2 Le métré

2.1 Notions de base

2.1.1 Introduction

Ce chapitre étudiera en profondeur le calcul et la préparation des métrés.

On trouvera ci-après des notions de base et des choses utiles à savoir dans le domaine du mesurage et du calcul. La plupart d'entre vous trouveront dans ces notions de quoi rafraîchir leurs connaissances. Chacun y trouvera une matière indispensable pour appréhender facilement les autres fascicules.

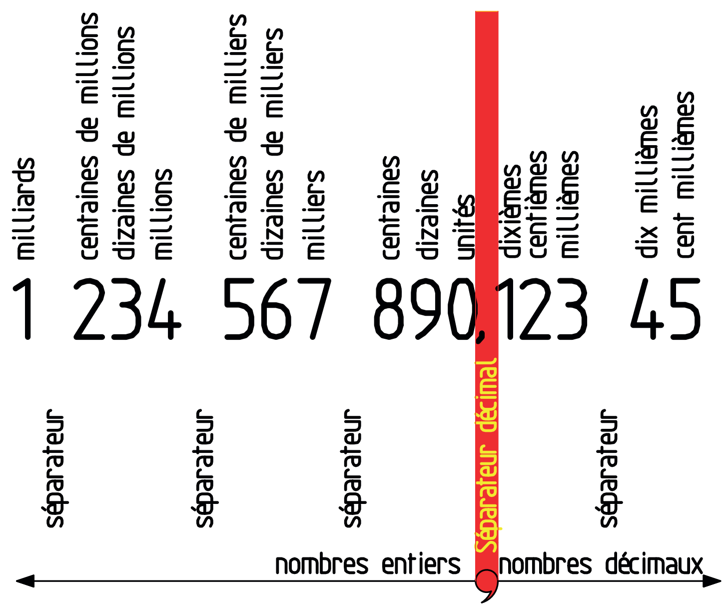
2.1.2 Composition et représentation d'un nombre

Les chiffres arabes

Le séparateur de milliers s'utilise pour faciliter la lecture du nombre. En Belgique, on utilise le point et l'espace. Le Bureau de Normalisation (NBN, anciennement IBN) donne la préférence à l'espace. Comme les normes NBN ont un caractère légal, nous reprendrons évidemment les conventions et les normes qu'elles établissent.

Pour éviter toute confusion, on n'utilise pas de séparateur de milliers pour les années, les codes postaux et les échelles.

Attention! Certains pays, comme les USA, utilisent le point comme séparateur décimal et la virgule comme séparateur de milliers.



Les chiffres romains

On utilise très souvent les chiffres romains pour numéroter les chapitres. Les chiffres romains représentés ci-dessous permettent de former n'importe quel nombre.

1	5	10	50	100	500	1 000
I	V	X	L	C	D	M

Notez bien qu'il n'y a pas ici de séparateurs de décimales ni de milliers.

Règles de composition d'un nombre en chiffres romains (voir tableau)

- **Pour augmenter un nombre de base**
  On augmente un nombre de base en plaçant après ce nombre un ou plusieurs nombres de valeur égale ou inférieure.
- **Pour diminuer un nombre de base**
  On diminue un nombre de base en plaçant devant ce nombre un nombre plus petit.

Composition des chiffres romains

Chiffres arabes	Milliers			Centaines				Dizaines				Unité				Chiffres romains
	M	+	Chiffres	-	M D C	+	Chiffres	-	C L	+	Chiffres	-	V I	+	Chiffres	
34			0				0		XXX		30	I	V		4	XXXIV
49			0				0	X	L		40	I	X		9	XLIX
285			0		CC		200		LXXX		80		V		5	CCLXXXV
763			0		DCC		700		L	X	60		III		3	DCCLXIII
1 555	M		1 000		D		500		L		50		V		5	MDLV
1 997	M		1 000	C	M		900	X	C		90		V	II	7	MCMXCVII
2 008	MM		2 000				0				0		V	III	8	MMVIII

2.1.3 Signes ou symboles de calcul et de mesure

Symbole	Signification	Symbole	Signification	Symbole	Signification
=	est égal à	h	heure	//	parallèle à
≠	n'est pas égal à	min	minute	⊥	perpendiculaire à
≅	environ	s	seconde	∠	angle
<	plus petit que	%	pour-cent	α	grandeur angulaire
≤	plus petit ou égal à	‰	pour-mille	r	rayon
>	plus grand que	+	plus	π	pi
≥	plus grand ou égal à	–	moins	∅	diamètre
∞	infini	/ ou :	divisé	°	degré
±	plus ou moins	× ou *	multiplié	'	minute (angle)
Σ	la somme de	√	racine carrée	"	seconde (angle)

2.1.4 La règle de trois

1.	**Écrivez les données et ensuite ce que vous cherchez.**
2.	**Vous commencez toujours par 1.**
3.	**La question … la solution.**

Exemple: directement proportionnel

3 fûts contiennent 225 l d'huile. Combien d'huile y a-t-il dans 7 fûts?

3 fûts contiennent:	225 l
	↓ **: 3**
1 fût contient:	75 l
	↓ **x 7**
7 fûts contiennent:	**525 l**

Cette relation est **directement proportionnelle**, c.-à-d. que **plus** il y a de fûts, **plus** il y aura d'huile, et **moins** il y a de fûts, **moins** il y aura d'huile.

Exemple: inversement proportionnel

Deux ouvriers ont besoin de 4h30 pour enduire un mur. Combien de temps faudra-t-il à 3 ouvriers pour exécuter le même travail?

2 ouvriers ont besoin de	4h30
	↓ **x 2**
1 ouvrier a besoin de	9h
	↓ **: 3**
3 ouvriers ont besoin de	**3h**

Cette relation est **inversement proportionnelle**, c.-à-d. que **moins** il y a d'ouvriers, **plus** il faudra de temps; inversement, **plus** il y a d'ouvriers, **moins** il faudra de temps.

2.1.5 Calcul d'un pourcentage

Ce calcul revient souvent dans une entreprise. Il suffit de penser aux tarifs de TVA, aux réductions et aux commissions.

Hors TVA Il faut encore ajouter la TVA	**TVA comprise** La TVA est déjà incluse dans le montant
Exemple	
Prix hors TVA: 35 023 € Taux de TVA: 6 % $\frac{35\,023 \times 6}{100}$ *TVA = 2 101,38 €*	Prix TVAC: 37 124,38 € Taux de TVA: 6 % $\frac{37\,124{,}38 \times 6}{100 + 6}$ *TVA = 2 101,38 €*

Le système international d'unités a été inventé en France.

C'est en 1790 que l'Assemblée Nationale française a chargé l'Académie des Sciences de concevoir un nouveau système standard applicable dans le monde entier.

2.1.6 Les mesures de longueur

La définition du mètre a été établie au niveau international dans le cadre du système SI (Système international d'unités*). En Belgique, l'application du système métrique est obligatoire pour l'établissement de documents dans une entreprise, ou pour l'exercice d'une profession ou d'un commerce.

Le mètre (m) s'utilise pour exprimer une longueur, une distance ou un périmètre.

Ordre d'importance et dénomination d'une mesure de longueur							
kilomètre **km**	hectomètre **hm**	décamètre **dam**	mètre **m**	Séparateur décimal	décimètre **dm**	centimètre **cm**	millimètre **mm**
0	0	0	5	,	1	0	5

Exemple

km	hm	dam	m	dm	cm	mm	Comment l'exprimer
3	1	7,	8	2	1		317,821 dam
3	1	7	8	2,	1	7	31 782,17 dm
3,	1	7	8				3,178 km
	7	1	2	8	7	1	712 871 mm
3	1	7	8,	2	1	7	3 178,217 m
3	1,	7	8				31,78 hm
3	1	7	8	2	1,	7	317 821,7 cm
3,	1	7	8	2	1	7	3,178 217 km

Tableau de correspondance des unités de longueur anglaises

Unité	Pouce	Pied	Yard	Toise	Furlong	En unité SI
Pouce						25,4 mm
Pied	12					30,48 cm
Yard	36	3				91,44 cm
Toise	72	6	2			1,828 8 m
Furlong	7 920	660	220	110		201,168 m
Mile anglais	63 360	5 280	1 760	880	8	1,609 344 km

2.1.7 Les mesures de surface

C'est avec les mesures de surfaces que le plafonneur sera le plus confronté. Il est donc indispensable de connaître à fond cette matière.

Le **m²** (mètre carré) est l'unité standard, car toutes les quantités doivent être exprimées dans cette unité et les prix sont calculés sur base de cette unité.

La conversion des unités de surface s'effectue en reculant de 2 positions vers la gauche ou vers la droite.

Ordre d'importance et dénomination d'une surface								
kilomètre carré **km²**	hectomètre carré **hm²**	décamètre carré **dam²**	mètre carré **m²**	Séparateur décimal	décimètre carré **dm²**	centimètre carré **cm²**	millimètre carré **mm²**
00	**00**	**01**	**02**	**,**	**30**	**43**	**50**
	ha	**a**	**ca**				
Mesures agraires correspondantes							

Exemple

km²	hm²	dam²	m²	dm²	cm²	mm²	Comment l'exprimer
1	01	96 ,	84	20			10 196,842 dam²
	1	96	84	20 ,	33		1 968 420,33 dm²
1 ,	01	96					1,019 6 km²
	01 ,	96	84				1,968 4 hm²
1	01	96	84 ,	20	33		1 019 684,203 3 m²
1	01	96	84	00 ,			101 968 400 dm²
			84	20	33 ,	57	842 033,57 cm²
,	01	96	84				0,019 684 km²

Les mesures agraires sont aussi des mesures de surface et correspondent à:

- un hectare **ha** ⇨ **hm²**
- un are **a** ⇨ **dam²**
- un centiare **ca** ⇨ **m²**

2.1.8 Masse (M)

La lettre capitale M est le symbole de la masse. L'unité de masse est le kilogramme (**kg**).

La valeur de 1 kilogramme est donnée par un cylindre d'alliage platine-iridium placé dans un environnement bien déterminé (voir photo). L'étalon est conservé au B.I.P.M. à Sèvres.

Étalon d'un kg

Photo :

Bureau International

des Poids et Mesures

Ordre d'importance et dénominations d'une masse							
tonne **t**	quintal		kilogramme **kg**	Séparateur décimal	hectogramme **hg**	décagramme **dag**	gramme **g**
1	2	0	7	,	6	7	8

Exemple

Vous trouverez ci-dessous quelques valeurs moyennes de matériaux de construction.

Dénomination	Masse / volume
Sable de rivière à l'état sec	1 650 kg/m³
Sable de rivière à l'état humide	1 750 kg/m³
Sable de rivière à l'état saturé	2 000 kg/m³
Argile et limon à l'état sec	1 650 kg/m³
Argile et limon à l'état humide	2 000 kg/m³
Gravier	1 650 kg/m³
Plaques de plâtre	800-1 400 kg/m³
Enduit de plâtre	1 300 kg/m³
Enduit de ciment	1 900 kg/m³
Maçonnerie en blocs de terre cuite	1 300 kg/m³
Maçonnerie de parement	1 700 kg/m³

Brut - Net - Tare			
	Généralités	Hors du secteur des transports	Dans le secteur des transports
Brut	Net + Tare	Produit + emballage	Poids total du véhicule chargé
Net	Brut - Tare	Produit sans emballage	Poids total du chargement
Tare	Brut - Net	Poids de l'emballage	Poids du véhicule à vide

2.1.9 Poids (P)

Poids = Masse x accélération due à la pesanteur FORMULE: P = M x g			
Masse	M	kg (kilogramme)	
Poids	G	N (newton)	
Accélération due à la pesanteur	g	m/s² (mètre par seconde au carré)	Pour nous, g = 9,81 m/s². Dans le domaine technique, on arrondit généralement à 10.

On peut en conclure que 1 kg = 9,81 N → 10 N en arrondi.

2.1.10 Volume - Capacité

Le plafonneur doit continuellement calculer des volumes. Il est donc indispensable de connaître à fond cette matière.

Le **m³** (mètre cube) est l'unité standard de volume, le **l** (litre) est l'unité standard de capacité. Tous les volumes doivent être exprimés dans ces unités de mesure.

Dans ce cas, pour effectuer une conversion, nous devons reculer de 3 positions vers la gauche ou vers la droite pour le volume, mais de 1 seule position pour la capacité.

