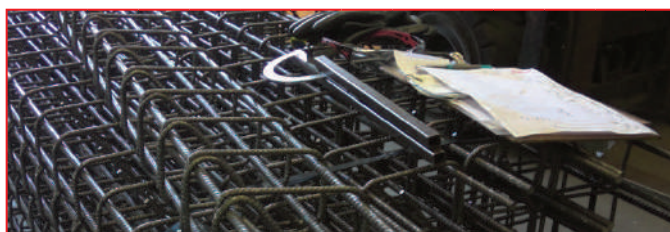
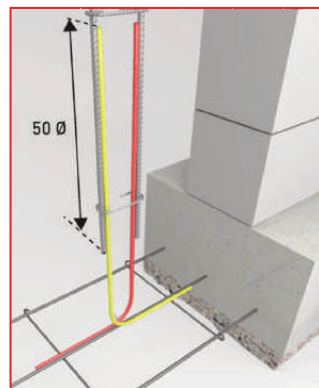
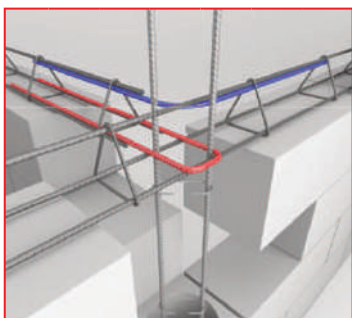


Mise en œuvre des armatures

Maisons individuelles et petits collectifs réalisés en maçonnerie, hors situation sismique



« *Qui aime bien, bâtit bien !* »

Thierry TOFFOLI

Président des Métiers de la Maçonnerie et Carrelage de la CAPEB

Rédacteurs :

CAPEB : Patrice BEAUFORT (Chargé de mission - Direction Technique et Professionnelle), Bruno PAWLONSKI (Conseiller Professionnel – Métiers de la Maçonnerie et Carrelage) et Thierry TOFFOLI (Président des Métiers de la Maçonnerie et Carrelage de la CAPEB)

AFCAB : Eric CANIAC (Directeur technique), Goulven BERTHOLOM (Auditeur AFCAB indépendant)

Partenaires : Jean-Marc TRUCHE (Fimurex)

Avertissement

Ce guide qui traite des bonnes pratiques issues de l'expérience de professionnels, tout en s'appuyant sur les NF DTU en vigueur, ne peut être opposable à ces derniers.

Sommaire

1. AVANT PROPOS	4
1.1. Domaine d'application du guide	4
1.2. Terminologie	4
1.3. Certifications gérées par l'AFCAB	6
2. ELEMENTS EN BETON ARME environnant la maçonnerie et les murs en maçonnerie	7
2.1. Fondations superficielles	7
2.1.1. Semelles filantes	
2.1.2. Semelles ponctuelles	
2.2. Dallages	10
2.2.1. Dispositions constructives du corps du dallage	
2.2.2. Dallage solidarisé : rives	
2.3. Chaînages des murs en maçonnerie non armée	11
2.3.1. Chaînages horizontaux des niveaux courants	
2.3.2. Chaînages horizontaux des planchers terrasses	
2.3.3. Chaînages verticaux	
2.3.4. Chaînages inclinés (rampants)	
2.3.5. Liaisons entre chaînages	
3. ELEMENTS EN BETON ARME COFFRES (coulés en place ou préfabriqués) autres que les chaînages	15
3.1. Poteaux	15
3.2. Poutres et linteaux	16
3.2.1. Dispositions générales	
3.2.2. Ancrages	
3.3. Balcons et autres porte-à-faux	19
3.3.1. Balcons	
3.3.2. Bandeaux saillants	
3.4. Acrotères	21
3.4.1. Acrotères bas	
3.4.2. Acrotères hauts	
4. BONNES PRATIQUES DIVERSES relatives aux armatures	22
4.1. Enrobages et positionnements	22
4.1.1. Principe général des enrobages et dispositions	
4.1.2. Enrobages courants	
4.2. Treillis soudés standard (pose)	23
4.3. Manipulation des armatures	24
4.4. Section selon nombre de barres	26
4.5. Lire une étiquette NF Armatures	27
4.6. En cas de doute(s)	28
NOTES	29

1. Avant propos

1.1. Domaine d'application du guide

Le présent guide a pour objectif de fournir aux professionnels sur chantier, une aide dans le choix et la mise en œuvre des armatures à incorporer dans le béton des constructions de maisons individuelles ou petits collectifs (bâtiments assimilés) à murs de maçonnerie non armée au sens de la norme NF DTU 20.1.

Pour cela il s'appuie sur les textes réglementaires et normatifs en vigueur (Eurocodes, NF DTU).

Le présent guide exclut la réglementation parasismique de son domaine d'application, afin d'éviter les confusions d'application entre zones non soumises à la réglementation sismique pour les maisons individuelles (zones 1 et 2) et les autres zones la requérant (zones 3 à 5).

1.2. Terminologie

Dans le domaine de la construction des ouvrages en béton armé ou en maçonnerie, la fabrication des armatures réalisées par des armaturiers, constitue un domaine professionnel à part entière. Elle s'appuie donc sur un vocabulaire spécifique qui se retrouve dans les normes encadrant l'ensemble de la production de ce domaine.

Acier pour béton armé (NF A 35-080-1 et NF EN 10080)

Produit en acier de section circulaire ou pratiquement circulaire présentant des verrous ou des empreintes en surface qui convient pour la fabrication de l'armature du béton. Il peut être produit en barres ou en couronnes.

Armatures (NF A 35-027)

Tous produits destinés à armer le béton, et obtenus à partir d'aciers pour béton armé, utilisés en l'état ou après avoir subi une ou plusieurs des opérations suivantes : dressage lorsqu'ils sont approvisionnés en couronnes / coupe à longueur / façonnage afin de leur conférer la forme prévue / assemblage (ligaturage ou soudage) / formage de treillis soudés ou d'armatures préalablement soudées ; éventuellement avec adjonction de dispositifs spéciaux (notamment dispositifs de raboutage ou d'ancrage des aciers pour béton armé) et d'éléments de montage.

→ Armatures sur plan

Armatures fabriquées à partir de plans fournis par le client.

→ Armatures sur catalogue

Armatures conçues sous la responsabilité du fabricant, décrites dans un catalogue approuvé par un bureau de contrôle technique, et fabriquées par lui-même. Elles sont vendues essentiellement par les distributeurs ou négociants de matériaux.

Treillis soudé (NF EN 10080 et NF A 35-080-2)

Arrangement de barres, fils machine ou fils, longitudinaux et transversaux de diamètre nominal et longueur identiques ou différents, qui sont disposés pratiquement à angles droits les uns par rapport aux autres et sont soudés ensemble par résistance électrique en usine, au moyen de machines automatiques, à tous les points d'intersection. La résistance des soudures est vérifiée par des essais de cisaillement.

Panneau d'armatures (NF A 35-027)

Idem que le treillis soudé mais sans garantie de résistance des soudures au cisaillement.

Maçonnerie non armée (§3.1.6 NF DTU 20.1 P1-1)

Maçonnerie intégrant des éléments en béton armé (directions verticale et horizontale), permettant de limiter la fissuration. Ces éléments en béton armé n'assurent pas directement la stabilité de l'ouvrage. Ils sont positionnés et armés selon la norme NF DTU 20.1, sollicités uniquement en traction et coulés après montage de la maçonnerie.

Maçonnerie chaînée (confinée) (§3.1.7 NF DTU 20.1 P1-1)

Maçonnerie intégrant des éléments de béton armé (directions verticale et horizontale), lui permettant de participer à la stabilité de l'ouvrage (certaines catégories de projets en zones sismiques et contraintes de vent).

Maçonnerie armée

Maçonnerie intégrant des armatures dans les joints entre les blocs la constituant.

