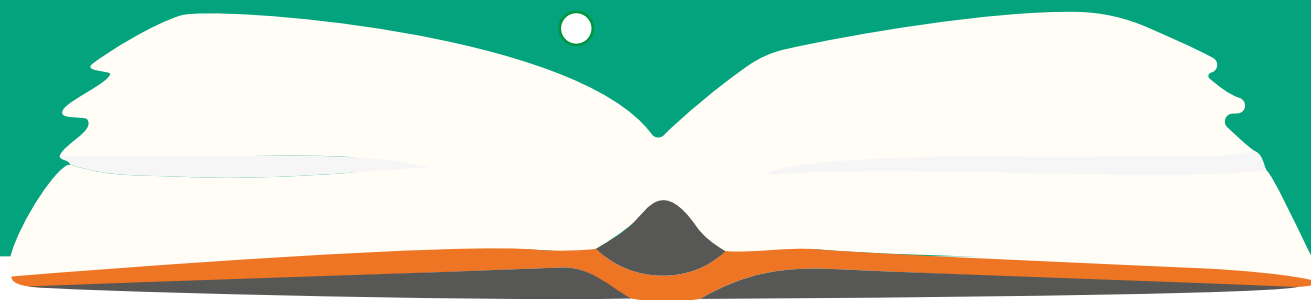


en partenariat
avec

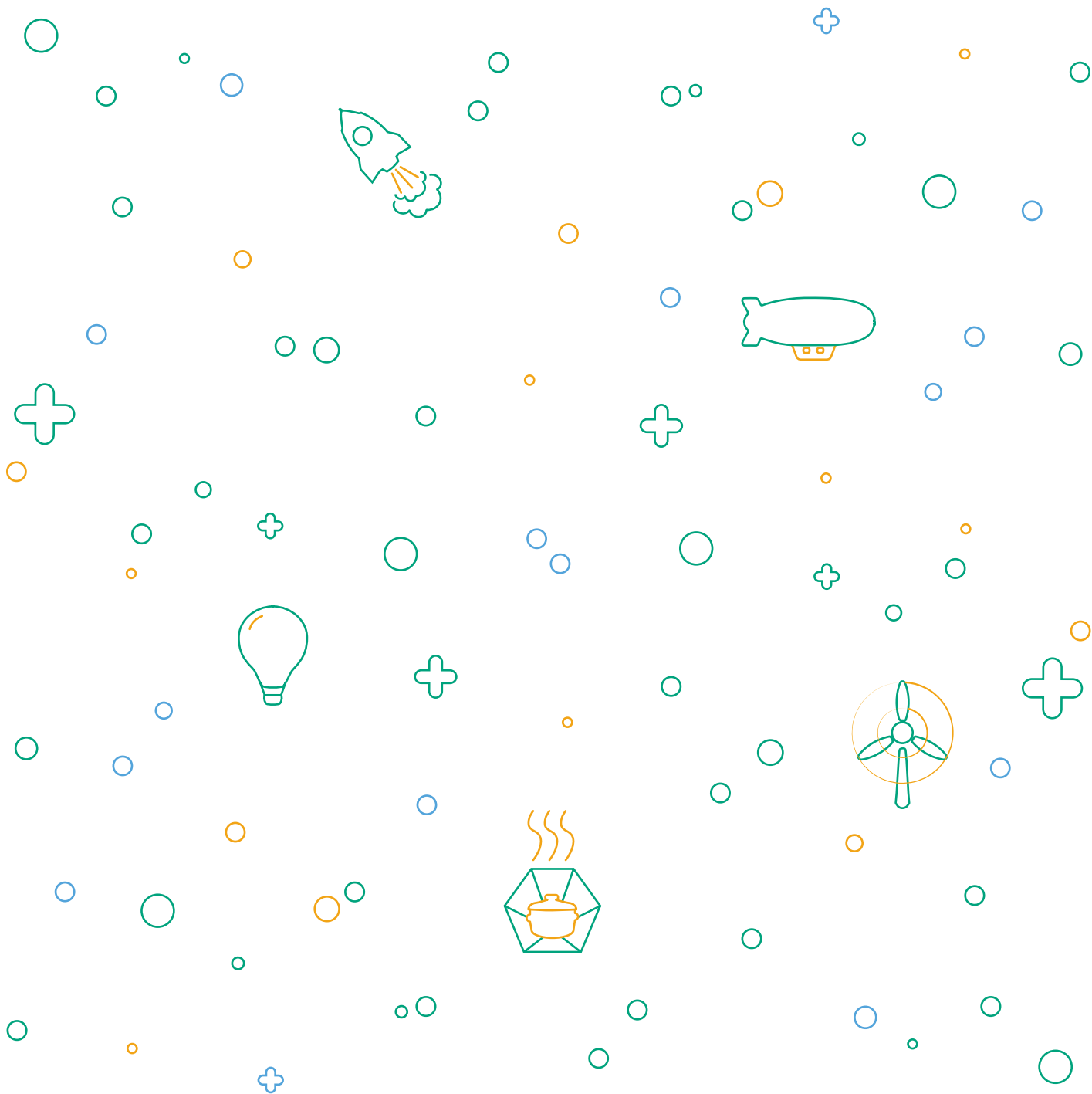


SORBONNE
UNIVERSITÉ

Mesures participatives de la qualité de l'air



GUIDE D'UTILISATION
AirEdu-kids





GUIDE D'UTILISATION

AirEdu-kids

D'après le guide d'utilisation "Qualité d'air"
réalisé avec le CNES sous Licence Creative Commons



Édition rédigée par
Christophe Noullez,
Damien Vallot et Léo Briand
Mise en page et illustration par
Laura Venezia et Diana Khalipina

• Edition 2022 •
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 !

AirEdu-kids

Ce dossier d'accompagnement est le fruit de la collaboration d'une démarche portée par un collectif d'enseignants-chercheurs AirCitizen et des enseignants du collège Louise Michel à Clichy-sous-Bois.

AirCitizen a pour objectif de permettre aux citoyen-ne-s d'évaluer de manière active la qualité de leur environnement proche et en particulier de l'air qu'ils respirent. Nous avons repris et adapté le projet, avec des collégiens de 5ème, en trois phases développées dans les ateliers :

- Concevoir des stations portables de mesures environnementales intégrant divers capteurs à bas coût et la possibilité de les programmer.
- Effectuer des mesures in situ afin de mettre en évidence des variabilités spatio-temporelles des concentrations de polluants et des grandeurs environnementales
- Contribuer à l'amélioration des connaissances en partageant ces mesures dans une base de données environnementales et permettre ainsi la cartographie en ligne de la pollution de l'air.

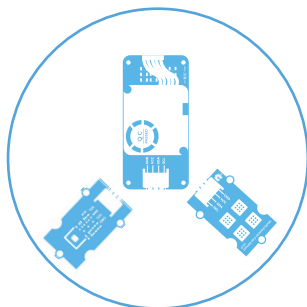
Ce projet a été financé dans le cadre d'un partenariat avec l'université de la Sorbonne et la fondation AirLiquide.

MATÉRIEL NÉCESSAIRE À LA CONSTRUCTION ET À L'UTILISATION DU KIT AIREDU-KIDS

Contenu du KIT :



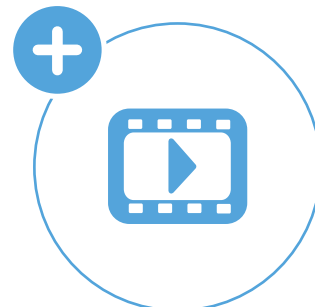
**Carte M5Stack
Core 1**



**Capteurs :
(HM3301, MICS6814
et SHT31)**



Carte microSD



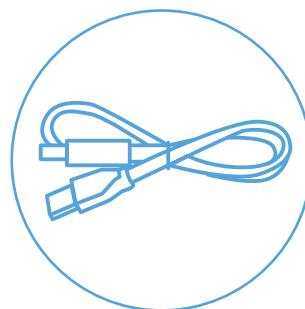
**Ressources
numériques
en ligne**



**Module GPS
pour M5Stack**



Multiprise grove

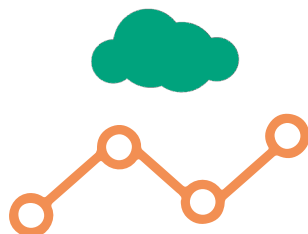


**Éléments pour le
montage**



**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).



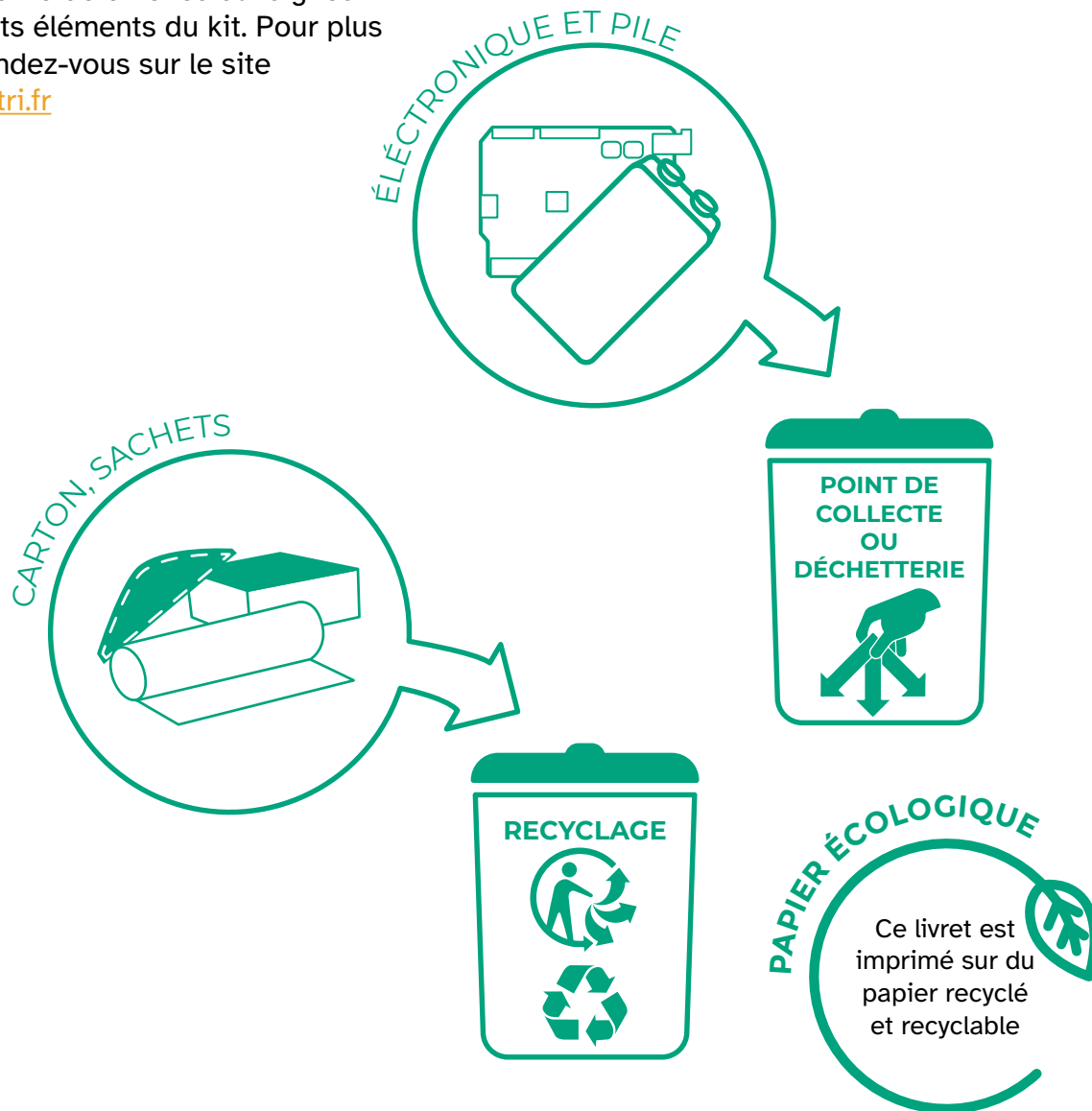
Age minimum

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 que vous allez assembler, ainsi qu'aux enjeux, notamment sur la santé. Les parties suivantes concernent la réalisation de la station qualité d'air.

