

TP 1

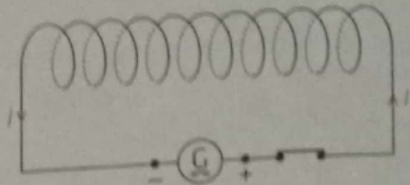
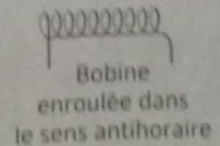
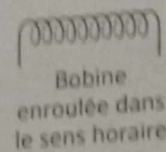
Comment déterminer la position des pôles d'un électroaimant ?

→ Déterminer le sens du champ magnétique créé par un courant dans une bobine, connaissant le sens du courant qui la parcourt.



Matériel

- 1 bobine enroulée dans le sens horaire
- 1 bobine enroulée dans le sens antihoraire
- 1 interrupteur
- 1 générateur de courant continu
- 1 boussole



Protocole

- Réalisez le montage ci-dessus en respectant les polarités, puis fermez l'interrupteur.
- Placez la boussole devant une des faces de la bobine et déterminez la position de la face nord de l'électroaimant.
- Reproduisez le schéma et indiquez le sens du champ magnétique.
- Recommencez l'expérience avec les autres montages schématisés ci-dessous.



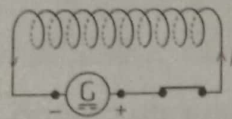
Sécurité

Cette expérience présente-t-elle des risques pour les personnes, les biens et/ou l'environnement ? [► Sécurité, p. 15]

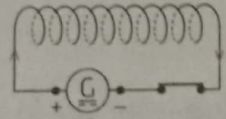


Observations

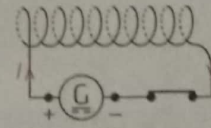
a) Complétez les schémas ci-dessous en indiquant le sens du champ magnétique \vec{B} en deux points différents : à l'intérieur de la bobine et en dehors. L'enroulement de chaque bobine est-il horaire ou antihoraire ?



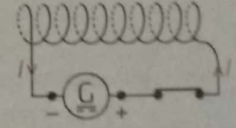
1



2



3



4

Interprétation

b) Parmi les phrases ci-dessous, choisissez celle(s) qui est (sont) vraie(s) dans tous les cas.

- (1) Les faces d'une bobine alimentée par un courant continu sont les pôles nord et sud de l'électroaimant.
- (2) Le champ magnétique et le courant sortent du même côté de la bobine.
- (3) Le sens du champ magnétique peut être déterminé par la règle du bonhomme d'Ampère ci-contre.

Règle du bonhomme d'Ampère

Couché sur le fil, le bonhomme d'Ampère regarde l'intérieur de la bobine. Lorsqu'il est traversé par le courant des pieds vers la tête, il voit le champ magnétique dirigé vers sa gauche.



Validation

c) Vérifiez que la règle de la main droite vue à l'activité 2 s'applique dans le cas d'une bobine.

À vous de conclure !

Rédigez un texte indiquant les méthodes permettant de déterminer le sens du champ magnétique produit par une bobine, connaissant le sens du courant qui la parcourt.



TP 2

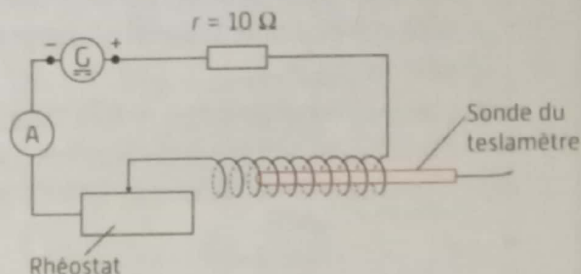


La valeur du champ magnétique dans une bobine dépend-elle de l'intensité du courant ?

→ Vérifier, pour une bobine sans fer, que l'intensité du champ magnétique créé est proportionnelle à l'intensité du courant qui la traverse

Matériel

- 1 générateur de courant continu
- 1 rhéostat
- 1 résistor de sécurité de résistance 10Ω
- 1 solénoïde
- 1 teslamètre
- 1 ampèremètre



Protocole

- Réalisez le montage schématisé ci-dessus.
- Mesurez la longueur L du solénoïde et relevez le nombre de spires N mis en jeu.
- Pour cinq positions différentes du rhéostat, mesurez :
 - l'intensité efficace I ;
 - la valeur B du champ magnétique dans le solénoïde.