Chaînage (§3.5.3 NF DTU 20.1 P1-1)

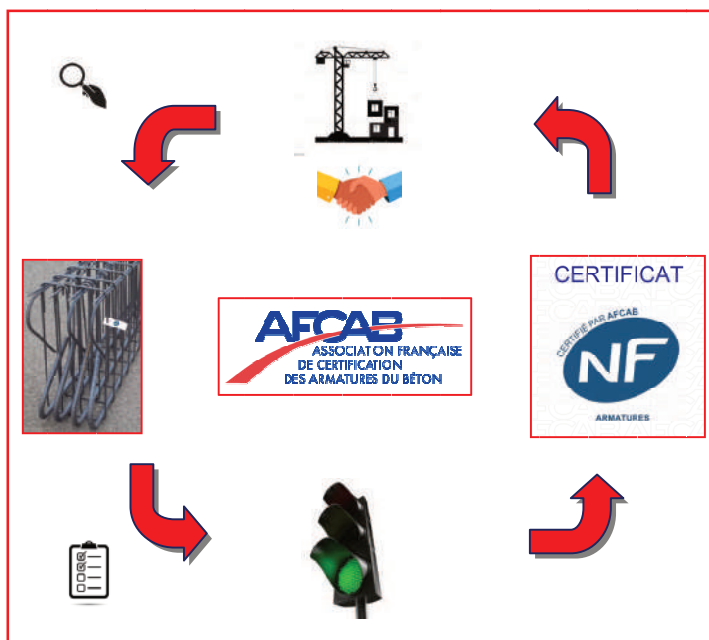
Éléments horizontaux, verticaux ou inclinés, continus en béton armé, sollicités en traction, reliés entre eux, incorporés à la maçonnerie ou associés à celle-ci. Les chaînages ceinturent la maçonnerie et par leur liaison, s'opposent au soulèvement dans les angles des dalles et planchers.

Recouvrement

Zone d'un élément en béton armé où les armatures se superposent sur une longueur normalisée (déterminée par calcul ou forfaitaire, selon les cas) afin que l'une assure la continuité de fonction de l'autre (transmission intégrale de la force d'une armature à l'autre).

1.3. Certifications gérées par l'AFCAB

L'Association française de certification des armatures du béton (AFCAB), créée en 1990, a pour mission de concevoir et délivrer des certificats de conformité à des entreprises qui produisent ou mettent en œuvre des armatures pour le béton ou leurs accessoires. Le maintien de la qualité des produits certifiés et le bon usage de la marque NF Armatures sont vérifiés deux fois par an par des contrôles en usine et des essais en laboratoire accrédité. La norme NF A 35-027 est le support de la certification NF Armatures.



→ Certification des aciers pour béton armé ABA (barres, couronnes et treillis soudés)



→ Certification des boîtes d'attente



→ Certification des dispositifs de raboutage/ancrage (coupleurs..)



→ Certification de la pose des armatures en coffrage

2. Éléments en béton armé environnant la maçonnerie et les murs en maçonnerie

2.1. Fondations superficielles

Norme de référence : **NF DTU 13.1**

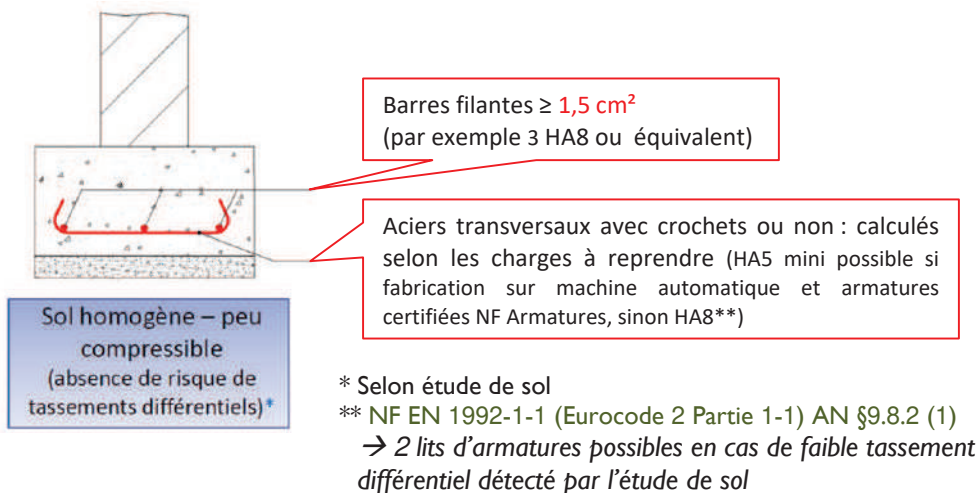


→ Loi « Elan » 2018, articles L112-20 à 25 du code de la construction et arrêté du 22/07/2020 (rectifié le 09/08/2020 présentant la carte d'exposition des formations argileuses au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols)

→ L'entreprise doit avoir à sa disposition une étude de sol du type G2 PRO minimum (NF DTU 13.1 P1-1 - Article 5, 6^{ème} tiret)

2.1.1. Semelles filantes

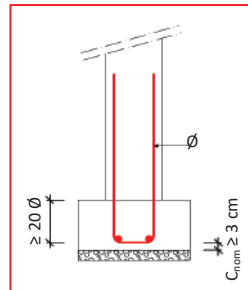
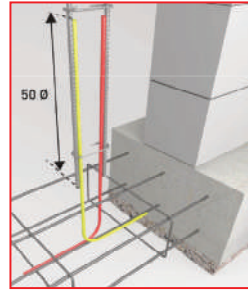
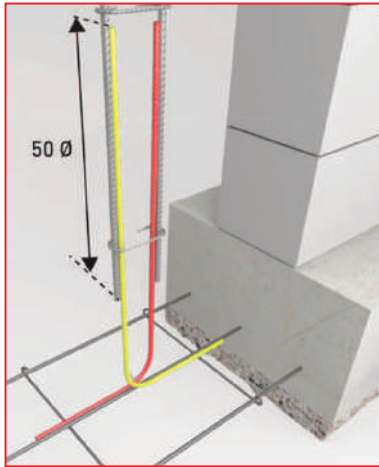
Constitution des armatures



Recouvrement des armatures

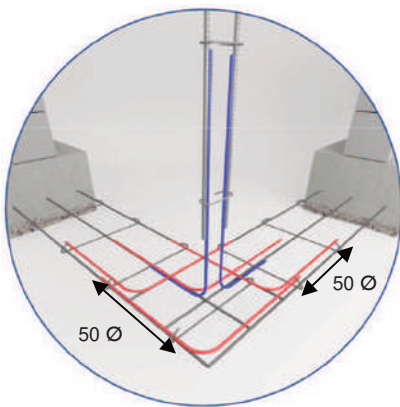
Le recouvrement minimal des armatures de semelles entre elles (continuité ou avec liaisons d'angles) est de $50 \varnothing$.

Attentes et recouvrements

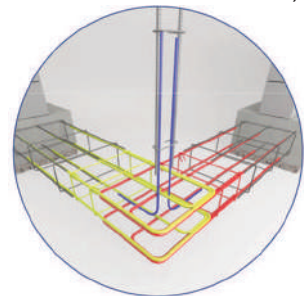


Ou encore →

Liaisons « efficaces »



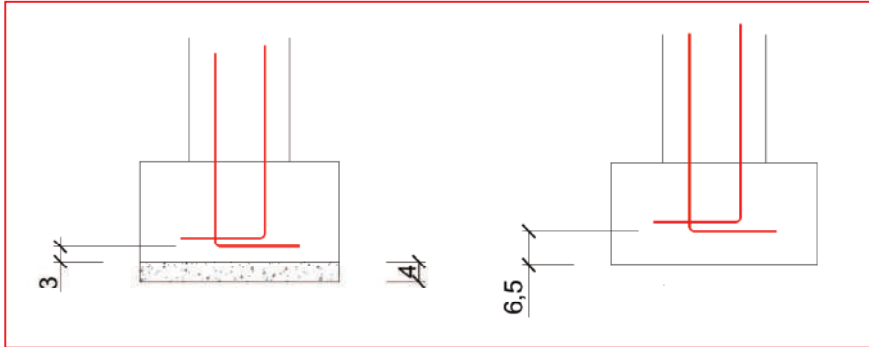
Eviter les poussées au vide
(← un lit d'armatures ou deux lits d'armatures ↓)



→ Exemples de principe en plan des liaisons d'angle valable pour les fondations et les chaînages (NF DTU 20.1)

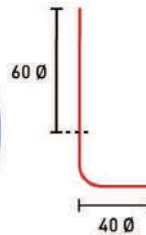
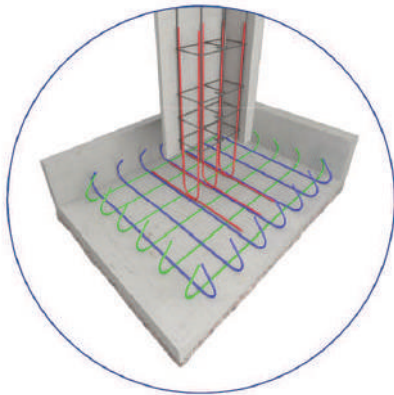
Enrobage des armatures de fondations

