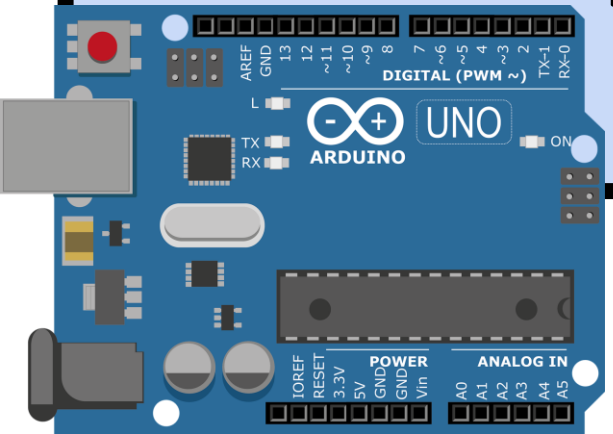
Présentation du projet expérimental et numérique pour l'enseignement scientifique de Première

SVT : Arnaud Van Praët
Physique-Chimie : Olwenn Froidure
Mireille Doan
Noureddine Tabary

Académie de Créteil

Juin 2019

Enseignement scientifique
Atelier « projet expérimental et numérique »



1/ Présentation du projet à partir du B.O.

1ère Enseignement scientifique spe573_annexe_1063134

5 - Projet expérimental et numérique

Le projet s'articule autour de la mesure et des données qu'elle produit, qui sont au coeur des sciences expérimentales.
L'objectif est de confronter les élèves à la pratique d'une démarche scientifique expérimentale, de l'utilisation de matériels (capteurs et logiciels) à l'analyse critique des résultats.
Le projet expérimental et numérique comporte trois dimensions :

- utilisation d'un capteur éventuellement réalisé en classe ;
- acquisition numérique de données ;
- traitement mathématique, représentation et interprétation de ces données.

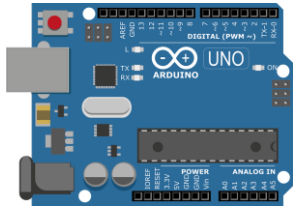
Selon les projets, l'une ou l'autre de ces dimensions peut être plus ou moins développée.
L'objet d'étude peut être choisi librement, en lien avec le programme ou non. Il s'inscrit éventuellement dans le cadre d'un projet de classe ou d'établissement. Ce travail se déroule sur une douzaine d'heures, contiguës ou réparties au long de l'année. Il s'organise dans des conditions matérielles qui permettent un travail pratique effectif en petits groupes d'élèves.
La dimension numérique repose sur l'utilisation de matériels (capteur éventuellement associé à un microcontrôleur) et de logiciels (tableur, environnement de programmation).

Prérequis et limites

Ce projet remobilise certains acquis des classes antérieures : mesure et incertitudes, manipulation de capteurs et microcontrôleurs, données structurées et leur traitement, information chiffrée et statistique descriptive, utilisation d'un tableur et d'un environnement de programmation. L'objectif n'est pas d'introduire des notions nouvelles.

1/ Présentation du projet à partir du B.O.

- 12h successives ou filées au cours de l’année
- Sur les thèmes du programme ou non
- Démarche scientifique avec des mesures et un traitement des données (issues ou non de ses propres mesures)
- Mesures avec capteur(s) + éventuellement (mais recommandé) microcontrôleur



- Traitement des données avec tableur (sélection, organisation, présentation, calcul : moyenne, écart-type)
- Analyse des données et discussion sur les limites

→ Dédoublement recommandé, au moins sur la durée du projet et nécessaire à une vraie réussite

1/ Présentation du projet à partir du B.O.

- Groupes de 2 à 5 élèves
- Tous les groupes sur un même projet ou non
- Collecte + traitement de données :
    - Collecte + traite ses propres données
    - Collecte + traite les données de la classe
    - Collecte + traite les données d'un institut (ex : https://data.gouv.fr)
    - Collecte pour contribuer à de la science participative (ex : Vigie Nature, astéroïde cf. article de Science & Avenir) :
        - ★ http://vigienature.fr/
        - ★ https://www.vigienature-ecole.fr/
        - ★ https://www.sciencesetavenir.fr/espa
          analyser-la-surface-de-bennu_1339
        - ★ https://bennu.cosmoquest.org/

Osiris-Rex : la Nasa a besoin d'aide pour cartographier Bennu

Par Joël Ignasse le 25.05.2019 à 06h00

Un projet de sciences participatives permet de prendre part à la cartographie de la surface de l'astéroïde qui est actuellement visité par la sonde Osiris-Rex.

+ LUS + COMMENTÉS + PARTAGÉS SUR

Au Venezuela, les pénuries condamnent à mort les enfants atteints de cancer

La mairie de Paris va étendr l'interdiction de fumer à 52 parcs et jardins

Découvrez le futur centre d contrôle du rover martien Rosalind Franklin

L'intelligence des plantes et des arbres

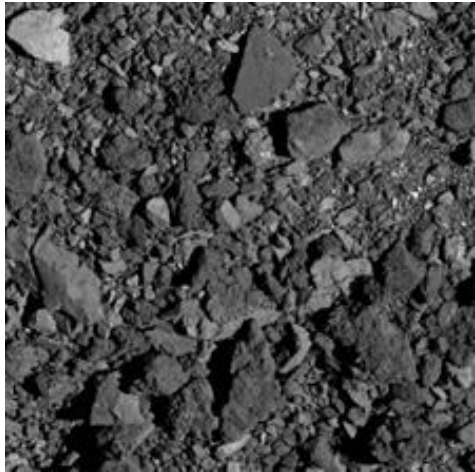
ExoMars, bio et Canada : l'actu des sciences en ultrabrèves

