

# Découpe, façonnage et assemblage des armatures sur les chantiers du bâtiment

La mise en œuvre d'armatures sur les chantiers du bâtiment est une tâche fréquente, voire quotidienne.

Les opérations réalisées avec ces matériaux sont en général diversifiées, parfois répétitives et souvent pénibles.

Cette fiche présente les principales règles à respecter lors de la découpe, du façonnage et de l'assemblage des armatures sur les chantiers du bâtiment.

## Quelques définitions

■ **Les armatures** sont obtenues à partir d'aciers pour béton armé suite à des opérations de dressage (pour les couronnes uniquement), de coupe, de façonnage et d'assemblage.

Les aciers se présentent sous forme de barres de grande longueur (souvent 12 mètres) ou de fils en couronnes :

- barres droites lisses : diamètre de 5 à 50 mm ;
- barres droites à haute adhérence : diamètre de 6 à 50 mm ;
- fils à haute adhérence en couronne : diamètre de 5 à 16 mm.

On distingue les « armatures coupées-façonnées » qui sont obtenues par coupe et façonnage des aciers à la demande (en conformité avec les plans d'exécution définis par les bureaux d'études) et les « armatures assemblées » d'un modèle standard, constituées par assemblage des armatures coupées-façonnées sous forme de « cages » ou de « panneaux » et utilisées dans des applications courantes (semelles de fondation, poteaux, linteaux, etc.).

Les armatures sont :

- soit assemblées en usine, puis livrées sur le chantier ;
- soit livrées sur chantier coupées, façonnées, puis assemblées sur le site, à proximité de l'ouvrage ou directement en coffrage.

Les armatures sont donc utilisées sur les chantiers et mises en place dans les coffrages :

- soit sous forme de barres (droites ou coupées et façonnées en fonction des formes décrites sur les plans d'exécution) ;
- soit sous forme de treillis soudés (réseaux plans à mailles en général rectangulaires, constitués de fils ou de barres assemblés par soudage et dont la résistance au cisaillement des assemblages est garantie) fabriqués en usine et livrés en panneaux ;
- soit sous forme d'armatures pré-assemblées en cages ou en panneaux.

Sur chantier, l'assemblage est effectué soit en « atelier forain » installé à proximité de l'ouvrage, soit directement en coffrage. En général, ces deux solutions coexistent. Il est possible de souder sur site, mais le plus souvent le montage se fait par ligatures avec des fils d'attache en acier recuit.

La plupart du temps, une structure en béton armé est coffrée et bétonnée en plusieurs phases successives. La continuité du ferrailage entre les parties contiguës de structure au niveau de la reprise de bétonnage est assurée par des « boîtes d'attente » et des « dispositifs de couplage ».

■ **La boîte d'attente** est un dispositif qui comporte des armatures façonnées dont une extrémité est repliée à l'intérieur d'un volume creux réalisé sous forme de boîte ou de profilé appelé « support ». L'ensemble ainsi constitué est fixé contre le coffrage à l'intérieur de la partie de structure bétonnée en première phase. Après décoffrage de cette première partie, la boîte est ouverte, retirée totalement ou en partie et les armatures en attente sont dépliées. Il est possible, ainsi, de réaliser un recouvrement avec les armatures de la seconde phase.

Il existe de nombreux procédés classés en deux catégories :

- les boîtes à support amovible pour lesquelles l'ensemble du support est retiré après décoffrage et où seules les armatures en attente subsistent dans le béton. Le support peut alors être constitué de divers matériaux : bois, matière plastique...



Boîte à support amovible fixée contre un coffrage métallique avec des aimants.



Boîte à support amovible retirée et armatures en attente dépliées.

- les boîtes à support incorporé pour lesquelles une partie du support est abandonnée dans le béton. Le matériau constitutif de cette partie doit être compatible avec le béton. C'est en général de l'acier.



Boîte à support incorporé fixée sur un coffrage à peau bois.



Dépliage des armatures en attente d'une boîte à support incorporé.

Les boîtes d'attente font l'objet d'une certification spécifique de l'Association française de certification des armatures du béton (Afcab).