3 cm si présence d'un béton de propreté (4 cm d'épaisseur mini de béton de propreté),
6,5 cm d'enrobage si directement sur le fond de fouille



2.1.2. Semelles ponctuelles

Effort  et  

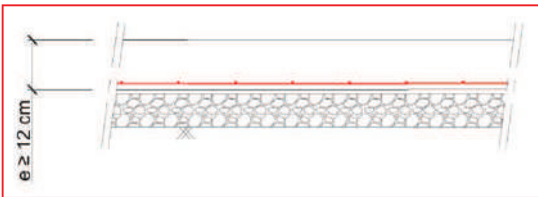


← Sous poteau

2.2. Dallages

Norme de référence : **NF DTU 13.3 P1-1-2 Maisons individuelles**

2.2.1. Dispositions constructives du corps du dallage



Section minimale d'armatures par mètre dans les deux directions perpendiculaires (mailles carrées pour une nappe) :

$$A \text{ (m}^2\text{)} = e \text{ (m)} \times 0,2/100$$

Exemple

Nombre de barres	5	6	7	8	9	10	12	14
Diamètre →	0,20	0,28	0,38	0,50	0,64	0,79	1,13	1,58
Nombre ↓	5	6	7	8				
1	0,20	0,28	0,38	0,50				
2	0,39	0,57	0,77	1,01				
3	0,59	0,85	1,15	1,51				
4	0,79	1,13	1,54	2,01				
5	0,98	1,41	1,92	2,51				
6	1,18	1,69	2,30	3,00				
7	1,37	1,98	2,69	3,51				
8	1,56	2,27	3,09	4,01				
9	1,75	2,58	3,50	4,51				
10	1,94	2,89	3,90	5,01				
11	2,13	3,20	4,40	5,51				
12	2,32	3,51	4,80	6,01				
13	2,51	3,82	5,20	6,51				
14	2,70	4,13	5,60	7,01				
15	2,89	4,44	6,00	7,51				
16	3,08	4,75	6,40	8,01				
17	3,27	5,06	6,80	8,51				
18	3,46	5,37	7,20	9,01				
19	3,65	5,68	7,60	9,51				
20	3,84	5,99	8,00	10,01				

Pour $e = 12 \text{ cm}$:
 $12 \times (0,2/100) \times 100 = 2,40 \text{ cm}^2/\text{m}$
 5 barres HA8 par mètre = $2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
 ou par exemple un treillis soudé 7x7
 espacement 15 cm (ST25C®,
 dénomination propre à l'ADETS*)

Epaisseur dallage (cm)	Section minimale armatures (cm ²)
12	2,4
13	2,6
14	2,8
15	3
16	3,2
17	3,4
18	3,6
19	3,8
20	4

* Association technique pour le développement de l'emploi du treillis soudé



Charge d'exploitation $\leq 250 \text{ kg/m}^2$
 → Sinon bureau d'études

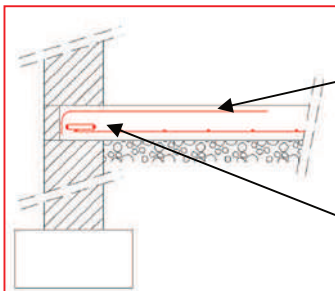


Attention au tassement différentiel entre la rive et/ou les fondations et la travée
 Attention ! Dallage ≠ dalle portée

2.2.2. Dallage solidarisé : rives

NF DTU 13.3 P1-1-2 §5.3

Section minimale chapeaux de rive = $2,5 \text{ cm}^2/\text{m}$



Soit HA8 $e = 20 \text{ cm}$ en U

$\geq 8 \text{ cm}$

ou en TS, HA7 $e = 15 \text{ cm}$
 (ST25C®)

$\geq 8 \text{ cm}$

Chaînage horizontal selon §2.3.1 (3 HA8 ou 4 HA7 ou 2 HA10)

2.3. Chaînages des murs en maçonnerie non armée

Norme de référence : **NF DTU 20.1**

Les aciers transversaux servent de montage aux barres longitudinales des chaînages ci-après et n'ont pas de rôle structurel

2.3.1. Chaînages horizontaux des niveaux courants

→ **Localisation** : Ceinture continue en périphérie et en refend

A chaque plancher ou dallage bas RDC
A chaque plancher d'étage
A chaque tête de mur libre

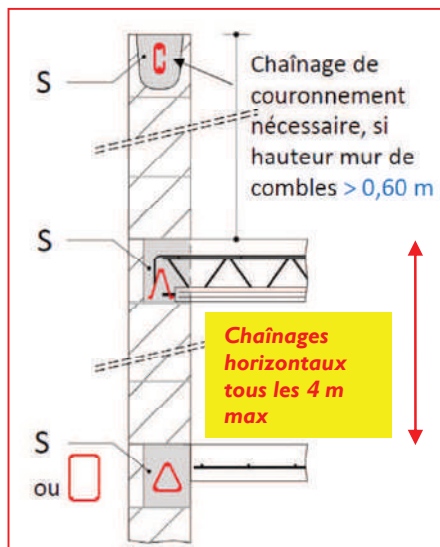
Largeur planelle \leq épaisseur mur/3

Section minimale des barres longitudinales :

$$\text{Max } \{0,4 \% \times S ; 1,5 \text{ cm}^2\}$$

S = section de béton présente dans le chaînage

Si $S \leq 375 \text{ cm}^2$ alors {3 HA8 ou 4 HA7 ou 2 HA10} sinon calcul : $0,4 \% \times S \text{ cm}^2$



2.3.2. Chaînages horizontaux des planchers terrasses

Section minimale des barres longitudinales :

$$\text{Max } \{0,4 \% \times S ; 3,08 \text{ cm}^2\}$$

Si $S \leq 770 \text{ cm}^2$ alors (4 HA10 ou 3 HA12) sinon calculer $0,4 \% \times S$

EXEMPLES DE SECTIONS DES BARRES LONGITUDINALES DE CHAINAGES DE PLANCHER

	Planelle (cm)	Hauteur plancher (cm)	Section béton de chaînage (cm ²)	Section mini. chaînage plancher courant (cm ²)	Section mini. chaînage plancher terrasse (cm ²)
Mur 15 cm	5	16 à 25	160 à 250	1,50	3,08
Mur 20 cm	5	16 à 25	240 à 375	1,50	3,08
	5	16	320	1,50	3,08
	5	17	340	1,50	3,08
	5	18	360	1,50	3,08
	5	19	380	1,52	3,08
	5	20	400	1,60	3,08
	5	21	420	1,68	3,08
	5	22	440	1,76	3,08
Mur 25 cm	5	23	460	1,84	3,08
	5	24	480	1,92	3,08
	5	25	500	2,00	3,08
	7*	16	288	1,50	3,08
	7*	17	306	1,50	3,08
	7*	18	324	1,50	3,08
	7*	19	342	1,50	3,08
	7*	20	360	1,50	3,08
	7*	21	378	1,51	3,08
	7*	22	396	1,58	3,08
	7*	23	414	1,66	3,08
	7*	24	432	1,73	3,08
	7*	25	450	1,80	3,08

← Exemple de sections des barres longitudinales de chaînages horizontaux pour des murs de 15, 20 et 25 cm d'épaisseur, en fonction de l'épaisseur de la planelle et de la hauteur du plancher.

Exemple :

Un mur de 20 cm d'épaisseur avec une planelle de 5 cm d'épaisseur et un plancher courant de 20 cm de hauteur demandera une section des barres longitudinales de chaînage d'au moins 1,50 cm², alors qu'un mur de 25 cm d'épaisseur avec une planelle de 7 cm d'épaisseur et un plancher courant de 22 cm de hauteur demandera une section des barres longitudinales d'au moins 1,58 cm², supérieure à la section minimale.

* sans isolant rapporté entre la planelle et l'about de plancher



A section équivalente, plusieurs barres de faible diamètre sont préférables à des barres de gros diamètre.