NEWSLETTER SCIENCES ET AVENIR

Entrez votre E-mail

Depuis le 31 décembre 2018, la sonde Osiris-Rex est en orbite autour de l'astéroïde Bennu, un gros caillou de 500 mètres de diamètre qui met 1,2 an à faire le tour du Soleil. Elle va l'étudier de tout près pendant presque deux ans avant de tenter une opération risquée de collecte d'échantillons à sa surface.
[...] Pour maximiser les chances de réussite de la manœuvre de prélèvement, les ingénieurs en charge de la sonde doivent parfaitement connaître la topographie de l'astéroïde. Pour ce faire, l'agence spatiale a mis en place un partenariat avec le Planetary Science Institute qui a développé l'application CosmoQuest qui permet de recenser les roches, rochers et cratères de Bennu et de les mesurer. Mais la tâche est immense et nécessite le concours de "petites mains" qui devront patiemment effectuer ce fastidieux travail de recensement. Tout le monde peut y participer en s'inscrivant sur le site du projet. Pas besoin d'être un expert : il suffit de posséder un ordinateur doté d'un grand écran. [...]
Une fois inscrit, les volontaires recevront une image d'une portion de la surface de Bennu contenant entre une douzaine et une centaine d'éléments de relief qu'il conviendra alors de numéroter et de mesurer. [...] La campagne de cartographie durera jusqu'au 10 juillet 2019.

- ★ https://www.sciencesetavenir.fr/espace/systeme-solaire/osiris-rex-aidez-la-nasa-a-analyser-la-surface-de-bennu_133929?xtor=RSS-9
- ★ https://bennu.cosmoquest.org/



2/ Un exemple de projet

- **Station météo**

  - **Avec capteurs température, luminosité, pression, humidité.**
    On peut par exemple faire travailler un groupe d'élèves par type de capteur.

  - **Capsules vidéo sur certains points.**
    Sur certaines notions au programme de l'enseignement scientifique.
    En classe inversée ? Rappels des acquis ? Différenciation ?

2/ Un exemple de projet

- **Présentation d’une carte Arduino et du logiciel**

Pourquoi un microcontrôleur ?

• programmation intuitive après une phase d’apprentissage assez courte ;

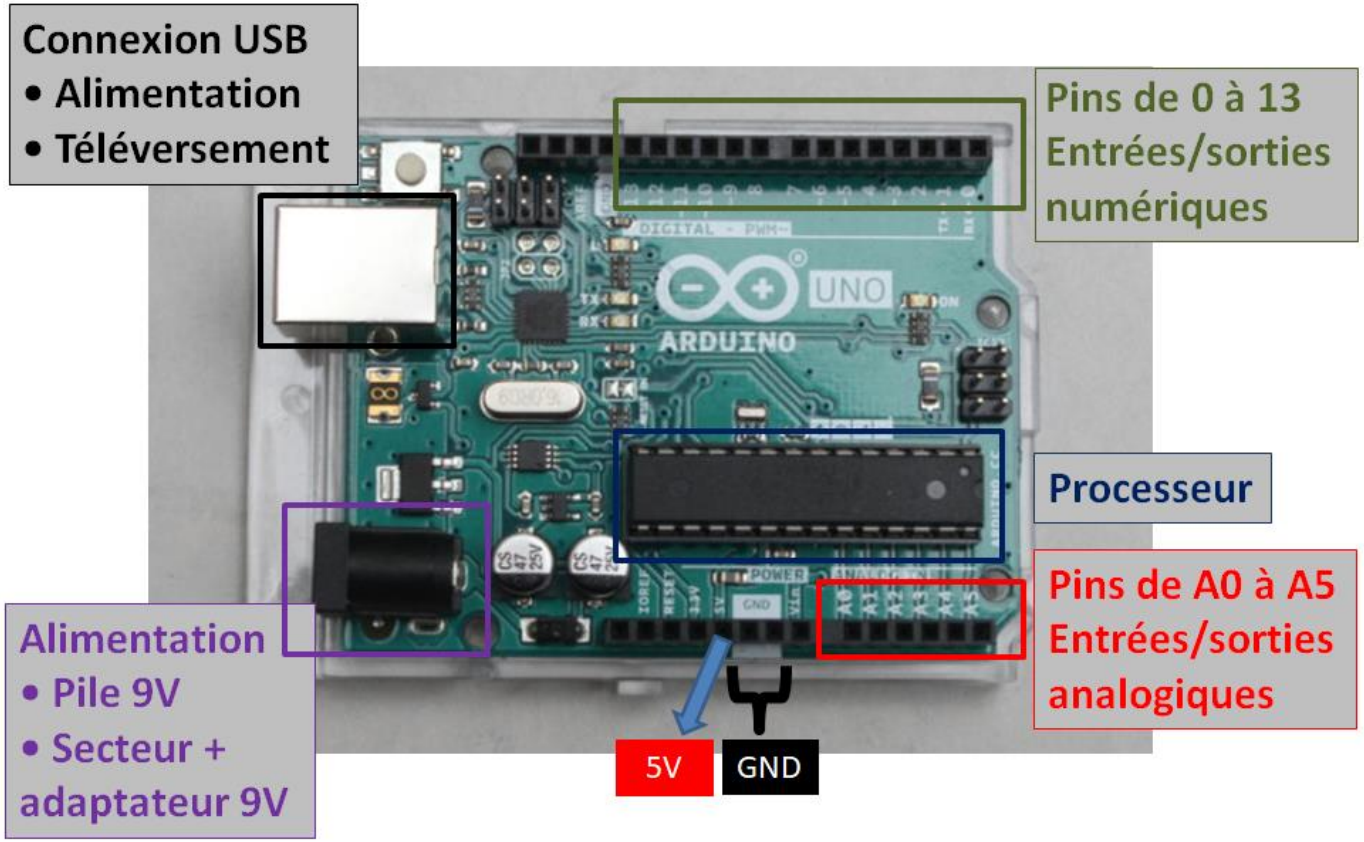
• très grande gamme d’expériences réalisables ;

• exportation facile des données sur tableur-grapheur ;

