

## 4. Électromagnétisme

## 4.2. Magnétostatique

## Table des matières

<b>1. Distributions de courant électrique</b>	<b>2</b>
1.1. Courant électrique . . . . .	2
1.2. Vecteur densité de courant volumique . . . . .	2
1.3. Force volumique de Lorentz . . . . .	2
<b>2. Symétries et invariances du champ magnétostatique</b>	<b>3</b>
<b>3. Propriétés du champ magnétostatique</b>	<b>3</b>
3.1. Flux du champ magnétostatique . . . . .	3
3.2. Circulation du champ magnétostatique . . . . .	3
3.3. Quelques ordres de grandeur . . . . .	3
<b>4. Distributions de courant à haut degré de symétrie</b>	<b>4</b>
4.1. Méthode . . . . .	4
4.2. Fil rectiligne « infini » . . . . .	4
4.3. Câble rectiligne « infini » de rayon $R$ . . . . .	5
4.4. Solénoïde « infini » . . . . .	5
<b>5. Cartes de champ</b>	<b>6</b>
<b>6. Dipôle magnétique</b>	<b>9</b>
6.1. Moment magnétique . . . . .	9
6.2. Champ magnétique dipolaire . . . . .	9
6.2.1. Lignes de champ magnétique . . . . .	9
6.2.2. Champ dipolaire . . . . .	9
6.3. Dipôle magnétique dans un champ magnétostatique extérieur . . .	10
6.3.1. Comportement du dipôle (aspect qualitatif) . . . . .	10
6.3.2. Actions subies . . . . .	10
6.3.3. Énergie potentielle d'interaction . . . . .	11

## Introduction

- Logiciel de simulation en électromagnétisme : Visualis Electromagnetism 2.9 téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante  
<http://www.visualis-physics.com/fr/index.html>
- Simulation université du Mans  
<http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/mnelectricite.html>

## 1. Distributions de courant électrique

### 1.1. Courant électrique

### 1.2. Vecteur densité de courant volumique

### 1.3. Force volumique de Lorentz

## 2. Symétries et invariances du champ magnétostatique

Voir le document associé : *Les symétries des champs*.

## 3. Propriétés du champ magnétostatique

### 3.1. Flux du champ magnétostatique

### 3.2. Circulation du champ magnétostatique

### 3.3. Quelques ordres de grandeur

Champ magnétique

- créé par le cerveau humain :  $B \approx 10^{-15}$  T à la surface du crâne ;
- terrestre : 4 à  $5 \times 10^{-5}$  T à la surface de la Terre (à Paris, 20  $\mu$ T pour la composante horizontale et 40  $\mu$ T pour la composante verticale) ;
- créé par un aimant permanent : 0,1 à 1 T à quelques millimètres de sa surface ;
- créé par un électroaimant : quelques teslas ; par exemple, 1 à 12 T dans un imageur par résonance magnétique (IRM).  
[www.cea.fr/content/download/5413/35366/.../p030\\_35\\_Lethimonier.pdf](http://www.cea.fr/content/download/5413/35366/.../p030_35_Lethimonier.pdf)