2.3.3. Chaînages verticaux

Section minimale des barres longitudinales (*maçonnerie non armée* §5.7.4 NF DTU 20.1 P1-1) : **1,5 cm²** (soit 2 HA10 ou 3 HA8 ou 4 HA7)

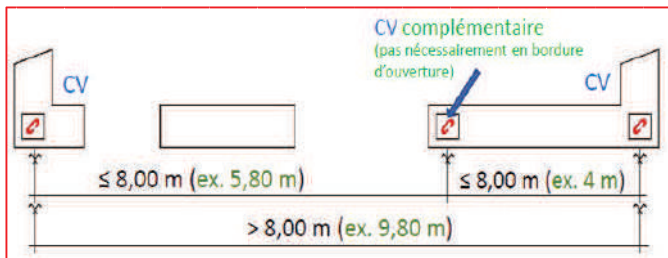
Epaisseur e mur NF DTU 20.1 §5.7.4	Section mini alvéole carrée (cm) x (cm)	Diamètre mini alvéole circulaire (cm)
Si e < 20 cm	10 x 10	
Si e ≥ 20 cm	12 x 12	Diamètre 12
Si e ≥ 20 cm et 4 filants	15 x 15	Diamètre 15

→ Dimension des alvéoles des blocs d'angles

→ **Localisation** (§5.1.2 NF DTU 20.1 P3) :

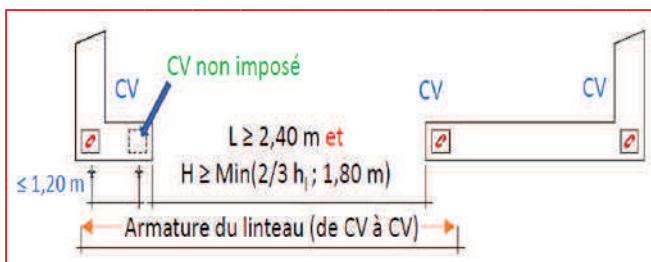
a) CV ceinturage (liaisons entre CH)

- Angles rentrants/sortants
- Entraxe CV ≤ 8 m
- Chaque côté d'un joint de dilatation
- Intersection murs en T \acute{e} (sauf harpage ou engravure)



b) CV liaison (avec linteaux)

- Sous appuis structuraux (poutres, linteaux)
- Chaque côté ouverture si largeur ouverture $\geq 2,40$ m et hauteur ouverture $\geq \min \{1,80 \text{ m}; 2/3 h_i\}$



- **Priorité** : Si respect a) et b) impose un entraxe $\leq 1,20$ m alors a) l'emporte sur b)

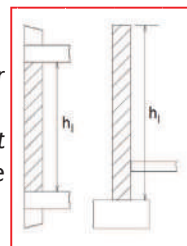


- Un chaînage vertical est une liaison et non un poteau

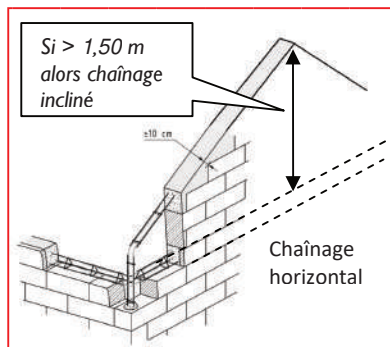
→ Attention à sa résistance sous appuis de poutres ou linteaux ! (voir §3.1)



→ Ne pas confondre les chaînages dans les voiles en béton armé et les chaînages dans les murs de maçonnerie : ils n'ont pas la même section ! (Chaînage voiles : $1,2 \text{ cm}^2 <$ Chaînage maçonnerie : $1,5 \text{ cm}^2$)



2.3.4. Chaînages inclinés (rampants)



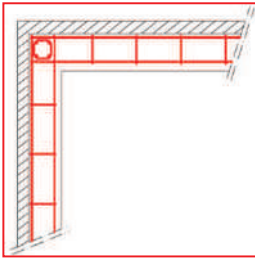
Section minimale des barres longitudinales (§5.7.5 NF DTU 20.1 P1-1) :
 $1,5 \text{ cm}^2$ (soit 2 HA10 au minimum)

→ **Localisation** (§5.7.5 NF DTU 20.1 P1-1) :

- Pignons et refends inclinés si hauteur pointe $> 1,50$ m

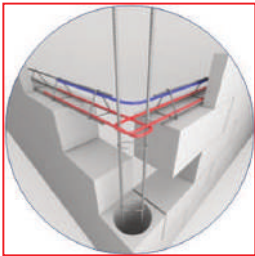
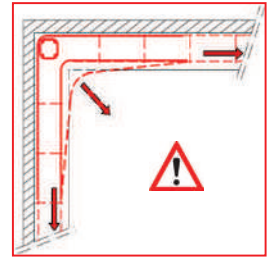
2.3.5. Liaisons entre chaînages

Objet : Assurer la continuité et la transmission complète des efforts et ainsi éviter des désordres complémentaires induits par une mise en place incorrecte des armatures (poussée au vide). Recouvrement $50 \varnothing$ selon §5.7.2 NF DTU 20.1 P1-1

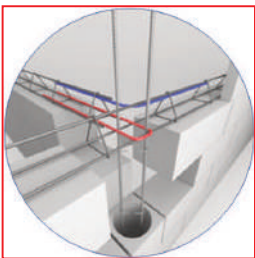
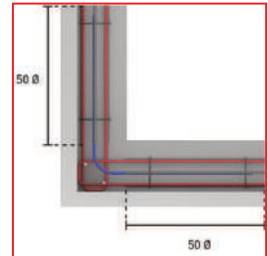


→ Pas de recouvrement

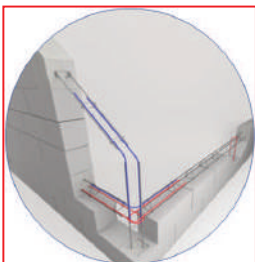
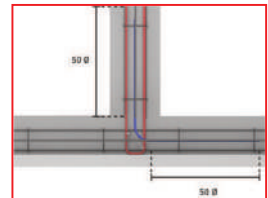
Poussée au vide si filants en tension →



Liaisons entre chaînages verticaux et horizontaux en angle



Liaisons entre chaînages verticaux et horizontaux en croisement



Liaisons entre chaînages verticaux et chaînages inclinés

3. Éléments en béton armé coffrés (coulés en place ou préfabriqués) autres que les chaînages

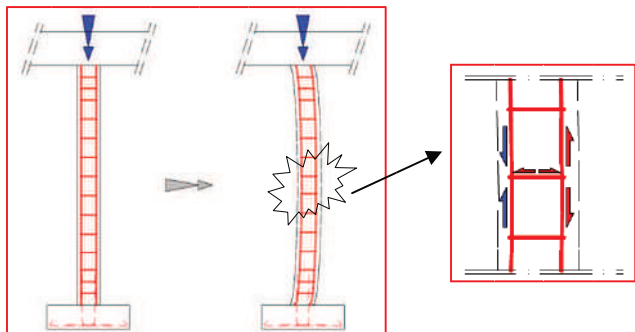
3.1. Poteaux

Norme de référence : §9.5 NF EN 1992-1-1 et son A.N ; §B.2.4 NF DTU 21 P1-1

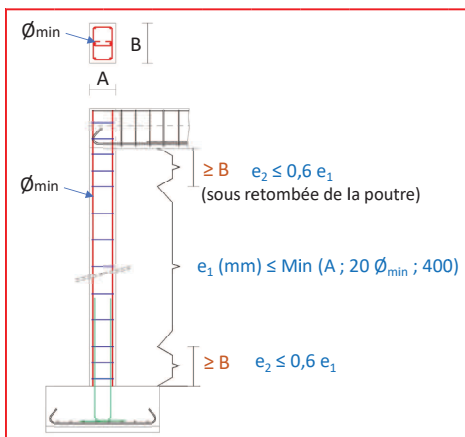


Ne pas confondre un poteau et un chaînage vertical ! Ils ont un rôle, un fonctionnement, des déformations et donc des dispositions constructives différents !

Poteau	Chaînage
Compression	
Flexion composée	Traction
Traction parfois	



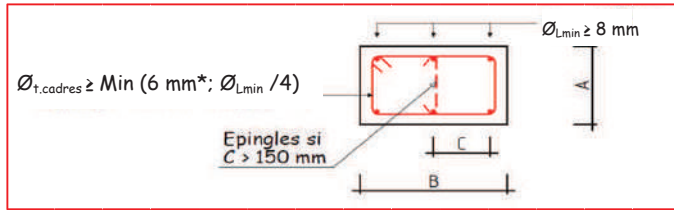
Dans le cas des poteaux, les barres verticales sont sollicitées principalement en compression et parfois en traction, les cadres le sont en traction et sont resserrés aux extrémités (rôle de frettage). Dans le cas des chaînages du §2.3, les aciers transversaux servent uniquement de montage et sont généralement très espacés.



