

MAÏE-LOUISE Audle

Poupy Adrien.

Bin. 7.

Biblio & les manips: Bonini - Quilès.

• PR le reste: H mepa électronique II PA (Ancien) → cycles d'hystérésis et champs tournants  
Gauguin / Tremolet / Pérez.

## Introduction.

L'homme est capable de produire des champs magnétiques  $\vec{B}$  de 1000 Gauss + intenses que le champ terrestre. Au labo et par les applications quotidiennes de  $B$  on est en de champs  $\sim mT$  (petits aimants duris) jusqu'à  $\sim T$  par les machines tournantes.

De ce montage, nous allons illustrer la production et la mesure de  $B$  par 2 méthodes.

## I - Production de champ $B$ .

$\vec{B}$ : vecteur: norme (à mesurer), sens, direction.

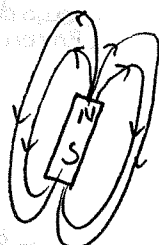
En ce qui concerne la production d'aimants et bobines par courants par  $I$  permettent de produire un champ  $B$ .

### 1. Sources usuelles de champ magnétiques

\* aimant: fabriqués à p de matériaux magnétiques (Fe, Ni, Co).

caractéristiques du champ créé par l'aimant:

→ observat du réseau de petites boucles et on approche un aimant dur.  
⇒ lignes de champ d'un dipôle

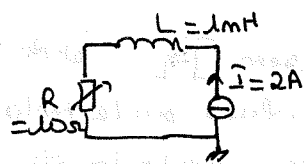


→ l'orientation des aiguilles nous indique les lignes de champ de  $B$  car elles alignent leur moment mag.  $\vec{\mu}$  avec  $\vec{B}$ .

⇒ sens & direction de  $\vec{B}$  ≡ pointés par les aiguilles

⇒ norme  $\sim 20 mT$ .

\* bobine + courant



⇒ on observe des lignes de champ similaires

⇒ il y a bien un champ  $B$ .

⇒ interaction magnétisme / électricité.

### Rq des connecteurs:

• faire une mesure de  $B$  avec testeur.  
• montrer influence d'un noyau de fer sur les lignes de champ, avec la bobine; montrer que l'air a pas de champ si  $I = 0 A$ .

### 2. Application: Production de champs tournants.

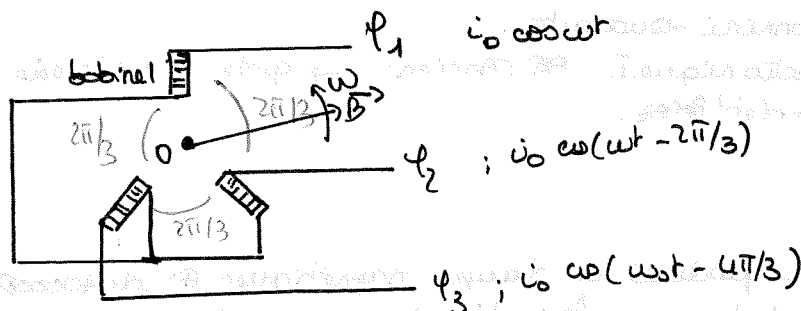
Au lieu de le courant triphasé du secteur, on a un appareil qui permet de découper les 3 phases séparément.

Des courants polyphasés permettent de générer des champs tournants à l'aide de bobines identiques, fixes et disposées régulièrement autour d'un pt 0 à on dérive obtenir le champ tournant (th. Ferraris) ⇒ application machines tournantes.

Rq: il faut noter que le fait que l'axe de champ soit on respecte une géométrie fixe. Montrer l'influence de la disposition des bobines et faire l'analogie + expliquer comment on branche les bobines (montage en étoile), il faut mesurer la

Chap. tournant :  $\vec{B} \cdot \vec{\omega}$  car  $|\vec{B}| = B_0$   
vitesse  $\omega$

on place une aiguille au centre, elle suit le champ. Brouchement en "étoile" le centre est commun.



### 3. Electroaimant (produit de champs "forts").

\* Electroaimant: solénoïde + carcasse en fer  $\Rightarrow$  produit de  $B$  interne grâce à fort magnétisme induit. ( $\mu_r \gg 1$ )

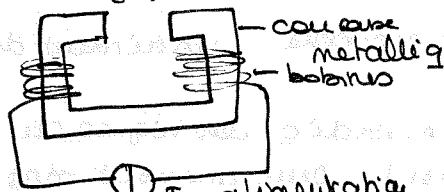
De l'entrefer, on obtient 1 champ important dû à la vide de matière on peut jouer sur 2 paramètres  $I$  et  $B$  par choix d'intensité de  $B$  et de forme des lignes de champ.