Volume											
mètre cube **m³**			décimètre cube **dm³**			centimètre cube **cm³**			millimètre cube **mm³**		
0	0	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
			hectolitre **hl**	décalitre **dal**	litre **l**	décilitre **dl**	centilitre **cl**	millilitre **ml**			
Capacité											

Exemple

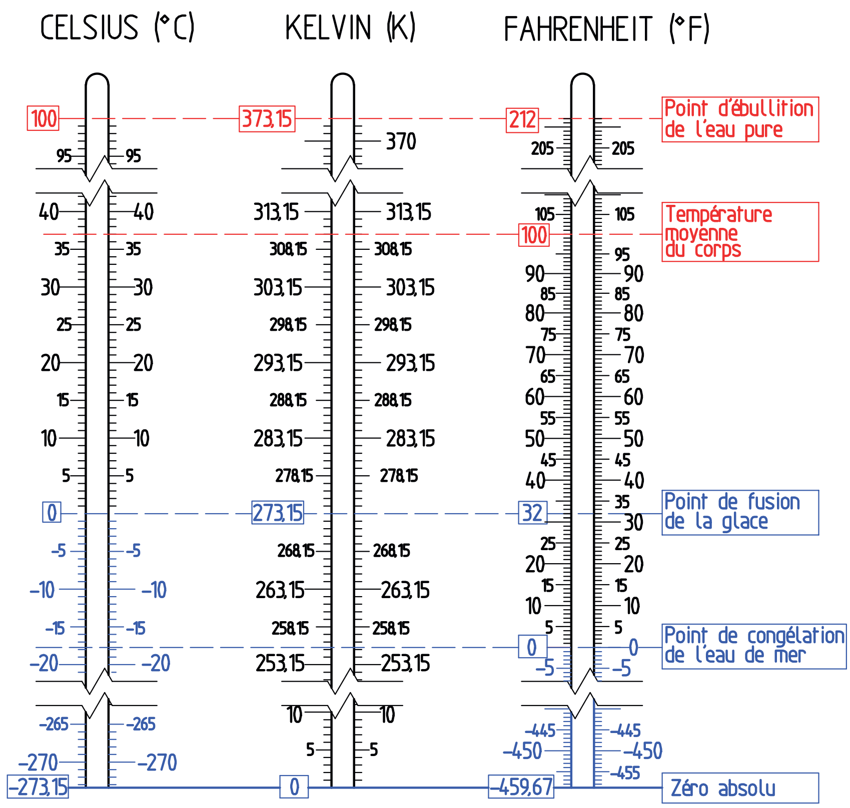
m³	dm³	cm³	mm³	Volume	Capacité
	501	096,	840	501 096,84 cm³	501 096,84 ml
	1	096,	840	1 096,84 cm³	109,684 cl
	501	096,	840	501 096,84 cm³	5 010,968 4 dl
4	501,	096		4 501,096 dm³	4 501,096 l
4	501,	096		4 501,096 dm³	450,109 6 dal
4	501,	096		4 501,096 dm³	45,010 96 hl
,	501	096	840	0,501 096 84 m³	5,010 968 4 hl
084,	501	096		84,501 096 m³	84 501,096 l

2.1.11 Température (T)

On utilise différentes échelles pour indiquer une température:

- **Celsius (°C)**: s'applique surtout dans les pays européens. Le point zéro de l'échelle Celsius correspond au point de fusion de l'eau. Le point d'ébullition de l'eau à une pression d'air de 1 bar correspond à 100 °C. Cela permet de contrôler l'échelle de manière assez précise dans la pratique.
- **Fahrenheit (°F)**: aux États-Unis d'Amérique et à la Jamaïque, on exprime la température en degrés Fahrenheit. À l'origine, le point zéro de l'échelle Fahrenheit se situait entre la température la plus basse mesurable à l'époque (l'eau de mer gelée) et 100 °F (température moyenne du corps humain). Par conséquent, le point de fusion de la glace correspond à 32 °F et le point d'ébullition de l'eau pure correspond à 212 °F.

- **Kelvin (K)**: cette échelle de température est préférée à toutes les autres dans le système d'unités SI et en physique. Les degrés ont la même taille que dans l'échelle Celsius, mais le point zéro est déplacé au zéro absolu (-273,15 °C). Cela veut dire qu'une température exprimée en Kelvin ne peut pas être négative. Contrairement aux anciennes échelles Fahrenheit et Celsius, l'unité s'appelle "Kelvin" (K) et non "degré Kelvin" (°K).

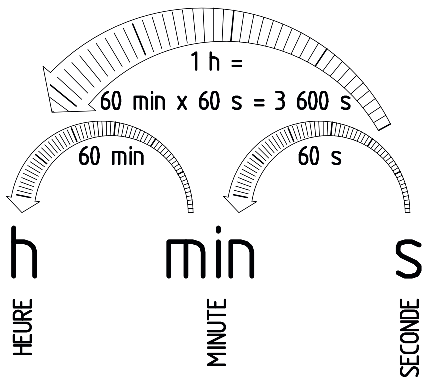


2.1.12 Temps (t)

Le symbole de temps est **t**.

L'unité de base est la seconde, symbolisée par **s**.

Nous avons besoin d'une mesure de temps pour déterminer les salaires horaires et les prix de revient.



⚠ Attention!

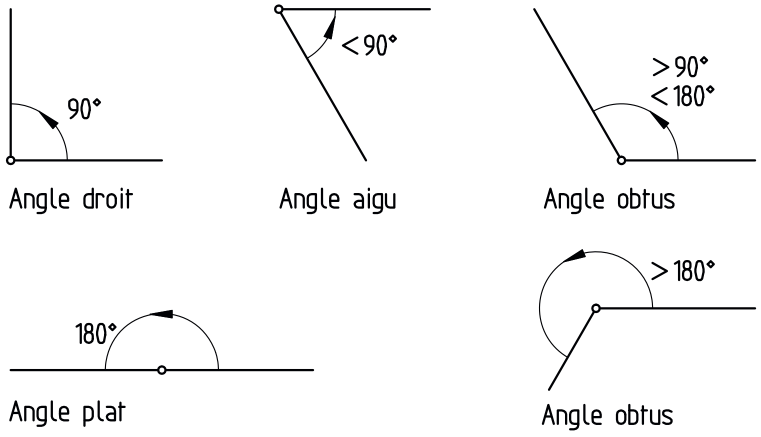
Conversion des minutes en équivalents décimaux					
Nombre de minutes	**15**	**20**	**30**	**40**	**45**
Nombre d'heures	1/4	1/3	1/2	2/3	3/4
Équivalent décimal	0,25	0,33…	0,5	0,66…	0,75

Mais vous devez être particulièrement attentifs à la manière de calculer, comme indiqué ci-dessous.

3h45' x 12,5 €/h → **3,75** x 12,5 = 46,875 €

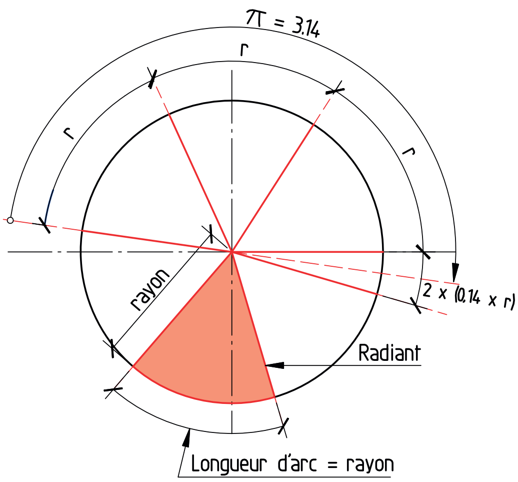
2.1.13 Angles

Terminologie



Unités

- **L'unité SI** dans laquelle on mesure un angle est le **radiant** (rad).
  1 rad = 57° 17′ 45″ = 63,6620 grades.
  Une circonférence = 2 x π x rad.



- Dans l'**usage courant**, l'unité de mesure est le **degré** (°).
  On divise alors la circonférence en 360°.
  Le degré est subdivisé en 60 minutes (') et en 60 x 60 ou 3 600 secondes ('').

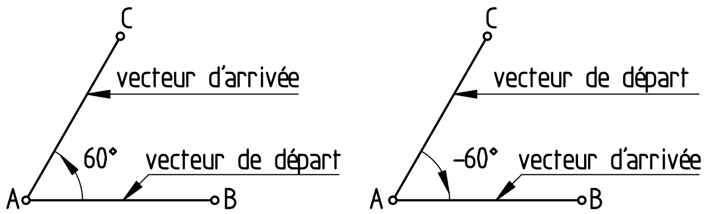
- En **géodésie** et en **arpentage**, on utilise de plus en plus l'unité **grade**.
  On divise alors la circonférence en 400 grades.
  1 grade = 0° 54′; 1° = 1,1111 grade.

- Dans la **circulation**, on indique un angle de pente en pour-cent (%) (voir illustration).

Orientation et grandeur

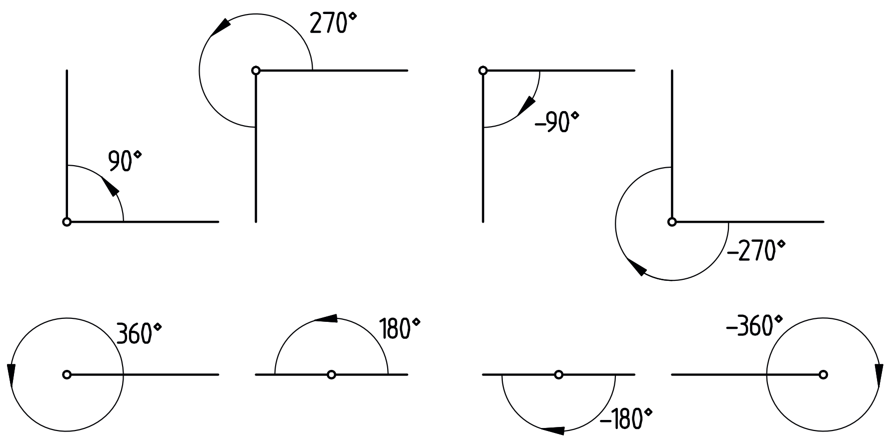
+	-
Un angle orienté **dans le sens inverse des aiguilles d'une montre** est **positif**.	Un angle orienté **dans le sens des aiguilles d'une montre** est **négatif**.

Un angle orienté est un angle de vecteurs; une flèche va du vecteur de départ vers le vecteur d'arrivée.



- $\widehat{BAC} = \widehat{CAB}$
- seul le sens de rotation est différent
  - $\widehat{BAC}$ est positif
  - $\widehat{CAB}$ est négatif

Quelques exemples

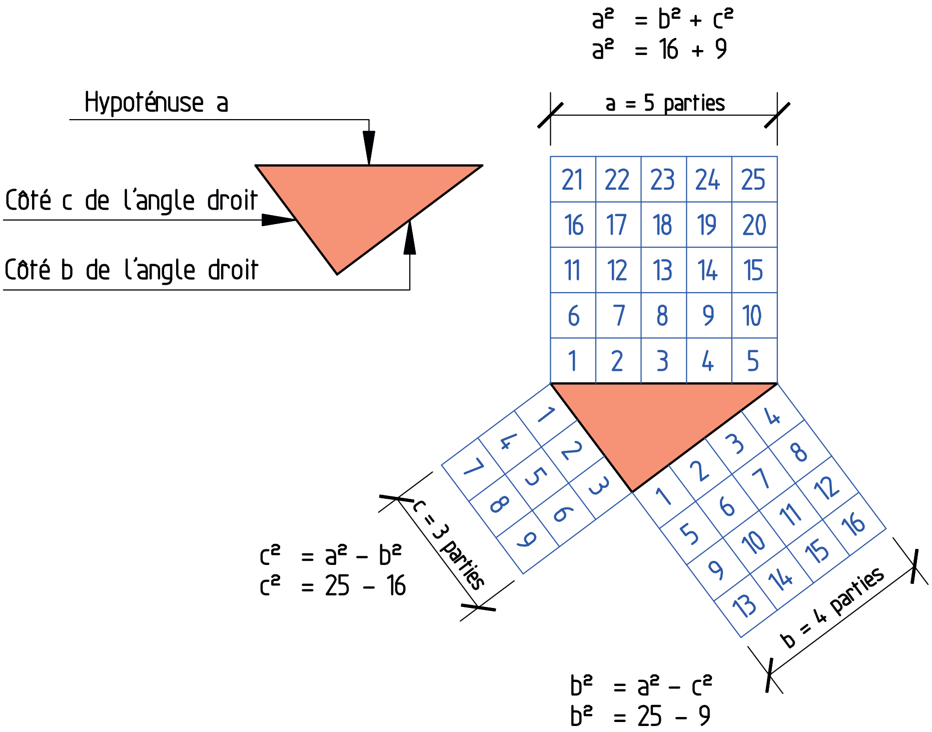


Théorème de Pythagore

Dans la pratique, on appelle souvent ce théorème l'équerre 3-4-5.

Il s'applique uniquement aux triangles rectangles. Cette méthode s'utilise surtout dans la construction, parce qu'elle procure un moyen facile de contrôler ou de tracer un angle droit à l'aide du mètre.

Dans un triangle rectangle, le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des côtés de l'angle droit.



Voici quelques exemples de dimensions de côtés de triangles qui produisent automatiquement un triangle rectangle.

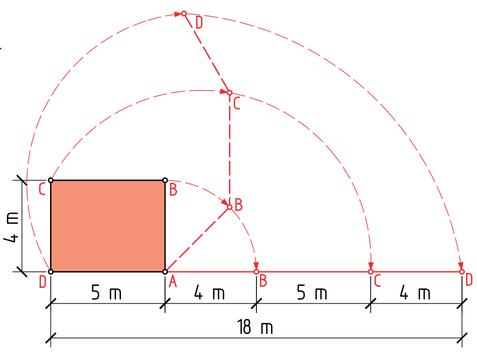
Hypoténuse a distance x 5	Côté de l'angle droit b distance x 4	Côté de l'angle droit c distance x 3
1 m x 5 = 5 m	1 m x 4 = 4 m	1 m x 3 = 3 m
2,5 m	2 m	1,5 m
1 m	80 cm	60 cm
1,5 m	1,2 m	0,90 m
2 m	1,6 m	1,2 m
55 cm	44 cm	33 cm
1,65 m	1,32 m	99 cm
3,25 m	2,6 m	195 cm

2.1.14 Périmètre - Surface - Volume - Capacité

Périmètre

Le périmètre est déterminé par une seule dimension. C'est la somme de tous les côtés et elle s'exprime de préférence en mètre courant ou m.

Le dessin ci-contre permet de visualiser comment il faut interpréter un périmètre.



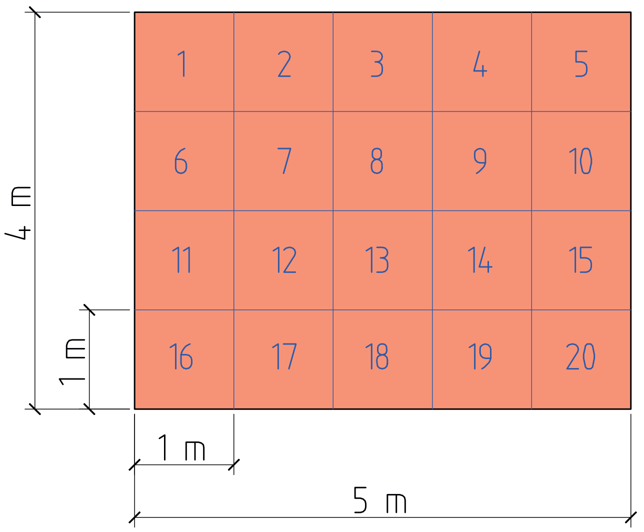
Surface

La ***surface*** est déterminée par 2 dimensions.

C'est pourquoi le produit s'exprime de préférence en m² (mètre carré).

