

Construire une boussole

Référentiel, compétences

Lycée :

- Mesurer une grandeur physique à l'aide d'un capteur.
- Utiliser un dispositif comportant un microcontrôleur.

Lycée Professionnel :

- Identifier des sources et détecteurs d'ondes électromagnétiques dans les objets de la vie courante.
- Connaître différents dispositifs permettant de créer un champ magnétique.
- Connaître l'unité de champ magnétique dans le système international et quelques ordres de grandeur de champs magnétiques usuels.
- Représenter un vecteur (lien avec les mathématiques).

Compétences :

- **S'approprier** : Rechercher et organiser l'information en lien avec une problématique.
- **Analyser Raisonner** : Proposer une stratégie de résolution, planifier des tâches.
- **Réaliser** : Effectuer des procédures courantes.
- **Valider** : Procéder à des tests de vraisemblance.
- **Communiquer** : Echanger entre pairs.

Situation déclenchante

Lors d'une randonnée en montagne, deux amis passionnés de sciences du numérique, souhaitent utiliser le magnétomètre intégré à une carte BBC micro:bit afin de fabriquer une boussole.

Ils souhaitent utiliser la carte afin que celle-ci leur indique la position du nord magnétique terrestre et l'associer à leur calculatrice graphique pour dessiner une représentation vectorielle du champ magnétique terrestre.



Construire une boussole

Problématique

Comment utiliser la carte BBC micro:bit comme une boussole ?

Mesurer le champ magnétique terrestre avec une carte micro:bit.



Fiche méthode

Matériel nécessaire

- Une calculatrice TI-83 Premium CE Edition Python.
- Un câble USB min-USB micro.
- Une carte BBC micro:bit.



Principe de fonctionnement

Un magnétomètre mesure l'intensité du champ magnétique selon chacun des trois axes. Il peut être utilisé pour créer une boussole numérique ou pour explorer des champs magnétiques, tels que ceux générés par un aimant permanent ou autour d'une bobine traversée par un courant.

L'interprétation de l'intensité du champ magnétique n'est pas facile. Chaque magnétomètre est différent et nécessitera un étalonnage préalable à toute utilisation, un peu comme un GPS du commerce.

Cette étape s'appelle la calibration de la carte.

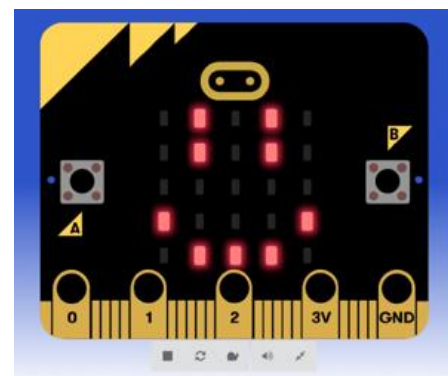
Remarques

L'étalonnage de la boussole entraînera une pause de votre programme jusqu'à ce que l'étalonnage soit terminé. L'étalonnage consiste en un petit jeu pour dessiner un cercle sur l'écran DEL en tournant l'appareil.

Le jeu consiste à tourner la carte BBC micro:bit afin en suivant le mouvement du symbole ∞ jusqu'à ce que tous les pixels de la carte soient allumés. Lorsque l'étalonnage est terminé, la carte affiche un smiley.

Les mesures effectuées par le micro:bit sont en nano tesla et seront converties en micro tesla.

Le facteur d'échelle de représentation graphique des vecteurs sera à ajuster manuellement dans le script.



Fiche méthode

Mise en œuvre

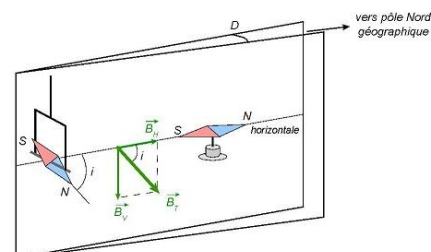
Les commandes du magnétomètre ressemblent beaucoup à celles de l'accéléromètre. Nous utilisons uniquement les valeurs x et y pour déterminer la direction du champ magnétique. Ne pas oublier : avant d'utiliser la boussole, de l'étalonner, sinon les lectures peuvent être fausses.

