

Le magnétisme et l'inox

UGITECH

Providing special steel solutions



UGITECH vous propose un savoir-faire
et une large gamme d'aciers inoxydables à usage électrotechnique :

- Des nuances austénitiques pour garantir des pièces amagnétiques
- Des nuances ferritiques pour les noyaux doux et résistifs
- Des nuances martensitiques pour des sollicitations mécaniques
- Des aciers duplex pour de fortes exigences en corrosion

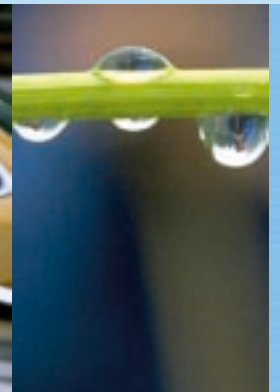
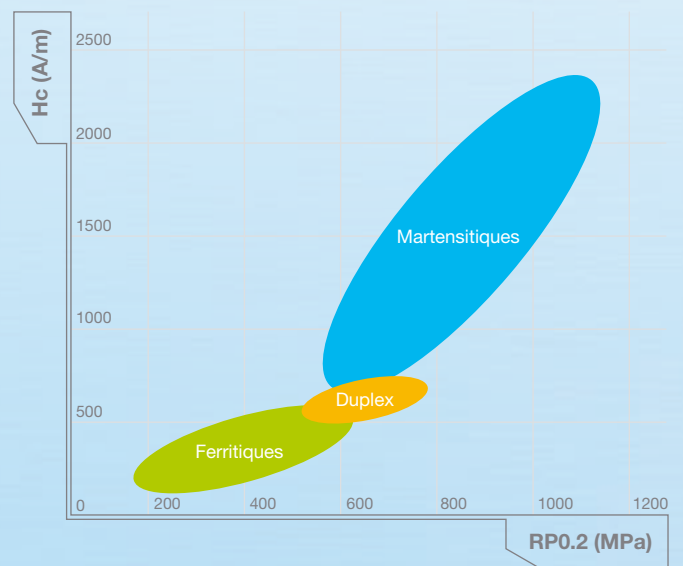
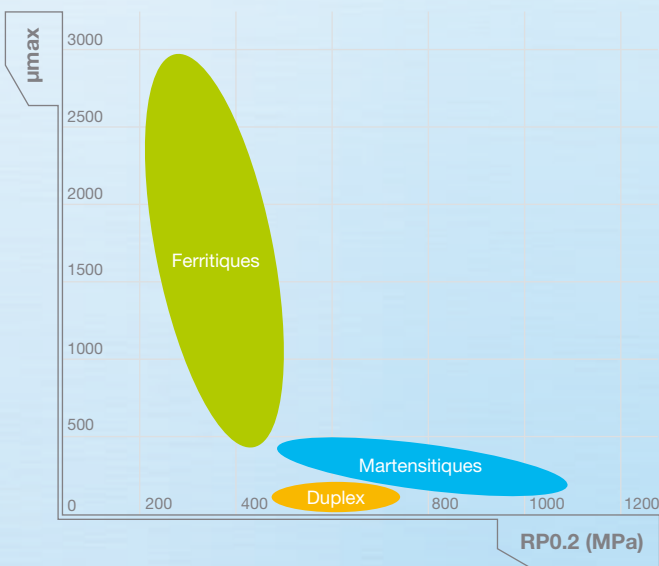
Une offre complète :

Barres rondes - hexagonales,
Profils et diamètres spéciaux sur commande.
Etats métallurgiques et finitions :

- étiré
- étiré rectifié
- étiré recuit magnétique rectifié (nuances ferritiques)

Pour qualifier les matériaux ferromagnétiques, Ugitech dispose de l'ensemble des techniques de mesures magnétiques, toutes normalisées : perméamètre (IEN 60604-4/ ASTM A341/A341M), coercimètre (IEN 60604-7), gaussmètre, sigmamètre.