Surf. = L x l

Surf. = 5 x 4 = 20 m²



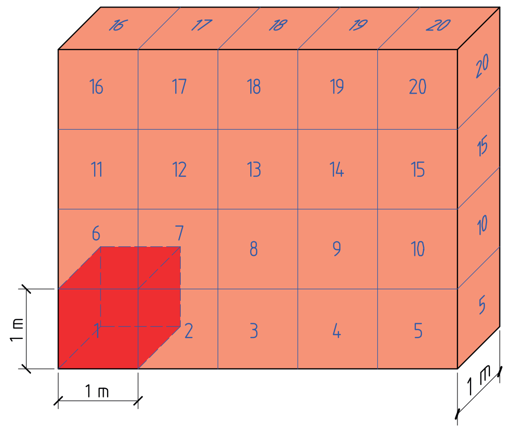
Volume - Capacité

Le ***volume*** a toujours 3 dimensions.

C'est pourquoi il s'exprime de préférence en m³ (mètre cube).

Volume = L x l x h

5 x 4 x 1 = 20 m³



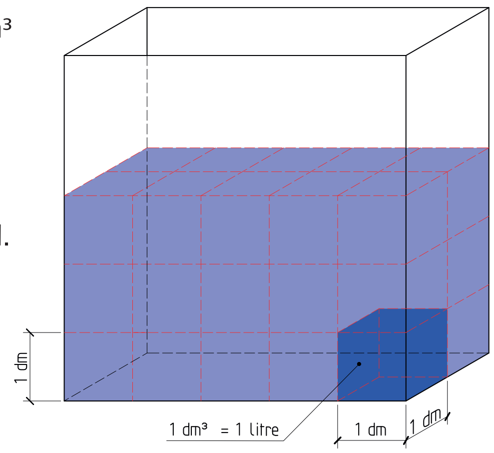
La figure ci-contre donne une ***capacité*** de:

0,5 m x 0,2 m x 0,3 m = 0,03 m³
ou

5 dm x 2 dm x 3 dm = 30 dm³

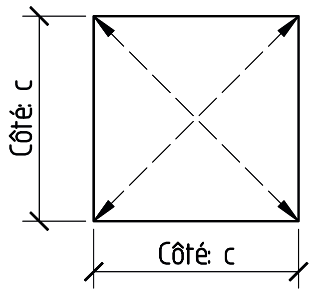
Or, nous savons que 1 dm³ = 1 l.

La capacité est donc de **30** l.



2.1.15 Comment calculer?

Le carré

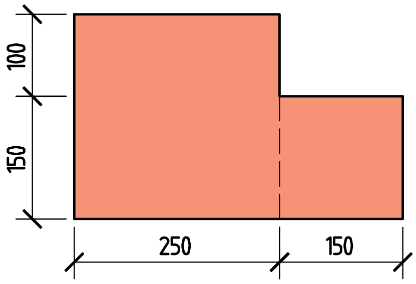


Périmètre: c x 4

Surface: c x c

- les quatre côtés sont égaux
- les quatre angles sont égaux (4 x 90°)
- les diagonales sont égales

Exemple de combinaison

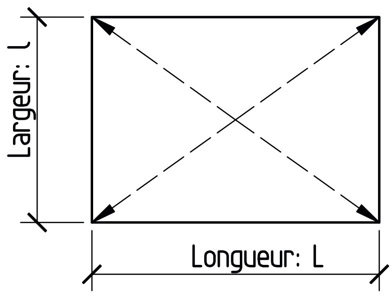


250 x 2 = 500 cm
400 x 2 = 800 cm
1 300 cm

- grand carré en m²
  2,50 x 2,50 = 6,25 m²
- petit carré en m²
  1,50 x 1,50 = 2,25 m²

8,50 m²

Le rectangle

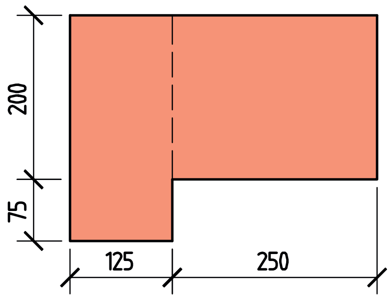


Périmètre: 2 x (L + l)

Surface: L x l

- les côtés opposés sont égaux
- les quatre angles sont égaux (4 x 90°)
- les diagonales sont égales

Exemple de combinaison

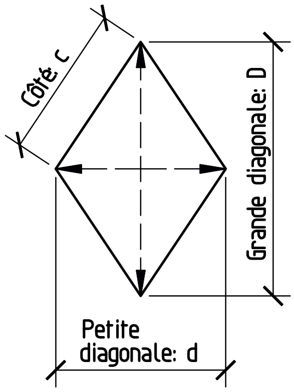


2 x (75 + 200) = 550 cm
2 x (125 + 250) = 750 cm
1 300 cm

Surf. rectangle 1
275 x 125 = 34 375 cm²
Surf. rectangle 2
250 x 200 = 50 000 cm²

Surf. totale = 84 375 cm²

Le losange



Périmète

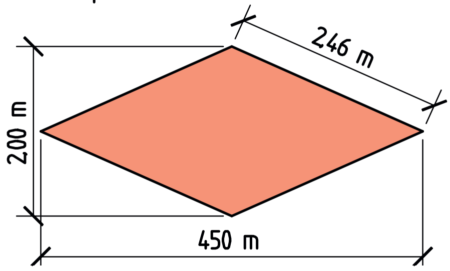
$c \times 4$

Surface

$\frac{D \times d}{2}$

- les quatre côtés sont égaux
- les angles opposés sont égaux
- les diagonales ne sont PAS égales

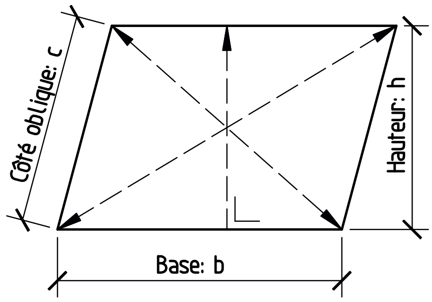
Exemple



$246 \times 4 = 984$ m

$\frac{450 \times 200}{2} = 45\ 000$ m²

Le parallélogramme



Périmètre

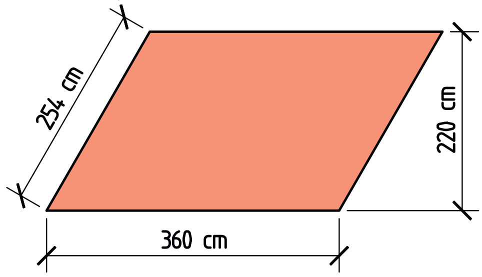
$2 \times (b + c)$

Surface

$b \times h$

- les côtés opposés sont parallèles
- les angles opposés sont égaux
- les diagonales ne sont PAS de même longueur

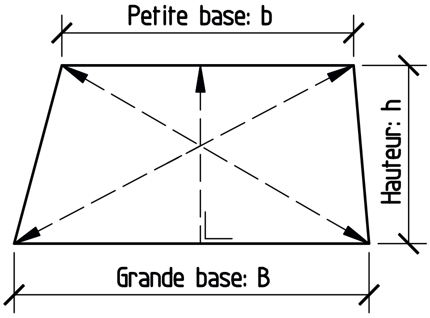
Exemple



$2 \times (360 + 254) = 1\ 228$ cm

$360 \times 220 = 79\ 200$ cm²

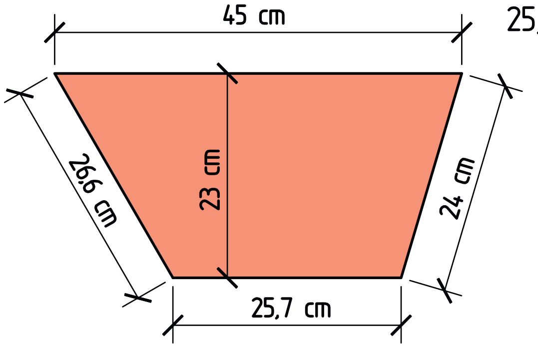
Le trapèze



Périmètre	Surface
Somme des côtés	$\frac{B + b}{2} \times h$

- la grande base et la petite base sont parallèles
- la hauteur est perpendiculaire aux deux bases
- les diagonales ne sont PAS égales

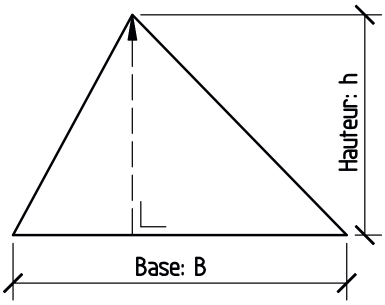
Exemple



$25{,}7 + 26{,}6 + 45 + 24 = 121{,}3$ cm

$\frac{45 + 25{,}7}{2} \times 23 = 813{,}05$ cm²

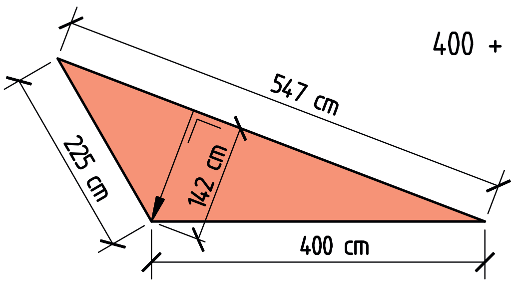
Le triangle



Périmètre	Surface
Somme des côtés	$\frac{B \times h}{2}$

- une base et deux côtés
- la hauteur est perpendiculaire à la base
- la somme des angles internes = 180°

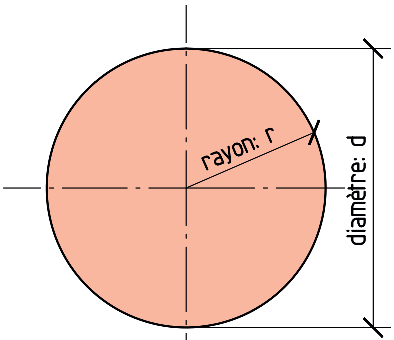
Exemple



$400 + 225 + 547 = 1\,172$ cm

$\frac{547 \times 142}{2} = 38\,837$ cm²

Le cercle



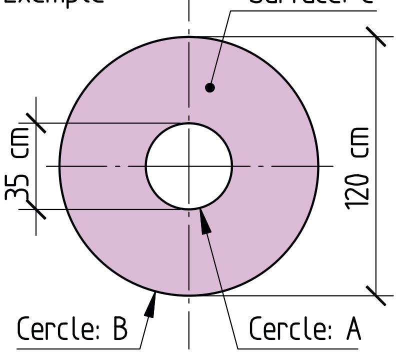
Circonférence

$\pi \times d$
ou
$\pi \times (r + r)$

Surface

$\pi \times r \times r$

Exemple

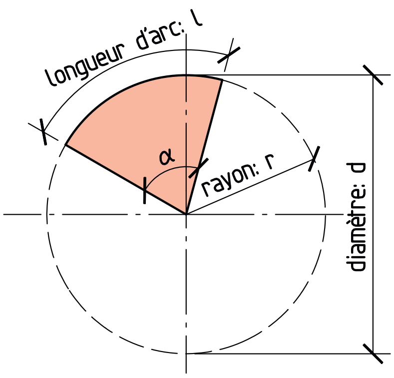


Cercle: A
3,14 X 35 cm = 109,9 cm

Cercle: B
3,14 X 120 cm = 376,8 cm

Cercle: A
3,14 X 17,5 cm X 17,5 cm =
961,625 cm²
Cercle: B
3,14 X 60 cm X 60 cm =
11 304 cm²
Surface: C
11 304 cm² – 961,625 cm² =
10 342,375 cm²

Le secteur angulaire



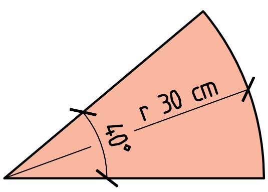
Longueur de l'arc

$\frac{\alpha}{360°} \times \pi \times d$

Surface

$\frac{\alpha}{360°} \times \pi \times r^2$

Exemple



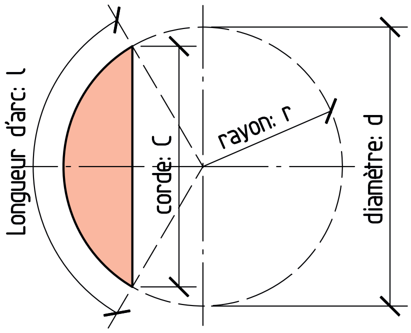
$\frac{40}{360}$ X 3,14 X 60 cm =

20,933 cm

$\frac{40}{360}$ X 3,14 X 30 cm X 30 cm =

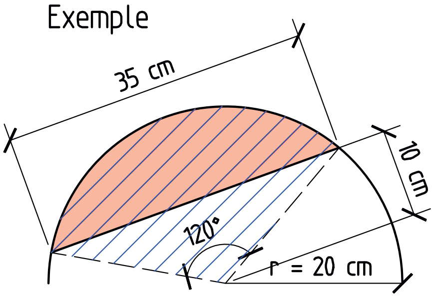
314 cm²

Le segment



Périmètre	Surface
C + l	**surf. secteur – surf. triangle**

Exemple



Longueur de l'arc

$\frac{120}{360}$ x 3,14 x 40 cm = 41,86 cm

Périmètre

41,86 + 35 = 76,86 cm

Surface du secteur

$\frac{120}{360}$ x 3,14 x 20² = 418,66 cm²

Surface du triangle

$\frac{35 \times 10}{2}$ = 175 cm²

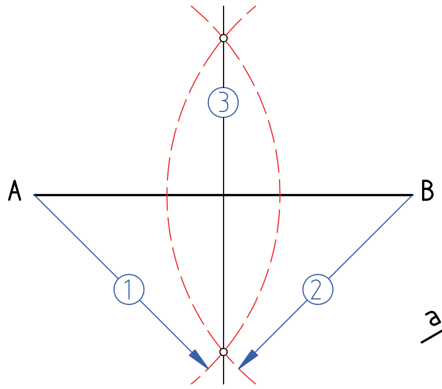
Surface du segment

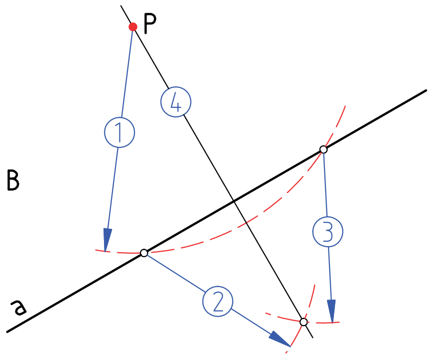
418,66 cm² – 175 cm² = 243,66 cm²

2.2 Notions de géométrie

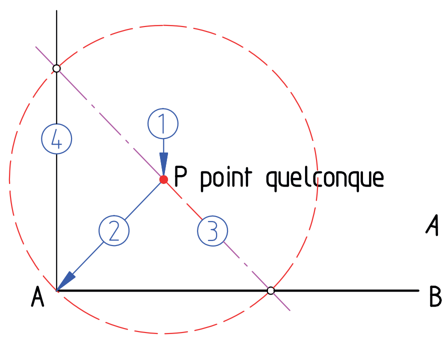
2.2.1 Les perpendiculaires

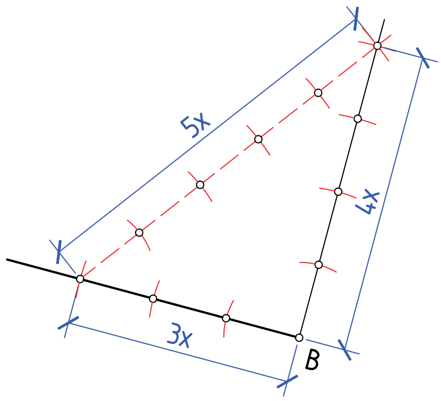
À gauche, abaisser la médiatrice de AB et, à droite, abaisser une perpendiculaire à partir de P





