

La clef de jointage

MARIAUD CONSULTING



Notre PROGRAMME

01

Présentation

02

Calculs nécessaires

03

Réalisation d'un calibre

04

Vérification du calibre

05

Utilisation du calibre

06

Avantages et inconvénients



Le calibre, ou clef de jointage, est un gabarit en bois ou en métal utilisé en tonnellerie.

Il permet de déterminer les proportions exactes des douelles afin d'obtenir la forme souhaitée du fût et d'assurer un jointage précis entre elles.

Ce gabarit contient plusieurs informations essentielles :

- L'arrondi du dolage, en bouge et/ou en tête.
- L'angle de jointage, en bouge et/ou en tête.
- La proportion de réduction entre le bouge et la tête.

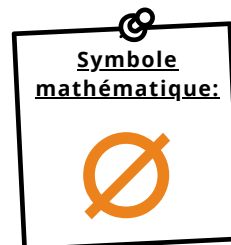
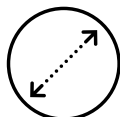
On distingue deux types de clefs de jointage :

- La clef simple, qui permet de contrôler :
 - Le dolage en tête,
 - L'angle de jointage en tête,
 - Les proportions entre la tête et le bouge.
- La clef double, qui offre un contrôle plus complet en permettant de vérifier :
 - Le dolage en tête et en bouge,
 - L'angle de jointage en tête et en bouge,
 - Les proportions entre la tête et le bouge.



Chaque calibre est unique et doit être conçu spécifiquement pour chaque type de fût afin d'assurer un ajustement optimal des douelles et garantir la forme et l'étanchéité du tonneau.

1. Diamètre d'un Cercle



Définition :

Le diamètre d'un cercle est la distance entre deux points opposés du cercle, en passant par le centre. Il est deux fois le rayon.

Formule :

$$D=2R \text{ Diamètre} = 2 \times \text{le rayons}$$

Où :

D est le diamètre du cercle
R est le rayon du cercle

Exemple :

Si le rayon d'un cercle est 10 cm, alors le diamètre est :

$$D=2 \times 10 = 20 \text{ cm}$$

2. Rayon d'un Cercle

Définition :

Le rayon d'un cercle est la distance entre le centre du cercle et n'importe quel point sur sa circonférence. Il est la moitié du diamètre.

Formule :

$$R=D/2$$

Exemple :

Si le diamètre d'un cercle est 50 cm, alors le rayon est :

$$R=50/2=25 \text{ cm}$$

3. Périmètre d'un Cercle (Circonférence)

Définition :

Le périmètre d'un cercle, aussi appelé circonférence, est la longueur du contour du cercle.

Formule : $P = \pi D$ ou $P = 2\pi R$

Où :

- P est le périmètre du cercle
- D est le diamètre
- R est le rayon
- $\pi \approx 3.1416$ est la constante mathématique Pi

Exemple :

Si un cercle a un rayon de 7 cm, alors son périmètre est :

$$P = 2\pi \times 7 \approx 2 \times 3.1416 \times 7 \approx 43.98 \text{ cm}$$

Résumé des Formules

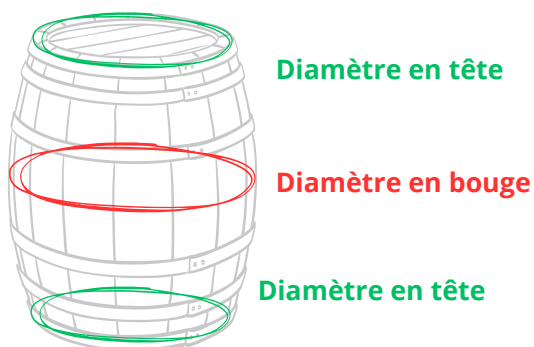
Concept	Formule	Variables
Diamètre	$D=2R$	R : rayon
Rayon	$R=D/2$	D : diamètre
Périmètre (Circonférence)	$P=\pi D$ ou $P=2\pi R$	D : diamètre R : rayon $\pi: 3.1416$

4. Calcul du Coefficient de Réduction

Le **coefficient de réduction** en tonnellerie est un paramètre essentiel qui exprime le rapport entre le diamètre maximal du fût, appelé **diamètre au bouge**, et le diamètre aux extrémités, appelé **diamètre en tête**.

Le coefficient influence directement la forme du fût, affectant ainsi son volume et son interaction avec le contenu.

