

# Des aimants permanents en terres rares

Sandro Buss

*Au bénéfice d'une licence d'exportation depuis la Chine, la société YX Magnetic, dont le siège est établi dans le technopôle de Sierre, propose la conception, la production et la commercialisation d'aimants permanents pour l'Europe et les Etats-Unis. Ceux-ci sont composés de terres rares, une ressource très convoitée.*

## Les terres rares

Les terres rares sont ces dix-sept éléments du système périodique pour lesquels Mendeleïev avait laissées les cases vides, dans son célèbre tableau. Elles représentent le groupe des lanthanides, éléments de numéros atomiques compris entre 57 et 71, du lanthane au lutétium, auxquels on ajoute l'yttrium et le scandium, de fait de propriétés chimiques voisines. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ces métaux ne sont pas particulièrement rares. Leur nom vient du mot «terres», qui était utilisé pour désigner les oxydes à l'époque de leur découverte. Comme ils sont chimiquement très réactifs, on ne les trouve jamais à l'état pur et leurs minerais sont difficiles à raffiner.

La Chine dispose de la moitié des réserves mondiales de terres rares; pourtant, c'est elle qui en assure la quasi totalité (95 %) de la production mondiale. Or, l'empire du Milieu veut limiter les exportations de ces métaux. Pékin annonce tout mettre en œuvre pour stopper la contrebande qui, l'an dernier, a représenté 20 % des 116'000 tonnes de minerais extraites dans le pays. Plus inquiétant, la Chine veut imposer des restrictions pour limiter ses exportations licites à 35'000 tonnes par an, alors que la demande ne cesse de croître, en particulier dans les technologies vertes.

Le prix du terbium a déjà doublé et celui du dysprosium a été multiplié par cinq sur les sept dernières années. Ces manœuvres chinoises ne manqueront pas de renchérir

encore le prix de ces ressources. Mais, les experts s'accordent à dire que le but premier de ces restrictions est d'obliger les industriels des filières concernées à implanter leurs sites de fabrication et de transférer leur technologie en Chine.

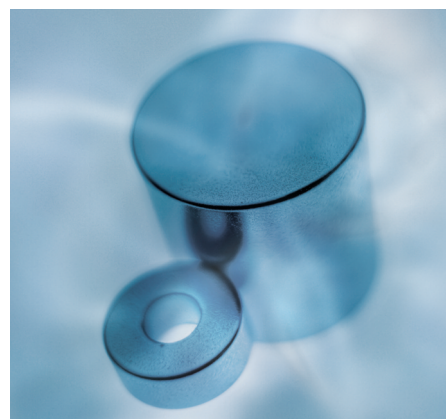
Car les applications des terres rares, en général mélangées, sont cruellement nombreuses et variées: sans elles pas d'iPod, pas d'écrans plats ni de LCD; pas d'ampoules écologiques basse consommation; pas d'aimants superpuissants indispensables aux moteurs électriques, donc pas d'éoliennes ni de turbines hydroélectriques, impossible aussi de produire une voiture hybride ou à pile à combustible... On trouve encore des terres rares dans les pierres à briquet, dans les catalyseurs, dans les réservoirs à hydrogène, dans les filets des lampes à gaz ainsi que dans certaines applications laser et de l'industrie militaire et nucléaire.

## Les aimants

Pour confectionner des aimants permanents, deux terres rares sont utilisées: le néodyme (allié au fer et au bore) ainsi que le samarium (allié au cobalt). Ces aimants possèdent des propriétés supérieures par rapport aux aimants traditionnels. Il faut noter l'importance de la corrosion pour les matériaux dérivés du néodyme, qui contiennent du fer. Pour éviter le problème, ces aimants sont proposés avec différents revêtements.

Le volume d'un aimant en néodyme fer bore est environ dix fois plus petit que celui d'un aimant en ferrite, pour une application identique. Cette propriété a contribué à la miniaturisation des appareils électroniques, notamment par la découverte des aimants en néodyme fer bore. Ils possèdent la plus grande énergie magnétique produite, parmi tous les types d'aimants actuellement sur le marché.

La qualité d'un aimant est essentiellement une fonction de la température d'utilisation, qui possède une limite supérieure,

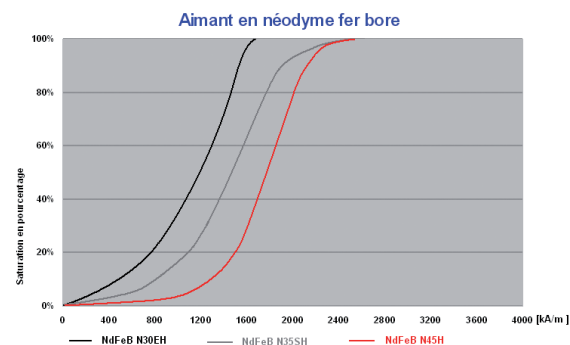


la température de Curie, à laquelle l'aimant perd ses propriétés. Le grade, qui qualifie un aimant permanent, informe au sujet de la température maximale d'utilisation (comprise entre 80 et 200 °C) et de la force déployée. Deux grandeurs, en particulier, caractérisent ces ferro-céramiques: la rémanence, ou l'intensité magnétique qui reste après la magnétisation et le champ coercitif intrinsèque, à savoir le courant nécessaire pour démagnétiser l'aimant.