Dans un premier temps vous procéderez à l'assemblage des capteurs ainsi qu'à la programmation de la carte électronique. Puis vous procéderez à l'exploitation des données obtenues. Enfin nous vous présenterons les possibilités de partage des données collectées sur le site Vittascience.



**PAGE
12**

Les polluants de l'environnement

- Glossaire des polluants
- Indice de qualité de l'air
- Tableau des polluants



**PAGE
20**

Atelier 1 : Programmation de la partie électronique

- Le kit AirEdu-kids
- Présentation de la carte M5Stack
 - Branchement du montage
 - Programmation de la carte



**PAGE
24**



**PAGE
39**



**PAGE
49**

Atelier 2 :

- Étude du besoin :
activité 1 à 2
- Étude de l'objet
technique :
activité 3, 4 et 5
- Programmation de
l'objet technique :
activité 6

Atelier 3 : Exploitation des données

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

Atelier 4 : Partage des données collectées

- Ajout d'une expérience
sur la carte Vittamap

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

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 élevées, 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 AirEdu-kids, 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 et 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

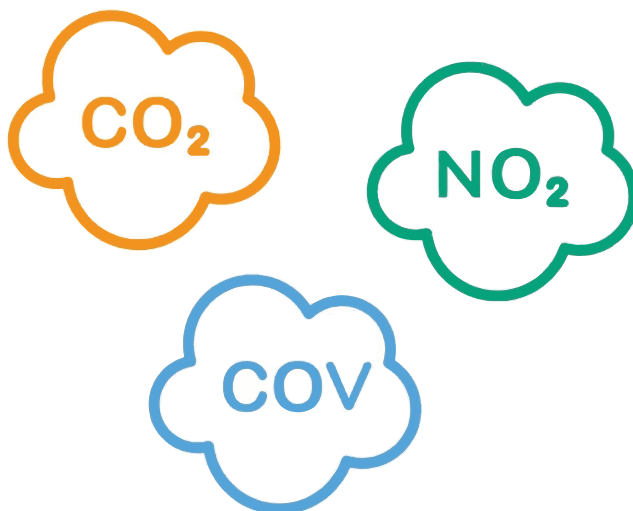
Gaz incolore et inodore, le dioxyde de carbone (CO₂) représente 77% des émissions de gaz à effets de serre (GES) d'origine humaine. Présent à faible dose naturellement dans l'atmosphère, il se forme dans certains processus naturels (cycle du carbone) mais aussi et surtout lors de la combustion de substances 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 :

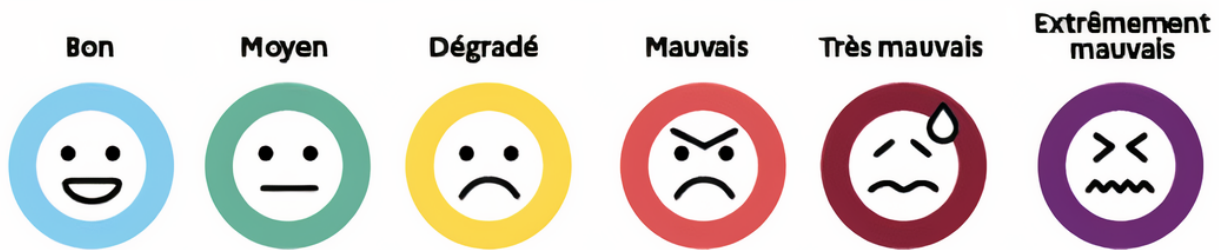
- une première couche d'ozone présente dans la haute atmosphère qui est qualifiée de « bon ozone » car elle joue un rôle de couche protectrice contre les rayons solaires ultraviolets,
- une autre, présente, au niveau du sol qualifiée de « mauvais ozone ». « Dans ce dernier cas, l'ozone est un polluant 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

	Effets sur l'environnement (climat et local)	Effets sur la sa l'environnement (clim
Particules fines PM10 / PM2.5	• Effet diffusant ou effet absorbant augmentant l'effet de serre • Dégradation des bâtiments et monuments : formation de couche noire, de salissure	Plus la particule est fine plus l'organisme s'accroît : • PM 10 : retenues au niveau d'aériennes profondes • PM2.5 : pénètre profondément pulmonaire et entre dans la ci
Dioxyde d'azote (NO ₂)	• 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.	A des concentrations élevées p et entraîner une inflammation i voies respiratoires.
Monoxyde de carbone (CO)	• Participe au mécanisme de formation de l'ozone • Transformation en CO₂ et donc contribution à l'effet de serre	• Intoxication à forte teneur : s intérieure risque d'intoxication • Affecte le système nerveux ce organes sensoriel en se fixant l'oxygène sur l'hémoglobine du
Composées Organiques Volatiles (COV)	Précurseur dans la formation d'ozone	
Dioxyde de carbone (CO ₂)	• 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.	L'augmentation de la concentra en CO ₂ et son interaction avec mécanismes ou polluants, peut cation, dommages oxydatifs (lé troubles visuels, pertes de con
Ozone (O ₃)	• Contribue à l'effet de serre • Perturbe la photosynthèse et donc conduit à une baisse des rendements agricoles • Oxydation des matériaux	Gaz irritant pour l'appareil resp concentrations trop élevées, on problèmes respiratoires, de l'as de la fonction pulmonaire et l'a maladies respiratoires.

Intensité (état et local)	Valeurs maximales recommandées par l'OMS
La nocivité pour le nez et des voies respiratoires, franchit la barrière de circulation sanguine	• Pour les PM2.5 : 10 µg/m³ moyenne annuelle 25 µg/m³ moyenne sur 24 heures • Pour les PM10 : 20 µg/m³ moyenne annuelle 50 µg/m³ moyenne sur 24 heures
Peut être toxique à l'importante des	40 µg/m ³ moyenne annuelle 200 µg/m ³ moyenne horaire
La pollution	10 mg.m ⁻³ moyenne sur 8 h 30 mg.m ⁻³ moyenne sur 1 h
Central et les à la place de sang	
La pollution locale et d'autres peuvent entraîner : intoxications de l'ADN), la naissance.	
Respiratoire. A des on observe : des asthme, diminution l'apparition de	100 µg/m ³ moyenne sur 8 heures

La pollution de l'air est le deuxième sujet de préoccupation 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/>



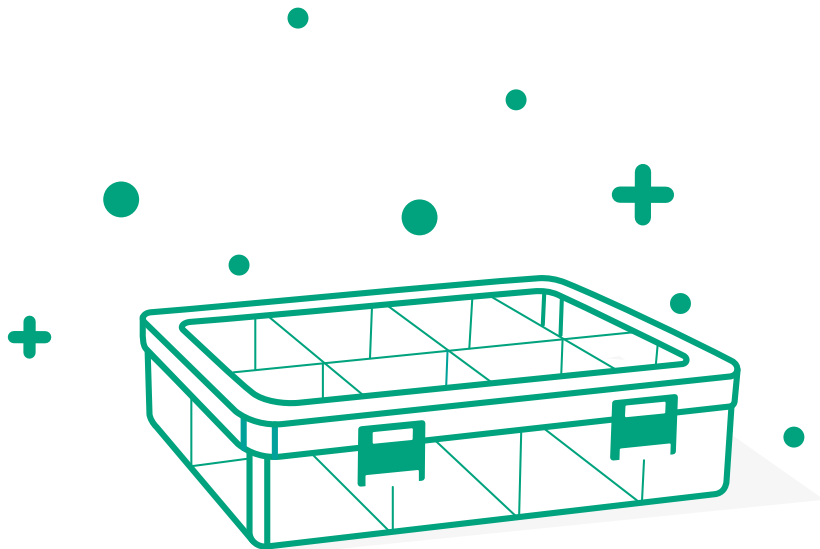
<https://bit.ly/2GTEMmZ>

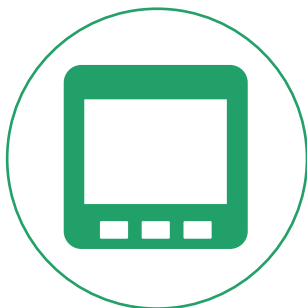
Le kit AirEdu-kids

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 !

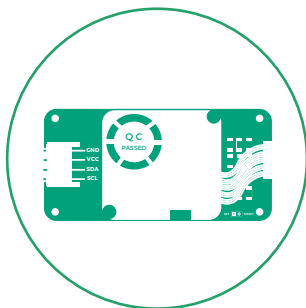
Contenu :

- un guide d'utilisation,
- un microcontrôleur (M5Stack)
- un capteur HM3301 : particules fines (PM10, 2,5 et 1)
- un capteur MICS6814 : gaz (NO₂, CH₄, CO),
- un capteur SHT31 : humidité et température,
- un module GPS
- une carte microSD
- une multiprise Grove
- un adaptateur microSD-USB
- un câble USB





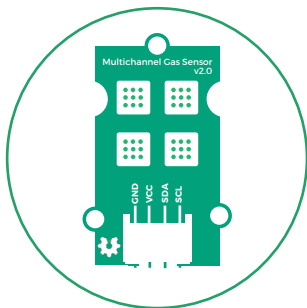
Carte M5Stack Core 1



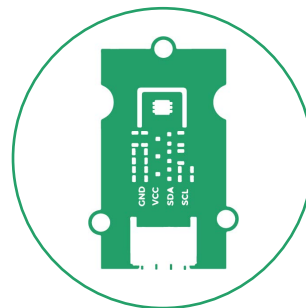
Capteur HM3301



Carte microSD



Capteur MICS6814



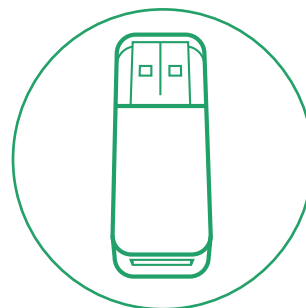
Capteur SHT31



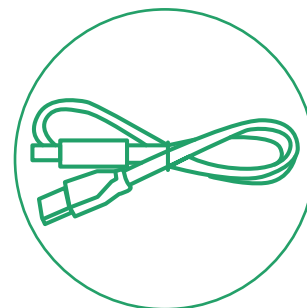
Module GPS pour M5Stack



Multiprise Grove



**Adaptateur
microSD/USB**



Câble USB

Atelier • 1 à l'appréciation de l'encadrant

Découverte de la partie électronique

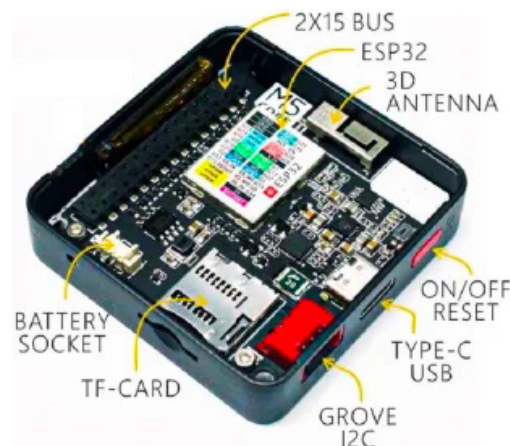
Maintenant que nous en savons plus sur ces différents polluants, voyons comment les mesurer en assemblant les capteurs et en programmant la carte électronique. Dans le dernier atelier, nous verrons comment traiter les données, préalablement acquises sur une carte microSD, afin de tracer des courbes sur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



