

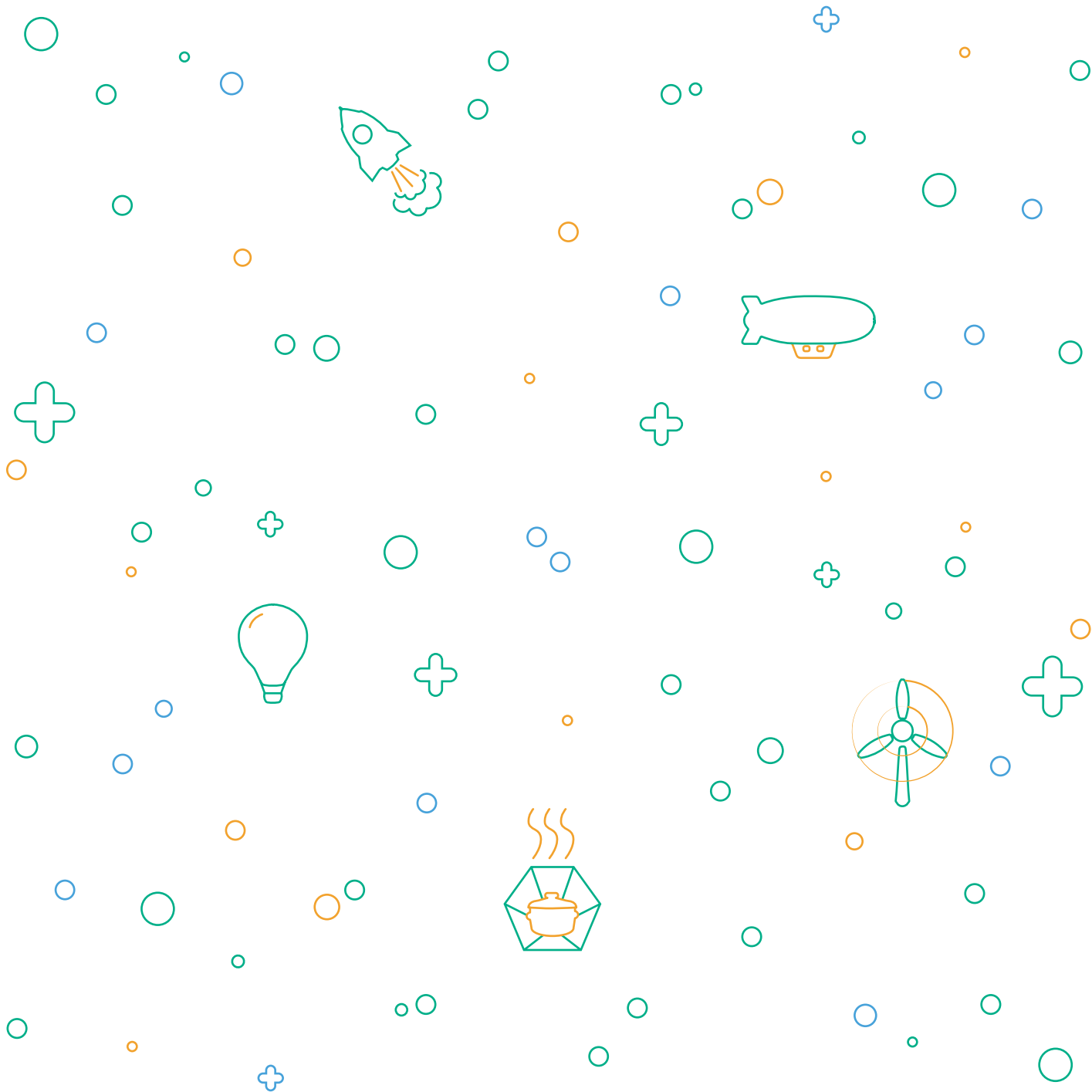
en partenariat
avec le



PRÊT À
MESURER ?



GUIDE D'UTILISATION
QUALITÉ D'AIR





GUIDE D'UTILISATION QUALITÉ D'AIR

Édition rédigée par
Damien Vallot et Léo Briand
Avec la participation de Marine Caillaba
et Danielle DeStaerke
Mise en page et illustration par
Laura Venezia et Diana Khalipina

Tous droits d'auteurs réservés
• Edition 2021 •
Imprimé en Italie

Particules fines, ozone, dioxyde d'azote ou de soufre etc... La pollution de l'air a des effets significatifs sur la santé et l'environnement. De nombreux pays ont mis en place un suivi de la qualité d'air pour alerter la population sur les niveaux mesurés.

Nous vous proposons de développer votre propre station de suivi de la qualité d'air et d'effectuer vous aussi vos relevés.

À vos mesures !



Le Centre National d'Études Spatiales (CNES) est un établissement public français sous tutelle des ministères de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation et des Armées.

Il est en charge de l'élaboration et de la mise en place du programme spatial français. Le CNES assure des missions d'accès à l'espace (lanceurs), d'observation de la Terre et de gestion des satellites pour le grand public (télécoms et navigation) et pour la sécurité et la défense.

Vittascience s'est appuyé sur l'expertise du CNES pour développer le kit Qualité d'air dans le cadre du programme Calisph'air : programme éducatif pour permettre la prise de mesure locales de la qualité de l'air afin de la comparer aux données satellitaires.

Ce projet permet la sensibilisation des jeunes à la démarche scientifique et aux problèmes de l'environnement.

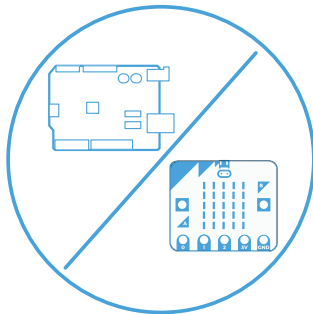
Pour en savoir plus :

CNES : <https://cnes.fr/fr>

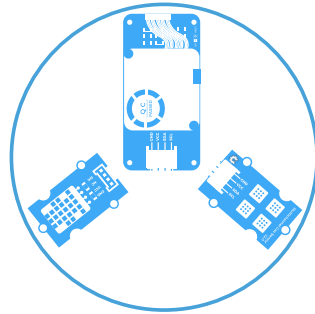
Calisph'air : <https://enseignants-mediateurs.cnes.fr/fr/projets/calisphair>

MATÉRIEL NÉCESSAIRE À LA CONSTRUCTION ET À L'UTILISATION DU KIT QUALITÉ D'AIR

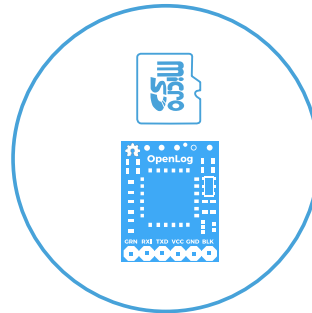
Contenu du KIT :



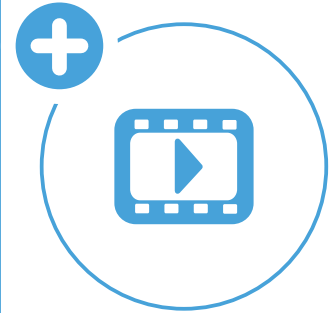
Microcontrôleur
(carte Arduino ou
Micro:bit)



Capteurs :
(HM3301, MICS6814
et DHT11)



Lecteur OpenLog
+ carte microSD



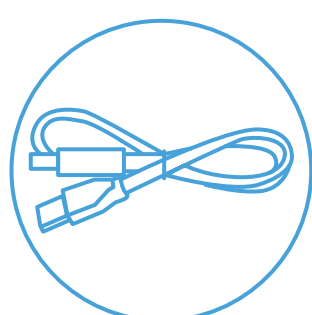
Ressources
numériques
en ligne



Écran LCD
monochrome
Grove



Shield Grove

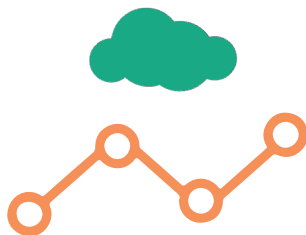


Éléments pour le
montage



Prévoir un
ordinateur

AVERTISSEMENTS CONCERNANT L'UTILISATION DU KIT



ATTENTION !

Les données fournies par les capteurs ne sont pas toujours correctes. Ne pas utiliser ces capteurs pour toute application pouvant mettre en danger la sécurité des personnes.



ATTENTION !

Présence de petits éléments, ne pas ingérer (risque d'étouffement).



Age minimum

Ne convient pas aux enfants de moins de 7 ans.

CONSIGNES POUR BIEN TRIER

L'infographie suivante détaille les consignes de tri des différents éléments du kit. Pour plus d'informations, rendez-vous sur le site www.consignesdetri.fr



SOMMAIRE

La première partie de ce livret est dédiée aux gaz mesurés par la station de qualité de l'air ainsi qu'aux enjeux, notamment sur la santé.

Les parties suivantes concernent la réalisation de la station qualité d'air. Elle peut se diviser en trois ateliers distincts, dans un premier temps vous procéderez à l'assemblage des capteurs ainsi qu'à la programmation de la carte électronique. La deuxième partie porte sur l'exploitation des données obtenues. La troisième partie vous présente les possibilités de partage des données collectées sur le site Vittascience.

PAGE
12

Les polluants de l'environnement

- Glossaire des polluants
- Effets sur l'environnement et la santé
- Indice de qualité de l'air

PAGE
20

Atelier 1 : Programmation de la partie électronique

- Présentation de la carte Arduino Uno
- Branchement du montage
- Présentation de la carte micro:bit
- Branchement du montage
- Programmation de la carte



**PAGE
27**



**PAGE
37**

Atelier 2 : Exploitation des données

- **Analyse des données enregistrées sur la carte microSD**
 - Avec Microsoft Excel
 - Avec LibreOffice
- **Création de graphes en temps réel : le mode graphique de Vittascience**
- **Informations sur les capteurs**

Atelier 3 : Partage des données collectées

- **Ajout d'une expérience sur la carte Vittamap**

Les polluants ☀ 1h à 2h de l'environnement

L'air que nous respirons est composé de différents éléments chimiques, sous forme gazeux mais également liquide ou solide qui, à des teneurs plus ou moins élevés, peuvent avoir des répercussions préjudiciables sur la santé, l'environnement, l'économie ...