■ **Les dispositifs de couplage** permettent d'assurer la continuité des armatures grâce à une pièce intermédiaire appelée manchon. La liaison entre le manchon et les armatures est le plus souvent réalisée par filetage ou sertissage.



Coupleurs d'armatures



Dispositif de raboutage

## Principaux risques liés à la découpe, au façonnage et à l'assemblage des armatures

Découpe, façonnage et assemblage peuvent engendrer des risques de :

- coupure, éraflure,
- perforation,
- projection de particules,
- exposition au bruit,
- postures défavorables, positions forcées des articulations, gestes répétés.

## Principaux matériaux en acier

Les principaux matériaux acier mis en œuvre pour constituer les armatures sont des :

- barres filantes (acier HA ou lisse),
- structures façonnées, assemblées,
- treillis soudés,
- écarteurs de nappes,
- boîtes d'attente,
- rupteurs de pont thermique,
- dispositifs de couplage,
- goujons de dilatation.

## Découpe des armatures sur chantier

La découpe des armatures peut être réalisée sur chantier avec un coupe-boulon, une tronçonneuse à matériaux ou une cisaille électrique, selon les diamètres.

La découpe au coupe-boulon engendre des efforts physiques et des positions forcées des articulations.

La découpe à la tronçonneuse provoque du bruit, des projections de métal en fusion et un risque de coupure.

La découpe à la cisaille électrique à fil ou à batterie supprime les risques et nuisances mentionnés ci-dessus. Toutefois, ce matériel reste encore relativement lourd, notamment pour la découpe des barres de gros diamètres.



Découpe de barre filante au coupe-boulon.



Découpe de boîte d'attente à la tronçonneuse.



Découpe de treillis soudé à la tronçonneuse.



Découpe de barre filante à la cisaille électrique.



Établi de découpe sur chantier avec cisaille à pied.



Découpe d'une barre filante à hauteur d'homme.

Les armatures étant souvent posées à même le sol, les opérateurs sont amenés à adopter des postures de travail défavorables. Il est donc recommandé d'utiliser sur le chantier, pour les armatures longues, des tables ou établis de découpe permettant à la fois de positionner à hauteur d'homme et de maintenir correctement par serrage mécanique l'armature à découper.

## Façonnage des armatures sur site

Le façonnage des armatures sur chantier peut être réalisé sur une table de cintrage. Celle-ci permet de cintrer manuellement, à hauteur d'homme, les barres filantes.

Il existe également des cintreuses électroportatives et des machines à cintrer que l'on rencontre plus rarement sur les chantiers.

Les valeurs minimales des diamètres intérieurs de cintrage doivent permettre de satisfaire à deux exigences :

- ne pas endommager l'armature lors du cintrage ;
- ne pas endommager le béton lors de la mise en charge de l'armature.

La première condition est liée uniquement aux caractéristiques mécaniques de l'acier et en particulier à sa ductilité. La seconde a pour but de limiter les contraintes qui apparaissent dans le béton au contact d'une armature cintrée, sollicitée en traction, en particulier à l'intérieur de la courbure.

Les diamètres prescrits sont très différents suivant la fonction de l'armature (cadres, étriers, épingles, ancrages ou coudes).

Quels que soient la fonction de l'armature et l'angle de façonnage, les diamètres de mandrins de façonnage doivent être au moins égaux à :

- 4 diamètres, pour les armatures de diamètre au plus égal à 16 mm ;
- 7 diamètres, pour les armatures de diamètre supérieur à 16 mm ;
- 5 diamètres, en général pour les assemblages pliés après soudure.



Table de cintrage manuelle.



Cintreuse d'atelier avec commande à pied.



Cintreuse électroportative.

## Assemblage des armatures sur chantier

Sur les chantiers, l'assemblage des armatures est en général réalisé avec du fil à ligaturer en acier recuit. Le soudage d'armatures en bâtiment est très rare et concerne principalement l'assemblage de profilés métalliques ou de platines.

L'assemblage d'armatures constitutives d'éléments tels que poutres, poteaux, linteaux, etc. peut être préfabriqué sur des tréteaux de ferrillage permettant de travailler à hauteur d'homme.

