

# Etude de **MATER**iaux pour la **Réfrigération** **MAG**nétique

**MATERMAG PE08-1.1-5 (2008-2009)**

**Equipe 1: V. Paul-Boncour\*, M. Phejar, L. Bessais**

*Chimie Métallurgique des Terres Rares, ICMPE, CNRS-Univ. Paris XII,  
2-8 rue Henri Dunant, 94320 Thiais Cedex, France*

**Equipe 2: O. Isnard, C. Colin**

*Institut Néel, CNRS et université Joseph Fourier,  
BP 166, 38042 Grenoble Cedex 9, France*

**Equipe 3: T. Mazet, P. Lemoine, A. Vernière et B. Malaman:**

*Institut Jean Lamour, Département P2M, Nancy Université,  
BP 70239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex, France*

**\* Responsable scientifique**



Nancy-Université

IJL



Programme Interdisciplinaire Energie 2006 - 2009



16-18 novembre 2009, Nantes (Site de la Chantrerie).

# Matériaux pour la réfrigération magnétique

- **Les systèmes de réfrigération classiques** (réfrigérateurs, climatiseurs)
  - Sont basés sur la compression/détente de gaz fluorés (CFC, HFC)
  - Problème de réchauffement climatique car se sont de gaz à effet de serre (GES)
  - Adoption de protocoles (Montréal, Kyoto) limitant l'utilisation de ces GES

- **Avantages de la réfrigération magnétique**

- Une alternative écologique: production de froid sans GES
- Silencieux car pas d'utilisation de compresseur
- Meilleur rendement énergétique: +20 à 30 %

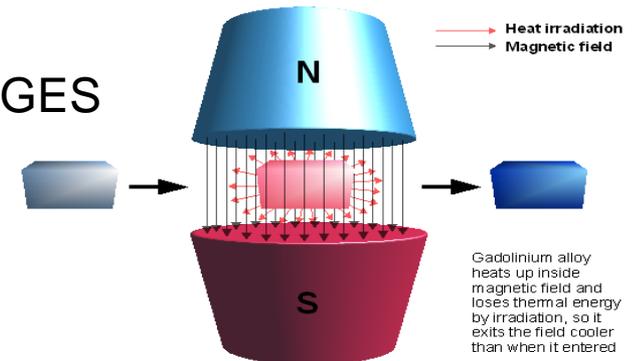


Schéma de principe de l'effet magnéto-calorique

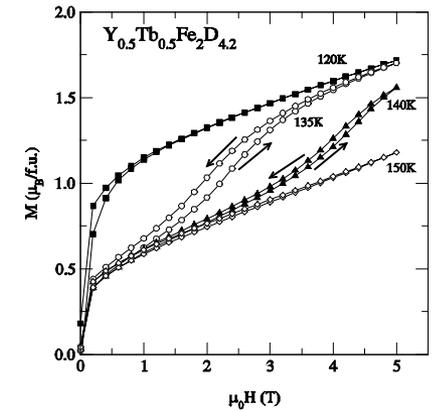
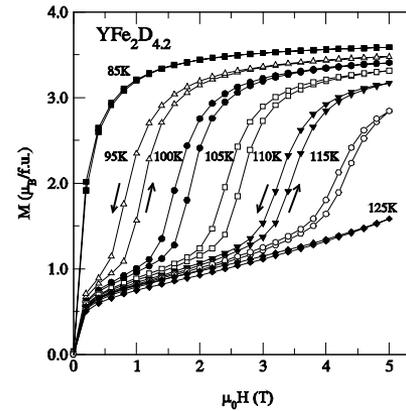
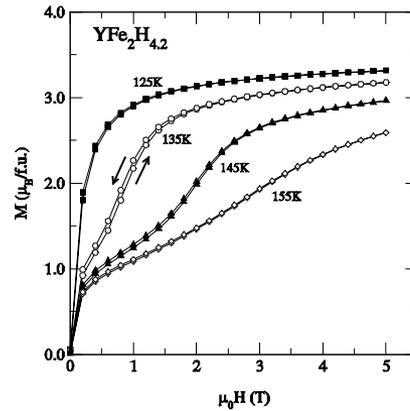
- **Basé sur l'Effet MagnétoCalorique (EMC)**

Sous l'effet d'un champ magnétique externe les matériaux magnétiques dégagent de la chaleur et en absorbent quand on supprime le champ