Le coefficient de réduction est calculé en divisant le diamètre en tête par le diamètre au bouge :



$$\text{Coefficient de réduction} = \frac{\text{Diamètre en tête}}{\text{Diamètre au bouge}}$$

Par exemple, considérons une barrique bordelaise de **225 litres** avec un diamètre en tête de **57 cm** et un diamètre au bouge de **69 cm**.

Le coefficient de réduction serait : $57/69 = 0,826$
ce qui signifie que le diamètre en tête représente environ **82,6%** du diamètre au bouge.

Importance du Coefficient de Réduction

Ce coefficient est crucial pour plusieurs raisons :

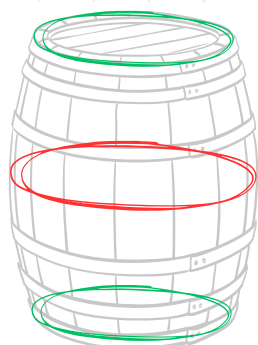
- **Conception du fût** : Il détermine la courbure des douelles et la forme générale du fût, influençant ainsi sa capacité et sa stabilité.
- **Processus de fabrication** : Les tonneliers utilisent ce coefficient pour ajuster les outils et les techniques lors de l'assemblage des douelles, assurant une forme cohérente et une étanchéité optimale.
- **Interaction avec le contenu** : La forme du fût, dictée par ce coefficient, affecte la surface de contact entre le bois et le liquide, influençant le processus de maturation, notamment pour les vins et les spiritueux.

Exemples de Coefficients de Réduction

Différents types de fûts présentent des coefficients de réduction variés en fonction de leur conception :

- **Pièce bourguignonne de 228 litres** : Diamètre en tête de 60 cm et diamètre au bouge de 72 cm, soit un coefficient d'environ 0,833.
- **Fût de 500 litres** : Diamètre en tête de 78 cm et diamètre au bouge de 90 cm, soit un coefficient d'environ 0,86.

Ces variations montrent comment le coefficient de réduction est adapté en fonction des spécificités de chaque fût pour répondre aux besoins des producteurs et aux caractéristiques souhaitées du produit final.



Diamètre en tête

Diamètre en bouge

Diamètre en tête

$$\text{Coefficient de réduction} = \frac{\text{Diamètre en tête}}{\text{Diamètre au bouge}}$$

Contenance en litres	Ø TETE	Ø BOUGE	COEFFICIENT DE RÉDUCTION
1	11	15	0,73
5	18	22,2	0,81
10	21	26,1	0,80
15	23	29,6	0,78
20	27,5	34,3	0,80
25	29	36,6	0,79
28	30	37	0,81
30	30	38,2	0,79
35	31,5	38,5	0,82
40	31	40,1	0,77
50	34,5	44,2	0,78
57	39	47	0,83
60	35	45,5	0,77
70	36	46,1	0,78
75	37	47,7	0,78
105	43,5	55	0,79
114	49	58	0,84
140	46	59,2	0,78
150	47	60,8	0,77
200	54	68,1	0,79
210	57,5	68,1	0,84
225	56	69	0,81
228	60	73	0,82
250	61	74,8	0,82
265	60	73	0,82
300	62	73	0,85
350	66,5	81	0,82
400	70	86,5	0,81
500	76,5	94,7	0,81
600	86,5	102,5	0,84

• 1. Préparation de la Planchette

Matériaux et Dimensions

- Prendre une planchette rectangulaire d'environ 25 cm x 10 cm avec une épaisseur de entre 5 et 7 mm.
- Raboter les deux faces pour obtenir une surface lisse et régulière.
- Du contreplaqué ou autre matière régulière, solide et simple à travail

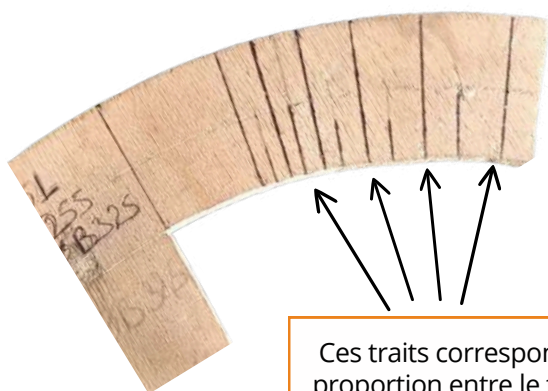
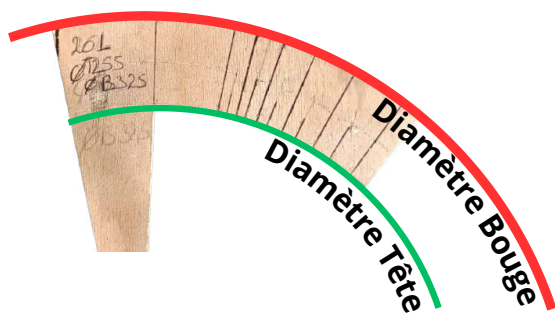
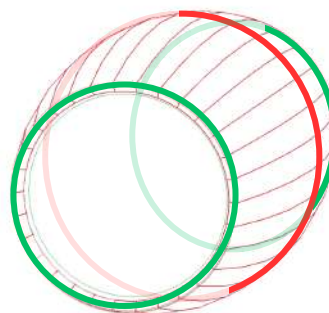
Exemple avec une barrique de 225 L

