

BUMAX® est une marque déposée du groupe Bufab, connue comme le boulon en acier inoxydable le plus résistant au monde. BUMAX® est fabriqué en Suède et répond aux exigences les plus élevées en termes de qualité, de résistance à la corrosion, de résistance mécanique, de résistance à la fatigue, de traçabilité et de tenue en température. Nous offrons la sécurité et la fiabilité.

Certains des produits de la gamme BUMAX® sont tout à fait uniques et ne peuvent être trouvés ailleurs sur le marché. Tous nos produits bénéficient d'une traçabilité complète (certificats 3.1 ou 3.2 disponibles pour chaque article) avec des matières premières provenant uniquement de fabricants européens haut de gamme d'acier inoxydable selon nos propres spécifications.

## PRÉSENTATION DES NUANCES BUMAX® DUPLEX

L'acier inoxydable Duplex également connu sous le nom d'acier inoxydable Austéno-Ferritique, est une famille d'acier inoxydable qui a une microstructure en deux phases contenant de la Ferrite et de l'austénite.

La figure 1 montre les grains austénitiques incorporés dans une phase ferritique. Il est important que le mélange de phase ferritique et austénitique soit d'environ 50/50 car une proportion excessive de l'une ou l'autre structure peut entraîner une résistance à la corrosion réduite et de mauvaises propriétés mécaniques. L'acier inoxydable duplex offre de nombreuses propriétés bénéfiques.

Les nuances BUMAX® duplex comportent deux produits principaux, BUMAX® DX 129 (Duplex) et BUMAX® SDX 109 (Super Duplex). Les deux produits sont fabriqués par frappe à froid.

## APPLICATIONS

Les nuances Duplex Bumax® conviennent aux applications nécessitant:

- Une excellente résistance à la corrosion.
- Haute classe de qualité - 10.9 à 12.9
- Faible relaxation en température
- Excellente résistance à la fatigue
- Excellente ductilité

Même à des niveaux de résistance très élevés, tels que 10.9 ou 12.9, les boulonneries BUMAX® Duplex offrent une elongation tout aussi bonne voire meilleure que l'A4-80.

Les nuances Bumax® duplex sont utilisées dans de nombreuses applications exigeantes qui nécessitent une meilleure résistance à la corrosion et des propriétés mécaniques comme les visseries 12.9 en acier alliage/acier carbone, A4 (316L) ou BUMAX® 88/109.

Les fixations en acier inoxydable Bumax® Duplex sont largement utilisées pour des applications critiques qui exigent une combinaison d'excellente résistance à la corrosion et de résistance mécanique élevée. Ce matériau assure une résistance mécanique très élevée, même après recuit, enfin ce matériau reste difficile à forger à froid. Par conséquent, presque toutes les fixations Duplex standard présentes sur le marché ont été usinées ou forgées à chaud. Les boulonneries à haute résistance mécanique en acier inoxydable duplex forgées à froid ont une grande variété d'applications critiques. Ceci exige une longue durée de vie et une résistance mécanique élevée, combinées à une résistance à la corrosion – par exemple des applications off-shore d'une durée de vie de 50 ans.

Les teneurs élevées en Duplex comme Bumax® SDX 109 sont principalement utilisées dans les industries du pétrole et du gaz, des produits chimiques, des industries papetières, sous-marines ou d'autres applications dans

BUMAX® est accrédité selon les normes NORSOK M-650, NORSOK M-630 MDS D60 et répertorié comme un fabricant agréé sur EQUINOR TR2000. Vous trouverez plus d'informations sur le produit dans la datasheet BUMAX® SDX NORSOK.

Les nuances BUMAX® Duplex peuvent être utilisées à des températures de service de -50°C à 300°C

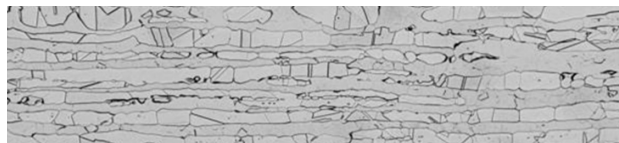


Figure 1 : Les aciers inoxydables duplex ont une microstructure en deux phases de grains: Austénite et ferrite.

des environnements hautement corrosifs. BUMAX® DX 129 se développe comme une alternative de haute performance préférée aux boulonneries standards en acier protégé (ou non protégé).