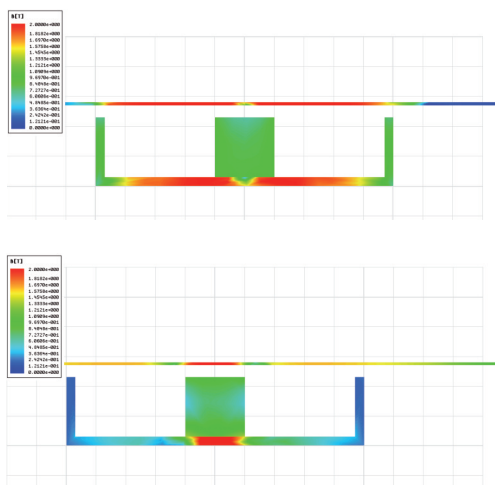
L'intensité du champ magnétique nécessaire pour magnétiser un aimant est d'environ 2800 kA/m pour les aimants en néodyme fer bore; une valeur qui, comme la rémanence qui en résulte, varie en fonction du grade de l'aimant (voire figure). Pour démagnétiser un aimant, le champ est plus faible, quelque 1200 à 1400 kA/m. Plus la température est élevée, plus l'aimant sera sensible aux champs externes.

## La fabrication

La matière première pour l'alliage des métaux doit être minutieusement mélangée sous vide selon des tolérances définies. Pour l'homogénéiser et l'affiner, on chauffe le mélange à 1500 °C dans une fonderie. Une fois refroidies on obtient des plaques de métaux anisotropes, qui sont ensuite manufacturés par métallurgie des poudres. Les lingots sont alors broyés, moulus sous une atmosphère bien définie. On fait passer le matériau successivement par des concasseurs à mâchoires, des laminoirs et des désintégateurs à jet.



Saturation magnétique de trois grades d'aimants Néodyme Fer Bore, en fonction du champ magnétique appliqué



Simulation 2D du champ magnétique [T] produit par un aimant carré sur des matériaux voisins, pour deux orientations de l'aimant

Les particules, d'une taille homogène de deux microns de diamètre, sont ensuite pressées par un piston dans un moule à un seul axe, sous un fort champ magnétique afin d'aligner les grains dans le même sens. Cette étape détermine la grandeur maximale des blocs magnétiques: des cubes de quinze centimètres d'arrête. Afin de purifier et compacter ces blocs, on les

certaines applications, il est en effet préférable de magnétiser les aimants une fois qu'ils ont été montés, afin d'éviter qu'ils ne se couvrent de particules ferromagnétiques.

Tous les aimants diffusés par cette société sont produits dans une usine située à NingBo dans une grande zone industrielle au sud de Shanghai, qui

fritte dans des fours spéciaux à 1300 °C. Après un lent refroidissement, on obtient un matériau certes dur, mais qui ne peut être travaillé qu'en électroérosion ou en découpe au diamant.

Dès ce stade, on ne peut plus recycler les blocs ni isoler les terres rares. Une fois la forme finale obtenue, il faut encore l'arrondir pour éviter les effets de bord, lors du processus de revêtement. Finalement on peut éventuellement magnétiser les pièces à saturation en leur appliquant des champs très forts, produits par des électro-aimants. Pour cer-

taine applications, il est en effet préférable de magnétiser les aimants une fois qu'ils ont été montés, afin d'éviter qu'ils ne se couvrent de particules ferromagnétiques.

#### Un partenariat avec l'HES SO du Valais

La filiale européenne de cette fabrique entretient un partenariat avec le domaine des sciences de l'ingénieur de la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES SO) du Valais. Pierre Poffet, professeur d'électromagnétique et responsable de la filière systèmes industriels et son équipe modélisent les prototypes d'aimants afin d'optimiser leur dimensionnement.

«Nous préférons de loin participer à la conception depuis le tout début», déclare Francis Pont, administrateur d'YX Magnetic. «Souvent, nos clients ne savent pas qu'il est impossible de tourner les aimants. Ils prévoient ainsi des pièces si complexes, qu'elles ne sont simplement pas réalisables. En d'autres occasions, l'utilisation des terres rares ne se justifie pas. Pensez aux aimants collés sur les réfrigérateurs.»

YX Magnetic SA  
3960 Sierre  
Tél.: 027 455 18 35  
www.yxmagnetic.com ●