« Dans le monde, 7 millions de décès prématurés sont liés à la pollution de l'air chaque année » (OMS, 2014)

Les polluants tels que les aérosols, les oxydes d'azotes, les métaux lourds, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatiles, etc... sont considérés comme des indicateurs de pollution de l'air et sont donc fortement surveillés par diverses instances de contrôles (nationales comme les agences ATMO <https://atmo-france.org/la-carte-des-aasqa/>, ou internationales comme l'OMS).

Tous ces composés peuvent provenir de sources différentes, anthropiques (circulation automobile, ...) ou naturelles (éruption volcanique ...) et peuvent être émis directement par la source : on les appelle les polluants primaires. Ils peuvent également être issus d'une réaction chimique : on les nommera alors polluants secondaires.

Grâce au kit qualité de l'air, vous étudierez et mesurerez plusieurs de ces polluants.



• Glossaire des polluants

Particules fines - PM10 & PM2.5

Elles sont formées d'un mélange complexe de particules solides et liquides de substances organiques et minérales en suspension dans l'air. Pouvant être d'origine naturelle (volcanisme, érosion...) ou bien d'origine anthropique (chauffage, transport routier, industries...).

Elles sont classées en fonction de leur taille :

- PM 2.5 : particules d'un diamètre inférieur ou égal à 2,5µm.
- PM 10 : particules d'un diamètre inférieur ou égal à 10µm.

A titre de comparaison, un cheveu humain a un diamètre de 50 à 70 µm.



Info : PM est l'acronyme anglais de Particulate Matter (particules fines en français).

Dioxyde d'azote - NO₂

C'est un polluant à 90% secondaire. Les émissions anthropiques de NO₂ proviennent principalement de la combustion fossile (chauffage, production d'électricité, moteurs des véhicules automobiles et des bateaux).

« C'est le principal agent responsable de la formation d'ozone et d'aérosols de nitrates, en présence de rayons ultraviolets » (OMS, 2018).

Monoxyde de carbone – CO

Ce polluant résulte de la combustion incomplète (bois, butane, charbon...) dues à des installations mal réglées (chauffage) ou des gaz d'échappement des véhicules.

De nombreux accidents domestiques arrivent chaque année en hiver à cause de l'intoxication au monoxyde de carbone à l'intérieur des logements. (Ministère des Solidarités et de la Santé, 2017).

Composés Organiques Volatiles - COV

Les Composés Organiques Volatiles sont principalement des polluants secondaires, mais ils peuvent être de natures diverses. Il en existe plus de 400 dans l'air dont : les hydrocarbures, le benzène, les aldéhydes, etc..

Ils sont principalement émis par les véhicules, les solvants et l'industrie.



Info : COV est l'acronyme de Composés Organiques Volatiles (noté VOC en anglais).

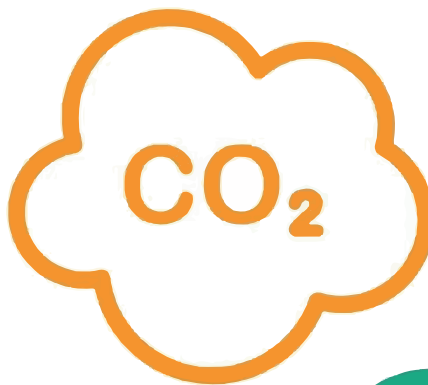
Dioxyde de Carbone - CO₂

Gaz incolore et inodore, le dioxyde de carbone (CO₂) représente 77% des émissions de gaz à effets de serre (GES) d'origine humaine. Présent à faible dose naturellement dans l'atmosphère, il se forme dans certains processus naturels (cycle du carbone) mais aussi et surtout lors de la combustion de substances contenant du carbone. C'est lors de ce processus qu'il peut devenir nocif pour l'environnement et la santé. Il peut être issu du secteur des transports, de l'industrie (utilisation d'énergies fossiles) et de l'habitat (chauffage, éclairage, ...).

Ozone - O₃

Deux types d'ozone peuvent être distingués :

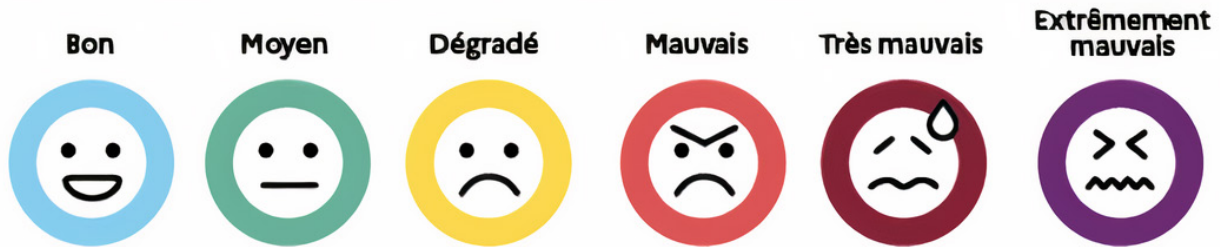
- une première couche d'ozone présente dans la haute atmosphère qui est qualifiée de « bon ozone » car elle joue un rôle de couche protectrice contre les rayons solaires ultraviolets,
- une autre, présente, au niveau du sol qualifiée de « mauvais ozone ». « Dans ce dernier cas, l'ozone est un polluant secondaire, il se forme sous l'effet de réactions photochimiques entre divers polluants comme les oxydes d'azote (NO_x) émis par les véhicules et l'industrie et les composés organiques volatiles (COV), émis par les véhicules, les solvants et l'industrie. On observe des pics de concentration pendant les périodes de temps ensoleillé ». (OMS, 2018).



• Indice de qualité de l'air

L'indice de qualité de l'air est une valeur permettant de synthétiser les différentes mesures de qualité de l'air. En France, la fédération des associations de surveillance de la qualité de l'air Atmo France, édite un indice à destination du grand public. Il correspond à une synthèse du suivi de cinq polluants : le dioxyde de soufre SO₂, le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules fines (PM₁₀ et PM_{2.5}).

Cet indice est édité à l'échelle d'une agglomération (de plus de 100 000 habitants) ou d'une région pour une journée. Il comprend 6 niveaux colorés de bon à extrêmement mauvais.



atmo-france.org

• Glossaire des polluants

	Effets sur l'environnement (climat et local)	Effets sur la santé
Particules fines PM10 / PM2.5	<ul style="list-style-type: none"> • Effet diffusant ou effet absorbant augmentant l'effet de serre • Dégradation des bâtiments et monuments : formation de couche noire, de salissure 	<p>Plus la particule est fine plus la nocivité s'accroît :</p> <ul style="list-style-type: none"> • PM 10 : retenues au niveau du système respiratoire profondes • PM 2.5 : pénètre profondément dans le système pulmonaire et entre dans la circulation sanguine
Dioxyde d'azote (NO₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Contribue aux pluies acides, affectant les végétaux et les sols. • Responsable de la formation des aérosols de nitrates et donc de l'accumulation de ceux-ci dans le sol. 	<p>À des concentrations élevées peut provoquer une inflammation importante des voies respiratoires.</p>
Monoxyde de carbone (CO)	<ul style="list-style-type: none"> • Participe au mécanisme de formation de l'ozone • Transformation en CO₂ et donc contribution à l'effet de serre 	<ul style="list-style-type: none"> • Intoxication à forte teneur : si pollution élevée, risque d'intoxication • Affecte le système nerveux central en se fixant à la place de l'oxygène dans le sang
Composés Organiques Volatiles (COV)	Précurseur dans la formation d'ozone	
Dioxyde de carbone (CO₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Gaz à effet de serre : impact conséquent sur le climat et son réchauffement. • Rôle considérable dans la décomposition des matériaux de construction et dans la corrosion. 	<p>L'augmentation de la concentration de CO₂ en interaction avec d'autres mécanismes peut entraîner : intoxication, dommages à l'ADN, troubles visuels, pertes de capacités cognitives.</p>
Ozone (O₃)	<ul style="list-style-type: none"> • Contribue à l'effet de serre • Perturbe la photosynthèse et donc conduit à une baisse des rendements agricoles • Oxydation des matériaux 	<p>Gaz irritant pour l'appareil respiratoire. À des concentrations trop élevées, on observe : des irritations des voies respiratoires, de l'asthme, diminution de la capacité pulmonaire, l'apparition de maladies respiratoires.</p>

	Valeurs maximales recommandées par l'OMS
<p>activité pour l'organisme</p> <p>nez et des voies aé-</p> <p>t, franchit la barrière</p> <p>on sanguine</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les PM2.5 : 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne annuelle 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne sur 24 heures • Pour les PM10 : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne annuelle 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne sur 24 heures
<p>être toxique et entraîn-</p> <p>s voies respiratoires.</p>	<p>40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne annuelle 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne horaire</p>
<p>pollution intérieure risque</p> <p>et les organes senso-</p> <p>ène sur l'hémoglobine</p>	<p>10 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ moyenne sur 8 h 30 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ moyenne sur 1 h</p>
<p>locale en CO_2 et son</p> <p>es ou polluants, peut</p> <p>oxydatifs (lésions de</p> <p>onnaissance.</p>	
<p>pire. A des concentra-</p> <p>es problèmes respira-</p> <p>fonction pulmonaire et</p> <p>es.</p>	<p>100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne sur 8 heures</p>

La pollution de l'air est le deuxième sujet de pré-occupation environnementale des français.

(Enquête «Camme» - Insee novembre 2019)

Si vous souhaitez mener une activité sur la perception des problèmes environnementaux, nous vous conseillons la lecture du rapport sur l'état de l'environnement disponible à cette adresse : <https://ree.developpement-durable.gouv.fr/>



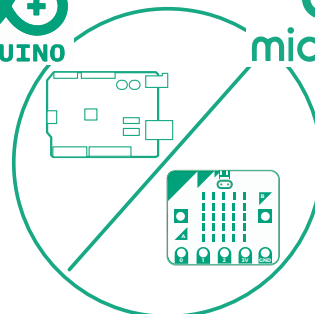
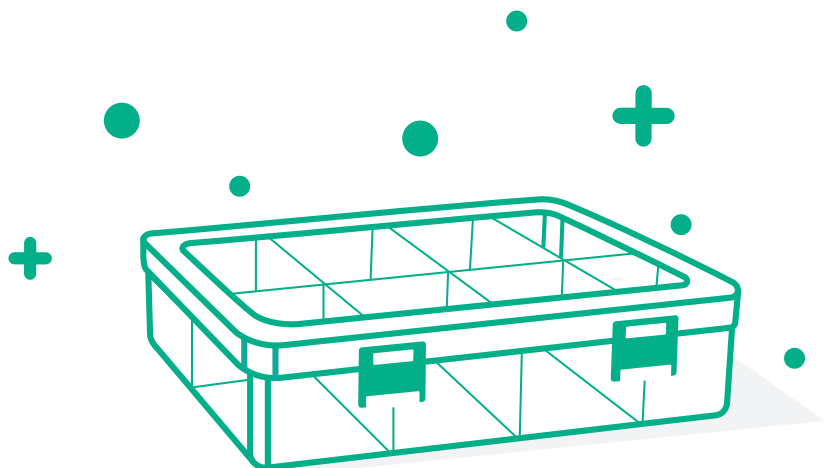
<https://bit.ly/2GTEMmZ>

Le kit qualité d'air

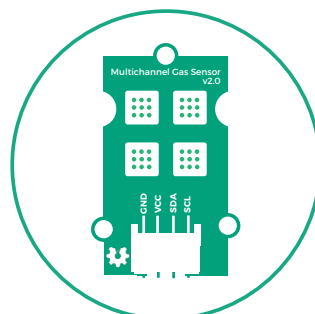
Le kit comprend tous les éléments pour réaliser de nombreuses mesures concernant la qualité de l'air. Ces mesures pourront être comparées avec celles de votre Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air !