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

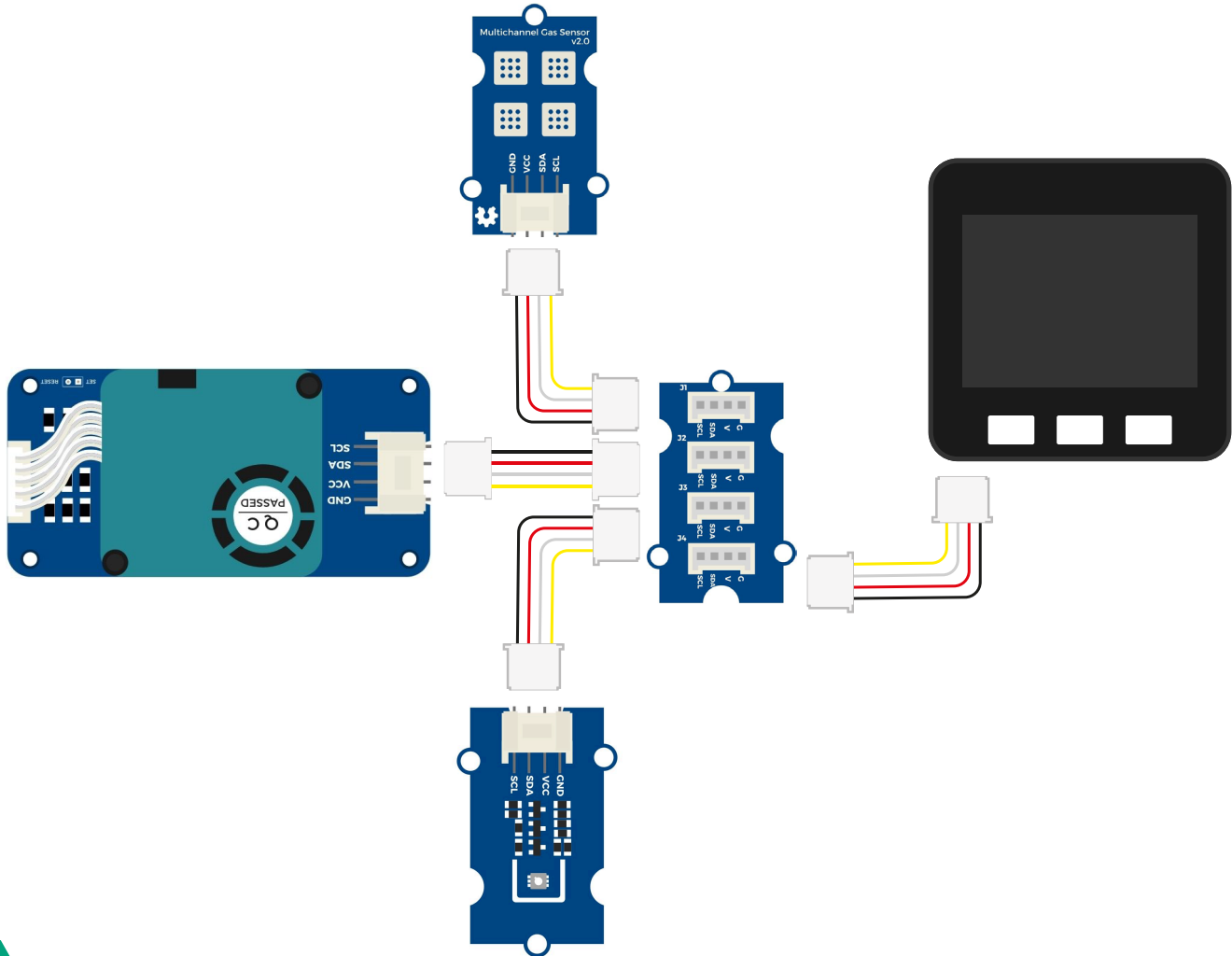
Le schéma suivant montre les éléments constitutifs de la carte M5Stack Core 1. Celle-ci peut servir de support à de nombreux montages différents avec les composants fournis.



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.

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 l'écran de la M5Stack.

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



Attention : Ce kit Vittascience utilise une carte M5Stack Core1 de la marque M5Stack. Vittascience et M5Stack 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 M5Stack Core 1.

Il est également possible de programmer la carte à l'aide des logiciels Arduino IDE (langage C++) ou Mu Editor (langage Python).

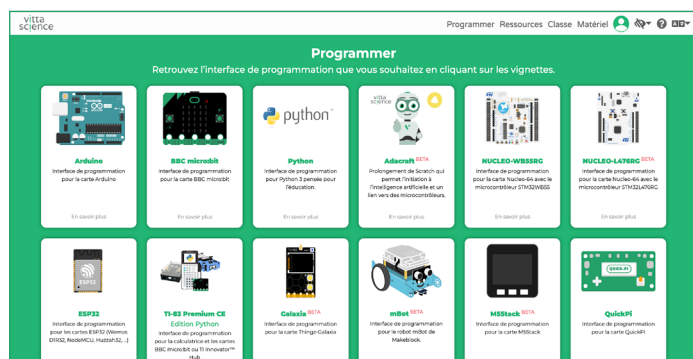
Retrouvez des tutoriels, activités et exemples de codes pour les interfaces Vittascience et pour ces logiciels tiers dans [le centre de ressources](#) du site Vittascience.

1 • Création de compte

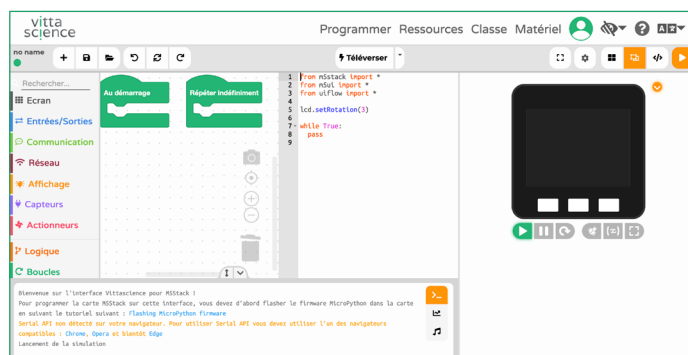
Avant tout, nous vous conseillons de vous créer un compte sur notre site. Celui-ci n'est en aucun cas nécessaire pour profiter de votre kit AirEdu-kids, mais il vous permettra de sauvegarder et partager vos programmes, ressources et retours d'expériences. Pour cela, rendez-vous sur le site [Vittascience.com](https://vittascience.com) 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 : M5Stack pour accéder à l'interface.



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



Capture d'écran de l'interface pour carte M5Stack

L'interface permet de programmer en bloc avec une transcription en direct en langage Python. L'utilisation d'un navigateur web basé sur Chrome est conseillée.



Attention : Il est nécessaire de flasher la carte à la première utilisation :

<https://fr.vittascience.com/learn/tutorial.php?id=458/flasher-le-firmware-micropython-dans-la-m5stack>



Téléverser 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.



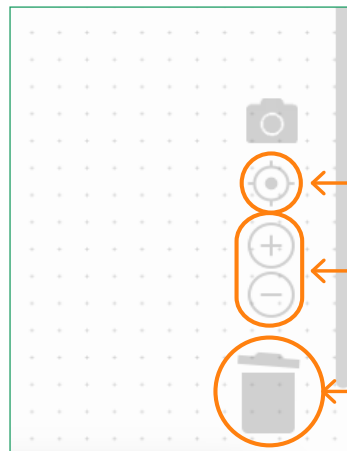
Sauvegarder le projet :

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.



Recentrer le programme

Zoomer

Supprimer

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.

Atelier 2 • à l'appréciation de l'encadrant

• Étude du besoin

Objectif : Découvrir la problématique de la qualité de l'air et d'une solution de mesure.

• Activité 1 : Introduction qualité de l'air en Ile de France

Sur cette question particulière de l'air, les données ne se cantonnent pas seulement au territoire parisien, mais à l'échelle de la Métropole du Grand Paris et de la région Île-de-France. En effet, les Parisiens et usagers peuvent être exposés à des pollutions qui sont émises depuis l'extérieur de la ville.

En Île-de-France, on recense 5 polluants atmosphériques dépassant régulièrement les valeurs limites ou les objectifs de qualité réglementaire européenne : le dioxyde d'azote (NO_2), les particules fines (PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$), l'ozone (O_3) et le benzène (C_6H_6). De tous ces polluants, seul l'ozone est également un gaz à effet de serre (GES). Contrairement aux GES qui incluent notamment le dioxyde de carbone (CO_2).

Pour de qui est des particules PM_{10} , 200 000 Franciliens ont été concernés par un dépassement de la valeur limite journalière, essentiellement le long du trafic routier. D'après le rapport de la commission d'enquête sénatoriale sur le coût de la pollution de l'air publié en 2015, les particules fines ($\text{PM}_{2.5}$ et PM_{10}) et l'ozone (O_3) seraient à l'origine du décès prématuré de près de 45 000 personnes en France chaque année.

Paris se donne pour ambition d'aller au-delà de la réglementation européenne actuelle par le respect d'ici 2030 des préconisations de l'organisation Mondiale de la Santé (OMS) en matière de valeurs guides à ne pas dépasser pour les polluants atmosphériques, au-dessous desquelles il n'a pas été observé d'effets nuisibles sur la santé humaine ou sur la végétation :

• DIOXYDE D'AZOTE (NO_2) :

200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ plus d'une heure et 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle

• PARTICULES $\text{PM}_{2.5}$:

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ plus de 3 jours par an et 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle

• PARTICULES PM_{10} :

25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ plus de 3 jours par an et 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle

Sources : Plan climat de Paris, <https://cdn.paris.fr/paris/2019/07/24/0695318b-97ca7fde65710d4c9d55054b.pdf>

À l'aide du document page 24, répondre aux trois questions.

Quels sont les polluants atmosphériques qui dépassent régulièrement les valeurs limites définies par l'OMS ?

Quelle est l'unité du dioxyde d'azote, des particules fines PM10 et PM2,5 ?

Quelle est la conséquence des polluants atmosphériques depuis 2015 ?

Étude de la situation des PM10 PM2,5 en Ile de France (source bilan airParif 2018) :

- 1 • À l'aide d'un surligneur, repasse les lieux qui ont dépassé la recommandation.
- 2 • À l'aide <https://www.airparif.asso.fr/stations/index>, retrouve la localisation de ces stations.
- 3 • À l'aide d'une carte personnalisable sur <http://umap.openstreetmap.fr/fr/>, retrouve les lieux et situe-les sur la carte avec des points. Tu vas devoir nommer les points de la manière suivante :

Station AirParif (nom de lieu) moyennes annuelles PM10 entre et µg/m³ en 2018.