Pièces polaires plates :  $l$  : longueur entrefer

tronc coniques



Le champ est + fort au centre car on rassemble les lignes de champ.



on a th. d'Ampère :  $NI = \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = (l \cdot e) \frac{B}{\mu_0 \mu_r} + \frac{eB}{\mu_0}$   
 $\mu_r \gg 1 \Rightarrow \boxed{B \approx \frac{\mu_0 NI}{e}}$

champs de la carcasse de l'entrefer

$l$  : longueur du circuit magnétique.

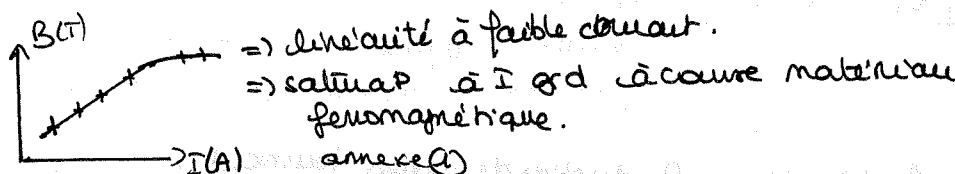
### Etalonnage de l'électroaimant avec testamètre

$B = f(I)$  à  $e = 1,1 \text{ mm}$  fixé

[B] on fait la mesure quand le champ  $\vec{B}$  va de un sens  $[\vec{B}]$  et de l'autre  $[\vec{B}]$  en inversant sens courant et on fait la moyenne des 2 valeurs avec le testamètre. Tout cela se fait d'une éventuelle jens° de décalage du testamètre.

[I] : mesure à ampèremètre.

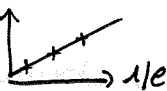
$B_+$  (mT)  
 $B_-$  (mT)  
 $B = \frac{B_+ + B_-}{2}$  (mT)  
 $I$  (A)



① 1 pt à  $e$  fixé

$\Rightarrow$  linéarité OK.

$B = f(\frac{1}{e})$   
à  $I = 3 \text{ A}$  fixé



annexe 2

9.9/10 on change les sens du courant de mettre le courant à zéro en le brouchant.

## II. Résume.

1. Principe sonda de Hall: amont d'un petit barreau semi-conducteur (la sonde)

⇒ Effet Hall: quand l'ed. est parcourue par un courant d'intensité  $I = de$  et que celui-ci est placé ds un champ  $B$  permanent, il apparaît un champ  $E'$  transversal qui traduit le fait q les  $e^-$  sont déviés par la force de Lorentz et s'accumulent sur les faces latérales.

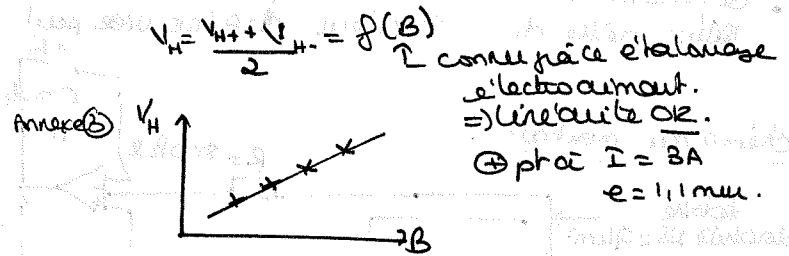
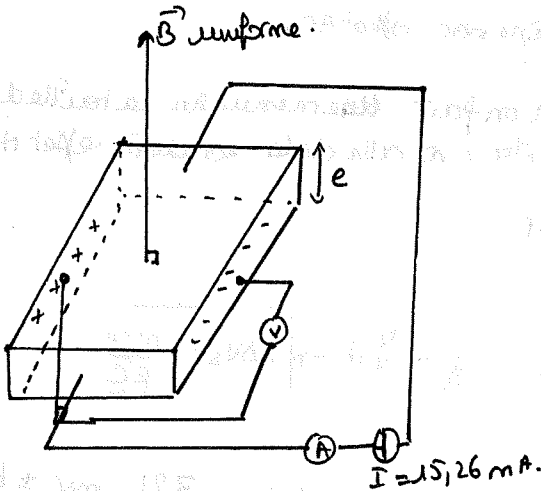
On mg  $V_H = \frac{IB}{nqe}$

⇒  $n$ : nb de porteurs / volume.  
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ .

⇒ la mesure de  $B$  se réduit à la mesure d'un descc.

⇒ on utilise semi-cond. p. que l'effet soit + fort.

⇒ il faut encore faire la somme de 2 mesures de  $V_H$  avec  $\vec{B}$  ds sens opposés.



Régression linéaire:

$V_H = a_0 + a_1 B$

peut  $a_1 = 8,1 \cdot 10^{-2} = \frac{I}{qen}$

⇒  $n = \frac{a_1^{-1} I}{qe} \approx 10^{22} m^{-3}$   
⇒ bon conc. p. semi-con.

## Résumé:

- pendule aim. simple (pour Hameg) p. alimenter plaque de mesure
- discuter s'ne  $V_H$  % potenti.

## 2. Résumé avec flux-mètre.

\* Avantage % sonda de Hall: mesure flux de la matière (pas possible avec sonda con. même ponctuelle).

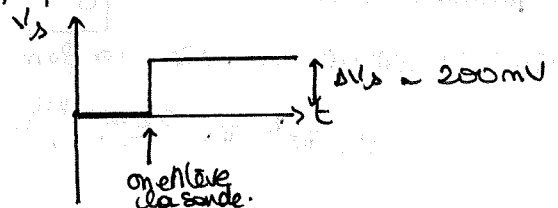
idée: la fem induite de la sonde (bobine plate  $N = 400$  tours,  $NS = 94 m^2$ ) est intégrée ds l'intégrateur à AO

- il faut régler l'offset de l'AO causé par le décalage du signal d'entrée et aussi on s'assure en

- Protocole:
  - offset AO réglé à 0
  - K fermé, on place la sonde ds l'entrefer de l'électroaimant.
  - oscilloscope mode HOLD (maintient), on ouvre K et on enlève la bobine

⇒ on mesure  $\Delta V_s = \frac{NSB}{RC}$

→ on mesure le champ avec le testamètre et on compare la mesure faite avec flux-mètre et  $V_H$



• avec testamètre, à  $i = 3A$ ,  $e = 1,1 mm$  et champ  $B = 650 mT \pm 5\%$

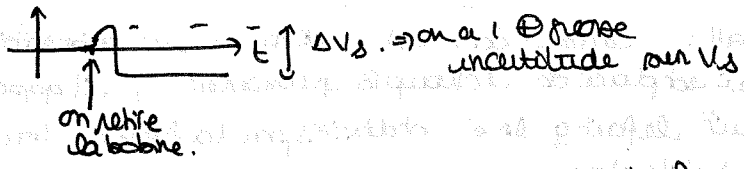
• avec flux-mètre:  $B = \frac{RC \Delta V_s}{NS} = mT \pm 1,5\%$

$\frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta V_s}{V_s} = 1,5\% + 1\% + 3\% \approx 5\%$

⇒ comparaison des 2 mesures

incertitude sur le bruit.

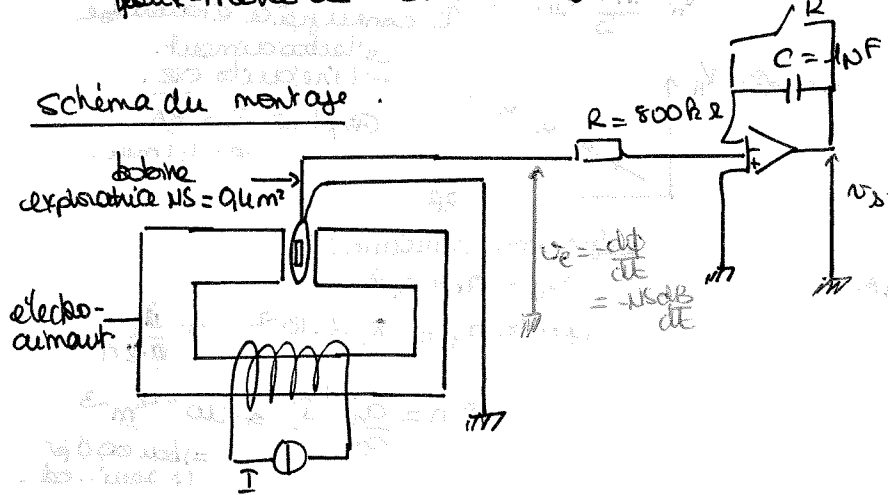
Rq: le flux-mètre doit être // aux pièces polaires car le flux y sera maximal.  
 Si ce n'est pas le cas, alors quand on mesure la soude le signal peut être un peu avr de redescendre.  
 => fixer bobine avec noix + pince



