



Innovative Project

SKIKER HICHAM

Ce projet fut réalisé à l'aide de LTspice et KIKAD, notre objectif c'est rendre un capteur normal, vers un capteur intelligent dans le cadre de l'enseignement "Microcontrôleurs et Open-Source Hardware" de la 5e année "Innovative Smart Systems" à l'INSA de Toulouse. A l'aide d'un shield Arduino permettant, une fois couplé à un Arduino UNO, de collecter les valeurs issues d'un capteur de gaz, et de les partager sur le réseau TTN (The Things Network) via une puce LoRa.

Le : 27/01/2021

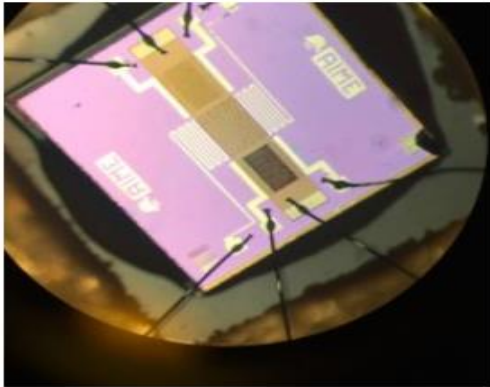
Agenda :

1. Réalisation du capteur de gaz
2. Introduction
3. Processus pour conception KIKAD
4. Réalisation du PCB
 - i. Schématique
 - a. Capteur de gaz
 - b. Etage amplificateur
 - c. Radio Lora
 - d. Connexion Arduino
 - ii. PCB
 - iii. Vue 3D
5. Amélioration possible
 - Shield Capteur de gaz



6. Conclusion

1-Réalisation du capteur de gaz



Notre capteur de gaz dans le laboratoire AIME

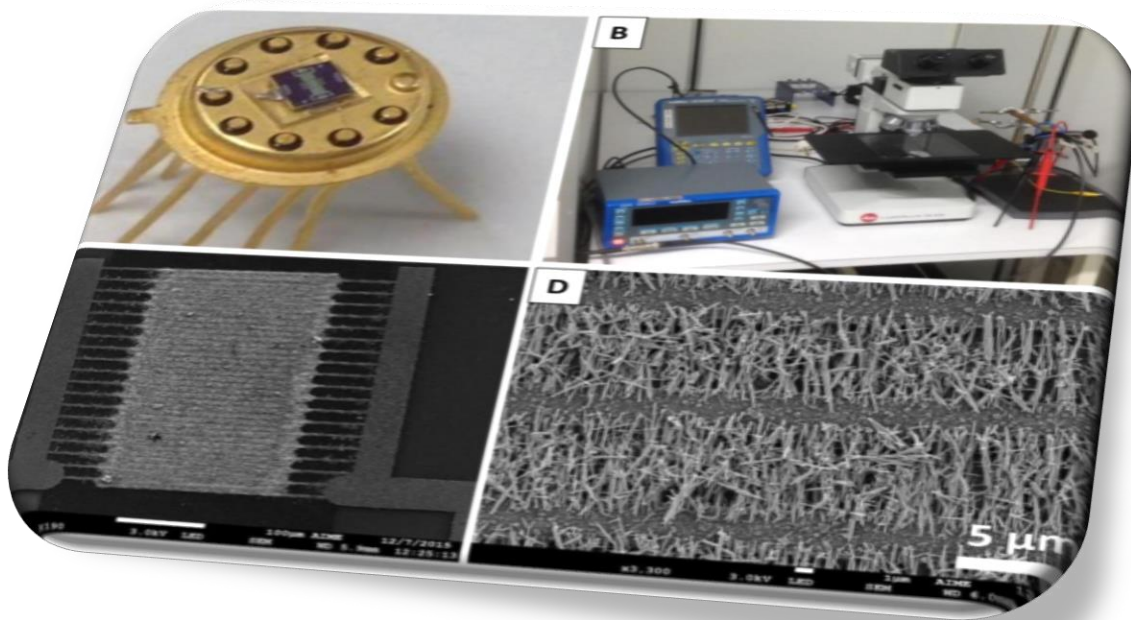


Fig.1. Capteurs chimiques : (A) montage des puces sur boîtier T05.

(B) Banc de dépôt des nanoparticules par di électrophorèse.

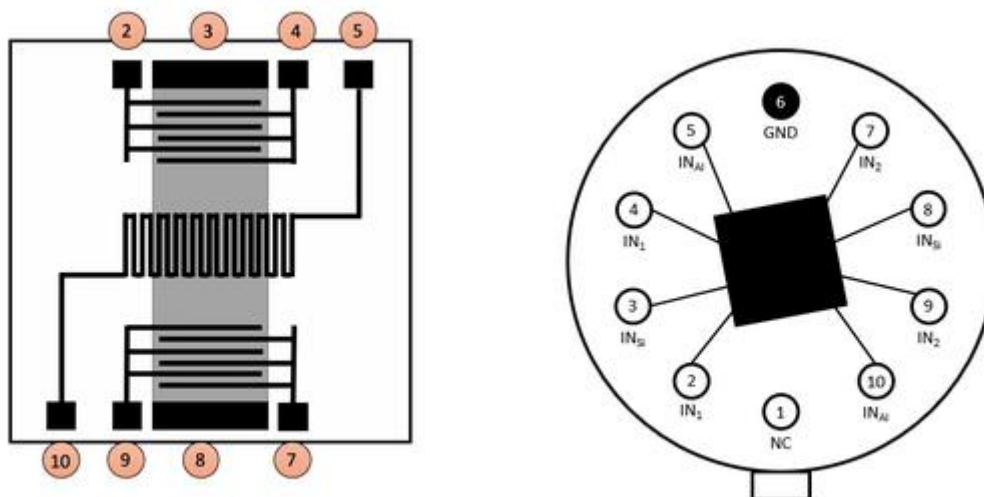
Microscopie électronique (SEM-FEG) des capteurs après intégration des nano fils de WO₃ à faible (C), et à fort grossissements (D).

