

SURVEILLANCE DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA REGION DU GROENLAND

La région du Groenland est actuellement étudiée avec intérêt par les climatologues. Selon l'article « Ratio of the Greenland to global temperature change » le réchauffement climatique est deux fois plus important dans cette région que sur le reste de la planète (Petr Chylek and Ulrike Lohmann). En conséquence, jamais les glaciers du Groenland n'ont autant reculé qu'en 2019. Pourquoi cette région du monde a-t-elle tendance à se réchauffer plus vite que le reste de la planète ?

ACTIVITE EXPERIMENTALE : RECHAUFFEMENT D'UNE SURFACE ECLAIREE

Présentation du contexte :

La Terre est un « capteur solaire » dans le sens où elle intercepte une partie de l'énergie lumineuse du rayonnement émis par le soleil, ce qui la réchauffe. Sur terre, chaque surface plus ou moins foncée est caractérisée par une valeur d'albédo.

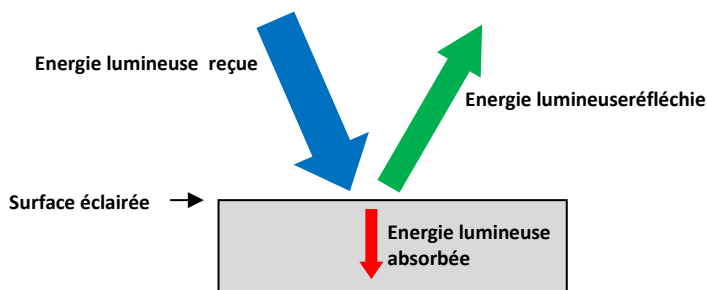
Quel est le lien entre le réchauffement d'une surface et la valeur de son albédo ?

Documents à disposition

Document 1 : Que devient l'énergie lumineuse reçue par une surface ?

Les paysages vus du ciel nous présentent des surfaces claires et des surfaces foncées. Ces différentes surfaces reçoivent la même énergie lumineuse au même moment et vont en réfléchir une certaine quantité. L'énergie lumineuse non réfléchie est absorbée par la surface comme indiqué dans le schéma ci-dessous :

En fonction de la nature de la surface, l'énergie lumineuse réfléchie n'est pas la même.



Document 2 : valeurs d'albédo

L'albédo exprime la part de l'énergie lumineuse réfléchie par la surface vers l'espace par rapport à celle reçue.

Il se calcule de la façon suivante :

$$\text{Albédo} = \frac{\text{énergie lumineuse réfléchie}}{\text{énergie lumineuse reçue}}$$

L'albédo n'a pas d'unité. Sa valeur est comprise entre 0 et 1 et peut aussi s'exprimer sous forme d'un pourcentage entre 0% et 100 %. Concernant le climat, la valeur de l'albédo d'une surface est importante car elle nous renseigne sur la part de l'énergie absorbée qui va participer au réchauffement de la surface.

L'albédo terrestre vaut à peu près 0,30 (soit 30 %) tous types de surfaces terrestres confondus.

A plus petite échelle, il varie selon le type de surface considérée.

Les océans, qui apparaissent foncés sur une photo satellite, ont un albédo compris entre 0,10 et 0,20. Pour une surface enneigée, l'albédo peut atteindre 0,80.

Travail sur les documents :

1/ Sachant qu'une surface sombre absorbe plus les rayonnements qu'une surface claire, expliquer pourquoi l'albédo d'une surface sombre est inférieur à celui d'une surface claire

2/ Sachant qu'un miroir réfléchit tous les rayonnements reçus, quel est la valeur de l'albédo d'un miroir ?

Travail expérimental :

1/ Pour essayer de comprendre le lien entre le réchauffement d'une surface et la valeur de son albédo, il faudrait commencer par formuler une problématique autour du réchauffement de deux surfaces d'albédo différent. Faire une proposition.

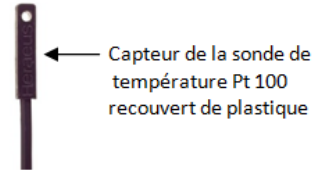
2/ Formuler une hypothèse argumentée à la problématique retenue.