Contenu :

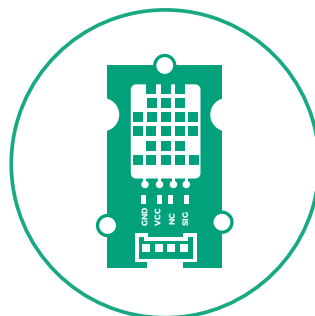
- un guide d'utilisation,
- un kit électronique composé d'un microcontrôleur (Arduino ou micro:bit)
- un shield Grove
- un capteur HM3301 : particules fines (PM10, 2,5 et 1)
- un capteur MICS6814 : gaz (NO₂, CH₄, CO),
- un capteur DHT11 : humidité et température,
- un écran LCD monochrome Grove
- une carte microSD
- un lecteur microSD OpenLog
- un adaptateur microSD-USB adaptateur
- un câble USB



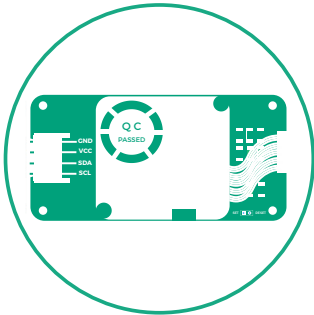
**Carte Arduino Uno
ou micro:bit**



Capteur MICS6814



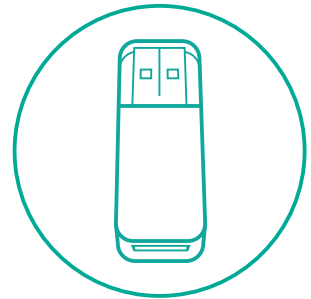
Capteur DHT11



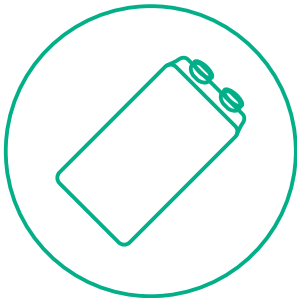
Capteur HM3301



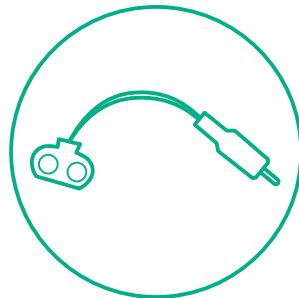
Carte microSD



**Adaptateur
microSD/USB**



Pile 9V ou 2x1.5V



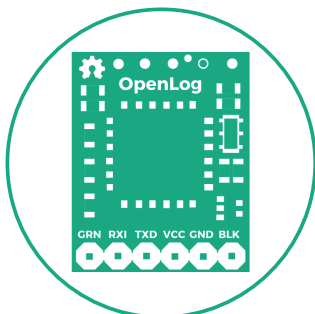
**Connecteur pour pile
9V ou 2x1.5V**



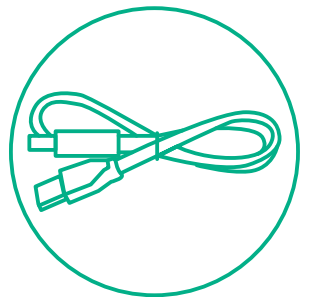
**Shield Grove
Arduino
ou micro:bit**



**Écran LCD
32 caractères**



Lecteur OpenLog




Câble USB

Atelier • 1 à l'appréciation de l'encadrant

Programmation de la partie électronique

Maintenant que nous en savons plus sur ces différents polluants, voyons comment les mesurer en assemblant les capteurs et en programmant la carte électronique. Dans l'atelier suivant, nous verrons comment traiter les données, préalablement acquises sur une carte microSD, afin de tracer des courbes sur des tableaux-grapheurs (comme par exemple Microsoft Excel ou LibreOffice) si vous le souhaitez.

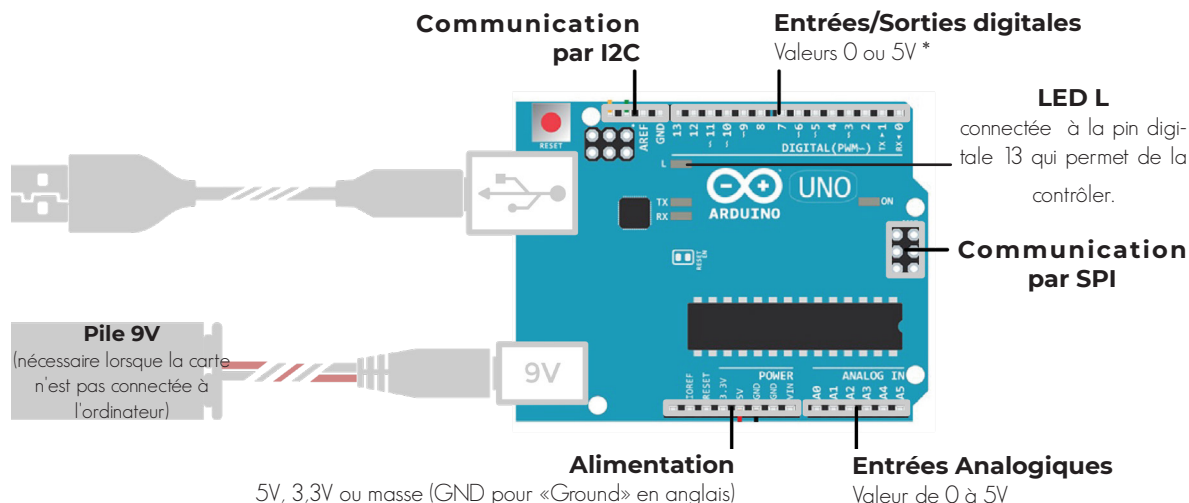
Le kit qualité d'air Vittascience est disponible avec une carte Arduino Uno ou micro:bit, au choix.

 **Attention :** Les composants électroniques sont sensibles à l'eau et l'humidité : veuillez vous assurer de protéger ceux-ci avec un abri semi-étanche (ouverture par le bas) en cas d'utilisation en extérieur.

Branchement du montage 15 min

Le schéma suivant montre les entrées et sorties de la carte Arduino Uno. Celle-ci peut servir de support à de nombreux montages différents avec les composants fournis.

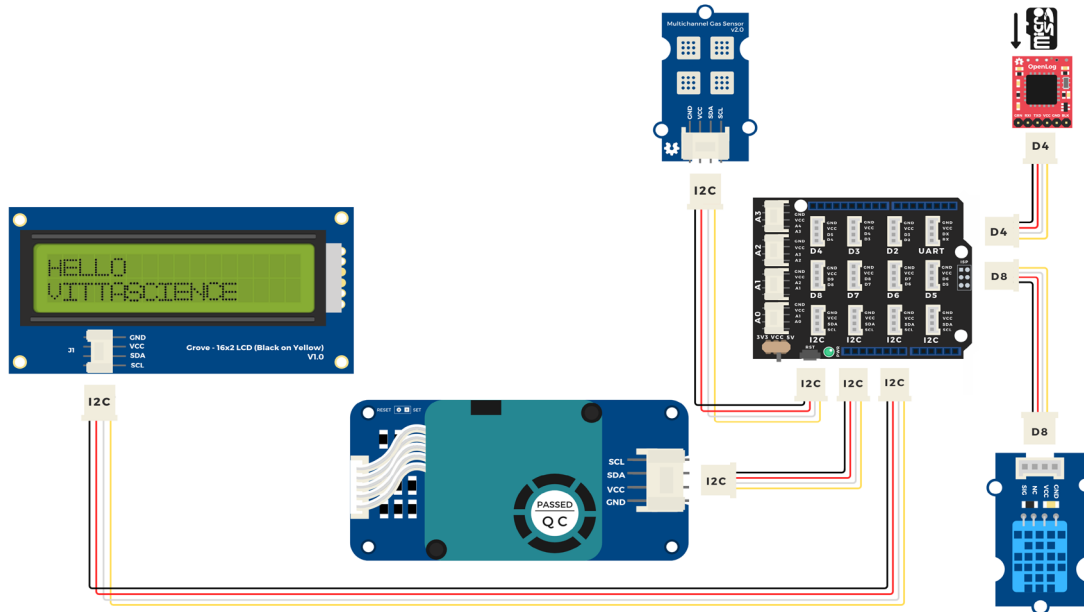
 **Conseil :** Des tutoriels interactifs sont disponibles dans l'onglet «Ressources» du site vittascience.com, nous conseillons de les suivre avant de réaliser des montages complexes.



Branchement du montage ⌚ 15 min

Voici un exemple de montage permettant de mesurer les différents paramètres de l'environnement, puis de les enregistrer sur une carte microSD ou de les afficher sur un écran LCD.

Tous les capteurs sont fixés sur l'adaptateur (shield Grove) et les branchements sont réalisés avec des câbles Grove (4 fils en 1 avec détrompeur).



Sur ce schéma, la carte Arduino est située sous le shield, elle donc n'est pas visible.

- Le capteur HM3301 est à connecter sur un port I2C. Le capteur multicanal MICS6814 est à connecter sur un port I2C du shield.
- Le capteur d'humidité DHT11 est à connecter sur un port analogique (D2 à D8 au choix).
- L'écran est à relier sur un port I2C.
- Le module Openlog d'enregistrement des données sur une carte SD est à connecter sur une prise analogique D2 à D8 au choix.