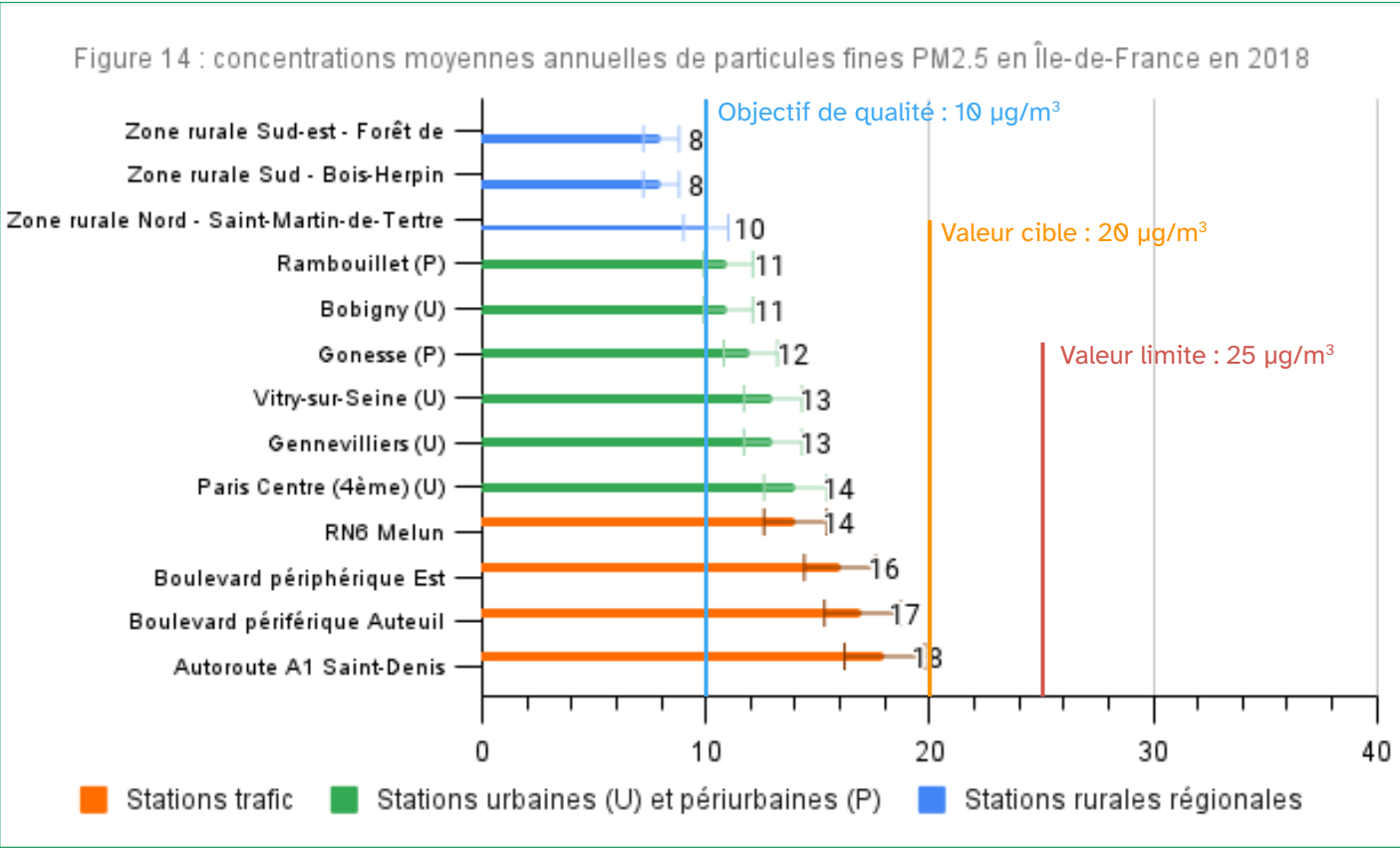
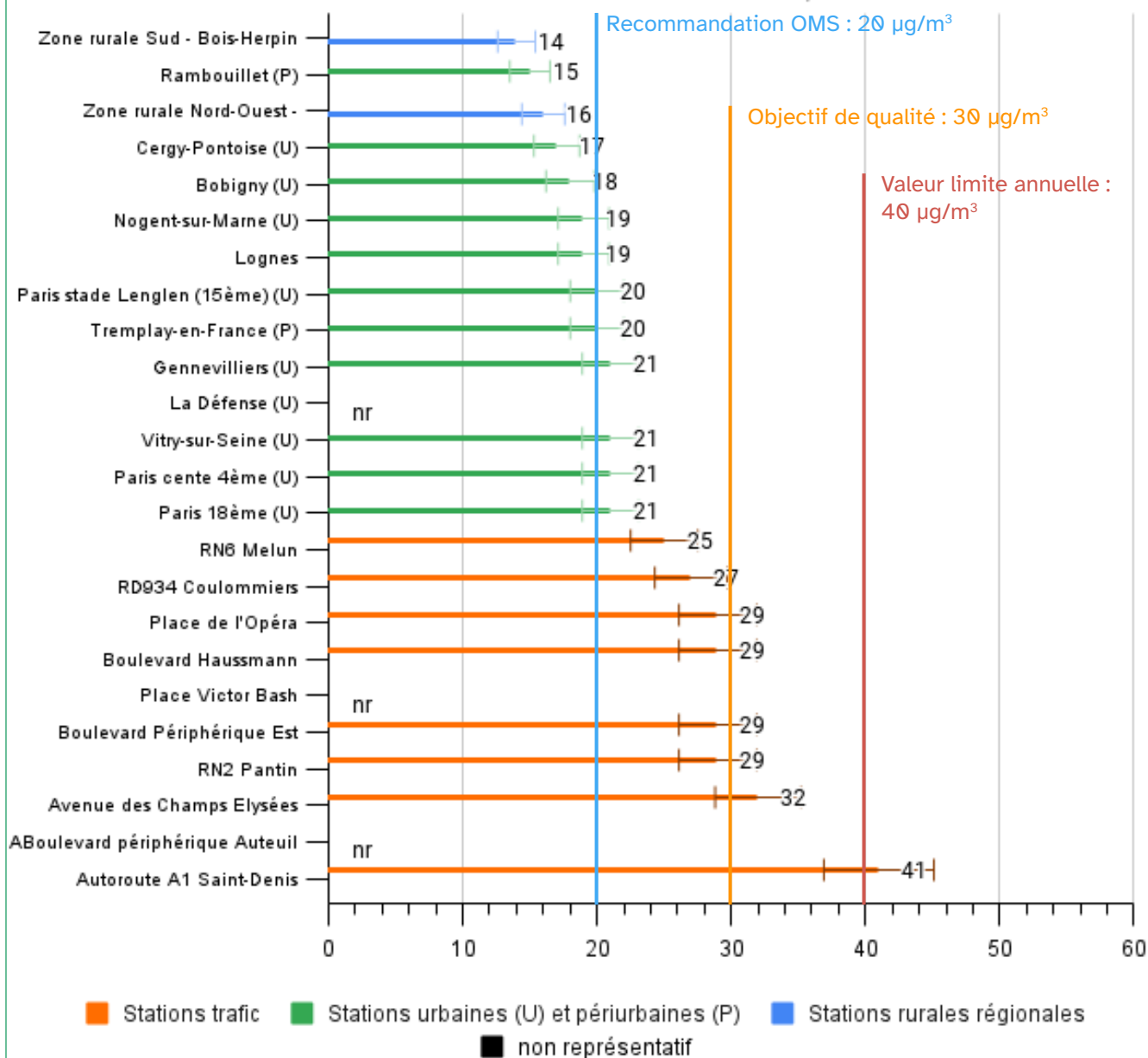


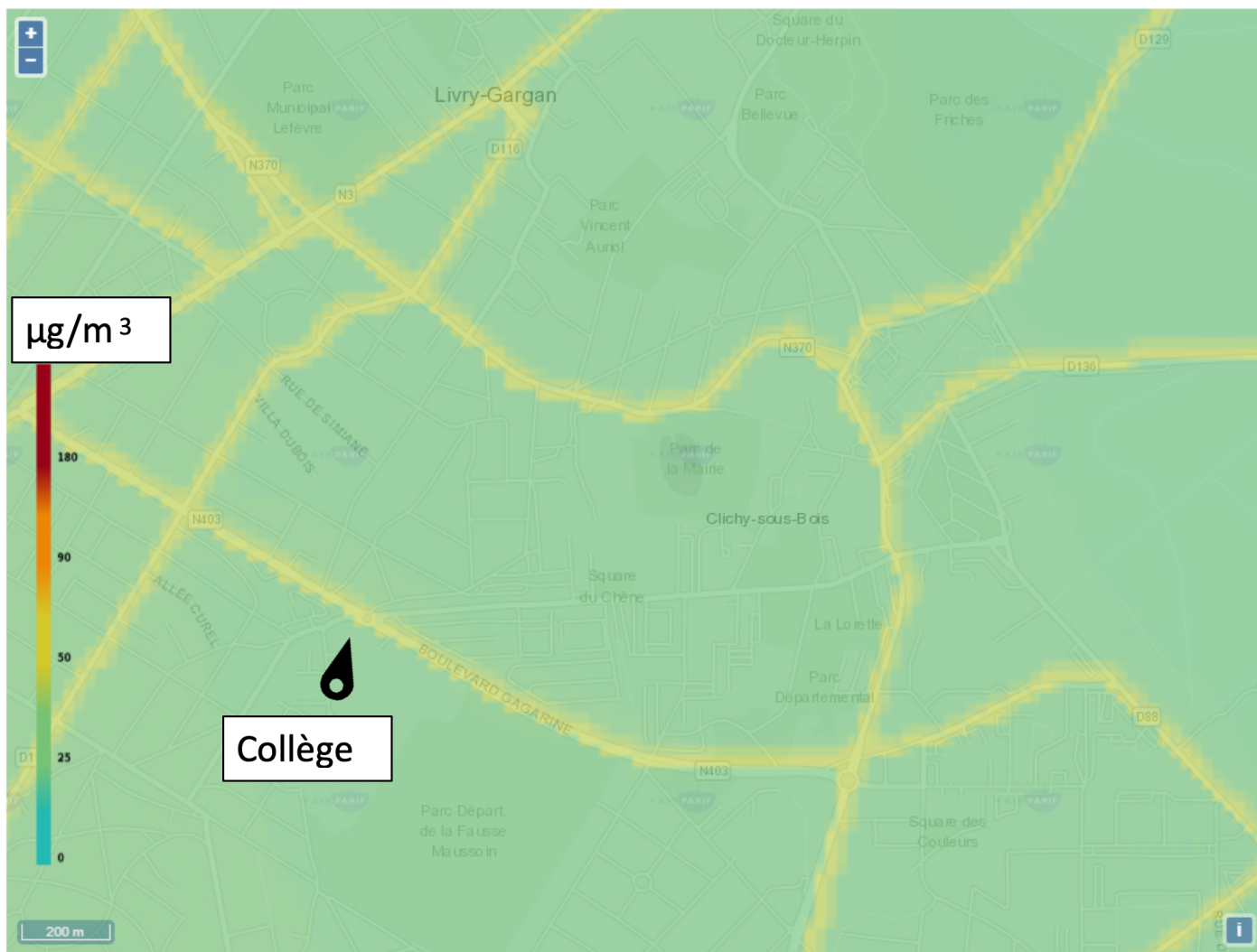
Figure 7 : concentrations moyennes annuelles de particules MP10 en Île-de-France en 2018.

Les incertitudes de mesures sont évaluées sur les concentrations moyennes annuelles.



• Activité 2 : Définir un besoin et l'utilisation d'un objet technique

Comparer son ressenti avec des cartes existantes sur la donnée de la qualité de l'air avec les PM10.



Rappelle de l'unité des particules PM10 :

Sur la carte, page 28, positionnez 2 points. Un premier en rouge qui serait le lieu où la qualité de l'air serait la plus mauvaise et en bleu un lieu où la qualité de l'air serait la meilleure. Comparez vos ressentis avec les zones de la carte AirParif

Au tableau est diffusé l'état du trafic à Clichy sous-bois, que peut-on dire par rapport à la carte de Airparif ?

