

# 0

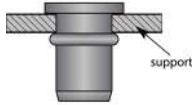
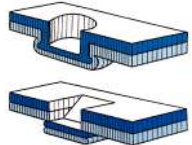
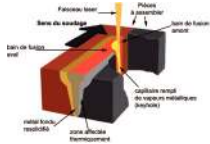
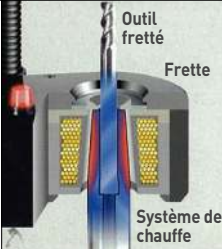
## Approche technico- économique

# 0.1 Approche des technologies

## Assemblage non démontable (sauf par destruction des éléments assemblés)

### Sans élément rapporté




0.1-1

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Sertissage</b>		Le sertissage est une technique d'assemblage par déformation mécanique à froid d'un métal.	Un des éléments à assembler doit être métallique.	Un outil adapté est souvent nécessaire (pince par exemple).
<b>Clinchage</b>		Le clinchage permet d'assembler des tôles et des profilés par déformation locale et à froid des matériaux. Point de clinchage rond et par déformation pour assemblage étanche. Point de clinchage rectangulaire avec découpe pour matériaux durs et inox.	Deux ou plusieurs tôles métalliques de différentes natures, sans ou avec revêtement de surface tels que peinture, laque, plastique, métal.	Accès des deux côtés des pièces à assembler. Poinçon + matrice adaptés. De la pince portative jusqu'à l'équipement automatique. Pas de préparation (perçage) des pièces à assembler.
<b>Soudage (sans élément d'apport)</b>		Le soudage (sans élément d'apport) est un assemblage par fusion des matériaux qui assure ainsi une liaison par une continuité de la matière au niveau atomique. Le soudage peut s'effectuer par points ou par cordon.	Dépend des propriétés métallurgiques des deux matériaux. Les supports doivent être propres.	Différentes techniques existent (laser, plasma, arc,...).
<b>Frettage</b>		Le frettage est l'assemblage de deux pièces grâce à un ajustement serré. La pièce extérieure est appelée «frette», la pièce intérieure est dite «frettée».	L'assemblage est réalisé avec des tolérances d'usinage qui interdisent son montage à la main.	La solution d'assemblage la plus simple, quand elle est possible sans détérioration du matériau, est de chauffer la frette pour la dilater avant de l'enfiler sur l'élément qu'il faut fretter. On peut à l'inverse refroidir l'élément intérieur à l'azote liquide ou à la glace carbonique pour le contracter et l'engager dans la frette. Dans certains cas, on réalise l'emmanchement cylindrique ou conique à la presse.

# Assemblage non démontable (sauf par destruction des éléments assemblés)

## Avec élément rapporté





0.1-2

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Soudage</b> (avec élément d'apport)		Le soudage est un assemblage par fusion des matériaux avec un élément d'apport qui assure ainsi une liaison par une continuité de la matière au niveau atomique.	Dépend des propriétés métallurgiques des deux matériaux. Les supports doivent être propres.	Différentes techniques existent : laser, plasma, arc, semi-automatique...
<b>Brasage</b>		Le brasage est l'assemblage de deux matériaux à l'aide d'un métal d'apport ayant une température de fusion inférieure à celle des métaux à assembler.	Adapté aux alliages légers.	Métal d'apport : cuivre, laiton, argent...
<b>Collage</b>		Le collage est l'assemblage par un mécanisme d'adhérence d'un matériau d'apport (adhésif de type polymère) sur les surfaces à assembler. La cohésion de l'assemblage est obtenue après durcissement de l'adhésif.	Plutôt pour des liaisons sollicitées en cisaillement. La préparation des surfaces est très importante pour la qualité du collage. Tenue en température limitée à 200 / 250°C.	Différents systèmes de dépose de la colle existent : pulvérisation, extrusion, rouleaux encolleurs... Durcissement de la colle à température ambiante ou à chaud (maximum 150 / 200°C).

# Assemblage non démontable (sauf par destruction de la fixation)

## Rivetage






0.1-3

Typologie	Illustration	Descriptif	Pièces à assembler	Mise en œuvre
<b>Rivet aveugle à rupture de tige (non structurel)</b>		Ce rivet est formé d'un corps et d'une tige. Il permet d'assembler des tôles minces par la déformation du corps générée par la traction de la tige. A la fin du rivetage, la tige se rompt et seule sa tête reste à l'intérieur du corps formant la contre-tête. Il existe en de nombreux matériaux. <b>Diamètres de 2 à 6,4 mm</b>	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur qui peuvent être de différentes natures (tôles revêtues ou non, plastiques). Plutôt pour assemblages en cisaillement et non fortement sollicités.	Pose en aveugle possible (accès d'un seul côté des pièces à assembler). Pose au moyen de pince portative jusqu'à l'équipement automatique. Perçage préalable des pièces à assembler nécessaire.
<b>Rivet aveugle de structure</b>		Ce rivet est formé d'un corps et d'une tige. Il permet d'assembler des tôles par la déformation du corps générée par la traction de la tige. A la fin du rivetage, la tige se rompt et reste verrouillée dans le corps du rivet, participant à sa résistance au cisaillement. Ce rivet a également une résistance plus importante à la traction. <b>Diamètres de 4,8 à 12,7 mm</b>	Deux ou plusieurs tôles minces ou épaisses qui peuvent être de différentes natures, revêtues ou non.	Pose en aveugle possible (accès d'un seul côté des pièces à assembler). Pose au moyen d'un outil portable jusqu'à l'équipement automatisé. Perçage préalable des pièces à assembler nécessaire.
<b>Rivet de type aéronautique</b>		Ce rivet est en général formé de 3 composants : une douille, une tige et une bague de verrouillage. Il permet d'assembler des tôles par la déformation du corps générée par la traction de la tige. A la fin du rivetage, la tige se rompt de façon affleurante avec la tête du rivet et reste verrouillée dans le corps par le biais de la bague de verrouillage, participant à la résistance au cisaillement. Ces rivets existent avec des têtes protubérantes et affleurantes	Deux ou plusieurs tôles minces ou épaisses qui peuvent être de différentes natures (acier, aluminium, titane, composite,...) revêtues ou non. Nécessite un perçage ajusté. Reprise d'effort en cisaillement et tenue aux vibrations dans des zones moyennement sollicitées.	Pose en aveugle possible (accès d'un seul côté des pièces à assembler). Pose au moyen d'un outil portable jusqu'à l'équipement automatisé. Perçage préalable des pièces à assembler nécessaire.
<b>Rivet foré</b>		Ce rivet est constitué d'une seule pièce. Il permet d'assembler des tôles minces par la déformation (bouterollage) de la contre-tête durant le rivetage.	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur qui peuvent être de différentes natures (tôles revêtues ou non, plastiques). Plutôt pour assemblages en cisaillement et non fortement sollicités.	Pose avec accès des deux côtés des pièces à assembler. Sertissage des rivets en manuel (machine fixe) ou à alimentation automatique. Perçage des pièces à assembler avec une bonne précision.

# Assemblage non démontable (sauf par destruction de la fixation)

## Rivetage



0.1-3

Typologie	Illustration	Descriptif	Pièces à assembler	Mise en œuvre
<b>Rivet creux</b>		Ce rivet est constitué d'une seule pièce. Il permet d'assembler des tôles minces par la déformation (bouterollage) de la contre-tête durant le rivetage.	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur qui peuvent être de différentes natures (tôles revêtues ou non, plastiques). Tenue mécanique faible.	Pose avec accès des deux côtés des pièces à assembler. Serissage des rivets en manuel (machine fixe) ou à alimentation automatique. Perçage des pièces à assembler avec une bonne précision.
<b>Rivet plein</b>		Ce rivet est constitué d'une seule pièce massive. Il permet d'assembler des pièces métalliques par déformation de l'extrémité du rivet (bouterollage) à froid ou à chaud (technique utilisée pour la tour Eiffel par exemple). Ce rivet a une très bonne résistance au cisaillement.	Deux ou plusieurs pièces métalliques. Nécessité d'accès des deux côtés.	Pose à chaud des rivets avec une presse de rivetage ou par matériel lourd automatisé. Poinçonnage préalable des pièces à assembler nécessaire.
<b>Rivet sur aiguille</b>		Ce rivet est formé d'un seul composant. Le rivet est creux. Il permet d'assembler des tôles grâce à la déformation engendrée par la traction d'une aiguille de mandrinage unique au travers des rivets. Le rivet est serti lorsque l'aiguille de traction a traversé totalement le corps du rivet.	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur, tôles ou plastiques de différentes natures, sans ou avec revêtement de surface, tels que peinture, laque, plastique, métal. Faible résistance au cisaillement.	Pose en aveugle, accès d'un seul côté des pièces à assembler. De l'outil portable jusqu'à la pose en alimentation automatique. Perçage des pièces à assembler, avec une qualité de perçage de précision moyenne.
<b>Rivet auto-poinçonneur</b>		Le principe consiste à faire pénétrer un rivet creux par poinçonnage dans la(les) première(s) tôle(s), puis à le faire s'évaser dans le support inférieur sans le perforer. Le point d'assemblage est réalisé ainsi en une seule opération.	Deux ou plusieurs tôles de différentes natures, sans ou avec revêtement de surface tels que peinture, laque, plastique, métal. Dépend des propriétés des tôles à assembler.	Accès des deux côtés des pièces à assembler. Poinçon + matrice adaptés. De la simple presse jusqu'à l'équipement automatique. Pas de perçage des pièces à assembler.
<b>Rivet à expansion</b>		Le rivet est formé d'un ou plusieurs composants plastiques ou métalliques. La tête du rivet est enfoncée ce qui provoque la déformation du corps et verrouille le rivet dans les supports.	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur qui peuvent être de différentes natures (tôles revêtues ou non, plastiques). Faible tenue mécanique.	Pose en aveugle possible (accès d'un seul côté des pièces à assembler). Mise en place généralement manuelle, à l'aide d'un marteau. Perçage préalable des pièces à assembler.

## Assemblage non démontable (sauf par destruction de la fixation)



### boulon à sertir

0.1-4

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Boulon à sertir avec rupture de tige</b>		Boulon à sertir de type lockbolt, formé d'un corps de boulon à sertir et d'une bague de sertissage. <b>Diamètres de 4,6 à 36 mm.</b>	Fixation et outillage spécifique. Classe de qualité équivalente à 8.8 ou 10.9. Pour construction métallique.	Outillage pneumatique ou hydraulique adapté au diamètre et type de lockbolt (la bouterolle de l'outil vient déformer et sertir la bague sur les gorges de verrouillage de la tige). Outillage (coupe-bague) pour le démontage.
<b>Boulon à sertir sans rupture de tige</b>		Boulon à sertir de type lockbolt (certifié DiBt). Résistance à la corrosion améliorée car tige "non cassante". <b>Diamètres de 4,8 à 25,4 mm.</b>	Fixation et outillage spécifique. Classe de qualité équivalente à 8.8 ou 10.9. Pour construction métallique (dont châssis, remorque, camion)	Outillage pneumatique ou hydraulique adapté au diamètre et type de lockbolt (même principe de pose). Outillage (coupe-bague) pour le démontage.