## 4. Distributions de courant à haut degré de symétrie

### 4.1. Méthode

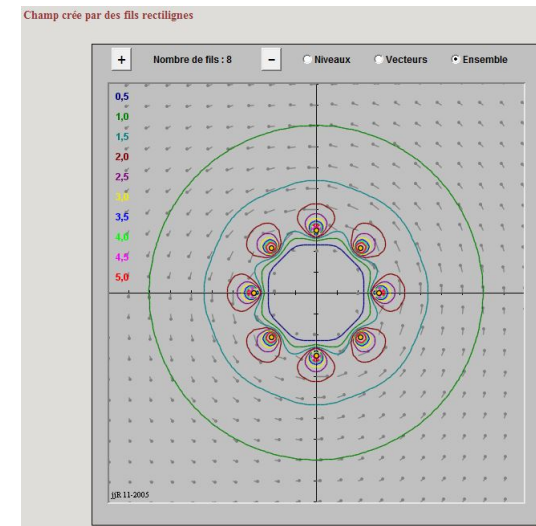
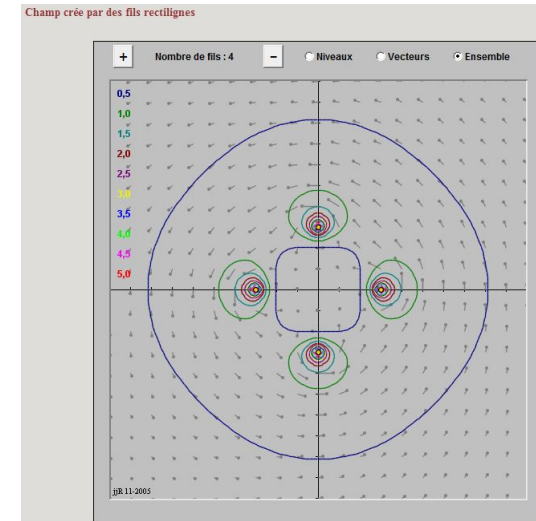
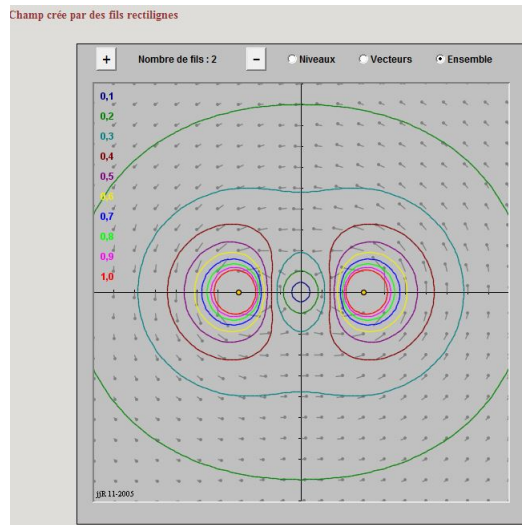
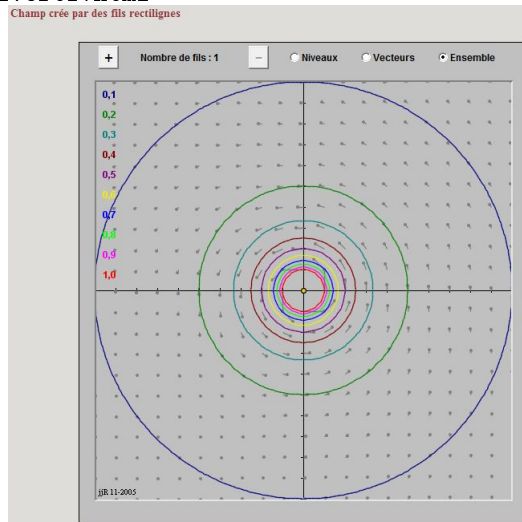
### 4.2. Fil rectiligne « infini »

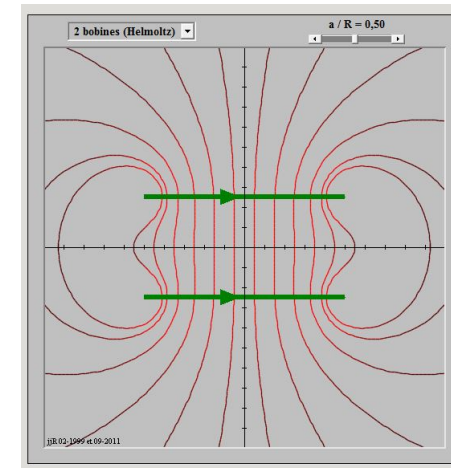
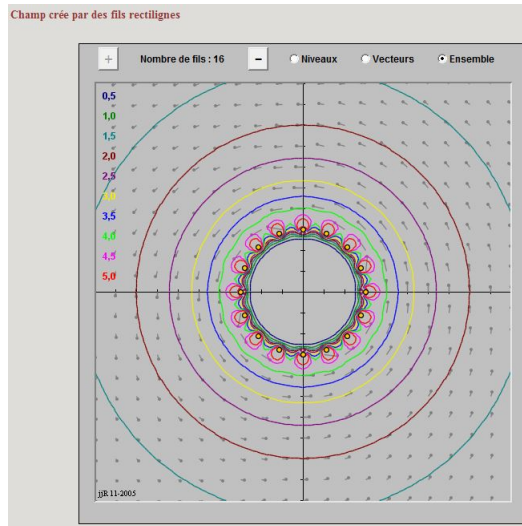
**4.3. Câble rectiligne « infini » de rayon  $R$** **4.4. Solénoïde « infini »**