Ce script effectue une mesure du champ magnétique selon deux dimensions et renvoie les valeurs. Plus le champ est fort, plus le nombre est grand.

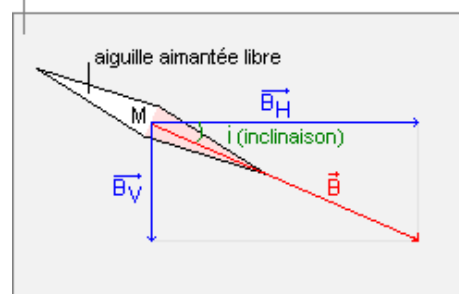
Le cap de la boussole est donné sous la forme d'un entier compris entre 0 et 360, représentant l'angle en degrés, dans le sens des aiguilles d'une montre, avec le nord à 360.

Le script à réaliser doit permettre à la carte micro:bit d'afficher par l'intermédiaire de la matrice de DEL, l'orientation magnétique vers laquelle on se situe.

L'écran graphique de la calculatrice affichera les mesures du champ magnétique terrestre (dans le plan xOy), ainsi que sa décomposition vectorielle comme indiqué ci-contre.

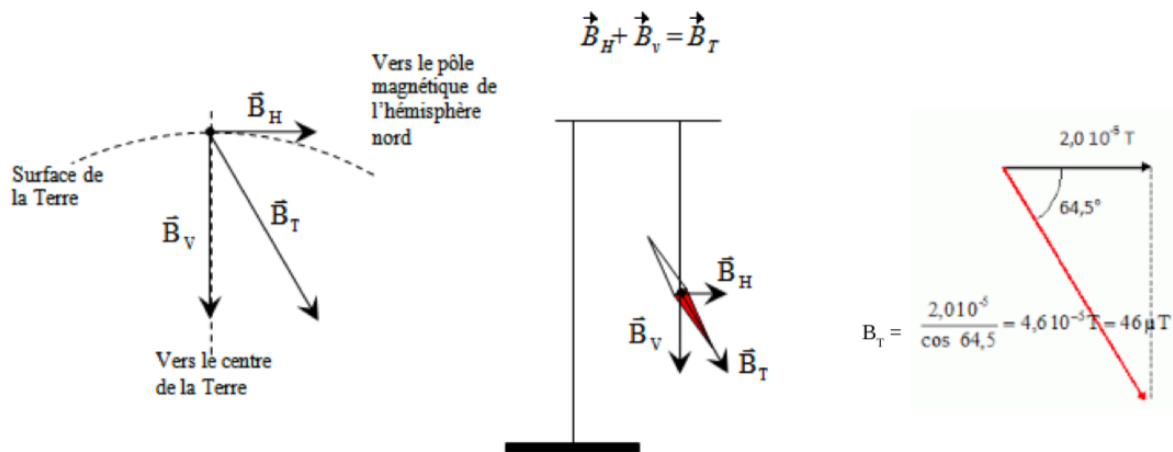


plan du méridien magnétique (plan contenant l'axe sud-nord de l'aiguille et le point M)

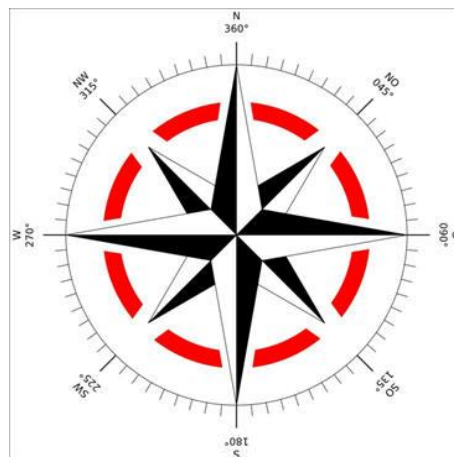


Fiche méthode

Exemple théorique de calcul du champ magnétique terrestre total.



La réalisation du script est effectuée en prenant l'orientation du nord à 360° . La rotation s'effectue dans le sens trigonométrique inverse.



Fiche méthode

A) Création de la boussole.