### Clouage, agrafage






0.1-5

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Agrafes</b>		Deux principes : - agrafage en aveugle : sous l'effet d'une force appliquée par un outil spécifique, l'agrafe traverse les matériaux à assembler et les maintient en position, - agrafage avec bouterollage des deux pointes de l'agrafe, après avoir traversé les matériaux à assembler.	Nature, épaisseur et dureté des matériaux à assembler (bois, métal,...).	De la simple agrafeuse manuelle jusqu'à l'équipement automatique. Pas de perçage des pièces à assembler.
<b>Clous</b>		Dans supports métalliques, bois, béton.	Pas d'utilisation en mécanique.	Par pisto-scellement.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée mâle





0.1-6

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Vis à métaux métrique ISO</b>		La vis, constituée d'une seule pièce, se compose d'un corps cylindrique partiellement ou entièrement fileté (selon norme ISO), d'une tête formant une surface d'appui et d'un système d'entraînement (hexagone, fente, empreinte cruciforme,...) permettant d'appliquer un couple de serrage.	La classe de qualité de la vis et le serrage appliqué doivent être adaptés aux sollicitations et à la nature des matériaux serrés.	A monter dans un taraudage ou avec un écrou. Le serrage est appliqué avec des outils traditionnels (tournevis, clé), à la visseuse électrique, pneumatique ou avec des systèmes automatisés.
<b>Vis à métaux non métrique</b>		La vis, constituée d'une seule pièce, se compose d'un corps cylindrique partiellement ou entièrement fileté, d'une tête formant une surface d'appui et d'un système d'entraînement (hexagone, fente, empreinte cruciforme,...) permettant d'appliquer un couple de serrage.	La classe de qualité (grade) de la vis et le serrage appliqué doivent être adaptés aux sollicitations et à la nature des matériaux serrés. L'ensemble des éléments de la fixation (rondelle et écrou) doit être compatible avec la vis.	A monter dans un taraudage ou avec un écrou. Le serrage est appliqué avec des outils traditionnels (tournevis, clé), à la visseuse électrique, pneumatique ou avec des systèmes automatisés.
<b>Vis autotaraudeuse</b>		Élément constitué d'une tête de différentes formes et d'un corps dont la conception du filetage est spécialement développée pour tarauder le trou du support pré-percé.	Les meilleures performances sont obtenues avec une conception adéquate du ou des bossages.	Le diamètre de perçage de l'avant-trou sur les éléments à assembler est prédéfini en fonction du diamètre de la vis.
<b>Vis autoformeuse</b>		Élément constitué d'une tête de différentes formes et d'un corps dont la conception du filetage (extrémité conique) est spécialement développée pour assurer le centrage de la vis et faciliter le formage. La zone autoformée est exempte de tensions résiduelles liées à l'élasticité du matériau.	Préconisée pour l'assemblage de pièces en matériau thermoplastique.	Pour optimiser l'assemblage, la réalisation d'un bossage avec perçage prédéfini en fonction du diamètre de la vis est nécessaire. Emploi de visseuses électriques ou pneumatiques.
<b>Vis autoperceuse</b>		Concept identique à la vis autotaraudeuse avec rajout sur l'extrémité du filetage d'une pointe foreuse de type courte ou longue.	Fixation de renforts métalliques en acier ou alu.	La vis perce elle-même son trou et taraude ensuite les éléments à fixer. Emploi de visseuses électriques ou pneumatiques avec limiteur de course et/ou limiteur de couple.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée mâle

0.1-6 suite






Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Vis à tôle</b>		Élément constitué d'une tête de différentes formes et d'un corps dont le filetage conçu avec un profil spécifique est spécialement développé pour l'assemblage par vissage direct dans le trou du support pré-percé. L'extrémité du filetage peut être réalisée suivant deux critères de choix : - bout plat, - bout pointu.	Les éléments à assembler doivent être de faibles épaisseurs. Contrainte à l'arrachement limitée.	Le diamètre de perçage de l'avant-trou sur les éléments à assembler est prédéfini en fonction du diamètre de la vis.
<b>Vis pour matériaux tendres</b>		Élément constitué d'une tête de différentes formes renforcée à sa base et d'un corps dont le filetage est conçu pour obtenir des performances au niveau du couple de vissage.	Support tendre tel que bois, aggloméré, plastique...	La vis perce elle-même son trou et taraude ensuite les éléments à fixer. Emploi de visseuses électriques ou pneumatiques.
<b>Goujon, tige fileté</b>		Élément fileté solidarisé sur pièce support par vissage.	La classe de qualité du goujon doit être adaptée aux sollicitations. Longueur d'implantation selon caractéristiques du support.	Permet d'assurer un serrage avec un écrou. Le serrage est appliqué avec des outils traditionnels (tournevis, clé), à la visseuse électrique, pneumatique ou des systèmes automatisés.
<b>Goujon à souder</b>		Élément fileté solidarisé sur une tôle par soudage.	La résistance de l'assemblage dépend du matériau du goujon et de la résistance mécanique du point de soudure. Le soudage altère localement l'aspect support.	Nécessite un équipement de pose adapté. L'opération peut être automatisée. Se monte sur des tôles nues en acier.



# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée mâle







0.1-6 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Vis, goujon à sertir</b>		Élément fileté solidarisé sur une tôle par déformation à froid sous l'effet d'une pression mécanique.	Tôle avec ou sans revêtement. Épaisseur et dureté de la tôle. Le couple de serrage doit rester faible pour ne pas désolidariser le goujon de la tôle support.	Montage sous presse dans un trou percé ou poinçonné de dimensions précises.
<b>Vis sans tête</b>		Élément fileté sur toute sa longueur comportant sur une de ses extrémités une empreinte de type fendue ou 6 pans et à l'opposé une extrémité à bout plat, cuvette, téton, conique.	A utiliser uniquement en compression, réglage.	Tournevis, clé 6 pans visseuse électrique munie d'un embout.
<b>Vis à embase</b>		La vis, constituée d'une seule pièce, se compose d'un corps cylindrique partiellement ou entièrement fileté, d'une tête hexagonale à embase cylindro-tronconique formant une surface d'appui élargie.	La classe de qualité de la vis et le serrage appliqué doivent être adaptés aux sollicitations et à la nature des matériaux serrés. L'embase peut être lisse ou crantée.	A monter dans un taraudage ou avec un écrou. Le serrage est appliqué avec des outils traditionnels (tournevis, clé), à la visseuse électrique, pneumatique ou avec des systèmes automatisés. Évite de monter une rondelle sous tête.
<b>Vis à rondelle imperdable</b>		La vis se compose d'un corps cylindrique partiellement ou entièrement fileté, d'une tête formant une surface d'appui et d'un système d'entraînement (hexagone, fente, empreinte cruciforme,...) permettant d'appliquer un couple de serrage. Une rondelle imperdable est mise en place avant la réalisation du filetage.	La classe de qualité de la vis et le serrage appliqué doivent être adaptés aux sollicitations et à la nature des matériaux serrés.	Montage sécurisé d'un ensemble vis + rondelle sous tête avec gain de productivité (temps de montage).
<b>Vis pour béton</b>		En vissant dans le trou de perçage, le filet déforme une dépouille arrière et réalise un verrouillage de forme sans pression d'écartement. Nombreuses formes de tête.	Utilisation pour béton, brique, parpaing plein ou creux, pierre naturelle. Nettoyage du trou de perçage avant vissage.	Pas de machine spéciale. Pas de contrôle de couple de serrage. Pas de cheville.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée femelle




0.1-7

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Ecrou métrique ISO</b>		De forme hexagonale ou carrée, comportant en son centre un taraudage permettant d'assurer la manœuvre de serrage.	L'écrou doit être adapté à la classe de qualité de la vis.	De la pose manuelle jusqu'à la pose automatique. Utilisation de clé adaptée à la dimension de l'écrou.
<b>Ecrou non métrique</b>		De forme hexagonale ou carrée, comportant en son centre un taraudage permettant d'assurer la manœuvre de serrage.	L'écrou doit être adapté à la classe de qualité de la vis.	
<b>Ecrou autofreiné</b>		Sur la base d'un écrou avec taraudage de conception différente pour assurer un autofreinage sur la vis. Le taraudage peut être de forme oblong, avec fente ou double fentes superposées ou comportant à l'entrée du filet une bague nylon.	Sur élément à serrer comportant un revêtement. Détruit légèrement la surface lors du vissage d'où une diminution de sa résistance à la rouille rouge.	
<b>Ecrou à souder</b>		De forme hexagonale ou carrée, comporte en son centre un taraudage muni ou non d'un pion de centrage pour positionnement et sur son embase des plots de soudage.	Indémontable.	Soudage par points ou en continu.
<b>Ecrou cage</b>		Ecrou enfermé dans une cage métallique à clipper. Facilite les assemblages ultérieurs grâce au pré-positionnement de l'écrou et à son maintien pendant le serrage de la vis.	Prévoir un poinçonnage plus important que celui nécessaire au passage de la vis.	Contrainte de mise en œuvre : poinçonnage de forme non ronde. Nécessite un outil simple pour la mise en place.
<b>Ecrou tôle</b>		Les écrous en tôle remplacent avantageusement les écrous forgés, pour des assemblages moins sollicités. Deux types d'écrous à pincer sur panneaux métalliques ou plastiques : - à empreinte (utilise des vis à tôle) pour assemblage léger, - à fût taraudé (utilise des vis métriques) pour contraintes plus élevées.	Se monte sur des panneaux de 0,5 à 4 mm d'épaisseur.	Montage manuel par poussée sur le bord du panneau.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée femelle

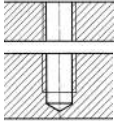



0.1-7 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Ecrou à sertir (écrou noyé)</b>		Le principe consiste à solidariser l'écrou sur la tôle par formation à froid d'un bourrelet du côté opposé à la l'insertion. On réalise ainsi l'insertion du taraudage sans détérioration/déformation de la tôle.	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur, tôles ou plastiques de différentes natures, sans ou avec revêtement de surface tels que peinture, laque, plastique, métal. Une fonction rivetage peut être assurée lors du sertissage de l'écrou.	Pose en aveugle. Perçage ou poinçonnage des pièces nécessaires. Equipement de pose allant de l'outil manuel à la pose automatique.
<b>Ecrou, vis et colonnette à sertir</b>		L'écrou est inséré dans la tôle par presse. Sous l'effort, la tôle se déforme puis l'écrou lui-même est déformé pour immobiliser l'ensemble.	Epaisseur et nature des matériaux sur lequel il est installé. Précision du logement.	Généralement automatique. Sous presse, outillage adapté au produit et à l'épaisseur et la nature des supports. Accès des 2 côtés du support impératif.
<b>Ecrou auto-poinçonneur</b>		Ecrou autopoinçonneur. Ecrou autosertisseur. Peut être posé en temps masqué lors de l'emboutissage de la tôle en un seul coup de presse. Pose en une seule opération sans préparation préalable de la tôle. Grande précision de positionnement. Exigences remplies en termes de tenue au couple et de résistance axiale à l'arrachement.	Limites de positionnement de l'écrou par rapport aux emboutis et à l'environnement de la pièce client. Auto poinçonneur sur tôle de 1 à 2,5 mm.	Nécessite l'intégration du matériel de pose dans les outils de presse et le recours à une distribution automatique.