BUMAX® DX 129 s'est avéré être un excellent substitut à l'acier en alliage 12.9 car il n'est pas soumis aux mêmes défis que les visseries 12.9 protégées tels que le risque de fragilisation par l'hydrogène, une mauvaise ductilité, ainsi que de nombreux problèmes de qualité et de performance associés à l'utilisation d'un revêtement de protection. Le coût total du cycle de vie BUMAX® DX 129 ou SDX 109 est diminué grâce à la réduction ou l'élimination des coûts d'entretien, d'arrêt et de remplacement. Le coût initial plus élevé est ainsi rapidement amorti. Voici quelques exemples d'applications BUMAX® DX 129 et BUMAX® SDX 109 :

**La Robotique** – l'un des principaux fabricants mondiaux de robots industriels a connu des problématiques de corrosion avec leurs boulonneries 12.9 protégées. Bumax® DX 129 a fourni une résistance à la corrosion sans compromettre la résistance mécanique.

**Filtres sous-marins** – BUMAX® SDX 109 a été utilisé pour un filtre à eau de mer afin de filtrer l'eau de refroidissement d'une centrale nucléaire. La conception nécessitait des boulonneries à haute résistance mécanique pouvant être immergées dans l'eau de mer pendant au moins 30 ans.

**Protection des câbles sous-marins** – BUMAX® SDX 109 a été utilisé pour les systèmes de protection par câble sous-marins en raison de sa combinaison unique de résistance à la corrosion élevée et d'excellente résistance mécanique.

**Vélos électriques** – Un fabricant de vélos électriques haute performance utilise les visseries Bumax DX 129 pour fixer le moteur électrique au cadre du vélo. Des boulonneries en acier protégé 12.9 avaient déjà été utilisées entraînant des problématiques de corrosion.





# COMPOSITION CHIMIQUE & PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

## Unité : Poids %

	EN	UNS	ISO 3506	Cr	Ni	Mo	W	N	PRE <sup>1)</sup>
BUMAX® DX 129	1.4462	S32205/ S31803	D6	22	5	3.2		0.18	>34
BUMAX® SDX 109	1.4410	S32750	D8	25	7	4		0.30	>40
BUMAX® SDX NORSOK <sup>2)</sup>	1.4410 1.4501	S32750 S32760	D8	25 25	7 7	4 3.5	0.75	0.30 0.25	>40

1) PRE (Pitting résistance Equivalent) = %Cr + 3.3x%Mo + 16x%N

2) BUMAX® est accrédité selon NORSOK M-650, NORSOK M-630 MDS D60. Plus d'informations sur les produits peuvent être trouvées dans la datasheet BUMAX NORSOK.

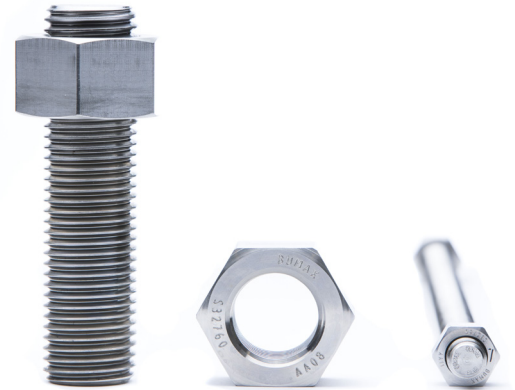
D'autres nuances de duplex telles que Lean Duplex BUMAX® LDX peuvent être offertes sur demande. La microstructure austéno-ferritique est magnétique et a une constante d'expansion thermique inférieure par rapport à un acier inoxydable austénitique. Ce dernier point peut offrir des avantages de conception et est bénéfique pour les boulonneries soumises à des températures élevées.

## Constante d'expansion thermique, valeurs moyennes dans les plages de température (x10-6) par °C

NUANCES	20 à 100°C	20 à 200°C	20 à 300°C
BUMAX® DX, SDX	13.0	13.5	14.0
A4 (316L)	16.5	17.5	18.0

## Constante d'expansion thermique, valeurs moyennes dans les plages de température (x10-6) par °F

NUANCES	70 à 200°F	70 à 400°F	70 à 600°F
BUMAX® DX, SDX	7.0	7.5	8.0
A4 (316L)	9.5	9.5	10.0



# PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES

Les duplex Bumax® ont de hautes résistances mécaniques grâce au forgeage à froid des têtes de vis et le roulage des filets. Les duplex Bumax® peuvent être fournis dans différentes classes de qualité en fonction des besoins du client, de la dimension et du type de tête. La gamme de dimensions et les propriétés mécaniques des nuances BUMAX® Duplex sont présentées dans le tableau ci-dessous.

