



Électromagnétisme-P146

MIP S4/ A.U.: 2021-2022

TRAVAUX PRATIQUES

Responsables: N.MANSOUR, & A. EL BOUKILI

Assisté par :BEN AICHA Jawad

Département des sciences de l'ingénieur

April 12, 2025



Nom : _____
Prénom : _____
Nř: _____

1 Principe

Un circuit parcouru par un courant se comporte comme un aimant et crée son propre champ magnétique dont la cartographie dépend de la configuration spatiale du circuit. peut être déduit du théorème de Biot et Savart, ou du théorème d'Ampère qui ont été vus en cours.

Manipulation Nř 1 – Champ magnétique créé par une bobine plate circulaire

L'objectif est de :

- Apprendre à utiliser un teslamètre pour mesurer l'intensité d'un champ magnétique.
- Mesurer l'évolution de B en fonction du courant I .
- Déterminer l'évolution du champ magnétique en fonction de la position sur l'axe d'une bobine.
- Déterminer expérimentalement la perméabilité magnétique du vide μ_0

2 Champ magnétique créé par une bobine plate circulaire

2.1 Appareil de mesure du champ magnétique

Le teslamètre permet la détection et la mesure de champs magnétiques. L'unité du champ est le tesla et son symbole est T. Les champs magnétiques générés par les bobines de TP sont de l'ordre de mT . Le champ magnétique terrestre est de l'ordre de $0.05mT$.

Il est nécessaire régulièrement de "faire le zero" de la sonde, toutes les 5 mesures environ.

En effet, même en l'absence de champ l'appareil peut indiquer des valeurs non nulles (phénomène de dérive, dû à la structure interne du détecteur).

On retiendra aussi que la sonde mesure la composante du champ selon l'axe de la sonde.

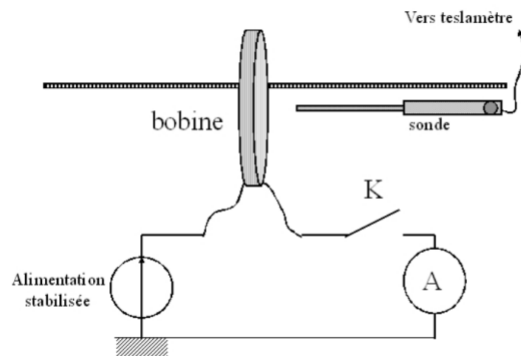
2.2 Dépendance de B par rapport à I

Une bobine plate est une bobine dont le rayon R est beaucoup plus grand que sa longueur l . Considérons la bobine Helmholtz de rayon ($R = 0.2m$) possédant $N = 154$ spires, le champ magnétique $\vec{B}(M)$ créé en tout point sur l'axe de la bobine, a pour expression:

$$\vec{B}_M = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 \cdot R} \sin^3(\alpha) \vec{e}_z = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 \cdot R} \left\{ 1 + \frac{z^2}{R^2} \right\}^{\frac{-3}{2}} \vec{e}_z \quad (1)$$

Où μ_0 est la perméabilité magnétique du vide ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$)