# Assemblage démontable

## Vissage - Partie fileté femelle






0.1-8

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Taroudage</b>		Le taraudage est un filetage intérieur (femelle) réalisé par usinage ou par déformation (refoulement de matière) dans un trou débouchant ou borgne selon les dimensions définies par les normes ISO.	Les dimensions du taraudage conditionnent la résistance à l'arrachement en fonction des caractéristiques du matériau.	Permet de recevoir un élément fileté mâle (vis, goujon) de diamètre nominal et de pas identique.
<b>Renforcement de taraudage</b>		Renforcement du taraudage par ajout d'insert tels que : 1. Filet rapporté : fil losange enroulé, installé par rotation dans un trou taraudé. Le maintien en place est assuré par la pression du fil sur les flancs du taraudage. 2. Douille taraudée: installée dans un trou taraudé. Le maintien en position est assuré par l'insertion de 2 barrettes diamétralement opposées. 3. Douille autotaraudeuse.	Les inserts sont généralement utilisés dans des matériaux tendres tels que les alliages d'aluminium, plastiques, bois, etc. Utilisation possible aussi dans des pièces de fonderie à haute valeur ajoutée, permet la réparation.	1. Filet rapporté : trou taraudé, cotes spécifiques précises. 2. Douille taraudée : trou taraudé, cotes spécifiques ou normalisées. 3. Douille autotaraudeuse : logement non taraudé, percé ou moulé. Pour les trois inserts, mise en place par outil manuel jusqu'à équipement automatique.
<b>Fluoperçage</b>		Procédé de perçage par l'intermédiaire d'un outil céramique type fluoperceur : - à araser, - standard monobloc, - spécial. Excellente qualité du diamètre fluoperçé. Absence totale de calamine. Outil réaffûtable. Aucune lubrification.	Ne peut être utilisé que pour des perçages en série où le degré de précision se situe sur des intervalles de tolérances très faibles.	La réalisation s'effectue sur perceuse à colonnes ou machine CNC.
<b>Insert pour matériaux tendres</b>		Ecrous à insérer dans les matières plastiques après moulage. Il existe différents profils d'inserts adaptés à différentes technologies d'insertion : - par procédé thermique pour thermoplastiques, - par ultrasons pour thermoplastiques, - par vissage autotaraudeur pour thermoplastiques et thermodurcissables, - par expansion pour thermoplastiques et thermodurcissables. Il existe aussi des inserts de surmoulage qui sont des écrous à insérer dans le moule avant injection.	La forme de l'insert et la technologie d'insertion sont à adapter en fonction de la nature du plastique.	Logements percés ou moulés pour les inserts «après-moulage». L'installation sera faite selon le type de produit par mise en température, ultrasons, vissage ou presse au moyen de machines adaptées.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée mâle + femelle




0.1-9

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Boulon</b>		Ensemble constitué d'une vis, d'un écrou et éventuellement d'une ou deux rondelles, créant une liaison complète et démontable entre les pièces qu'il traverse. Le serrage doit permettre d'éviter tout glissement ou décollement.	Différentes classes de qualité définies selon ISO 898-1 et ISO 898-2 ou ISO 3506-1 et ISO 3506-2. Nécessite un encombrement adapté pour positionner la vis et l'écrou et les moyens de serrage, avec accès des deux côtés.	Vissage et serrage (généralement de l'écrou) par l'intermédiaire d'une clé ou visseuse de type électrique ou pneumatique.
<b>Boulon de construction métallique et bois non-précontraint</b>		Boulon de construction métallique (SB) non destiné à précontrainte, devant répondre aux normes EN 15048-1 et -2, à la réglementation européenne (DPC/RPC) et avec un marquage CE.	Classe de qualité de 4.6 à 10.9, revêtu ou non, et acier inoxydable.	Vissage et serrage à appliquer conformément aux notifications et prescriptions techniques européennes.
<b>Boulon de construction métallique précontraint</b>		Boulon de construction métallique (HR ou HV) apte à la précontrainte, devant répondre aux normes EN 14399-1, -2 et autres parties, à la réglementation européenne (DPC/RPC) et avec un marquage CE.	Classe de qualité de 8.8 ou 10.9, bruts ou galvanisés à chaud.	Clé large. Visage et serrage à appliquer conformément aux notifications et prescriptions techniques européennes et relatives au système (HR ou HV) choisi.
<b>Boulon de construction métallique à précontrainte calibrée</b>		Boulon de construction métallique HRC apte à la précontrainte, devant répondre aux normes EN 14399-1, -2 et -10, à la réglementation européenne (DPC/RPC) et avec un marquage CE.	Classe de qualité 10.9, bruts ou galvanisés à chaud ou zinc lamellaire.	Clé large. Visage et serrage avec une visseuse électrique spéciale, la rupture de l'embout fusible se produisant au niveau de précontrainte conforme aux prescriptions techniques européennes et relatifs au système HR.
<b>Tige d'ancrage</b>		Tige acier formée sur une extrémité d'une anse en forme de canne ou d'une queue de carpe et à son opposé d'une longueur filetée.	Pour fixation lourde.	Canne ou queue de carpe scellée au sol pour fixation sur longueur filetée.

# Assemblage démontable



## Vissage - Fixation filetée mâle + femelle

0.1-9 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Etrier</b>		Tige acier cintrée ou pliée à 180° suivant un entraxe donné comportant à chacune de ses extrémités une longueur filetée.	Fixation de maintien ou de positionnement.	Pour fixation tube ou câble sur glissière ou cornière pré-percée.
<b>Visserie métallo-plastique</b>		La tête de vis ou la forme extérieure de l'écrou sont en matières plastiques de différentes natures surmoulées sur un goujon ou insert métallique (laiton ou acier). Les possibilités de coloris et de formes sont nombreuses et permettent de s'adapter à un design ou à son environnement.	La résistance du filetage donnée par le goujon ou l'insert métallique est réduite par la résistance de la matière plastique de l'élément de manœuvre.	Généralement montées à la main. A monter avec vis ou écrous métalliques normalisés ISO.
<b>Visserie en plastique</b>		Vis, écrous et rondelles de tous types, toutes normes, réalisées en différentes matières plastiques. Les possibilités de coloris sont nombreuses et permettent de s'adapter à un design ou un environnement.	Résistance mécanique faible par rapport aux vis acier.	Montage avec outils traditionnels, tournevis, clé, installation manuelle ou automatique. Les vis sont identiques aux vis ISO métriques. A monter dans écrou ou taraudage plastiques ou métalliques. Les écrous sont identiques aux écrous ISO métriques. A monter avec des vis ou goujons plastiques ou métalliques.

## Compléments d'assemblage - Élément de fixation complémentaire






0.1-10

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Rondelle de serrage</b>		Les rondelles sont principalement conçues pour répartir la force d'un écrou ou d'une vis sur la pièce à fixer. Elles peuvent être de différentes largeurs et épaisseurs.	A éviter lors de fortes précontraintes exigées en tension sur la vis.	Manuelle ou automatique.
<b>Rondelle de serrage s'opposant au dévissage</b>		Les rondelles sont conçues pour procurer à un assemblage par vis ou boulon une force précontrainte élastique qui réduit significativement les risques de desserrage intempestif. Elles sont souvent équipées de cannelures sous tête pour résister au desserrage.	A éviter sur matériau tendre.	Manuelle ou automatique.

# Assemblage démontable

## Compléments d'assemblage - Elément de fixation complémentaire


0.1-10 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Rondelle de blocage à effet de pente</b>		La rondelle est constituée d'une paire de rondelles identiques utilisant l'effet de plans inclinés. Une des faces possède des cames dont l'angle est supérieur à celui du pas de vis, l'autre une denture radiale. Les deux rondelles sont montées et pré-assemblées cames contre cames.	Ne pas utiliser sur rondelle plate, non bloquée en rotation.	Manuelle. Couple de serrage spécifique.
<b>Rondelle ressort</b>		Acier ressort de type couronne en forme de cônes aplatis. Peut être utilisée seule ou assemblée.	Utilisation de type statique : (rondelle type «Belleville») ou utilisation de type dynamique : ISO 2093 - 3 ou 4 éléments.	Assure lors d'une mise en compression une réserve d'énergie élastique pour maintenir le serrage appliqué.
<b>Rondelle de compensation</b>		Ces rondelles élastiques sont conçues pour compenser un jeu axial ou transmettre un effet ressort afin de diminuer la pression spécifique imprimée au support.	Limitation en effort.	Manuelle.
<b>Rondelle d'étanchéité</b>		Composées d'une rondelle conique en acier et d'un joint en fibre ou élastomère.	Bonne adéquation de serrage nécessaire : suffisant pour obtenir l'étanchéité, limité pour éviter la fragilisation de l'élément support.	Manuelle. Utilisation privilégiée dans le domaine du bâtiment.
<b>Entretoise</b>		Les entretoises permettent de supporter les efforts de compression sur des assemblages dans des matériaux tendres ou ayant un fluage important (exemple polymères). Fiabilise la tenue en tension dans l'assemblage vissé.	Valeur de résistance mécanique en compression et fluage en fonction de l'épaisseur de l'entretoise et du couple de serrage.	Assemblage : - soit par surmoulage fente jointive et/ou pointe diamant, - soit par emmanchement mécanique élastique.

