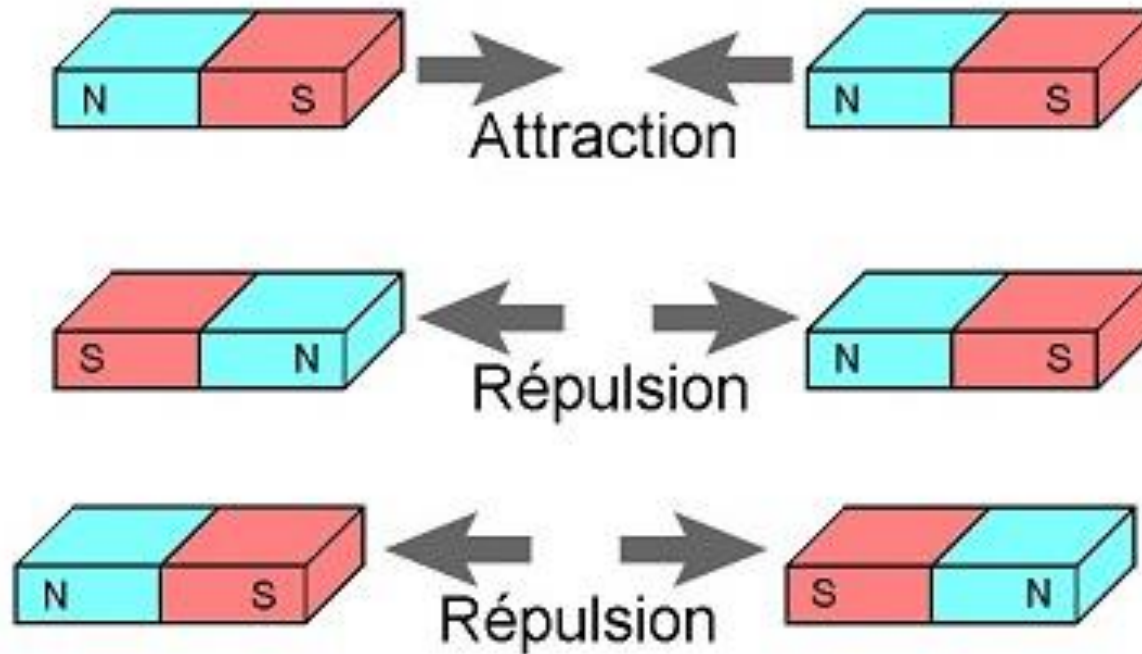


Magnétisme

Les matériaux magnétiques

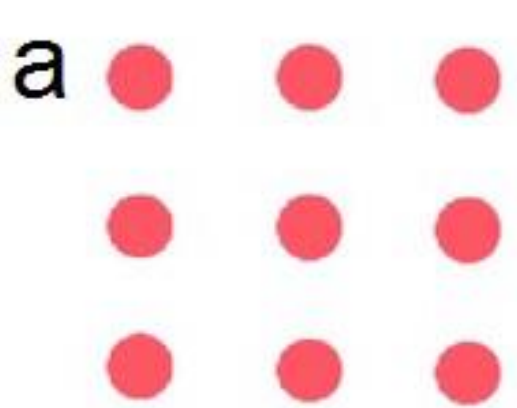
Certains matériaux ont des propriétés magnétiques. Nous avons déjà tous fait l'expérience de l'utilisation d'aimants, qui ont la propriété de s'attirer ou de se repousser selon l'orientation de leurs pôles magnétiques:



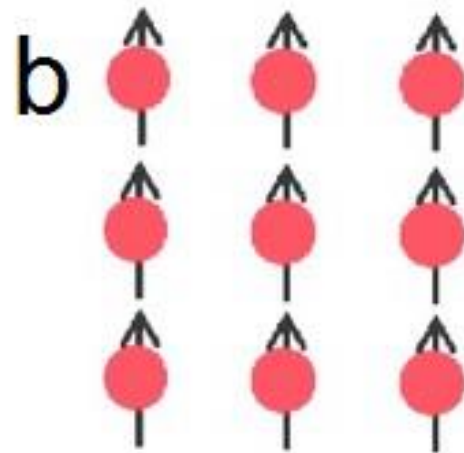
Classification des matériaux magnétiques

Chaque atome peut être considéré comme un dipôle magnétique, possédant un moment dipolaire magnétique $\vec{m}$

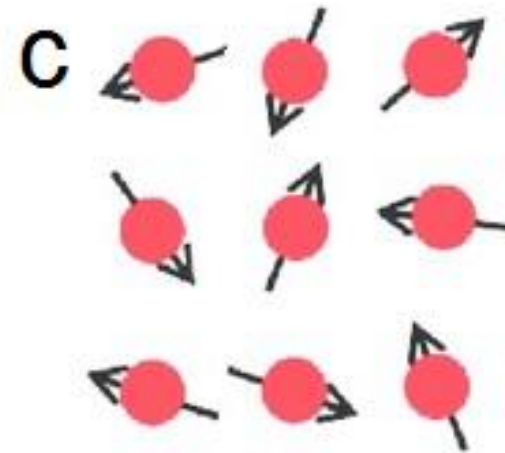
On distingue alors trois cas (principaux) possibles :



diamagnétisme



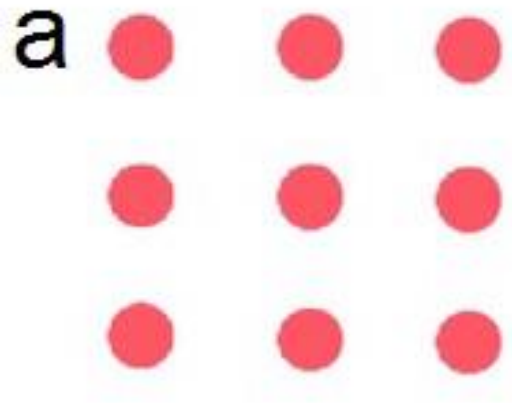
ferromagnétisme



paramagnétisme

Diamagnétisme

- $\vec{m} = \vec{0}$ les atomes ne possèdent pas de moment magnétique $\vec{m}$ en l'absence de champ magnétique (ils peuvent néanmoins en acquérir un faible en présence de B), et le solide ne possède pas de propriétés magnétiques.