Nous avons réalisé un capteur de gaz à l'AIME composé de nanoparticules de tungstène.

Le capteur est réalisé en salle blanche à l'AIME. Durant un stage de 4 jour. Une première étape consiste à réaliser la plateforme en Si comprenant une résistance chauffante en poly silicium au-dessus de laquelle sont déposées des peignes inter digités de Pt. Une deuxième étape consiste à élaborer des nano-fils de WO₃. La synthèse se fait en milieu aqueux par une méthode classique de condensation. Ces nano fils qui constitueront la couche sensible sont déposés par di

électrophorèse. Ce procédé permet de localiser les nano fils au sein de peignes inter digités. Après montage en boîtier, ces dispositifs électriques sont testés en tant que capteurs de gaz (figure 1). Les mesures sont réalisées avec différents gaz. La température de l'échantillon est contrôlée par l'intensité du courant traversant la résistance chauffante. Les gaz choisis sont l'ammoniac et l'éthanol, à des concentrations de 1000 ppm dans l'air synthétique.

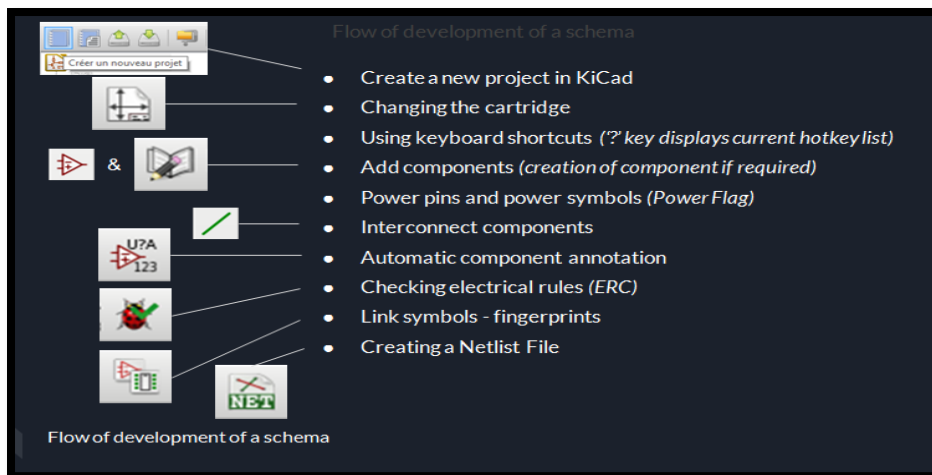
Le capteur a 10 broches mais nous ne les utilisons pas toutes.



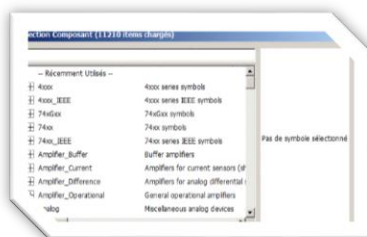
Pin Number	Usage
1/6	Temperature sensor(Aluminium resistor)
2/4	Gas sensor(WO3 nanoparticles)
3/8	polysilicon resistor
7/9	Gas sensor(WO3 nanoparticles)
5/10	Not connected

2-Introduction :

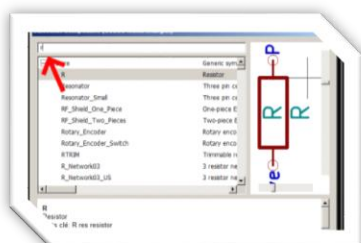
Introduction les étapes de conception une carte électronique :



1-je clique sur l'icône de Eeschema



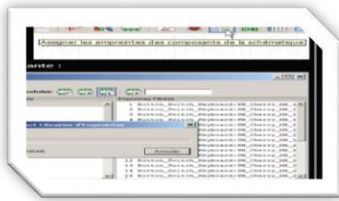
2-Apres démarrer la librairie composants