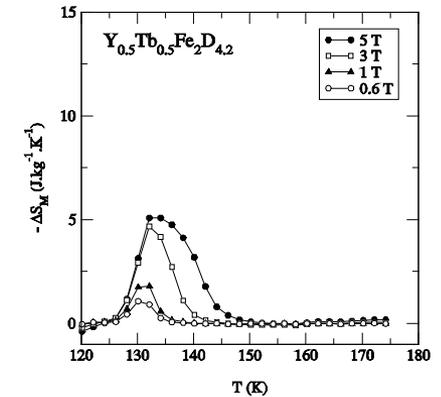
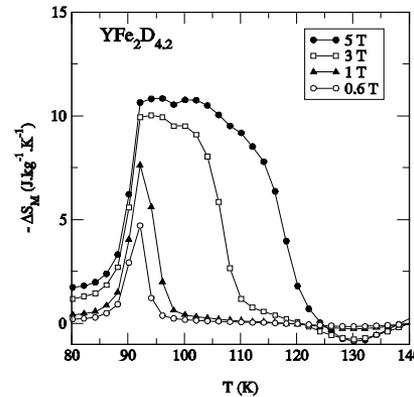
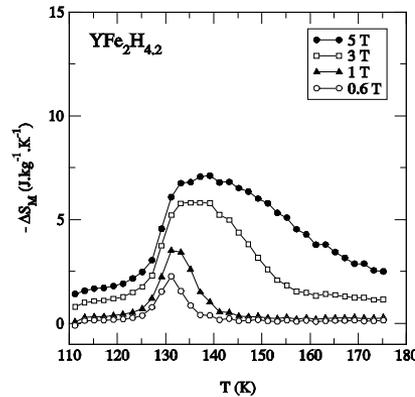
- **Matériaux étudiés**
  - $Y_{1-y}R_yFe_2(H,D)_{4.2}$
  - dérivés de  $Gd_6Mn_{23}$

# Composés $Y_{1-y}R_yFe_2(H,D)_{4.2}$

Courbes  
d'aimantation  
Métamagnétisme  
des e- itinerants

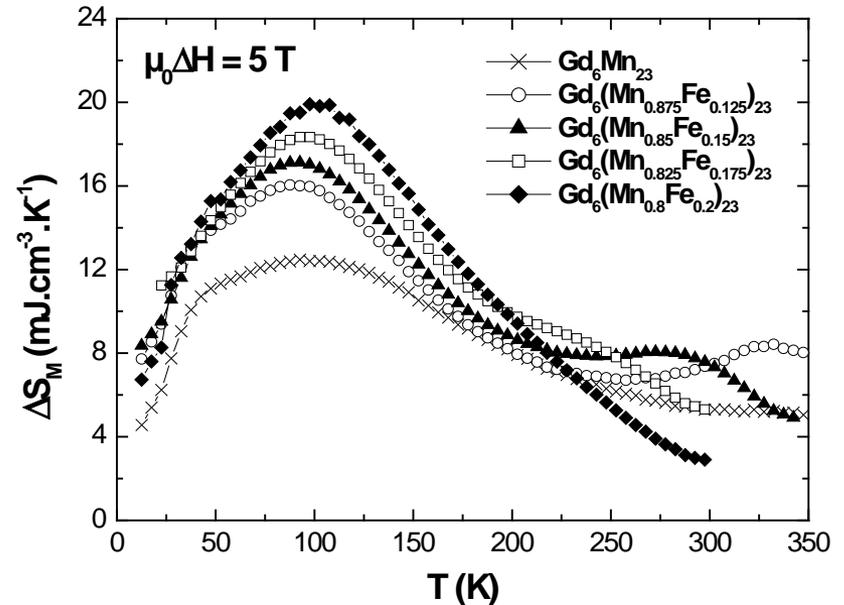
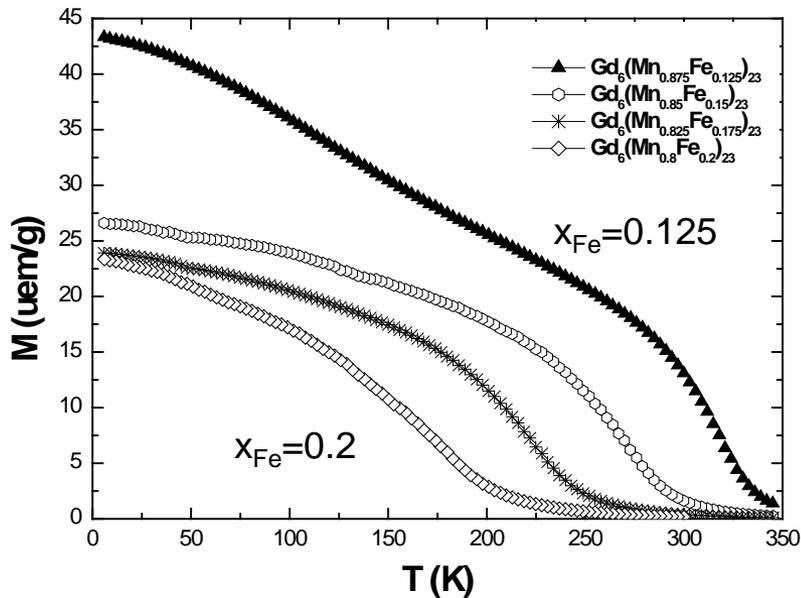