Sécurité

Cette expérience présente-t-elle des risques pour les personnes, les biens et/ou l'environnement ? ▶ **Sécurité**, p. 16]



Observations et mesures

a) Complétez le tableau ci-dessous.

Intensité I (en A)	...	...	...	...	...
Champ magnétique B (en T)	...	...	...	...	...

- b) Sur une feuille ou en utilisant un tableur, **représentez graphiquement** la valeur B du champ magnétique en fonction de l'intensité I du courant.
- c) **Tracez** une droite d'ajustement du nuage de points obtenu.

Interprétation

- d) La valeur du champ magnétique est-elle proportionnelle à l'intensité du courant ? **Justifiez** la réponse.

Validation

- e) La valeur (en tesla, de symbole T) du champ magnétique est donnée par :

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N}{L} \times I.$$

Vérifiez que les valeurs mesurées valident cette formule.

À vous de conclure !

Rédigez un texte de quelques lignes expliquant le phénomène observé dans l'extrait de la série *Breaking Bad*.



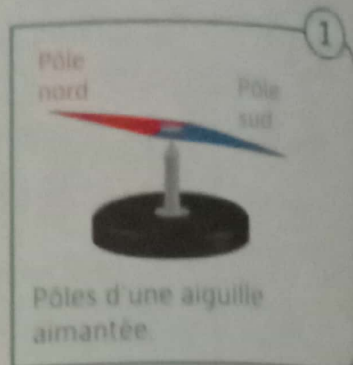
Lien vidéo *Breaking Bad* [2 : 06]



1 Champ magnétique

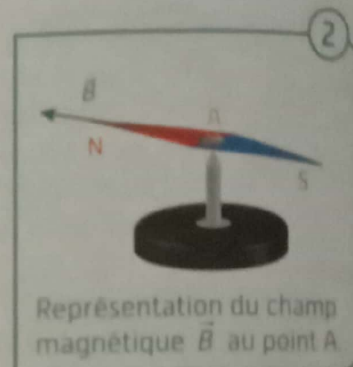
► Pôles magnétiques

- L'existence d'un champ magnétique est mise en évidence par une **aiguille aimantée**. Ainsi, l'aiguille aimantée d'une boussole s'oriente dans la direction du champ magnétique terrestre. Le côté qui pointe le pôle Nord géographique de la Terre est appelé pôle nord ①.
- Lorsque deux aimants se font face, deux pôles identiques se repoussent alors que deux pôles différents s'attirent. Le pôle nord d'une aiguille aimantée pointe donc vers le pôle sud d'un aimant.



► Caractéristiques et représentation d'un champ magnétique

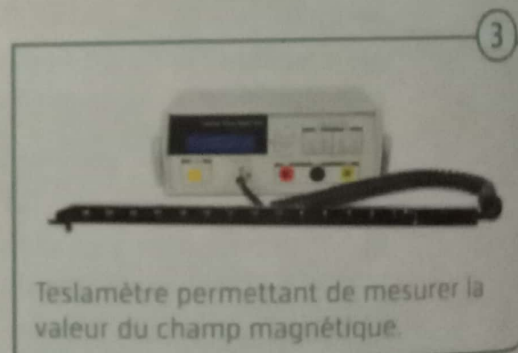
- Un champ magnétique en un point A est caractérisé par :
 - sa **direction** : celle de l'aiguille ;
 - son **sens** : du pôle sud de l'aiguille vers le pôle nord ;
 - sa **valeur** : notée B et exprimée en **tesla (T)**.
- Il peut être représenté par un vecteur nommé \vec{B} dont l'origine est placée en A ②.



► Ordres de grandeur

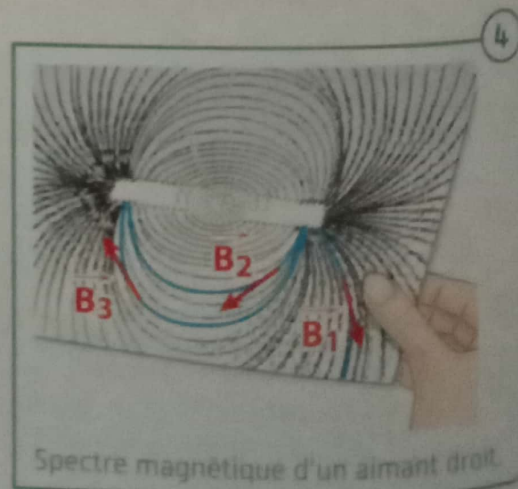
La valeur d'un champ magnétique, qui peut être mesurée avec un teslamètre ③, varie de quelques dizaines de microteslas [$1 \mu\text{T} = 10^{-6} \text{T}$] à quelques dizaines de teslas.