3/ Vérification expérimentale de l'hypothèse formulée.

3.1 On souhaite vérifier l'hypothèse formulée en utilisant une sonde de température Pt 100 constituée d'une résistance électrique en platine.

La valeur de la résistance varie en fonction de la température selon une fonction affine.

Comment trouver l'équation mathématique qui relie la température et la résistance de la sonde ?



3.1.1 Proposer un protocole.

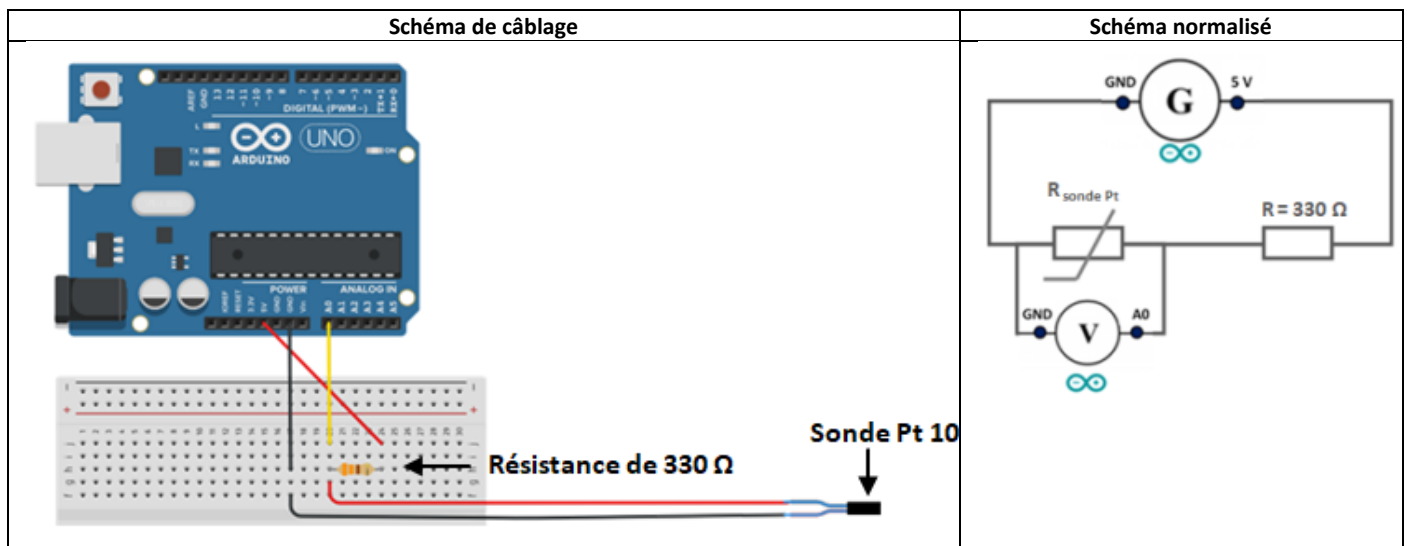
Prévoir coups de pouce

Aide : Un tableur comme LibreOffice Calc est capable de donner l'équation de la courbe de tendance entre des valeurs expérimentales. (**prévoir document**)

3.1.2 Réaliser le protocole retenu. Noter vos valeurs expérimentales puis donner l'équation mathématique entre la température et la résistance de la sonde.

3.1.3 Pour faciliter l'utilisation de la sonde Pt 100, on va l'associer à un microcontrôleur de type Arduino. On obtiendra ainsi un « thermomètre numérique ».