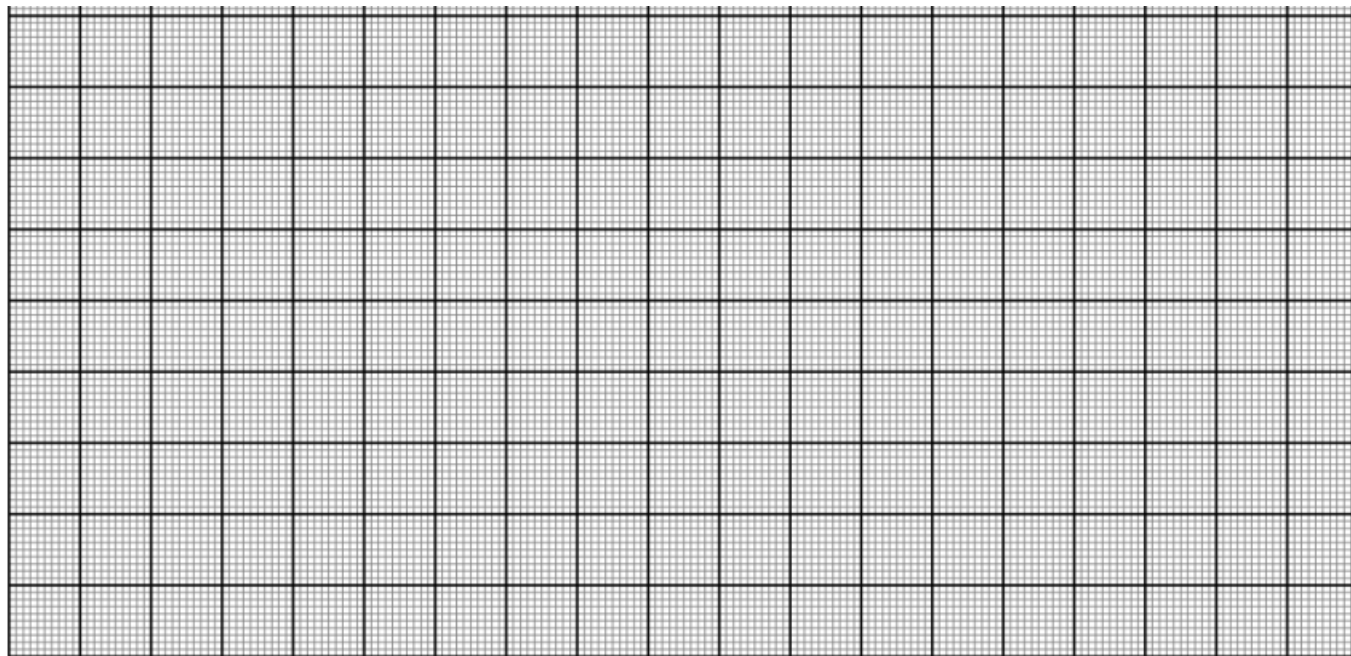
1. Réaliser le montage suivant:



2. Positionner la sonde proche du centre de la bobine fixe, alimentée par un courant I , la sonde restant fixe. Mesurer le champ magnétique pour plusieurs valeurs de courant I au centre de la bobine. Remplir le tableau suivant:

$I(A)$										
$B(z = 0)_{exp.}$										
$B(z = 0)_{th.}$										

3. Tracer sur le même graphique, $B(z = 0)_{exp.}$ et $B(z = 0)_{th.}$ en fonction de I . Vérifier la loi $B_0 = B_0(I)$



4. Montrer qu'il existe une constante K , que l'on calculera, telle que $B = K.I$

-
-
5. Donner la valeur de K si B et I sont exprimés en unités légales.

6. À l'aide de la question précédente et avec les données de l'énoncé, déterminez la valeur de μ_0 .

7. Comparer la valeur déterminée avec la valeur théorique $4\pi \cdot 10^{-7}$.

2.3 Dépendance de B par rapport à la position de la sonde

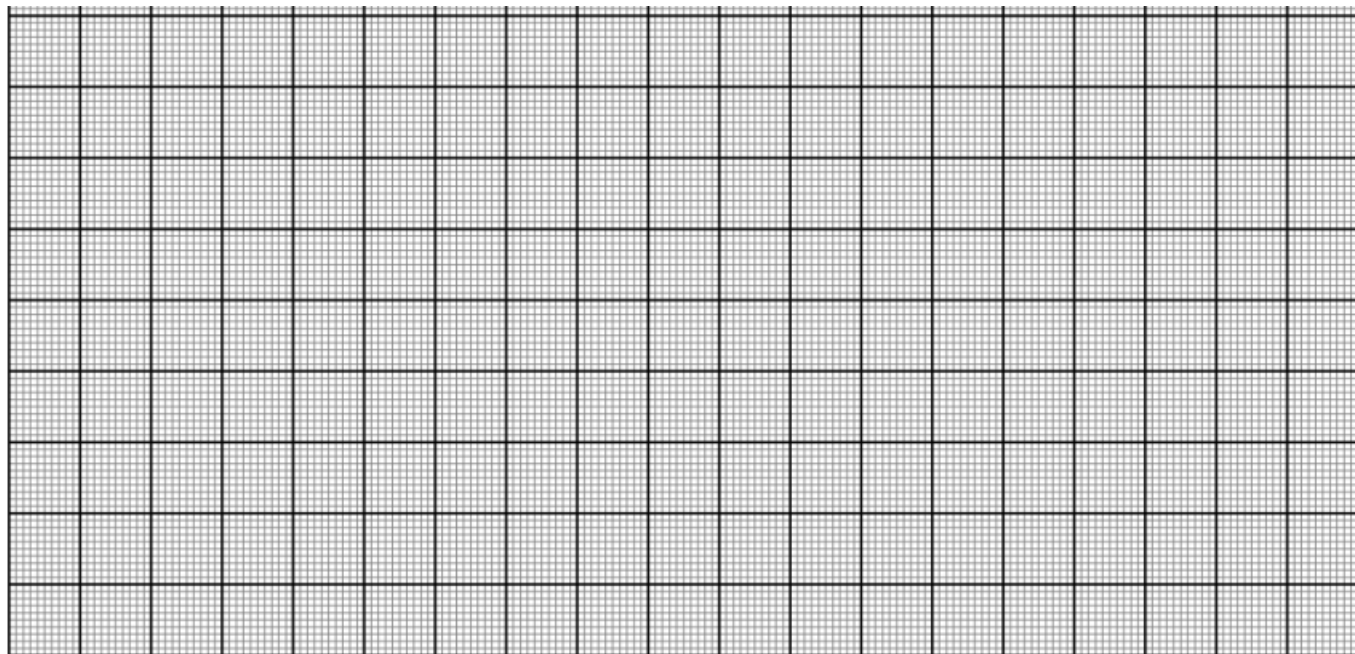
Dans cette partie on fixera une valeur pour le courant.