- Chargement des modules de la carte micro:bit et `ti_system`.
- `display.clear` éteint les DEL de la carte micro:bit.
- Création de la fonction `az` permettant d'afficher un élément de la chaîne de caractères en fonction de la valeur renvoyée par l'instruction `compass.heading()`. Cette fonction donne directement la direction en degrés par rapport au nord magnétique, quelle que soit la position de la carte micro:bit. Elle utilise les trois composantes sur les trois axes X,Y,Z pour en calculer l'angle cap.
- `compass.calibrate()` étalonnage du magnétomètre.
- **Boucle Tant que** (touche `annul` non pressée)
 - `compass.heading()` lecture de la position.
 - Affichage de la position par appel de la fonction `az`.



```
ÉDITEUR : BOUSSOLE
LIGNE DU SCRIPT 0001
from mb_sensr import *
from mb_disp import *
from ti_system import *

def az(a):
    r="NEESSOON"
    display.show(r[a],delay=400,wait=True)

display.clear()
compass.calibrate()
while not escape():
    a=int(compass.heading()/45)
    az(a)
```

Remarque

Lors de la réalisation des tests de fonctionnement du script ; éloigner la carte de votre ordinateur afin de limiter les perturbations du champ magnétique terrestre par le rayonnement électromagnétique de l'ordinateur.

Fiche méthode

B) Représentation du vecteur champ magnétique.

- Chargement des modules nécessaires aux calculs (maths), représentation graphique (**tiplotlib**), fonctionnement de la carte (microbit) et du magnétomètre (**mb_sensr**) et affichage des DEL.
- **compass.calibrate()** étalonner le magnétomètre.
- **display.clear()** éteindre les DEL de la carte.
- **compass.heading()** mesurer la position et l'affecter à la variable **angle**.
- **compass.get_field_strength()** mesure du champ magnétique et décomposition selon ($0x$) et ($0y$) **compass.get_x()**.
- Calcul des intensités en microtesla et de l'angle α (direction entre \vec{B} et l'horizontale).
- Représentation graphique selon un facteur d'échelle **e** à fixer et **plt.cls()** pour effacer l'écran.
- Représentation graphique des différents vecteurs selon une couleur spécifiée **plt.color(r,v,b)**.
- **sleep(5000)** attente de 5 sec.
- Affichage des composantes horizontale, verticale et totale du champ magnétique terrestre.

```
ÉDITEUR : COMPASS1
LIGNE DU SCRIPT 0001
from math import *
import tiplotlib as plt
from ti_system import *
from microbit import *
from mb_sensr import *
from mb_disp import *
compass.calibrate()
display.clear()
angle=compass.heading()
bt=compass.get_field_strength()
mx=compass.get_x()
my=compass.get_y()
mx=mx/1000
my=my/1000
bt=bt/1000
alph_yx=atan2(my,mx)*180/pi
alph_yx=round(alph_yx,0)
#Graphe
e=2
plt.cls()
plt.grid(1,1,"dash")
plt.title("Champ magnétique terr")
plt.pen("medium","solid")
plt.color(255,0,0)
plt.line(0,-5,mx/e,-5,"arrow")
plt.color(0,0,255)
plt.line(0,-5,0,my/e,"arrow")
plt.color(255,0,255)
plt.line(0,-5,mx/e,my/e,"arrow")

sleep(5000)
plt.cls()
plt.c_lor(0,0,0)
msg="direction/Nord Geo=%0.2f deg"
"%angle
plt.text_at(5,msg,"center")
msg="Bx=%0.2f uT"%mx
plt.text_at(6,msg,"center")
msg="By=%0.2f uT"%my
plt.text_at(7,msg,"center")
msg="Champ mag=%0.2f uT"%bt
plt.text_at(8,msg,"center")
msg="direction=%0.1f deg"%alph_yx
msg="Bx=%0.2f uT"%mx
plt.text_at(6,msg,"center")
msg="By=%0.2f uT"%my
plt.text_at(7,msg,"center")
msg="Champ mag=%0.2f uT"%bt
plt.text_at(8,msg,"center")
msg="direction=%0.1f deg"%alph_yx

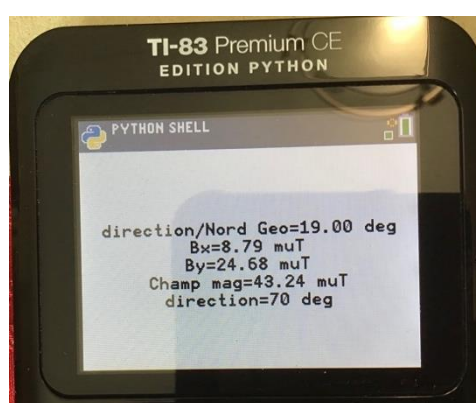
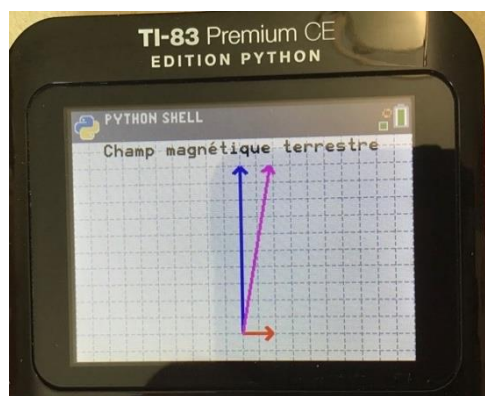
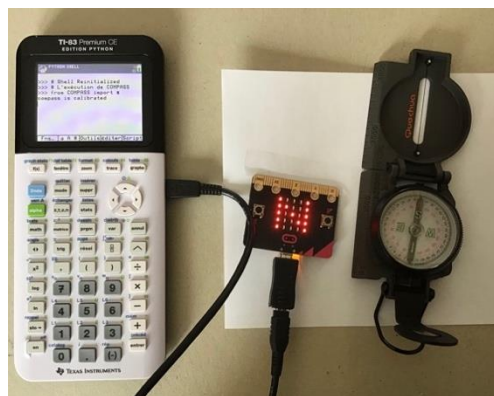
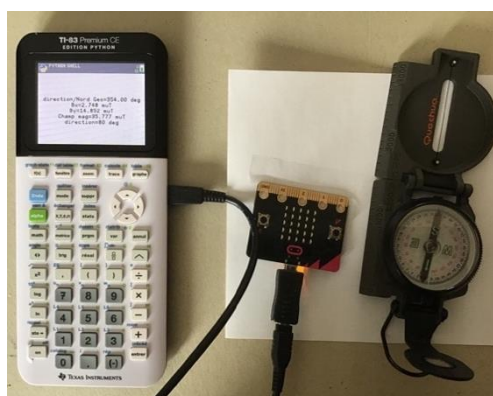
plt.text_at(9,msg,"center")
plt.show_plot()
-
Fns... a A # Outils Exéc Script
```