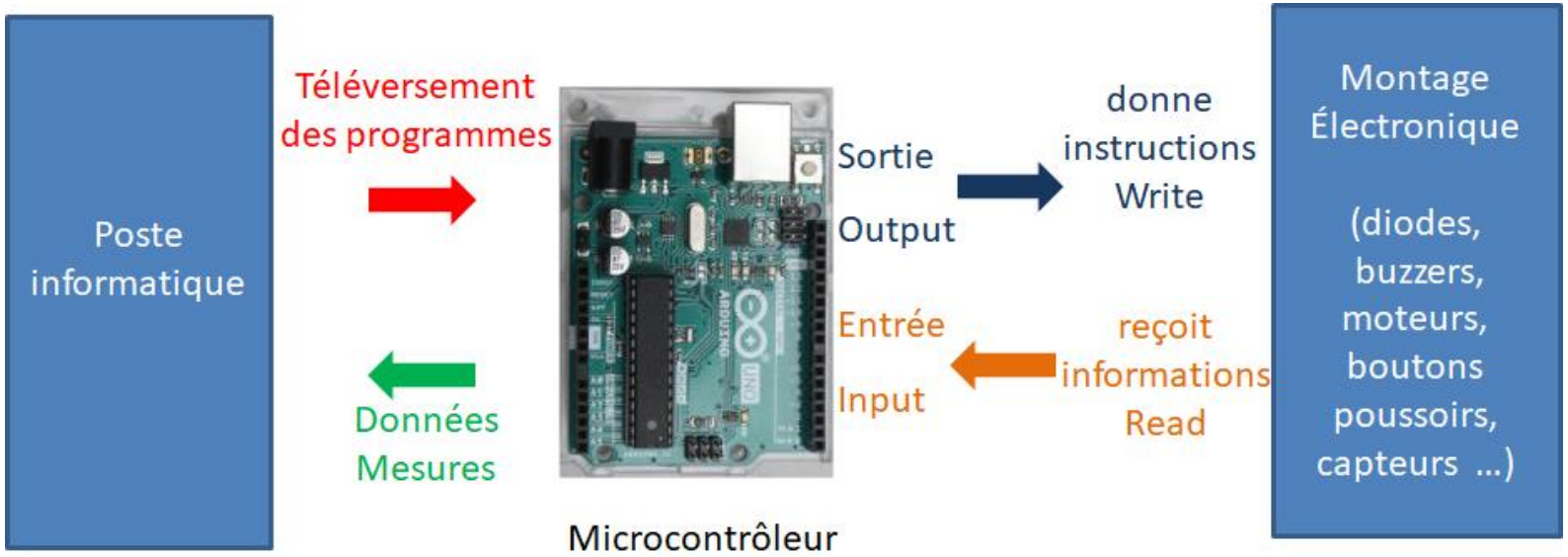
• lien entre plusieurs disciplines (mathématiques, physique chimie, SI, …);

• prix très abordable…

2/ Un exemple de projet



2/ Un exemple de projet



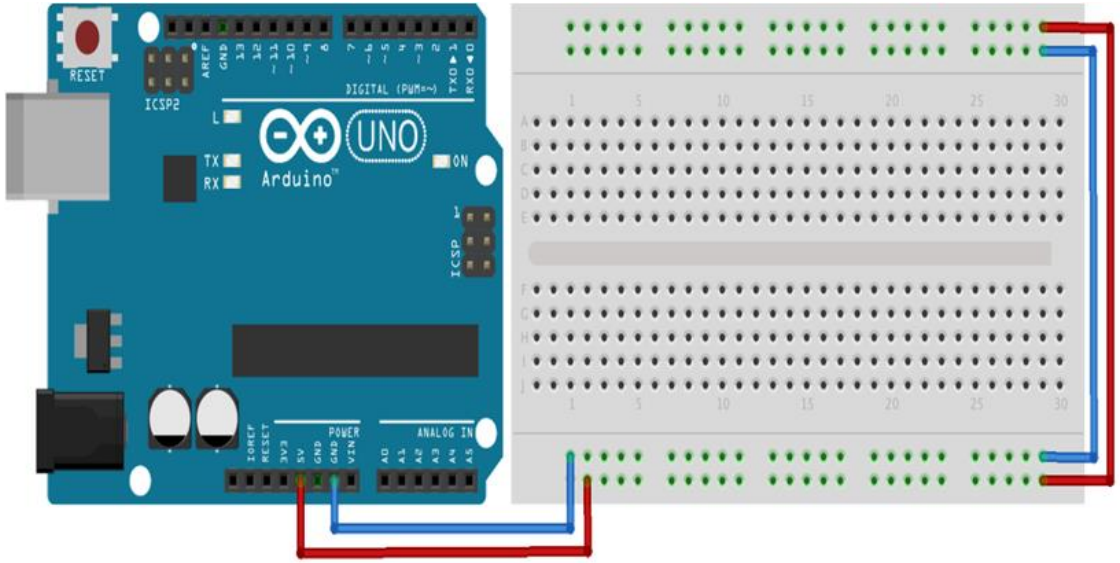
Le programme pilote les entrées et les sorties.

2/ Un exemple de projet

La connexion s’effectue à l’aide d’un câble USB

L’interface ordinateur-Arduino se fait par le logiciel Arduino IDE.

Pins +5V et GND de l'Arduino permettent d’alimenter la platine d’essais ou breadboard.