## 5. Cartes de champ

- Fils rectilignes parallèles

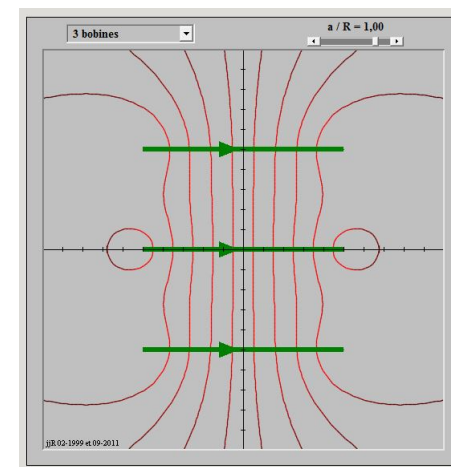
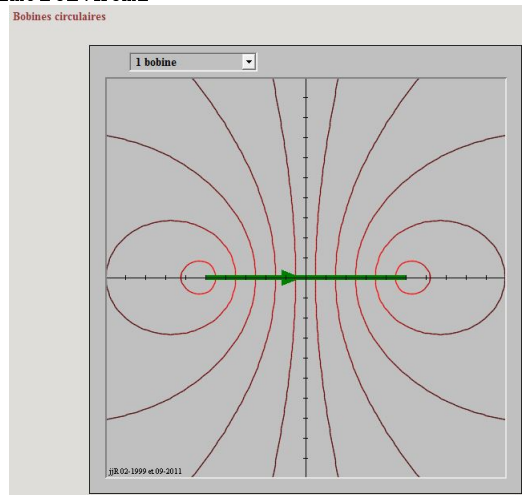
<http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/electri/filverti.html>





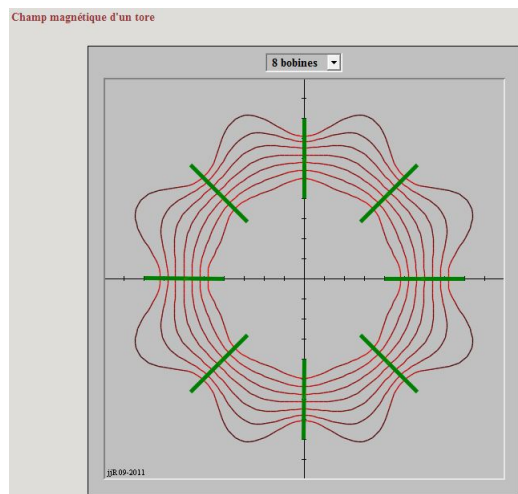
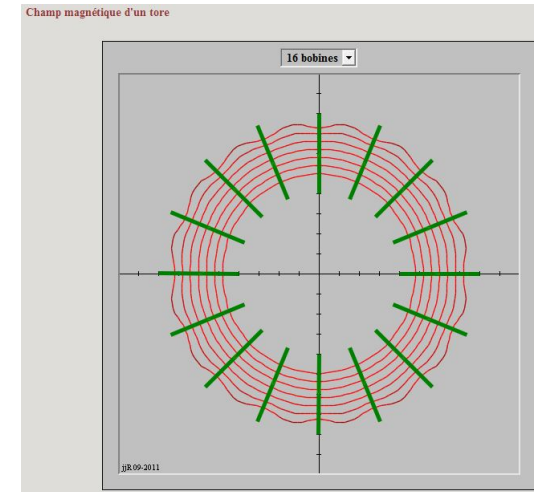
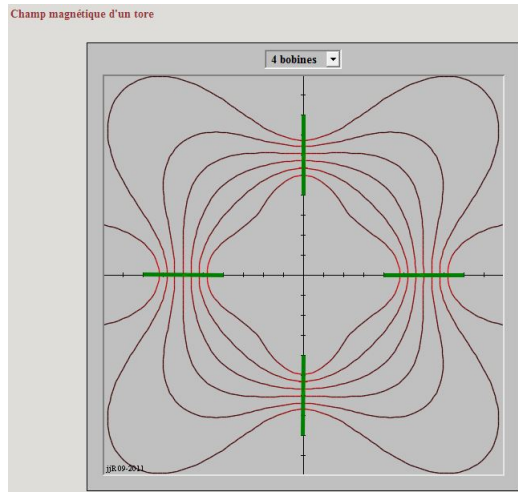
- Bobines plates