- Fixer le courant à $3A$ via un ampèremètre.
- Mesurer le champ magnétique pour différentes point de l'axe de la bobine. Remplir le tableau suivant:

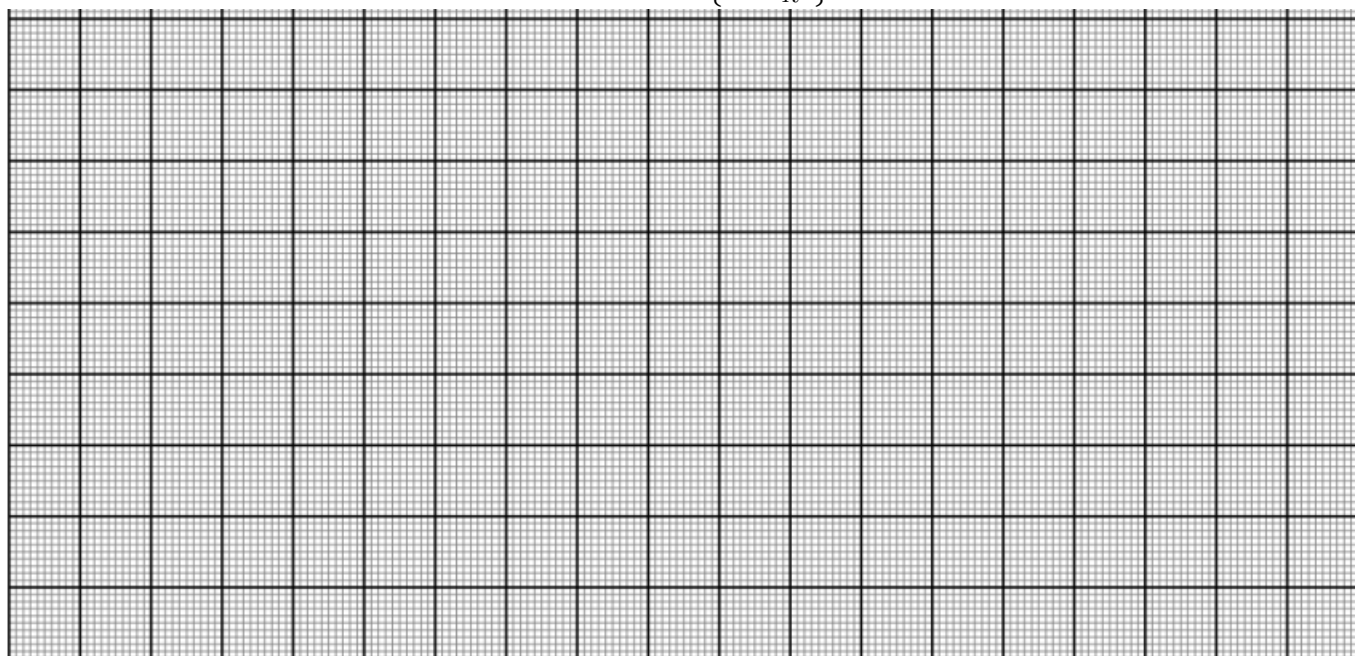
$Z(m)$										
$B(z)_{exp.}$										
$B(z)_{th.}$										

- Tracer sur le même graphique les courbes $B_{exp.}$ et $B_{th.}$ en fonction de z .

Vérifier la loi : $B(z) = B_0 \left\{ 1 + \frac{z^2}{R^2} \right\}^{\frac{-3}{2}}$.