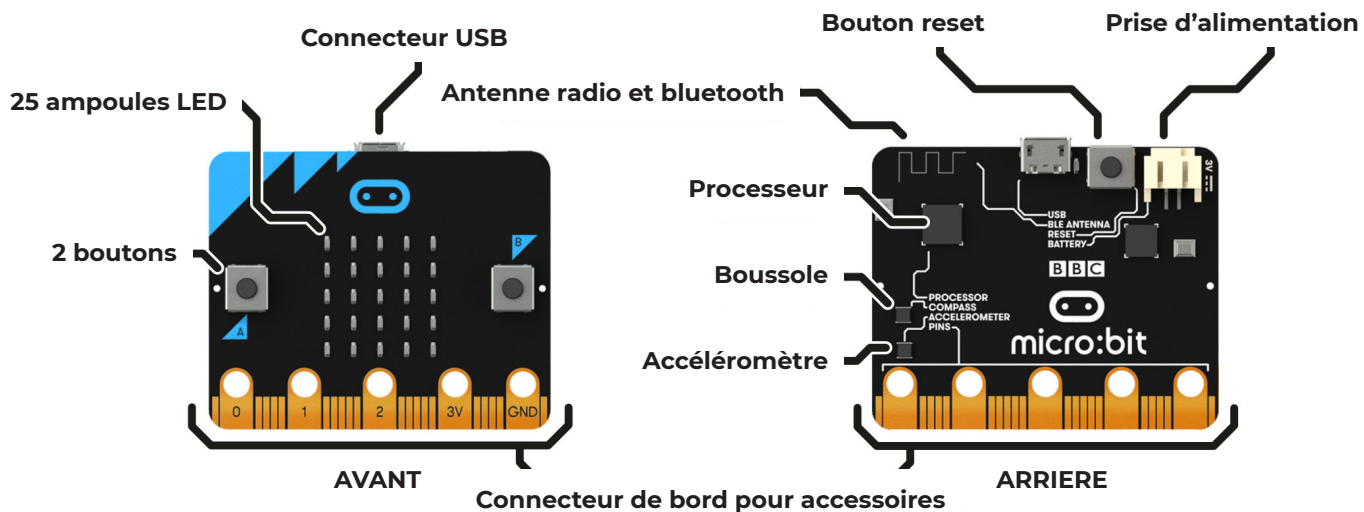
Attention : Ce kit Vittascience utilise une carte Arduino Uno de la marque ARDUINO®. Vittascience et Arduino sont deux marques distinctes, En cas de problème technique, merci de contacter uniquement le support Vittascience.

Présentation de la carte micro:bit à l'appréciation de l'encadrant

Le schéma suivant montre les entrées et sorties de la carte micro:bit. Celle-ci peut servir de support à de nombreux montages différents avec les composants fournis.



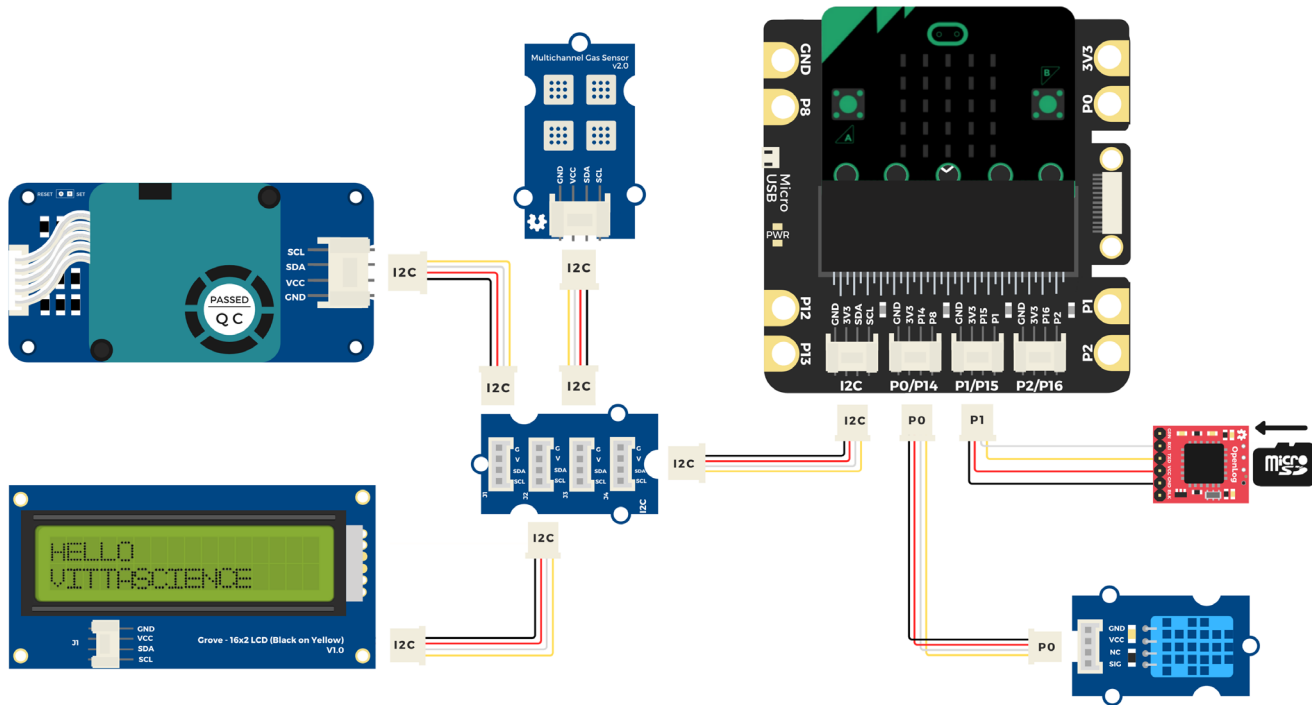
Conseil : Des tutoriels interactifs sont disponibles dans l'onglet «Ressources» du site vittascience.com, nous conseillons de les suivre avant de réaliser des montages complexes.



Branchement du montage ⌚ 15 min

Voici un exemple de montage permettant de mesurer les différents paramètres de l'environnement, puis de les enregistrer sur une carte microSD ou de les afficher sur un écran LCD. Les branchements sont réalisés avec des câbles Grove (4 fils en 1 avec détrompeur).

Plusieurs capteurs utilisent le protocole I2C pour la communication avec la carte micro:bit. Il faut les connecter à l'aide d'une multiprise I2C (fournie dans le kit).



- Le capteur HM3301 et le capteur multicanal MICS6814 sont à connecter sur un port I2C du shield.
- Le capteur d'humidité DHT11 est à connecter sur un port analogique (P1 ou P2 au choix).
- L'écran est à relier sur un port I2C.
- Le module Openlog d'enregistrement des données sur une carte SD est à connecter sur une prise analogique P0.



Attention : Ce kit Vittascience utilise une carte programmable de la marque micro:bit détenue par la Micro:bit Educational Foundation. Vittascience et micro:bit sont deux marques distinctes. En cas de problème technique, merci de contacter uniquement le support Vittascience.

Programmation de la carte

🔗 à l'appréciation de l'encadrant

Nous détaillons ici le fonctionnement de l'interface de programmation en ligne Vittascience qui fonctionnent avec les cartes Arduino et micro:bit.

Il est également possible de programmer la carte Arduino à l'aide des logiciels Arduino IDE (langage C++) ou mBlock (langage par blocs), et la carte micro:bit avec MakeCode (langage par blocs) ou Mu Editor (langage Python).

Retrouvez des tutoriels, activités et exemples de codes pour les interfaces Vittascience et pour ces logiciels tiers dans [le centre de ressources](#) du site Vittascience.

1 • Création de compte

Avant tout, nous vous conseillons de vous créer un compte sur notre site. Celui-ci n'est en aucun cas nécessaire pour profiter de votre kit qualité d'air, mais il vous permettra de sauvegarder et partager vos programmes, ressources et retours d'expériences. Pour cela, rendez-vous sur le site Vittascience.com et cliquez sur l'icône verte en haut à droite pour vous inscrire.

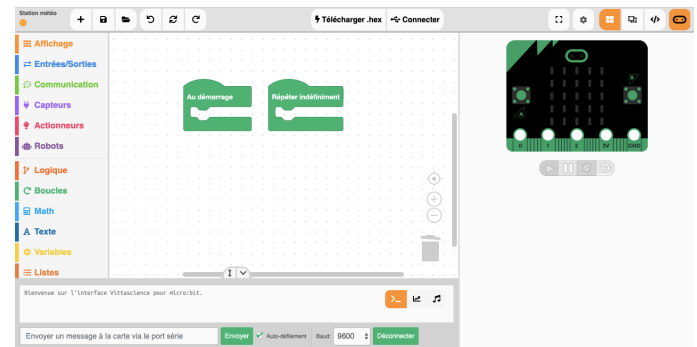
2 • L'interface

Cliquer sur l'onglet Programmer, puis sélectionner le type de carte : Arduino ou micro:bit pour accéder à l'interface dédiée.



Capture d'écran de la page Programmer (vittascience.com/code)

L'utilisation d'un navigateur web basé sur Chrome est conseillée.





Capture d'écran de l'interface pour carte micro:bit

L'interface permet de programmer en bloc avec une transcription en direct en langage C++ (pour Arduino) ou Python (pour micro:bit).




Attention : la carte Arduino ou micro:bit est nécessaire pour exécuter le programme une fois les capteurs branchés sur le shield !

 **Sélection du port :** lorsque vous connectez un Arduino à l'ordinateur, l'interface détectera automatiquement sur quel port il est connecté. Le menu déroulant permet de sélectionner le bon port si plusieurs cartes sont connectées à l'ordinateur (seulement pour Arduino).


 **Sélection de la carte :** le modèle fourni dans le kit est une carte Arduino Uno, cependant l'interface est compatible avec d'autres modèles. Indiquez ici le modèle avec lequel vous travaillez.


 **Vérifier la syntaxe du code.** Attention, la syntaxe peut être correcte et le code non fonctionnel !

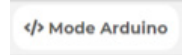
 **Transférer le programme vers la carte :** le code est exécuté sur la carte dès la fin du transfert.