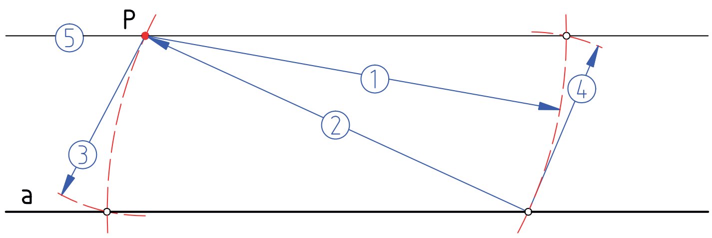
Élever une perpendiculaire à l'extrémité d'un segment de droite AB

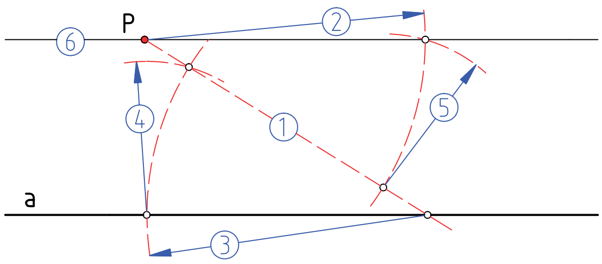




2.2.2 Les lignes parallèles

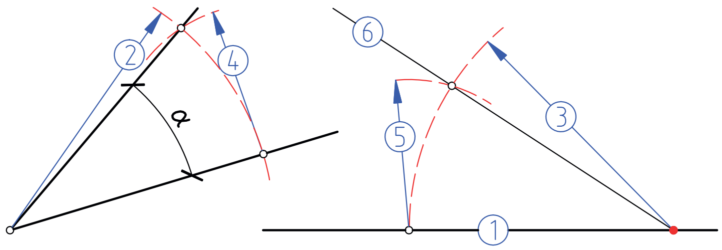
Deux méthodes pour tracer une parallèle à la droite a en un point quelconque



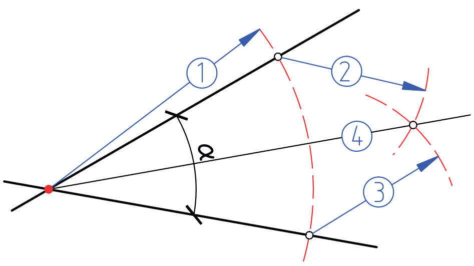


2.2.3 Les angles

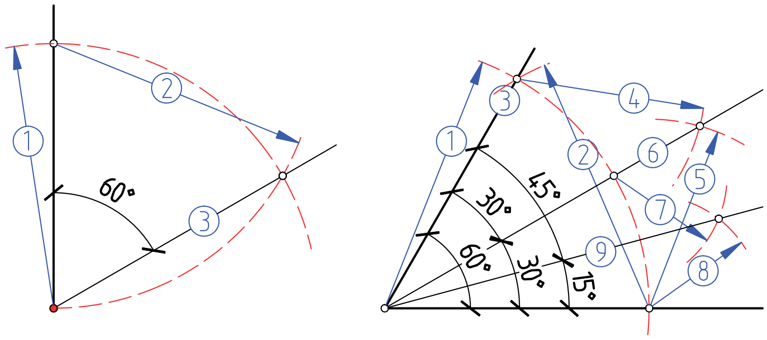
Reproduire un angle



Construire une bissectrice: partager un angle donné en deux angles égaux

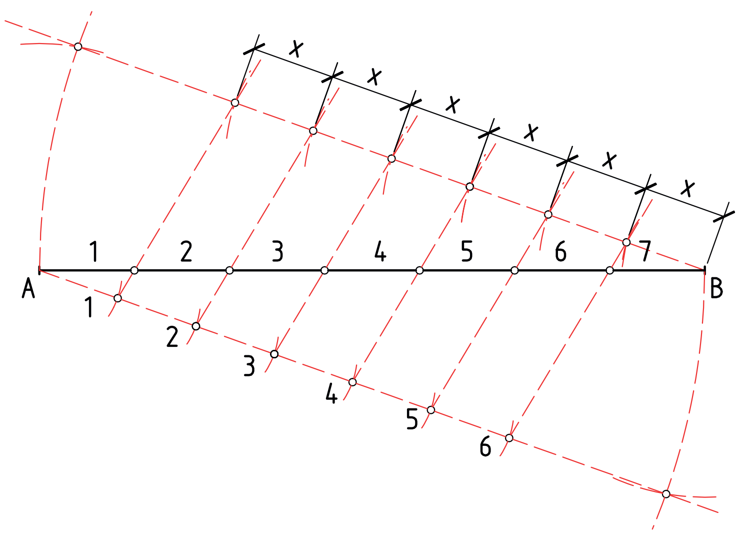


Construire des angles d'une taille déterminée



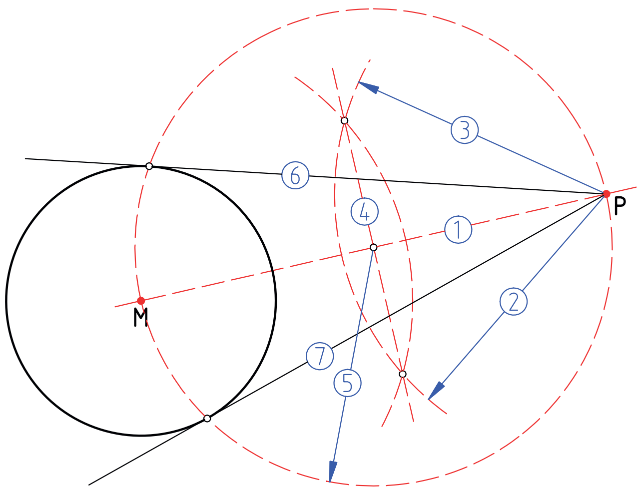
2.2.4 Comment diviser une droite en n parties égales

Diviser le segment de droite AB en 7 parties égales

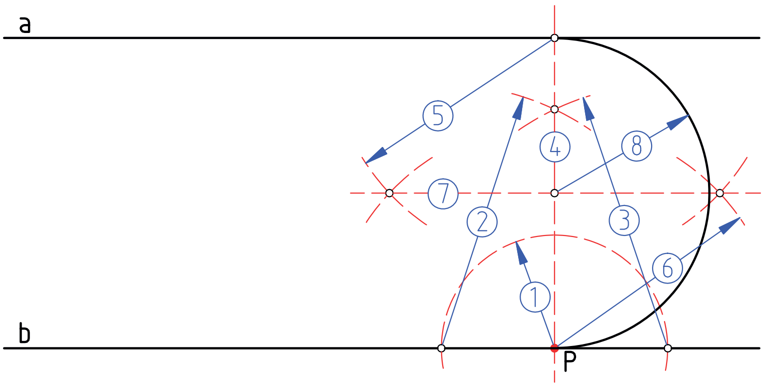


2.2.5 Les tangentes

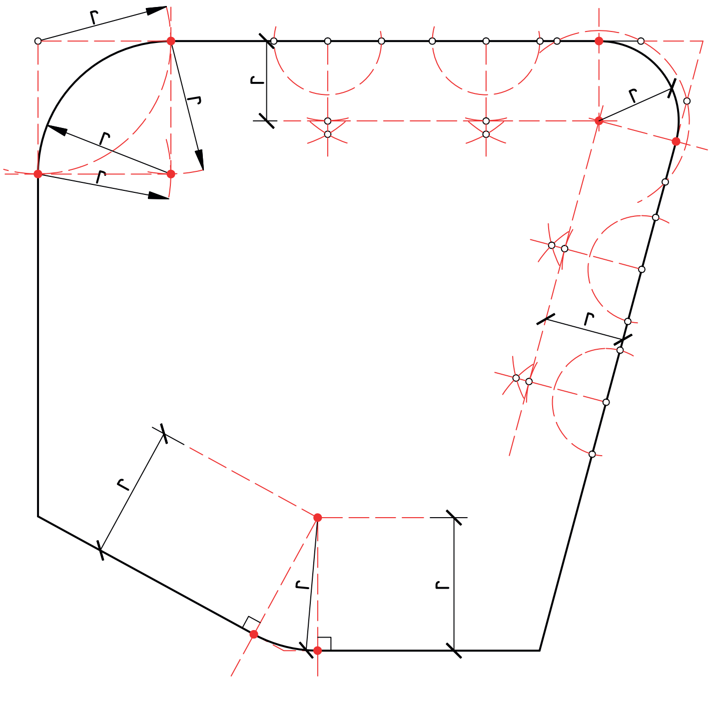
Tangentes à un cercle passant par un point donné P



Relier deux droites parallèles par un demi-cercle

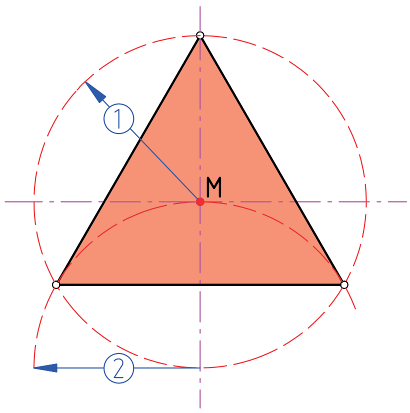


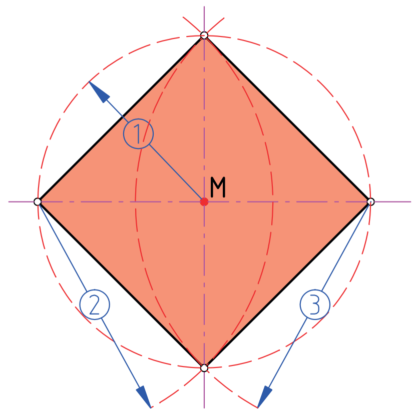
Arrondir des angles à l'aide d'un arc de dimension donnée



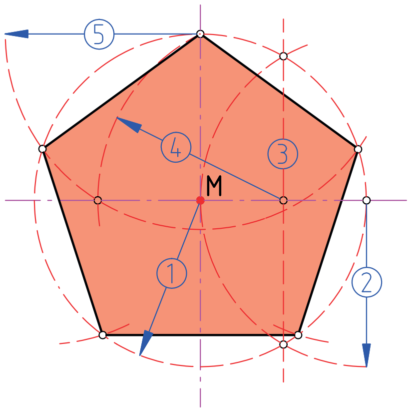
2.2.6 Les polygones réguliers

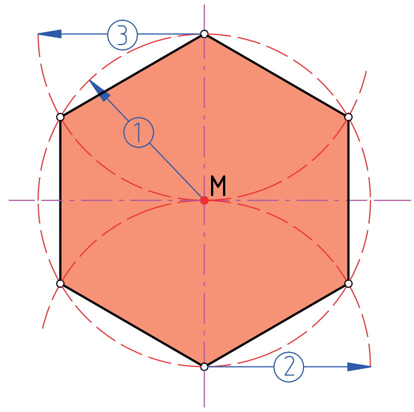
Le triangle et le quadrilatère réguliers