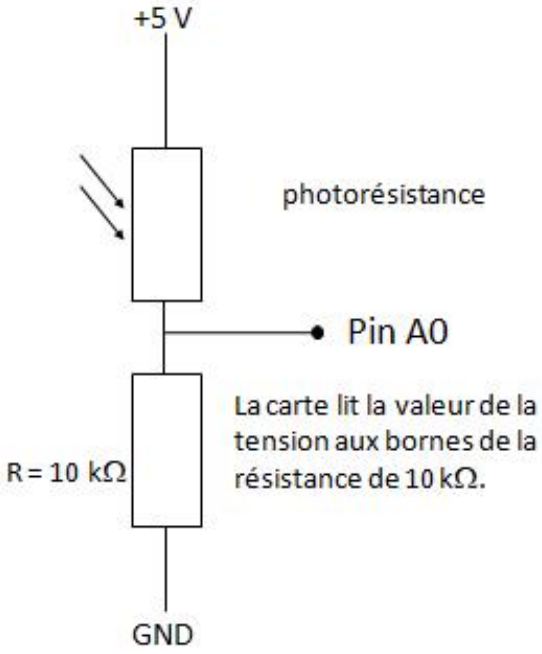
2/ Un exemple de projet

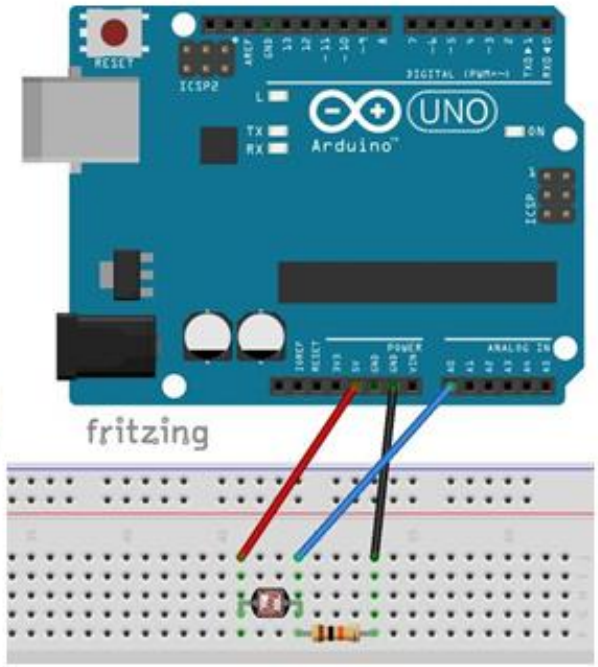
- **Exemple du capteur de luminosité (photorésistance)**

Une **photorésistance** est un composant électronique dont la résistance varie en fonction de la quantité de lumière incidente : plus elle est éclairée, plus sa résistance baisse.

2/ Un exemple de projet

Ici on obtient 0 pour l'obscurité totale et 1023 pour une très grande luminosité (l'information est codée sur 10 bits).





2/ Un exemple de projet

Structure de tous les programmes:

En-tête déclarative:

Déclaration des constantes et/ou des variables

Fonction setup :

Configuration initiale

Déclaration de variables locales

Configuration des broches

Initialisation des variables

Initialisation des fonctionnalités

Initialisation des interruptions

Fonction loop:

Instructions exécutées en boucle

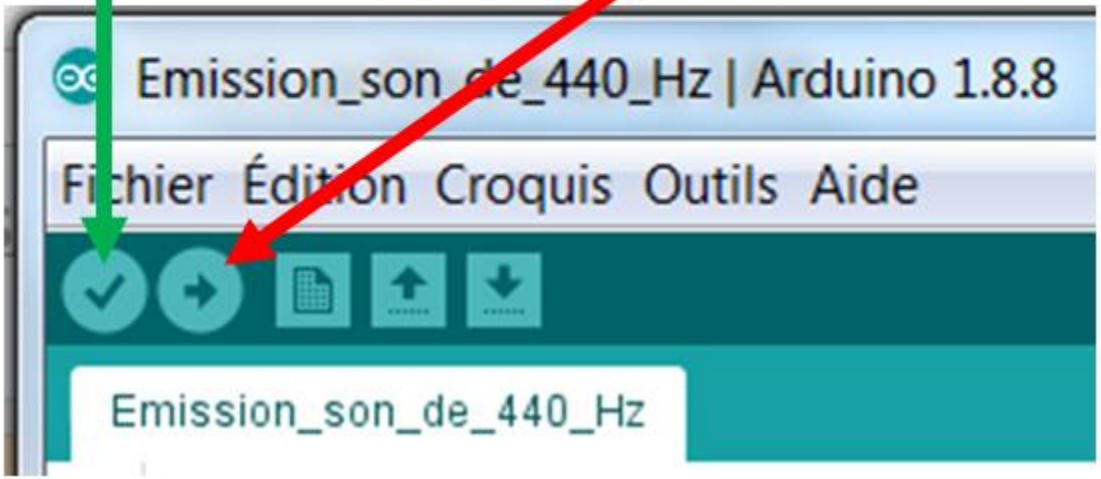
2/ Un exemple de projet

Le programme:

```
int photoresistance = A0;

void setup() {
  pinMode (photoresistance, INPUT); // Déclaration d'une entrée
  Serial.begin(9600);    // Initialisation de la communication avec le PC
}

void loop() {

  int valeur = analogRead(photoresistance);   // Mesure la tension sur la broche A0
  Serial.print ("La valeur mesurée est "); // Ecrit du texte
  Serial.println(valeur);     // Envoie la mesure au PC pour affichage
  delay(250);                           // Attend 250ms
}
```

2/ Un exemple de projet

Compilation (vérification) du programme et téléversement vers la carte



2/ Un exemple de projet

Démonstration

Présentation

- Pourquoi introduire des microcontrôleurs en activités expérimentales.
- Les acquis du collège.
- Les programmes
- Qu’est-ce qu’un microcontrôleur ?

Atelier Arduino

- Des programmes simples pour débuter.

Pour compléter…

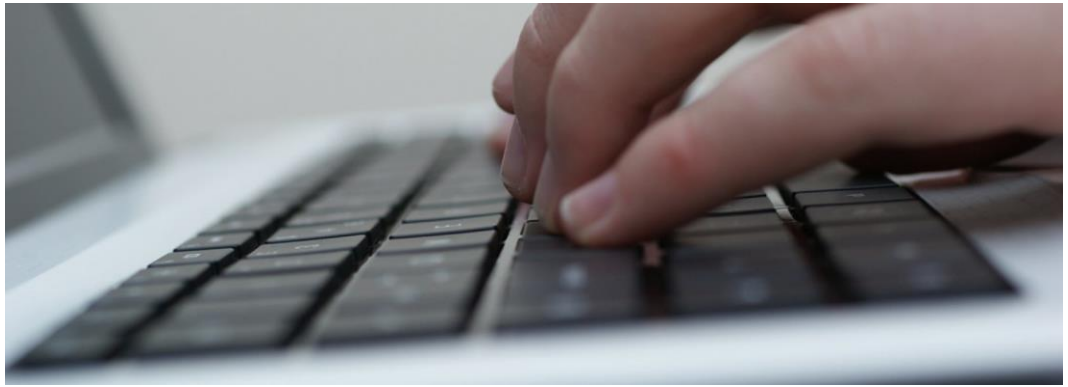
- Suggestion pédagogique pour réaliser des activités expérimentales avec microcontrôleur
- Quelques exemples d’activités dans les nouveaux programmes.