Diamètre en tête (vert) : **57 cm**
Diamètre au bouge (rouge) : **69 cm**

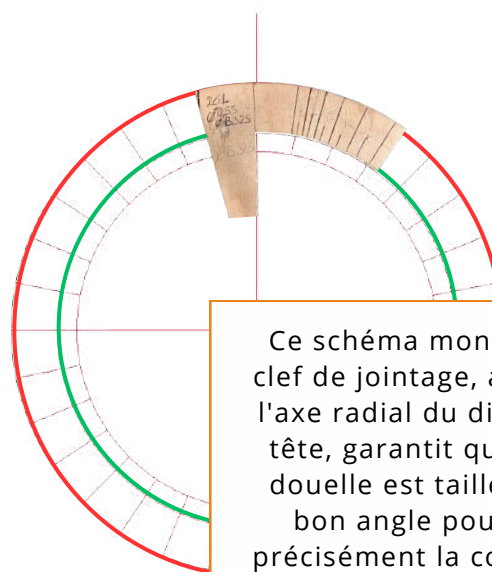
Les calculs nécessaires:

Diamètre en tête (vert) : **57 cm**
Rayon en tête = $57 / 2 = 28,5 \text{ cm}$

Diamètre au bouge (rouge) : **69 cm**
Rayon en tête = $69 / 2 = 34,5 \text{ cm}$



Ces traits correspondent au rapport de proportion entre le tête et bouge.



Ce schéma montre que la clef de jointage, alignée sur l'axe radial du diamètre en tête, garantit que chaque douelle est taillée avec le bon angle pour suivre précisément la courbure du dolage en tête,

Matériaux Nécessaires pour Réaliser une Clef de Jointage

1. Matériaux de Base (Corps de la Clef)

- ✓ Bois dur (chêne, hêtre, frêne, érable) – Résistant à l'usure et stable dans le temps.
- ✓ Contreplaqué de qualité – Option plus facile à travailler pour un premier gabarit.
- ✓ Métal (acier ou aluminium) – Pour une clef plus durable et rigide.

2. Outils de Traçage et de Mesure

- 📏 Règle graduée – Pour tracer des lignes précises.
- 📐 Compas – Pour dessiner les arcs correspondant aux diamètres en tête et au bouge.
- ✏️ Crayon gras ou marqueur fin – Pour des tracés visibles sur le bois.

3. Outils de Découpe et d'Ajustement

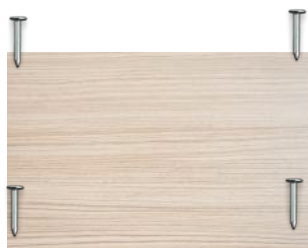
- 🪚 Scie à chantourner ou scie sauteuse – Pour découper la forme générale.
- 🔧 Lime et papier abrasif (grain fin) – Pour une finition propre et lisse.

4. Éléments de Fixation et Ajustement

- 🔩 Vis ou clous – Pour fixer la clef sur l'établi.



1



Placer la planche sur un support stable (table de travail ou établi).

Positionner 4 pointes aux angles de la planche, en veillant à ne pas gêner la future zone de traçage.

Enfoncer légèrement les pointes avec un marteau, juste assez pour immobiliser la planche sans l'abîmer.

Vérifier que la planche ne bouge pas en exerçant une légère pression sur les bords.

✦ **Astuce** : Si la planche est trop fine, utiliser du ruban adhésif double-face pour la maintenir sans l'endommager.

Vérification avant de passer à l'étape suivante

- ✓ La planche est bien fixée et ne bouge pas.
- ✓ Les pointes ne gênent pas le traçage des arcs et des angles de jointage.
- ✓ Le support de travail est plat et stable pour éviter les erreurs de mesure.