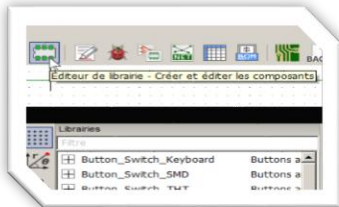
3-Sélection composants



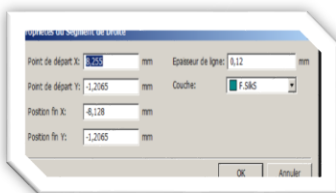
4-Tester les erreurs



5- Associer les empreintes des composants



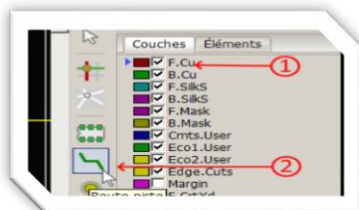
6- Editer la laibrairie



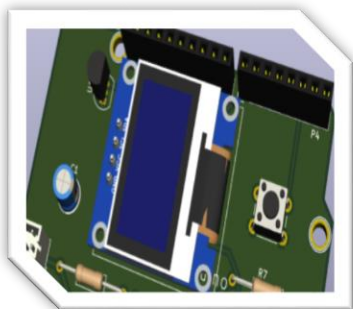
7- Génération de la Netliste



8- Lancement de PcbNew

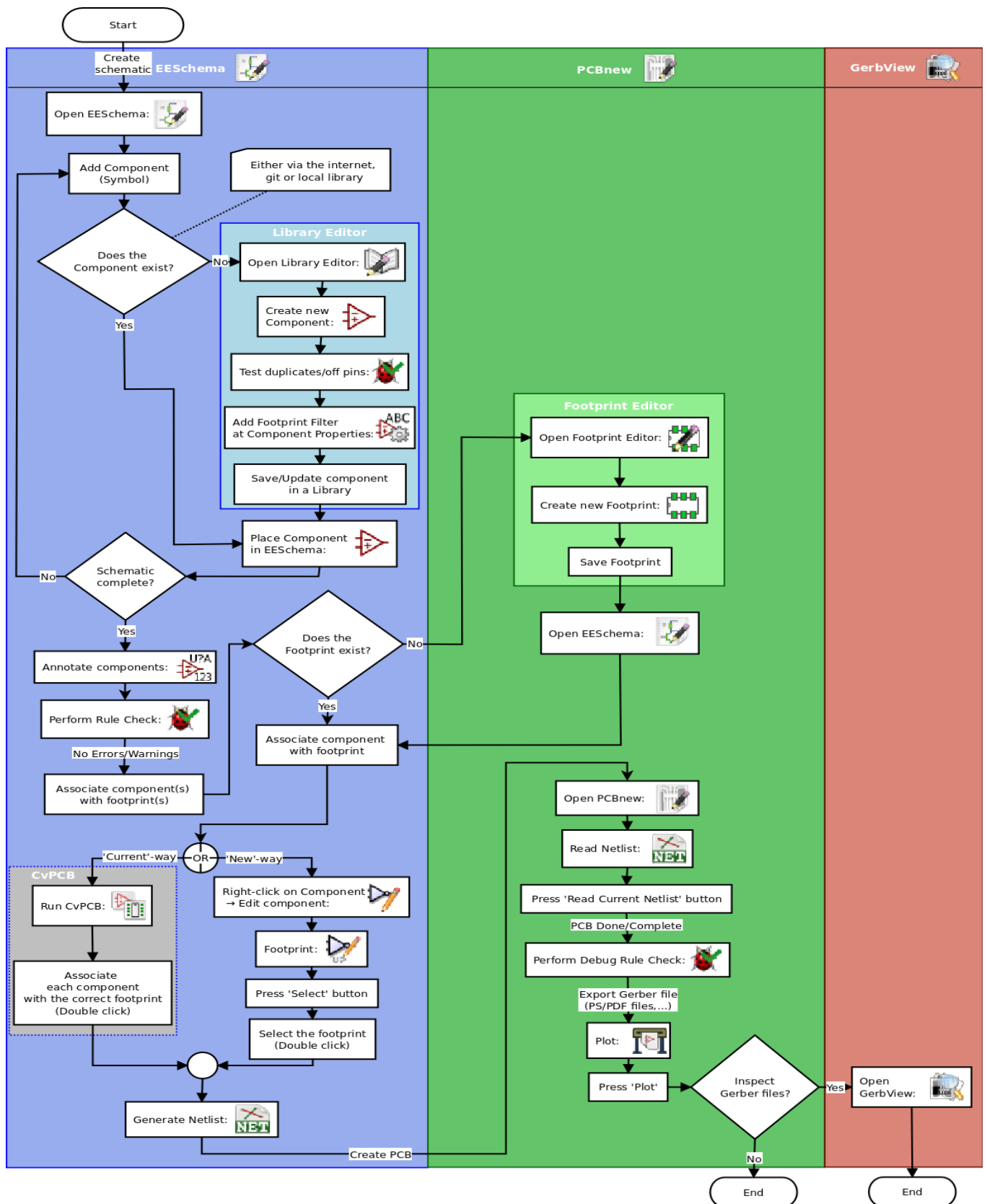


9- Ensuite, il faut (1) désigner la couche cuivre sur laquelle on va dessiner, F.Cu (front) ou B.Cu (bottom) et (2) cliquer sur le bouton Route piste (sic)



10- Conception electronique carte 3D .

3-Le processus étapes nécessaires :