Pour aller plus loin…

Les acquis du collège

1. La programmation par bloc
2. Scratch et à travers les robots

2/ Un exemple de projet : Traiter des données avec un tableur.



Problème : Souvent, les données récoltées sont peu nombreuses !

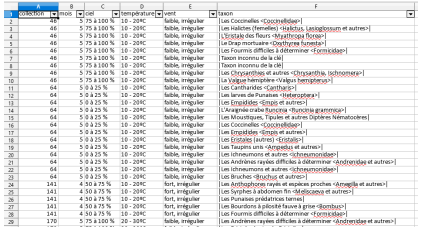
On peut les compléter en téléchargeant une base de données… comme sur Vigie-nature par exemple.

2/ Un exemple de projet : Traiter des données avec un tableur.

	A	B	C	D	E	F
1	collection	mois	ciel	température	vent	taxon
2	46	5	75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Coccinelles <Coccinellidae>|
3	46	5	75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Halictes (femelles) <Halictus, Lasioglossum et autres>|
4	46	5	75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|L'Eristale des fleurs <Myathropa florea>|
5	46	5	75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Le Drap mortuaire <Oxythyrea funesta>|
6	46	5	75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Fourmis difficiles à déterminer <Formicidae>|
7	46	5	75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Taxon inconnu de la clé|
8	46	5	75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Taxon inconnu de la clé|
9	46	5	75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Chrysanthies et autres <Chrysanthia, Ischnomera>|
10	46	5	75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|La Valgue hémiptère <Valgus hemipterus>|
11	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Cantharides <Cantharis>|
12	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les larves de Punaises <Heteroptera>|
13	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Empidides <Empis et autres>|
14	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|L'Araignée crabe Runcinia <Runcinia grammica>|
15	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Moustiques, Tipules et autres Diptères Nématocères|
16	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Coccinelles <Coccinellidae>|
17	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Empidides <Empis et autres>|
18	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Eristales (autres) <Eristalis>|
19	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Taupins unis <Ampedus et autres>|
20	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Ichneumons et autres <Ichneumonidae>|
21	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Andrènes rayées difficiles à déterminer <Andrenidae et autres>|
22	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Ichneumons et autres <Ichneumonidae>|
23	64	5	0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	|Les Bruches <Bruchus et autres>|
24	141	4	50 à 75 %	10 - 20ºC	fort, irrégulier	|Les Anthophores rayés et espèces proches <Amegilla et autres>|
25	141	4	50 à 75 %	10 - 20ºC	fort, irrégulier	|Les Syrphes à abdomen fin <Meliscaeva et autres>|
26	141	4	50 à 75 %	10 - 20ºC	fort, irrégulier	|Les Punaises prédatrices ternes|
27	141	4	50 à 75 %	10 - 20ºC	fort, irrégulier	|Les Bourdons à pilosité fauve à grise <Bombus>|
28	141	4	50 à 75 %	10 - 20ºC	fort, irrégulier	|Les Fourmis difficiles à déterminer <Formicidae>|
29	170	5	75 à 100 %	20 - 30ºC	faible, irrégulier	|Les Andrènes rayées difficiles à déterminer <Andrenidae et autres>|

2/ Un exemple de projet : Traiter des données avec un tableur.

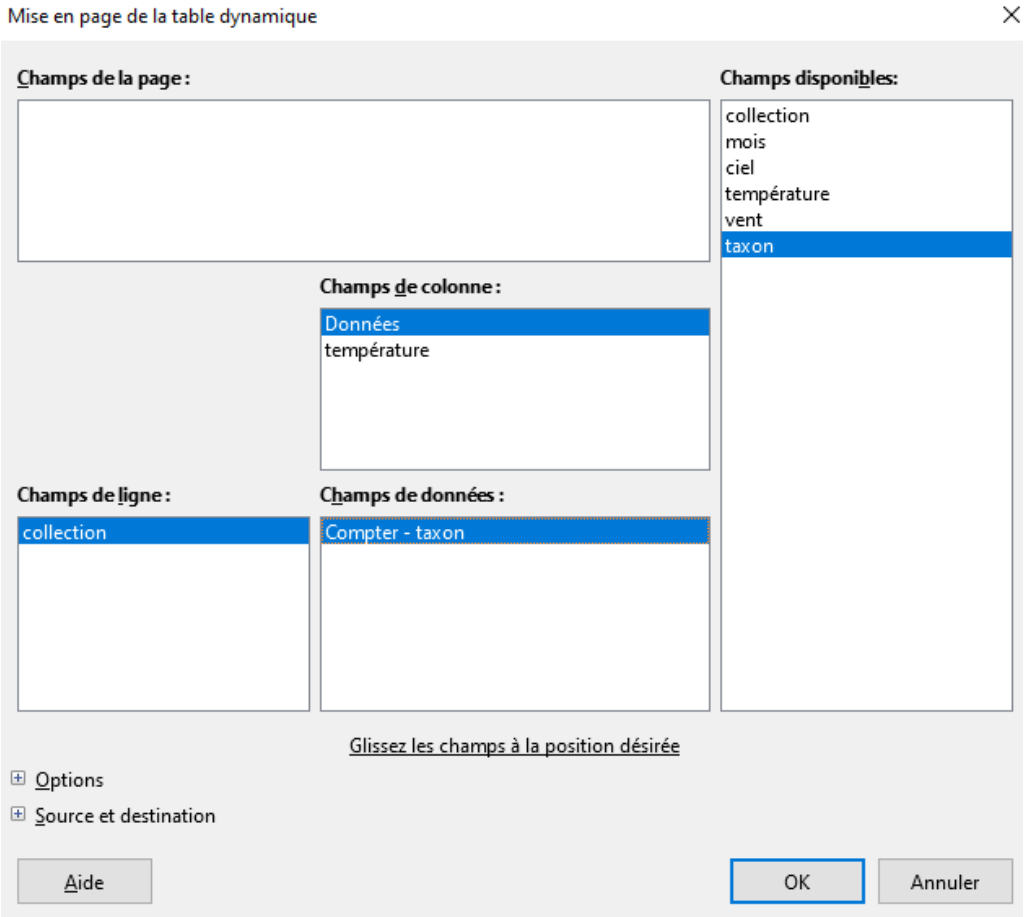
Pour faire des moyennes (entre autres) , il faut utiliser la fonction « tableau croisé dynamique »… avec LibreOffice par exemple :