- Ce n'est pas la peine de régler rapidement la soude de l'entrefier, il suffit de choisir correctement R etc
- Phys de prendre en compte: mod de variation du flux (temps que l'on met pour régler la soude), mod d'intégrat RC, mod de dérivede (HOCb)
- en réglant correctement l'AO on peut arriver à 3-5s, on peut alors enrouler q seule ms de la mesure, on intègre pas offset AO.

le flux-mètre a 1 taille ~ pièce polaire, or on fait généralement la taille du flux-mètre de la valeur de B trouvée peut être < à celle de la soude à effet Hall.

schéma du montage

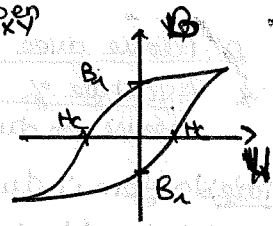
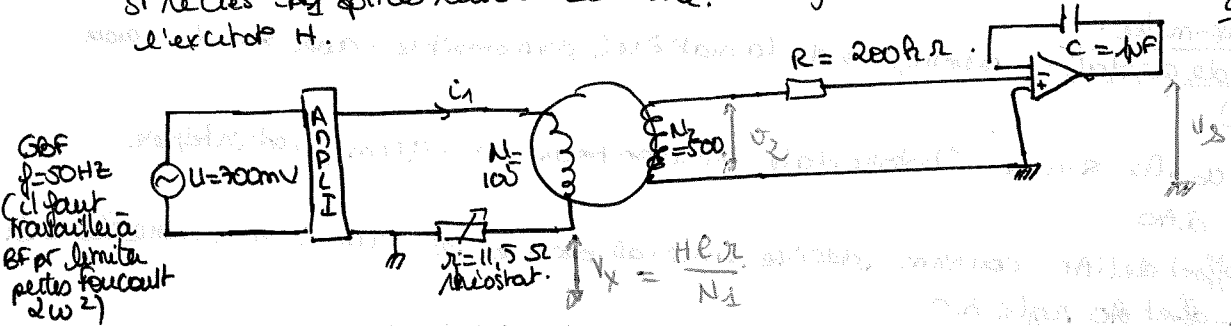


$$V_d = -\frac{1}{RC} \int V_s dt \Rightarrow | \Delta V_d | = \frac{N S B}{RC}$$

on mesure  $\Delta V_d = 321 \text{ mV} \pm \text{bruit}$   
 $\Rightarrow B = \frac{RC |\Delta V_d|}{NS} = 630 \pm 30 \text{ mT}$

3. mesure d'un champ rémanent.

- Cycle d'hystérésis  $= B = f(H)$ , il faut connaître 1 circuit qui permette de mesurer les deux qui est un age de B et H.
- On fait le cycle d'hystérésis d'une barre de ferite doux de la conférence sur lequel on relie les spires reliées à la source. On ajoute 1 résistance en série pour mesurer l'excitateur H.



$B_r$ : champ rémanent intensité axiale avec C soire. et le champ qui reste quand  $H=0$ .

... misme en circuit avec:  $\oint H dl = N_1 i_1 \Rightarrow N_1 \frac{V_d}{R} = H l$

Sur le 2e circuit on mesure la fem induite car  $V_2 = -\frac{d\Phi}{dt} = -N_2 S \frac{dB}{dt}$   
 $\Rightarrow V_d = \frac{1}{RC} \int N_2 S B dt = \frac{N_2 S}{RC} B$

$S = \pi r^2 = \pi \times \left(\frac{52 \cdot 10^{-2}}{2}\right)^2 =$

- Il faut régler offset AO sinon dérivé du cycle.
- on mesure  $2V_d = 237.5 \text{ mV} \Rightarrow B_r \approx 33 \text{ mT} \Rightarrow$  bon OOG n'importe.

Rq. on peut aussi mesurer  $H_c$  champ coercitif: champ inverse qu'il faut appliquer pour obtenir courant nul, qu'on le met à l'échelle et c'est saturé.

On peut mesurer  $B_{sat}$ .

- on peut faire la même chose passer en mode xy en mode y(t) en superposant les courbes on peut trouver  $B_1 = \dots$  qnd  $H=0$  55
- traiter  $\neq$  fer doux / dur.