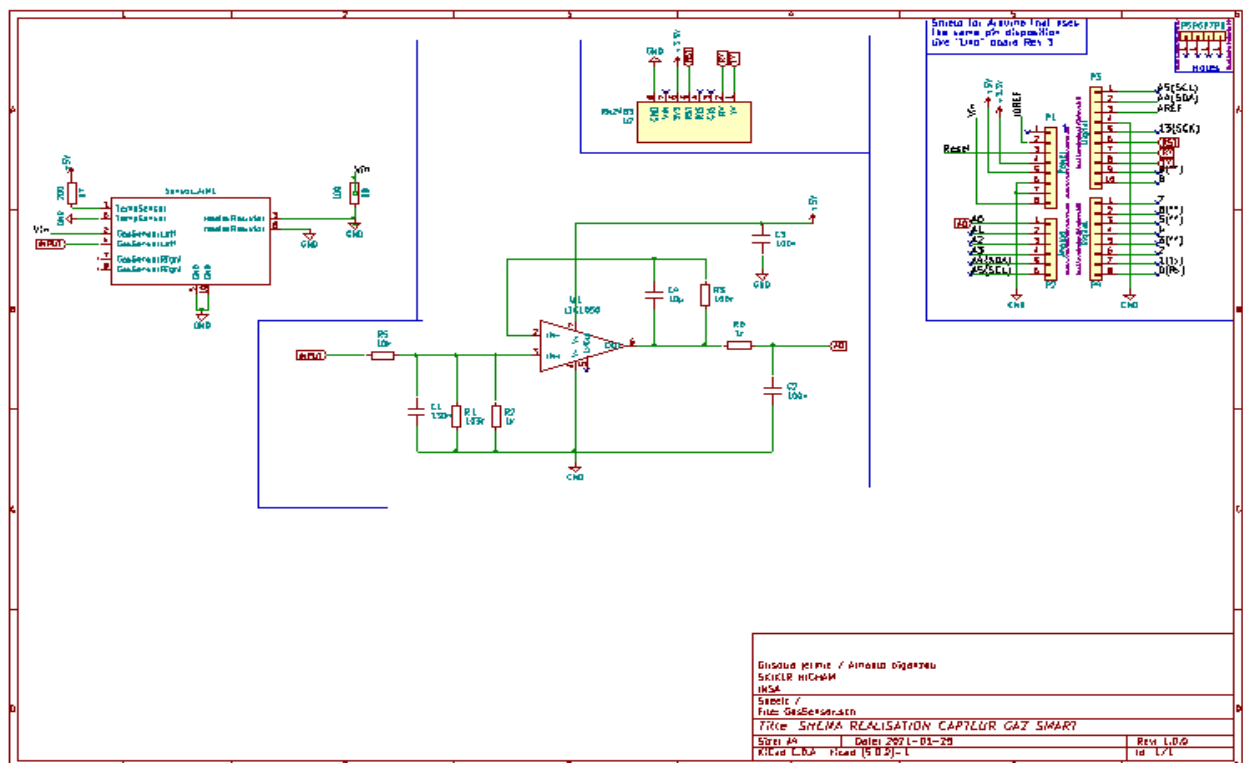
4-Réalisation du PCB

Schématique

Dans un second temps, j'ai réalisé un projet qui visait à développer un module LoRa permettant de récupérer les valeurs de Gaz ambiant et les stocker sur une plateforme cloud "The think Network"

J'ai donc dû interfacer l'antenne lora et surtout le capteur de gaz avec l'arduino uno.

Pour cela j'ai implémenté un montage ampli transimpédance 2 étages 1,1v en sortie pour 110nA en entrée dont le rôle est de filtrer le bruit et ainsi extraire toute l'information utile du capteur sans perturbation. Ci-dessous, le schéma d'acquisition de la donnée collectée par le capteur de Gaz.



Le schéma est composé de 4 parties:

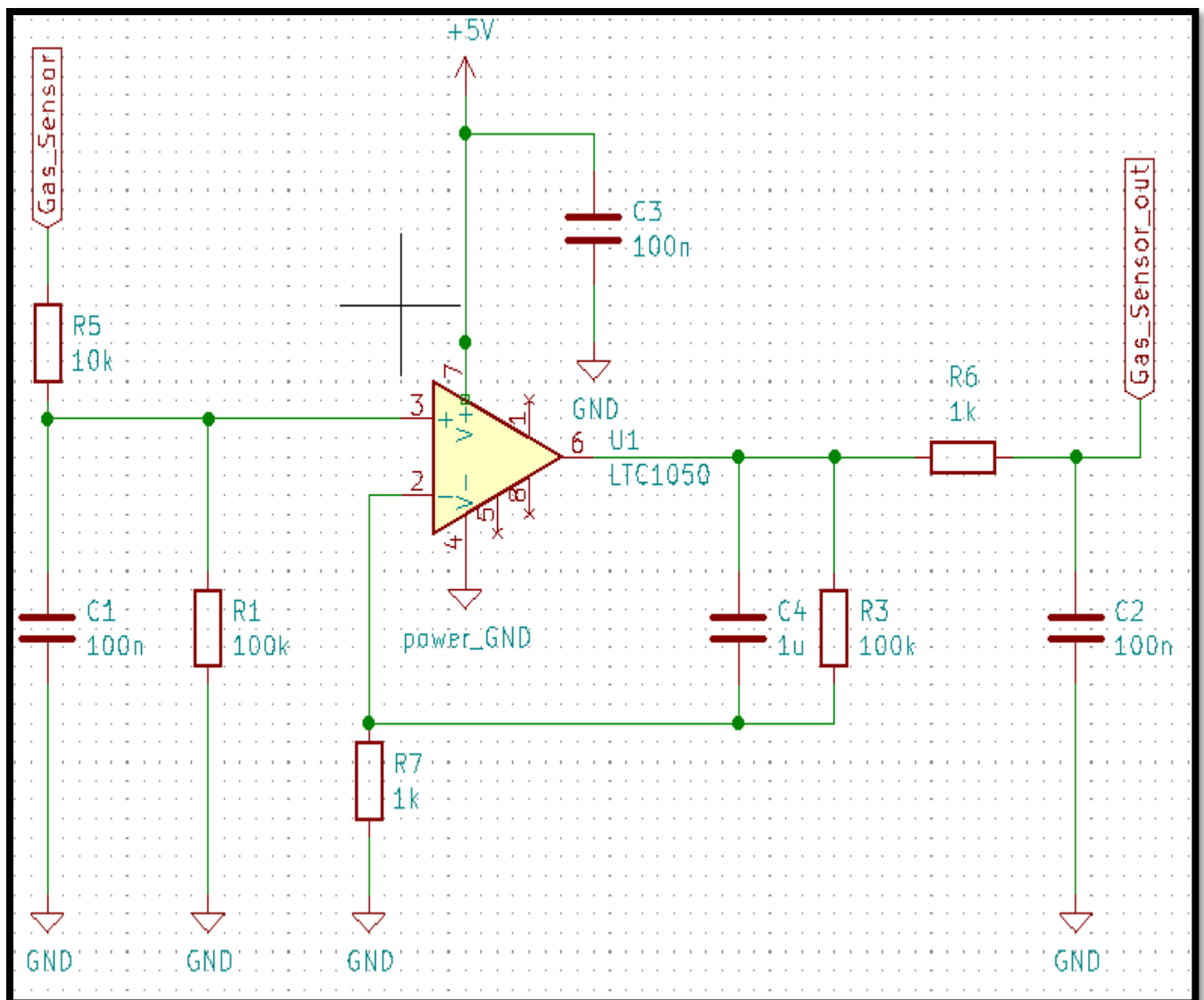
1. L'étage de l'amplificateur (en bas)
2. La puce radio Lora Tx (en haut à droite)
3. La connexion Arduino (en haut à droite)
4. La connexion du capteur de gaz (en milieu)