- Champ magnétique terrestre : $B = 50 \times 10^{-6} \text{T}$.
- Champ créé par un aimant : $B =$ de 0,02 T à 1 T.
- Champ créé par un électroaimant : jusqu'à environ 45 T.



► Spectre magnétique

- Les lignes courbes formées par la limaille de fer autour d'un aimant sont appelées les lignes de champs et constituent le spectre magnétique ④.
- En chaque point de l'espace autour d'un aimant, le champ magnétique est tangentiel aux lignes de champ et orienté du pôle nord vers le pôle sud de l'aimant.



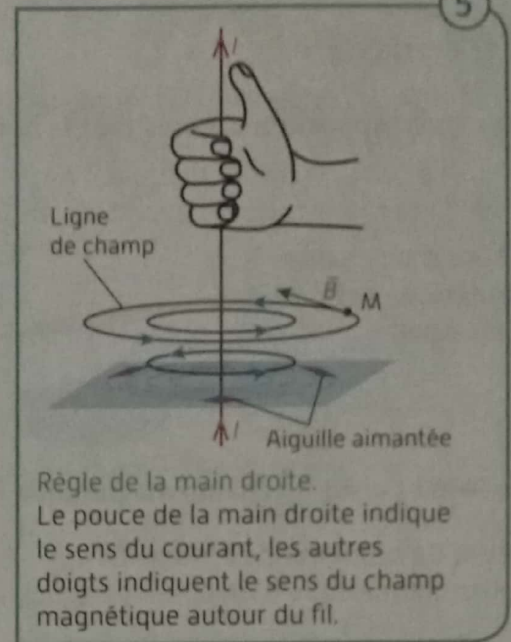
Cours

2 Électroaimants

► Champ magnétique créé par un courant

Un fil parcouru par un courant électrique continu d'intensité I crée un champ magnétique tel que :

- les lignes de champ sont des cercles centrés sur le fil ;
- le sens du champ est donné par la règle de la main droite (5) ;
- la valeur B du champ au point M est proportionnelle à l'intensité I du courant : $B = k \times I$ avec une constante k qui dépend des caractéristiques du point M .



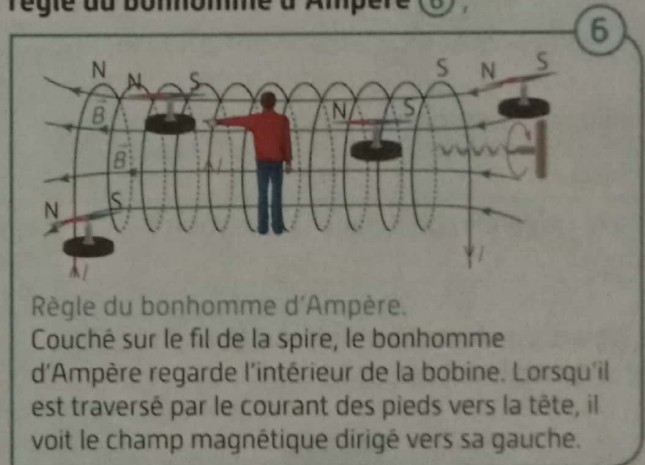
► Champ magnétique dans une bobine

- Une bobine parcourue par un courant électrique continu est appelée un **électroaimant** : elle se comporte comme un aimant.
- À l'intérieur d'une bobine de longueur L comprenant N spires parcourues par un courant d'intensité I :
 - les lignes de champ sont parallèles à l'axe de la bobine ;
 - le sens du champ magnétique est donné par la **règle du bonhomme d'Ampère** (6) ;
 - la valeur du champ est proportionnelle à l'intensité I du courant :

$$B = k \times \frac{N}{L} \times I$$

Le coefficient de proportionnalité est : $k = 1,26 \times 10^{-6}$.