2



Positionner la règle sur la planche de manière à pouvoir tracer une droite bien nette et continue.

Tracer une droite rectiligne en veillant à ce qu'elle soit plus longue que le rayon en bouge. (soit ici **34,5 cm**)

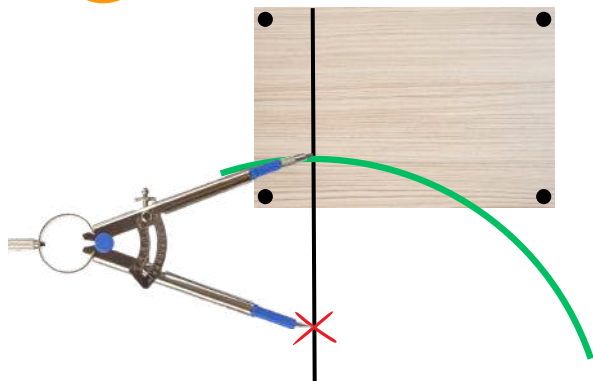
- Cette droite peut dépasser sur l'établi.

Vérification avant de passer à l'étape suivante

- ✓ La droite est bien visible et continue sur toute la planche.
- ✓ Elle est plus longue que le rayon du bouge.
- ✓ Elle est bien droite, sans déviation ni tremblement.

ATTENTION: L'épaisseur de la planchette a un impact direct sur la précision.

3



Marquer un point sur la droite de référence

- Ce point est choisi comme centre du cercle.
- Il est représenté par une croix rouge sur le schéma.

Régler le compas sur le rayon en tête

- Exemple : 28,5 cm pour une barrique de 225 L.
- Vérifier la précision avec une règle.

Piquer la pointe du compas sur la croix rouge.

- Maintenir fermement le compas pour éviter les écarts.

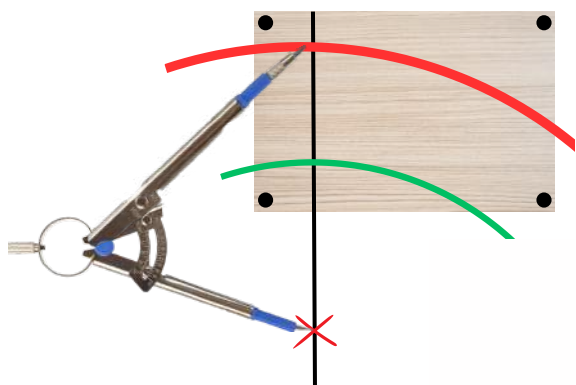
Tracer l'arc de cercle

- L'arc doit être net et bien défini, représentant le rayon de dolage en tête.

Vérifications Avant de Passer à l'Étape Suivante

- ✓ La croix rouge est bien visible et positionnée sur la droite.
- ✓ L'arc de cercle en vert est correctement tracé, avec un rayon précis de 28,5 cm.
- ✓ Le tracé est propre et ne présente pas de décalage.

4



Utiliser la même croix rouge (point de référence défini à l'étape précédente).

- Ce point reste le centre du tracé, car la clef de jointage repose sur un même axe.

Régler le compas avec le rayon en bouge

- Exemple : 34,5 cm pour une barrique de 225 L.
- Vérifier la précision avec une règle.

Piquer la pointe du compas sur la croix rouge

- S'assurer qu'il est bien stable avant de tracer.

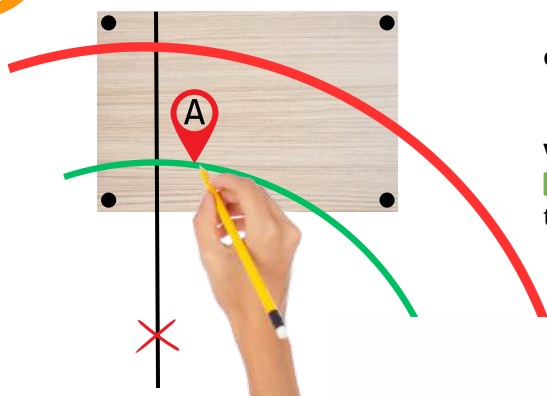
Tracer un second arc de cercle

- L'arc doit être plus large que le premier, respectant la différence de diamètres.

Vérifications Avant de Passer à l'Étape Suivante

- ✓ La croix rouge est bien utilisée comme point central.
- ✓ L'arc en bouge (exemple en rouge) est correctement tracé avec un rayon précis de 34,5 cm.
- ✓ Les deux arcs (tête et bouge) sont alignés et ne se croisent pas.