L'assemblage de ferrillages de voiles peut également être préfabriqué au sol, « hors coffrage » ; cela nécessite de disposer d'un espace suffisant et constitué au moins d'un remblai de bonne qualité, nivelé et compacté.

L'assemblage doit conférer aux cages d'armatures une rigidité suffisante pour supporter le transport, la pose en coffrage et le bétonnage. Ceci impose, en général, un nombre de points d'attache entre armatures coupées-façonnées au moins égal à 50 % du nombre de points d'intersection.



Atelier de ferrillage de poutres BA avec tréteaux fixes.



Atelier de ferrillage de linteaux BA avec tréteaux réglables en hauteur.



Assemblage d'un ferrillage de voile au sol.

Pour réaliser l'assemblage des armatures avec du fil recuit, plusieurs types d'outils existent :

- la tenaille (ou pince à ferriller), la pince à ferriller « portugaise » dont l'utilisation intensive engendre à terme des troubles musculo-squelettiques ;
- la tirette à ligaturer qui nécessite des ligatures munies de deux boucles de traction à leurs extrémités ;
- le ligatureur mécanique d'armatures qui contient une cartouche de brins à ligaturer incorporée à l'appareil ;
- le ligatureur électrique d'armatures qui déroule une bobine de fil à ligaturer.



Pince à ferrailer.



Pince « portugaise ».



Tirette à ligaturer.



Soudage d'armatures.



Ligatureur mécanique d'armatures.



Ligatureur électrique d'armatures.

## Équipements de protection individuelle

Afin de protéger l'opérateur qui réalise des travaux de découpe, façonnage et assemblage d'armatures sur chantier, le port de plusieurs équipements de protection individuelle spécifiques est nécessaire.

### Les gants de manutention contre les coupures et éraflures

Les gants tricotés en kevlar possèdent un niveau de résistance élevé contre la coupure et la perforation et



permettent une bonne dextérité. Ils sont revêtus du marquage CE, conformes à la norme EN 388 et portent le pictogramme « risques mécaniques ».



### Les lunettes de protection contre les projections de particules

La découpe de matériaux en acier à la tronçonneuse engendre des projections de particules de métal en fusion à une vitesse de 80 m/s. On choisira des lunettes masque ventilées marquées CE, conformes à la norme



EN 166 et portant les indications de résistance mécanique aux chocs de particules à moyenne énergie (BT) et thermique (9: métal fondu et solides chauds).

## Les protections individuelles contre le bruit

Les niveaux de bruit mesurés sur chantier lors de la découpe de matériaux en acier à la tronçonneuse sont compris entre 100 et 110 dB. Le port de protections auditives adaptées est donc nécessaire lors de cette opération.



Benne auto-vide à déchets sur plancher de travail.



Benne pour évacuation par camion.

Photos DR

## Tri et élimination des déchets d'acier

Conformément au Code de l'environnement, l'élimination des déchets d'acier dans des conditions propres à éviter les effets préjudiciables à la santé de l'homme et à l'environnement est à la charge de l'entreprise.

Les déchets d'acier font partie des déchets non inertes et non dangereux, ou déchets industriels banals (DIB).

Le tri des déchets par l'entreprise n'est pas une obligation réglementaire, mais il réduit de manière significative les coûts relatifs à l'élimination des déchets et facilite leur valorisation. On veillera donc à collecter les déchets d'acier dans des contenants spécifiques au plus près des postes de travail et on les regroupera dans une benne spécifique de plus grande taille positionnée à un endroit facilement accessible, tant par la grue à tour que par le camion qui viendra l'enlever.

### Documents à consulter

- **Protection des armatures en attente sur les chantiers BTP.** Fiche prévention E5 F 01 10. Édition OPPBTP.
- **Déchargement, manutention et stockage des armatures sur les chantiers du bâtiment.** Fiche prévention E5 F 03 13. Édition OPPBTP.
- **Protecteurs individuels contre le bruit (PICB).** Fiche prévention B7 F 01 12. Édition OPPBTP.
- **Équipements de protection individuelle – Pour les yeux et le visage.** Fiche prévention B7 F 05 11. Édition OPPBTP.
- **Les gants de protection.** Fiche prévention B7 F 06 11. Édition OPPBTP.