Le montage est le suivant : **prévoir image zoomée des branchements carte Arduino**



Pour que le microcontrôleur fonctionne comme un « thermomètre numérique », il faut téléverser le programme ci-dessous :

```
// Déclaration des variables
float Upt = 0.0; // Upt est une variable à virgule qui vaut 0 au début du programme
float I = 0.0; // I est une variable à virgule qui vaut 0 au début du programme
float T = 0.0; // T est une variable à virgule qui vaut 0 au début du programme
float Rpt = 0.0; // R est une variable à virgule qui vaut 0 au début du programme
// void setup est une partie du programme qui ne s'exécute qu'une seule fois
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // Initialise la communication avec l'ordinateur
}
// void loop est une partie du programme qui s'exécute indéfiniment en boucle
void loop()
{
  Upt=5.0*analogRead(A0)/1024; // La mesure de la tension entre A0 et GND est attribuée à Upt
  I=(5.0-Upt)/330; // On calcule l'intensité du courant et on l'attribue à I
  Rpt=Upt/I; // On calcule la résistance de la sonde et on l'attribue à R
  T=.....; // On calcule la température et on l'attribue à T
  Serial.println(T); // on affiche de la valeur de T à l'écran de l'ordinateur
  Serial.print("Le capteur mesure une température de: "); // L'écran de contrôle du logiciel affiche ce qui est écrit entre les
  guillemets
  Serial.print(T); // l'écran de contrôle du logiciel affiche la valeur de la variable T qui correspond à la température
  Serial.println("°C"); // L'écran de contrôle du logiciel affiche ce qui est écrit entre les guillemets et retourne à la ligne
  Serial.println("-----"); // l'écran de contrôle du logiciel affiche ce qui est écrit entre les guillemets
  delay(1000); //attendre 1 s avant de recommencer au début de la partie void loop du programme
}
```

- Pour calculer certaines variables, on a utilisé la loi d'ohm. Pour lesquelles ?

- Compléter la ligne du programme (T=.....;) qui permet de calculer la température.

- Réaliser le montage avec le microcontrôleur et téléverser le programme.

- Vérifier que le « thermomètre numérique » réagit.

3.2 A l'aide d'une sonde platine pt 100 proposer un protocole qui permette de vérifier l'hypothèse formulée au 2/. **Prévoir coup de pouce**

3.3 Réaliser le protocole retenu et noter vos résultats

4/ Utiliser les résultats obtenus pour répondre à la problématique retenue au 1/.

ACTIVITE DE PROGRAMMATION: TRACER L'EVOLUTION DE L'ALBEDO EN FONCTION DES ANNEES

Présentation du contexte :

Il est possible de retrouver la valeur de l'albédo d'une zone à partir d'une image satellite. Lorsqu'on regarde une image numérique de plus près, on se rend compte qu'elle est constituée d'un ensemble de petits carrés appelés pixels.

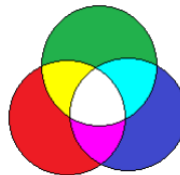
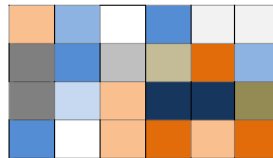


Comment exploiter les pixels d'une image pour en déduire une valeur d'albédo ?

Document à disposition :

Le codage numérique des couleurs

Reprenons l'image numérique de la page précédente, nous allons voir à présent comment l'ordinateur va savoir que la couleur à placer en haut à gauche est de couleur ocre pale proche du rose ; que sa voisine est bleue, que la suivante est blanche ...



Pour ce qui concerne les couleurs, le numérique procède comme un artiste peintre qui arrive avec les trois couleurs primaires à reconstituer toutes les couleurs. En effet par addition à doses différentes des trois couleurs Rouge, Vert et Bleu, on arrive à reconstituer toutes les couleurs de l'arc-en-ciel.

Une image est dite au format RGB lorsque la couleur de chacun de ses pixels est construite à partir d'un triplet de nombres entiers (r,g,b) où :

- l'entier r compris entre 0 et 255 représente le niveau de rouge ;
- l'entier g compris entre 0 et 255 représente le niveau de vert (green en anglais) ;
- l'entier b compris entre 0 et 255 représente le niveau de bleu.

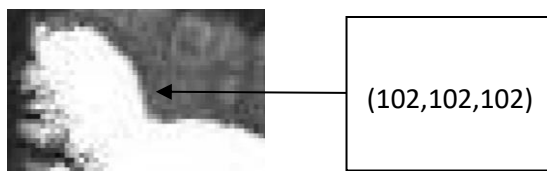
D'après ac-clermont.fr

Dans une image en niveau de gris, les entiers r, g et b seront égaux.