5

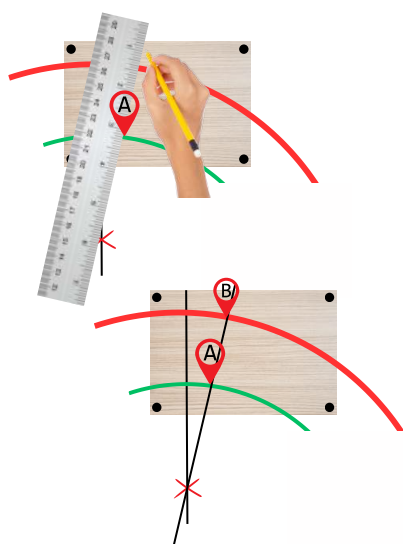


Marquer le point A à une distance de 3 cm de l'axe centrale sur l'arc de tête.

Vérifications Avant de Passer à l'Étape Suivante

- ✓ Le point A est bien marqué à 3 cm de l'axe sur l'arc de tête.

6



Positionner la règle du centre jusqu'à l'arc de bouge

- Aligner la règle en partant de la croix rouge (centre), en passant par le point A, et en prolongeant jusqu'à l'arc de bouge.

Tracer une droite continue

- Cette droite doit couper l'arc de bouge à un endroit précis, formant ainsi le point B.

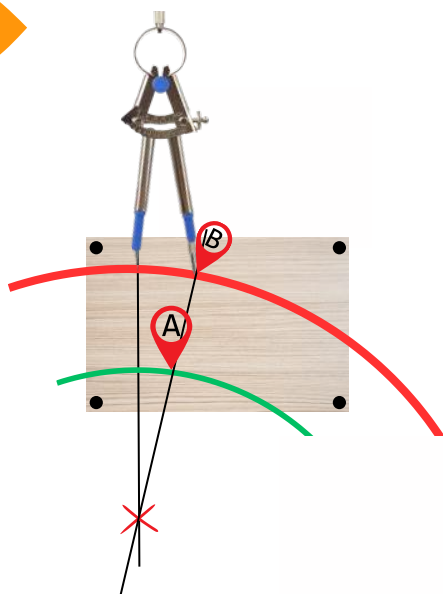
Marquer le point B sur l'arc de bouge

- Ce point B représente l'alignement exact de la douelle entre l'arc de tête et l'arc de bouge.

Vérifications Avant de Passer à l'Étape Suivante

- ✓ La droite passe bien par le centre, A et atteint l'arc de bouge.

7



Ouvrir le compas sur la distance entre l'axe et le point B

- Placer la pointe du compas sur l'axe central au niveau de **l'arc de bouge**.
- Ouvrir le compas jusqu'au point B sur l'arc de bouge.

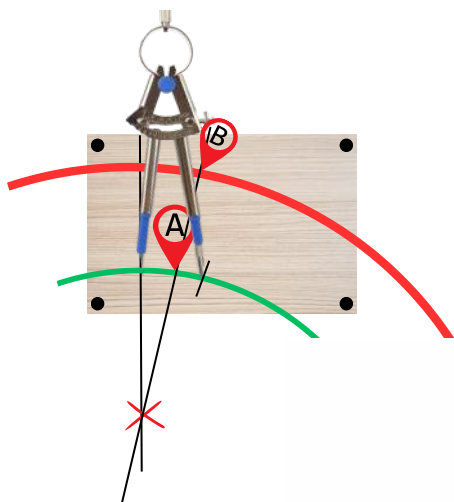
Reporter cette distance sur l'arc de tête

- Garder l'ouverture du compas inchangée.
- Piquer la pointe du compas sur l'axe central, mais cette fois au niveau de **l'arc de tête**.
- Faire un arc de cercle léger pour marquer le nouveau point sur l'arc de tête.

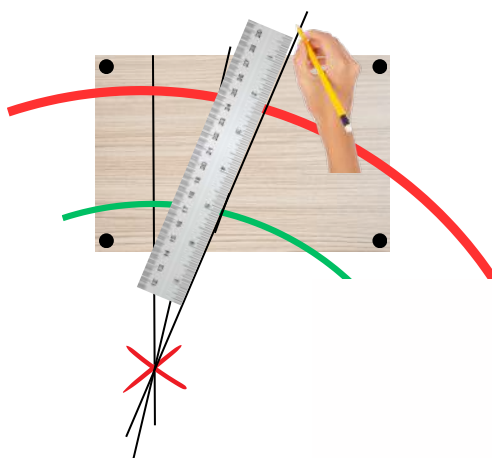
Marquer clairement le point obtenu et tracer une droite en passant par le centre.