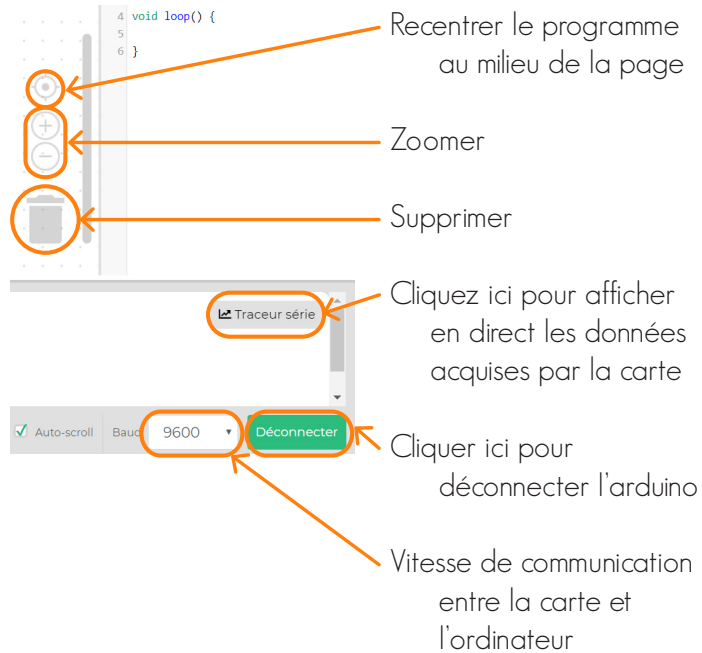
 **Annuler ou rétablir :** les actions précédentes ou suivantes.

 **Démarrer un nouveau projet :** si le projet n'a pas été enregistré, celui-ci ne sera plus accessible.

 **Sauvegarder le projet :** pour les personnes disposant d'un compte, il est possible de sauvegarder un programme, avec la possibilité de le partager avec la communauté. Sans compte, il est également possible de sauvegarder un programme qui sera accessible sous forme de lien.

 **Ouvrir un projet existant :** Si vous souhaitez ouvrir des programmes déjà complets, ou bien faire travailler vos élèves sur une trame que vous avez créée, ils peuvent y accéder ici.

 **Appuyer sur ce bouton :** si vous souhaitez coder directement en C++, et appuyer pour revenir en mode blocs.



Annotations de l'interface :

- Recentrer le programme au milieu de la page
- Zoomer
- Supprimer
- Cliquez ici pour afficher en direct les données acquises par la carte
- Cliquer ici pour déconnecter l'arduino
- Vitesse de communication entre la carte et l'ordinateur

Cette interface de programmation est faite pour être très simple d'utilisation, n'hésitez pas à la tester vous-même avant de la proposer aux élèves. Vous disposez sur le site de ressources supplémentaires pour la prendre en main.

Les interfaces de programmation pour carte Arduino et micro:bit sont très similaires. Nous vous présentons ici un programme réalisé pour la carte micro:bit. Celui-ci permet un affichage des éléments mesurés sur l'écran LCD.

```

Répéter indéfiniment
  si bouton A est appuyé alors
    [LCD1602] afficher le texte " COV mesurés : " sur la ligne 0 position 0
    [LCD1602] afficher le texte [Capteur de gaz multicanal v2] gaz Composés organiques volatiles (COV) (V) sur la ligne 1 position 0
  si bouton B est appuyé alors
    [LCD1602] afficher le texte " Concentration en PM 10 : " sur la ligne 0 position 0
    [LCD1602] afficher le texte [Capteur HM330X] concentration de particules fines PM10 (µg/m3) sur la ligne 1 position 0
  si bouton A+B est appuyé alors
    [LCD1602] afficher le texte " Température mesurée : " sur la ligne 0 position 0
    [LCD1602] afficher le texte [Capteur DHT11] température sur la broche P0 en (°C) sur la ligne 1 position 0

```

Retrouvez d'autres exemples de codes dans le centre de ressources du site Vittascience.

Afficher du texte sur un écran LCD :

<https://bit.ly/2V3BOhy>

Tracer un graphique et exporter les données :

<https://bit.ly/3ByQWsT>

Enregistrer des données sur une carte SD :

<https://bit.ly/2TAEqlo>

Atelier • 2 30 min à 2 h

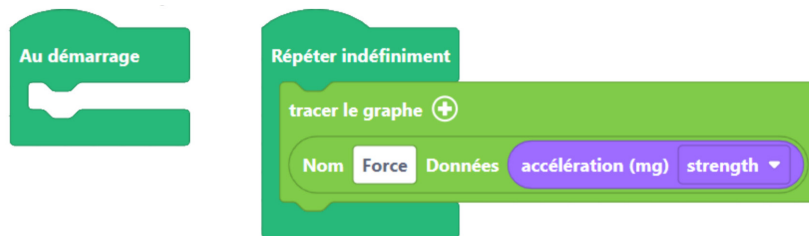
Exploitation des données

Dans les ateliers précédents nous avons réalisé les branchements des capteurs et programmé la carte électronique, afin de générer des données sur la qualité de l'air. Les valeurs des capteurs peuvent être affichées sur l'écran LCD, mais on peut également les enregistrer.


Deux solutions s'offrent à vous. Soit de manière synchrone, avec un affichage en direct sur l'ordinateur, soit de manière asynchrone avec l'enregistrement des données sur la carte microSD fournie dans le kit.

Création de graphes en temps réel - mode graphique Vittascience

Programme à télécharger dans la carte micro:bit :

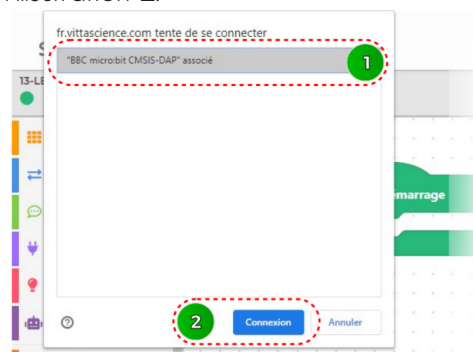


Procédure pour récupérer les données dans la console :

Il faut tout d'abord que la carte micro:bit soit connectée à l'ordinateur via le câble USB. Ensuite il faut cliquer sur le bouton  **Connecter** comme sur l'illustration 2.



Dans la fenêtre qui va s'ouvrir (Illustration 3), il faut choisir sa carte Microbit **1** puis cliquer sur le bouton « Connexion **2** ».



Fenêtre de connexion

```

Math
A Texte
Bienvenue sur l'interface Vittascience pour micro:bit.
Carte déconnectée.
Carte déconnectée.
Connecté à la carte !
Port série ouvert.
t1033.58|
@Graph:Acceleration (Force):1033.58|
@Graph:Acceleration (Force):1033.58|
@Graph:Acceleration (Force):1033.58|
@Graph:Acceleration (Force):1033.58|
@Graph:Acceleration (Force):1033.58|
@Graph:Acceleration (Force):1033.58|
@Graph:Acceleration (Force):1033.58|
@Graph:Acceleration (Force):1033.58|

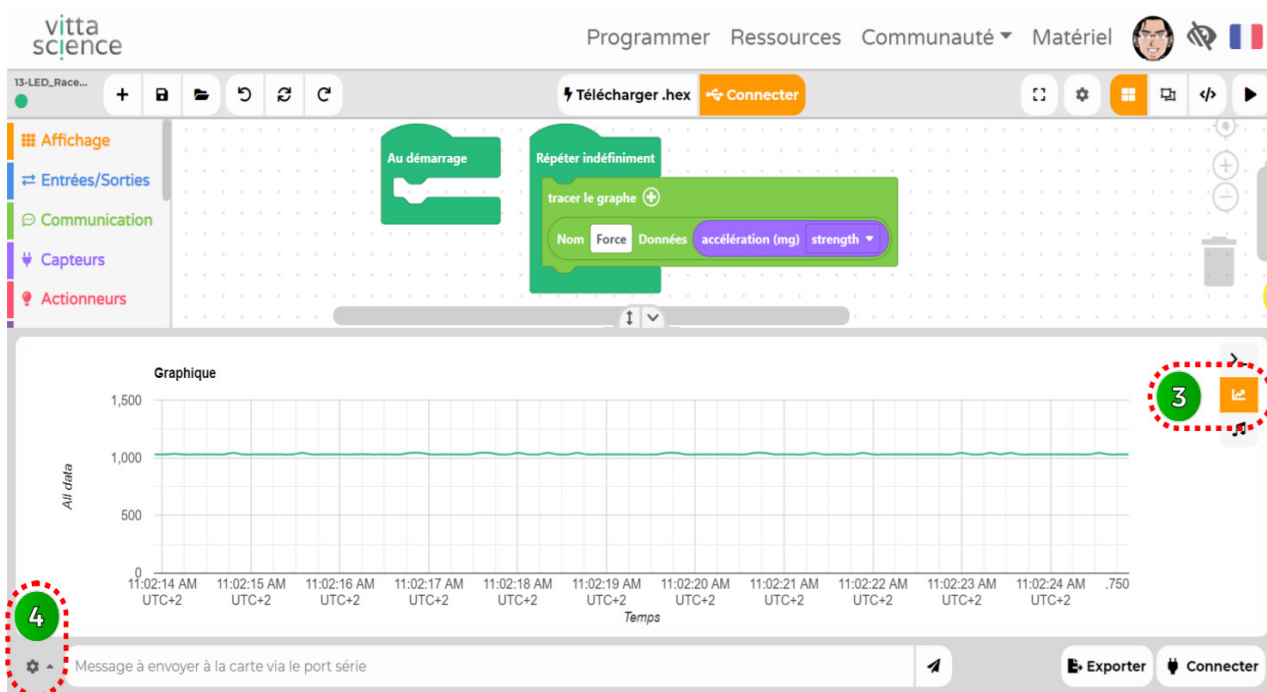
```

Contenu de la console

Apparaît alors dans la console les données (illustration 4).

Pour avoir l'évolution des données sous forme graphique, il faut alors cliquer sur le bouton  (repère 3).