a-Capteur de gaz

J'ai connecté la sortie du capteur de gaz.

b-Etage amplificateur

Les propriétés électriques de ces capteurs montrent que leurs impédances varient de quelques $k\Omega$ à plusieurs centaines de $M\Omega$ selon les conditions d'élaboration. Ces fortes impédances imposent l'utilisation d'un étage d'adaptation d'impédance en vue d'une mesure sur une entrée analogique d'un Arduino UNO optimisée pour $\sim 10 k\Omega$. Notre choix s'est porté sur un étage d'adaptation d'impédance à base d'un amplificateur opérationnel (AOP) très performant et bas coût (quelques euros).

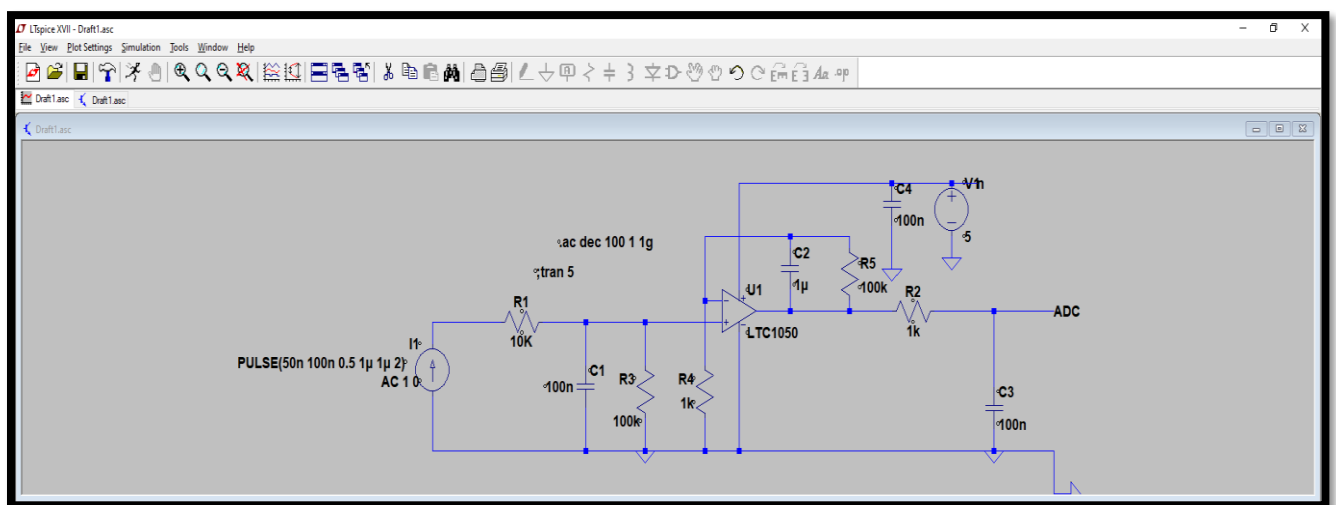


Cet étage est composé de plusieurs filtres et d'un amplificateur opérationnel. Le rôle de cette étape est de filtrer et d'amplifier le signal avant la conversion analogique-numérique de l'Arduino.

Nous avons utilisé le logiciel LTSpice afin de simuler ce circuit analogique. Ce simulateur nous permet de créer tous les schémas que nous voulons et de les simuler avec différents paramètres. Par exemple, nous pouvons tracer le diagramme de bode d'un circuit afin de trouver sa fréquence de coupure.

Le circuit est composé d'un amplificateur d'instrumentation, réalisé en AOP (LTC1050), d'une carte Arduino Uno et d'un blindage permettant la connexion avec le module LoRa (RN2483). L'amplificateur d'instrumentation collecte les données du capteur de gaz, les amplifie pour les rendre lisibles et les transmet sur la broche analogique A0. La broche A0 a été choisie au hasard, nous pourrions donc également utiliser les autres broches analogiques. Le capteur de gaz est alimenté par 3,3V. Le signal du capteur est filtré avec un circuit RC puis amplifié (d'environ 100 dans ce cas). La sortie de l'AOP est également filtrée avec un autre circuit RC. L'alimentation de l'AOP (5V) peut introduire du bruit,

Le premier objectif était d'avoir une amplification. Pour cela, nous utilisons un amplificateur opérationnel: le LTC1050. C'est un amplificateur de "précision zéro dérive" avec un faible bruit et peut être alimenté par une entrée 5V. Le but était d'avoir une sortie de 1,1 V pour une entrée de 110 nA. Comme on peut le voir sur la capture d'écran ci-dessous de LTSpice, l'objectif est atteint.



