

Bulletin d'informations techniques

Les dernières informations de Magnetfabrik Bonn

1/2008

Influence de la température sur les aimants permanents

1. Introduction

Dans les applications typiques des aimants permanents dans les domaines des véhicules des appareils ménagers, les moteurs électriques ou les machines outils, les aimants sont soumis à des variations de température pendant leur durée de vie qui ont une influence sur leurs caractéristiques magnétiques. Il existe différents types de contraintes comme par exemples des contraintes cycliques, de longue durée etc.

Alors que les valeurs typiques fournies par les fabricants sur les valeurs magnétiques des matériaux à différentes températures permettent de choisir les matériaux pour leur application la nature des contraintes n'est en revanche prise en compte que de manière insuffisante.

Dans le domaine des capteurs en particulier, la compréhension des processus qui conduisent à l'affaiblissement d'un aimant par le temps et la température est fondamentale pour le calcul d'un système.

Chez Magnetfabrik Bonn, des tests de durée en température ont été entamés en début 2007 pour systématiser l'influence des contraintes sur les différents matériaux. Nous disposons à présent des valeurs après 8000 h de test à 130 °C et 160 °C. Nous allons vous en présenter le résumé ci après.

2. Mesures

Les aimants éprouvette doivent être isolés magnétiquement pendant la mesure c'est-à-dire être maintenus à grande distance les uns des autres. Sans cela leur champ magnétique se verrait stabilisé ou déstabilisé par les échantillons voisins et fausser les mesures sur le long terme.

Afin de mesurer plusieurs échantillons en longue durée Magnetfabrik Bonn a élaboré des mini fours régulés en température par une PID là les aimants peuvent être mesurés pendant leur épreuve thermique. Grâce à leur taille réduite et leur bonne isolation plusieurs échantillons ont pu être testés pendant de longs mois avec une consommation de seulement 30 Watt à 150 °C.

3. Effets d'une contrainte thermique

Les caractéristiques de tous les matériaux magnétiques montrent une plus ou moins grande sensibilité à la température de l'environnement.

En physique, l'influence de la température est décrite en totalité par la relation entre la température et la courbe de désaimantation. La courbe de désaimantation étant le plus souvent réduite aux valeurs de rémanence B_r , de champ coercitif H_{cB} et H_{cJ} les fabricants des matériaux n'indiquent le plus souvent que les coefficients d'évolution linéaires de ces valeurs en fonction de la température. Sachant que le produit énergétique de la plupart des matériaux évolue comme le carré de l'induction les tableaux de valeurs magnétiques n'indiquent souvent que les coefficients linéaires $\alpha(B_r)$ et $\beta(H_{cJ})$. Ces deux valeurs indiquent l'évolution en pourcentage de la valeurs connue à 20 °C jusqu'à 120 °C. L'évolution linéaire est une approximation et plus encore son extrapolation au-delà de 120 °C conduit à des résultats grossièrement faux.

Sur le site de Magnetfabrik bonn à la rubrique » produits » les valeurs magnétiques et les courbes de désaimantation à différentes températures sont téléchargeables. Les descriptions physiques des

matériaux ne donnent souvent pas à l'utilisateur les informations pratiques dont il a besoin pour évaluer son application. La question est bien plus importante de savoir comment l'aimant dans une position stable se comporte dans le temps vis-à-vis de la température. Dans ce cas se présentent des effets qualitativement différents qui sont décrits rapidement ci après. Ces trois effets agissent en même temps et l'on doit en considérer la résultante.

Effets réversibles

Le champ magnétique diminue à l'inverse de la température sommairement proportionnellement à la rémanence et de façon indépendante du mode d'aimantation et de la forme de l'aimant. Cette modification réversible évolue tout d'abord de manière linéaire c'est-à-dire suivant une constante par degré C ce qui permet de se contenter des indications de coefficient de température $\alpha(B_r)$.

A titre d'exemple un $\alpha(B_r)$ de 12 %/100 K signifie que le champ magnétique à cet endroit diminue de 0,12 % de la valeur mesurée à 20 °C à chaque °C supplémentaire.

