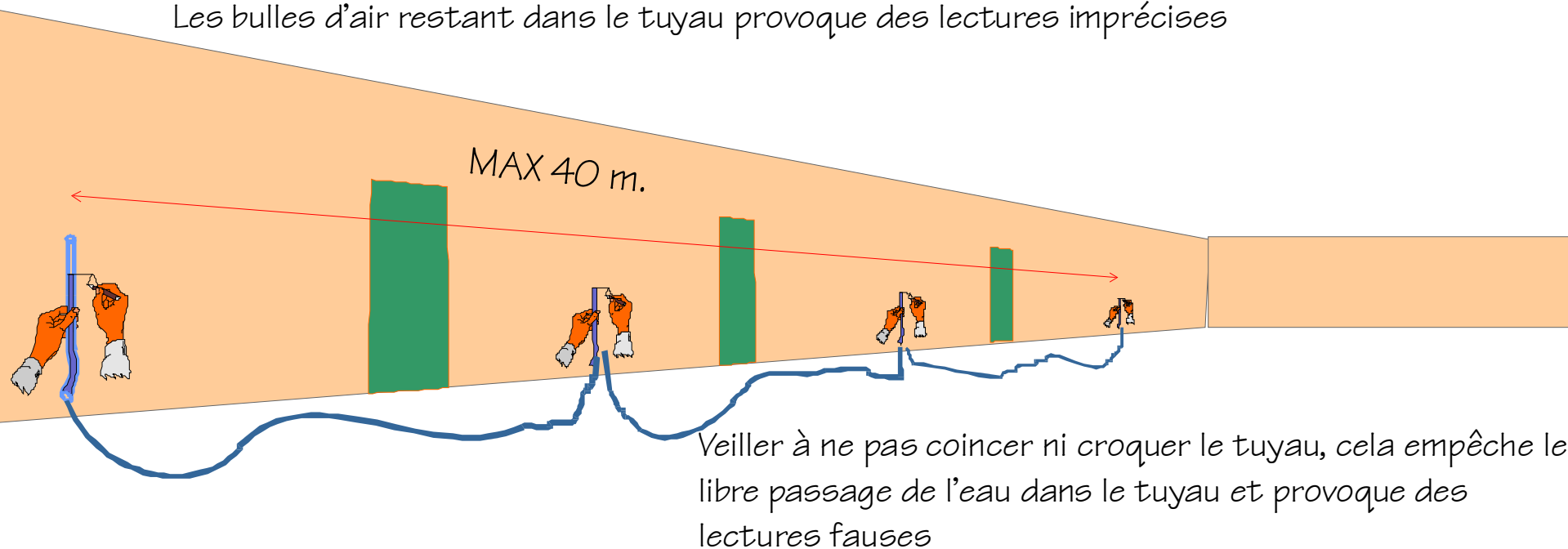


Pour les distances plus grandes, un tuyau de niveau d'eau sera utilisé.
Au moyen d'un tuyau de 15 mètres de longueur, des points de niveau peuvent être reportés avec une précision suffisante jusqu'à des distances de ~ 40 m. en procédant par répétition.

REMPLEISSAGE DU TUYAU D'EAU

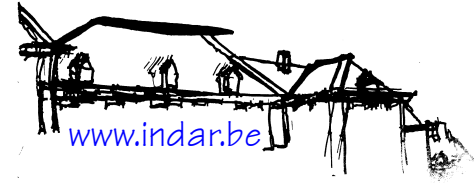
Siphonner l'eau propre par une extrémité du tuyau en laissant échapper librement l'air par l'autre extrémité.

Les bulles d'air restant dans le tuyau provoquent des lectures imprécises



Report de points de niveau

MISE A NIVEAU D'UNE SURFACE HORIZONTALE (plafond)