- Le réglage de l'intensité du courant circulant dans une bobine permet de maîtriser la valeur du champ magnétique produit. Ceci n'est pas possible avec un aimant classique qualifié d'« aimant permanent ».



► Exemples de dispositifs utilisant un champ magnétique

Domaine	Appareil	Fonctionnement
Industrie	<p>Contacteur</p>	Lorsque la bobine est parcourue par un courant continu, elle se comporte comme un aimant et ferme les contacts : le chauffe-eau est alors alimenté.
Médical	<p>IRM (imagerie par résonance magnétique)</p>	L'anneau où se trouve le patient est le siège d'un champ magnétique sous l'effet duquel les cellules du corps émettent un rayonnement différent.
Dans le bâtiment	<p>Serrure magnétique dite « à ventouse »</p>	Une des deux parties de la serrure contient une bobine. Lorsque celle-ci est alimentée, selon les modèles, le champ magnétique attire ou repousse la deuxième partie de la serrure.

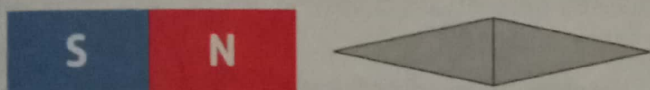
Applications directes

Champ magnétique

4 Recopiez les phrases exactes parmi celles proposées ci-dessous.

- a) Conventionnellement, le vecteur champ magnétique sort du pôle nord d'un aimant.
- b) Les pôles nord de deux aimants s'attirent mutuellement.
- c) À l'extérieur d'un aimant, le champ magnétique est orienté vers le sud de l'aimant.

- 5 a) Qu'indique une aiguille aimantée ?
 b) Complétez le schéma en indiquant :
 - la direction et le sens du champ magnétique créé par l'aimant au centre de l'aiguille ;
 - le pôle nord de l'aiguille ;
 - le pôle sud de l'aiguille.

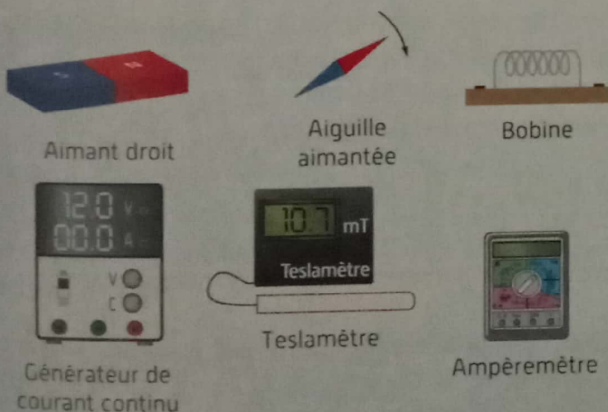


- 6 Donnez les ordres de grandeur :
 a) du champ magnétique terrestre ;
 b) du champ magnétique d'un aimant permanent ;
 c) du champ magnétique d'un électroaimant.

Électroaimants

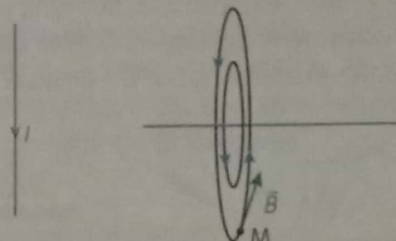
7 Démarche scientifique

a) Parmi le matériel ci-dessous, choisissez celui qui permet d'étudier le sens du champ magnétique d'un électroaimant.



- b) Proposez un schéma du montage.
 8 a) Énoncez la règle de la main droite liée au champ magnétique créé par le passage d'un courant dans un fil.

b) Les deux schémas ci-dessous représentent des fils électriques parcourus par un courant. Les compléter en indiquant, selon les cas, le sens du courant ou les lignes de champ et le vecteur champ magnétique.



9 In English!

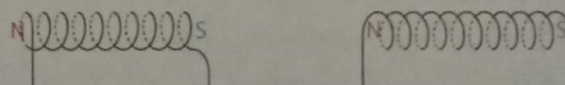
Either the formula: $B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N}{L} \times I$.

- a) Name the quantities and units used in this formula.
- b) Calculate the values A, B and C allowing you to complete the table below.