Un pixel (0,0,0) correspondra à un pixel noir. Un pixel (255,255,255) correspondra à un pixel blanc.

Sur une image prise par un satellite, un pixel correspond à une partie de la surface photographiée.

1/ Si on sélectionne 1 seul pixel d'une image en niveaux de gris.

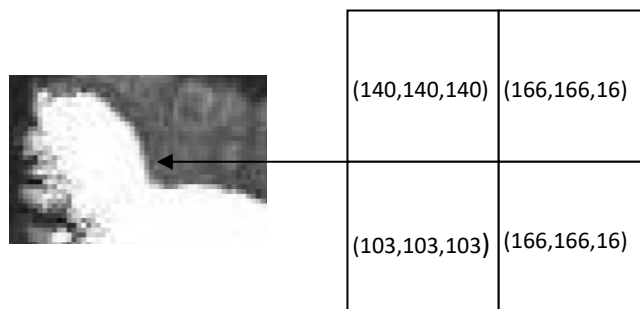


Montrer que l'albédo de la surface photographiée vaut 0.4

L'albédo vaut $\frac{102}{255} = 0.4$

On considère qu'il n'y a pas de saturation, un pixel blanc correspond à une surface parfaitement réfléchissante

2/ Si on agrandit la surface en sélectionnant maintenant 4 pixels.



Montrer, en expliquant votre calcul, que l'albédo de la surface qui correspond aux 4 pixels vaut environ 0,6.

$$\text{L'albédo vaut } \frac{\frac{140+166}{2}}{255} = 0.6$$

3/ Un pas vers « l'automatisation ». On considère 9 pixels repérés par un numéro de ligne et de colonne.

		lignes			
colonnes	→		1	2	3
	1	(90,90,90)	(103,103,103)	(150,150,150)	
	2	(138,138,138)	(95,95,95)	(102,102,102)	
	3	(184,184,184)	(157,157,157)	(108,108,108)	

Compléter les phrases suivantes pour que le calcul de l'albédo se fasse de manière automatique.

Crée une variable albedo et attribue-lui la valeur 0

Pour chaque ligne allant de ...1. à ...3.

Pour chaque colonne allant de ...1. à ...3.

albedo = albedo + première valeur du pixel

albedo = albedo/...(9*255).

4/ Les images satellites réelles sont souvent composées de plusieurs centaines de milliers de pixels. Nous allons donc construire un script Python permettant « d'automatiser » le calcul de la valeur de l'albédo.

1^{ère} partie du programme : Transformer une image en niveaux de gris

Compléter les pointillés correspondants aux commentaires :

```
from PIL import Image # Importe la bibliothèque PIL
image = Image.open("G1945.JPG") # ouvre l'image « G1945.JPG » et la stocke dans variable image
taille = image.size # stocke la taille de l'image image dans la variable taille
lignes = taille[0] # stocke la première valeur de taille dans la variable lignes
```

```

colonnes = taille[1] # stocke la seconde valeur de taille dans la variable colonnes
imagegris = Image.new('RGB',(lignes,colonnes)) # crée une nouvelle image stockée dans la variable
imagegris
for x in range (lignes) : #....pour chaque ligne.....
    for y in range (colonnes) : #.....pour chaque colonne.....
        pixel = image.getpixel((x,y)) #.....récupère le pixel de coordonnées (x,y) et stocke le dans la
variable pixel....
        r = pixel[0] #.....stocke la première valeur de pixel dans la variable r .....
        g = pixel[1] #..... stocke la deuxième valeur de pixel dans la variable g.....
        b = pixel[2] #..... stocke la troisième valeur de pixel dans la variable b.....
        gris = int((r+g+b)/3) #...calcule la partie entière de la moyenne de r, g et b et stocke la dans la
variable gris.....
        p = (gris,gris,gris) #....construit le triplet (gris, gris, gris) et stocke le dans la variable
p.....
        imagegris.putpixel((x,y),p) #...remplace chaque pixel de coordonnées (x,y) par p....
imagegris.save("G1945gris.JPG") #...sauvegarde cette image sous le nom « G1945.JPG »....