Première conclusion :

Il faut nous même aller mesurer les concentrations en PM10 et PM2.5. Il faut le faire régulièrement pendant une grande période (2-3 mois).

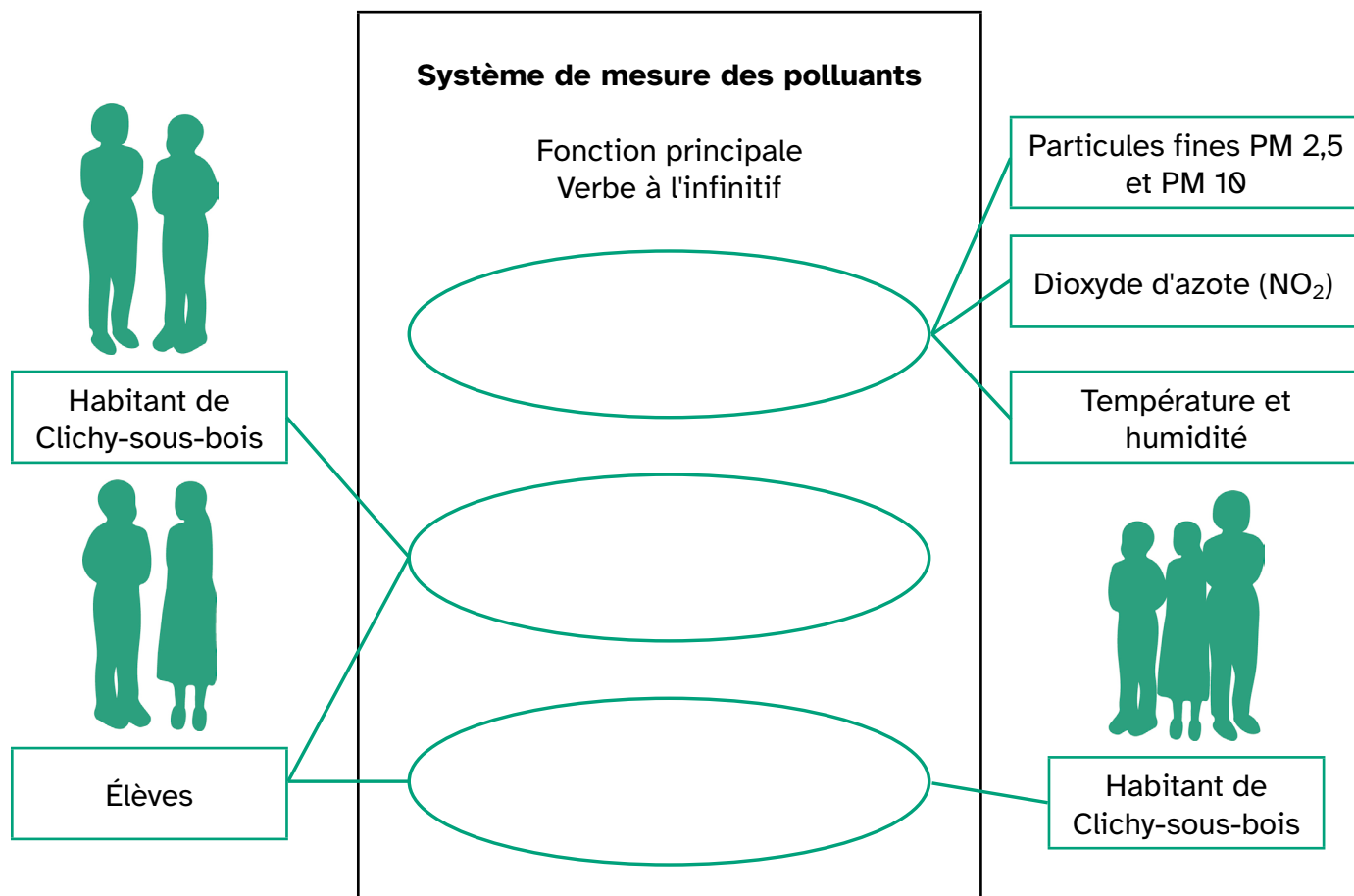
Comment pouvons-nous faire une carte plus précise de la pollution à Clichy sous-bois ?
Note ici tes idées :

• Étude du besoin

Objectif : Comprendre le fonctionnement de l'objet technique.

• Activité 3 : Étude des cas d'utilisation de l'objet pour définir le besoin

Compléter le schéma ci-dessous :



Pourquoi est-il important d’avoir une communication des données avec les habitants de Clichy-sous-bois ?

Pour concevoir notre objet, on va devoir répondre à des contraintes de développement durable, au fonctionnement, au design et au coût.

A partir du tableau, réalisé une carte mentale reprenant les informations en faisant des choix ou en le complétant :

Critères	Niveaux
Disponibilité de l’objet	Nomade ou Fixe
Couleur extérieur de l’objet	Rouge ou indifférent ou transparents
Résistance de la coque	Fragile ou robuste
Poids	Léger ou lourd
Taille	Dimension max : L= l= h=
Mesure des PM, PM,du, de l’..... et de la	Une bonne précision
Stockage de l’énergie avec une ...	Durée de charge :
Affichage de la donnée	Sur écran ou sur smartphone ou les deux.

• Activité 4 : J'expérimente et documente le fonctionnement d'un capteur

L'objectif de la séance est de faire une documentation du fonctionnement d'un capteur qu'on utilisera dans la station de mesures de la qualité de l'air. Pour cela, vous allez réaliser au format A4 un support papier ou numérique. Ci-dessous, vous trouverez le contenu attendu et la mise en page. Pour remplir les différentes parties, aidez-vous du document ci-dessous :

Photo du capteur	Graphique de l'expérience
Nom du capteur Type de capteur (logique ou analogique) Informations acquises avec l'unité de celle-ci	Exemples d'objets utilisant ce capteur

1 • Réaliser une expérience avec le capteur.

A l'aide d'un chronomètre présent sur la tablette, tu vas relever toutes les 30 secondes la donnée affichée à l'écran. Ceci pendant 5 minutes.

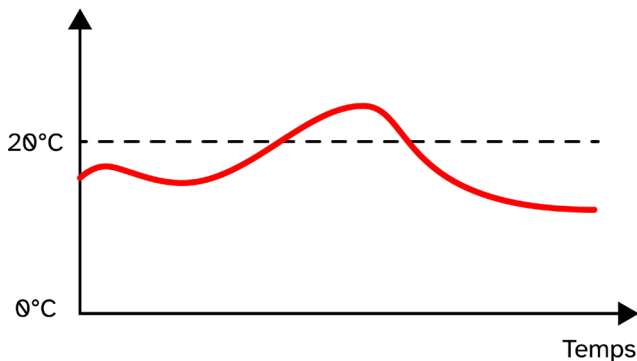
[illegible]

Puis tu vas tracer un tableau avec le temps en ordonnée et la donnée en abscisses.

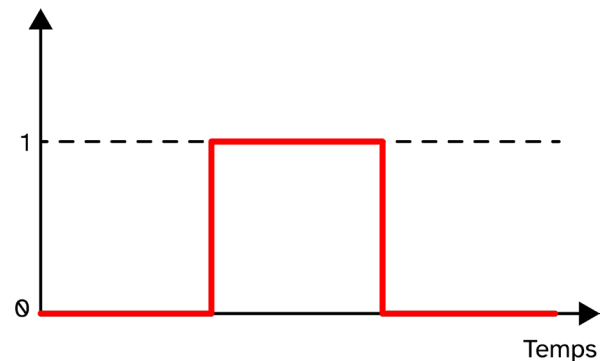


2 • Différence information logique et analogique.

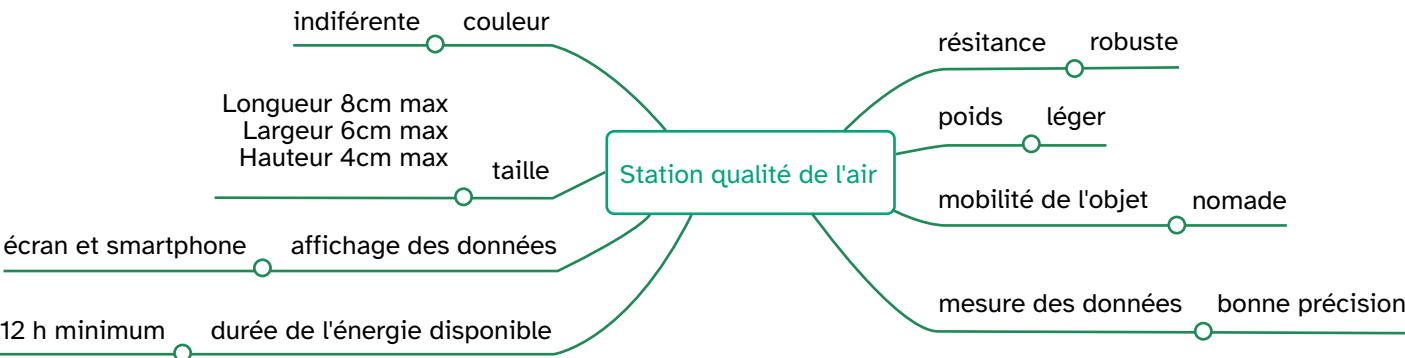
Une information analogique est une donnée qui varie dans le temps dans une plage définie.



Une information logique ou dit « tout ou rien » peut prendre seulement 2 valeurs. (faux ou vrai, 0 ou 1...)



• **Activité 5 : Vérification du cahier des charges et recherche de solutions techniques**



Question n°1 : D'après le cahier des charges défini ensemble, l'objet technique assemblé respecte-t-il l'ensemble des critères ? Si non, lesquels ?

Propose des solutions techniques pour modifier l'objet et respecter les critères qui n'ont pas été respectés ?

• Programmation de l'objet technique

Objectif : Programmer l'affichage des données transmises par les capteurs.

• Activité 6. Comment fonctionne la station de mesure ?

Pendant cette séance, nous allons monter et programmer pas à pas la station de mesure de la qualité de l'air et comprendre son fonctionnement en structurant une chaîne d'information et d'énergie.

1 • Sur la carte M5 Stack, branche le capteur de température (SHT31) sur le connecteur. Sur la plateforme de programmation du poste informatique, recopie le programme suivant :



Que se passe-t-il ?