Pertes irréversible dues a la température

Pour les aimants en terres rares l'augmentation de la température n'affecte pas seulement la rémanence mais aussi le champ coercitif c'est-à-dire que les deux coefficients α et β sont négatifs. Pour les ferrites dures au contraire le champ coercitif baisse avec les températures basses c'est-à-dire que $\beta(H_{c1})$ est positif. Le champ coercitif décrit la résistance à la désaimantation ce qui veut dire que pour les terres rares les hautes températures et pour les ferrites les basses températures peuvent conduire à une désaimantation partielle. Ceci conduit à une modification du champ magnétique à la première confrontation à ces températures. Cette perte n'est plus compensée par le retour de la température et il s'agit donc d'une perte irréversible. Par la perte d'aimantation et la désaimantation propre du champ qui en résulte, la diminu-

tion se stabilise d'elle-même. Il ne se produit pratiquement plus de perte si on répète la même montée ou baisse de température.

Les pertes irréversibles sont plus complexes à décrire que les modifications de champ réversibles dans la mesure où elles ne dépendent pas seulement de la matière mais aussi de la forme de l'aimant ainsi que de son mode d'aimantation et le cas échéant des champs magnétiques environnants.

Pertes irréversibles dans la durée

Que ce soit à la suite de cycles répétés de températures ou de stockage de longue durée ou observe des pertes irréversibles avec la durée pour les aimants en terres rares. Elles s'expliquent par une désaimantation thermique retardée et par la modification chimique du matériau.

La désaimantation thermique retardée s'explique par la loi d'Arrhenius c'est-à-dire que l'évolution se fait de manière logarithmique en fonction du temps de stockage. Par cette liaison logarithmique la perte est mise en évidence dès les premières minutes ou heures et n'évolue que très peu avec les jours et les mois suivants.

Il n'en reste pas moins que pour certains matériaux de fortes pertes du champ magnétiques peuvent être observées avec la durée prolongée. Cette perte a d'autres explications physiques et peut être rapprochée par exemple d'une lente mais régulière dégradation chimique du matériau à haute température.