Vérifications Avant de Passer à l'Étape Suivante

- ✓ La distance entre l'axe et le point B sur l'arc de bouge a été correctement mesurée.
- ✓ Cette distance a bien été reportée sur l'arc de tête avec le compas.
- ✓ Le nouveau point sur l'arc de tête est clairement identifié.



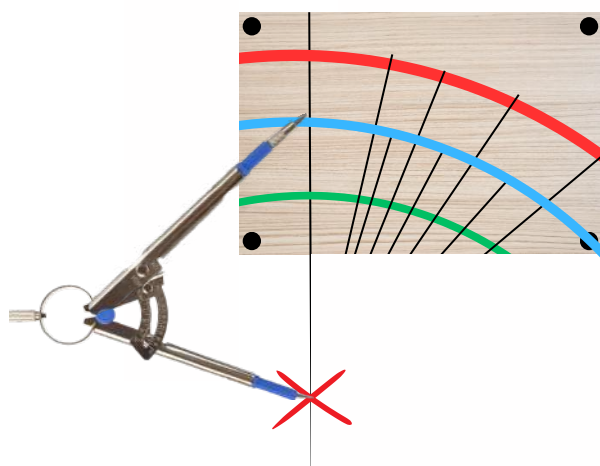
Marquer clairement le point obtenu



Tracer une droite continue

Répétez les étapes 6 et 7 autant de fois que nécessaire afin d'obtenir un nombre suffisant de graduations





Méthode pour Tracer cet Arc Supplémentaire

Positionner le compas au centre de l'axe

- Ouvrir le compas à une distance intermédiaire entre l'arc de bouge et l'arc de tête.

Tracer un nouvel arc de cercle

- Ce nouvel arc servira de guide visuel pour organiser les tracés des rayons.
- Il doit être parfaitement concentrique aux autres arcs.

Réguler la visibilité des tracés

- Lorsque vous tracez les rayons à partir du centre, arrêtez un trait sur deux sur cet arc supplémentaire.
- Cela évite une surconcentration des lignes au début de la clef et améliore la lecture du schéma.

♦ **Astuce** : Pour un rendu propre, utilisez une couleur différente pour cet arc afin de bien le distinguer.

Résultat Attendu

- ✓ Un tracé plus clair et plus lisible.
- ✓ Moins de confusion dans les traits rapprochés au début de la clef.
- ✓ Une meilleure organisation des repères pour la découpe.

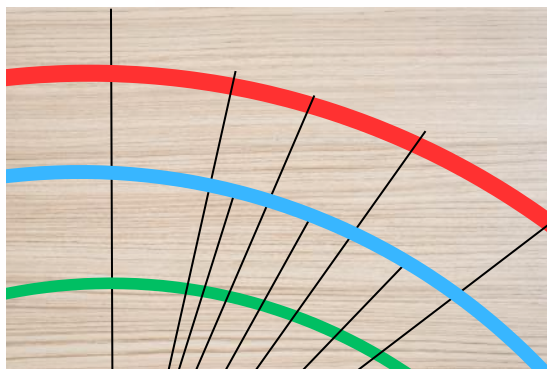
Informations à Inscrire sur la Clef de Jointage

- ♦ Volume du fût → Exemple : 225L, 500L, etc.
- ♦ Diamètre en tête → Exemple : $\varnothing T = 57$ cm
- ♦ Diamètre en bouge → Exemple : $\varnothing B = 69$ cm
- ♦ Rayon en tête → Exemple : $RT = 28,5$ cm
- ♦ Rayon en bouge → Exemple : $RB = 34,5$ cm
- ♦ Développement du Bouge → Exemple : $dVB \approx 216,7$ cm pour un fût de 225L.



Résultat Attendu

- ✓ Une clef claire et bien identifiée.
- ✓ Un gain de temps lors de l'utilisation.
- ✓ Une assurance que les dimensions sont respectées avant l'assemblage.



Découpe le long de l'axe central jusqu'à l'intersection avec l'arc du diamètre en tête

- Découper en ligne droite en partant du centre.
- S'arrêter précisément à l'intersection avec l'arc du diamètre en tête.
- Ne pas dépasser ce point pour éviter toute erreur de proportion.