2 • Sur la carte M5Stack, branche maintenant le capteur de gaz à la place du capteur de température. A l'aide du premier programme, complète et recopie le programme suivant :



Complète la représentation fonctionnelle ci-dessous :

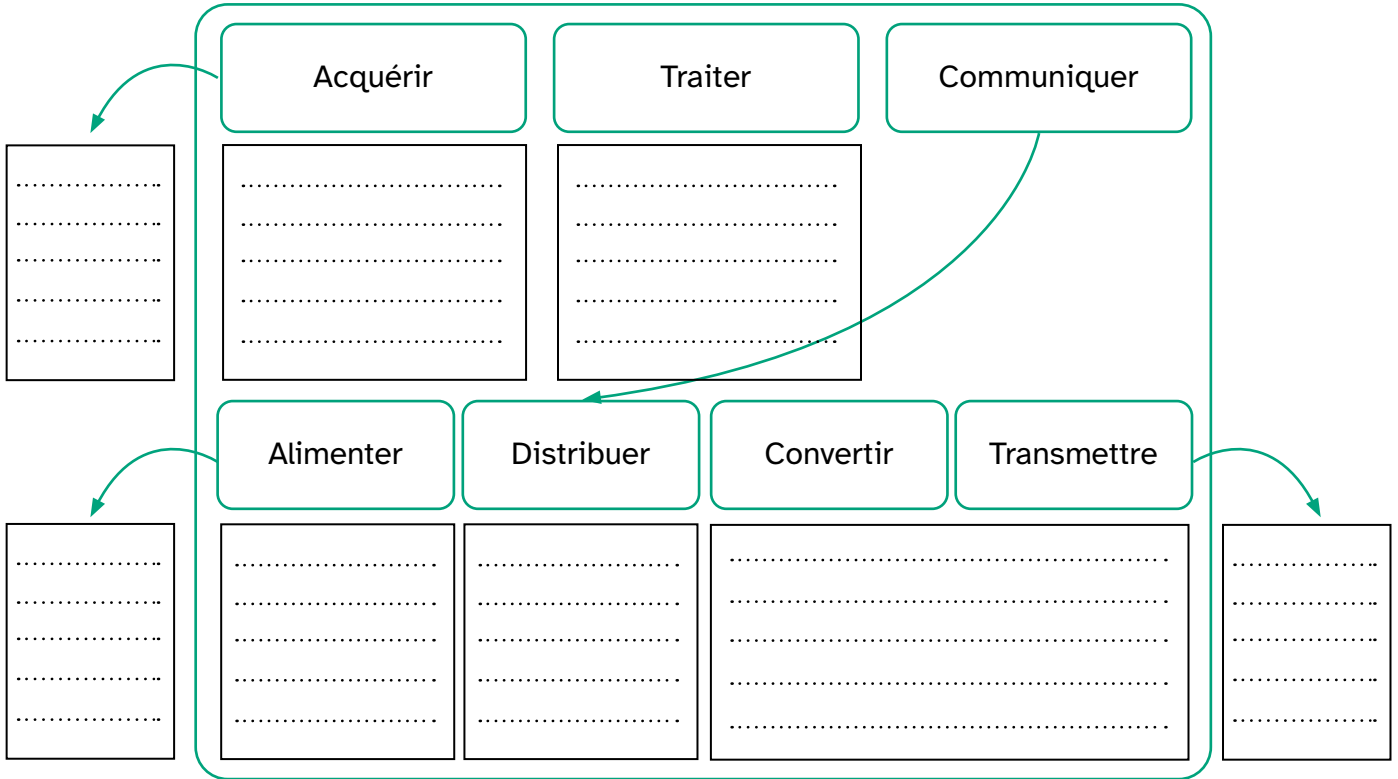
Fonctions techniques	Solutions techniques
Acquérir la température, l'humidité, le dioxyde d'azote NO ₂	
Traiter les informations des capteurs	
Convertir et transmettre les informations sous forme de texte	

3 • Sur la carte M5Stack, branche le capteur de particules fines sur le connecteur I2C de la multiprise.

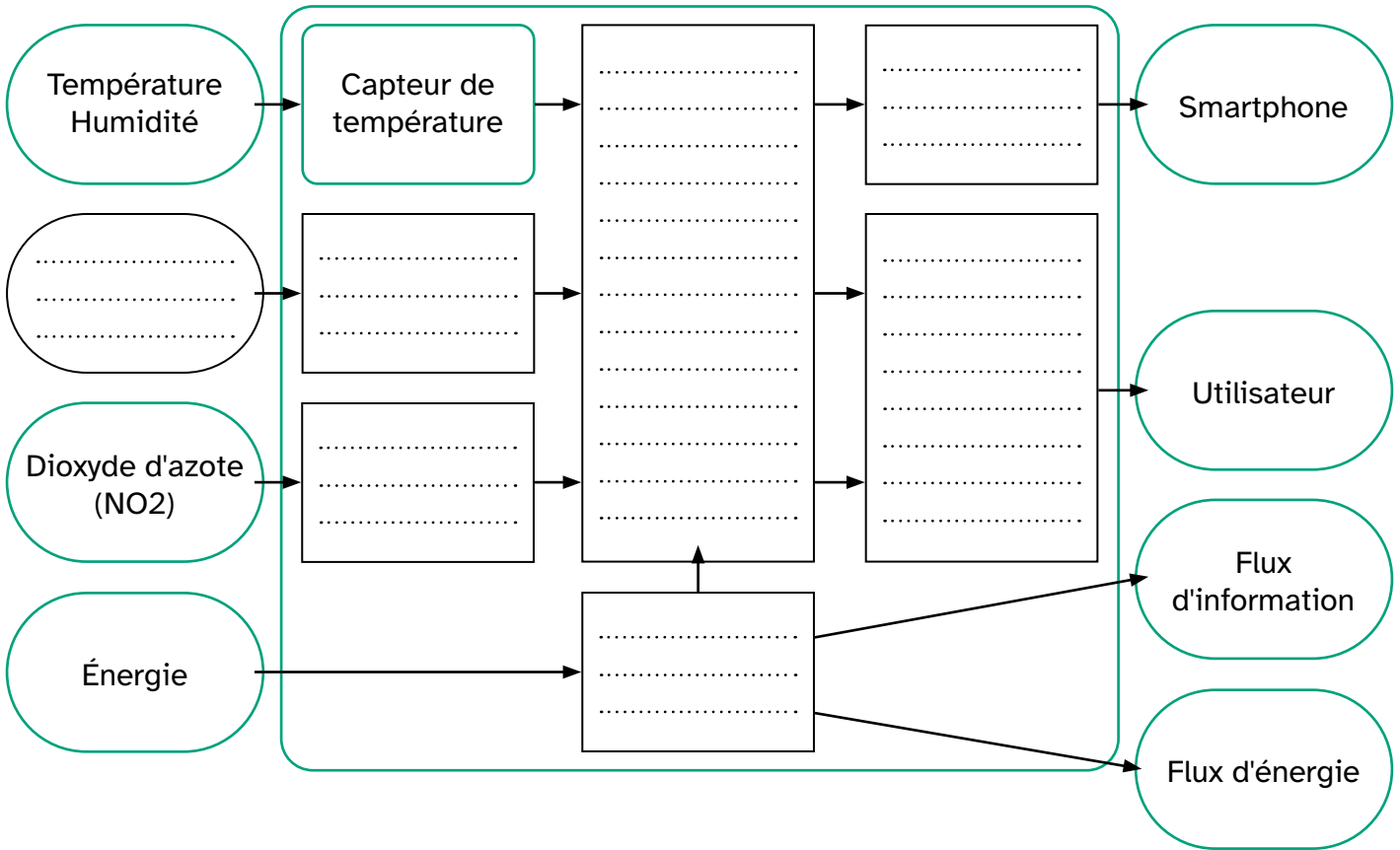
Tu dois ajouter un algorithme qui permet d'afficher les PM10 et les PM 2,5. Attention, tu dois faire apparaître l'unité, aide-toi des programmes précédents.

Si tu débranches le câble, que manque-t-il à la station pour qu'elle fonctionne de manière autonome ?

4 • À l'aide de tes expériences et du fonctionnement de l'objet, complète le schéma ci-dessous en définissant la fonction de chaque élément :



Complète le diagramme des blocs internes en t'aidant de la chaîne d'énergie et d'information :



Informations sur les capteurs ⌚ 30 min

Dans votre kit AirEdu-kids, les capteurs

HM3301 (particules fines PM10 - PM2.5 - PM1),

MICS6814 (NO₂, CO, COV) et **SHT31** (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 :

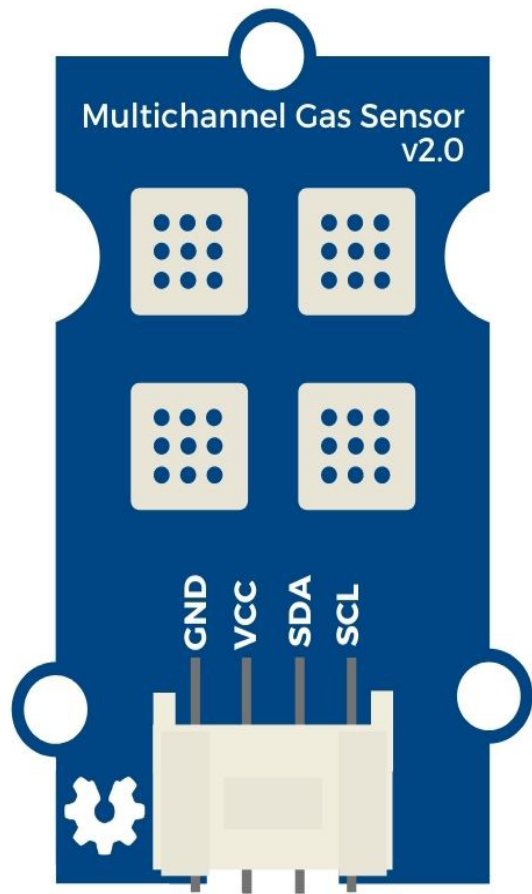
- vérifier les branchements du capteur (I2C ou port analogique);
- respecter la température d'utilisation;
- ne pas tenir compte des mesures durant le temps de chauffe;
- toujours relativiser les mesures vis-à-vis de la précision des capteurs.

• 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 C₂H₆O : 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.

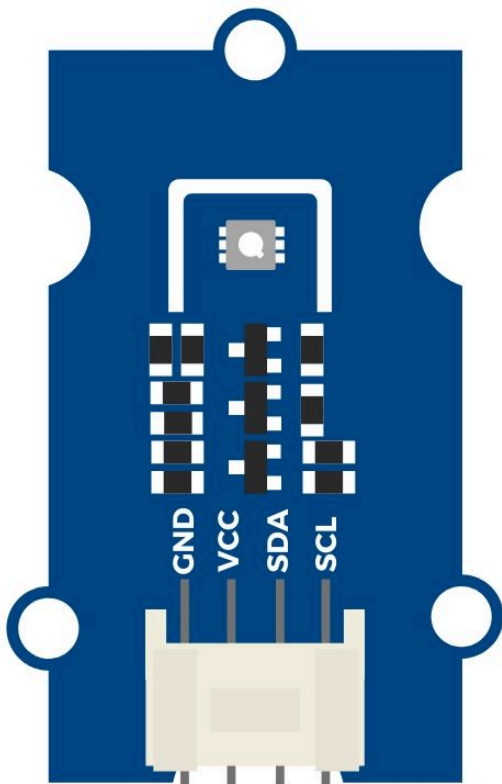
- Taille des particules détectées : 2.5 µm, 5µm, 10µm
- Gamme d'utilisation (pour PM2.5) :
1~500µg/ m3 (portée effective)
1000 µg/ m3 (portée maximale)
- Temps de chauffe : environ 30 secondes après mise en route
- Résolution : Concentration : 1µg/ m3

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



Capteur numérique de température et d'humidité

• SHT31

Le capteur SHT31 est un capteur numérique de température et d'humidité. Il doit être connecté sur un port I2C.

Ce module se base sur un capteur CMOSens calibré, linéarisé et compensé pour la sortie numérique.

Température	
Plage de détection	-40°C à +125°C
Précision	±0.3°C
Humidité	
Plage de détection	0% à 100% (%RH)
Précision	±2%



Attention : Les valeurs obtenues ne peuvent pas être comparées à des valeurs réglementaires. Ce kit permet d'observer des variations des polluants de l'air.

Pour une réelle exploitation, il est nécessaire de procéder à un étalonnage. Nous vous conseillons de vous rapprocher d'un laboratoire spécialisée.