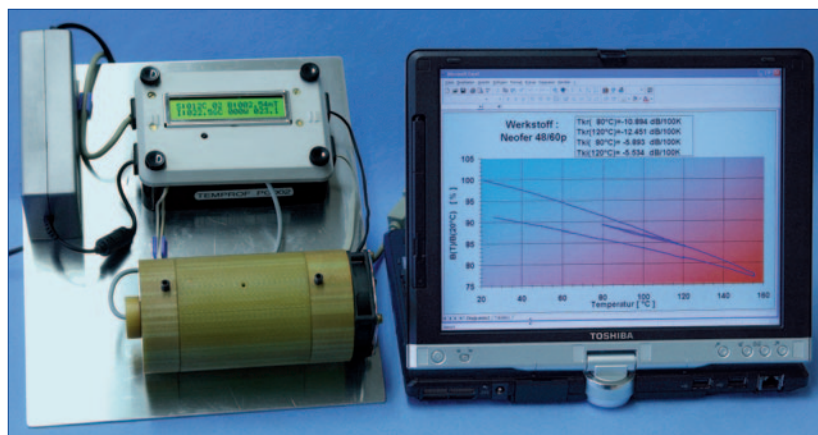


Figure 1 : Vue des fours développés pour ces mesures

Matière : Neofer 48/60p

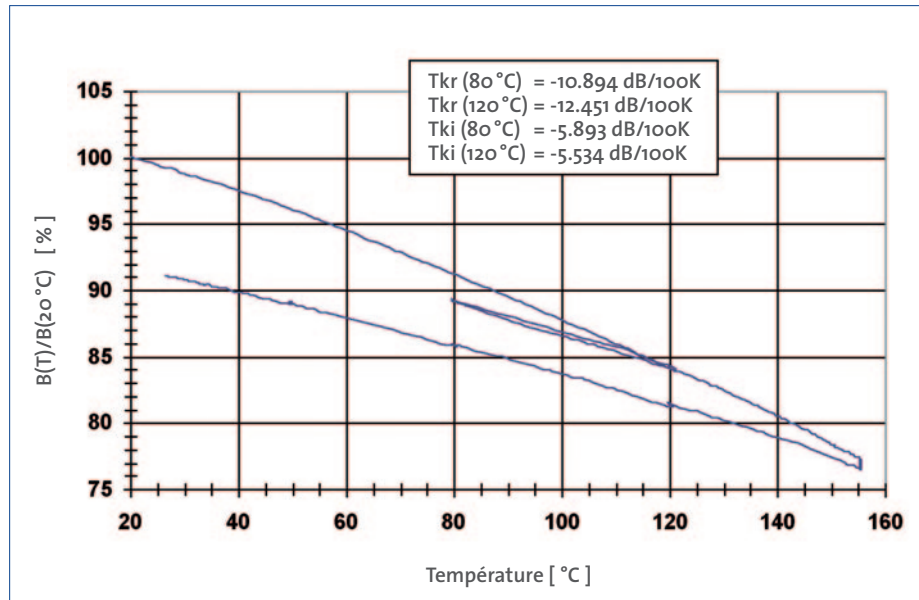


Figure 2 : Mesure des modifications de champ réversibles et irréversibles sur un aimant échantillon en Neofer 48/60p 14x14x2,5 mm aimanté bipolaire frontalement

Neofer 48/60p

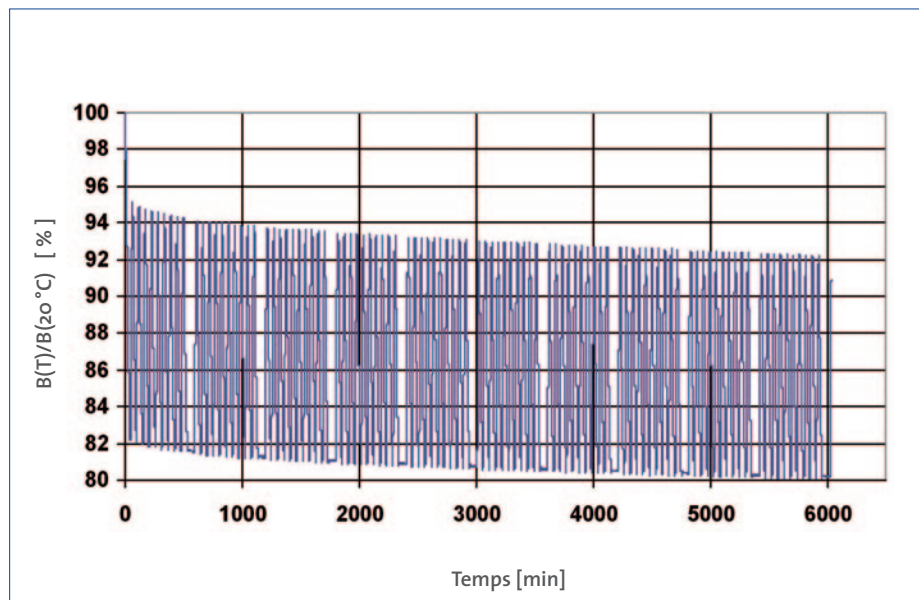


Figure 3 : Mesure d'un aimant échantillon soumis à des cycles intermittents 150 °C/22 °C. Matière Neofer 48/60p diamètre 16x2,5 mm aimanté bipolaire frontalement