BUMAX® DX 129, SDX 109 et SDX NORSOK sont des produits Bumax® standard en stock. Visitez le site Web BUMAX® pour en savoir plus.

D'autres classes de qualité selon le tableau ci-dessous peuvent être produites sur demande.

Bumax® peut également offrir des boulonneries Super Duplex usinées à partir de barres avec une géométrie complexe et des dimensions supérieures à celles du M30. Les nuances Super Duplex usinées ont une résistance inférieure et peuvent être offertes en classe de qualité 80 ou selon des normes spécifiques telles que NORSOK et NACE MR0175/ ISO 15156.

NUANCES	Capabilité	Stock	Résistance mécanique Rm, MPa   ksi		Résistance à la traction Rp <sub>0.2</sub> MPa   ksi		Elongation, mm
BUMAX® DX 129	M3 – M24 0.125" - 0.875"	M6 to M16	1200	174	1080	156	0.3 d
BUMAX® SDX 109	M3 – M24 0.125" - 0.875"	M6 to M16	1000	145	900	130	0.3 d
BUMAX® DX 109	M3 – M24 0.125" - 0.875"	Sur demande	1000	145	900	130	0.3 d
BUMAX® SDX 129	M3 – M24 0.125" - 0.875"	Sur demande	1200	174	1080	156	0.3 d
BUMAX® SDX NORSOK <sup>1)</sup>	Jusqu'au M36 (1.1/2")	Sur demande	750	108	550	79	16%
BUMAX® SDX 80 <sup>2)</sup>	M3 – M42 0.125" – 1.5"	Sur demande	800	116	600	87	16%

1) BUMAX® est accrédité selon NORSOK M-650, NORSOK M-630 MDS D60. Plus d'informations sur les produits peuvent être trouvées dans la datasheet BUMAX NORSOK.

2) Pour les boulonneries usinées selon plan qui ne peuvent pas être forgées à froid. Contactez BUMAX pour plus d'informations

Les données indiquées dans le tableau sont représentées pour la majorité des boulonneries Bumax® duplex. Ces datas peuvent être soumises à des modifications en fonction de la conception et de la longueur notamment.



# RÉSISTANCE À LA FATIGUE

La fracture de fatigue se produit lorsqu'une fixation est soumise à une charge cyclique répétée. Des contraintes maximales inférieures aux capacités mécaniques du matériau peuvent entraîner la formation de fissures microscopiques entraînant une défaillance. Le point de départ d'une fissure de fatigue est souvent due une concentration de contraintes dans les inclusions, les scories (résidus de fusion) ou les défauts de surface.

BUMAX® DX 129 et SDX 109 présentent une résistance à la fatigue extraordinaire, bien meilleure que n'importe quelle boulonnerie austénitique standard en A2 et A4. Les raisons en sont les suivantes :

- La boulonnerie BUMAX® a de hautes résistances mécaniques
- Contraintes compressives favorables dues au roulage des filets
- Excellente ductilité et allongement
- Matériau de qualité supérieur- peu d'inclusions
- Matériau biphasique entrainant la non-propagation des fissures

BUMAX® est la seule entreprise de boulonnerie qui a effectué des tests pour comparer les performances mécaniques du duplex inoxydable, des aciers inoxydables austénitiques et des aciers équivalents 12.9. Les propriétés en fatigue des boulonneries en duplex durcies à froid ont été comparées à l'acier inoxydable austénitique et aux boulonneries en acier 12.9 dans des laboratoires extérieurs.

Le diagramme 1 montre la courbe Wöhler (courbe S-N) des produits BUMAX® DX 109, BUMAX® 88 et A4-80 dans un laboratoire extérieur jusqu'à 10 millions de cycles. Tous les boulons étaient en M6x50 ISO 4017 et préchargés à 8 kN (400 MPa), ils étaient soumis à des charges cycliques longitudinales sous une fréquence d'environ 160 Hz. Le test s'est arrêté après 10 millions de cycles (allers-retours), sauf si le boulon s'était cassé avant.

Le deuxième test en fatigue a été effectué dans un laboratoire extérieur afin d'évaluer la résistance à la fatigue entre l'acier 12.9 et le BUMAX® DX 129.