Variations de  
l'entropie  
magnétique



	$-\Delta S_M [J.(K.kg)^{-1}]^*$	$T_{M0} (K)$	RCP ( $J.kg^{-1}$ )
$YFe_2D_{4.2}$	10.8	84	292
$YFe_2H_{4.2}$	7.1	131	263
$Y_{0.5}Tb_{0.5}Fe_2D_{4.2}$	5.1	130	61

# Composés $Gd_6(Mn_{1-x}Fe_x)_{23}$ ( $x \leq 0,2$ )



Variation thermique de l'aimantation :  $T_C$  ajustable entre  $\sim 175$  K et 480 K

Variation thermique de l'entropie magnétique

Effet magnétocalorique modéré mais s'étendant sur un large domaine de température  $\Rightarrow$  capacité de réfrigération  $q$  élevée, comparable à celle de Gd ou de  $Gd_5Si_2Ge_2$

# Conclusions et perspectives

Les composés  $Y_{1-y}Tb_yFe_2(H,D)_{4.2}$  et  $Gd_6(Mn_{1-x}Fe_x)_{23}$  présentent des variations d'entropie magnétique intéressantes pour des applications dans le domaine du froid magnétique.

- $Y_{1-y}Tb_yFe_2(H,D)_{4.2}$  l'effet magnétocalorique est important mais peu étendu en température
- $Gd_6(Mn_{1-x}Fe_x)_{23}$  la variation d'entropie est modérée mais s'étend sur un très grand domaine de température.
- Dans les deux cas, les températures de transitions magnétiques peuvent être ajustées par la composition chimique.

**Ce projet est actuellement poursuivi dans le cadre du PR MATERMAG:**

- Amélioration des propriétés magnétocaloriques par le jeu des substitutions chimiques
- Construction d'un appareil de mesures directes (soutien AI)

# Production scientifique

## **Publications:**

1. V. Paul-Boncour and T. Mazet,  
*Investigation of compounds for magnetocaloric applications:  $YFe_2H_{4.2}$ ,  $YFe_2D_{4.2}$  and  $Y_{0.5}Tb_{0.5}Fe_2D_{4.2}$ . *J. Appl. Phys.*, **105** (2009) 013914.*
- 2 T. Leblond, V. Paul-Boncour, F. Cuevas, O. Isnard, and J.F. Fernandez,  
*Study of the multipeak deuterium thermodesorption in  $YFe_2D_x$  ( $1.3 \leq x \leq 4.2$ ) by DSC, TD and in situ neutron diffraction. *International Journal of Hydrogen Energy*, **34**(5) (2009) 2278-2287.*

**Conférence invitée:** V. Paul-Boncour, T. Leblond, O. Isnard, and M. Guillot. *Giant isotopic effect on magnetic properties of  $Y_{1-x}R_xFe_2(H,D)_{4.2}$  compounds. JEMS08, 14-19/09 2008. Dublin, Ireland.*

**Poster:** V. Paul-Boncour, T. Mazet, M. Phejar, O. Isnard, and C. Colin.  
*Magnetocaloric properties of  $Y_{1-x}R_xFe_2(H,D)_{4.2}$  compounds ( $R = Gd, Tb, Er$ ). Hydrogen Metal-System, Gordon Research Conference, 12-17 July 2009. Il Giocco Hotel and Resort, Lucca (Barga), Italy.*

Merci pour votre attention

**Pour plus d'information voir les  
Posters des projets MATERMAG et COREMAG**