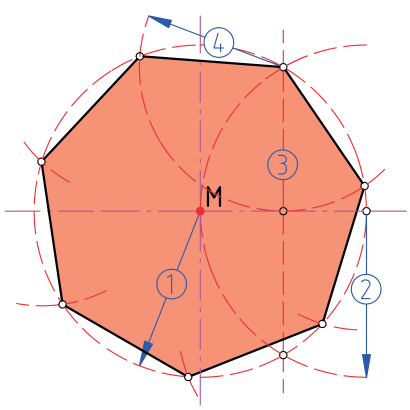


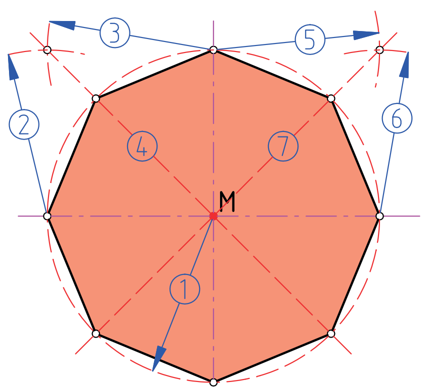
Le pentagone et l'hexagone réguliers



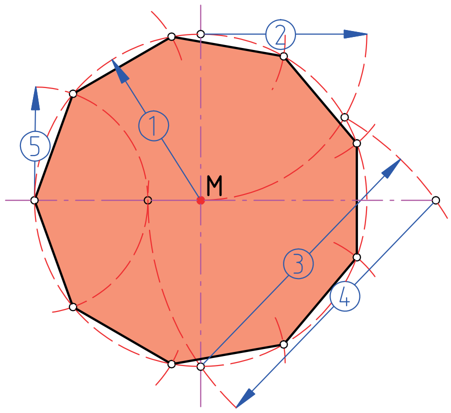


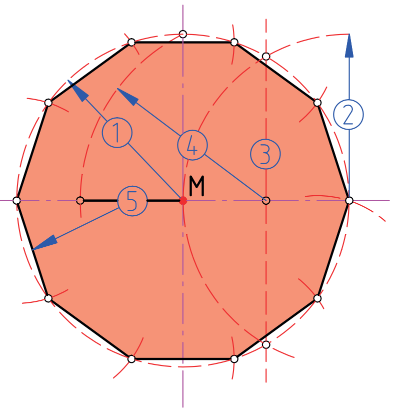
L'heptagone et l'octogone réguliers



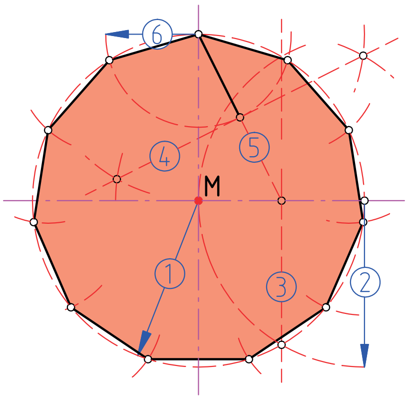


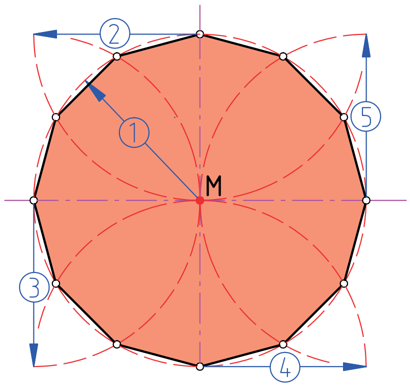
L'ennéagone et le décagone réguliers



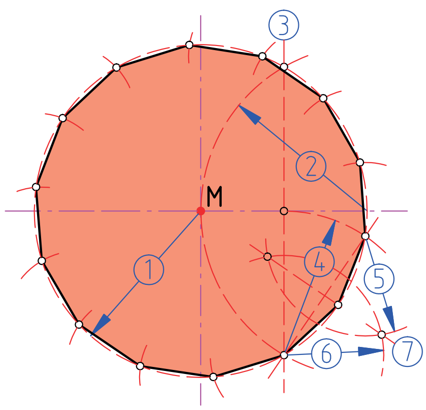


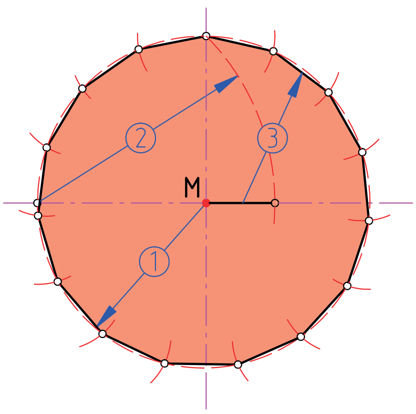
L'hendécagone et le dodécagone réguliers





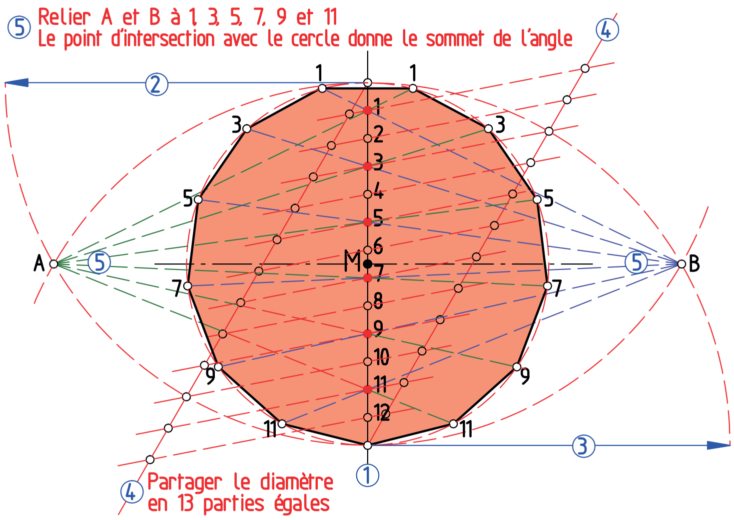
Le tétradécagone et le pentadécagone réguliers





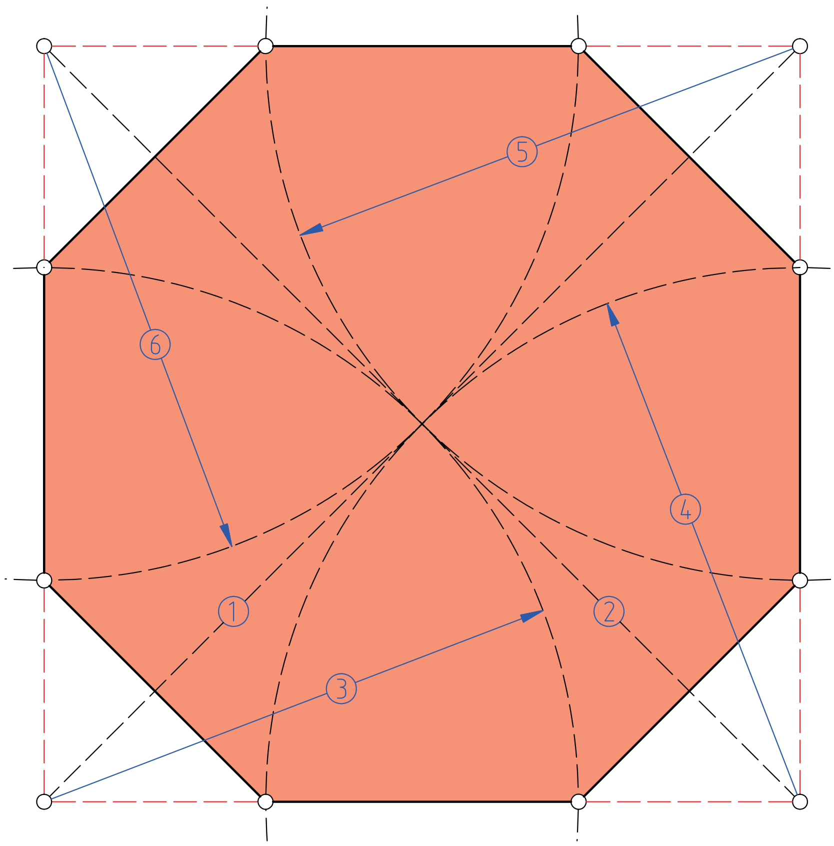
Méthode universelle de construction d'un polygone régulier à n côtés

Exemple pour un tridécagone régulier

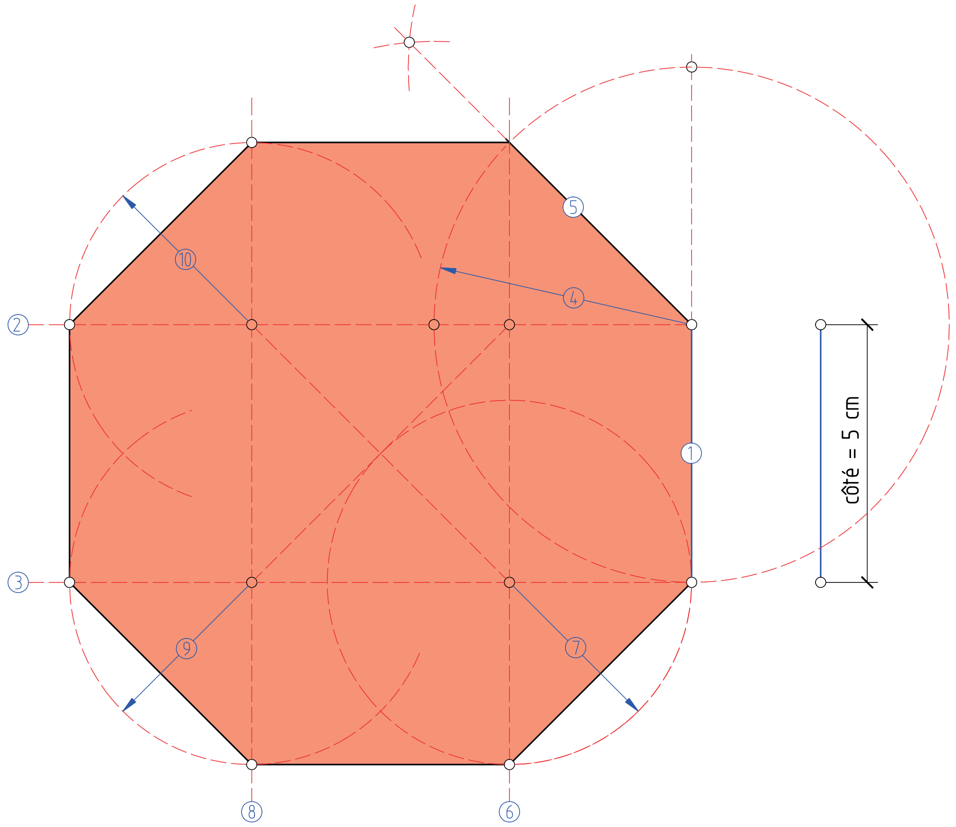


Construire un octogone régulier dans un carré

Donnée: un carré de dimensions précises



Construire un octogone régulier dont le côté est donné



2.2.7 Les formes d'arc

Généralités

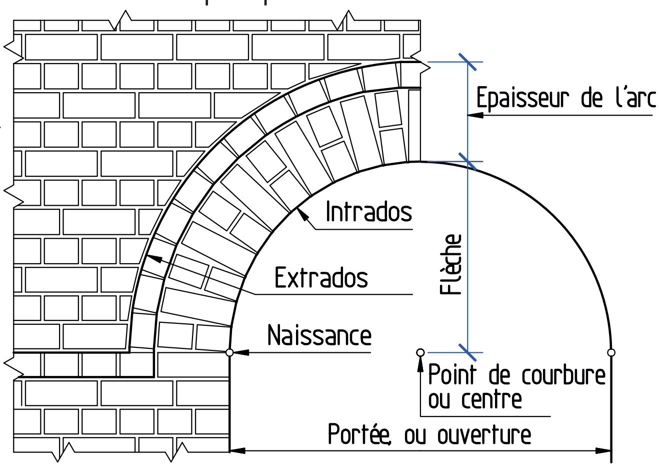
Les arcs sont des constructions qui avaient autrefois comme fonction principale d'enjamber des espaces en supportant une charge; ils ont donné leur caractère spécifique à différents styles architecturaux. Depuis que l'on utilise l'arc comme structure portante, il est possible de construire d'énormes bâtiments, des ponts et des aqueducs.

Depuis l'invention du béton armé et précontraint, l'arc ne sert pratiquement plus d'élément portant. Actuellement, les arcs sont plutôt considérés comme des éléments esthétiques. Il existe différents types d'arcs, chacun ayant ses caractéristiques et ses modes de représentation que nous allons étudier de plus près.

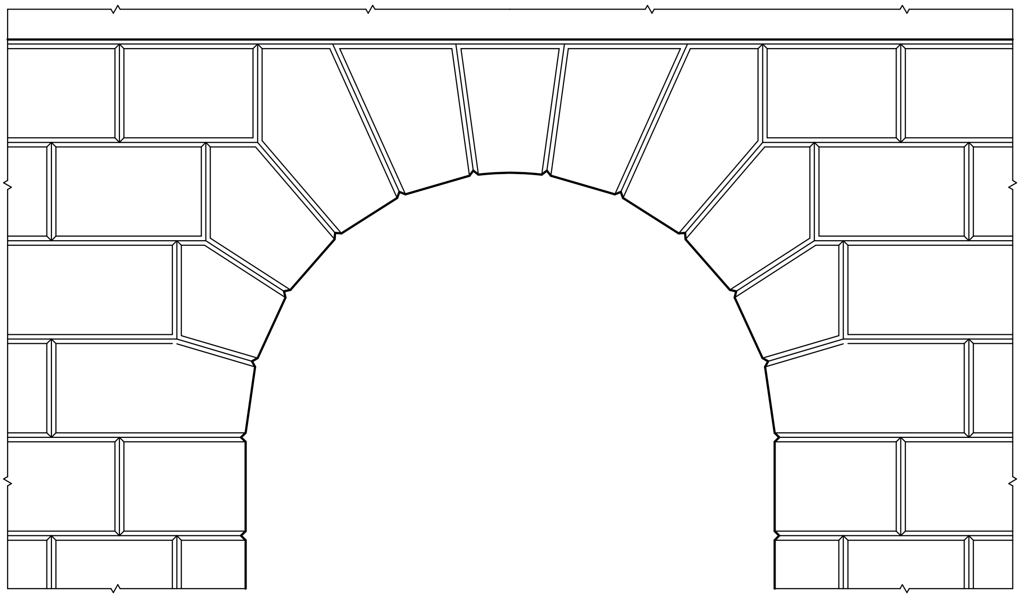
Les arcs en plein cintre

Le plein cintre est pratiquement la forme la plus simple de l'arc. Les Romains l'utilisaient déjà systématiquement. La figure ci-contre en illustre la terminologie.

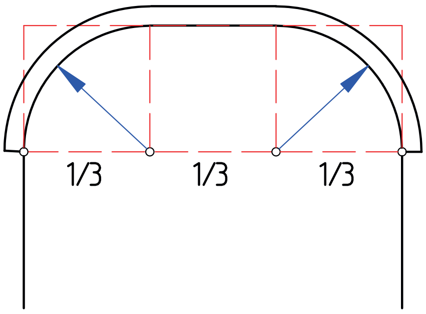
Voici maintenant une série de variantes à l'arc en plein cintre.