Perméabilité relative maximale / champ coercitif en fonction de la limite élastique



Pour l'amagnétisme :

les austénitiques UGITECH

De nombreuses applications nécessitent un amagnétisme stable. Dans ce contexte le choix de nuances austénitiques est à privilégier :

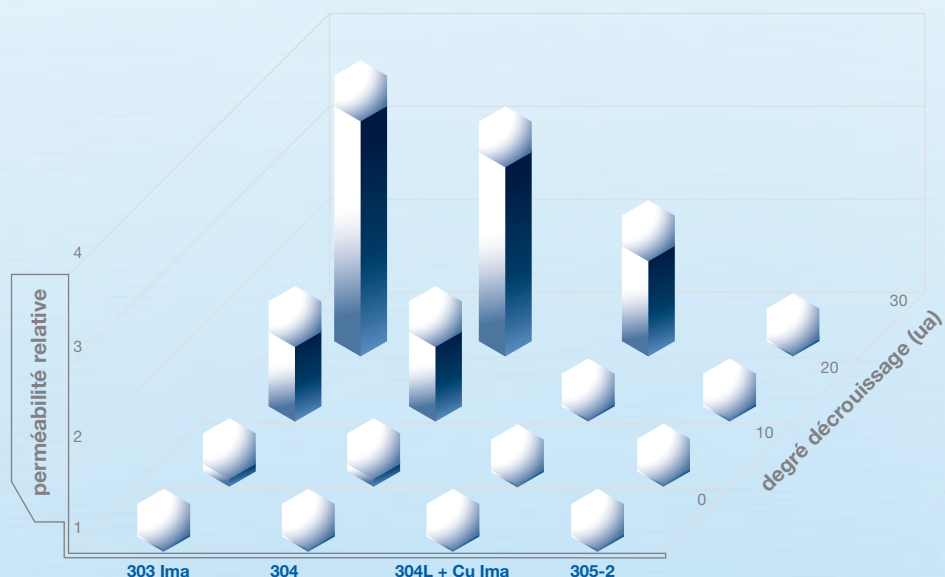
- propriétés d'anticorrosion et mécaniques
- très basses valeurs de perméabilité

Des précautions dans le choix et la mise en oeuvre

Une nuance austénitique mal adaptée peut générer lors de sa transformation à froid une fraction de phase martensitique qui présente un certain ferromagnétisme.

Ugitech propose des nuances relativement transparentes à cet effet : UGI 305-2 ou UGI 202N.

Exemples d'évolution de la perméabilité relative de fils en fonction de la nuance et de différents niveaux d'érouissage.



Nuances	Taux d'érouissage			
	0	10	20	30
305-2	1.004	1.004	1.004	1.005
304L + Cu lma	1.005	1.005	1.012	1.082
304	1.012	1.046	1.626	3.09
303 lma	1.003	1.05	1.62	3.42

Pour le magnétisme :

Les nuances ferritiques UGITECH

Ugitech propose une gamme de nuances entièrement dédiée aux applications magnétiques.



Ugiperm 12FM :

- Acier inoxydable ferritique à 12% de chrome, avec ou sans soufre
- La référence inox en performance magnétique : très bonne perméabilité maximale et champ coercitif bas
- Résistance à la corrosion suffisante en milieu essence
- Fortes Induction à saturation et résistivité électrique

Nuance particulièrement adaptée à des applications exigeantes avec des temps de réponse courts : électro injection, électrovannes, capteurs magnétiques, freins magnétiques.

UGI 4105Si :

- Acier inoxydable resulfuré à 17% de chrome et 1.5% de silicium correspondant à l'alliage 2 de la norme ASTM A838/838M
- Compromis résistance à la corrosion/magnétisme recherché
- 2 niveaux de magnétisme sur barres recuites selon les exigences du client

Nuance la plus répandue dans le domaine de l'injection automobile comme des électrovannes

IMRE :

- Acier inoxydable resulfuré à 18% de chrome, 1.5% de silicium et 1.5% de molybdène
- Excellente résistance à la corrosion en milieu aqueux, particulièrement en milieu chloruré
- Niveau de magnétisme proche de l'UGI4105Si

Nuance très utilisée pour les électrovannes

Ugiperm 17 :

- Acier inoxydable à 17% de chrome et à bas soufre pour une meilleure soudabilité
- Performances magnétiques proches de l'UGI 4105Si, avec une résistivité électrique moins élevée mais des caractéristiques mécaniques plus importantes

Nuance utilisée pour les applications automobile

UGI 4511 :