	A	B	C	D	E	F
1	collection	mois	ref	température	vent	taxon
2	64		5 75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Coccinelles <Coccinellidae>
3	46		5 75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Halictes (femelles) <Halictus, Lasioglossum et autres>
4	46		5 75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	L'Oïdiale des fleurs <Myathropa florea>
5	46		5 75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Le Drap mortuaire <Oxythyrea funesta>
6	46		5 75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Fourmis difficiles à déterminer <Formicidae>
7	46		5 75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Taxon inconnu de la clé
8	46		5 75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Taxon inconnu de la clé
9	46		5 75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Chrysanthèes et autres <Chrysanthia, Ischnomera>
10	46		5 75 à 100 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	La Valgue hémiptère <Valgus hemipterus>
11	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Cantharides <Cantharis>
12	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les larves de Punaises <Heteroptera>
13	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Empidides <Empis et autres>
14	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	L'Araignée crabe <Runcinia grammica>
15	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Mouscherons, Tipules et autres Diptères Nématocères
16	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Coccinelles <Coccinellidae>
17	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Empidides <Empis et autres>
18	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Erotylides (autres) <Erotylis>
19	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Taupins unis <Ampedus et autres>
20	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Ichneumons et autres <Ichneumonidae>
21	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Andrènes rayées difficiles à déterminer <Andrenidae et autres>
22	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Ichneumons et autres <Ichneumonidae>
23	64		5 0 à 25 %	10 - 20ºC	faible, irrégulier	Les Bruches <Bruchus et autres>
24	141		4 50 à 75 %	10 - 20ºC	fort, irrégulier	Les Anthophores rayés et espèces proches <Amegilla et autres>
25	141		4 50 à 75 %	10 - 20ºC	fort, irrégulier	Les Syrphes à abdomen fin <Sphiroecia et autres>
26	141		4 50 à 75 %	10 - 20ºC	fort, irrégulier	Les Punaises prédatrices terrestres
27	141		4 50 à 75 %	10 - 20ºC	fort, irrégulier	Les Bourdons à pilosité fauve à gros <Bombus>
28	141		4 50 à 75 %	10 - 20ºC	fort, irrégulier	Les Fourmis difficiles à déterminer <Formicidae>
29	170		5 75 à 100 %	20 - 30ºC	faible, irrégulier	Les Andrènes rayées difficiles à déterminer <Andrenidae et autres>

- Sélectionner toutes les cases.
- Insertion.
- Table dynamique.
- Glisser-déposer depuis la case « champs disponibles » vers les autres cases (ex : champs de colonne : température ; champs de ligne : collection ; champs de données : compter-taxon).
- Double-cliquer sur les données sélectionnées pour les modifier (ex : compter taxon).
- On obtient un tableau à partir duquel on peut calculer des moyennes par colonne.
- On peut aussi calculer l'écart-type (fonction « ECARTYPEP » ou « ECARTYPE.PEARSON »)… mais, du fait de la taille restreinte de l'échantillon, l'écart-type d'un échantillon est souvent sous-estimé par-rapport à l'écart-type d'une population : donc on divise par (n-1) au lieu de (n)… mais pas travaillé en math : donc préférable de rester au calcul de l'écart-type de Pearson *(Rq : on peut attirer l'attention des élèves quant à la taille des échantillons !).*

2/ Un exemple de projet : Traiter des données avec un tableur.



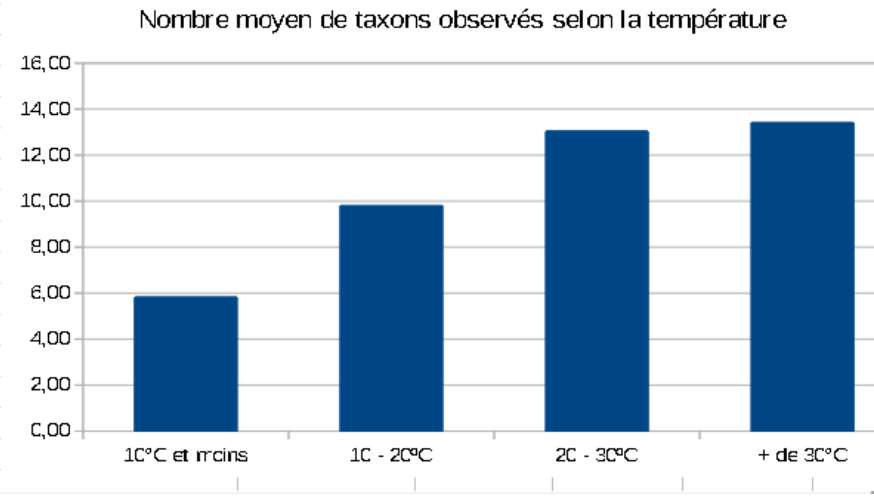
2/ Un exemple de projet : Traiter des données avec un tableur.

	A	B	C	D	E	F
1	Compter - taxon	Données				
2	collection	+ de 30°C	10 - 20ºC	10°C et moins	20 - 30ºC	**Total Résultat**
3	46		9			**9**
4	64		13			**13**
5	141		5			**5**
6	170				9	**9**
7	209		23			**23**
8	220		4			**4**
9	360				6	**6**
10	366		13			**13**
11	367	6			18	**24**
12	376		23			**23**
13	678				2	**2**
14	722				27	**27**
15	832		6			**6**
16	850		16			**16**
17	863		1			**1**
18	909		1			**1**
19	926		5			**5**
20	976				13	**13**
21	1004				16	**16**
22	1019				4	**4**
23	1044		14			**14**
24	1308				11	**11**
25	1321	7				**7**
26	1349				11	**11**
27	1368		8			**8**
28	1452		9			**9**
29	1611		11			**11**

2/ Un exemple de projet : Traiter des données avec un tableur.