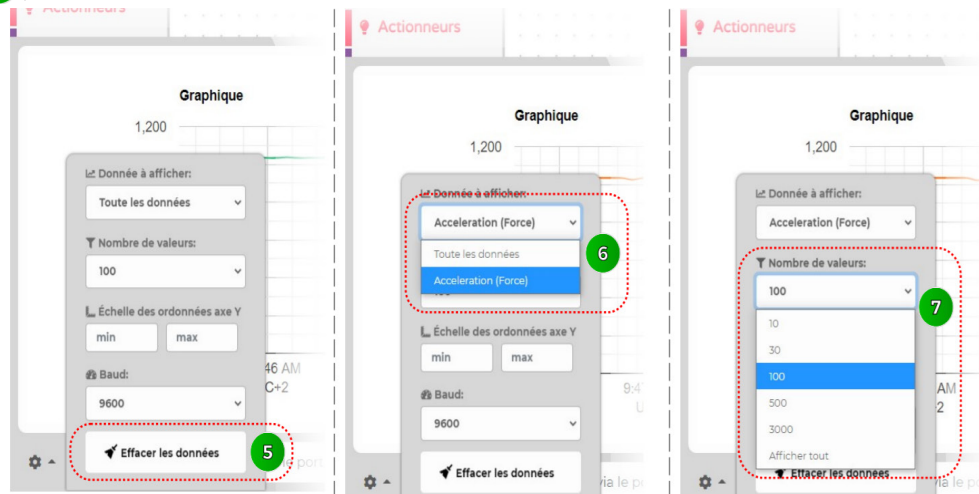
L'interface prendra l'allure du contenu de l'illustration.



Interface en Mode Graphique

Il ne manquera plus que d'ajuster les paramètres de la console graphique en cliquant sur  .

Nous pourrions choisir la donnée à afficher **6** ainsi que le nombre de valeurs à afficher sur la largeur de la console **7**.



Fenêtre de paramétrage

À tout moment, nous pourrions effacer les données pour reprendre la prise de données grâce au bouton **5**. En plaçant votre curseur sur la courbe obtenue vous pourrez avoir la valeur. Pour récupérer les données chiffrées, il faut cliquer sur le bouton **Exporter**. Il faut prendre le format CSV pour traiter ces informations dans une feuille de calcul d'un tableur.

Analyse des données enregistrées sur la carte microSD

Programmer sur l'interface Vittascience l'enregistrement des données sur une carte SD à l'aide d'un module enregistreur OpenLog.



Une fois l'enregistrement terminé, enlever la carte microSD du lecteur. L'insérer dans l'adaptateur microSD/USB puis insérer l'adaptateur dans l'ordinateur.

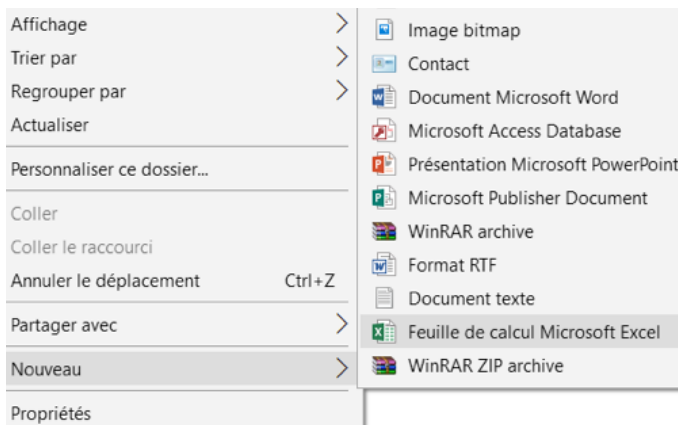
Suivant votre logiciel utilisé, voici la marche à suivre pour lire les données enregistrées sur la carte :

Exploiter les données avec Microsoft Excel à l'appréciation de l'encadrant

Enlever la carte microSD du lecteur. L'insérer dans l'adaptateur microSD/USB puis insérer l'adaptateur dans l'ordinateur.

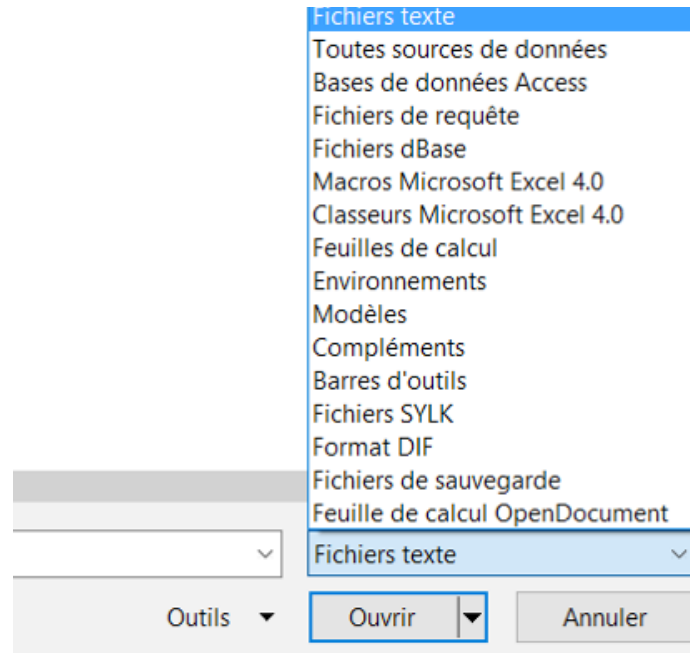
Pour ouvrir le document « LOG00002.txt » contenu dans la carte microSD depuis Microsoft Excel, voici comment faire :

1 • Créer un fichier Microsoft Excel dans la carte microSD :



2 • Nommer le fichier Excel puis l'ouvrir. Aller dans « Fichier » → « Ouvrir » → « Parcourir ».

3 • Sélectionner le type de fichiers « Fichiers textes » comme ci-contre :



4 • Ouvrir « LOG00002.txt » dans la carte microSD.

5 • Un assistant d'importation s'ouvre, cliquer sur « suivant » sans modifier pour chaque étape, et cliquer sur « Terminer ».

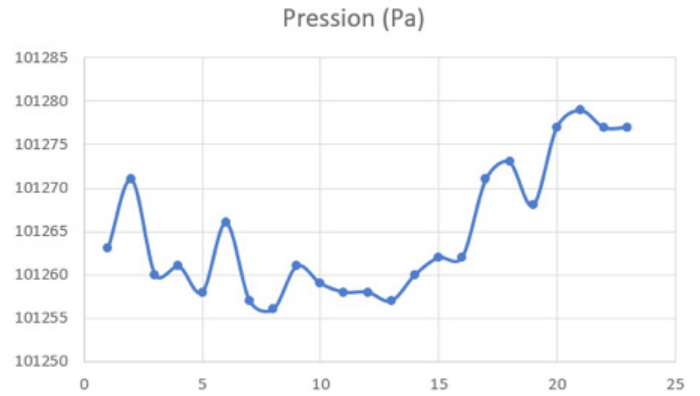
6 • Insérer une ligne au-dessus des cinq colonnes et les nommer comme suit :

Temps (s)	Température (°C)	Pression (Pa)	Altitude (m)	niveau CO2
0	17.48	99813.49	124.54	27
0	17.49	99814.79	124.43	26
1	17.49	99814.96	124.41	26

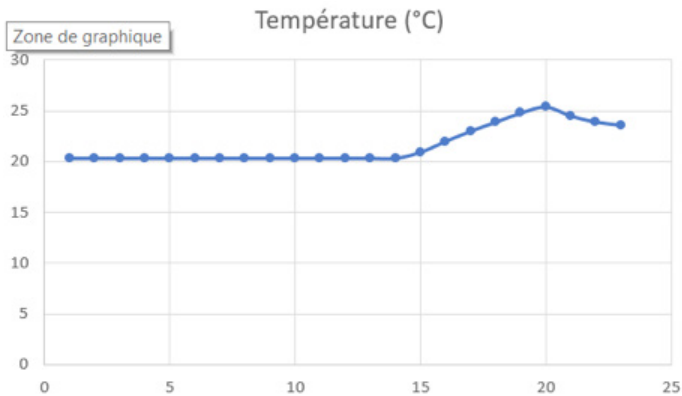
Tracer les courbes :

1. Sélectionner les données avec le titre, puis « Insérer » → « Nuage de points » :

Température (°C)	Pression (Pa)
20.3	101263
20.3	101271
20.3	101260
20.3	101261
20.3	101258
20.3	101266
20.3	101267



2. Répéter l'opération pour chaque grandeur mesurée :

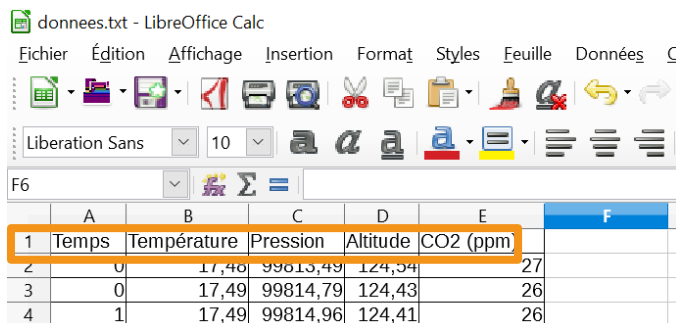


Exploiter les données avec Libre Office à l'appréciation de l'encadrant

- 1 • Créer un fichier LibreOffice Calc.
- 2 • Ouvrir le dit fichier Libre Office.
- 3 • Aller dans l'onglet « Fichier » → « Ouvrir » → choisir le fichier « LOG00002.text »
- 4 • Une fenêtre s'ouvre :
 Importer : Ne rien changer.
 Options de séparateur : choisir Tabulation uniquement.
 Vérifier que l'aperçu en bas de la page est cohérent.
- 5 • Les données sont affichées dans l'ordre suivant : Temps (s), Température (°C), Pression (Pa) , Altitude (m), Niveau de CO2 (PPM)

Pour créer des diagrammes :

- 1 • Rajouter la ligne qui indique à quoi correspondent les données.



- 2 • Sélectionner la colonne Temps et la deuxième colonne qui correspond à la données que vous voulez afficher (en maintenant la touche [ctrl]).

	A	B	C	D	E
1	Temps	Température	Pression	Altitude	CO2 (ppm)
2	0	17,48	99813,49	124,54	27
3	0	17,49	99814,79	124,43	26
4	1	17,49	99814,96	124,41	26
5	2	17,69	99812,3	124,64	26
6	3	20,06	99805,71	125,76	26
7	4	21,32	99797,85	125,85	25
8	5	22,04	99794,67	126,12	26
9	6	23,78	99790,86	126,44	26
10	7	24,63	99793,94	126,18	26
11	8	24,84	99795,05	126,09	28
12	10	24,45	99795,46	126,06	29

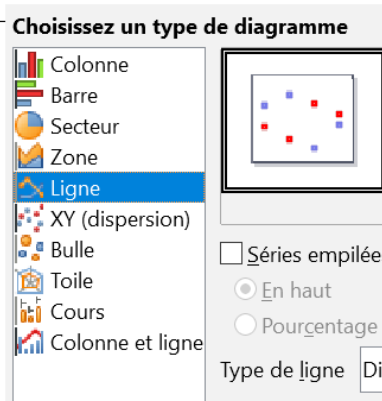
3 • Cliquer sur Insertion → diagramme.