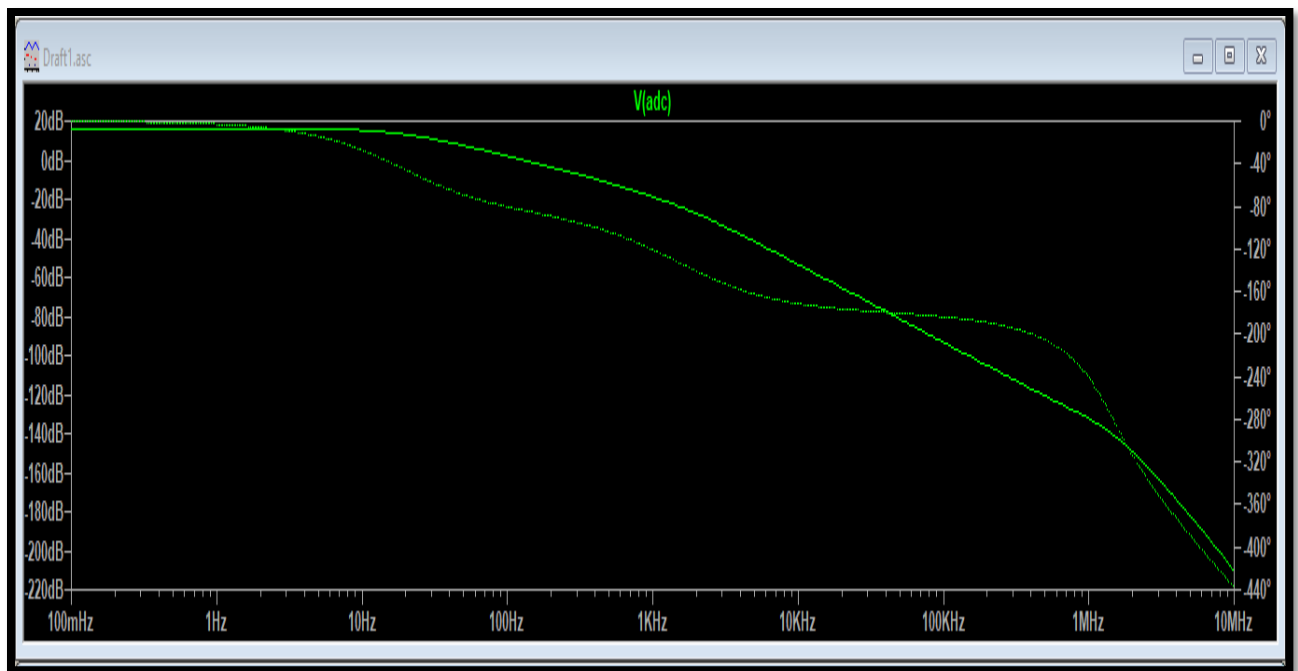


Nous voulons mesurer le courant d'entrée dans le système. Comme le courant d'entrée d'un amplificateur idéal est nul, tout le courant ira dans la résistance R2 de 100 k Ω . Donc, l'entrée de l'amplificateur que nous voulons obtenir est la tension de la résistance R2. Par exemple, avec 110 nA, la tension sera de 11 mV. Et comme nous voulons une sortie de 1,1V, l'amplification devrait être de 100.

Comme l'assemblage expérimental n'est pas inverseur, le gain peut être réglé avec des résistances R3 et R5. Le gain est de $1 + R5 / R3$. Donc pour obtenir un gain de 100, on peut choisir R5 = 100k Ω et R3 = 1k Ω .

Le deuxième objectif du système est de filtrer le signal pour réduire le bruit. Pour cela, nous utilisons 3 filtres différents. Le premier est un simple filtre passe-bas RC avec une fréquence de coupure de $1 / (2 * \pi * R1 * C1)$ et filtre le courant d'entrée. Le deuxième filtre est un filtre actif avec C3 et R5 qui est utilisé avec l'amplificateur et le dernier filtre est un filtre passe-bas avec R4 et C2 qui filtrent la tension de sortie. Le condensateur C4 est là pour filtrer le bruit de l'alimentation.

Sur la capture d'écran ci-dessous, nous pouvons voir le diagramme de Bode du circuit.



c- Radio Lora :