Espacement des cadres			
A (cm) ≤ B	Ø _{min} (mm)*	e ₁ (cm) ≤	e ₂ (cm) ≤
15	8	15	9
de 16 à 25	8	16	9
15	10	15	9
16	10	16	9
17	10	17	10
18	10	18	10
19	10	19	11
de 20 à 25	10	20	12
15	12	15	9
16	12	16	9
17	12	17	10
18	12	18	10
19	12	19	11
20	12	20	12
21	12	21	12
22	12	22	13
23	12	23	13
24 et 25	12	24	14

* Ø_{min} plus petit diamètre des barres verticales déterminées par le calcul et Ø_{min} ≥ 8 mm

→ Dispositions :



*si treillis soudé plié ou soudage des cadres du poteau sur machine automatique, 5 mm autorisé

Section rectangulaire : Nombre de barres ≥ 4 (une dans chaque angle au minimum)

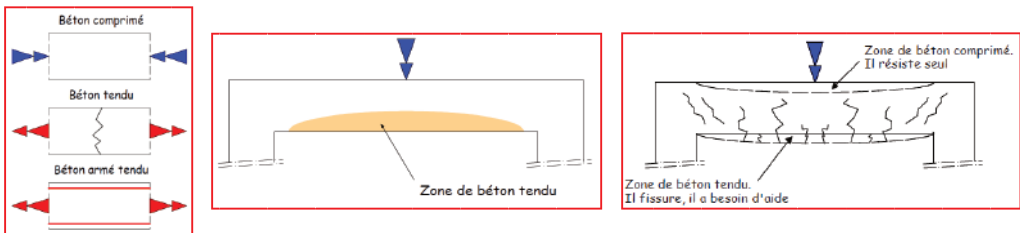
Section circulaire : Nombre de barres ≥ 6 (réparties uniformément sur le périmètre)

3.2. Poutres et linteaux

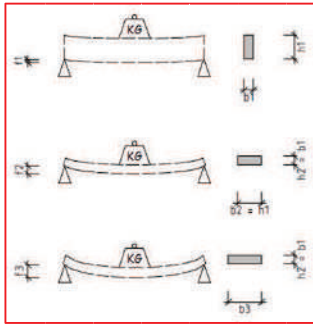
Norme de référence : §9.2 NF EN 1992-1-1 et son A.N ; §B.2.4 NF DTU 21 P1-1

3.2.1. Dispositions générales

Rappel qualitatif : Le béton résiste en compression mais pas en traction. Tendus, il est fragile et a besoin d'aide. L'armature est là pour le soulager en traction.



Les poutres plates (sans retombée ou faible retombée sous plancher) sont sensibles aux déformations (flèches). La rigidité d'une poutre est très influencée par sa hauteur. Augmenter sa largeur n'aura que peu d'influence sur sa résistance et sa rigidité, par contre, cela présente le risque d'augmenter les déformations car en augmentant la largeur on augmente son propre poids qu'elle doit supporter en plus des autres charges.



→ Sur la tranche l'élément est rigide, il présente une flèche maîtrisée f_1 .

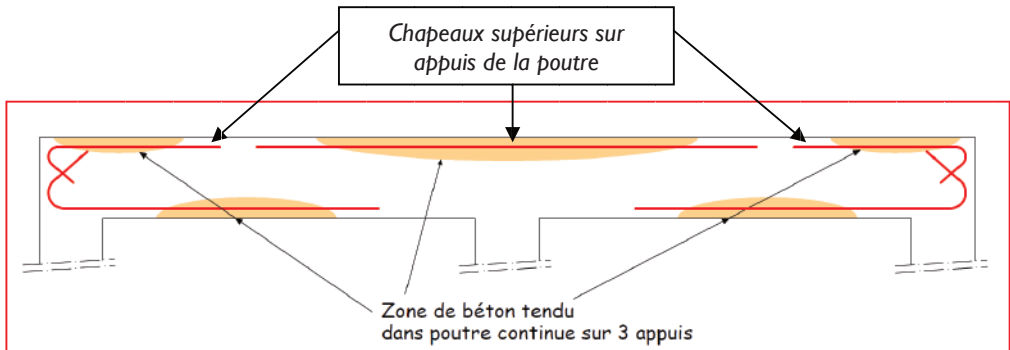
→ A plat, il fléchit $f_2 > f_1$.

→ Augmenter sa largeur ($b_3 > b_2 > b_1$), en conservant sa hauteur h_2 , risque à un certain point d'aggraver la flèche ($f_3 > f_2 > f_1$).



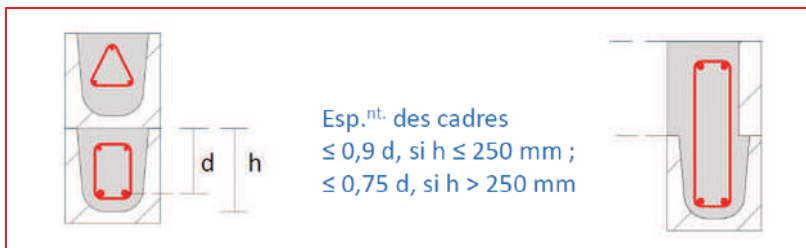
Attention pour les poutres continues (sur plusieurs appuis).

Les chapeaux sont indispensables ! Sans eux des fissures apparaissent sur les appuis.



Le linteau fait partie de la famille des poutres, en conséquence un linteau fortement chargé et/ou de longue portée devra, comme les poutres, être étudié par un bureau d'études.

→ Blocs linteaux (même règles que les poutres dans l'Eurocode 2) :



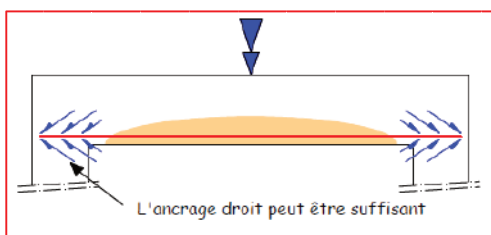
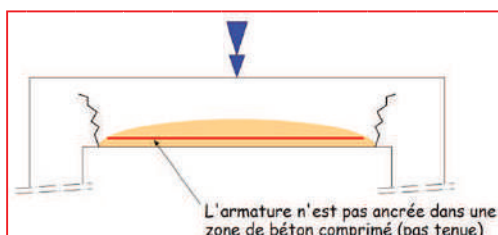
Si d (« hauteur utile ») diminue, la résistance du linteau diminue.

3.2.2. Ancrages

Norme de référence : §8.3 à 8.5 NF EN 1992-1-1 et son A.N; §B.2.3 NF DTU 21 P1-1 ; §5.7.2 NF DTU 20.1 P1-1

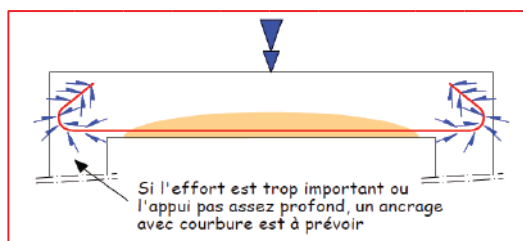
→ Pourquoi ancrer ? :

L'ancrage, dans une zone où le béton est comprimé, permet à l'armature de se mettre en tension, sans glisser, et de supporter la traction que le béton seul ne peut reprendre (comme deux personnes tirant à la corde, si l'une lâche, la corde n'est plus tendue). Pour ce faire, une certaine longueur d'ancrage des barres du lit inférieur est indispensable et se détermine par le calcul.



→ Pourquoi croser les barres d'ancrage ? :

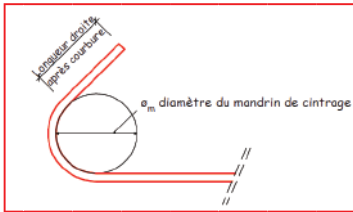
Si la longueur calculée ci-dessus amène à dépasser la largeur de l'appui (zone comprimée) l'utilisation de crosse peut s'avérer nécessaire (ancrer dans un espace réduit ou pour éviter d'autres éléments constructifs).



→ Dispositions :

Le façonnage des barres obéit au calcul et à la normalisation. Plus le diamètre de cintrage de la barre est petit, plus on risque d'abîmer la barre, d'une part, et d'autre part, de créer une zone de fragilité du béton au niveau de la crosse lorsque la barre se mettra en tension.