Neofer 48/60p

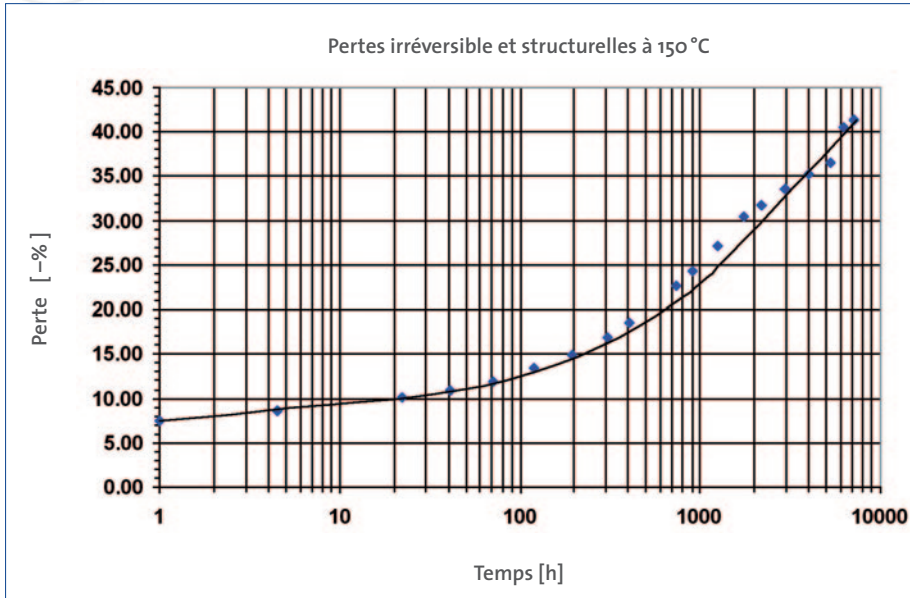


Figure 4 : Mesure d'aimants échantillons sur une longue durée comme plot d'Arrhenius. Matière Neofer 48/60p, 14x7x3 mm aimanté axialement suivant 3 mm

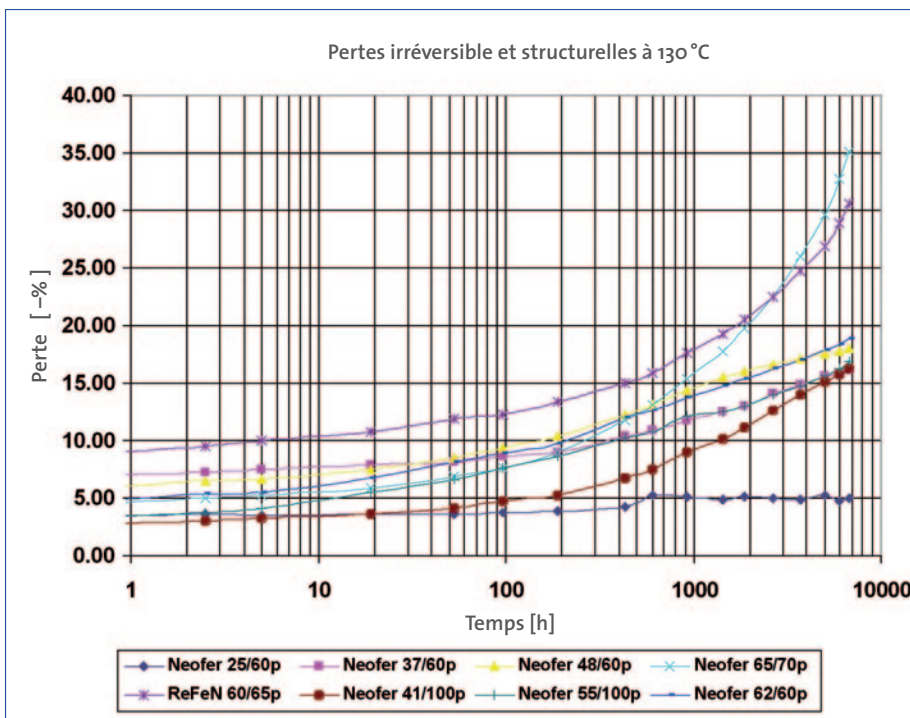


Figure 5 : Mesure d'aimants échantillons sur une longue durée comme plot d'Arrhenius. Echantillons de matériaux 14x7x3 mm, aimantés axialement suivant 3 mm

4. Conclusion

Les matériaux ferrites que nous avons testés n'ont pas révélé de pertes irréversibles pour les températures au-delà de l'ambiante et jusqu'à 160 °C. Il existe dans notre programme une gamme de produits qui peuvent être employés normalement après une contrainte de 6000 h à 150 °C.

Les pertes irréversibles des ferrites à liant plastique peuvent être correctement décrits par le coefficient de rémanence $\alpha(B_r) \approx 20 \text{ \%}/100 \text{ K}$.

En ce qui concerne les matériaux Neofer il faut prendre en compte les éléments suivants :

- Pertes réversibles pour tout changement de température dans une plage typique de 11 à 13 %/100 K
- Pertes irréversibles suivant la matière et selon la durée de la contrainte déjà à partir de 80 °C.
- Pertes en durée prolongée et pertes cycliques suivant les matières à partir de 120-130 °C une gamme de produits pouvant être mis en œuvre jusqu'à 150 °C ne doivent pas être conseillés pour une durée de 6000 h.