# Assemblage démontable




## Fonctions complémentaires

0.1-11

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Autofreinage d'une fixation vissée</b>		<p>La fonction de freinage permet d'empêcher ou retarder le dévissage.</p> <p>Elle peut être obtenue de trois manières :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- freinage par déformation mécanique sur filets (par déformation du métal de l'écrou, ou par un élément non métallique inséré dans l'écrou ou dans la vis) ;</li> <li>- freinage mécanique faible par patch (dépôt d'un point ou trait de polyamide) ;</li> <li>- freinage par enduction (chimique).</li> </ul> <p>Certaines enductions sont non démontables sans destruction de la fixation ou du support.</p>	<p>La perte de l'élément de fixation par dévissage ne sera pas immédiate, après une perte de tension.</p> <p>Ceci facilite la détection de la défaillance avant dévissage total ou la rupture.</p> <p>L'environnement thermique limite la plage d'utilisation des produits freinés chimiquement ou avec élément non métallique.</p>	<p>La fonction d'autofreinage mécanique est apportée aux éléments de fixation (vis, écrous...) lors de leur processus de fabrication.</p> <p>La fonction d'autofreinage chimique est apportée aux éléments de fixation soit par pré-enduction lors de leur processus de fabrication, soit par application au montage.</p>

## Chevillage

0.1-12







Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Cheville de structure</b>		<p>Une cheville plastique, métallique ou chimique permet de réaliser un ancrage dans un matériau support. Il existe trois principes d'ancrage des chevilles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- par frottement,</li> <li>- par verrouillage de forme,</li> <li>- par collage.</li> </ul> <p>On distingue les chevilles femelles, qui sont mises en place avant la pièce à fixer, des chevilles mâles, qui sont mises en place au travers de la pièce à fixer.</p>	<p>La qualité du matériau support a un rôle essentiel dans les performances de l'ancrage.</p> <p>Les distances aux bords, les entraxes et la profondeur d'ancrage sont également des conditions indispensables à la qualité de la fixation.</p> <p>Certaines chevilles chimiques sont non démontables sans destruction de la fixation ou du support.</p>	<p>Chaque type de fixation peut avoir son propre mode de pose. Il est indispensable de respecter les instructions données par le fabricant.</p> <p>Le dépoussiérage et le serrage au couple, par exemple, sont des étapes de la mise en œuvre à ne pas négliger.</p>
<b>Cheville légère</b>				
<b>Cheville chimique</b>				



# Assemblage démontable

## Blocage




0.1-13

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Goupille cylindrique</b>				
<b>Goupille conique</b>		Lopin cylindrique ou conique ou comportant 3 cannelures suivant 3 génératrices à 120°.	Implique un perçage avec respect des tolérances imposées.	Manuellement au moyen d'un marteau. Mécaniquement : par presse hydraulique.
<b>Goupille cannelée</b>				
<b>Goupille élastique</b>				
<b>Anneau d'arrêt Circlip®</b>		Les Circlips® servent au maintien d'éléments par blocage dans une gorge interne ou externe.	Bonne corrélation nécessaire entre profondeur et largeur de la gorge et les caractéristiques dimensionnelles du Circlip®.	Pince spécifique pour mise en œuvre.
<b>Rondelle d'arrêt d'axe</b>		Deux modèles de rondelles élastiques d'arrêt à montage axial : - les «fixes 2 languettes», - les «fixes multi-languettes». Ces rondelles peuvent être montées sur toutes tiges lisses. Elles permettent la fixation élastique de pièces légères, de façon particulièrement économique.	Fixations pour contrainte faible à moyenne.	Manuelle ou outil simple.

# Assemblage démontable



## Blocage

0.1-13 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Ecrou à créneaux</b>		Blocage mécanique de la rotation relative des éléments de fixation au moyen d'un élément tiers : fil métallique, goupille, patte rabattue, etc.	Le démontage nécessite la destruction de la goupille de blocage qui rend celle-ci non réutilisable.	La réalisation du blocage s'effectue après l'opération de vissage.
<b>Fil frein</b>		Fil acier ou inox tressé positionné entre deux vis préalablement percées ou entre une vis et un point fixe. Ce fil tressé exerce une traction dans le sens des aiguilles d'une montre sur les têtes de vis.	Fil de 0.6 ou 0.8 mm en fonction de la taille des vis.	Perçage de la tête des vis pour passage du fil.
<b>Frein d'équerre</b>		Tôle plate percée de forme : - rectangulaire, - d'équerre à ailerons, - droit à ailerons.	Réutilisable si assemblage identique.	Rabattement à 90° d'un ou deux ailerons manuellement à l'aide d'un marteau sur face à pans vis ou écrou.




## Clippage

0.1-14

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Clip pour tubes, câbles et faisceaux</b>		Grande diversité. Ces clips permettent de regrouper plusieurs tubes et faisceaux sur un point de fixation. Suivant les contraintes de l'assemblage (niveaux d'efforts, nécessité de compenser les fluages,...), ces composants sont en métal, plastique ou métalloplastique.	Démontable ou non démontable (destruction partielle ou totale de la fixation).	Se montent sur des panneaux : - soit en bord de tôle (clips métalliques), - soit dans des poinçonnages en milieu de tôle (clips plastiques et métalliques), - soit sur des goujons soudés (clips plastiques).
<b>Clip pour panneaux</b>		Grande diversité. Ces clips réalisent la fixation d'équipements sur des panneaux ou l'assemblage de panneaux entre eux. Suivant les contraintes de l'assemblage (niveaux d'efforts, nécessité de compenser les fluages,...), ces composants sont en métal, plastique ou métalloplastique.	Effort de montage faible, mais effort de démontage faible aussi. Démontable ou non démontable (destruction partielle ou totale de la fixation).	Généralement montage manuel.

# Divers assemblages démontables ou non démontables

0.1-15

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Collier de serrage</b>		Il assure le maintien en position entre deux éléments. Le principe repose sur une compression à la périphérie de l'assemblage. Certains colliers assurent une fonction d'étanchéité (liquide, gaz). Ces composants sont en métal ou en plastique.	Démontable, ou non démontable (destruction partielle ou totale de la fixation).	Montage manuel, par pince, clé...
<b>Liens de serrage pour câbles</b>		Lien plastique cranté ou métallique pour températures extrêmes.	Facilité de montage. Résistant et flexible. Nombreuses tailles.	Montage manuel ou par pince. Démontage par destruction ou torsion du brin libre selon le produit.
<b>Fixation 1/4 de tour</b>		Goujon constitué d'une tête de différentes formes, d'un élément ressort et d'un corps lisse dont la conception du fût est spécialement développée pour assurer la fermeture par pression.	Sur capotage ou éléments à serrer nécessitant une rapidité d'exécution.	La fermeture en mouvement 1/4 de tour s'effectue par poussée du goujon positionné sur une des pièces et enclenché dans le réceptacle fixé sur la deuxième pièce à assembler.

**Nota.** Il existe encore de nombreux systèmes de fixation autres que ceux présentés précédemment, dont certains apportent des fonctions complémentaires. Voir le catalogue de notre département «Eléments Standard Mécaniques», par exemple : loquets, charnières, doigts d'indexage, sauterelles ...

## 0.2 Notions économiques

Afin de définir, approvisionner et utiliser les produits de fixation, compte tenu de leur faible prix d'achat unitaire, il convient d'avoir une approche plus globale.

En effet, le portefeuille «achat» de fixation pour un industriel représente en général de 1 à 3% des achats «matière». Par exemple, une voiture de gamme moyenne intègre environ pour 150 euros de produits de fixation.

Par contre, c'est, par nature, la plupart du temps le premier poste en nombre de références gérées.

Par ailleurs, la fixation est un produit de sécurité à double titre : sécurité des biens et des personnes bien sûr, mais aussi sécurité industrielle : quel est le coût réel d'une rupture de chaîne si un produit de fixation n'est pas disponible ?

### Coût du produit

Les produits de fixation sont essentiellement composés d'acier, dont le cours fluctue et est de fait négocié au niveau mondial en dollars US, même si les achats peuvent être réalisés en euros.

Les investissements pour fabriquer les produits de fixation sont lourds et les technologies employées très différentes selon les produits. Cela conduit à avoir des conditions économiques très variables selon le plan de charge des fabricants (nota : les constructeurs automobile «première monte» absorbent près de 50% de la capacité mondiale en produits de fixation).

La notion de série de fabrication (quantité) est particulièrement importante, au regard des prix unitaires des pièces, le temps de réglage de machine pouvant être supérieur au temps de production (les cadences de production atteignent 15000 pièces à l'heure).

Enfin, le marché de la production est mondial, et certains produits ne sont plus fabriqués qu'en quantités minimales en Europe (les écrous par exemple). L'impact des coûts de transport peut être très significatif, compte tenu de l'aspect pondéreux des produits (un volume de «boîte à chaussures» pèse environ 20 kg, une palette 800 kg...).

Le coût des produits de fixation est donc par nature très variable. Pour autant, l'industriel recherche le maximum de visibilité. Une bonne anticipation des besoins a par conséquent un impact économique important.

### Coût du contrôle

Chaque manipulation de produit se traduit par un coût de main d'œuvre et/ou un coût d'amortissement d'investissement. Ceci est particulièrement vrai en matière de contrôle, les machines de tri ayant des cadences 4 fois moins rapides que les outils de production.

Selon le type et le nombre de contrôles demandés, le prix du produit peut augmenter de 10 à 30%...

### Coût d'acquisition

Du fait de la faible valeur unitaire des produits et du grand nombre de sources de fabrications, l'impact des coûts de gestion industrielle (gestion de nomenclature, processus d'achat, processus d'approvisionnement, de contrôle et réception, processus comptable) est très significatif.

La rationalisation des références utilisées est un moyen à privilégier pour limiter ce type de coût.

### Coût de possession

Du fait des effets de série, voir des quantités minimum d'approvisionnement, le stock de produits de fixations représente couramment plusieurs mois de consommation (sauf en cas de gestion externalisée de type KANBAN).

Il nécessite la plupart du temps des rayonnages lourds, compte tenu du poids des produits et une zone de stockage importante du fait du nombre de références.

### Coût de montage

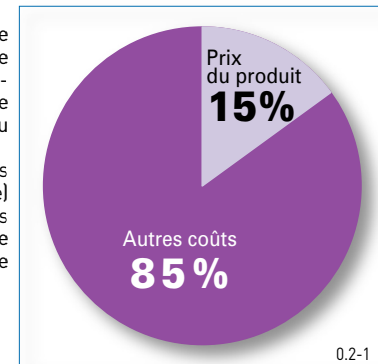
Par rapport au coût du produit, le coût de montage est largement supérieur, qu'il soit réalisé manuellement (coût de main d'œuvre) ou à l'aide de systèmes de montage automatiques (coût d'amortissement et d'entretien et surcoût des produits qui nécessitent alors un niveau ppm amélioré).

L'ergonomie est donc un facteur clé d'amélioration.

### Coût complet

Au final, le coût complet de la fonction «fixation» dans le monde industriel est généralement considéré comme composé à 15% seulement du prix du produit !

Dans les secteurs industriels les plus optimisés (automobile) par la taille des séries, les process de conception et de montage, ce ratio peut atteindre au plus 30%.



0.2-1

# 0.3 Notions élémentaires de mécanique

## Définition d'une action mécanique

On désigne par action mécanique toute cause physique capable :

- de modifier le mouvement d'un corps,
- d'interdire le mouvement d'un corps susceptible de se déplacer,
- de déformer un corps.

