

1. Ratios de ferrailage courants des OE en BA

Fondations		Elévations		Porteurs horizontaux	
Semelles	HA : 30kg/m ³	Voile non armé	HA : 18kg/m ³ TS : 7kg/m ³	Poutre	HA : 70kg/m ³
Longrines	HA : 200kg/m ³	Voile armé	HA : 50kg/m ³ TS : 35kg/m ³	Poutre fortement chargée	HA : 500kg/m ³
Plots BA	HA : 140kg/m ³	Voile fortement armé	HA : 150kg/m ³ TS : 150kg/m ³	Dallage sur TP	HA : 2,5kg/m ³
Massif tête de pieux		Poutre voile		Dallage sur TP fortement chargé	HA : 80kg/m ³
		Poteaux	HA : 80kg/m ³	Dallage peu ferrailé (dalle épaisse)	HA : 30kg/m ³ TS : 30kg/m ³
		Acrotère	HA : 4kg/m ³	Dalle radier	HA : 50kg/m ³
				Dalle portée	HA : 19kg/m ³
				Dalle portée épaisse	
				Dalle portée fortement chargée	
				Dalle portée grande portée	
				Balcon	HA : 25kg/m ³

Masse linéique d'une barre : $MI = Mv \times S = 7850 \frac{kg}{m^3} \times \pi R^2$

2. Caractéristiques des aciers façonnés

BAEL 91 Modifié 99 : article A.6.1,252 (relatif au rayon de courbure) :

Tableau des diamètres des mandrins de cintrage

ronds lisses

$$r \geq 3\Phi \quad (\text{en général})$$

$$r \geq 2\Phi \quad (\text{cadres, étriers, épingles})$$

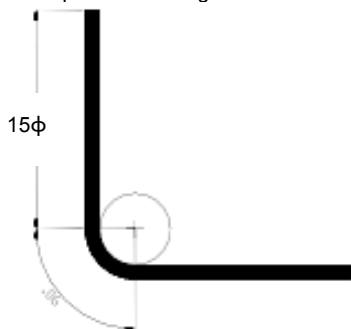
$$\text{H.A.} \quad r \geq 5,5\Phi$$

Diamètre nominal de l'armature	6	8	10	12	14	16	20	25	32	40
Acier doux										
Cadres, étriers, épingles	20	30	30	40	50	50	Sans objet			
Ancrages et coudes	30	40	50	70	70	100	100	150	200	200
Acier HA										
Cadres, étriers, épingles	30	30	40	50	70	100	150			
Ancrages	70	70	100	100	150	150	200	250	300	400
Coudes			150	200	200	250	300	400	500	500

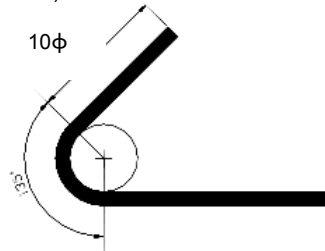
5Φ

BAEL 91 Modifié 99 : article A.6.1,255 (relatif au façonnage des extrémités de barres des cadres, étriers et épingles) :

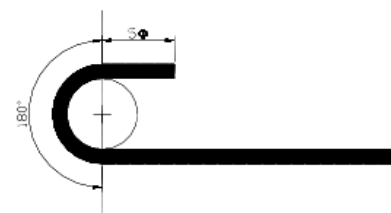
Rôle : Aux extrémités des barres, un excès d'effort transmis de l'acier au béton sur une longueur trop courte entraîne l'éclatement du béton ; il est évité par ces « longueur de scellement courbe » (lorsque la géométrie de l'ouvrage ne permet pas une « Longueur de scellement droite »)



Equerre normalisée



Retour normalisé



Crochet normalisé

Ancienne norme pour les enrobages (BAEL 91)

Type de fissuration	Enrobage
Peu préjudiciable	1cm
Préjudiciable	3cm
Très préjudiciable	5cm