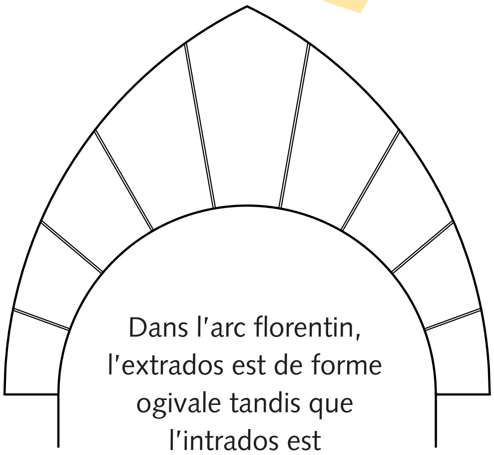
Le plein cintre d'aspect néoclassique



Arc avec partie centrale horizontale



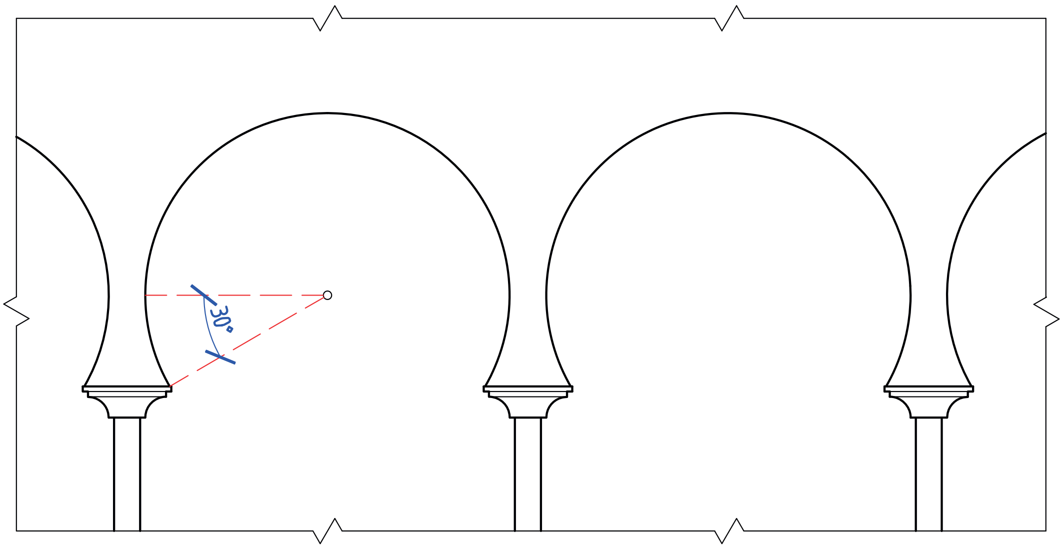
Arc Florentin



Dans l'arc florentin, l'extrados est de forme ogivale tandis que l'intrados est en plein cintre.

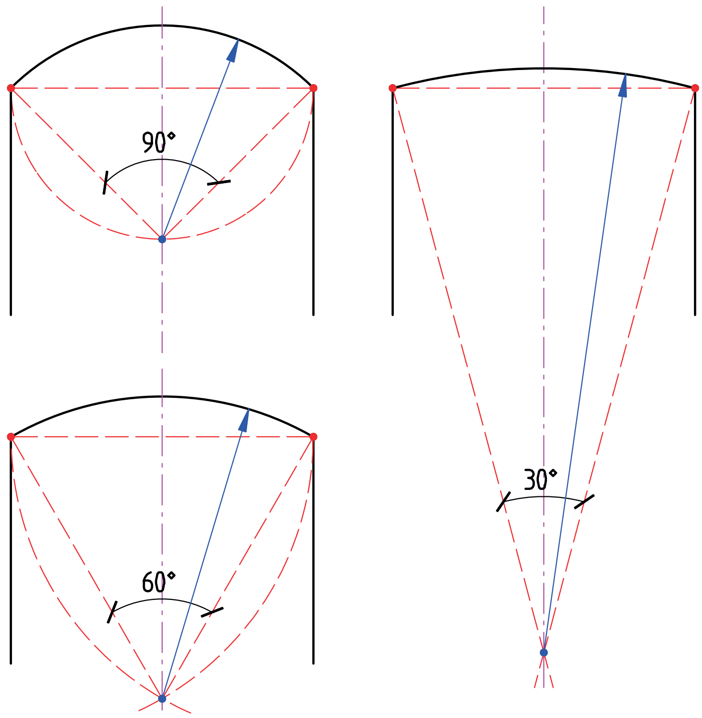
L'arc en fer à cheval

Cet arc se compose d'une partie de cercle. Il est appliqué dans l'architecture islamique.



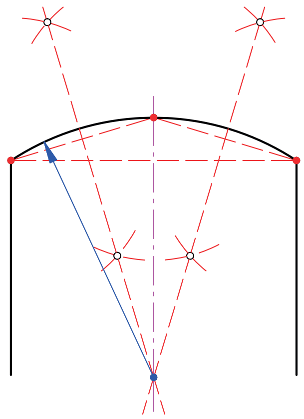
Les arcs segmentaires

On connaît la portée, mais pas la flèche:



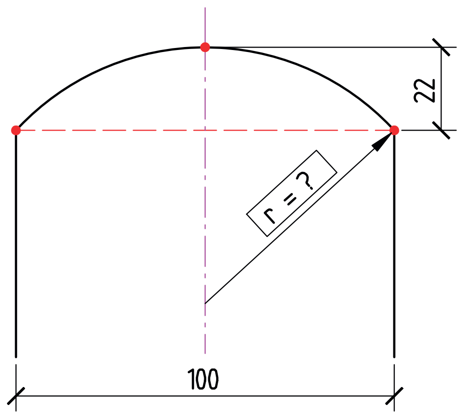
On connaît la portée et la flèche.

Cette méthode peut aussi s'utiliser pour rechercher le point de courbure de manière graphique.



On peut aussi trouver la longueur du rayon par un calcul.
Le dessin ci-contre en donne un exemple.

Exemple de calcul du rayon



Formule

$$\frac{\left(\frac{\left(\frac{\text{corde}}{2}\right)^2}{\text{flèche}}\right) + \text{flèche}}{2}$$

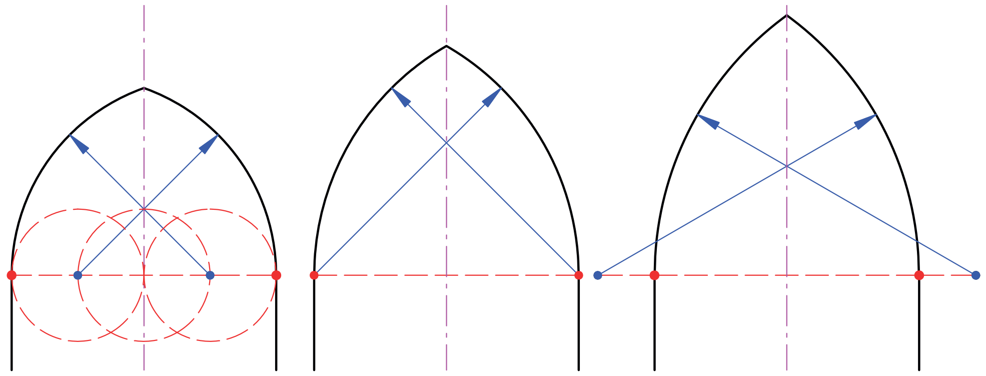
Exemple de calcul

100 : 2 = 50
50^2 = 2 500
2 500 : 22 = 113,636
113,64 + 22 = 135,64
135,64 : 2 = $\boxed{67,82}$

Les ogives

Cette forme d'arc est caractéristique du style gothique. L'ogive ou arc ogival prend 3 formes principales:

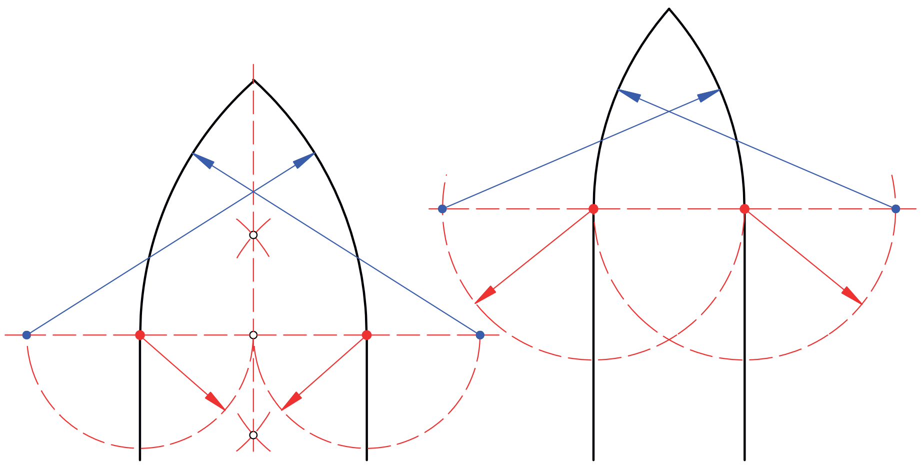
- l'ogive surbaissée (à gauche),
- l'ogive normale (au centre),
- l'ogive surhaussée ou ogive en lancette (à droite).



Vous remarquerez que, dans l'ogive surbaissée, les points de courbure sont situés à l'intérieur de la portée. Cet arc est caractéristique de la période bas gothique.

Dans l'ogive normale, les points de courbure se situent dans les naissances de l'arc et, dans l'ogive surhaussée ou lancette, ces points se situent à l'extérieur de la portée.

Les ogives surhaussées sont caractéristiques du gothique flamboyant.



Les arcs Tudor

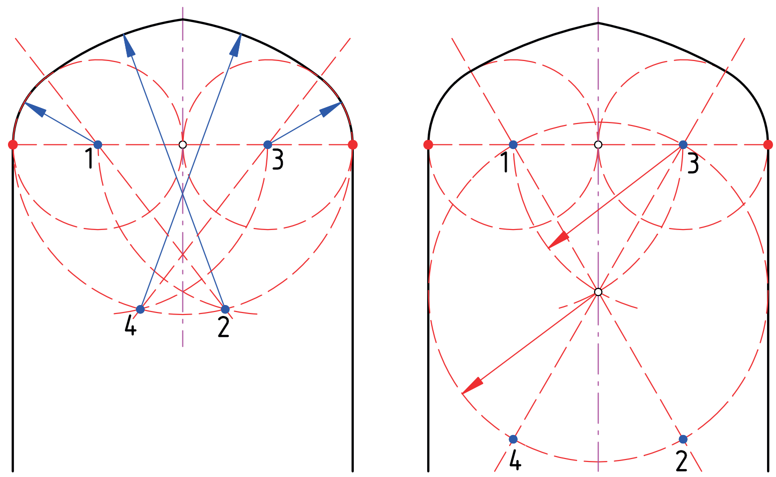
Tudor est le nom de la famille royale qui a régné en Angleterre de 1483 à 1603.

Les arcs Tudor ressemblent à des ogives très surbaissées, mais à cette différence près qu'ils ont 4 points de courbure.

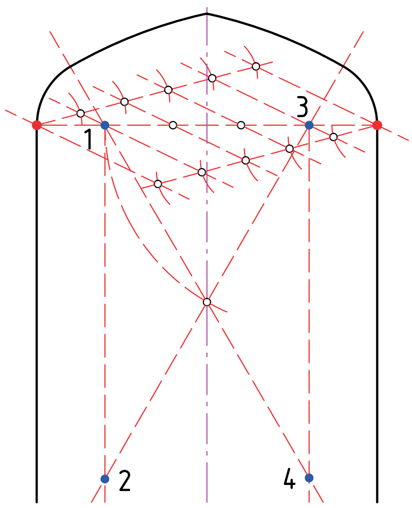
Les arcs Tudor ont caractérisé l'architecture anglaise au quinzième siècle.

Les dessins géométriques ci-après permettent d'établir clairement la différence entre les types d'arcs Tudor, selon leur construction.

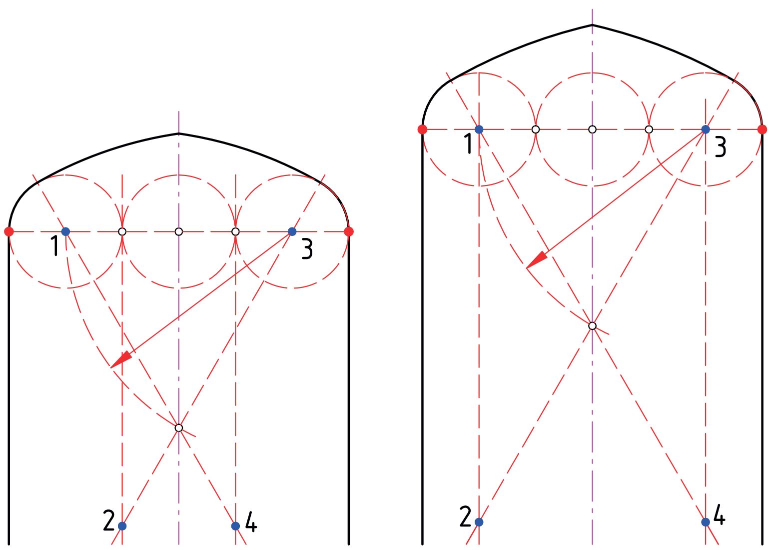
La portée est divisée en 4 parties égales:



La portée est divisée en 5 parties égales:



La portée est divisée en 6 parties égales:



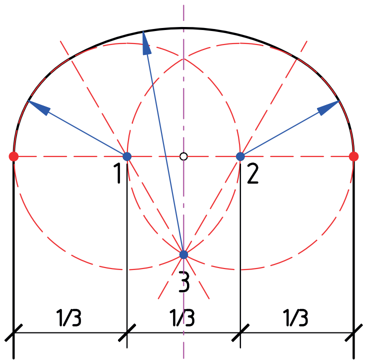
Les arcs en anse de panier

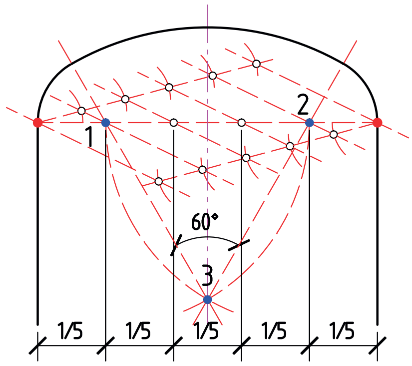
Cette forme d'arc appartient à la dernière période du gothique et a été utilisée jusqu'au cœur de la Renaissance (c'est-à-dire jusqu'à la fin du seizième siècle).