Les résultats de ces études permettent une description qualitative des tendances fondamentales. Une évaluation sûre pour une application donnée nécessite une expérimentation spécifique dans la mesure où les pertes dues à la durée dépendent aussi des contraintes de l'environnement comme les contacts électrochimiques avec d'autres métaux.

Nous nous tenons volontiers à votre disposition pour vous aider à évaluer votre application et à choisir la matière et le mode d'aimantation pour les différents types de capteurs. Nous évaluons avec vous les mesures à prendre pour compenser l'influence du temps et de la température avec par exemple un surdimensionnement de l'aimant. Posez nous vos questions !

Les experts des aimants permanents

Magnetfabrik Bonn a derrière elle une expérience de 75 années. Le savoir-faire accumulé pendant ces années dans les domaines des matériaux des applications et de la production fait de nous un expert et un fournisseur de pointe dans le domaine des aimants permanents. Nous utilisons ces compétences afin de répondre aux problèmes de nos clients en réalisant des solutions. Le programme de livraison rassemble une large gamme de matériaux fabriqués dans nos propres ateliers. Un taux d'automatisation élevé y garantit une fabrication économiquement compétitive et offre à notre clientèle des avantages vis-à-vis de la concurrence. Notre gestion de la qualité et de l'environnement fait l'objet de documentations qui témoignent

de notre engagement vers une amélioration constante et notre responsabilité. Qu'il s'agisse de produits de grandes séries ou de systèmes magnétiques unitairement conçus pour une fonction – parlez-en avec nos spécialistes expérimentés.



magnetfabrik  bonn

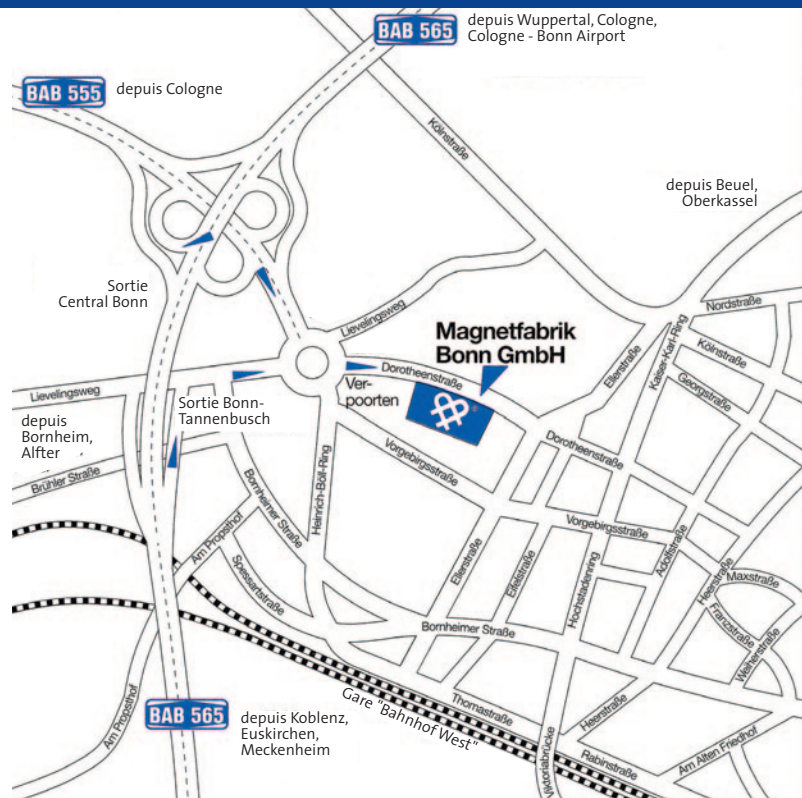
Magnetfabrik Bonn GmbH
Dorotheenstrasse 215 • D-53119 Bonn
Téléphone 02 28 - 7 29 05 - 0 • Télécopie 02 28 - 7 29 05 - 37
verkauf@magnetfabrik.de • www.magnetfabrik.de

Afin de nous trouver facilement

magnetfabrik  bonn

Magnetfabrik Bonn GmbH
Dorotheenstraße 215 • D-53119 Bonn

Tel. (+49) (0) 2 28 - 7 29 05 - 0
Fax (+49) (0) 2 28 - 7 29 05 - 37
E-Mail (for sales) verkauf@magnetfabrik.de
Internet www.magnetfabrik.de
Registergericht Bonn, HRB 4774 • VAT-ID-No.: DE 122 117 630