- Diamètres des mandrins :



Afin d'éviter d'endommager les barres lors du façonnage, la NF EN 1992-1-1 indique les dispositions minimales à respecter. Les mandrins utilisés par les armaturlers respectent les mandrins indiqués sur les plans des bureaux d'études qui sont, eux-mêmes, le plus souvent issus des recommandations de la norme des armatures NF A 35-027.

Pour le façonnage des treillis soudés, les règles de façonnage sont plus contraignantes que pour les barres. En fonction de la position de la soudure par rapport à la crosse (côté intérieur, ce qui est préférable ou côté extérieur), le diamètre du mandrin peut atteindre 20 Ø.

- Longueurs d'ancrage :

Les longueurs nécessaires à l'ancrage des barres longitudinales sont déterminées par le calcul, par contre elles sont forfaitaires pour les cadres, les étriers et les épingles.

Si $90^\circ \leq \text{angle} < 135^\circ$ alors $l_r = \text{Max} \{10\text{Ø} ; 70 \text{ mm}\}$

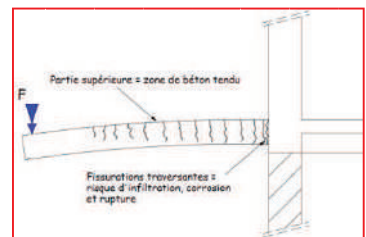
Si $135^\circ \leq \text{angle} \leq 180^\circ$ alors $l_r = \text{Max} \{5\text{Ø} ; 50 \text{ mm}\}$ avec l_r longueur droite après la courbure. **Elles ne peuvent pas être coupées !** Elles dépendent des caractéristiques de la barre elle-même et de son environnement.

3.3. Balcons et autres porte-à-faux

Norme de référence : §5.7.6 NF DTU 20.1 P1-1 et §5.1.4 P3

→ Principe du porte-à-faux :

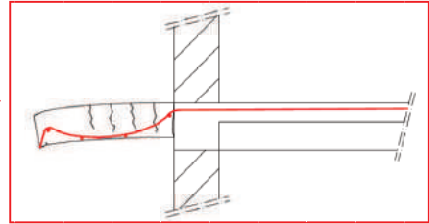
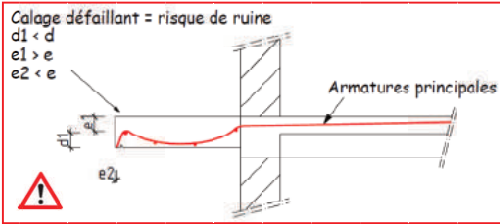
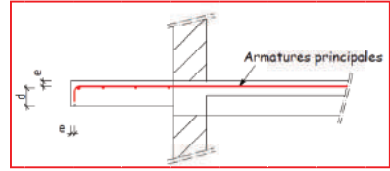
Dans la famille des balcons, consoles et corniches, la masse de la partie en porte-à-faux (par exemple pour un balcon : poids du béton, revêtement, garde-corps, jardinière lourde en extrémité, exploitation...) nécessite d'être équilibrée par une masse plus importante pour éviter tout risque de basculement ou de rupture.



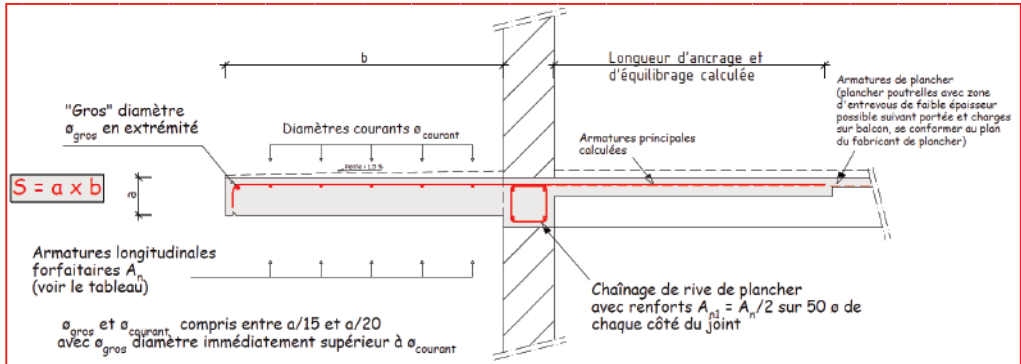
Plus le porte-à-faux est important et plus il convient de mobiliser de la masse coté opposé (par exemple, dans le cas d'un balcon, par un plancher à poutrelles et entrevous surbaissés). La partie tendue du béton d'un élément en porte-à-faux est la partie supérieure de l'élément et non plus la partie inférieure (comme pour une poutre sur deux appuis).



Il convient donc de placer les armatures dans la partie supérieure de l'élément et de bien les caler afin d'éviter leur fléchissement vers la partie inférieure de l'élément lors du coulage du béton. Dans le cas d'un balcon ou d'une corniche, ces armatures seront prolongées et ancrées dans le plancher adjacent sur une longueur suffisante permettant l'équilibrage.



3.3.1. Balcons

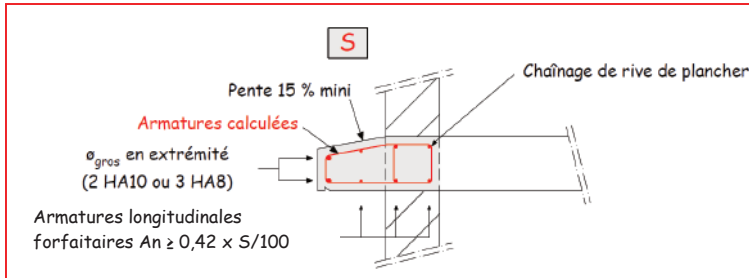


→ Dispositions :

Armatures longitudinales forfaitaires perpendiculaires aux armatures principales, selon la région de construction et l'espacement (E) entre joints de dilatation (JD) →

Régions	Espacement E entre JD	Section mini. A_n	Section mini. A_{n1}
Humides et tempérées	$E \leq 6$ m	$A_n = 0,17 \times S/100$	0,5 x A_n
	$6 \text{ m} < E \leq 12$ m	$A_n = (0,042 \times S/100 \times E) - (0,08 \times S/100)$	
	$E > 12$ m	$A_n = 0,42 \times S/100$	
Sèches ou fortes variations de températures	$E \leq 4$ m	$A_n = 0,17 \times S/100$	0,5 x A_n
	$4 \text{ m} < E \leq 8$ m	$A_n = (0,0625 \times S/100 \times E) - (0,08 \times S/100)$	
	$E > 8$ m	$A_n = 0,42 \times S/100$	
Avec liaison rigide en extrémité		$A_n = 0,42 \times S/100$	

3.3.2. Bandeaux saillants

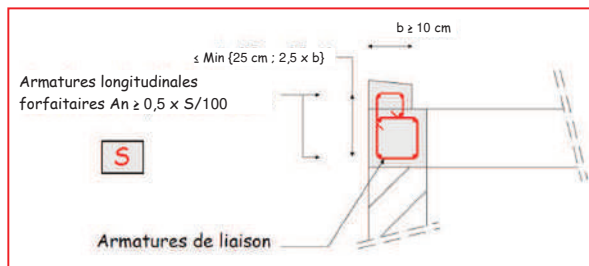
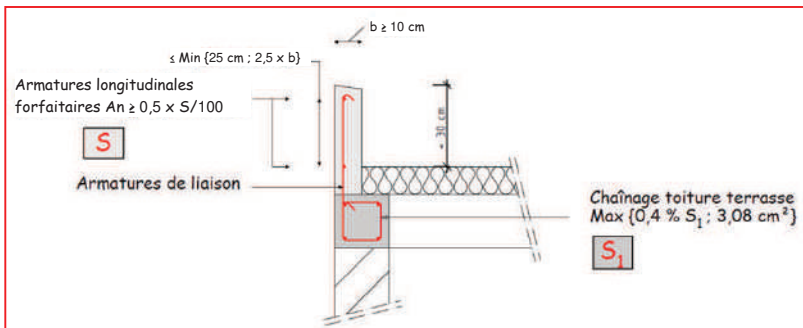


3.4. Acrotères

Norme de référence : §7.2.4 DTU 20.12

→ **Définition** : Un acrotère est dit « bas » si son sommet ne dépasse pas la surface de l'étanchéité de plus de 30 cm. Un acrotère bas est réalisé sur un mur en béton armé ou en maçonnerie.