3. Caractéristiques des bétons

EN 206-1: article sur les classes d'exposition

Actions dues à l'environnement	Classe d'env.	Sous classe	Détail de l'action	Sous détails
Aucun risque de corrosion ou d'attaque	X0		BA dans un environnement très sec	
Carbonatation	XC	XC1	BA exposé à l'air et à l'humidité	Sec ou humide en permanence
		XC2		Humide, rarement sec
		XC3		Humidité modérée
		XC4		Alternance d'humidité et de séchage
Chlorures	XD	XD1	BA en contact avec de l'eau contenant des chlorures (origine autre que marine)	Humidité modérée
		XD2		Humide, rarement sec
		XD3		Alternance d'humidité et de séchage
Eau de mer (chlorures)	XS	XS1	BA en contact avec de l'eau contenant des chlorures (origine marine)	Exposé à l'air et aux sels marins, pas en contact avec l'eau
		XS2		Immergé en permanence
		XS3		Zone de marnage, soumise à des projections ou aux embruns
Cycle gel/dégel	XF	XF1	Attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage	Saturation modérée en eau sans agent de déverglaçage
		XF2		Saturation modérée en eau avec agent de déverglaçage
		XF3		Forte saturation en eau sans agent de déverglaçage
		XF4		Forte saturation en eau avec agent de déverglaçage ou eau de mer
Milieu agressif	XA	XA1	Attaques chimiques dans les sols naturels, les eaux de surface et souterraines	Faible agressivité
		XA2		Agressivité modérée
		XA3		Forte agressivité

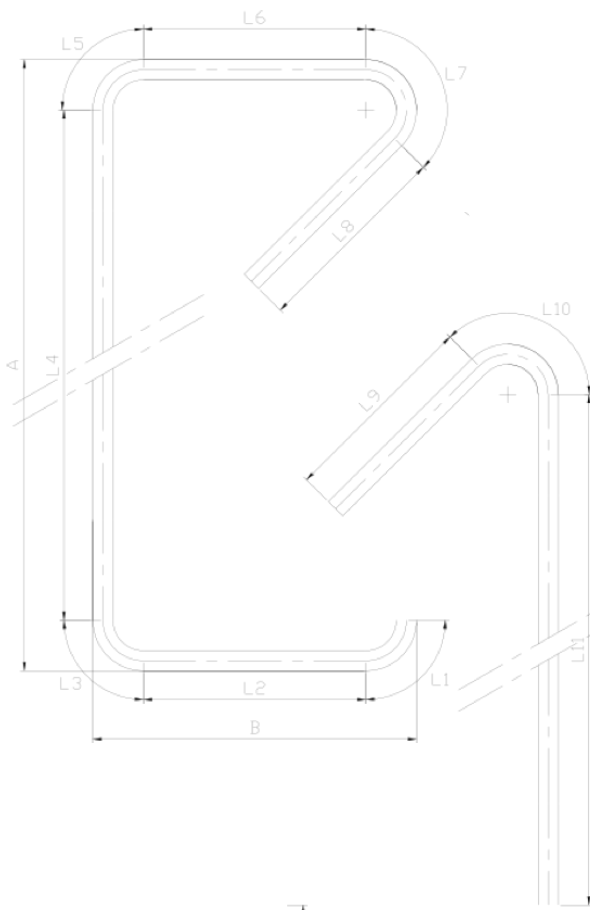
EN 206-1: article sur les enrobages (pour une classe de structure S4 ; durée de vie de l'ouvrage de 50ans)