4 • {choisissez un type de diagramme} : choisir ligne et cliquer sur suivant.

Assistant de diagramme

Étapes

1. Type de diagramme
2. Plage de données
3. Séries de données
4. Éléments du diagramme



6 • L'étape 3 s'affiche, cliquer sur suivant sans rien changer.

7 • Si vous le souhaitez, ajouter un titre, un sous-titre et les unités des grandeurs affichées.

Étapes

1. Type de diagramme
2. Plage de données
3. Séries de données
4. Éléments du diagramme

Choisissez les paramètres des titres,

Titre

Sous-titres

Axe X

Axe Y

Axe Z

Afficher les grilles

Axe X Axe Y Axe Z

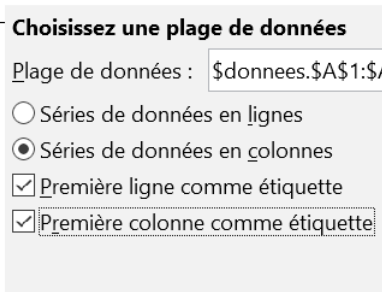
8 • Cliquer sur Terminer.

5 • {choisir une plage de données} : cocher la case "Première colonne comme étiquette, ne pas toucher au reste, cliquer sur suivant.

Assistant de diagramme

Étapes

1. Type de diagramme
2. Plage de données
3. Séries de données
4. Éléments du diagramme



Un pépin, une question nous sommes là pour vous répondre :

support@vittascience.com

Informations sur les capteurs 🕒 30 min

Dans votre kit qualité d'air, les capteurs **HM3301** (particules fines PM10 - PM2.5 - PM1), **MICS6814** (NO₂, CO, COV) et **DHT11** (température et humidité) ne sont pas des capteurs dits "professionnels", plus précis et plus coûteux. Vos capteurs ont donc une limite d'utilisation du fait de leur conception.

Voici quelques informations à prendre en compte pour une bonne utilisation des capteurs :

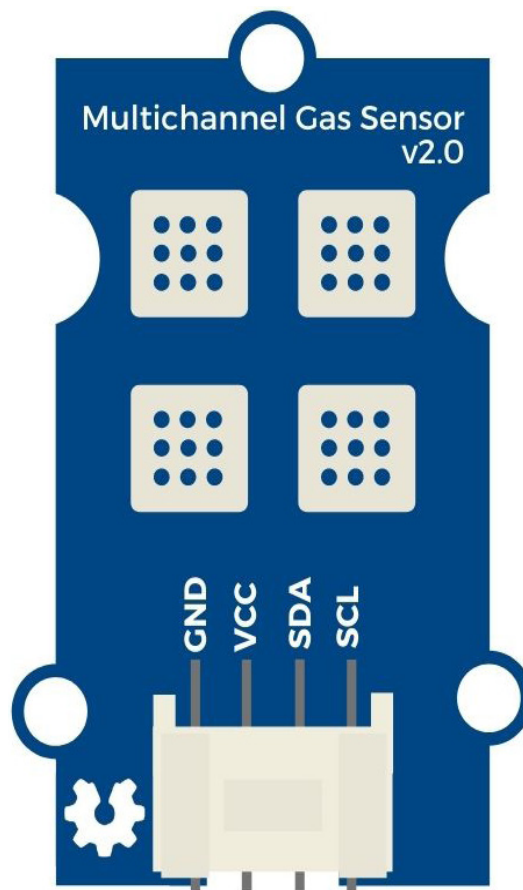
- vérifier les branchements du capteur (I2C ou port analogique);
- respecter la température d'utilisation;
- ne pas tenir compte des mesures durant le temps de chauffe;
- toujours relativiser les mesures vis-à-vis de la précision des capteurs.

Capteur de gaz multicanal

Ce capteur de gaz multicanal (c'est-à-dire pouvant mesurer simultanément plusieurs gaz) doit être connecté sur le port I2C du shield. Il dispose de 4 éléments de mesure.

Il peut détecter les gaz suivants :

- Monoxyde de carbone CO : 1 - 1000ppm
- Dioxyde d'azote NO₂ : 0.05 - 10ppm
- Ethanol C₂H₆OH : 10 - 500ppm
- Composés organiques volatiles : 1 - 500ppm



Capteur de gaz multicanal

Plage d'humidité relative pour son utilisation	5% - 95% (%RH)
Température ambiante de fonctionnement	-30°C / +85°C

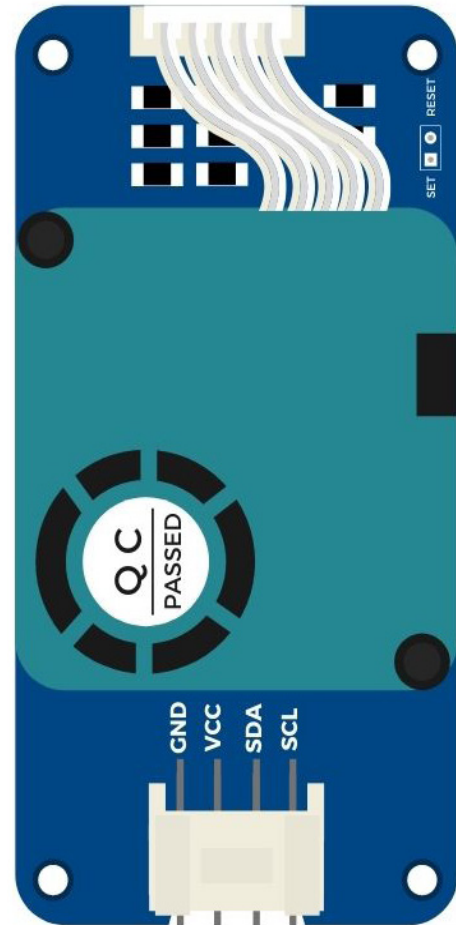
HM3301

Le capteur HM3301 est un capteur laser de détection de particules fines. Il peut détecter en continu et en temps réel la poussière dans l'air. Il doit être connecté sur le port I2C du shield.

- Taille des particules détectées : 2.5 μm , 5 μm , 10 μm
- Gamme d'utilisation (pour PM2.5): 1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (portée effective) 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (portée maximale)
- Temps de chauffe : environ 30 secondes après mise en route
- Résolution : Concentration : 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Les pales du ventilateur entraînent l'air au travers d'une chambre de détection. La lumière du laser diffuse sur les particules de poussière et est captée par une photodiode. Après amplification dans le circuit électronique, ce capteur donne la concentration massique des particules ainsi qu'un comptage des particules.

Plage d'humidité relative pour son utilisation	10% - 90% (%RH)
Température ambiante de fonctionnement	-10°C / +60°C



Capteur laser de détection de particules fines

DHT11

Le capteur DHT11 est un capteur numérique de température et d'humidité. Il doit être connecté sur un port numérique du shield (D0 à D13 sur Arduino et P0 à P20 sur micro:bit).

Ce module se base sur des composants d'humidité capacitifs.

Température

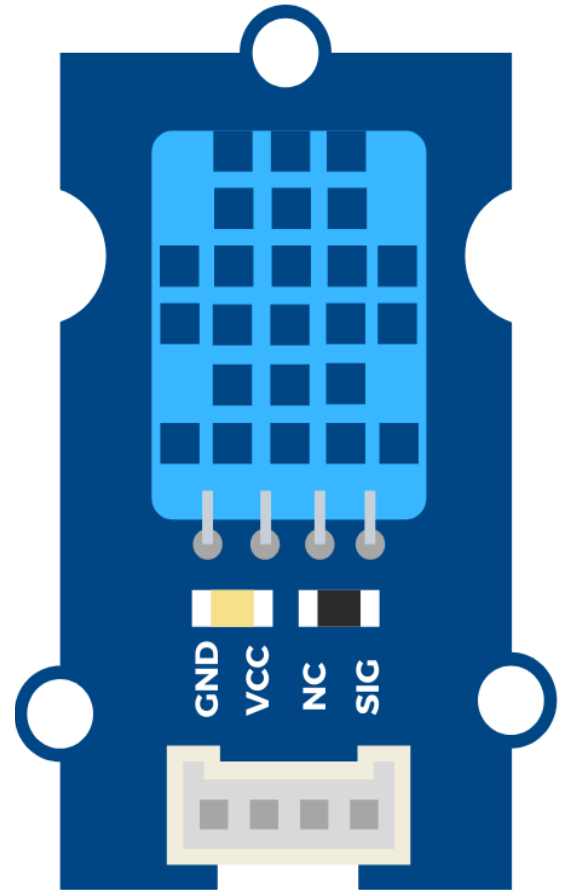
Plage de détection	-20°C à +60°C
--------------------	---------------

Précision	±2%
-----------	-----

Humidité

Plage de détection	5% à 95% (%RH)
--------------------	----------------

Précision	±5%
-----------	-----



Capteur numérique de température et d'humidité

Atelier • 3 🕒 30 min à 2 h

Partage des données collectées

Maintenant que vos données sont enregistrées, il peut être intéressant de les comparer avec d'autres collectes, partout dans le monde.

Vous pouvez comparer vos données à partir des valeurs du site Atmo France. Pour ce faire, rendez-vous sur <https://atmo-france.org/la-qualite-de-lair-dans-votre-region/> et sélectionner votre région. Vous retrouverez alors votre indice régional du jour ou la synthèse des 7 derniers jours.

Si vous souhaitez partager vos données recueillies afin de les proposer à la consultation, vous trouverez sur le site Vittascience, une carte nommée Vittamap, qui recense toutes les expériences réalisées à travers le monde à l'aide des kits.

Nous allons voir dans ce troisième atelier comment importer vos données sur la carte Vittascience.

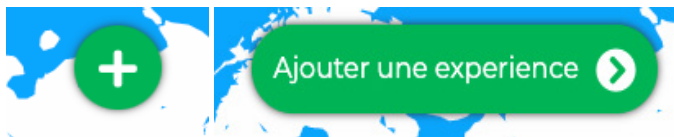


Ajout d'une expérience sur Vittamap

Vous souhaitez partager vos données de qualité d'air ?
Tout d'abord un grand merci !

Connectez-vous sur le site Vittascience et accédez à la carte Vittamap : vittascience.com/vittamap.