B (en 10^{-3} T)	N	L (en cm)	I (en A)
3,5	200	2,5	A
B	800	4,0	2
1,3	150	C	0,9

10 a) Complétez les schémas ci-dessous en ajoutant au centre de chaque bobine le vecteur champ magnétique \vec{B} .

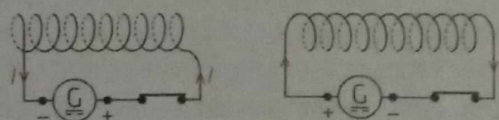
b) Dessinez un aiguille aimantée en regard d'une des faces de chaque bobine.



11 a) Quelle règle le schéma ci-dessous illustre-t-il ?



b) En appliquant cette règle, indiquez le sens du champ magnétique dans les bobines dessinées ci-dessous.

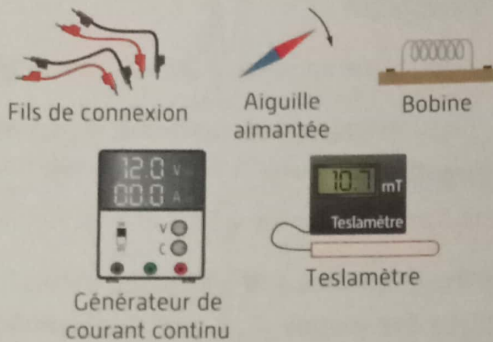


Problèmes par compétences

Problème corrigé

12 Comment déterminer le sens du champ magnétique d'un électroaimant ?

On souhaite valider expérimentalement la règle du bonhomme d'Ampère appliquée à une bobine parcourue par un courant continu. On dispose du matériel ci-dessous.



1) S'approprier

Qu'indique une aiguille aimantée ?

2) Analyser-Raisonner

a) Que permet de déterminer la règle du bonhomme d'Ampère ? Énoncez cette règle.

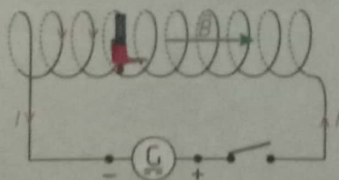
► CORRIGÉ

1) Une aiguille aimantée indique la direction et le sens du champ magnétique à l'endroit où elle se situe.

2) a) Elle permet de déterminer le sens du champ créé par un fil parcouru par un courant électrique en un point donné.

b) Dans un aimant, le champ magnétique est orienté vers le pôle nord.

3)



13 Comment fonctionne un électroaimant à double effet ?

Co-intervention

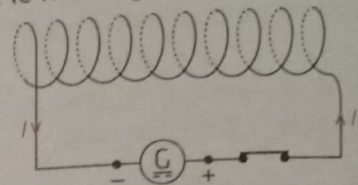
Problématique professionnelle

Beaucoup de machines industrielles utilisent des électroaimants à double effet. Ce composant contient un noyau de fer autour duquel sont placées deux bobines. Lorsqu'une bobine est alimentée par un courant

b) Quelle relation y a-t-il entre le sens du champ magnétique à l'intérieur de l'aimant et les pôles de celui-ci ?

3) Réaliser

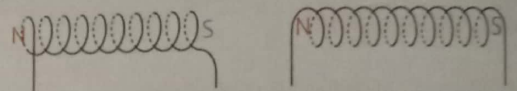
On a réalisé le montage schématisé ci-dessous.



Reproduisez le schéma et représentez le vecteur champ magnétique \vec{B} au centre de la bobine.

4) Valider

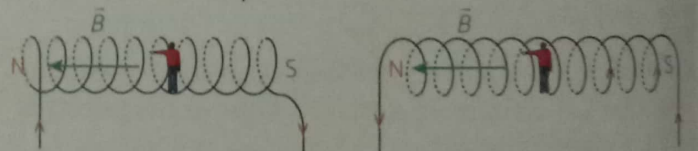
Reproduisez et complétez les schémas ci-dessous en rajoutant, pour chaque bobine, le générateur et les polarités permettant d'obtenir les pôles indiqués et le sens du courant.



5) Communiquer

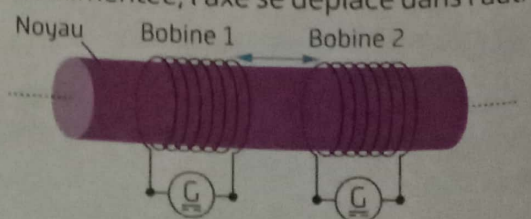
En quelques lignes, expliquez la différence et les points communs entre un aimant droit et un électroaimant.