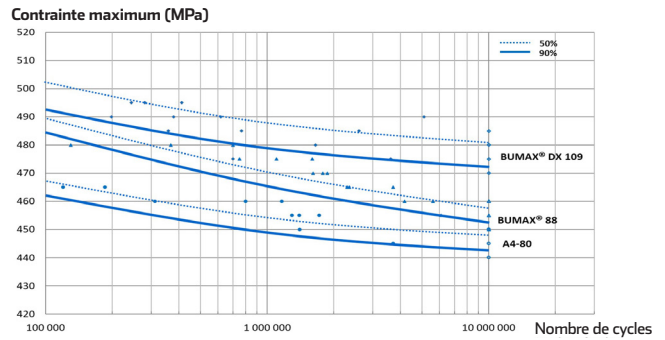


Diagramme 1 : Courbe de Wöhler (S-N courbe) à 50 et 90% avant rupture

Les vis M8x50 ISO 4762 ont été assemblées avec des écrous et préchargées à 28 kN (770 MPa). Les boulons ont été soumis à des contraintes dynamiques appliquées très élevées jusqu'à 308 MPa. Le test a été effectué à une fréquence de 66-69 Hz. Le tableau ci-dessous montre les propriétés mécaniques des boulons testés et met en évidence considérablement la ductilité importante du BUMAX® DX 129, par rapport à l'acier 12.9. Il y a notamment une différence significative dans l'allongement après rupture entre un acier 12.9 et le BUMAX® DX 129.

Au total, 16 boulons ont été testés. Le nombre moyen de cycles avant rupture était de 34 000 avec l'acier 12.9 en comparaison avec une moyenne de plus de 46 000 cycles pour le BUMAX® DX 129. Le résultat de ce test intensif a montré une durée de vie 36% plus longue pour le BUMAX® DX 129.

PRODUITS	Resistance mécanique (MPa)	Resistance la traction (MPa)	Elongation (mm)
12.9	1320	1266	2,44
BUMAX® DX 129	1244	1199	4,07

Table: Propriétés mécaniques en fatigue des vis ISO 4762 M8x50, BUMAX®(R) DX129

# RÉSISTANCE À LA CORROSION

L'acier inoxydable Duplex offre une très bonne résistance à la corrosion générale et par piqûres en raison de son nombre PREN élevé. La nuance Duplex est également connue pour posséder une excellente résistance à la corrosion par contrainte (CSC) dans les environnements chlorés, même dans son état durci à haute résistance. En conséquence, les boulonneries BUMAX® DX et BUMAX® SDX sont utilisées depuis longtemps dans les environnements marins corrosifs les plus exigeants.

La famille Duplex en acier inoxydable se compose de Lean Duplex, Duplex, Super Duplex et d'Hyper Duplex. Toutes ces qualités en duplex ont des propriétés mécaniques et physiques similaires, la principale différence étant la valeur de PREN et la résistance à la corrosion.

Le Lean Duplex a la valeur PREN la plus basse comparable à l'A4 (316), tandis que l'Hyper Duplex a une résistance à la corrosion qui ne peut être égale que par les aciers à base de nickel et les super alliages Ni-Cr-Mo.

Les nuances Duplex BUMAX® présentent une grande résistance à la corrosion. BUMAX® DX a une résistance à la corrosion beaucoup plus importante que l'A4 (316). BUMAX® SDX peut remplacer les très coûteux Super Austénitiques ou même des alliages de nickel ou de titane dans certaines applications.

Le nombre équivalent de corrosion par piqûres (PREN) est basé sur une formule connue, il donne une bonne indication de la corrosion par piqûres en fonction de la teneur en alliage. Plus le nombre PREN est élevé, plus l'acier résiste à la corrosion par piqûres, dans l'eau de mer et le chlorure. La figure 2 montre le PREN des produits BUMAX® en fonction du standard A4 (316).

$$PREN = \%Cr + 3.3x\%Mo + 16x\%N$$

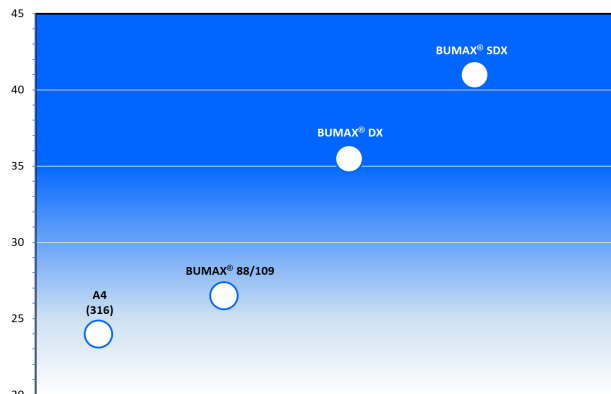


Figure 2 : PREN des différentes nuances BUMAX®. Les produits dans la zone bleu sont recommandés pour les applications d'eau de mer.