Découpe le long du diamètre en bouge

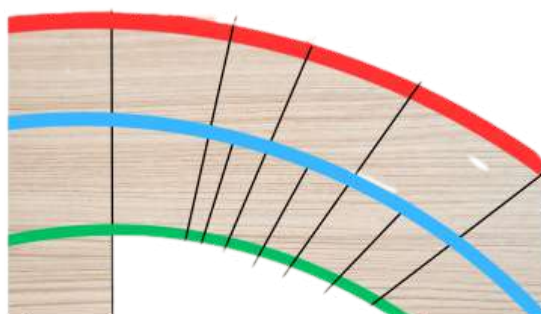
- Suivre exactement l'arc du bouge jusqu'à l'intersection avec l'axe central.
- Utiliser une scie fine ou une scie à chantourner pour respecter la courbure.
- Vérifier que la coupe reste propre et régulière.



Découpe le long du diamètre de tête jusqu'à l'intersection avec l'axe

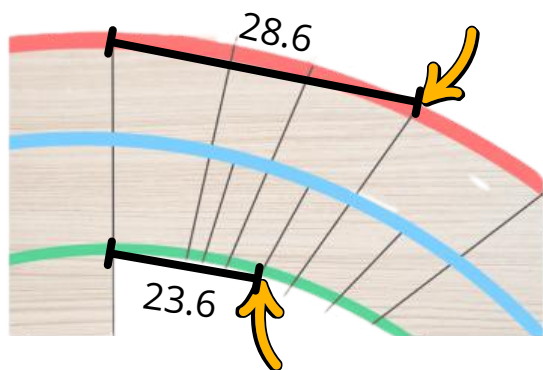
- Suivre précisément l'arc du diamètre en tête jusqu'à son intersection avec l'axe.
- Cette découpe doit être réalisée avec soin pour garantir une courbure fluide et sans irrégularités.

Résultat Attendu



Vérifications Avant de Passer à l'Étape Suivante

- Les dimensions et angles sont précis .
- Les découpes sont propres, précises et conformes aux tracés.
- Les courbes du bouge et de la tête sont bien respectées.



Choisir Deux Traits Alignés

- Sélectionner un trait sur l'arc de tête.
- Sélectionner **le trait suivant immédiat** sur l'arc de bouge (et non un trait plus éloigné).

Mesurer les Distances Correspondantes

- Mesurer la distance entre l'axe central et le trait choisi sur l'arc de tête.
- Mesurer la distance entre l'axe central et le trait directement suivant sur l'arc de bouge.

Calculer le Coefficient Réducteur

$$K = \frac{\text{Distance mesurée sur l'arc de tête}}{\text{Distance mesurée sur l'arc de bouge}}$$

Vérifier la Cohérence des Valeurs

Résumé Simplifié :

- ✓ Si $K_{\text{mesuré}} \approx K_{\text{initial}}$ → Le tracé est correct, la clef est valide.
- ✗ Si $K_{\text{mesuré}} \neq K_{\text{initial}}$ → Erreur dans le tracé, nécessite une correction.

Exemple Concret de Vérification de la Clef de Jointage pour une Barrique de 225L

Contexte :

Nous avons une barrique de 225L avec :

- Diamètre en tête : 57 cm
- Diamètre en bouge : 69 cm
- Coefficient réducteur théorique : $K = \frac{R_t}{R_b} = \frac{28.5}{34.5} \approx 0.826$

L'objectif est de vérifier la précision de la clef de jointage avant son utilisation.

1 Étape 1 : Mesurer la Distance Réelle sur la Clef

- 1 Placer la clef sur une surface plane et bien stabilisée.
- 2 Avec une règle graduée ou un pied à coulisse, mesurer la distance entre :
 - L'axe central et un trait sur l'arc de tête → ex. 23.6 cm
 - L'axe central et le trait correspondant sur l'arc de bouge → ex. 28.6 cm

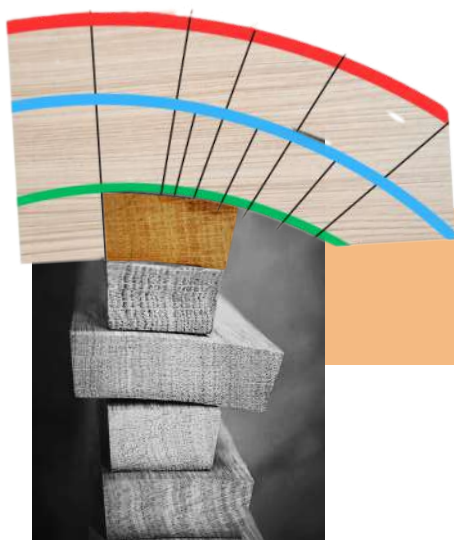
2 Étape 2 : Calcul du Coefficient Réducteur Mesuré