4. Tracer B en fonction de $\sin^3(\alpha)$, tel que $\sin^3(\alpha) = \left\{1 + \frac{z^2}{R^2}\right\}^{\frac{-3}{2}}$,



5. Déduire B_0 .

Manipulation N° 2 – (*Champ magnétique à l'extérieur d'un conducteur rectiligne*)



Montage expérimental pour déterminer le champ magnétique dans l'espace à l'extérieur des conducteurs droits.

Objectifs:

Déterminer le champ magnétique:

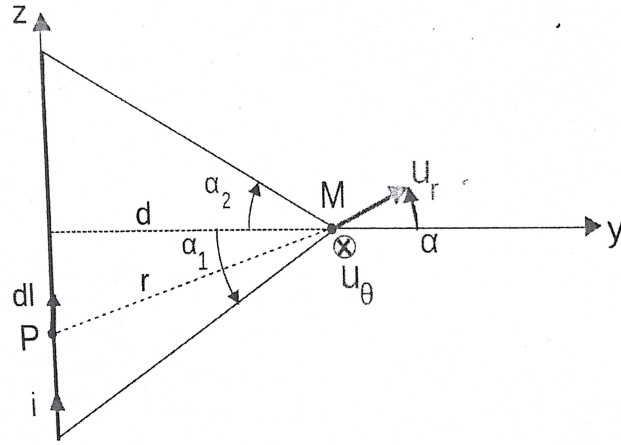
- D'un conducteur rectiligne en fonction du courant,
- D'un conducteur rectiligne en fonction de la distance du conducteur,
- De deux conducteurs parallèles, dans lesquels le courant circule dans la même direction, en fonction de la distance de l'un des conducteurs sur la ligne reliant les deux conducteurs,
- De deux conducteurs parallèles, dans lesquels le courant circule dans des directions opposées, en fonction de la distance de l'un des conducteurs sur la ligne reliant les deux conducteurs.

3 Champ magnétique à l'extérieur d'un conducteur rectiligne

3.1 Principe de l'expérience

Un courant qui circule dans un conducteur rectiligne produit un champ magnétique autour de ce dernier. La dépendance de ce champ magnétique vis-à-vis de la distance par rapport au conducteur et vis-à-vis du courant est étudiée.

Dans le cas d'un conducteur rectiligne fini parcouru par un courant I . par raison de symétrie, le champ magnétique \vec{B} crée en un point M à une distance r par rapport au conducteur, a pour expression:



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} d\vec{l} \wedge \vec{u}_r$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi d} (\sin(\alpha_2) - \sin(\alpha_1)) \vec{u}_\theta$$

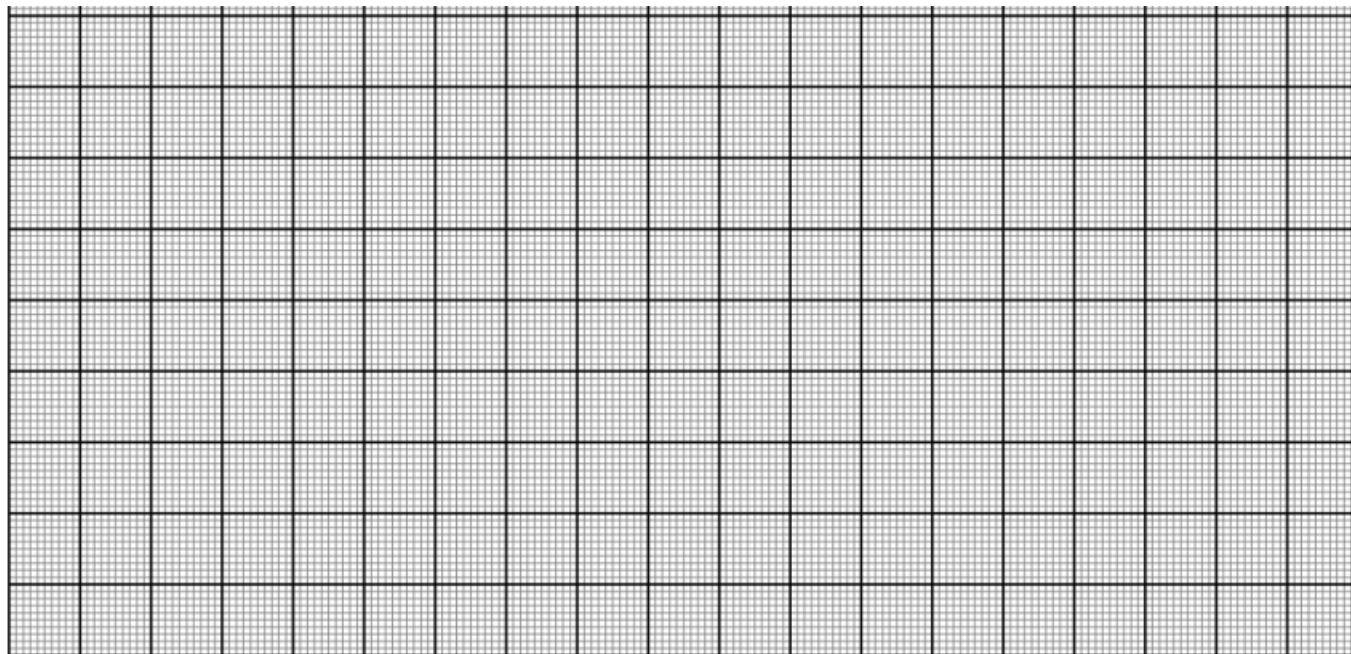
Pour un long conducteur $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$ (2)