```

Pour information :

Cette première partie utilise des fonctions de la bibliothèquePillow ou PIL parmi lesquelles :

image.open() : ouvre une image enregistrée sur l'ordinateur

.size : donne la taille d'une image sous la forme d'une liste [nombre de lignes, nombre de colonnes]

image.new() : crée une nouvelle image

.getpixel((x,y)) : donne la valeur du pixel située sur la x^{ème} ligne et la y^{ème} colonne de l'image sous la forme d'une liste [niveau de rouge, niveau de vert, niveau de bleu]

.putpixel((x,y),p) : remplace la valeur du pixel située sur la x^{ème} ligne et la y^{ème} colonne de l'image par les valeurs de la liste p

.save() : sauvegarde l'image

2^{ème} partie du programme : calculer l'albédo

On donne en partie la 2^{ème} partie du script python qui permet de calculer l'albédo de la zone survolée par le satellite. Compléter les pointillés :

```

albedo = 0
for x in range (...lignes...) :
    for y in range (...colonnes...) :
        pixel = imagegris.getpixel((x,y))

        albedo = albedo + ...pixel[0]..... on peut également accepter pixel[1] ou pixel[2] puisque les
trois valeurs sont identiques

albedo = albedo / .....(lignes * colonnes * 255).....

```

5/ Reproduire les deux parties du script sur le logiciel EDUPYTHON

6/ Tester le programme avec l'image G1945.JPG et vérifie que l'albédo avoisine les 0.55

7/ Le programme complet ci-dessous permet de tracer l'évolution de l'albédo d'une zone en fonction du temps.

Pour cela on charge une liste d'images pour lesquelles on calcule l'albédo. La courbe est tracée en utilisant les fonctions de la bibliothèque matplotlib

```

from PIL import Image
import matplotlib.pyplot as plt
photo=["G1945.JPG","G1985.JPG","G1990.JPG","G1995.JPG","G2000.JPG","G2005.JPG","G2010.JPG","G2015.JPG"]
photogris=["G1945gris.JPG","G1985gris.JPG","G1990gris.JPG","G1995gris.JPG","G2000gris.JPG","G2005gris.JPG","G2010.JPGgris","G2015gris.JPG"]
annee = [1945,1985,1990,1995,2000,2005,2010,2015]

for n in range(0,len(photo)):
    image = Image.open(photo[n])
    taille = image.size
    lignes = taille[0]

```

```

colonnes = taille[1]
imagegris = Image.new('RGB',(lignes,colonnes))
for x in range (lignes) :
for y in range (colonnes) :
    pixel = image.getpixel((x,y))
    r = pixel[0]
    g = pixel[1]
    b = pixel[2]
    gris = int((r+g+b)/3)
    p = (gris,gris,gris)
imagegris.putpixel((x,y),p)
imagegris.save(photogris[n])

```

```

albedo = 0
for x in range (lignes) :
for y in range (colonnes) :
    pixel = imagegris.getpixel((x,y))
    albedo = albedo + pixel[0]

```

```

albedo = albedo/((lignes*colonnes)*255)

```

```

.....plt.plot.....(annee[n],albedo,'o')# trace la courbe représentant l'évolution de l'albédo en fonction des années

```

```

plt.savefig('graph.png')

```

7.1 Compléter l'avant dernière ligne du programme

7.2 Compléter le premier script sur EDUPYTHON afin d'obtenir la courbe représentant l'évolution de l'albédo en fonction des années

7.3 Que peut-on déduire de cette évolution ?

L'albédo diminue au cours du temps ce qui signifie qu'il y a de moins en moins de neige/glace

Et pour terminer, à partir des conclusions de l'activité expérimentale et de l'activité de programmation, expliquer pourquoi la région du Groenland a tendance à se réchauffer plus vite que dans le reste du monde.