Formule :

$$K_{\text{mesuré}} = \frac{\text{Distance mesurée sur l'arc de tête}}{\text{Distance mesurée sur l'arc de bouge}}$$
$$K_{\text{mesuré}} = \frac{23.6}{28.6} = 0.825$$

3 Étape 3 : Comparaison avec le Coefficient Théorique

- ✓ Si $K_{\text{mesuré}} \approx K_{\text{théorique}}$ (ex. : $0.825 \approx 0.826$)
 - ➔ Le tracé est correct, la clef est validée.
- ✗ Si $K_{\text{mesuré}} \neq K_{\text{théorique}}$ (écart supérieur à 0.01)
 - ➔ Erreur détectée, nécessite une correction (ponçage léger, ajustement du tracé).

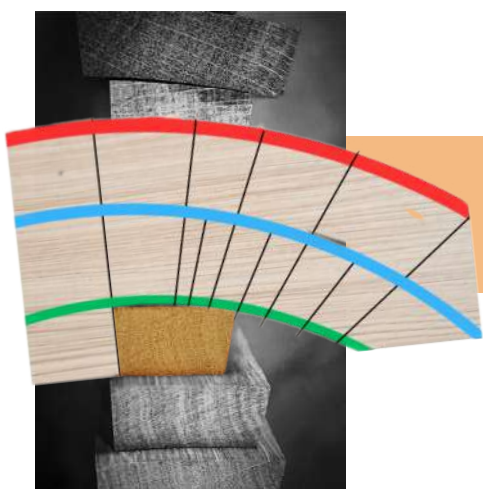


✦ Vérification de l'Utilisation de la Clef de Jointage - Exemple 1

Dans l'exemple ci-contre, la clef de jointage est placée sur une douelle pour contrôler son positionnement.

- ✓ On observe que la largeur en tête de la douelle se situe entre le 4^e et le 5^e trait de la clef.
- ✓ En appliquant la règle de proportion, la largeur en bouge de cette même douelle doit alors être positionnée entre le 5^e et le 6^e trait.

L'angle de la douelle est bien plaqué sur l'axe central de la clef, garantissant ainsi un alignement correct et une répartition homogène des douelles.



✦ Vérification de la Clef de Jointage - Exemple 2

Dans l'exemple ci-contre, la douelle est positionnée de manière à ce que sa largeur en tête corresponde exactement au 4^e trait de la clef de jointage.

- ✓ Selon la logique de proportionnalité, la largeur en bouge de cette même douelle doit alors se situer sur le 5^e trait de la clef.

L'angle de la douelle est plaqué sur l'axe central de la clef, garantissant un alignement précis et un bon positionnement pour assurer une répartition régulière des douelles autour du fût.

📌 Avantages et Inconvénients du Calibre de Jointage

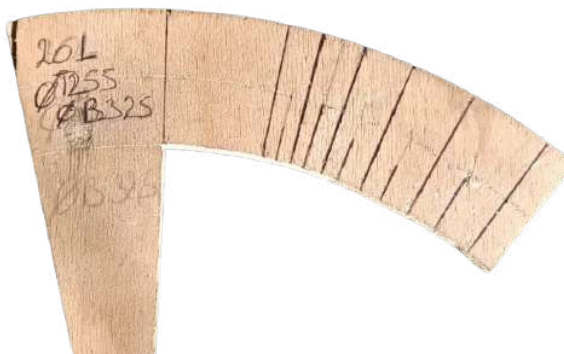
L'utilisation du **calibre de jointage** présente **des avantages** et **des inconvénients** qu'il est important de connaître pour optimiser son usage.

✅ Avantages du Calibre

- ✓ **Tracé rapide** → Permet de marquer rapidement les repères nécessaires au jointage des douelles.
- ✓ **Simplicité d'utilisation** → Facile à manipuler, il ne nécessite pas d'ajustement complexe.
- ✓ **Outil accessible** → Ne demande pas de calculs avancés ou de réglages précis pour être utilisé efficacement.

❌ Inconvénients du Calibre

- ⚠️ **Précision limitée** → Le tracé manque de finesse, ce qui peut engendrer des variations.
- ⚠️ **Dépendance au dolage en tête** → La seule référence prise en compte est **le dolage en tête**, ce qui peut conduire à des écarts au niveau du bouge.





*À vous de mettre en
pratique et de
perfectionner votre
savoir-faire !*