3.2 Détermination du champ magnétique B en fonction du courant I

1. Réaliser le montage.
2. Mesurer le champ magnétique pour plusieurs valeurs de courant I au point M situé à une distance d du conducteur.
Remplir le tableau suivant:

I(A)										
$B(mT)_{exp.}$										
$B(mT)_{th.}$										

3. Tracer les courbes $B_{exp.}$ et $B_{th.}$ en fonction de I: $B_{exp.} = f(I)$ et $B_{th.} = f(I)$



4. Conclusion

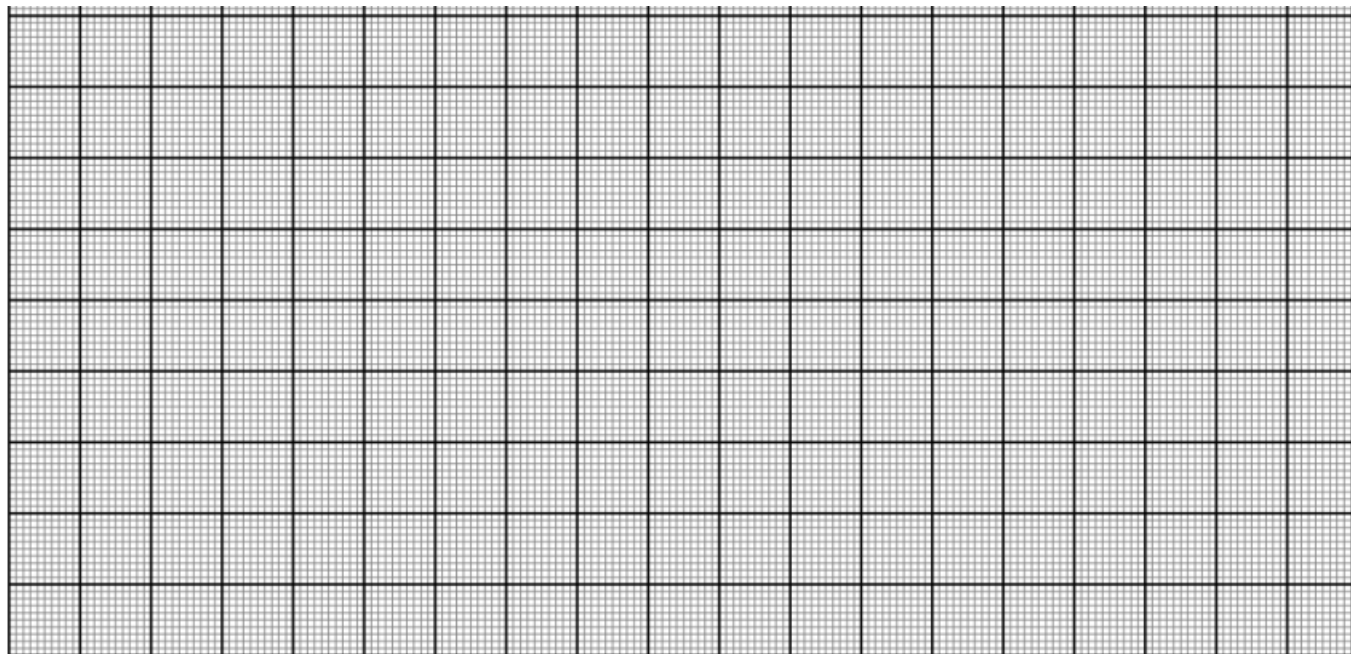
3.3 Déterminer le champ magnétique B en fonction de la distance du conducteur

Dans cette partie on fixera une valeur pour le courant.