Il n'existe que 2 manières d'appliquer une action mécanique, que ce soit sur un solide unique ou un système plus complexe :

- à **distance** (l'attraction terrestre, les champs magnétiques,...)
- **par contact** d'autres objets.

## Formes d'actions mécaniques

### Pression/Contrainte :

Lorsqu'une force s'exerce sur une surface, il peut être intéressant de considérer la répartition de la force selon cette surface. Dans ce type d'étude, on divise l'intensité de la force (en Newton) par la surface (en  $\text{mm}^2$ ) sur laquelle elle s'exerce et l'on obtient une **pression**.

A l'intérieur d'un matériau, cette pression s'appelle **contrainte**.

### Remarque

Il est bien souvent très difficile d'inventorier et de quantifier toutes les forces et les moments qui s'appliquent à un système mécanique. Pour être efficace, il faut souvent renoncer à tout connaître et fixer les limites de l'étude aux actions mécaniques les plus prépondérantes.

## Adhérence et frottement

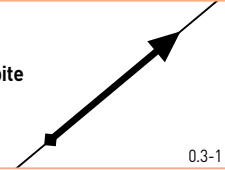
Le mouvement relatif de deux pièces peut être considéré comme la combinaison de 3 mouvements «élémentaires» : le **glissement**, le **pivotement** et le **roulement**.

Chacun de ces 3 mouvements peut être empêché ou plus ou moins contrarié par l'adhérence et/ou le frottement qui résultent des interactions entre les surfaces de contact.

Prenons l'exemple d'une pièce 1 reposant sur une pièce 2. Le poids de la pièce 1 exerce une force sur la pièce 2. Si l'on exerce un effort horizontal  $F_h$  pour faire glisser la pièce 1, il faut tout d'abord vaincre une résistance avant de pouvoir mettre la pièce en mouvement. Cette résistance, que l'on appelle **adhérence**, témoigne de l'apparition d'une force qui s'oppose au glissement.

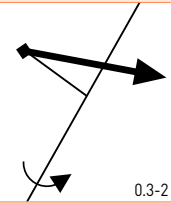
**LES FORCES** (ou efforts)  
Elles génèrent ou interdisent  
un mouvement selon une droite

Unité : Newton (N)

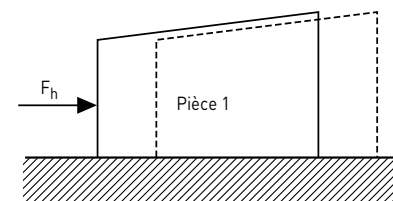
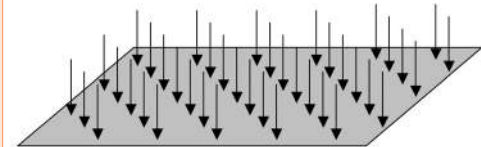


**LES COUPLES** (ou moments)  
Ils génèrent ou interdisent  
un mouvement autour d'une droite

Unité : Newton-mètre (N.m)



Unité :  $\text{N}/\text{mm}^2$



**Remarque**

En langage courant, l'adhérence évoque les rubans adhésifs ou les colles. Nous parlons, ici, d'adhérence en tant que phénomène physique.

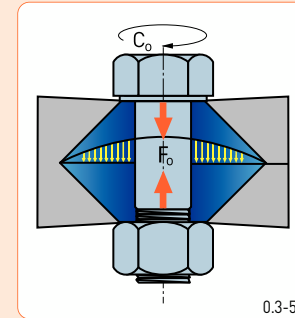
Une fois lancée, la pièce 1 glisse sur la pièce 2 mais subit toujours l'influence des frottements qui ont tendance à ralentir le mouvement.

Une étude approfondie des efforts appliqués à la pièce permet de définir un **coefficient de frottement  $\mu$**  en fonction de la nature du matériau, de la rugosité des surfaces (stries plus ou moins visibles à la surface du matériau) et de l'état des surfaces (sèches ou lubrifiées).

Dans un assemblage vissé, le couple de serrage ( $C_o$ ) développe une force axiale ( $F_o$ ) qui maintient un contact entre le filetage de la vis et celui de l'écrou.

L'inclinaison du filetage (par rapport à la direction de la force  $F_o$ ) et le frottement entre les surfaces du filetage permet la stabilité de l'assemblage.

Le contact de la tête de vis ou de l'écrou sur la pièce serrée, en faisant également naître des efforts de frottement, contribue à empêcher le desserrage du boulon.



**Sollicitations et déformations**

On utilise différents modèles pour caractériser les modes de sollicitation d'un solide.

Les plus utilisés sont la traction-compression et le cisaillement. Selon les cas, la flexion peut être modélisée comme de la traction-compression ou comme un cisaillement. La torsion se modélise comme un cisaillement.

Lorsque l'on exerce une sollicitation sur un corps, il en résulte une déformation et, à l'extrême, une rupture (endommagement).

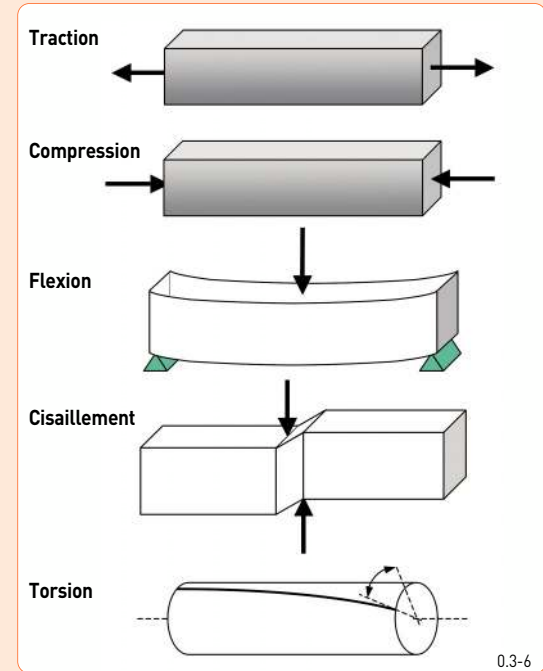
On distinguera :

- la **déformation élastique** qui est une déformation **réversible** (le matériau reprend ses dimensions initiales lorsque l'on supprime la sollicitation),
- la **déformation plastique** qui est une déformation **irréversible** (le matériau conserve une déformation définitive lorsque l'on supprime la sollicitation).

Tous les matériaux se déforment, de façon plus ou moins perceptible, mais chacun possède bien évidemment des caractéristiques très différentes.

Par un essai de traction, il est possible de déterminer :

- la **résistance mécanique** qui est la contrainte maximum que peut supporter un matériau avant rupture,
- la **limite élastique** qui est la contrainte **au-delà** de laquelle un matériau subit une déformation irréversible.



## Dureté

La dureté caractérise la résistance que présente un matériau à la pénétration d'un corps sous une charge définie.

3 échelles sont couramment utilisées :

- dureté Vickers (HV) utilisant un pénétrateur de forme pyramidale (selon la norme ISO 6507),
- dureté Brinell (HB) utilisant un pénétrateur en forme de bille (selon la norme ISO 6506),
- dureté Rockwell (HRC) utilisant un pénétrateur en forme de cône ou HRB avec un pénétrateur en forme de bille (selon la norme ISO 6508).

### Remarque

Bien qu'il existe des tables de correspondance très pratiques, il est difficile de corréler la dureté avec les caractéristiques de traction ( $R_m$ ,  $R_{p0,2}$ , ...).

## Résilience

La résilience caractérise la résistance au choc d'un matériau. Elle est déterminée par un essai qui consiste à briser un échantillon, préalablement entaillé, par un pendule lâché d'une hauteur déterminée. La norme de référence est l'ISO 93.

## 0.4 Notions élémentaires sur le traitement thermique

Les traitements thermiques sont des opérations de chauffage et de refroidissement qui ont pour but de donner à une pièce métallique les propriétés les plus appropriées pour son emploi ou sa mise en forme. Ils permettent d'améliorer dans une large mesure les caractéristiques mécaniques d'un acier de composition déterminée. Toute utilisation rationnelle d'un alliage implique un traitement thermique approprié. D'une façon générale, un traitement thermique ne modifie pas la composition chimique de l'alliage mais apporte les modifications suivantes :

- constitution (état de carbone et forme allotropique du fer),
- structure (grosseur du grain et répartition des constituants),
- caractéristiques mécaniques.

Les principaux traitements thermiques sont les suivants : trempe, revenu et recuit.

### Trempe

Le cycle thermique de trempe comporte trois phases successives :

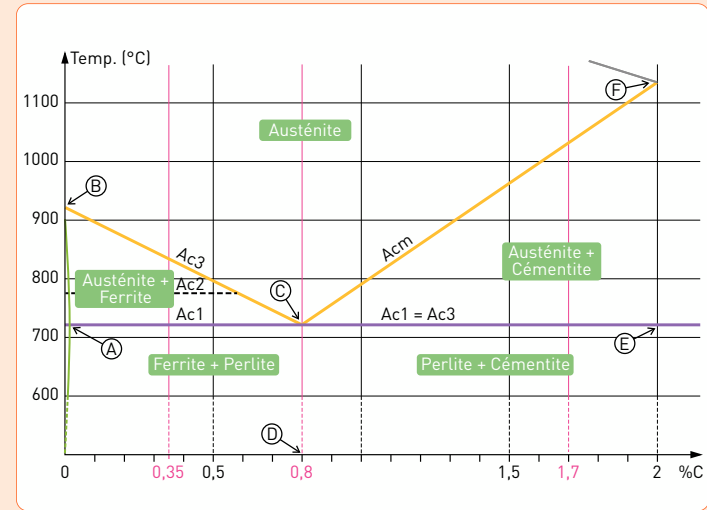
- chauffage à une température  $T$  dite température de trempe, correspondant à un état austénitique ;
- maintien à cette température  $T$  durant un certain temps de façon à réaliser plus ou moins complètement la mise en solution des constituants dont les carbures et l'homogénéisation de l'austénite. L'ensemble de ces deux phases est dit austénisation.
- refroidissement par immersion dans un milieu eau, huile ou air, suffisamment rapidement pour obtenir les caractéristiques de trempe recherchées.

#### Trempabilité

C'est une grandeur physique caractérisant chaque acier. Elle dépend de la composition chimique de l'acier, du cycle de refroidissement et de la masse de la pièce.

### Revenu

Après une trempe l'acier est trop fragile pour pouvoir être mis en service sans un traitement complémentaire. La trempe est suivie d'un revenu constitué d'un chauffage au-dessous du point  $Ac1$ . Le revenu réalise alors un compromis entre dureté et résilience : il augmente l'allongement et surtout la résilience ; mais il diminue la dureté, la limite élastique et la résistance à la traction.