<http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/electri/helmoltz.html>



- Bobinage torique

<http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/electri/toremagne.html>



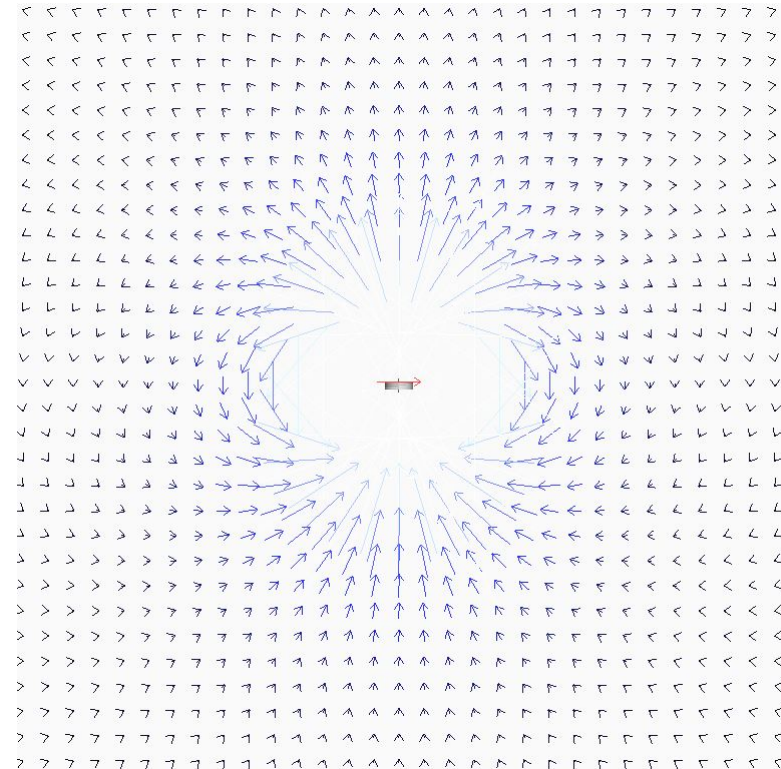


## 6. Dipôle magnétique

### 6.1. Moment magnétique

## 6.2. Champ magnétique dipolaire

### 6.2.1. Lignes de champ magnétique



### 6.2.2. Champ dipolaire

- Approximation dipolaire

- Champ magnétique créé

### 6.3. Dipôle magnétique dans un champ magnétostatique extérieur

#### 6.3.1. Comportement du dipôle (aspect qualitatif)

#### 6.3.2. Actions subies

- Dans un champ magnétostatique extérieur uniforme

- Dans un champ magnétostatique extérieur non uniforme

### 6.3.3. Énergie potentielle d'interaction