4) Le champ magnétique est vers la gauche et le bonhomme d'Ampère a la tête en haut.



5) Les spectres magnétiques sont similaires. Par contre, les caractéristiques d'un électroaimant peuvent être modulées en jouant sur l'intensité du courant qui traverse la bobine.

continu, le noyau de fer coulisse le long de l'axe de la bobine afin de se centrer sur celle-ci. Lorsque l'autre bobine est alimentée, l'axe se déplace dans l'autre sens.



1) S'approprier

- Comment nomme-t-on une bobine parcourue par un courant continu ?
- Qu'est-ce qui justifie ce nom ?

2) Analyser-Raisonner

En physique

- Quels paramètres jouent sur le sens du champ magnétique dans un électroaimant ?
- Nommez et énoncez la règle permettant de déterminer le sens du champ magnétique dans une bobine connaissant le sens du courant qui la parcourt.

3) Réaliser

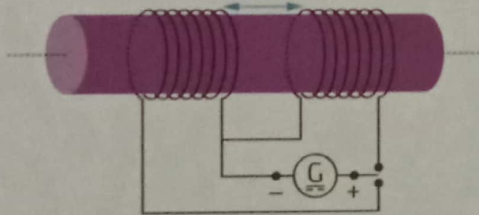
En enseignement professionnel

On souhaite réaliser un électroaimant double effet pour lequel, lorsque les bobines sont alimentées, le pôle nord est orienté vers l'extérieur.

Reproduisez le schéma de principe en fin de page 68 en ajoutant les polarités des générateurs répondant à la contrainte.

4) Valider

Le montage ci-contre n'utilise qu'un seul générateur et un commutateur deux positions.



Dans ce cas, lorsque les bobines sont alimentées, le pôle nord du champ électromagnétique est-il vers l'extérieur ?

5) Communiquer

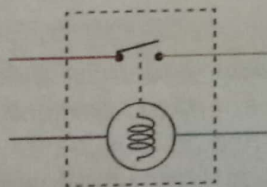
Explicitez en quelques lignes les avantages de ce montage par rapport à celui du schéma de principe.

14) Quelle est l'intensité du courant dans un contacteur ?

Co-intervention

Problématique professionnelle

Lorsque la bobine d'un contacteur moteur est parcourue par un courant continu, un contact se ferme afin que le moteur soit alimenté et se mette en marche.



Dans cette situation, la bobine attire une palette sur une borne afin de fermer le circuit.

La valeur du champ magnétique produit pour fermer la palette dépend de l'intensité du courant parcourant la bobine.



1) S'approprier

- Quelle est l'unité de champ magnétique ?
- Quelle est l'unité de l'intensité électrique ?

2) Analyser-Raisonner

En physique

- Proposez un montage électrique modélisant le fonctionnement d'un électroaimant.
- Proposez un protocole expérimental permettant de vérifier que, pour une bobine, la valeur B du champ magnétique est proportionnelle à l'intensité I du courant qui la parcourt.

3) Réaliser

a) On a obtenu le tableau ci-dessous.

I (en A)	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
B (en 10^{-3} T)	0,71	0,85	0,97	1,06	1,18	1,32	1,49

B et I sont-ils proportionnels ?

4) Valider

En enseignement professionnel

Dans un contacteur, l'intensité du champ magnétique qui maintient le contact fermé est inférieure à l'intensité du champ d'appel qui ferme le contact. Calculez la valeur du champ magnétique de maintien pour le contacteur suivant :

$$I_{\text{Appel}} = 875 \text{ mA} ; B_{\text{Appel}} = 1,4 \text{ T} ; I_{\text{Maintien}} = 155 \text{ mA}.$$

5) Communiquer

Expliquez en quelques lignes le fonctionnement d'un contacteur.

Démarche scientifique

15) Comment faire voler un train ?

Le record du monde de vitesse pour un train est détenu par un train à « sustentation magnétique ». Lors de son déplacement, la rame ne touche pas la voie et limite ainsi les frottements, ce qui lui permet de dépasser les 600 km/h en vitesse de pointe.



En vous appuyant sur la vidéo, schématisez et expliquez le fonctionnement de ce dispositif.



Lévitaiton d'un train
[2 : 10]