	A	B	C	D	E	F
1	Compter - taxon	Données				
2	collection	+ de 30°C	10 - 20ºC	10°C et moins	20 - 30ºC	**Total Résultat**
3	46		9			**9**
4	64		13			**13**
5	141		5			**5**
6	170				9	**9**
7	209		23			**23**
8	220		4			**4**
9	360				6	**6**
10	366		13			**13**
11	367	6			18	**24**
12	376		23			**23**
13	678				2	**2**
14	722				27	**27**
15	832		6			**6**
16	850		16			**16**
17	863		1			**1**
18	909		1			**1**
19	926		5			**5**
20	976				13	**13**
21	1004				16	**16**
22	1019				4	**4**
23	1044		14			**14**
24	1308				11	**11**

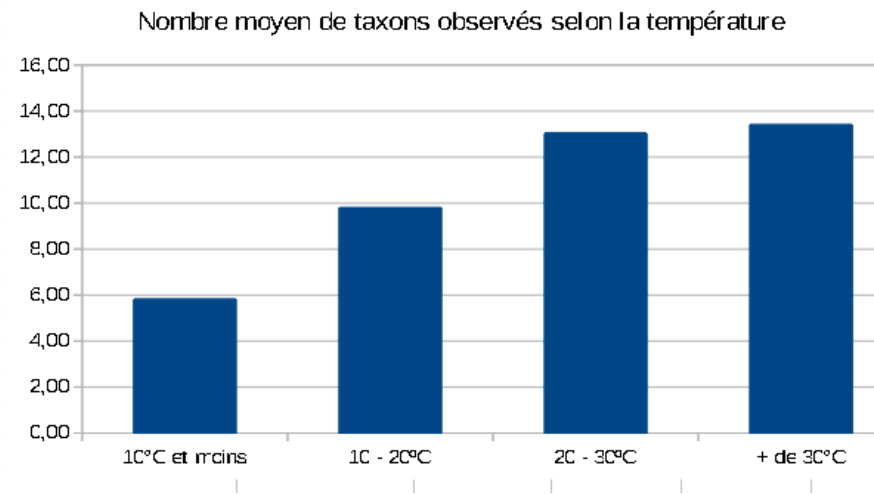
Nombre de taxons	10°C et moins	10 - 20ºC	20 - 30ºC	+ de 30°C
Moyenne	5,84	9,81	13,06	13,42
Écart type	4,20	6,74	7,61	6,95
Nombre de collections	97	2234	3325	254



2/ Un exemple de projet : Traiter des données avec un tableur.

	A	B	C	D	E	F
1	Compter - taxon	Données				
2	collection	+ de 30°C	10 - 20ºC	10°C et moins	20 - 30ºC	**Total Résultat**
3	46		9			**9**
4	64		13			**13**
5	141		5			**5**
6	170				9	**9**
7	209		23			**23**
8	220		4			**4**
9	360				6	**6**
10	366		13			**13**
11	367	6			18	**24**
12	376		23			**23**
13	678				2	**2**
14	722				27	**27**
15	832		6			**6**
16	850		16			**16**
17	863		1			**1**
18	909		1			**1**
19	926		5			**5**
20	976				13	**13**
21	1004				16	**16**
22	1019				4	**4**
23	1044		14			**14**

H	I	J	K	L
Nombre de taxons	**10°C et moins**	**10 - 20ºC**	**20 - 30ºC**	**+ de 30°C**
Moyenne	5,84	9,81	13,06	13,42
Écart type	4,20	6,74	7,61	6,95
Nombre de collections	97	2234	3325	254
Écart type échantillonnage	0,43	0,14	0,13	0,44
Rayon d'incertitude	0,85	0,28	0,26	0,87



3/ Les thématiques possibles pour le projet expérimental et numérique

“L’objet d’étude peut être choisi librement, en lien avec le programme ou non. Il s’inscrit éventuellement dans le cadre d’un projet de classe ou d’établissement.”

Par groupe de 2 à 5 personnes, réfléchir sur les différentes possibilités pour le projet expérimental et numérique :

- ➔ Soit sur un des thèmes de 1ES ;
- ➔ Soit sur un autre thème en partant d’une problématique de terrain.

Projets sur un thème du programme	Projets sur un thème hors-programme
	▪ **Labellisation E3D** (ex : isolation) : réflexion initiale, puis mesures au cours des travaux (avec comparaison des parties rénovées et non-rénovées) afin d’évaluer leur plus-value

3/ Les thématiques possibles pour le projet expérimental et numérique : quelques pistes possibles…

<table>
<tr><th>Projets sur un thème du programme</th><th>Projets sur un thème hors-programme</th></tr>
<tr><td>Thème 1 - Une longue histoire de la matière :
▪ La radioactivité
▪ Les cristaux</td><td rowspan="4">▪ Labellisation E3D (ex : isolation) : réflexion initiale, puis mesures au cours des travaux (avec comparaison des parties rénovées et non-rénovées) afin d’évaluer leur plus-value
▪ La qualité de l’eau : chimique et biologique
▪ La cuisine : cuisson des aliments ; cuisine moléculaire
▪ La mesure du temps : démarches historiques ; mesure de l’âge en géologie et/ou en archéologie ; mesure du temps en police scientifique
▪ La qualité de l'air : mesures $C0_2$, PM avec capteurs (Cf. fiches 12 + 13 du kit pédagogique http://edd.ac-creteil.fr/La-qualite-de-l-air-formation-et-production-de-ressources-pedagogiques-parcours)
▪ La biodiversité : suivi de la biodiversité ordinaire (ex : protocoles Vigie Nature École et utilisation de leurs données https://www.vigienature-ecole.fr/) ; mesures possibles des conditions du milieu (température, hygrométrie)</td></tr>
<tr><td>Thème 2 - Le Soleil, notre source d’énergie :
▪ Le rayonnement solaire et ses conséquences (conséquences sur le climat ; conséquences sur la santé)</td></tr>
<tr><td>Thème 3 - La Terre, un astre singulier :
▪ La mesure de la Terre (dimensions et forme ; mouvements et trajectoire ; âge)</td></tr>
<tr><td>Thème 4 - Son et musique, porteurs d’information :
▪ La musique (accords ; instruments et production d’un son ; supports et compression en relation avec la qualité de la musique)
▪ Les sons et la santé (sons et santé auditive)</td></tr>
</table>