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



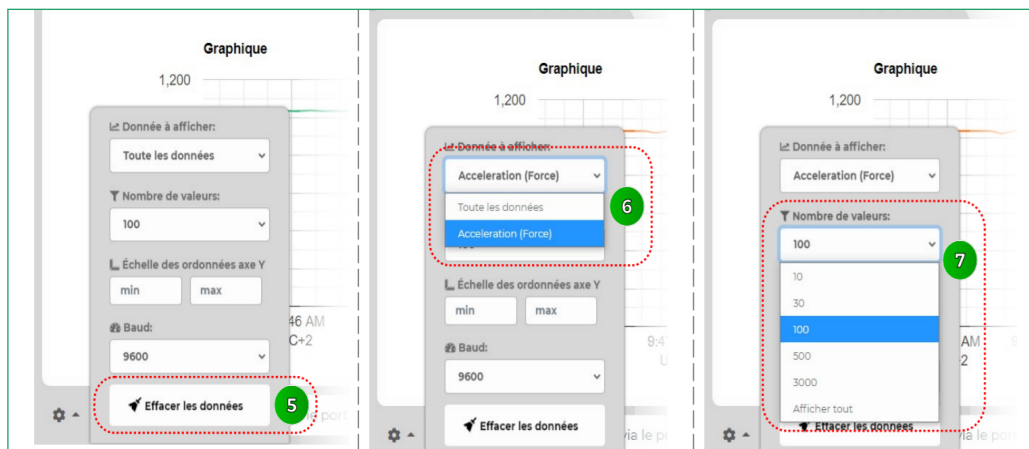
L'interface prendra l'allure du contenu de l'illustration.



Interface en Mode Graphique

Il ne manquera plus que d'ajuster les paramètres de la console graphique en cliquant sur la molette. La fenêtre de paramétrage s'ouvrira.

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.



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.

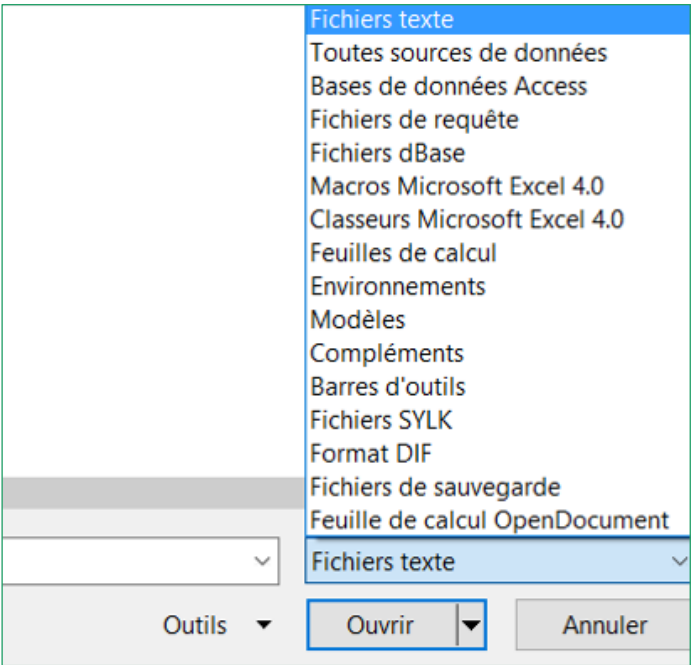
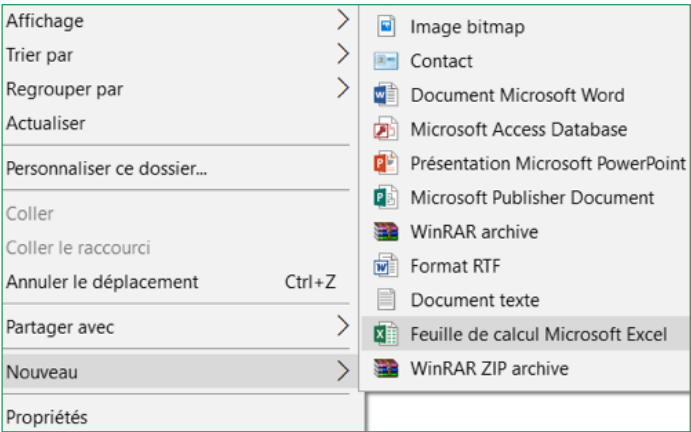
Suivant votre logiciel utilisé, voici la marche à suivre pour lire les données enregistrées sur la carte :

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

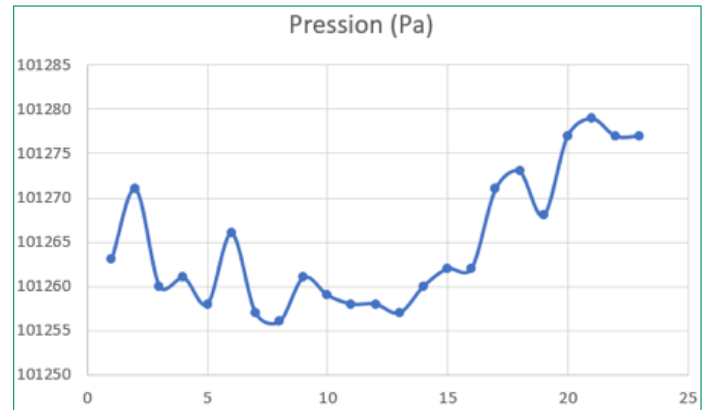
Enlever la carte microSD du lecteur. L'insérer dans l'adaptateur microSD/USB puis insérer l'adaptateur dans l'ordinateur.

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, comme sur l'image 1.
- 2 • Nommer le fichier Excel puis l'ouvrir. Aller dans « Fichier » → « Ouvrir » → Parcourir ».
- 3 • Sélectionner le type de fichiers « Fichiers textes » comme sur l'image 2.
- 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

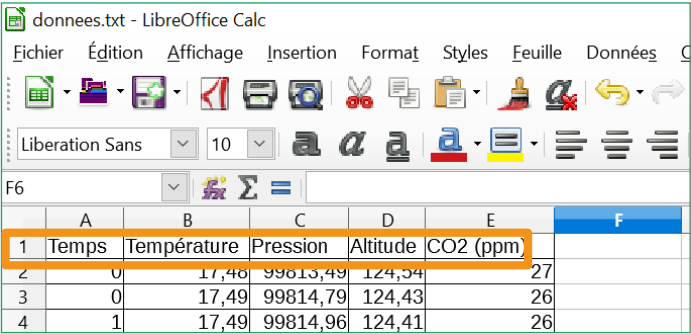


• Exploiter les données avec Libre Office à l'appréciation de l'encadrant

- 1 • Créer un fichier LibreOffice Calc.
- 2 • Ouvrir le dit fichier Libre Office.
- 3 • Aller dans l'onglet « Fichier » → « Ouvrir » → choisissir 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]).



donnees.txt - LibreOffice Calc

Fichier Édition Affichage Insertion Format Styles Feuille Données

Libération Sans 10

	A	B	C	D	E	F
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	

	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.

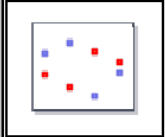
Assistant de diagramme

Étapes

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

Choisissez un type de diagramme

 Colonne
  Barre
  Secteur
  Zone
  Ligne
  XY (dispersion)
  Bulle
  Toile
  Cours
  Colonne et ligne



☐ Séries empilées
 ☒ En haut
 ☐ Pourcentage

Type de ligne

Dir

5 • {choisissir 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

Choisissez une plage de données

Plage de données : \$donnees.\$A\$1:\$A\$

☐ Séries de données en lignes
☒ Séries de données en colonnes
☒ Première ligne comme étiquette
☒ Première colonne comme étiquette

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.

8 • Cliquer sur Terminer.

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

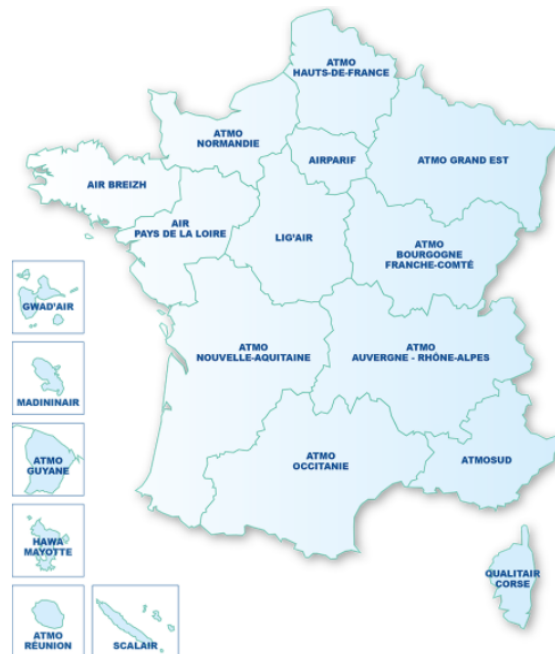
Un pépin, une question nous sommes là pour vous répondre : support@vittascience.com

Atelier • 4 ⌚ 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.

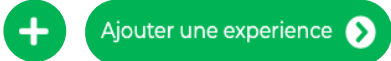


Si vous souhaitez partager vos données recueillies afin de les proposer à la consultation, vous trouverez sur le site Vittascience, une carte nommée Vittamap, qui recense toutes les expériences réalisées à travers le monde à l'aide des kits.

Nous allons voir dans ce quatrième 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 

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

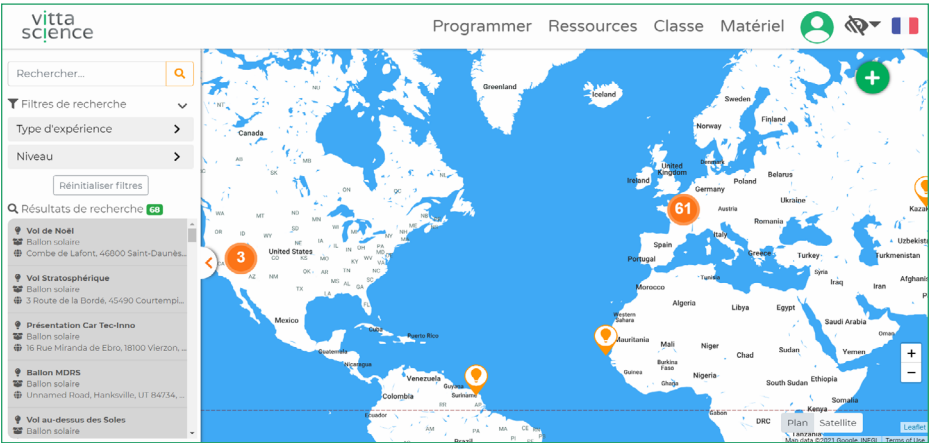
- Nom du projet
- Type de kit
- Comment le projet s'est-il déroulé ? (détaillé ici votre protocole de mesure)
- Emplacement
- Dates des mesures
- Données (1)
- Photos/Vidéos
- Langues

(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 

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 ajoutée par des utilisateurs à travers le monde.