0.4-1 Diagramme fer-carbone

#### Ac1 :

lieu des températures définissant la limite inférieure du domaine d'existence de l'austénite.

#### Ac2 :

lieu des températures définissant la perte des propriétés magnétiques (point de Curie/770°C pour le fer Alpha).

#### Ac3 :

lieu des températures d'équilibre définissant la limite supérieure du domaine d'existence de la ferrite.

#### Ac<sub>m</sub> :

lieu des températures d'équilibre définissant la limite supérieure du domaine d'existence de la cémentite dans un acier hypereutectoïde.



## Recuit

Le recuit amène le métal en équilibre physico-chimique et tend à réaliser un équilibre structural ; il a donc pour but de faire disparaître les états hors d'équilibre résultant de traitements antérieurs thermiques ou mécaniques. L'état recuit correspond aux valeurs maximales des caractéristiques de ductilité, et aux valeurs minimales des caractéristiques de résistance.

### Recuit de normalisation

Le recuit de normalisation est effectué à une température dépassant Ac3 de 50 à 100°C et suivi d'un refroidissement à l'air calme. Ce recuit a pour but d'affiner le grain et il contribue également à l'homogénéisation du métal et au relâchement des contraintes internes. Dans le cas des aciers autotremnants, le refroidissement s'effectue dans un four.

### Recuit d'adoucissement

Ce recuit consiste à maintenir le métal à quelques dizaines de degrés au-dessous du point de transformation Ac1 et a pour but de faciliter l'usinage ou la déformation. Ce recuit s'applique principalement aux aciers à outil ou pour faciliter les opérations de frappe à froid et évite la réalisation d'une trempe qui aurait lieu lors d'un refroidissement même lent après chauffage au-dessus de Ac3.

### Recuit de détente

Ce recuit a pour but le relâchement des contraintes internes dues à la solidification (pièces de moulage) ou à des opérations mécaniques (usinage) ou de soudage. Ce recuit s'effectue généralement vers 600-650°C.

### Recuit d'hypertrempe (cas des aciers inoxydables austénitiques)

Ce recuit est effectué à une température généralement supérieure à 1000°C et suivi d'un refroidissement rapide (eau, air pulsé) afin d'éviter la précipitation de phases intermédiaires.

## Traitement thermochimique des aciers

C'est un traitement thermique réalisé dans un milieu adéquat pour obtenir une modification en surface de la composition chimique du matériau de base par échange avec ce milieu.

### Traitement thermique des aciers de cémentation

Les aciers de cémentation ont l'avantage de présenter à la fois une surface dure et résistante à l'usure ainsi qu'une bonne ténacité à cœur. Pour obtenir ces propriétés particulières, il est nécessaire d'augmenter le teneur en carbone de la zone superficielle. La cémentation peut se faire en milieux pulvérulents, liquides ou gazeux.

### Cémentation en poudre

Dans le cas des aciers de cémentation servant à la mise en forme des matières plastiques, on utilise des poudres de cémentation à action douce afin d'éviter

une teneur en carbone trop élevée en surface. Les caisses de cémentation doivent être adaptées à la forme des outils à traiter afin que la carburation soit aussi homogène que possible. La profondeur de carburation adéquate est fonction de la forme de l'outil. Pour mesurer la profondeur de carburation, il est conseillé de placer dans la caisse de cémentation des éprouvettes de la même nuance que l'outil.

### Cémentation en bain de sels

Par rapport à la cémentation en poudre, la méthode en bain de sels présente les avantages suivants :

- gain de temps car les pièces n'ont pas à être emballées puis déballées,
- traitement plus rapide,
- cémentation homogène, même pour les pièces de formes compliquées.

### Cémentation gazeuse

Alors que les procédés solides et liquides obligent à travailler avec un niveau de carbone constant, la cémentation gazeuse permet de faire varier le niveau de carbone à l'intérieur de limites étendues. Ce procédé garantit en outre une teneur en carbone homogène dans toute la zone superficielle et permet d'obtenir des profondeurs de carburation importantes dans des temps encore raisonnables. Tout comme le procédé en bain de sels, la cémentation gazeuse facilite la trempe directe.

Un **traitement thermique** est effectué afin d'homogénéiser et améliorer les caractéristiques mécaniques d'une pièce (résistance, dureté, ductilité, limite d'élasticité, propriétés de surface,...). Il consiste à lui faire subir un cycle prédéterminé de chauffage et de refroidissement, afin d'obtenir des transformations de structure maîtrisées.

Les traitements thermiques les plus utilisés pour les produits de fixation sont les suivants :

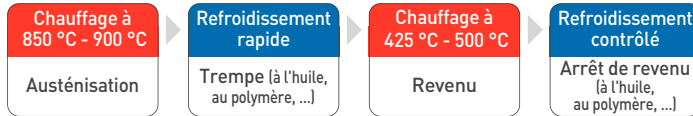
0.4-2

<b>Le recuit</b>	permet de rendre le métal «mou» pour mieux le déformer lors de la frappe à froid (éviter crique, usure outillage).
	permet d'améliorer la ductilité des fixations (classes de qualité 4.6 ou 5.6).
<b>La trempe</b>	permet de durcir le métal pour augmenter sa résistance mécanique (% C élevé dans la martensite) - à l'huile (trempe martensitique), - en bain de sel (trempe bainitique).
<b>Le revenu</b>	permet de rendre le métal moins fragile.
<b>La cémentation</b>	permet de durcir uniquement la surface du métal par apport de carbone.
<b>La carbonituration</b>	permet de durcir uniquement la surface du métal par apport d'azote et de carbone.

Les fixations sont fabriquées avec traitement thermique, à partir d'aciers alliés ou d'aciers inoxydables, notamment pour :

- les vis de classes de qualité 8.8 et supérieures et les vis en inox martensitique,
- les écrous de classes de qualité 10 et supérieures et les écrous de classe 8 de diamètre supérieur à 16 mm,
- les rondelles coniques, ressorts, anneaux d'arrêt (circlips), écrous tôle,
- les goupilles élastiques, pour certaines fixations en alliage d'aluminium, etc.

Exemple pour une vis de classe 8.8 :



0.4-3 Une ligne de traitement thermique : un investissement qui peut atteindre 2,5 M€ !

L'austénitisation doit être effectuée dans un four sous atmosphère contrôlée, afin de ne pas altérer la teneur en carbone de la surface des pièces (perte de carbone = décarburation, excès de carbone = carburation).

Les mises en température sont effectuées dans des fours le plus souvent à atmosphère contrôlée ou à bain de sel.

Les atmosphères contrôlées permettent soit de protéger le matériau, contre l'oxydation par exemple, soit d'apporter une couche supplémentaire au matériau (par exemple, du carbone ou de l'azote pour l'acier pour améliorer les caractéristiques mécaniques externes).

### Défauts engendrés par le traitement thermochimique des aciers

#### Décarburation

Dénaturation d'un acier, souvent à l'occasion d'un traitement thermique, par oxydation superficielle détruisant le carbone de l'alliage et pouvant provoquer la formation d'oxyde de fer (calamine). Cette diminution de la quantité de carbone en surface fait suite à une réaction avec une ou plusieurs substances chimiques mises en contact avec la surface à température élevée (pollution de l'enceinte d'un four).

#### Fragilisation par l'hydrogène

Diminution de la ductilité d'un matériau en raison d'une fragilisation aux joints des grains résultant de la pénétration d'hydrogène dans le métal. Cela peut générer des ruptures prématurées de pièces (rupture différée). Le procédé de correction est un traitement de dégazage décrit dans la norme ISO 4042. Il est réalisé par un passage au four à une température de l'ordre de 200°C, pendant un temps défini en fonction de la nature des pièces.

#### Attention

Le risque de fragilisation est fortement réduit par le dégazage mais en la matière le risque « ZERO » n'est pas garanti.

# 0.5 Notions élémentaires sur les revêtements de surface

Il existe plus d'une centaine de revêtements de surface, le choix est fonction du résultat ciblé, qui peut être de diverses natures :

- résistance à la corrosion,
- coefficient de frottement,
- aspect,
- risque de fragilisation à l'hydrogène,
- soudabilité.

## Types de revêtements

Les revêtements les plus courants sont les suivants :

0.5-1

Revêtements électrolytiques		Zinc lamellaire
Zinc chrome III	Cuivre	Geomet®
Zinc nickel 12-15 %		Delta Protèkt®
Zinc fer	Phosphate zinc	Magni®
Nickel	Phosphate manganèse	Deltatone®
Chrome		
Etain		

Le zinc est réalisable en plusieurs couleurs : blanc, jaune, noir.

## Décontamination – passivation de l'inox

Le décapage ou nettoyage à l'acide rétablit la résistance à la corrosion de la surface en supprimant toute contamination superficielle telle que graisse, saleté ou particules de fer encrassées. Il est donc nécessaire de re-passiver l'inox pour recréer la couche de protection contre la corrosion.

## Procédés d'obtention

On distingue principalement :

- **Le revêtement par électrolyse** : les pièces sont dans un bain de zinc, nickel, chrome... Le courant est généré par des cathodes plongées dans le bain, ceci entraîne le dépôt du revêtement (l'anode) sur les pièces.
- **Le zinc lamellaire** : les pièces sont immergées dans un bain de zinc, puis passées au four à une température de 200-300°C, zinc de 2 ou 3 couches.
- **Le zinc galvanisé à chaud** : les pièces sont plongées dans un bain de zinc, à une température de l'ordre de 400°C.
- **Le zinc mécanique (ou par matoplastie)** : les pièces sont dans un tonneau avec des microparticules de zinc, lors des rotations et vibrations le zinc se dépose par frottement.

## Revêtement électrolytique

### Désignation - Norme de référence : ISO 4042

Elle détermine la codification :

- Norme d'application du revêtement - Matériau de revêtement - Épaisseur
- Couche de conversion - Finition - Durée HBS - Coefficient de frottement.

Exemple : ISO 4042/Zn8/An

### Fragilisation par l'hydrogène

Les procédés de nettoyage et de zingage par électrolyse créent une absorption d'hydrogène par l'acier, particulièrement pour les pièces d'une dureté de 370 HV et plus (vis de classe 10.9 et plus, écrous classe 12, rondelles ressort).

Cet hydrogène crée une fragilisation et donc doit être éliminé, le procédé est un traitement de dégazage décrit dans la norme ISO 4042. Il est réalisé par un passage au four à une température de l'ordre de 200°C, pendant un temps défini en fonction de la nature des pièces.

### Attention

Le risque de fragilisation est fortement réduit par le dégazage mais en la matière, l'élimination de ce risque ne peut être garantie. Quelles que soient les précautions prises, la présence d'hydrogène, qui ne peut être totalement éliminée, entraîne un risque de rupture différée.