1. Réaliser le meme montage que précédemment et fixer le courant à 100 A.
2. Mesurer le champ magnétique pour différentes point distant de conducteur. Remplir le tableau suivant:

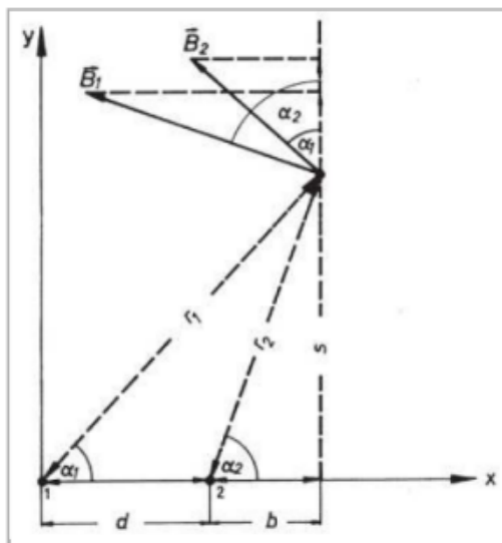
$d(m)$										
$B(mT)_{th.}$										
$B(mT)_{exp.}$										

3. Tracer les courbes $B_{th.}$ et $B_{exp.}$ en fonction de d^{-1} ,



4. Conclusion

3.4 Déterminer le champ magnétique B de deux conducteurs parallèles, dans lesquels le courant circule dans la même direction, en fonction de la distance d'un des conducteurs sur la ligne reliant les deux conducteurs.



Pour le cas de deux conducteurs parallèles dans la direction z , les deux transportant le même courant dans le même sens ($p = 1$) ou en sens opposés ($p = -1$), la superposition des champs magnétiques donne les

composantes B_x et B_y du champ magnétique au point Q .

$$B_x = |\vec{B}_1| \sin(\alpha_1) + p \cdot |\vec{B}_2| \sin(\alpha_2) = \frac{\mu_0 l}{2\pi s} (\sin^2(\alpha_1) + \sin^2(\alpha_2)) \quad (3)$$

$$B_y = |\vec{B}_1| \cos(\alpha_1) + p \cdot |\vec{B}_2| \cos(\alpha_2) = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \left(\frac{1}{b+d} \cos^2(\alpha_1) + p \frac{1}{b} \cos^2(\alpha_2) \right) \quad (4)$$

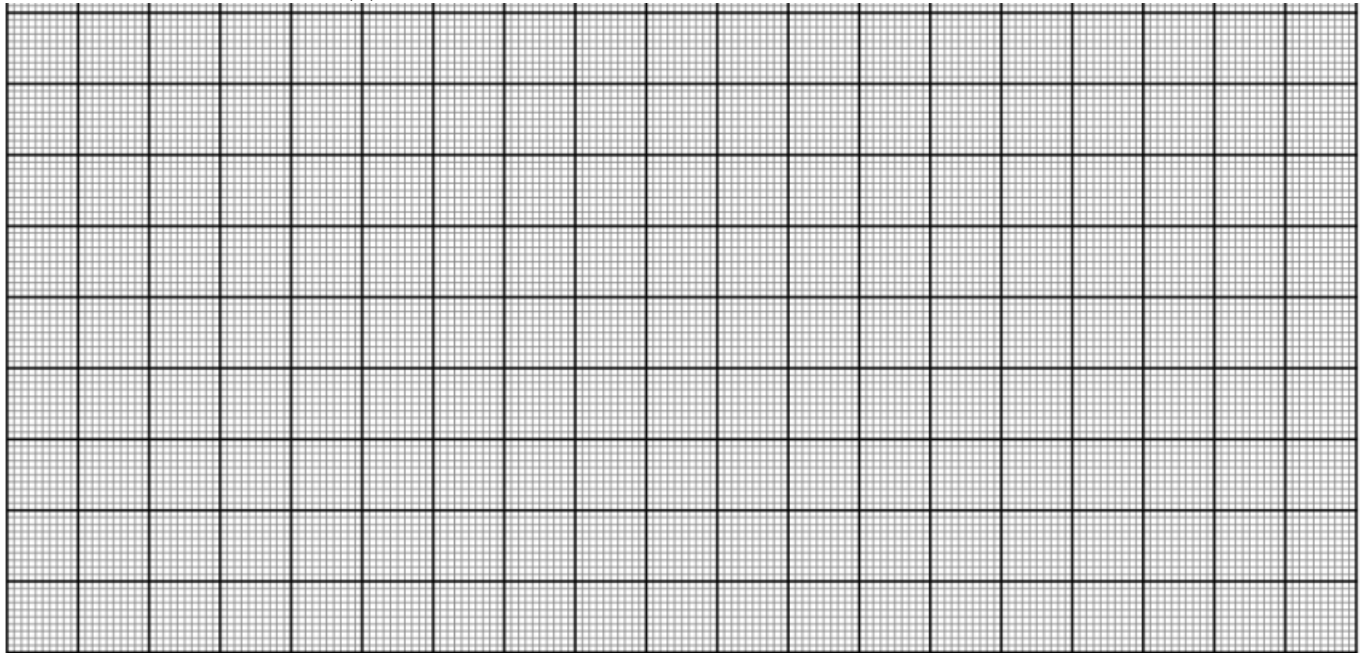
Pour M sur l'axe des abscisses, on obtient:

$$B_y = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \left(\frac{1}{b+d} + \frac{p}{b} \right) \quad (5)$$

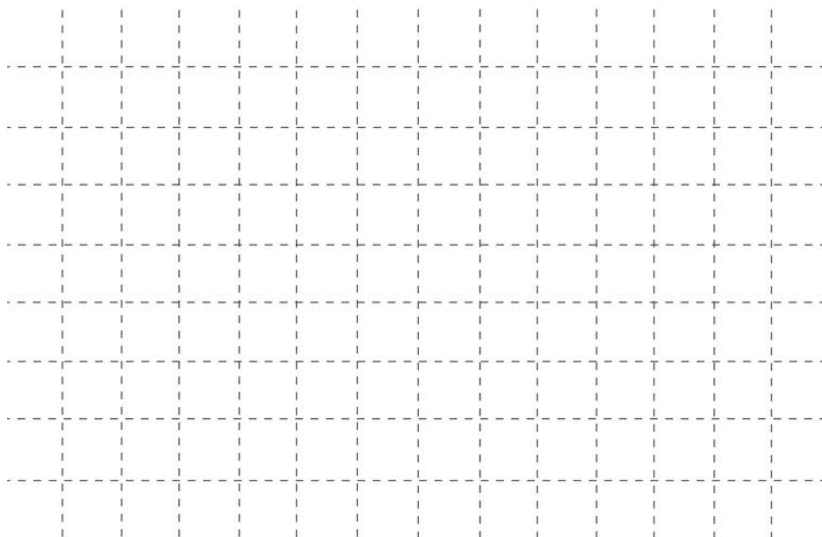
1. Réaliser le montage.
2. Mesurer le champ magnétique pour différentes point distant de l'un des conducteurs sur la ligne reliant les deux conducteurs. Remplir le tableau suivant:

r(m)										
$B(mT)_{exp.}$										

3. Tracer la courbe : $B = f(r)$



4. Tracer les lignes de champ dans un plan perpendiculaire aux deux conducteurs.



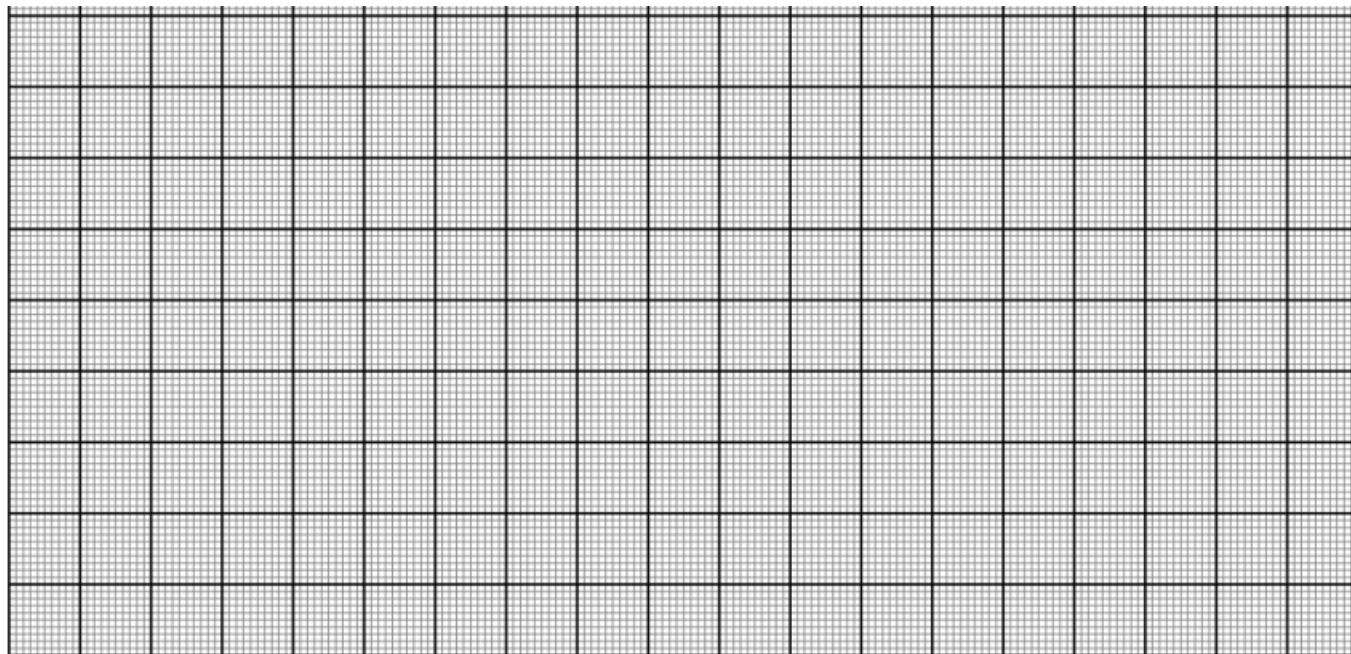
Conclusion

3.5 Déterminer le champ magnétique B de deux conducteurs parallèles, dans lesquels le courant circule dans des directions opposées, en fonction de la distance de l'un des conducteurs sur la ligne reliant les deux conducteurs.

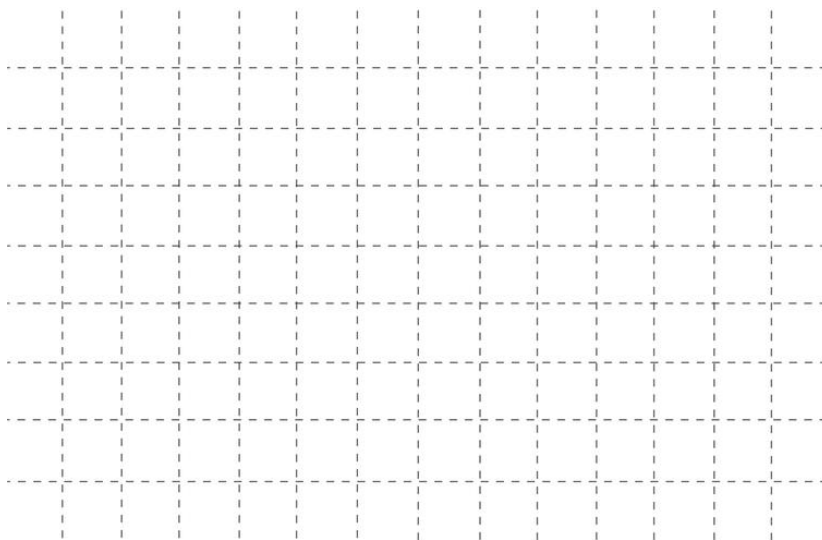
1. Réaliser le montage.
2. Mesurer le champ magnétique pour différentes point distant de l'un des conducteurs sur la ligne reliant les deux conducteurs. Remplir le tableau suivant:

$r(m)$										
$B(mT)_{exp.}$										

3. Tracer la courbe : $B = f(r)$



4. Tracer les lignes de champ dans un plan perpendiculaire aux deux conducteurs.



Conclusion

REGLEMENT INTERIEUR DES TRAVAUX PRATIQUES

1. La présence des étudiants aux Travaux Pratiques est obligatoire.
2. Toute absence à une séance des Travaux Pratiques doit être justifiée
3. Les étudiants doivent être munis de papiers millimétrés, règles, stylos, crayons, gommes, calculatrices, etc .
4. Les téléphones portables ou objets connectés seront éteints durant les seances des TPs. Il sera interdit de sen servir pendant les TPs.
5. Chaque étudiant doit respecter les horaires et la répartition des groupes des TPs. L'accès à la salle des Travaux Pratiques est strictement interdit à tout étudiant n'appartenant pas au groupe, sauf autorisation de l'enseignant.
6. Les Travaux Pratiques ne doivent en aucun cas être perturbés. Après le début de la séance, aucun retard nest permis.
7. Il est formellement interdit de partager les mêmes résultats expérimentaux entre les groupes.
8. Le matériel mis à disposition est rangé en début de chaque TP, il doit se trouver rangé en fin de séance.