Rarement utilisée avant 1400, cette forme d'arc n'est plus une exception durant le quinzième siècle.

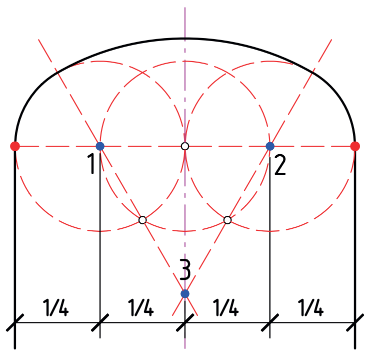
On connaît la portée:

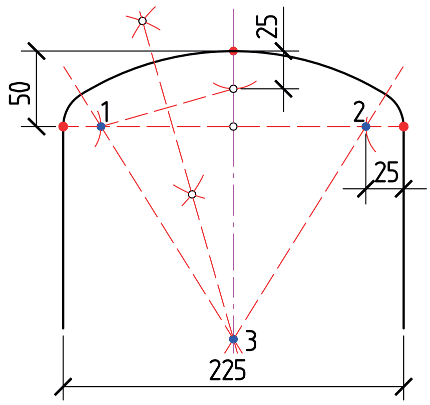
- à gauche, la portée est divisée en 3 et, à droite, elle est divisée en 5;



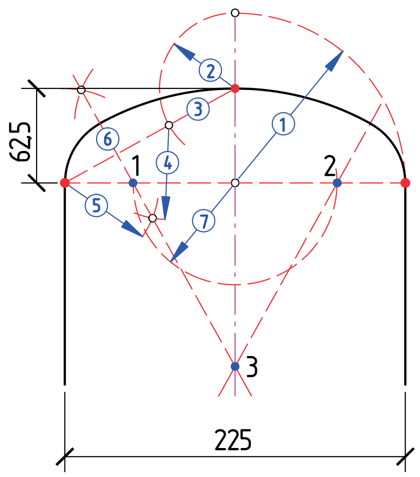


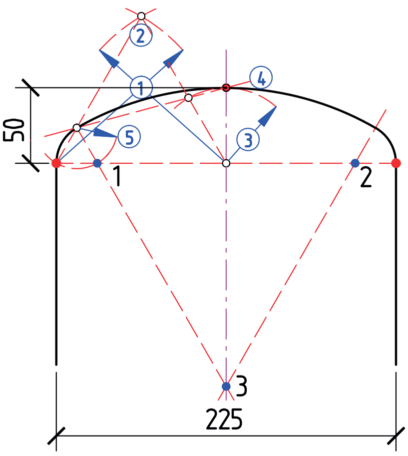
- à gauche, la portée est divisée en 4 et, à droite, on connaît aussi la flèche.





Portée et flèche sont déterminées d'avance:



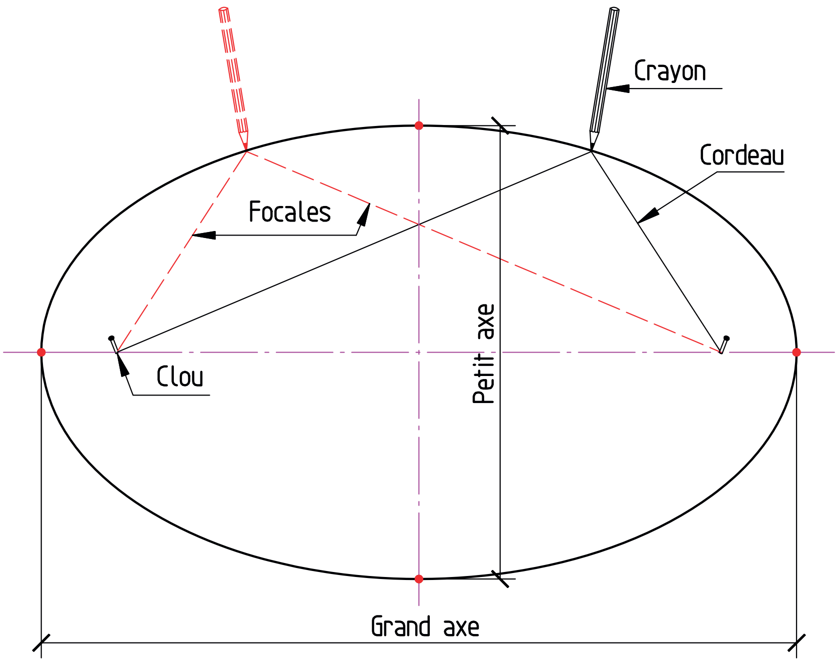


Les ellipses

L'arc en anse de panier et l'arc elliptique ont pratiquement la même forme, mais nous noterons que l'ellipse a un mouvement plus fluide.

Dans une ellipse, on parle des focales, du grand axe et du petit axe (voir dessin).
La somme des focales en n'importe quel point de l'arc est égale au plus grand axe de l'ellipse.

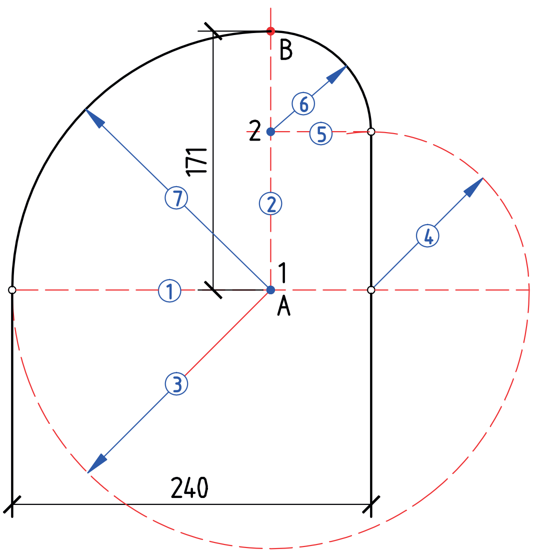
Dans la pratique, nous dessinerons cet arc à l'aide de clous et d'un cordeau, comme le montre le dessin.



Les arcs rampants

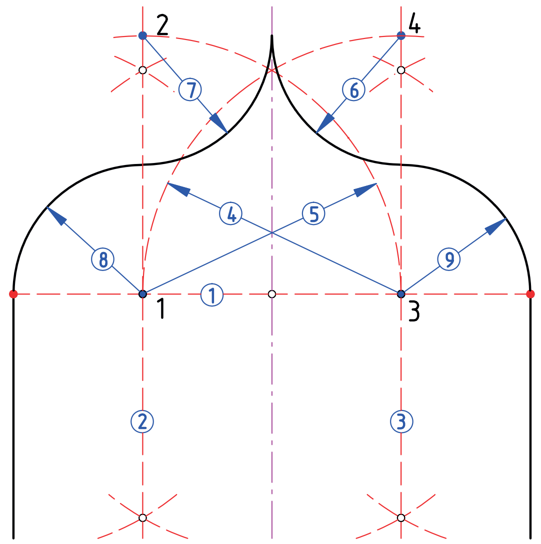
Les arcs rampants s'appliquent surtout comme élément de structure portante sous les escaliers et les rampes.

On connaît la portée ainsi que les points A et B:



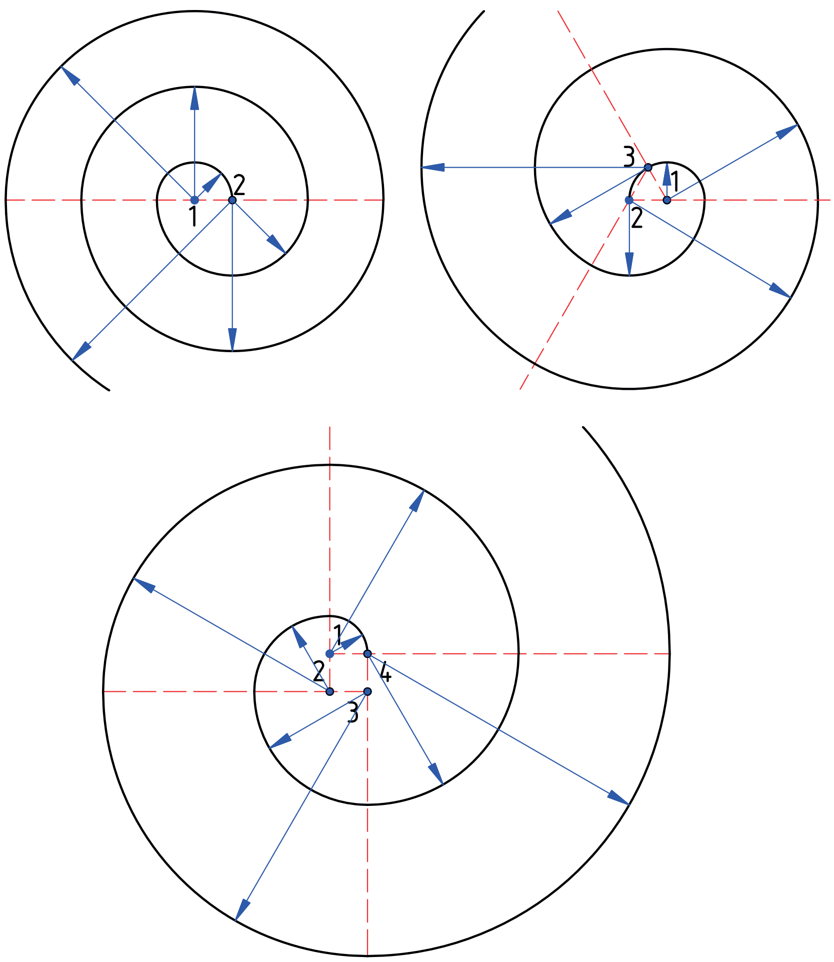
L'arc en accolade, ou en talon

La portée est connue et est divisée en quatre parties:



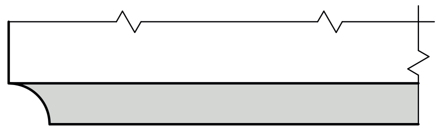
Les spirales

Les spirales représentées ci-dessous ont respectivement 2, 3 et 4 centres. Nous voyons aussi que plus il y a de centres, et plus la spirale devient fluide.