Représentations en Allemagne

Berlin, Brandenburg
D-14532 Stahnsdorf
Horst Seifert Industriervertretungen
Inhaber Sascha Seifert
Mucheweg 6
Tel. +49 (0) 30 - 8 15 13 44
Fax +49 (0) 30 - 84 72 24 39
E-Mail h.s.i@web.de

Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt (Nord), Schleswig-Holstein
D-22587 Hamburg
Heinrich J. Merck e.K.
Hasenhöhe 40 b
Tel. +49 (0) 40 - 87 08 63 - 0
Fax +49 (0) 40 - 87 08 63 33
E-Mail heinrich.merck@hj-merck.de

Baden-Württemberg
D-72116 Mössingen
Dieter Schönheinz
Technik und Vertrieb
Lembergweg 18
Tel. +49 (0) 74 73 - 78 77
Fax +49 (0) 74 73 - 78 99
E-Mail tb-disch@t-online.de

Bayern
D-84089 Aiglsbach
Technisches Büro Wolfgang Pfaff
Burgweg 20
Tel. +49 (0) 87 53 - 96 03 11
Fax +49 (0) 87 53 - 96 03 96
E-Mail tb-pfaff@tb-pfaff.de

Sachsen, Sachsen-Anhalt (Süd), Thüringen
D-99425 Weimar
Technisches Büro Dr.-Ing. Rathsack
Dichterweg 5
Tel. +49 (0) 36 43 - 90 24 90
Fax +49 (0) 36 43 - 5 32 02
E-Mail dr.rathsack@t-online.de

Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz
D-40885 Ratingen-Lintorf
Heyderhoff GmbH Elektrotechnik
Rehhecke 25
Tel. +49 (0) 21 02 - 918 - 136
Fax +49 (0) 21 02 - 1 77 14
E-Mail kontakt@heyderhoff.de

Hessen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland
D-53119 Bonn
Magnetfabrik Bonn GmbH
Dorotheenstraße 215
Tel. +49 (0) 2 28 - 7 29 05 - 0
Fax +49 (0) 2 28 - 7 29 05 - 37
E-Mail verkauf@magnetfabrik.de

Représentations à l'étranger

Italy
I-20129 Milano
AME S.r.l.
Via Plinio, 55
Tel. +39 - 02 - 29 51 40 26
Fax +39 - 02 - 29 40 08 87
E-Mail ame@ame.it

Austria, Hungary, Croatia, Slovenia, Slovakia, Czech Republic
A-1150 Wien
Dieter Pelzel Industriervertretungen
Plunkergasse 22
Tel. +43 - 664 - 504 89 91
Fax +43 - 1 - 985 64 75
E-Mail dpi@pelzel.at

Brazil
BR-95001-970 Caxias do Sul/RS
Sulbras Sistemas Magnéticos
BR 116, km 141, Bairro Sao Cristóvão
Caixa Postal 749
Tel. +55 (0) 54 283 - 1866
Fax +55 (0) 54 283 - 1938
E-Mail carlos@sulbras.com.br

France
F-92100 Boulogne-Billancourt
TECHNA France Sarl
Jean-Pascal Aner
55, rue d'Aguesseau
Tel. +33 - 1 - 41 31 51 63
Fax +33 - 1 - 41 31 51 60
E-Mail jp.aner@techna-france.com

Switzerland
D-72116 Mössingen
Dieter Schönheinz
Technik und Vertrieb
Lembergweg 18
Tel. +49 (0) 74 73 - 78 77
Fax +49 (0) 74 73 - 78 99
E-Mail tb-disch@t-online.de

Turkey
TR-34 670 01 İketelli Istanbul
MUTLU LTD. STI. İketelli Organize
Küçük Sanayi Bölgesi Metal
İS SİTESİ, 20 Blok No:21
Tel. +90 - 212 - 671 07 92
Fax +90 - 212 - 671 07 94
E-Mail mutlultdco@superonline.com

Nous livrons conformément à nos conditions générales de vente et de livraison 11/2002 ainsi que suivant nos conditions techniques de livraison dans la dernière version à jour que nous tenons à disposition. Tous ces éléments sont consultable sur site www.magnetfabrik.de