La résistance à la corrosion dans l'eau salée dépend de plusieurs paramètres tels que la concentration de sel, la température, le lieu et la conception. Les ingénieurs considèrent souvent un PREN min de 34 comme résistant à l'eau de mer et cette exigence peut souvent être trouvée dans les spécifications de boulonnerie marine. Un PREN mini de 40 est généralement spécifié pour les boulonneries les plus critiques, qui peuvent être trouvées dans l'industrie pétrochimique et offshore du pétrole et du gaz. La couleur bleue de la figure 2 indique si le produit convient aux applications en eau de mer.

- Les résultats d'essais de corrosion en laboratoire dans un environnement avec du Chlore se trouvent à la figure 3. Les données ci-dessous sont prises à partir des résultats des nuances de matériaux utilisées pour la fabrication des produits BUMAX® DX 129 et SDX 109. La température est définie comme la température maximale à résister à l'échantillon sans aucun signe de corrosion.
- Températures critique de corrosion par piqûres (CPT) à 1% de chlorure de sodium sous contrôle potentiostatique de +300 mV SCE.
- CPT ASTM G48 à 6% de FeCl<sub>3</sub> pendant 72 heures. Notez que l'A4 (316) n'est pas en mesure de résister à cette solution chimique agressive, même à température ambiante.
- SCC : Test de corrosion par fissures dans 1% de Chlorure de sodium sur l'acier inoxydable travaillé à froid. Temps d'essai de 1000 heures avec une contrainte appliquée égale à la résistance à la traction.

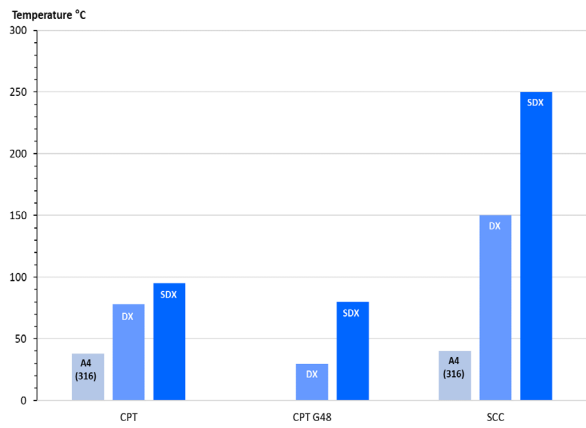


Figure 3 : Résultats des essais d'échantillons de corrosion en laboratoire

## OFFRE PRODUITS

BUMAX® DX 129 et BUMAX® SDX 109 sont des produits en stock. Trouvez plus d'informations sur la gamme BUMAX® sur [www.bumax-fasteners.com](http://www.bumax-fasteners.com) ou contactez l'équipe des ventes BUMAX.

Toutes les boulonneries BUMAX® duplex sont enduites de façon standard avec notre graisse sèche pour garantir un frottement faible et constant afin de minimiser le risque de grippage. Les tensions et couples de serrage peuvent être trouvés sur [www.bumax-fasteners.com](http://www.bumax-fasteners.com).

BUMAX® duplex sont fabriqués au sein de notre production BUMAX® situées à Åshammar, en Suède. Notre propre usine de production nous permet de produire de petites séries et d'autres produits « spéciaux » en fonction des besoins spécifiques du client en maintenant un niveau de service élevé. Nous travaillons continuellement à améliorer les propriétés de nos produits.

Contactez l'équipe commerciale BUMAX® et nous pourrons vous aider.



## MARQUAGE

Toutes les boulonneries BUMAX® duplex sont marquées par la marque BUMAX®, de la nuance et de la classe de qualité. Les fixations de taille M5 ou plus petites ne sont pas marquées en raison de la restriction

d'espace. Nous pouvons également fournir le marquage individuel selon la demande du client.

## BOITAGE

Nos produits sont emballés dans des boîtes robustes et sont marqués suivant un système code couleur. Nous garantissons une traçabilité complète pour tous nos produits dans des boîtes scellées. Nos boîtes sont étiquetées avec des données du produit.

Les numéros des lots de matériaux et de fabrication sont indiqués pour une traçabilité complète.

Disclaimer: The information contained in this data sheet is for guidance only and summarizes Bufab best knowledge and is considered accurate as of the version date. Since the use of BUMAX® products is not within the control of Bufab, the user has the obligation to determine the suitability of the product for its intended application and assumes all risk and liability for its safe use.