3.4.1. Acrotères bas



3.4.2. Acrotères hauts

Les acrotères dits « hauts » ont une hauteur supérieure à 30 cm au-dessus de la surface de l'étanchéité et sont réalisés sur murs en béton banché ou ossature en béton armé (sur poutres d'une structure poteaux-poutres). Ils ne sont pas traités dans ce document (se reporter au DTU 20.12).

4. Bonnes pratiques diverses relatives aux armatures

4.1. Enrobages et positionnements

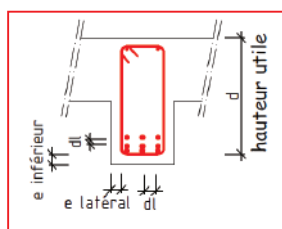
Norme de référence : §5.7.1 NF DTU 20.1 P1-1 ; §4.4.1 et §8.2 NF EN 1992-1-1 et son A.N ; NF EN 206/CN

4.1.1. Principe général des enrobages et dispositions

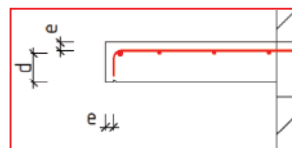
L'enrobage représente la distance du nu de l'armature la plus proche du coffrage à la paroi du coffrage.

Le bon enrobage d'une armature permet, en plus de sa propre protection (corrosion, feu), le bon fonctionnement de l'élément (poteau, poutre, balcon...) dans lequel elle se trouve.

Le calcul des sections d'armatures dépend de la hauteur utile d et donc directement de l'enrobage.



Pour rappel dans les balcons →



d_t est la distance libre entre lits de barres et entre barres d'un même lit :
 $d_t \geq \text{Max} \{ \emptyset ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm} \}$ avec d_g le diamètre du plus gros granulat.

Dans les ouvrages de maçonnerie, il est demandé un enrobage d'au moins 10 mm entre la paroi intérieure et l'armature (NF DTU 20.1).

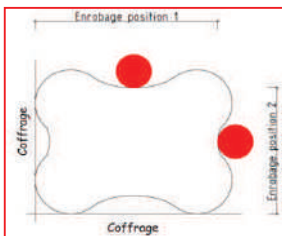
4.1.2. Enrobages courants

L'enrobage est déterminé selon plusieurs paramètres : le type d'élément, sa situation (intérieure ou extérieure), son milieu (proche de la mer ou non, en fondation, humide, boues...), soumis au gel/dégel ou la résistance à la compression du béton utilisé. Les enrobages sont indiqués sur le plan de structure et doivent être respectés. Quelques exemples d'enrobages communs pour une classe de bâtiment S4 (50 ans, voir NF EN 1992-1-1) et différents classes d'exposition (environnement de la construction) :

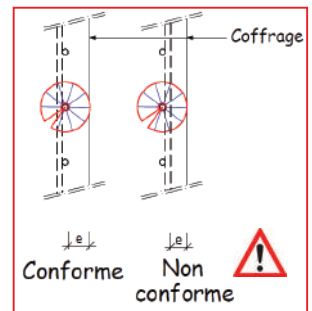
Classe exposition	Description	Type d'élément	Classe de béton (informatif) (bétons courants)	$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$ (ΔC_{dev} , pris égal à 1 cm)
XC1	Intérieur (sans condensation)	Dalle	C20/25	2,0 cm
		Poutre, poteau, voile	C20/25	2,5 cm
XC2	Humide, rarement sec	Fondations*	C20/25	3,5 cm
		Voile	C20/25	3,5 cm
XC4/XF1	Extérieur: alternance humide et sec (pluie-gel)	Poteau, voile et paroi verticale de poutre	C25/30	4,0 cm
XC4/XF3	Extérieur: alternance humide et sec (pluie-gel)	Dalle	C30/37	3,5 cm
		Paroi horizontale de poutre	C30/37	4,0 cm
XS1	Air contenant sel marin	Dalle	C30/37	4,0 cm
		Poutre, poteau, voile	C30/37	4,5 cm
XS3	Alternance humide salé marin et sec (embruns)	Dalle	C35/45	5,0 cm
		Poutre, poteau, voile	C35/45	5,5 cm

* voir aussi 2.1.1

→ Cales d'enrobage :

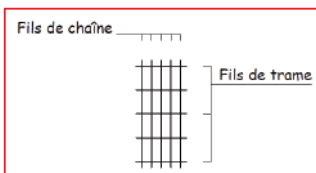


← Attention aux cales avec deux enrobages différents (forme osselet) selon le positionnement de la cale



Attention au positionnement des roulettes : toujours sur le fil le plus proche du coffrage →

4.2. Treillis soudés standard (pose)



Les treillis soudés standard sont composés de fils de chaîne (longitudinaux, grande longueur) et de fils de trame (transversaux, petite longueur).

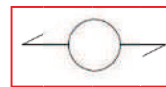
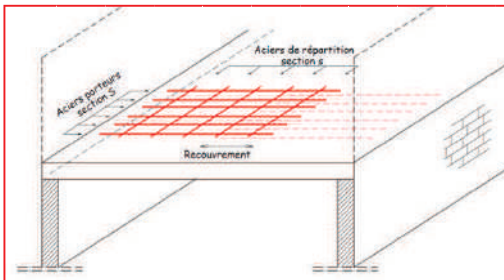
Les mailles des treillis soudés peuvent être carrées (espacement des fils de chaîne et des fils de trame identiques) ou rectangulaires.

→ Exemple d'un ST35® (dénomination propre à l'ADETS) :

Fils de chaîne : HA7 tous les 10 cm soit $S = 0,38 \text{ cm}^2 \times 100/10 = 3,85 \text{ cm}^2/\text{m}$

Fils de trame : HA7 tous les 30 cm soit $s = 0,38 \text{ cm}^2 \times 100/30 = 1,28 \text{ cm}^2/\text{m}$

Les fils de chaîne sont capables de reprendre des efforts plus importants que les fils de trame → le sens porteur est le sens des fils de chaîne. Pour une nappe de treillis soudé, les plus grands côtés des panneaux, avant découpe éventuelle, seront disposés suivant le sens de pose indiqué sur les plans du bureau d'études.



Exemple de symbole de sens porteur



- Dans le cas de mailles rectangulaires le sens de pose est donc déterminant.
- Le sens porteur peut ne pas être suivant l'acier de plus gros diamètre (ex : ST20® (dénomination propre à l'ADETS)).
- Si les treillis soudés sont posés avec des recouvrements, les longueurs de ces derniers doivent être validées par le bureau d'études.

4.3. Manipulation des armatures

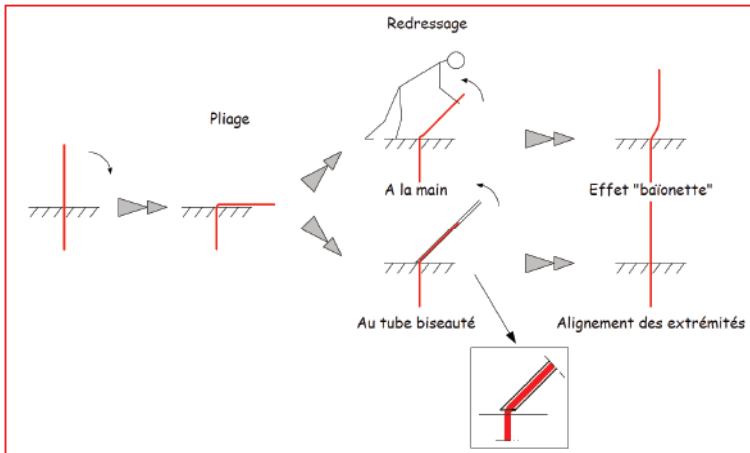
→ Pliage – redressage des armatures :

Plier une armature peut l'abîmer et réduire ses performances mécaniques. Des précautions sont à prendre lors du redressage d'une armature et l'usage d'outil simple, comme un tube biseauté de diamètre proche de l'armature redressée, peut faciliter l'opération.



- Ne jamais replier une armature après l'avoir redressée.

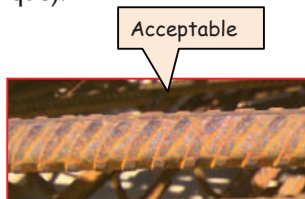
- Nota Bene : Certains aciers pour béton armé (ABA) certifiés par l'AFCAB bénéficient de l'**option ARP (aptitude au redressage après pliage)** qui leur garantit, par la réalisation d'essais spécifiques, des caractéristiques mécaniques conformes aux spécifications après avoir été pliés puis redressés (voir la colonne « Aptitude au redressage » dans la liste des certificats des ABA sur le site de l'AFCAB www.afcab.com). Tous les aciers pour béton armé ne bénéficient pas de cette option !