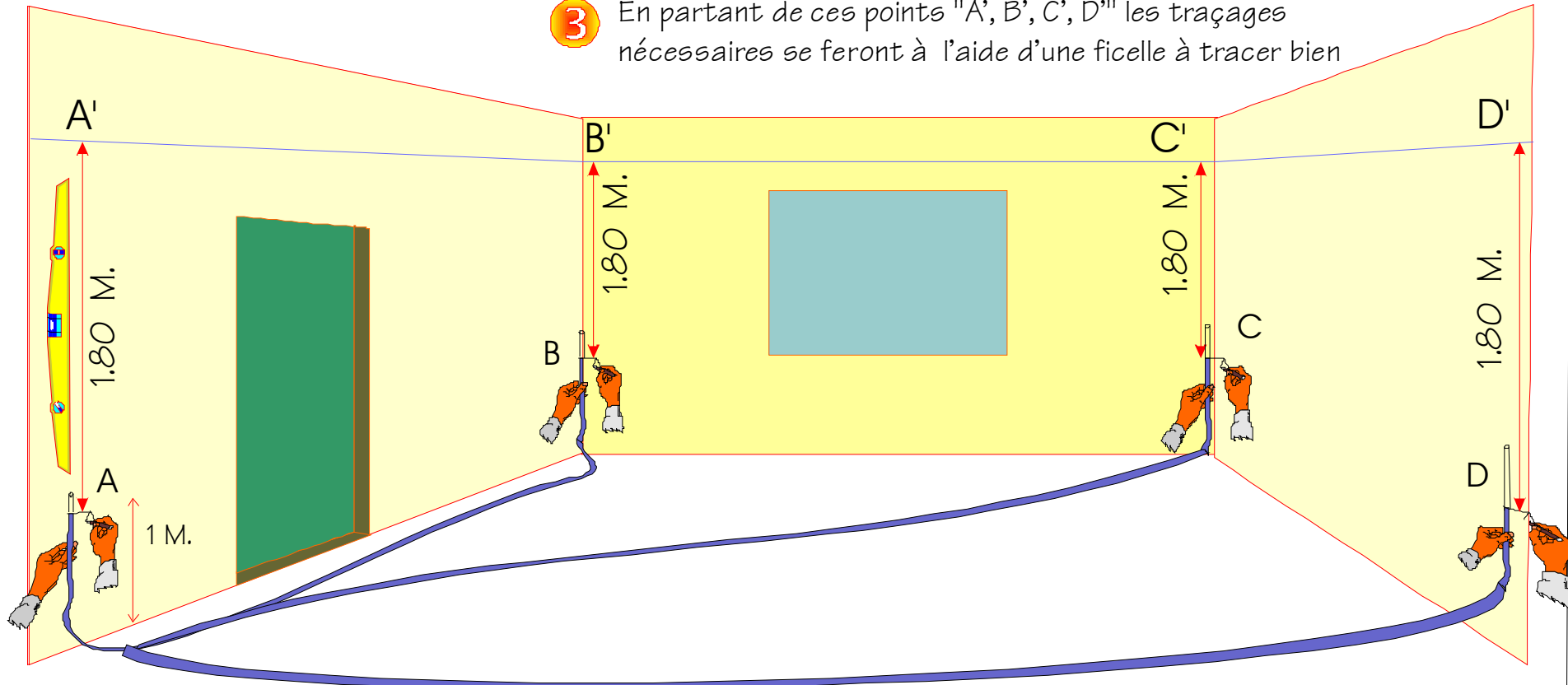


Il est demandé de tracer un plan horizontal à une hauteur de ~ 2.80 m..

Un point "A" donné se situe à 1 m. du niveau de référence.

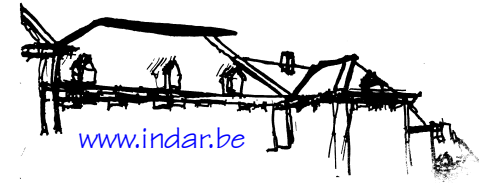
- 1** Reporter le niveau "point A" de "A" vers "B", de "A" vers "C" et de "A" vers "D" (Aux 4 coins de la pièce)
Ne reporter jamais le niveau "point A" de "A" vers "B", de "B" vers "C" et de "C" vers "D"; vous multiplier des erreur de traçage.
- 2** Mesurer bien verticalement 1.80m. au dessus de chaque point "A,B,C,D" ce qui détermine le niveau du plafond demandé aux point "A', B', C', D'."

- 3** En partant de ces points "A', B', C', D'" les traçages nécessaires se feront à l'aide d'une ficelle à tracer bien