Classe d'env.	Sous classe	e en mm	Exemples d'ouvrages
X0		10	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est très faible
XC	XC1	15	Béton de structure couvertes, closes ou non, à l'abri de la pluie, sans condensations. Béton submergé en permanence dans l'eau
	XC2	25	Surfaces de béton soumises au contact à long terme avec de l'eau. La plupart des fondations
	XC3		Béton armé de structures couvertes, closes ou non à l'abri de la pluie, avec condensation. Béton extérieur abrité de la pluie.
	XC4	30	Béton extérieur exposé à la pluie (y compris les retours de ces parties sur plusieurs dizaines de cm) Ponts
XD	XD1	35	Surfaces de béton exposées à des chlorures transportés par voie aérienne
	XD2		Piscines Eléments en béton exposés à des eaux industrielles contenant des chlorures
	XD3	40	Eléments de ponts exposés à des projections contenant des chlorures. Chaussées Parties (par exemple les parties supérieures des dalles et rampes) de parcs et stationnement de véhicules exposées directement aux sels et ne comportant pas de revêtement
XS	XS1		Eléments de structures exposés aux sels marins et situés de 500m à 5 km de la côte, sauf topologie particulière
	XS2	40	Elément de structures marine immergées
	XS3	45	Eléments de structures situés de 0 à 500m de la côte
XF	XF1		Surfaces verticales de béton exposées à la pluie et au dégel
	XF2		Surfaces verticales de béton des ouvrages routiers exposés au gel et à l'air véhiculant des agents de déverglaçage
	XF3		Surfaces horizontales de béton exposées à la pluie et au gel
	XF4		Routes et tabliers de pont exposés aux agents de déverglaçage Surface de béton verticales directement exposées aux projections d'agent de déverglaçage et au gel Zones des structures marines soumises aux projections et exposées au gel
XA	XA1		Eléments de structure en contact avec le sol ou un liquide agressif
	XA2		Ouvrages de Génie Civil soumis à attaque chimique
	XA3		

4. Formules Longueurs dév. (simplifiées et exactes)

TYPE	Formules simplifiées		Formules littérales exactes (mandrin)
	HA	ACIER DOUX	
CADRE 	$2(A+B) + 20.5\phi$	$2(A+B) + 19\phi$	Rc rayon mandrin $2(A+B) + 16,7124\phi + 1,4248Rc$
ETRIER 	$2A + 24.5\phi$	$2A + 19\phi$	Crochet normalisé : $2A + 10,7124\phi + 5,4248Rc$ ou Crochet rentrant : $2A + 11,4978\phi + 6,9956Rc$
EPINGLE 	$A + 22\phi$	$A + 18\phi$	Crochet normalisé : $A + 11,1416\phi + 4,2832Rc$ ou Crochet rentrant : $A + 11,9270\phi + 5,8540Rc$
EQUERRE NORMALISEE 	$A + 36\phi$	$A + 36\phi$	$A + 29,5708\phi + 1,1416Rc$
	$A + 18\phi$	$A + 18\phi$	$A + 14,7854\phi + 0,5708Rc$
RETOUR NORMALISE 	$A + 34\phi$	$A + 34\phi$	$A + 20,3562\phi + 2,7124Rc$
	$A + 17\phi$	$A + 17\phi$	$A + 10,1781\phi + 1,3562Rc$
CROCHET NORMALISE 			$A + 11,1416\phi + 4,2832Rc$
	$A + 16,5\phi$	$A + 16,5\phi$	$A + 5,5708\phi + 2,1416Rc$

5. Calcul de Ld d'un cadre (méth. littérale détaillée)



Exemple : cadre HA10
Poutre ht 485 mm larg 200mm Fissuration FPP

Enrobage : 10 mm
Diamètre Mandrin : 40 mm Rayon mandrin Rc : 20 mm

$A = 485 - 2 \times 10 = 465$ mm
 $B = 200 - 2 \times 10 = 180$ mm

Nom	Nb	Formule	Détail	Résultat (mm)
L8 L9	2	10ϕ	100,0	200
L1 L3 L5	3	$\frac{1}{4} \left(2\pi \left(R_c + \frac{\phi}{2} \right) \right)$	490,9	1473
L7 L10	2	$\frac{135}{360} \left(2\pi \left(R_c + \frac{\phi}{2} \right) \right)$	736,3	1473
L2 L6	2	$B - 2 \times (R_c + \phi)$	120,0	240
L4 L11	2	$A - 2 \times (R_c + \phi)$	405,0	810
				4196