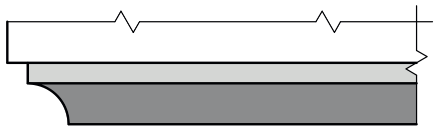


2.2.8 Les moulures et les profils

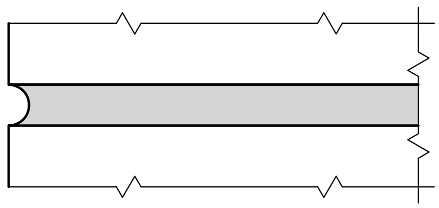
Cavet droit



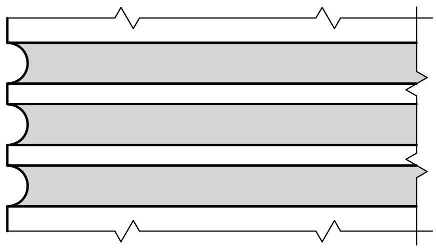
Cavet avec filet



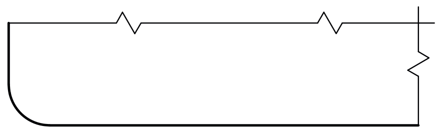
Gorge



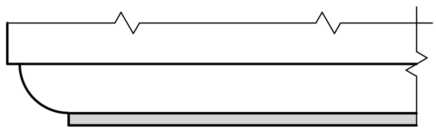
Cannelures séparées par des listels



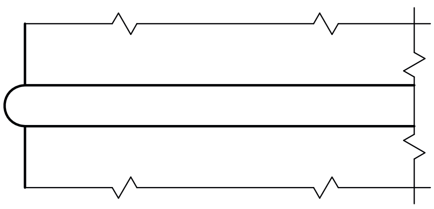
Quart de rond droit



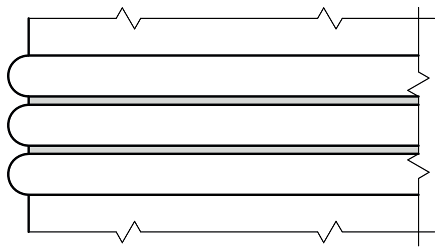
Quart de rond droit avec filet



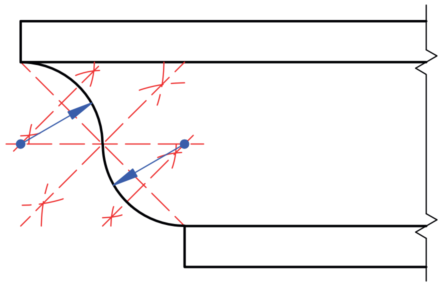
Boudin



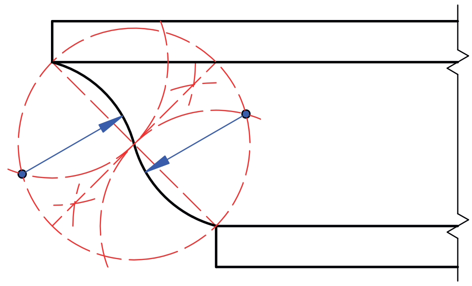
Triple boudin



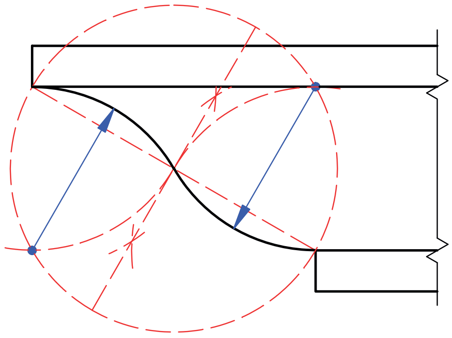
Doucine droite



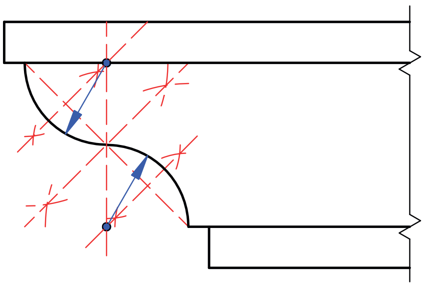
Doucine droite



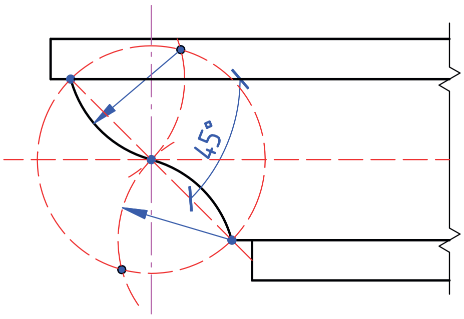
Doucine droite



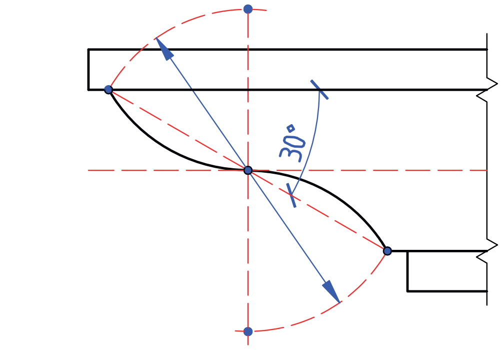
Talon droit



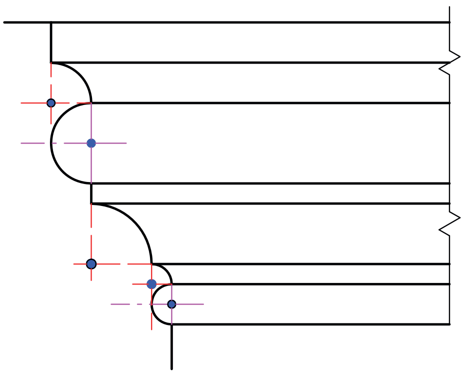
Talon droit



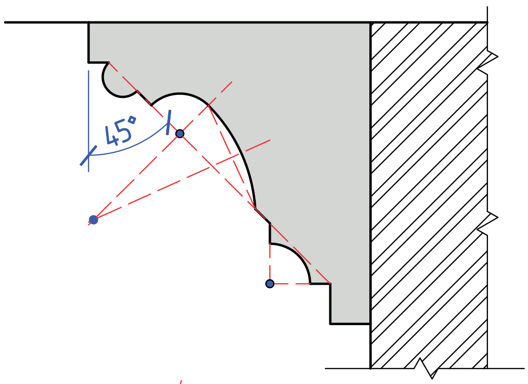
Talon droit



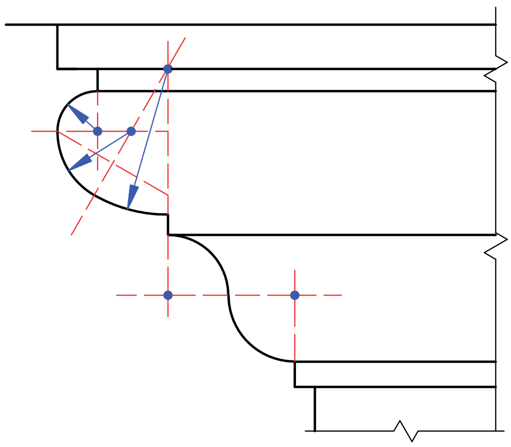
Corniche gothique



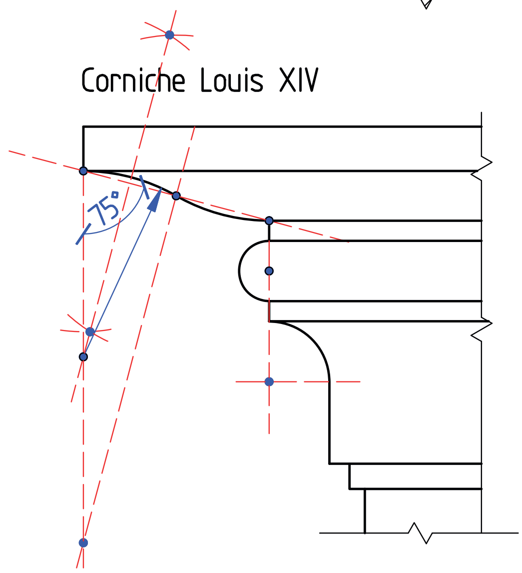
Corniche gothique

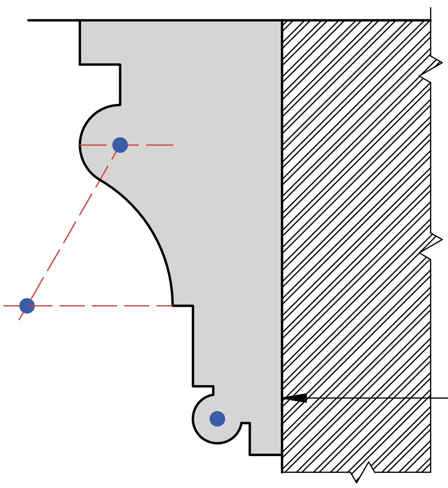


Corniche Renaissance

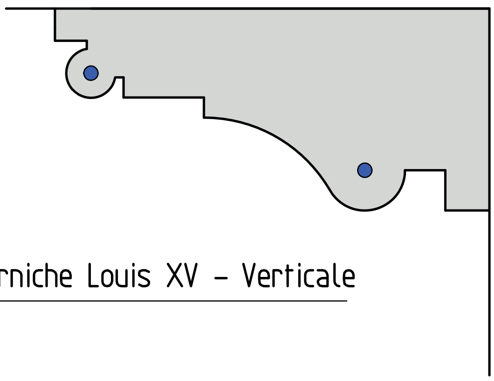


Corniche Louis XIV





Corniche Louis XV – Horizontale

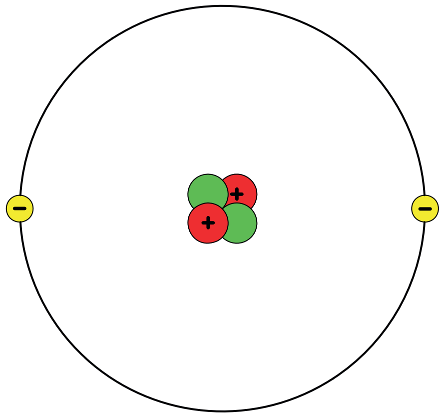


Corniche Louis XV – Verticale

L'*atome* est la plus petite partie identifiable d'un élément chimique. L'atome d'hélium (illustré ci-contre) est constitué d'un noyau, formé de 2 protons (en rouge) et de deux neutrons (en vert), autour duquel gravitent deux électrons (en jaune).

2.3 Notions d'électricité

2.3.1 Introduction



L'électricité fait partie de notre vie quotidienne. Nous ne pourrions pas nous en passer, mais que savons-nous d'elle?

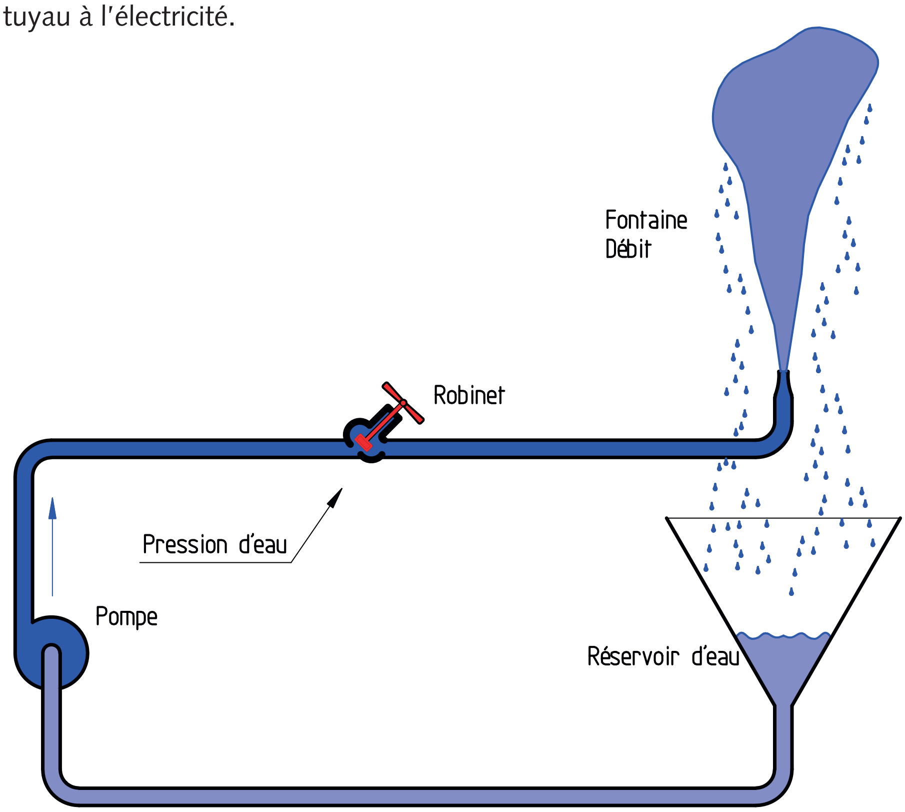
L'électricité est une forme d'énergie. Elle est produite par des électrons qui possèdent chacun une petite charge électrique. Les électrons sont des particules qui font partie d'un atome.

Quand nous allumons la lumière, des millions et des millions d'électrons traversent la lampe chaque seconde. Les câbles encastrés dans les murs transportent l'électricité qui est donc disponible à tout moment sur simple pression d'un bouton. Nous appelons cette énergie "**courant électrique**". Mais il existe aussi l'**électricité statique**.

2.3.2 Explication simple

À première vue, l'électricité et l'eau n'ont pas grand-chose en commun, et pourtant elles se ressemblent énormément. La meilleure façon d'expliquer le mécanisme des concepts électriques (tension, intensité et résistance) est de le comparer au schéma d'une fontaine, comme ci-dessous.

On peut comparer le tuyau par lequel l'eau circule au fil électrique, et l'eau qui s'écoule dans le tuyau à l'électricité.



La pression d'eau dans le tuyau peut être comparée à la tension. Plus il y a de **tension** (**volt**) dans le tuyau, et plus forte est la pression de l'eau qui s'écoule.

Le concept suivant est l'**intensité du courant électrique** (**ampère**): ce n'est rien de plus que la quantité d'eau ou débit (litres/seconde). Le débit est le résultat de la pression (plus il y a de tension, et plus il y a d'intensité) et de l'ouverture du robinet.

On peut comparer l'ouverture du robinet à la **résistance** électrique (**ohm**). Plus nous ouvrons le robinet, et moins l'eau rencontre de résistance et plus vite elle s'écoulera.

En résumé:

- la **tension** se mesure en **volt**.
  On peut la comparer à la pression d'eau dans le tuyau.
- l'**intensité** se mesure en **ampère**.
  On peut la comparer à la quantité d'eau qui s'écoule dans le tuyau.
- la **résistance** se mesure en **ohm**.
  On peut la comparer à l'ouverture du robinet sur le tuyau.

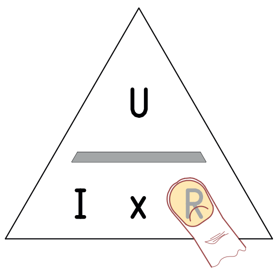
2.3.3 Loi d'Ohm

La loi d'Ohm est une loi physique qui a démontré dans la pratique que la tension électrique à travers une résistance est directement proportionnelle à l'intensité du courant électrique qui passe par cette résistance.

Si une intensité, que nous appellerons **I**, traverse une résistance que nous appellerons **R**, il se crée à travers cette résistance une tension appelée **U**.

Résistance x intensité = tension **R x I = U**

C'est ainsi que l'on exprime la loi d'Ohm: on utilise simplement les lettres **R**, **I** et **U** pour éviter de devoir écrire continuellement les mots en toutes lettres.



Diviser ou multiplier?

Pas de problème, car il existe un moyen simple pour le faire facilement.
Si vous voulez connaître **R**, vous posez votre doigt sur **R** et il reste **U/I**.

Les exemples suivants sont parlants, vous n'avez qu'à essayer...
Nous connaissons à peu près la loi d'Ohm… il nous reste à nous exercer un peu.

Exemple 1

Nous avons une résistance d'une valeur de 6 ohms et nous y envoyons un courant d'une intensité de 2 ampères. Quelle est la tension?
Tension (**U**) = résistance (**R**) x intensité (**I**) soit 6 x 2 = 12 volts.

Exemple 2

Nous mesurons 12 volts entre les bornes d'une batterie. Nous y branchons une résistance de 4 ohms. Quelle sera l'intensité qui traversera la résistance?
12 volts = 4 ohms x ??
Posez votre doigt sur le **I** et vous obtiendrez 12 : 4 = 3 ampères

Exemple 3

Une résistance de valeur inconnue est branchée sur une batterie ayant une tension de 6 volts. Nous mesurons une intensité de 0,5 ampère. Quelle est cette résistance?
6 = ?? x 0,5
Posez votre doigt sur le **R** et vous obtiendrez
6 : 0,5 = 12 ohms

2.3.4 Puissance (watt)

La puissance est mentionnée en **watt** sur tous les appareils électriques. La puissance exprime la consommation électrique maximale par seconde de la machine. En électricité, on utilise beaucoup la formule suivante:

Puissance (P) = tension x intensité

P = U x I

- **U**: la valeur effective de la tension électrique exprimée en volt.
- **I**: la valeur effective de l'intensité exprimée en ampère.

Exemple

La tension et l'intensité d'une meuleuse d'angle sont respectivement de 230 V et 3,5 A. Sa puissance maximale est donc de 3,5 x 230 = 805 W.

Nous exprimons la consommation d'un appareil en kilowattheure = kWh.
1 kWh = 1 000 W.
Si nous travaillons 2h avec notre meuleuse, nous aurons consommé:
(805 x 2h)/1 000 = **1,61 kWh**. Pour savoir combien cela coûte, nous devons multiplier le prix du kWh par la consommation.