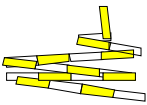


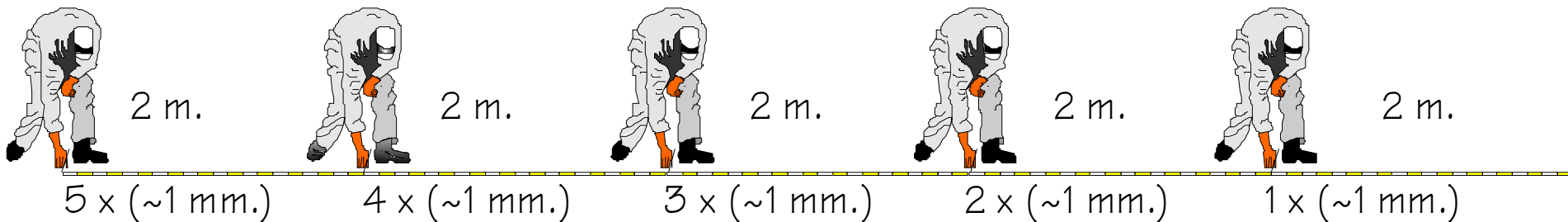
Report de points de niveau

MESURAGE DE LONGUEURS

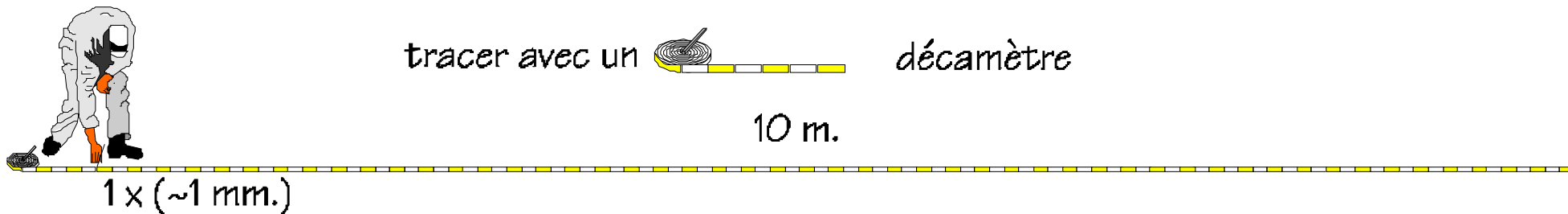


- 1 Le point de départ sera matérialisé d'une manière très claire, (un clous planté ou un trait de crayon)
- 2 Tracer toujours les traits bien NET et PERPENDICULAIREMENT au sens de mesurage.
- 3 Mesurer le long d'une ligne DROITE; cette opération n'est pas toujours très simple sur un chantier
- 4 Des distance jusqu' à 2 mètres peuvent être mesurées au moyen d'un double mètre.
- 5 Mesurer des longueurs supérieures au moyen d'un mètre à ruban BIEN TENDU et non au moyen de mètres trop courts. (les erreurs de chaque mesure partielle se cumulent et peuvent conduire à des différences considérables.

tracer avec un  double mètre pliant



tracer avec un  décamètre



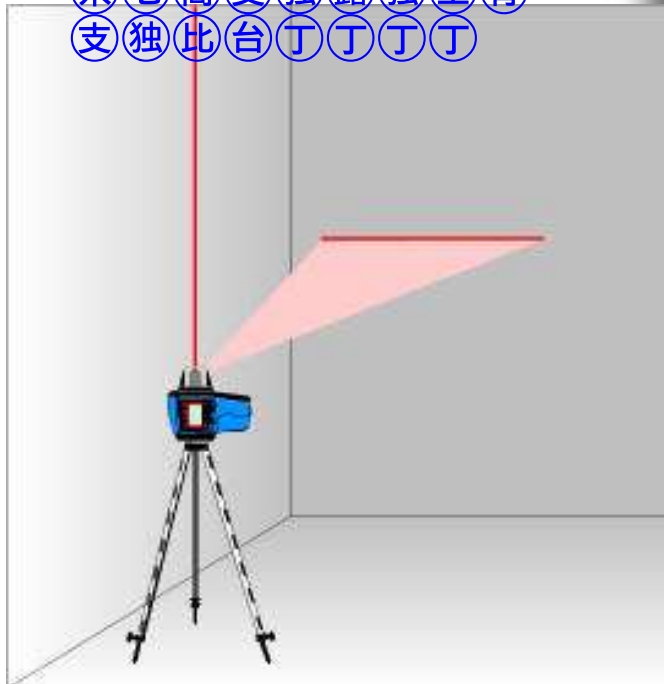
- 6 N'utiliser JAMAIS de décamètres en ruban textile, la longueur varie en fonction de l'humidité ou en fonction des tensions auxquelles ils sont soumis.

LAZER et appareils de mesures modernes



**LIRE ATTENTIVEMENT LE
MANUEL D'UTILISATION....**

露 独 副 英
青 支 支 英 台 支 独 低 英
韩 英 台 支 露 英
韩 青 台 高 英 露
茶 七 高 支 独 露 独 主 青
支 独 比 台 丁 丁 丁 丁



**RAYON
LAZER
=
DANGER
POUR LES
YEUX**