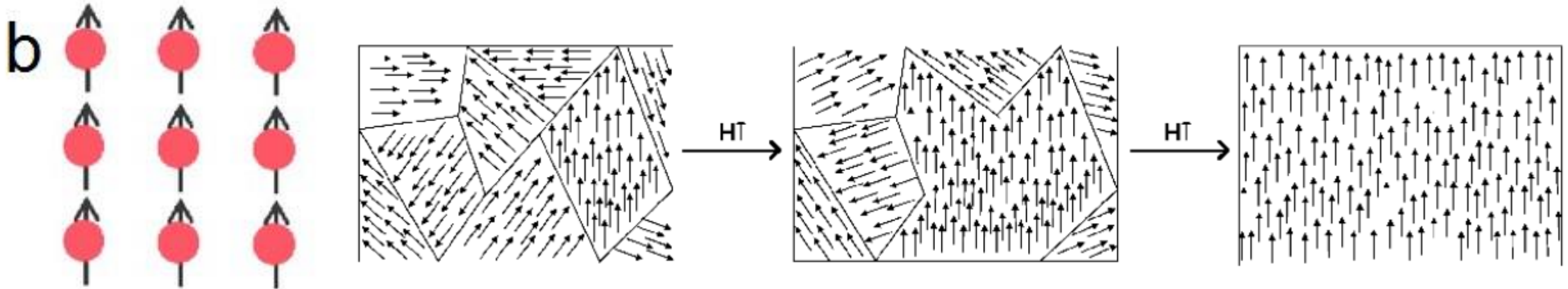


C'est par exemple le cas de l'argent, du cuivre, de l'or et du plomb.

Ils ne sont pas attirés par un aimant (même légèrement repoussés).

Ferromagnétisme

$\vec{m} \neq \vec{0}$ (chaque atome a un moment magnétique non nul en absence de B extérieur) et les moments magnétiques de chaque atome pointent dans la même direction, constante au cours du temps. Les moments magnétiques des atomes restent donc figés et parallèles (par interaction entre eux) dans certains domaines. Sous l'action d'un champ magnétique extérieur, le solide acquiert des propriétés magnétiques, il peut former un aimant.

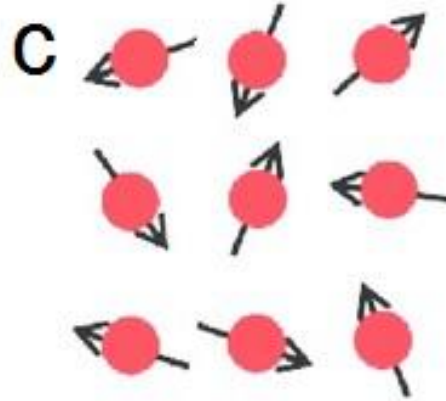


Exemples : le fer, le cobalt, le nickel et l'acier (alliage de fer et de carbone).

Les matériaux ferromagnétiques sont fortement attirés par un aimant et se magnétisent à son contact.

Paramagnétisme

$\vec{m} \neq \vec{0}$. En l'absence de champ B extérieur, chaque atome a un moment magnétique non nul mais les moments magnétiques de chaque atome changent d'orientation aléatoirement au cours du temps. Lorsqu'ils sont placés dans un champ magnétique extérieur intense, les moments des atomes s'orientent partiellement parallèlement au champ extérieur. Mais cette orientation est perdue dès que le champ extérieur disparaît.



Exemples : le platine, le manganèse, l'aluminium.

Ces solides ne sont pas attirés par les aimants ou très faiblement.

Aimantation d'un solide

Définition : L'aimantation $\vec{M}$ d'un solide est le moment magnétique volumique total du solide, c'est à dire la somme de tous les moments magnétiques des N atomes du solides, divisé par le volume du solide :

$$\vec{M} = \frac{\vec{m}_{tot}}{V} = \frac{1}{V} \sum_{i=1}^N \vec{m}_i$$

Unité : $A.m^{-1}$

Valeur de $\vec{M}$ pour les différents solides étudiés :

- Pour un solide diamagnétique : pour tout i $\vec{m}_i = \vec{0}$
D'où $\vec{M} = \vec{0}$ L'aimantation est nulle.
- Pour un solide ferromagnétique : pour tout i $\vec{m}_i = cte = \vec{m}$
D'où $\vec{M} = \frac{N}{V} \vec{m}$ L'aimantation est non-nulle.
- Pour un solide paramagnétique, la situation est un peu plus compliquée : les moments magnétiques $\vec{m}_i$ pointent dans des directions aléatoires au cours du temps mais peuvent partiellement s'orienter dans un champ magnétique extérieur. Il faut donc calculer la valeur moyenne de l'aimantation par la loi de Boltzmann.