Conclusion: La production de  $B$  peut se faire grâce à matière aimantée / bobine + courant.  
et permet de produire des champs de  $\neq 0$  G. La même qu'on a elle peut se faire de façons  $\neq$  se lon qu'on utilise induction / courant.

Exo

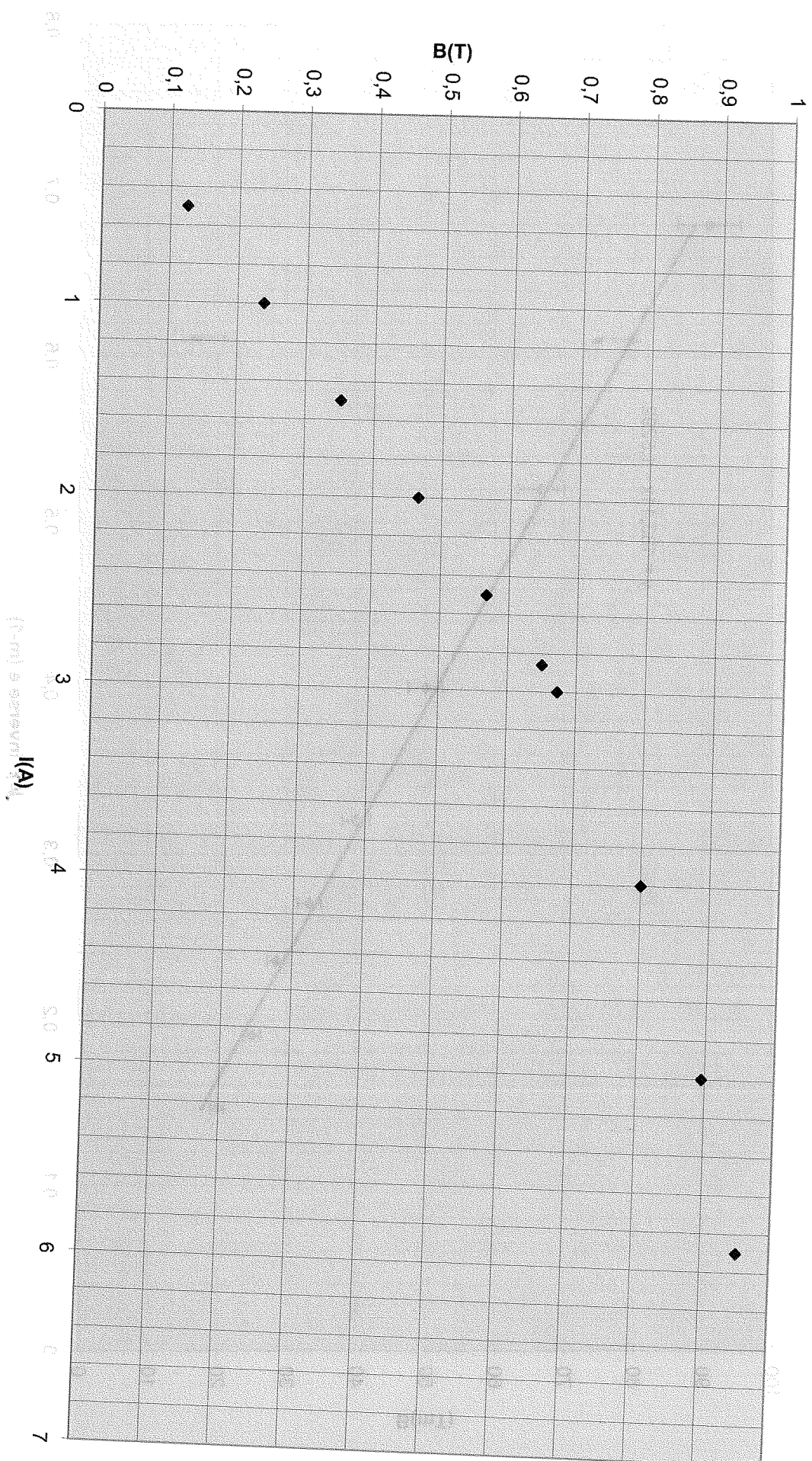
- on obtient  $B$  fort - 50 T : aimant supra.
- B terrestre : essentiellement horizontal.
- intérêt planétaire / technique pour électro aimant.
- $\neq$  fer doux / dur :
  - aimant permanent "dur" :  $B_1$  fort, cycle large : pas facile de désaimanter
  - champs oscillants : "doux",  $H$  faible car avec cycle  $\neq$  peu  $B_0 \Rightarrow$  cycle étroit.
  - transformateurs

The first of these is the fact that the  
 system is not a simple one. It is a  
 complex one, and it is not possible to  
 describe it in a few words. It is a  
 system of many parts, and it is not  
 possible to describe it in a few words.