Cliquez sur le bouton + "Ajoutez une expérience"



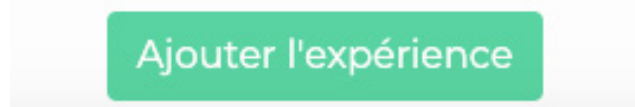
Sur le formulaire, renseignez les éléments suivants, qui permettront de partager vos mesures :

- Nom du projet
- Type de kit
- Comment le projet s'est-il déroulé ? (détaillé ici votre protocole de mesure)
- Emplacement
- Dates des mesures
- Données (1)
- Photos/Vidéos
- Langues

(1) Pour l'ajout des données, vous pouvez inclure plusieurs séries de mesures.

Vous pouvez directement entrer les données dans le tableau proposé nommé «Champ de données», et/ou ajouter votre fichier .csv obtenu sur votre carte SD.

Une fois tous les champs complétés, il ne vous reste plus qu'à cliquer sur le bouton "Ajouter l'expérience".



Vos données sont maintenant accessibles à la communauté des utilisateurs Vittascience sur la carte Vittamap. Merci pour votre partage !

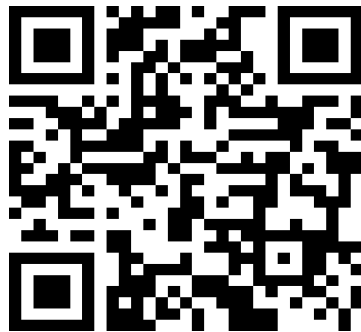
Voici le rendu de la carte Vittamap avec plusieurs expériences ajoutées par des utilisateurs à travers le monde.





**Rdv sur le site pour partager
votre expérience !**

www.vittascience.com/vittamap

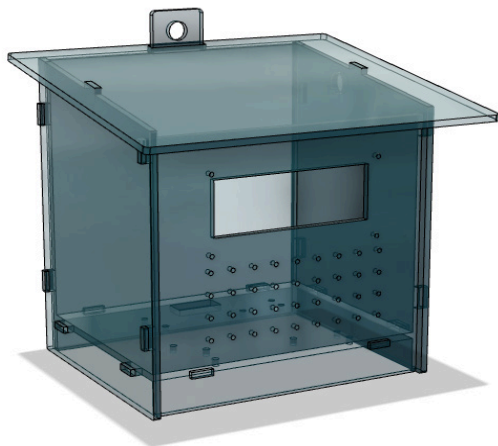


Pour aller plus loin

Cette station qualité d'air est utilisable avec tous les éléments fournis dans le kit. Mais vous pouvez souhaiter l'améliorer ou la modifier...

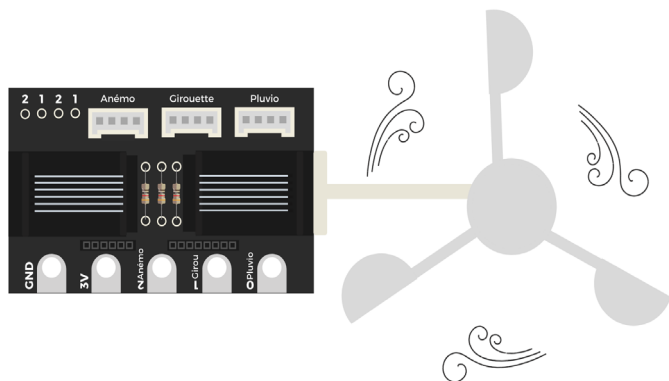
Nous vous proposons une dernière partie consacrée à des idées d'amélioration et les différents éléments que vous pouvez rajouter à votre kit.

- Construire un abris pour sa station qualité d'air alimenté avec un panneau solaire



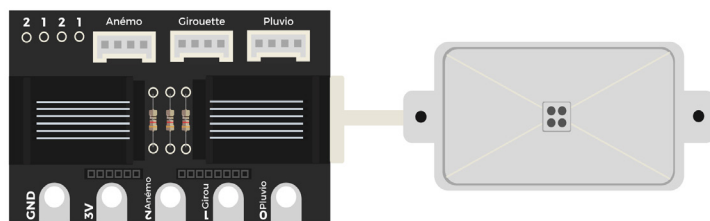
L'abri permet de disposer d'un élément de protection et de support dédié à vos capteurs. Il est muni d'un module d'alimentation électrique fonctionnant avec une batterie et un panneau solaire. Il vous suffit de le connecter à votre microcontrôleur.

- Mesurer la vitesse du vent



Un anémomètre peut être ajouté à votre station météo. Celui-ci vous permettra d'enregistrer la vitesse du vent.

- Mesurer la pluviométrie



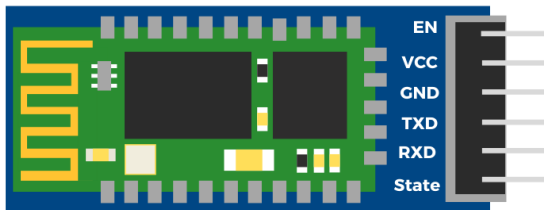
En complément de l'anémomètre ou séparément, vous pouvez ajouter un boîtier pluviomètre. Celui-ci permet la mesure de la quantité d'eau de pluie tombée.

- Etablir une liaison radio entre deux cartes



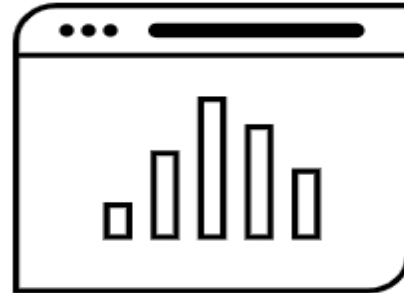
Transmettre les données mesurées à l'extérieur vers l'intérieur. Il vous faut utiliser deux cartes. L'une avec les capteurs, l'autre à l'intérieur munie d'un écran d'affichage.

- Transmettre par bluetooth les données



Et si vous receviez les informations de votre station sur votre smartphone ? C'est possible grâce à ce module bluetooth ! D'une portée d'environ 10m, il se branche sur le shield de la carte, comme pour les autres capteurs.

- Transmettre les données collectées sur Internet



Vous pouvez publier les données collectées en temps réel vers Internet via un serveur.

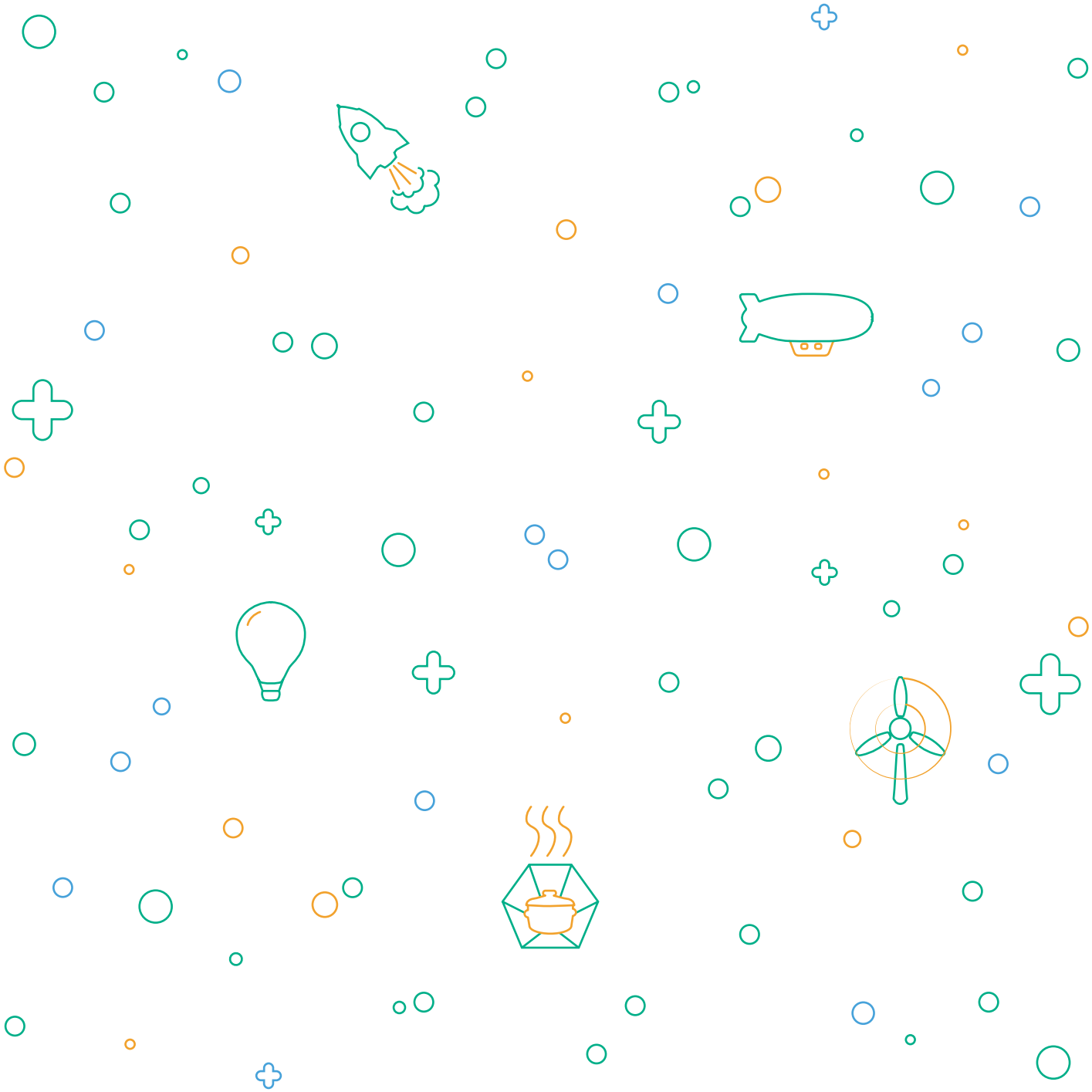
Il est possible par exemple d'avoir un affichage de la qualité de l'air local sur un site web ou un réseau social.

Attention, la mise en place d'un tel projet est réservée à un public confirmé !



Vous trouverez les ressources nécessaires dans la page ressources du site Vittascience, accessible à cette adresse : <https://fr.vittascience.com/learn/>

Les différents éléments présentés sont tous disponibles dans la boutique du site : <https://fr.vittascience.com/shop>



Voici le guide de construction du kit qualité de l'air. Il détaille chaque étape nécessaire à la réalisation de l'expérience. Ce livret n'est pas exhaustif, l'imagination et les ressources disponibles sur le site sont là pour aider à approfondir l'expérience !