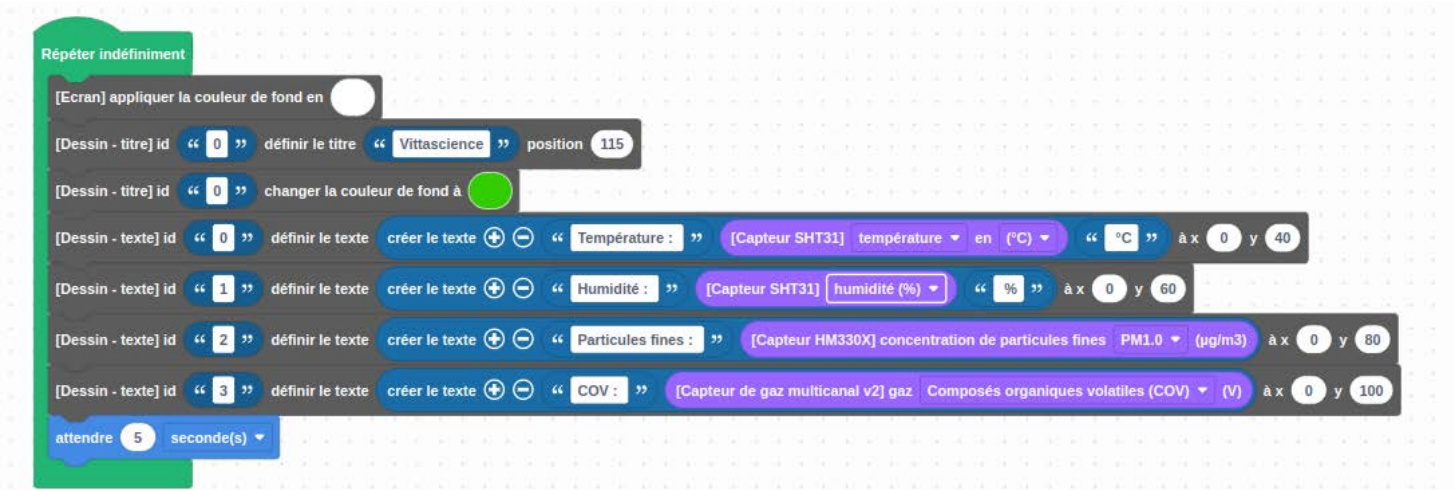
Rdv sur le site pour partager
votre expérience !



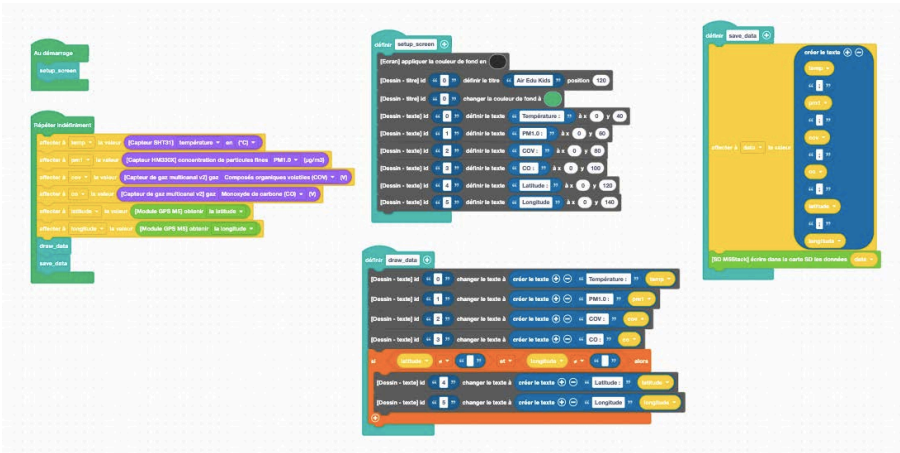
www.vittascience.com/vittamap

Exemples de programme :

Le programme ci-dessous est un exemple à réaliser pour afficher les données des différents capteurs : SHT31 (température et humidité) - HM3301 (particules fines) - MICS6814 (COV).



Nous vous proposons un programme complet, comprenant l'affichage des données des capteurs, l'enregistrement sur la carte SD et l'utilisation du GPS. Scanner le QR-code pour y accéder.



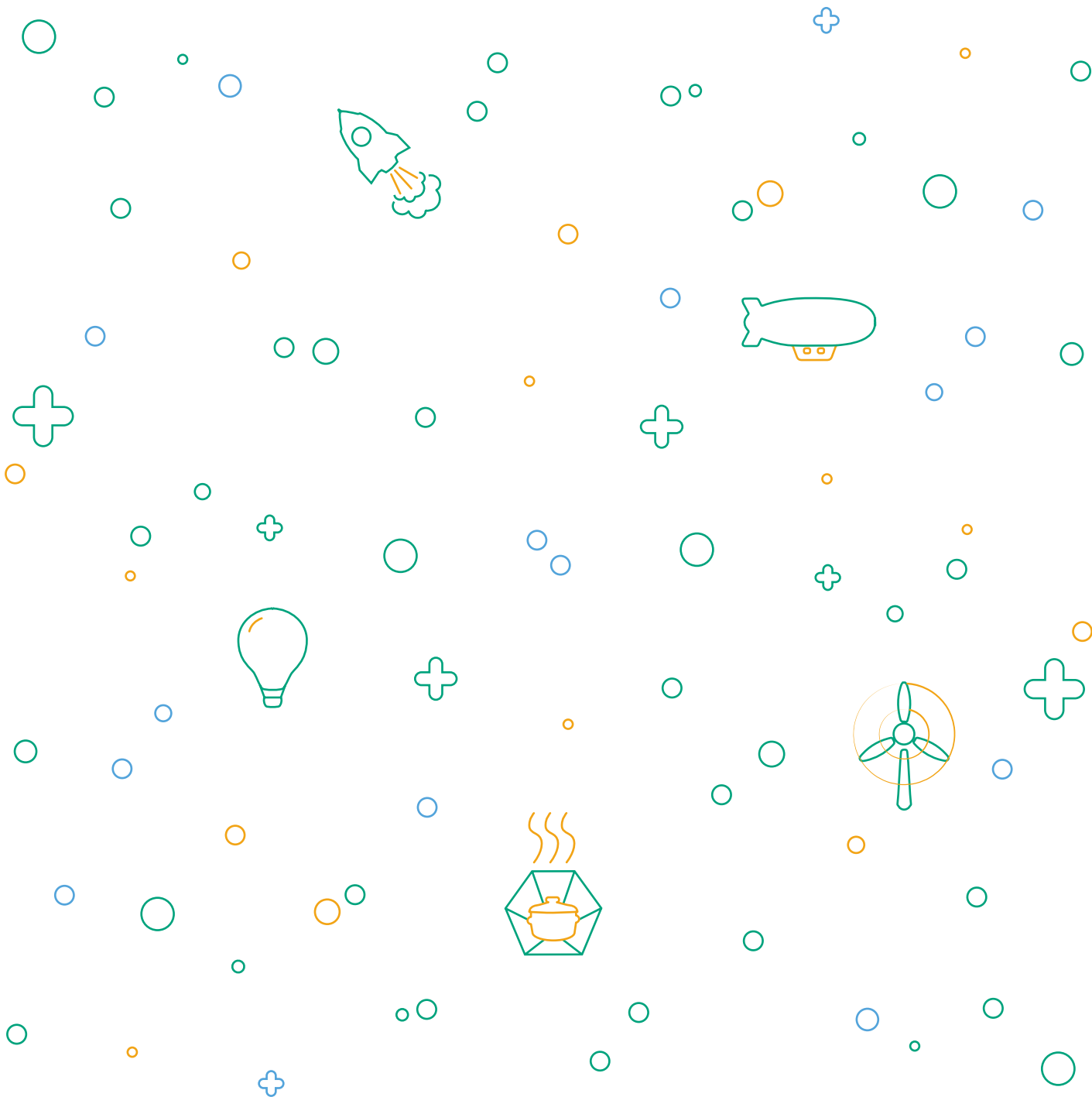
bit.ly/m5stack-aiaredukids

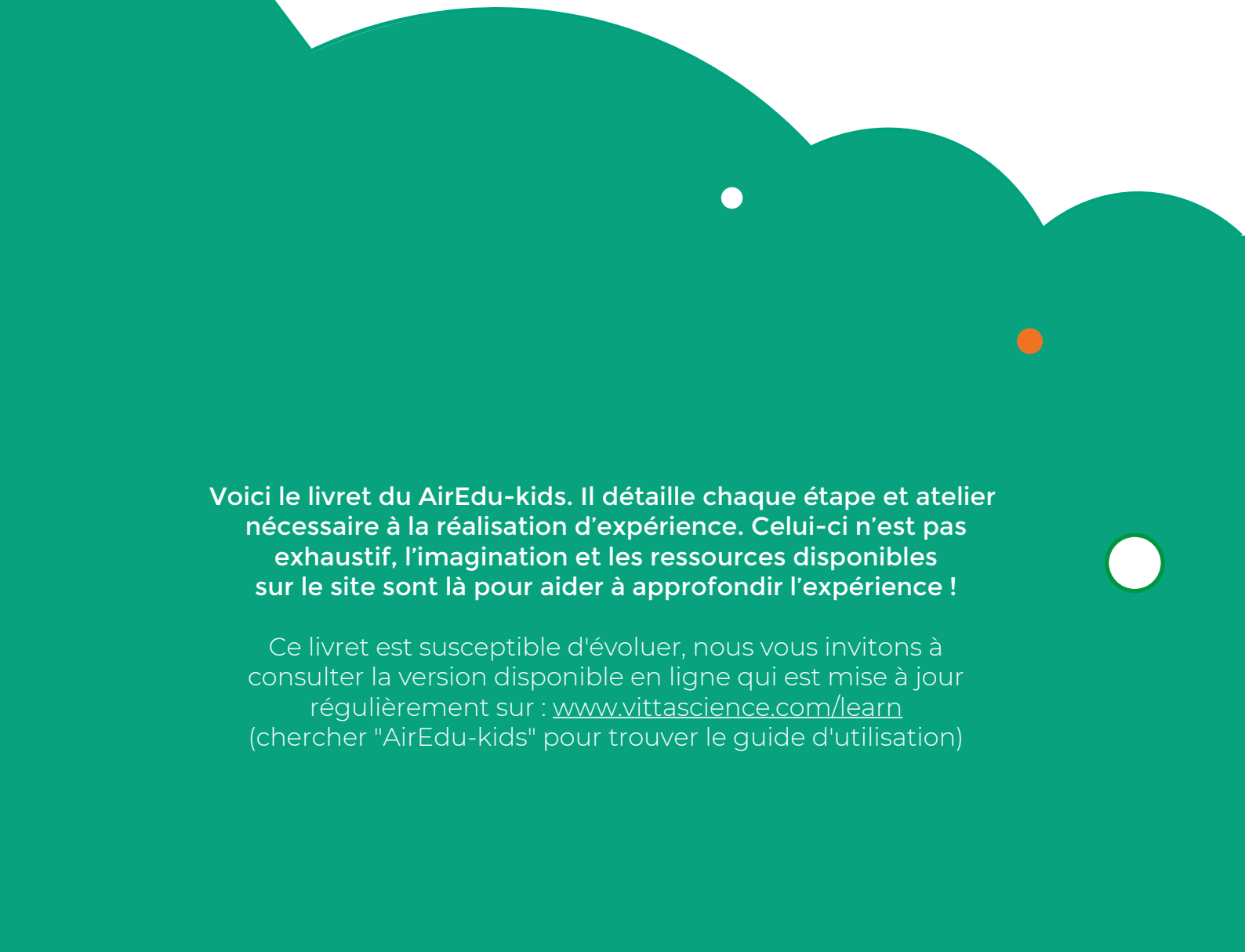
Notes

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Notes

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.





Voici le livret du AirEdu-kids. Il détaille chaque étape et atelier nécessaire à la réalisation d'expérience. Celui-ci n'est pas exhaustif, l'imagination et les ressources disponibles sur le site sont là pour aider à approfondir l'expérience !

Ce livret est susceptible d'évoluer, nous vous invitons à consulter la version disponible en ligne qui est mise à jour régulièrement sur : www.vittascience.com/learn (chercher "AirEdu-kids" pour trouver le guide d'utilisation)