Fiche méthode

Quelques résultats

Transformer le micro:bit en une boussole qui illumine la DEL la plus proche de l'endroit où se trouve le nord.

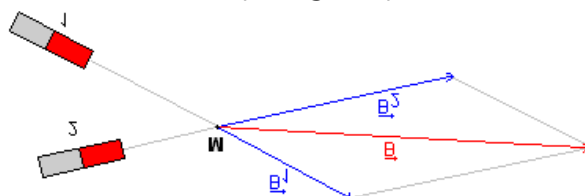
Calibrer le magnétomètre. Observer si l'étalonnage reste (à peu près) identique au fil du temps et s'il est le même à l'intérieur ou à l'extérieur d'un bâtiment ou à proximité d'une structure qui contient beaucoup d'acier (par exemple un ascenseur).



Fiche méthode

Prolongement possible

- Utiliser le module « `ce_quivr` » pour représenter une somme vectorielle.
- Rechercher la valeur de l'intensité et les composantes du vecteur champ magnétique résultant à une expérience produite par des aimants.
- Utiliser pour la mesure du champ magnétique, l'instruction `compass.get_field_strength()`.
- Fabriquer une girouette.



Pour profiter de tutoriels vidéos, Flasher le QRCode ou cliquer dessus !



Ce document est mis à disposition sous licence Creative Commons
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/>

© Texas Instruments 2019 / Photocopie autorisée