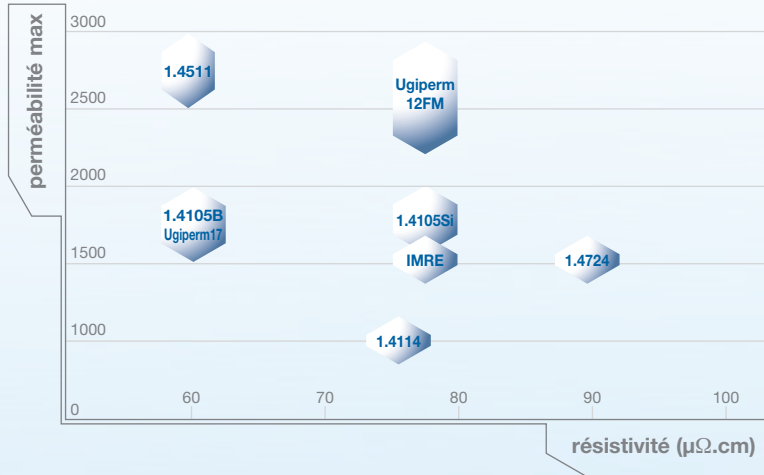
- Acier inoxydable stabilisé au niobium et à bas soufre
- 17% de chrome permettent de fonctionner en milieu plus agressifs
- Performances magnétiques proches de celles d'Ugiperm 12FM
- Le meilleur compromis Résistance à la corrosion/Magnétisme

Nuance utilisée pour les applications automobile et électrovannes



Exemple : positionnement selon perméabilité maximale/résistivité électrique.

Diagramme Perméabilité relative maximale en fonction de la résistivité électrique de quelques nuances ferritiques.



Caractéristiques générales des nuances adaptées aux applications magnétiques

	IMRE	UGI 4105Si	Ugiperm 12FM	Ugiperm 17	UGI 4511
Aimantation à saturation (T)	1.60	1.60	1.70	1.65	1.67
Champ coercitif* (A/m)	150 à 200	130 à 200	100 à 125	150 à 200	100 à 150
Perméabilité maximum	1100 à 2000	1200 à 2200	2000 à 3000	1000 à 2000	2000 à 3000
Champ rémanent* (T)	0.25 à 0.8	0.5 à 0.9	0.5 à 0.7	0.5 à 1	0.5 à 1
Résistivité (µΩ.cm)	76	77	78	60	60
Milieux adaptés	Carburants, milieux aqueux moyennement chlorurés, Exemple : machines à boissons	Carburants, Milieux aqueux moyennement agressifs et peu chlorurés	Carburants, Milieux aqueux moyennement agressifs et peu chlorurés	Carburants, Milieux aqueux moyennement agressifs et peu chlorurés	Carburants, Milieux aqueux moyennement agressifs et chlorurés (résistance en zones soudables)
Usinabilité	améliorée	améliorée	Améliorée ou standard	standard	standard

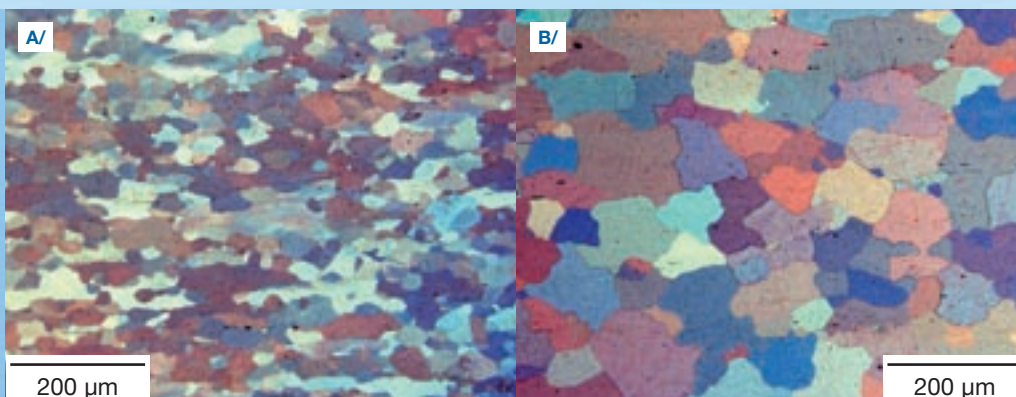
* mesure après saturation magnétique du matériau

Pour obtenir un comportement ferromagnétique doux, il est nécessaire d'effectuer un recuit magnétique soit sur barres, soit sur pièces usinées. Selon la nuance et le niveau de magnétisme exigé, les conditions de traitement thermique sont à optimiser afin d'obtenir une structure métallurgique performante.