← Méthodologie de redressement d'armature pliée

→ Corrosion :

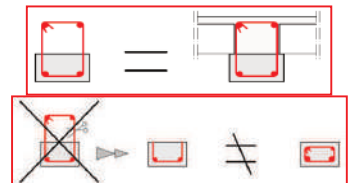
La corrosion des aciers pour béton armé est inévitable (hormis les aciers inox). L'oxydation de surface est acceptable mais pas la rouille non adhérente (c'est-à-dire dont les morceaux de fer corrodés se détachent après un brossage à la brosse métallique).



→ Coupe d'armature sur chantier :

Les armatures fabriquées à partir des plans du bureau d'études ou les armatures standard livrées sur chantier sont des produits finis. Elles ont été conçues et fabriquées pour une utilisation spécifique.

Lorsque l'on modifie une armature en la coupant (crosses, cadres...) son utilisation n'est plus garantie. Quand on coupe les cadres d'une poutre avec talon préfabriqué on ne transforme pas le talon en poutre !



4.4. Section selon nombre de barres

Diamètre → Nombre ↓	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20
1	0,20	0,28	0,38	0,50	0,64	0,79	1,13	1,54	2,01	3,14
2	0,39	0,57	0,77	1,01	1,27	1,57	2,26	3,08	4,02	6,28
3	0,59	0,85	1,15	1,51	1,91	2,36	3,39	4,62	6,03	9,42
3,33	0,65	0,94	1,28	1,67	2,12	2,62	3,77	5,13	6,70	10,46
4	0,79	1,13	1,54	2,01	2,54	3,14	4,52	6,16	8,04	12,57
5	0,98	1,41	1,92	2,51	3,18	3,93	5,65	7,70	10,05	15,71
6	1,18	1,70	2,31	3,02	3,82	4,71	6,79	9,24	12,06	18,85
6,67	1,31	1,89	2,57	3,35	4,24	5,24	7,54	10,27	13,41	20,95
7	1,37	1,98	2,69	3,52	4,45	5,50	7,92	10,78	14,07	21,99
8	1,57	2,26	3,08	4,02	5,09	6,28	9,05	12,32	16,08	25,13
9	1,77	2,54	3,46	4,52	5,73	7,07	10,18	13,85	18,10	28,27
10	1,96	2,83	3,85	5,03	6,36	7,85	11,31	15,39	20,11	31,42
11	2,16	3,11	4,23	5,53	7,00	8,64	12,44	16,93	22,12	34,56
12	2,36	3,39	4,62	6,03	7,63	9,42	13,57	18,47	24,13	37,70
13	2,55	3,68	5,00	6,53	8,27	10,21	14,70	20,01	26,14	40,84
14	2,75	3,96	5,39	7,04	8,91	11,00	15,83	21,55	28,15	43,98
15	2,95	4,24	5,77	7,54	9,54	11,78	16,96	23,09	30,16	47,12
16	3,14	4,52	6,16	8,04	10,18	12,57	18,10	24,63	32,17	50,27
17	3,34	4,81	6,54	8,55	10,81	13,35	19,23	26,17	34,18	53,41
18	3,53	5,09	6,93	9,05	11,45	14,14	20,36	27,71	36,19	56,55
19	3,73	5,37	7,31	9,55	12,09	14,92	21,49	29,25	38,20	59,69
20	3,93	5,65	7,70	10,05	12,72	15,71	22,62	30,79	40,21	62,83

- Exemples :

Si le besoin en section est de 1,5 cm² (soit en barres individuelles soit en section répartie par mètre)

Diamètre → Nombre ↓	5	6	7	8	9	10	12	14
1	0,20	0,28	0,38	0,50	0,64	0,79	1,13	1,54
2	0,39	0,57	0,77	1,01	1,27	1,57	2,26	3,08
3	0,59	0,85	1,15	1,51	1,91	2,36	3,39	4,62
3,33	0,65	0,94	1,28	1,67	2,12	2,62	3,77	5,13
4	0,79	1,13	1,54	2,01	2,54	3,14	4,52	6,16
5	0,98	1,41	1,92	2,51	3,18	3,93	5,65	7,70
6	1,18	1,70	2,31	3,02	3,82	4,71	6,79	9,24

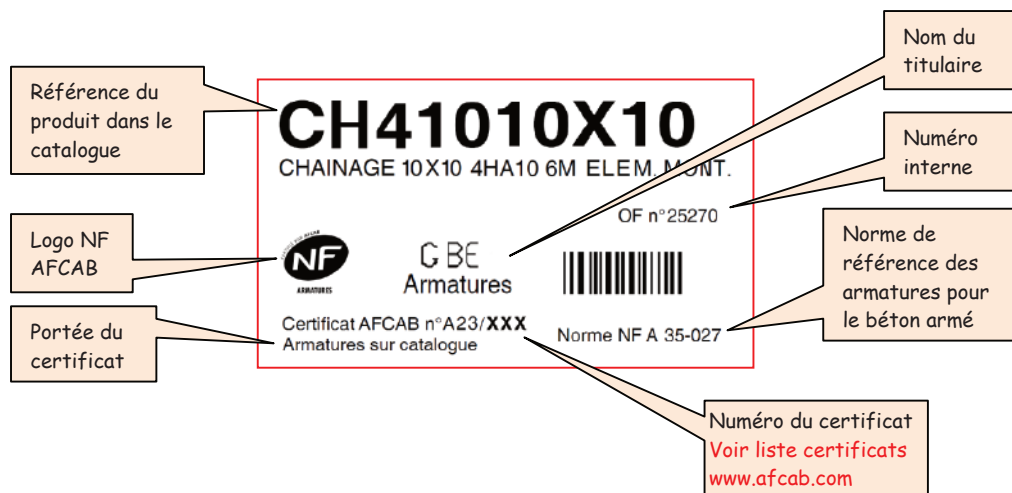
→ Au choix selon le stock sur chantier et la demande:

6 HA6 ou 4 HA7 ou 3 HA8 (ou HA8 e = 30 cm) ou 3 HA9 ou 2 HA10 ou 2 HA12 ou 1 HA14

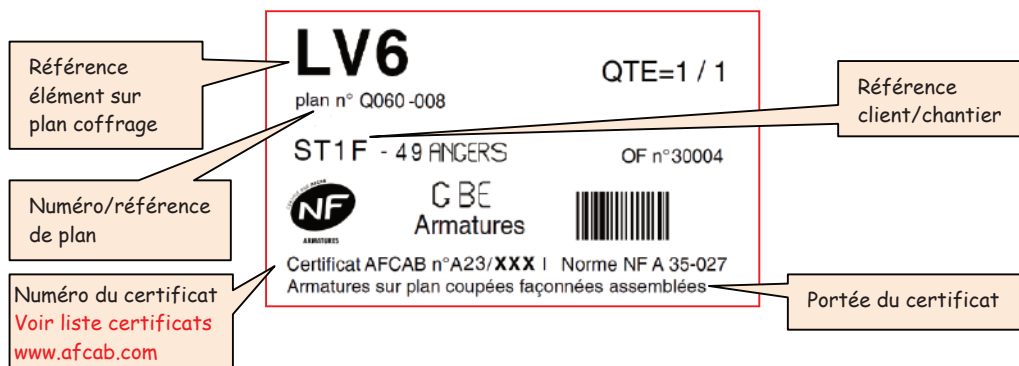
→ Ce sont ces sections qui sont reportées dans les fiches produits des treillis soudés (en fonction du diamètre et du nombre de barres par mètre – voir exemple en §4.2)

4.5. Lire une étiquette NF Armatures

Armature sur catalogue →



Armature sur plan →



4.6. En cas de doute(s)

- Se rapprocher de la  de votre département

- Contacter le bureau d'études structure du projet ou un bureau d'études structure local



Le coût d'une étude ou d'un conseil sera toujours moins élevé que le coût d'un sinistre !



A close-up photograph of a dense grid of steel reinforcement bars (rebar) used in construction. The bars are dark and have a textured surface. The word "NOTES" is overlaid in white text on the left side of the image.

NOTES



2, rue Béranger - 75140 PARIS CEDEX 03
Tél : 01 53 60 50 00
E-mail : capeb@capeb.fr
Internet : www.capeb.fr



28, rue de Liège - 75008 PARIS
Tél : 01 44 90 88 80
E-mail : info@afcab.com
Internet : www.afcab.com