### Épaisseur

L'épaisseur maximale de revêtement est liée au diamètre et aux tolérances du filetage, ceci pour garantir la montabilité des vis et écrous. La norme ISO 4042 définit ces épaisseurs qui vont de 3 à 20 microns.

## Zinc lamellaire

### Désignation - Norme de référence : NF EN ISO 10683

Il n'y a pas désignation générique, elle est liée au producteur (formulateur) du zinc :  
- NOF METAL COATING® : Geomet® - DORKEN® : Delta Protèkt® et Deltatone®  
- MAGNI EUROPE : Magni®

### Épaisseur

Elle est comprise entre 6 et 10 microns.

### Attention

- Sur petits diamètres risque de vissage difficile.
- Sur empreintes creuses risque de bouchage.
- Sur pièces plates risque de collage.

## Galvanisation à chaud

### Norme de référence : NF EN ISO 10684

L'épaisseur de zinc est de l'ordre, selon l'application, de 40 à 70 microns, cette couche de zinc importante est déposée sur les vis selon 2 possibilités :

- vis avec un filetage minorée, afin de permettre le montage d'un écrou à filetage standard,
- vis avec un filetage standard, ce qui imposera le montage d'un écrou surtarauté.

#### Attention

Il est important de changer la spécification de la matière de la vis minorée ou de l'écrou surtarauté afin de conserver les caractéristiques mécaniques exigées par les normes. Malgré cela le M8 et M10 ne peuvent respecter l'ISO 898-1.

## Performance d'un revêtement

La résistance à la corrosion d'un revêtement est directement liée à :

- la nature du revêtement,
- l'épaisseur appliquée,
- le type et profondeur de passivation,
- la présence d'additifs tels les filmogènes (Top Coat) qui accroissent la performance contre la rouille et le coefficient de frottement.

La mesure de la résistance à la corrosion s'effectue principalement à l'aide d'un test au brouillard salin.

## Test BS (brouillard salin)

### Norme de référence : ISO 9227

En laboratoire, les éléments de fixation revêtus sont placés dans une enceinte de brouillard salin, les taux de salinité et d'humidité étant fixés par la norme. Les valeurs de référence correspondent à des tests effectués en sortie de bain.

#### Attention

Toute manipulation postérieure (tri, conditionnement, montage) peut réduire les performances, par apparition de rayures ou chocs sur le revêtement.

Deux critères sont enregistrés en tenue brouillard salin (tenue BS) et exprimés en heures (sans précision, la tenue est indiquée pour la rouille rouge) :

#### • l'oxydation blanche

Elle correspond à la première apparition de rouille blanche, attaque de la couche de zinc.

#### • la rouille rouge

Elle correspond à la fin de consommation de la couche de zinc, et au début de l'attaque de l'acier.

Quelques valeurs indicatives de tenues BS enregistrées en rouille rouge (pour plus de précisions, voir le tableau détaillé dans le chapitre «Bibliothèque & outils» :

- zinc blanc 5 microns : 48 heures,
- zinc blanc 5 microns + passivation + filmogène : 200-600 heures,
- zinc nickel 12-15% + passivation + filmogène : 720 heures (standard automobile),
- GEOMET 500 A® : 600 heures,
- Galvanisé à chaud 50 microns : pas de test BS possible. Estimé par la consommation d'épaisseur / an.

## Test de Kesternich

Test complémentaire de corrosion au dioxyde de soufre (mesure de la résistance à la pollution atmosphérique).

## Coefficient de frottement

L'application d'un revêtement implique une modification du coefficient de frottement. Les valeurs sont de l'ordre de 0,10 à 0,24, une dispersion réduite est obtenue avec des filmogènes, qui permettent une plage : 0,12 - 0,18 (standard du marché français, voir tableau 5.5).

## Filmogène (Top Coat)

En final, il y a dépôt d'un film additionnel qui apporte une résistance à la corrosion et une amélioration du coefficient de frottement. Certains filmogènes ont le but unique d'améliorer le coefficient de frottement, d'autres permettent une résistance aux chocs thermiques.

#### Attention

Un filmogène modifie les propriétés de conductivité électrique et peut donc être incompatible avec certaines applications .

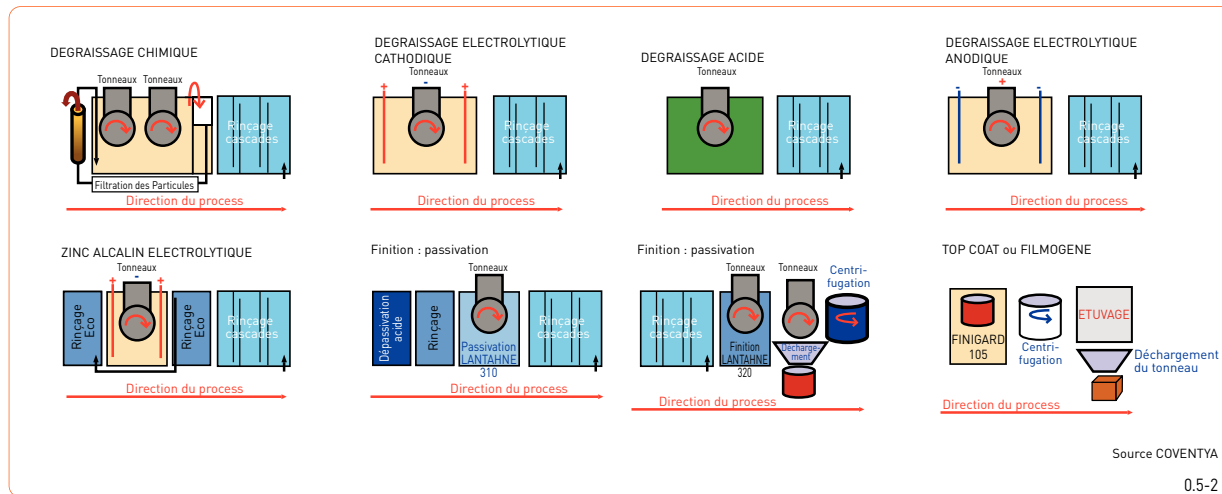
## Directives européennes DIR 2000/53/CE, DIR 2002/95/CE et DIR 2011/65/UE

Ces Directives applicables depuis Juillet 2006 aux industries automobile et électrique grand public interdit les revêtements trop polluants (notamment avec du chrome VI) et donc :

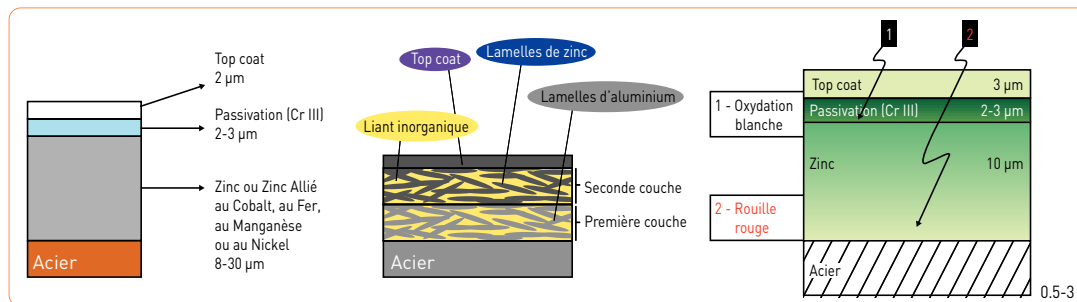
- le zinc jaune,
- le zinc vert,
- le zinc noir avec chrome VI,
- le cadmium.

Des solutions alternatives avec chrome III ont été industrialisées à l'exception de zinc vert et du zinc jaune.

## Exemple de synoptique de fonctionnement d'une chaîne de traitement électrolytique



## Schémas en coupe des revêtements



0.5-4 Chaîne de traitement électrolytique

## Les exigences des constructeurs automobile

0.5-5

Fabricant	Procédé	Choc thermique avant BS	Exigence résistance BS		Epaisseur	Coefficient de frottement	Cahier des charges ou spécification
			Oxydation blanche	Rouille rouge			
BMW	Zinc/Fer	24 h - 120°C		480 h	8 µm	0,13 ± 0,03	G S 900 100
	Zinc pur	24 h - 120°C		480 h	8 µm	0,13 ± 0,03	
	Zinc/Nickel	2 h - 150°C		720 h	8 µm	0,13 ± 0,03	
FIAT LANCIA	Zinc pur jaune	1 h - 120°C	200 h	500 h	5 à 25 µm	0,15 ± 0,03	9 574 05
ALFA-ROMEO	Zinc pur vert	1 h - 120°C	200 h	750 h	5 à 25 µm	0,15 ± 0,03	
FORD	Zinc	1 h - 120°C	96 h	384 h		0,15 ± 0,03	WS S M 21 P17 B3
MERCEDES	Zinc ou Zinc/Fer	24 h - 120°C	380 h	600 h	6-8 & 10-15 µm	0,11 ± 0,03	DBL 8451
	Zinc/Nickel	24 h - 120°C	480 h	720 h	6-8 & 10-15 µm	0,11 ± 0,03	
OPEL GM	Zinc pur	1 h - 150°C	120 h	480 h (jaune)	8 à 15 µm	0,11 ± 0,03	GMW 3044
	Zinc/Nickel	1 h - 150°C	120 h	380 h	6 à 8 µm	0,11 ± 0,03	
PSA	Zinc pur	1 h - 120°C	200 h		10 µm	0,15 ± 0,03	B 15 4101
	Zinc/Fer Zinc/Cobalt	1 h - 120°C	200 h		10 µm	0,15 ± 0,03	
	Zinc/Nickel	1 h - 120°C	200 h	720 h	5 à 8 µm	0,15 ± 0,03	B 15 4102
RENAULT	Zinc pur	1 h - 120°C	200 h	600 h	10 µm	0,15 ± 0,03	01 71 002
	Zinc/Nickel	1 h - 120°C	240 h	912 h	8 µm	0,15 ± 0,03	Cdc 47 000
VW	Zinc pur	24 h - 120°C	120 h	480 h	5 à 8 µm	0,11 ± 0,03	VW 13750
	Zinc/Nickel	24 h - 120°C	240 / 480 h	720 h	5 à 8 µm	0,11 ± 0,03	TL 244
VOLVO	Zinc pur	1 h - 120°C	200 h	400 h	5 à 15 µm	0,15 ± 0,05	STD 5632.10
	Zinc/Fer		200 h	400 h	5 à 15 µm	0,15 ± 0,05	
NISSAN	Zinc pur		168 h	480 h	3 à 25 µm		M 40 40
TOYOTA	Zinc pur		72 h	212 h	5 à 25 µm		TSH 6500 G

# 0.6 Notions élémentaires sur la normalisation

## Qu'est-ce qu'une norme ?

Une norme est un document de référence, utilisé dans les échanges commerciaux, qu'ils soient de droit privé ou des marchés publics.