Ci-dessous, la microstructure d'une même nuance traitée de 2 façons et présentant des performances magnétiques différentes.

Ugitech adapte l'état métallurgique de ses nuances aux exigences de votre application.

Cet exemple illustre l'effet de la taille de grains sur le champ coercitif.



Micrographies sur 1.4511 traité par recuit magnétique et non traité. Influence sur le champ coercitif.

A/ Non traité - Hc = 350 A/m
B/ Traité - Hc = 140 A/m

Le compromis martensitique

Les nuances martensitiques permettent d'obtenir de bonnes performances magnétiques avec des propriétés mécaniques élevées. Par rapport aux nuances ferritiques, ces nuances sont plus difficiles à aimanter et désaimanter. Elles peuvent ainsi présenter un intérêt dans le cas de pièces de type aimant permanent.

Caractéristiques générales de quelques nuances martensitiques inoxydables UGITECH

	UGI 4005	UGI 4313	UGI 4418	UGI 4542
Aimantation à saturation (T)*	1.75	1.6	1.3 à 1.5	1.3 à 1.5
Champ coercitif* (A/m)	850 à 1000	1200 à 1500	1650 à 2600	1800 à 3400
Perméabilité maximum*	180 à 380	200 à 300	100 à 200	50 à 200
Champ rémanent* (T)	0.9 à 1.2	0.7	0.5 à 0.7	0.4 à 0.7
Résistivité ($\mu\Omega.cm$)	57	60	80	70 à 80
Caractéristique mécanique (Mpa)*	R _{p0.2} : 570-700 R _m : 730-830	R _{p0.2} : 800 R _m : 1000	R _{p0.2} : 930 R _m : 1020	R _{p0.2} : 800 à 1200 R _m : 800 à 1300

* selon traitements thermiques

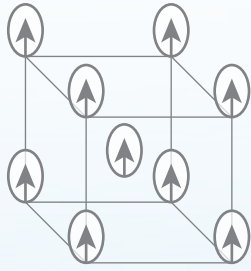
Une solution intermédiaire : la gamme UGIPLEX

Les Duplex sont intéressants pour l'utilisation dans des milieux corrosifs sévères. La présence d'une phase austénitique amagnétique réduit l'induction à saturation ainsi que les valeurs de μ , Hc par rapport aux ferritiques.

Caractéristiques générales de quelques nuances UGIPLEX.

	UGI 4362	UGI 4462	UGI 4507
Aimantation à saturation (T)	0.55	0.55	0.50
Champ coercitif* (A/m)	600	700	750
Perméabilité maximum	50	40	30
Champ rémanent (T)	0.05	0.04	0.03
Résistivité ($\mu\Omega.cm$)	80	80	85
Milieu adapté	Identique à ceux validés pour l'UGI 4404 (AISI 316)	Duplex « milieu de gamme » pour les industries chimiques, pétro-chimiques, papetières et dessalement eau de mer	Duplex « haut de gamme » pour les applications sévères dans les industries chimiques, pétrole, papeterie, dessalement et dépollution

* mesure après saturation magnétique du matériau



Comment ça marche ?

C'est en réagissant à l'application d'un champ magnétique extérieur (solénoïde, aimant) que les électrons présents dans un matériau lui confèrent des propriétés magnétiques spécifiques.

Les grandeurs utilisées

Cette réaction se mesure par l'induction B (air + matériau) ou par la polarisation magnétique J , propre au matériau.

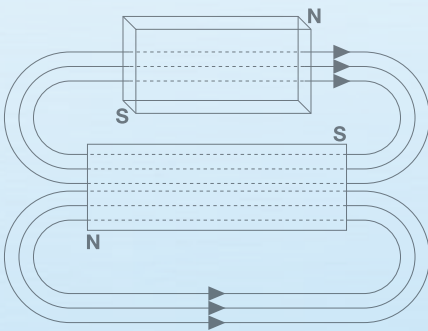
Pour évaluer l'effet induit par le matériau, il est commun de comparer celui-ci à celui généré par le vide B_0 soumis tous les deux au même champ H .