ANNEXES

Où acheter une carte Arduino ou équivalent ? Prix ?

https://www.amazon.fr/

ANNEXES

Autres boutiques en ligne (Liste non exhaustive)

Gotronic : https://www.gotronic.fr/

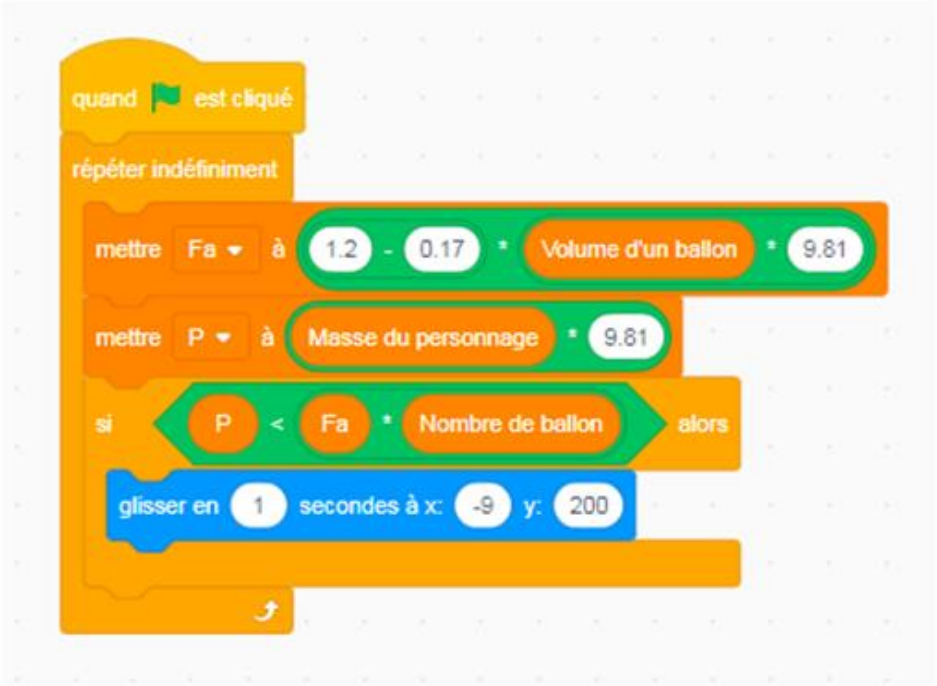
Lextronic : https://www.lextronic.fr/

Semageek : https://www.boutique.semageek.com/

Adafruit : https://www.adafruit.com/

ANNEXES

La programmation par bloc avec

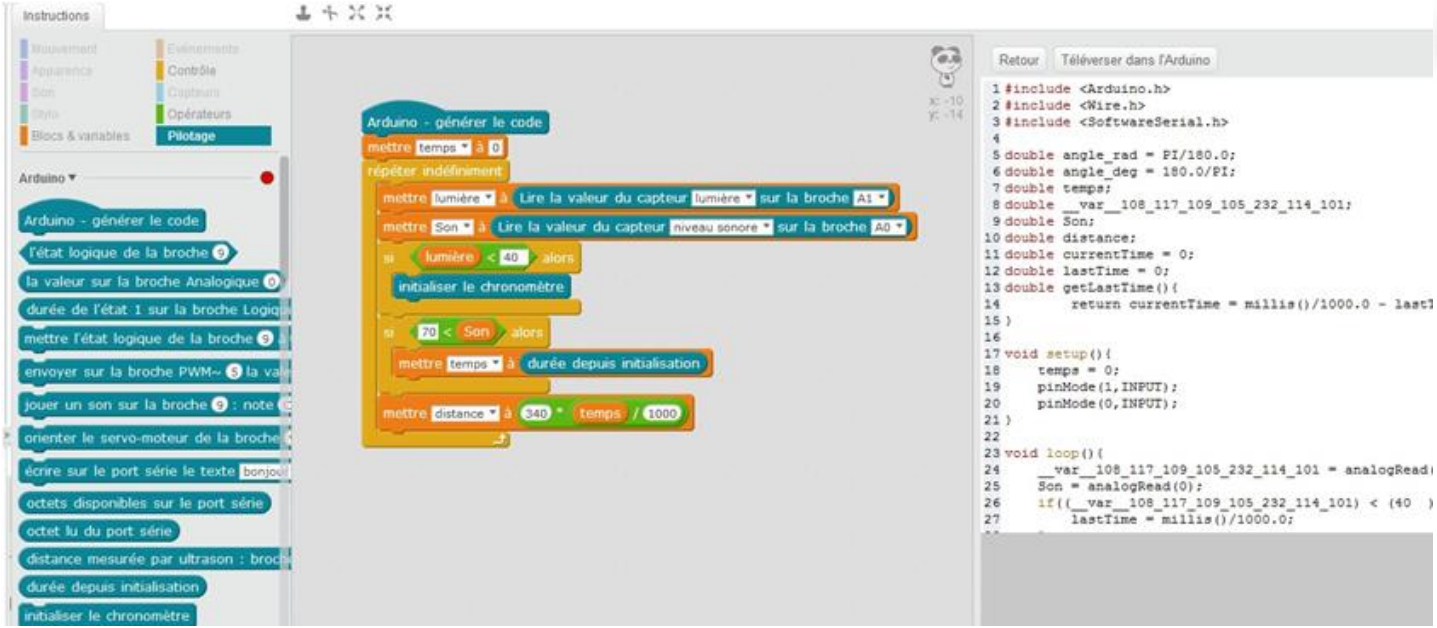


Variables

Fonctions

Boucles

Conditions

ANNEXES

La programmation par bloc avec des robots