The second of these is the fact that the  
 system is not a simple one. It is a  
 complex one, and it is not possible to  
 describe it in a few words. It is a  
 system of many parts, and it is not  
 possible to describe it in a few words.

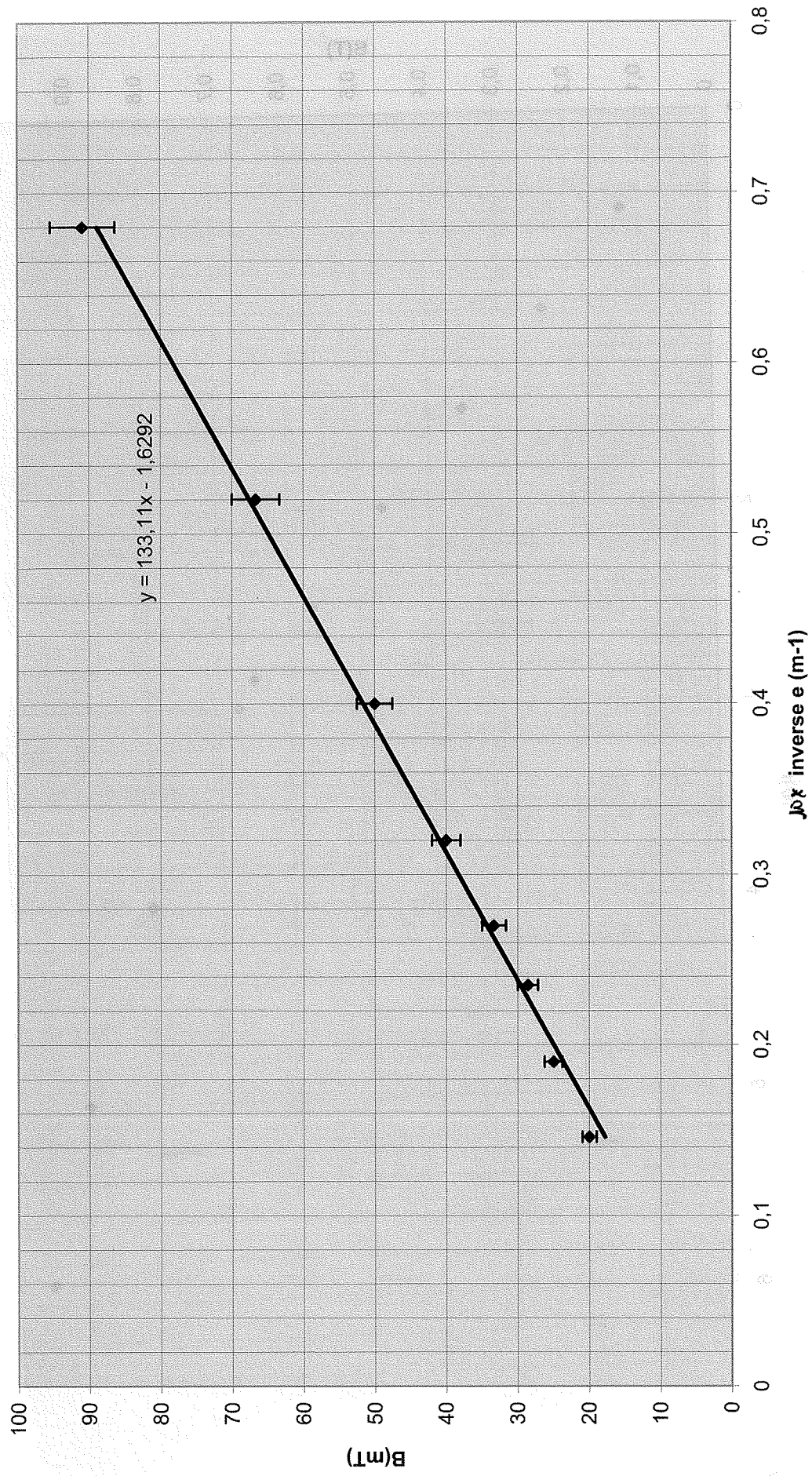
Annexe (1)

# Etalonnage électroaimant



Anexe 2

$B=f(1/e)$



# Effet Hall