- dans le matériau : $B(H) = \mu(H) \cdot H$ - dans le vide : $B_0 = \mu_0 \cdot H$

On qualifie le matériau par sa perméabilité magnétique relative μ , correspondant à $\mu(H)/\mu_0$

Plusieurs possibilités pour les inox Ugitech

Selon la valeur de leur perméabilité relative, on définit deux familles :



- Les paramagnétiques*, également appelés amagnétiques, ($1 < \mu < 5$) qui se laissent traverser par le champ H avec peu de modification. On les utilise pour des pièces devant rester « transparentes » vis à vis d'un champ appliqué. Les aciers inoxydables austénitiques en font partie. Pour que ceux-ci restent paramagnétiques quelles que soient les conditions d'usinage, de traitement thermique, il est nécessaire d'avoir une austénite très stable.

*également appelées amagnétique

- Les ferromagnétiques ($\mu \gg 1$) comprennent les aciers inoxydables ferritiques, martensitiques et duplex. La polarisation du métal tend à s'aligner avec le champ extérieur, à le canaliser et à le renforcer. On peut les utiliser comme amplificateurs de champ (noyaux magnétiques) et/ou canalisateurs de champ (blindage magnétique).

La résistivité électrique, c'est important ?

Les aciers inoxydables sont particulièrement bien positionnés vis à vis de cet aspect, du fait de la présence importante d'éléments d'alliages.

Lorsque qu'une pièce ferromagnétique est soumise à un champ variable, se mettent en place des courants de Foucault parasites. Pour obtenir une réponse rapide de l'application, les performances magnétiques seules peuvent ne pas suffire. On utilise contre ce phénomène des matériaux à résistivité électrique élevée.

L'expérience montre que la résistivité peut être aussi importante à considérer que les grandeurs magnétiques traditionnelles.

Résistivité électriques types de matériaux mesurées à 25 °C.

Matériau	Comportement	Résistivité ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)
Acier inoxydable austénitique type AISI 304, 316	Paramagnétique	72 à 74
Acier électrique	Ferromagnétique	13
Acier à 2.5% Silicium		40
Acier inoxydable martensitique UGI 4005		57
Acier inoxydable ferritique UGI 4016L, UGI 4511		60
Acier inoxydable ferritique UGI 4105Si, IMRE, Ugiperme 12FM		76 à 78



Sites de production UGITECH

Barres

UGITECH
Avenue Paul Girod
73403 UGINE Cedex
FRANCE
Tél. +33 (0)4 79 89 30 30
Fax: +33 (0)4 79 89 34 34

UGITECH Italia
Via G. Di Vittorio, 34/36
20068 PESCHIERA BORROMEO
(MI)
ITALIE
Tél. +39 02 54 74 34 14
Fax: +39 02 54 74 34 30

Fil Machine

UGITECH
Avenue Paul Girod
73403 UGINE Cedex
FRANCE
Tél. +33 (0)4 79 89 30 30
Fax: +33 (0)4 79 89 34 34

Fils Tréfilés

UGITECH
BP 33
58160 IMPHY
FRANCE
Tél. +33 (0)3 86 21 37 98
Fax: +33 (0)3 86 21 31 03

UGITECH
Petite Rue Volais
BP 115
27800 BRIONNE
FRANCE
Tél. +33 (0)2 32 47 33 37
Fax: +33 (0)2 32 44 96 39

UGITECH
3, Chemin de Majornas
BP 1109
01009 BOURG-EN-BRESSE
FRANCE
Tél. +33 (0)4 74 50 55 00
Fax: +33 (0)4 74 50 55 10

SPRINT METAL
Edelstahlziehereien GmbH
Eckenhagener Strasse 2
51580 REICHSHOF - Pochwerk
ALLEMAGNE
Tél. +49 (0)22 61 54 06 23
Fax: +49 (0)22 61 54 06 55

SPRINT METAL
Edelstahlziehereien GmbH
Gewerbegebiet West
39240 BRUMBY
ALLEMAGNE
Tél. +49 (0)39 291 46 51 0
Fax: +49 (0)39 291 46 51 55



UGITECH

c'est 2000 personnes qui travaillent ensemble,
pour vous, dans le monde entier



www.ugitech.com