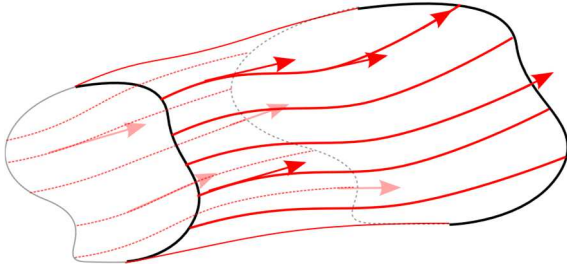


## 📖 Tube de champ

Un **tube de champ** est une **surface fictive** formée par l'ensemble des lignes de champ qui s'appuient sur une courbe fermée donnée à un instant donné.



**Exemples** : un tuyau est un tube de champ pour l'eau qui y circule, une manche à air ou le pavillon d'un instrument à vent sont des tubes de champ pour l'air qui y circule.

## 📖 Propriété fondamentale du champ magnétique (Admise à ce stade de l'année)

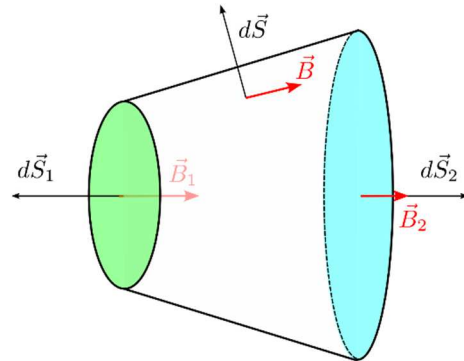
Le flux du champ magnétique à travers une surface fermée  $S$  quelconque est nul :

$$\oiint_{M \in S} \vec{B}(M) \cdot d\vec{S}(M) = 0.$$

On dit encore que **le champ  $\vec{B}$  est à flux conservatif**.

Cette formulation signifie que les flux entrant et sortant d'un tube de champ sont égaux en valeur absolue :  $|d\phi_{ds_1}| = |d\phi_{ds_2}|$  d'où en norme  $B_1 dS_1 = B_2 dS_2$ .

**Interprétation graphique** sur un spectre  
**Plus les lignes de champ se resserrent plus le champ est intense** (et réciproquement).



### Justification

Le flux  $d\phi$  total à travers la surface **fermée** formée d'un tube de champ est des surfaces  $dS_1$  et  $dS_2$  est nul d'après la propriété.

Ce flux peut être décomposé en trois flux à travers les trois surfaces  $dS_1$ ,  $dS_2$  et  $dS_{latérale}$ .

$d\phi = 0 = d\phi_1 + d\phi_2 + d\phi_{latérale}$  avec  $d\phi_{latérale} = 0$  car  $\vec{B} \perp d\vec{S}$  en tout point de  $dS_{latérale}$  par définition du tube de champ.

D'où  $d\phi_1 = -d\phi_2$  et donc  $|d\phi_1| = |d\phi_2|$  : égalité des flux entrant et sortant du tube en valeur absolue.

## 📖 Solénoïde - Propriétés du champ magnétique

### Modèle du solénoïde infini

Déterminer le champ magnétique  $\vec{B}(M)$  créé en tout point  $M$  à l'intérieur d'un solénoïde infini comportant  $n$  spires par mètre parcourues par un courant d'intensité  $I$ .

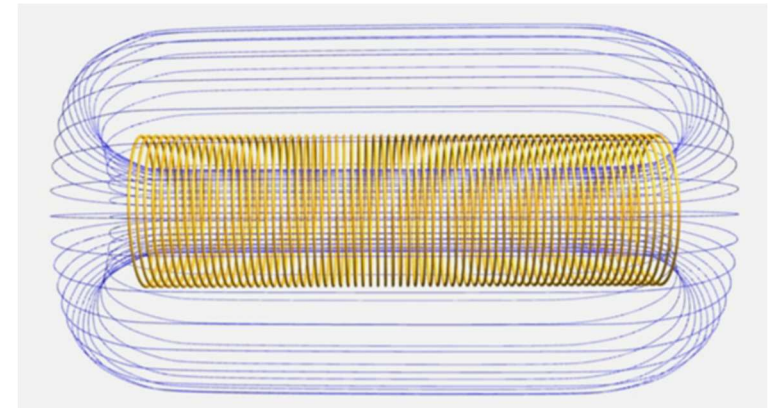
On admettra que le champ magnétique est nul à l'extérieur du solénoïde infini.

**Ce résultat doit être mémorisé.**

### En pratique

Le solénoïde infini est utilisé pour modéliser un solénoïde de longueur  $L$  et de rayon  $R$  tel que  $L \gg R$  pour lequel on néglige les « effets de bord » et comportant  $N$  spires ( $n = N/L$ ).

Allure des lignes de champ pour un solénoïde :



### Validation du modèle

Justifier, qualitativement, en utilisant la simulation ci-dessus et la propriété fondamentale du champ magnétique que le champ s'annule très vite à l'extérieur du solénoïde réel.