Ce sont des règles, caractéristiques pour des usages communs et répétés :

- Résultant d'un consensus entre l'ensemble des parties prenantes (fabricants utilisateurs, distributeurs).
- Publiée par un organisme officiel de normalisation.
- Dont l'application est volontaire (sauf pour les normes rendues obligatoires par décret – par exemple norme pour les casques de moto – ou par une Directive européenne – boulons CE pour la construction métallique).
- Reconnue comme règle de l'art.
- Et premier élément de preuve devant les tribunaux.

Vous avez une vis italienne (NF EN ISO 4014), un écrou allemand (NF EN ISO 4032) et une rondelle française (ISO 7089) : grâce à la normalisation, le tout s'assemble sans difficulté sur une installation pétrolière au large du Mozambique...

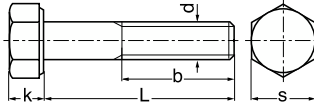
## Origine d'une norme ?

Les normes internationales sont élaborées à l'ISO (International Standard Organisation)  
 Les normes européennes sont élaborées au CEN (Comité européen de Normalisation)  
 Les normes françaises sont élaborées à l'UNM (Union de Normalisation de la Mécanique) en ce qui concerne le domaine des fixations.

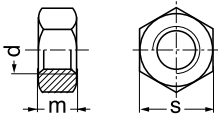
Les normes sont publiées en français par l'AFNOR (Association Française de NORMalisation) et disponibles sur le site [www.boutique.afnor.org](http://www.boutique.afnor.org)

Une norme internationale	ISO 898-1 se décline en
Norme européenne	EN ISO 898-1 puis en
Norme nationale	NF EN ISO 898-1 (France) DIN EN ISO 898-1 (Allemagne) UNI EN ISO 898-1 (Italie)... etc
	pour chacun des pays européens

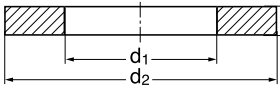
Dans un objectif d'harmonisation, les normes européennes remplacent progressivement les normes nationales traitant du même sujet.  
 Une norme européenne est OBLIGATOIREMENT reprise dans les collections nationales, avec ANNULATION des normes nationales correspondantes. Les appellations nationales sont distinctes, mais le contenu des normes est identique.



0.6-1 Vis à tête hexagonale partiellement filetée ISO 4014  
Acier classe 8.8 brut



0.6-2 Ecrou hexagonal Hu ISO 4032  
Acier classe 8 brut



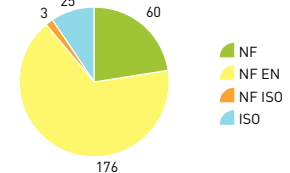
0.6-3 Rondelle plate moyenne M ISO 7089  
Acier 200HV brut

## Les normes en fixation

0.6-4 Répartition des 264 normes

Au 1<sup>er</sup> janvier 2020, 264 normes concernant les fixations sont publiées. Elles sont pilotées à travers 2 comités de normalisation à l'UNM (UNM 04 pour les fixations mécaniques et UNM 041 pour les fixations bâtiment).

Au niveau international, elles sont élaborées par le comité technique ISO/TC 2 et au niveau européen par le comité technique CEN/TC 185. 176 sont des normes NF EN (publiées avant le 1<sup>er</sup> juillet 1994) et 3 sont des NF ISO. 25 sont des normes ISO « pures », enfin 60 sont des normes françaises « pures », dont 37 sont des normes « anciennes » datant de plus de 10 ans. Dans la collection des normes françaises, la norme porte un indice de classement commençant par E 25- pour les éléments de fixation ou E 27- pour les normes publiées jusqu'en 1982 (le "E" signifie que la norme appartient à la classe des normes mécaniques).





Cela permet de disposer pour les fixations :

- D'un contenu technique élaboré par les meilleurs experts mondiaux.
- D'une référence reconnue internationalement.
- De normes de résultats (caractéristiques mécaniques et fonctionnelles et méthodes d'essai associées).
- De documents de référence pour les questions répétitives.
- De normes de produits pour la rationalisation des approvisionnements.
- De briques-supports optimisées servant de base pour la conception de produits spécifiques.

**23 normes fondamentales (définissent les caractéristiques générales pour une famille de produits)**

- Caractéristiques mécaniques ET méthode de caractérisation pour une famille de fixations ET classe de qualité ET marquage pour les fixations métriques ISO (exemple : ISO 898-1 ou ISO 898-2)
- Référencées dans toutes les normes de produits (exemple : les caractéristiques mécaniques ISO 898-1 s'imposent aux produits ISO ou selon DIN 933 ou UNI 5739-65).

**41 normes générales (traitent un aspect particulier relatif aux éléments de fixation)**

- Méthodes d'essai, par exemple couple/tension
- Caractéristiques fonctionnelles, par exemple autofreinage pour les écrous
- Revêtements pour fixations, (zinc lamellaire, galvanisation à chaud...)
- Vocabulaire bi ou tri-lingue (produits, désignation des dimensions, revêtements...)
- Qualité, documents de contrôle (certificats), contrôle de réception
- Dimensions (empreinte à six lobes internes, contrôle par calibre des six pans creux...).

**200 normes de produits (définissent toutes les caractéristiques d'un type de fixation)**

- Les dimensions (schéma, gamme de diamètres et longueurs, côte de la tête, tolérances...)
- Les autres caractéristiques par référence aux normes fondamentales et générales : une norme de produits renvoie à une norme fondamentale unique et à une ou plusieurs normes générales.

**47 normes en cours de révision ou création (au 17/01/2020)...**

Les normes, leur contenu, évoluent régulièrement, il est donc nécessaire de procéder à une veille technologique.

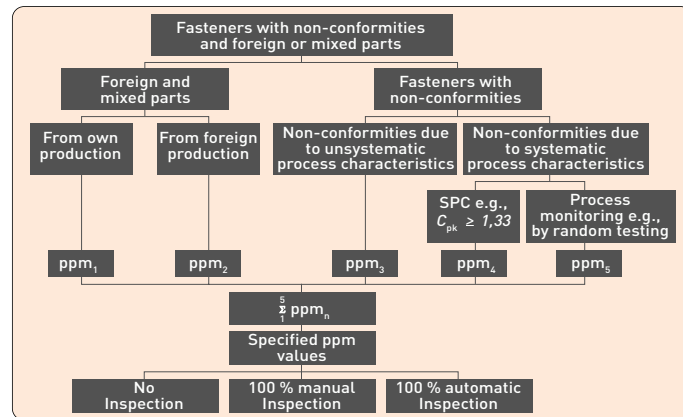
**Exemples de ce que l'on peut trouver dans une norme**

- Quel est le terme japonais pour « revêtement de zinc lamellaire » ?

Réponse : (ISO 1981-2) 亜鉛フレーク皮膜

- Pourquoi le « zéro défaut » absolu ne peut être garanti ?

Réponse : (ISO 16426)



- Quelle est la formule de calcul du couple maximal par rapport à la tension à installer dans un assemblage vissé ?

Réponse : (ISO 16047)

$$T_{max} = \frac{0,85 \times Re \times 10^{-3}}{\sqrt{\left(\frac{1}{A \times A_s}\right)^2 + 3 \times \left(16 \times \frac{1 - \frac{\mu_{min} \cdot r_m}{A}}{\pi \cdot d_{As}^2}\right)^2}}$$

- Quelles sont TOUTES les caractéristiques mécaniques auxquelles doivent répondre des vis ISO métriques de classe 8.8 ?

Réponse : (ISO 898-1) (ATTENTION, extrait partiel du tableau 5.0-3 p. 130 et 131)

N°	Caractéristiques mécaniques ou physiques	Classes de qualité										
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9/12.9	
							d ≤ 16 mm <sup>(a)</sup>	d > 16 mm <sup>(b)</sup>				
1	Résistance à la traction R <sub>m</sub> (MPa)	nom. (c)	400	500	600	800	900	1000	1200			
		min	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220



## 0.7 Elaboration d'une demande d'offre ou d'une commande de fixations

Afin d'éviter toute ambiguïté dans la définition, la cotation puis la livraison d'un produit de fixation, il convient de respecter un certain nombre de stipulations. On distinguera le cas des produits «standards» des produits spécifiques «à exigences».

### Produit standard

1. Désignation / type de produit : vis, boulon, rondelle...
2. Forme : forme de tête, type de filetage, forme d'écrou ou rondelle, type d'empreinte...
3. Norme de référence : ISO, NF, DIN, UNI, UNF... avec son numéro.
4. Matière : acier, laiton, acier inoxydable, thermoplastique...
5. Classe de qualité :
  - acier : 8.8, 10.9, 33H, 45H, grade 5, grade 8,
  - inoxydable : A2-50, A4-70, A4-80.
6. Revêtement : brut, zingué blanc Cr3, Geomet...

Ces 6 éléments peuvent être remplacés par la codification d'un «modèle» Emile Maurin : **20211 = vis à tête hexagonale entièrement filetée NF EN ISO 4017 en acier classe 8.8 zingué blanc.**

Il est aussi possible d'utiliser une notation abrégée (voir dans les «Outils» en fin de volume) : **20211 = V TH EF 4017 8.8 Zn.**

7. Dimension.
8. Quantité.
9. Délai ou date de livraison (date de départ ou «rendue» à préciser).
10. Cadences éventuelles de livraison.

### Produit spécifique à exigences

En complément chaque référence peut faire l'objet d'exigences particulières, auxquelles correspondent des conditions économiques de fourniture.

#### Exigence produit

- Exigence de matière.
- Revêtement particulier.
- Niveau de tenue brouillard salin.
- Exigence de provenance (fabricant, marquage, pays, continent...).
- Tolérance sur filetage, sous tête...
- Caractéristiques dimensionnelles hors norme (tête réduite, longueur spécifique...).
- Caractéristiques mécaniques hors norme (résilience, coefficient de frottement...).

- Niveau ppm (par type de caractéristique).
- Opération de reprise (perçage) ou complément (freinage, frein-filet...).
- Type de montage automatique.
- Produit selon plan.

#### Exigence de procédure et documentaire

- Procédure d'échantillons initiaux.
- Procédure spécifique de contrôle.
- Certificat (préciser le type).
- Agrément du fabricant.

#### Exigence logistique

- Tolérance sur quantité.
- Boîtage imposé.
- Etiquetage imposé.
- Palettisation imposée.
- Mode livraison imposé.

# Maurin Fixation

La référence en produits de fixation

Gamme **industrie**



Gamme **bâtiment  
et infrastructure**



Fabrication  
**pièces spéciales**



**100 000**  
références gérées

**8 000 t**  
de stock

**8** agences  
de proximité

**1** plateforme  
supply chain



Retrouvez l'ensemble de nos gammes  
sur notre site

[fixation.emile-maurin.fr](http://fixation.emile-maurin.fr)