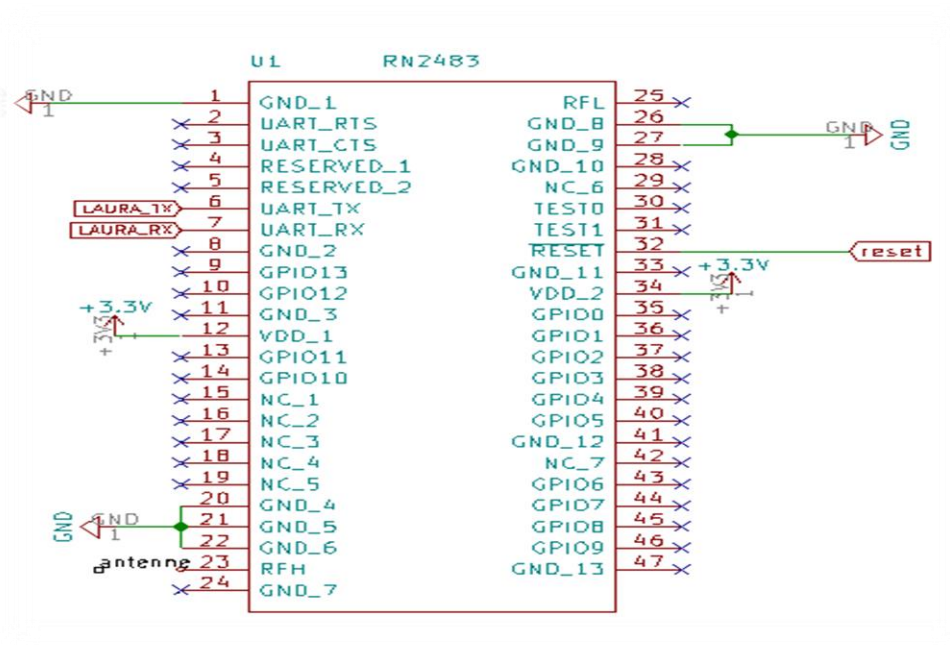
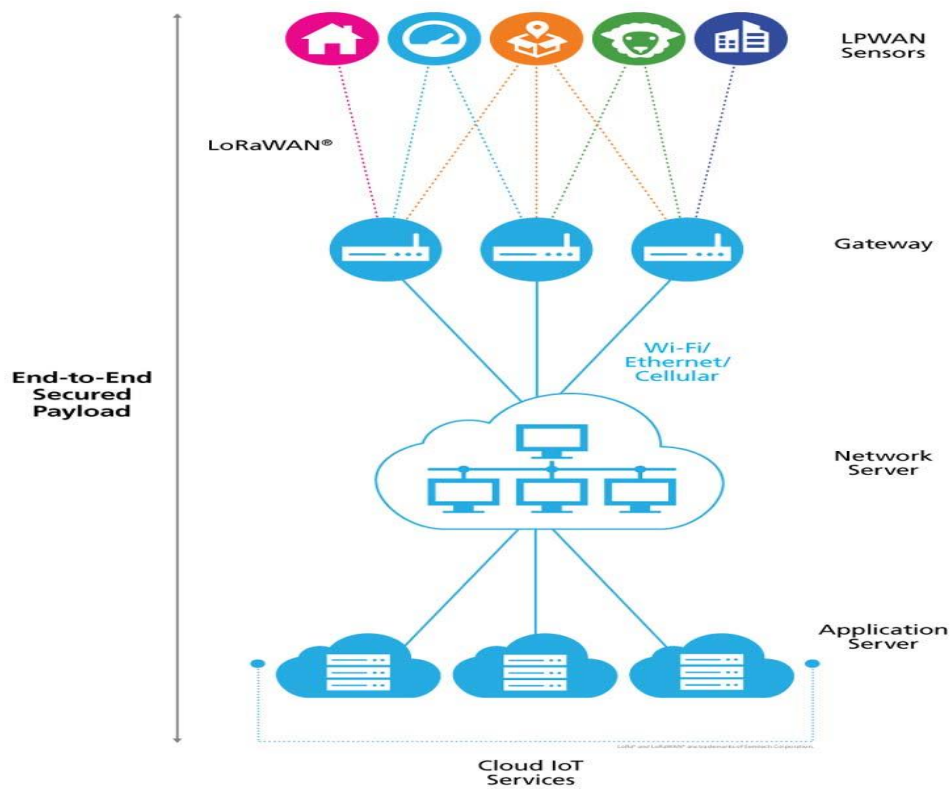
Qu'est-ce que LoRa?

LoRa (Long Range) est une technologie sans fil qui offre une transmission de données longue portée, faible consommation et sécurisée pour les applications M2M (Machine to Machine) et IoT. LoRa est une technologie de modulation à spectre étalé dérivée de la technologie à spectre étalé chirp (CSS). LoRa peut être utilisé pour connecter des capteurs, des passerelles, des machines, des appareils, etc. sans fil.

LoRa a été introduit par une société appelée Semtech. LoRa Technologies fonctionne dans différentes bandes de fréquences dans différents pays: aux États-Unis, il fonctionne dans la bande 915 MHz, en Europe, il fonctionne dans la bande 868 MHz et en Asie, il fonctionne dans la bande 865 à 867 MHz, 920 à 923 MHz bande.

Le fonctionnement de LoRa ressemble plus à une communication cellulaire. Le schéma de principe de communication LoRa est illustré ci-dessous. Le signal d'un nœud LoRa se déplace vers un autre nœud via une passerelle LoRa. Le serveur réseau reçoit le signal de la passerelle LoRa et l'envoie à l'utilisateur final via le serveur d'applications.

Selon les informations officielles, LoRa peut atteindre une distance de 715 km lorsqu'il n'y a pas d'obstacle entre le nœud et la passerelle.

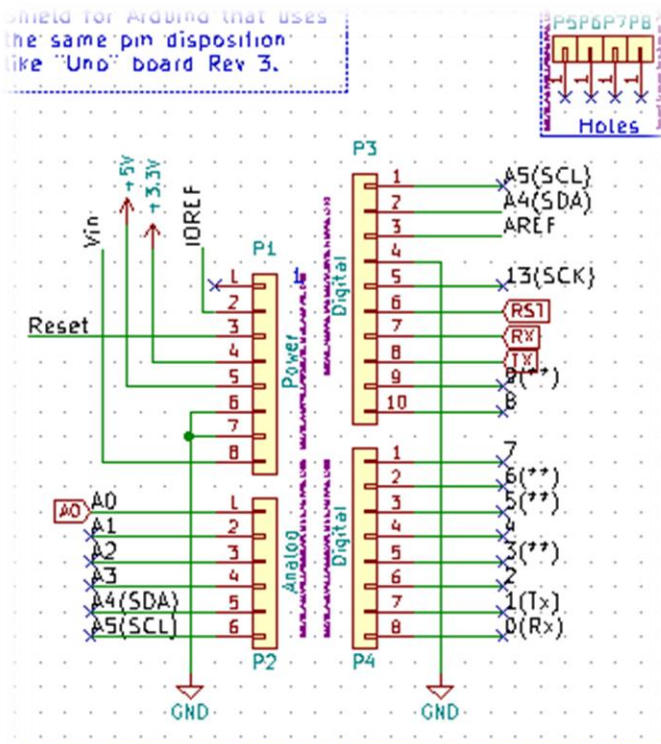


Nous n'avons connecté que la broche que nous utilisons sur la radio Lora:

- Réinitialiser
- RX
- TX

- Antenne
- 3,3 V
- Sol

d-Connexion Arduino



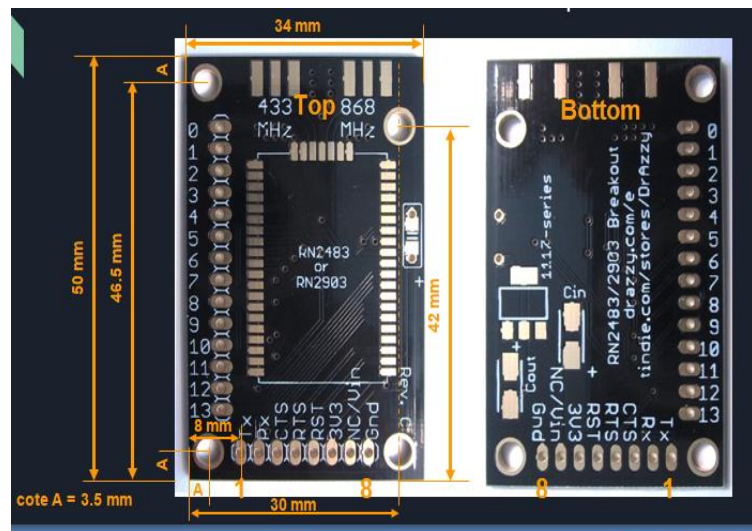
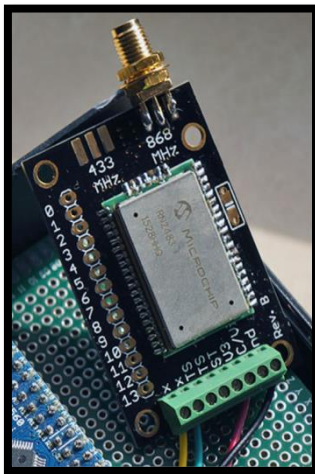
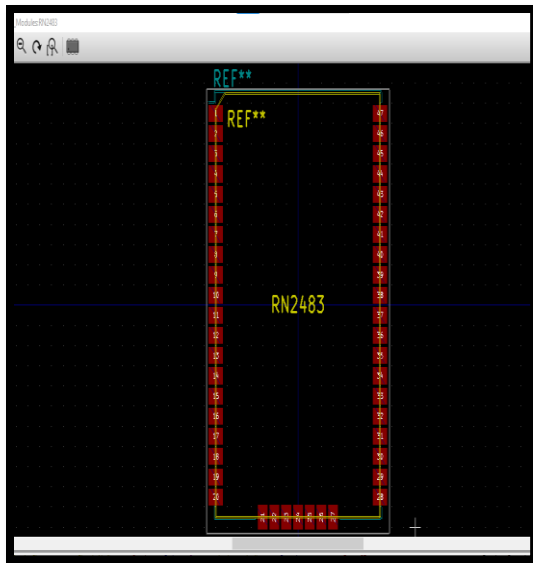
Ce schéma a été créé automatiquement par Kicad. Il est composé du connecteur du shield pour la carte Arduino. Nous avons connecté les ports suivants:

- Lora TX
- Lora RX
- Réinitialiser
- Gas_Sensor_Out
- Temp_Sensor

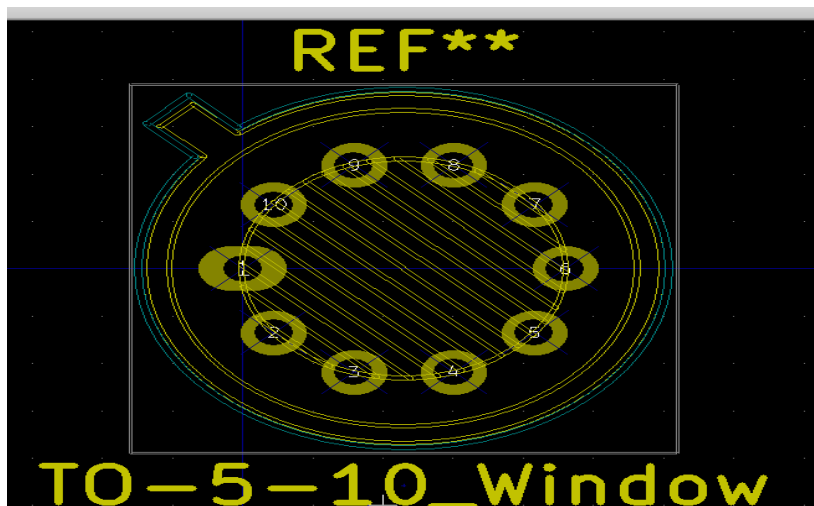
Routage Manuel

Pour ne pas avoir des surprises ,il est important de mesurer les distances entre pins ,cela est possible en se basant sur la datasheet de chaque composant ,pour nous donner une idée sur dimensionnement de conception

RN2483 :



Capteur gaz AIME T05 :

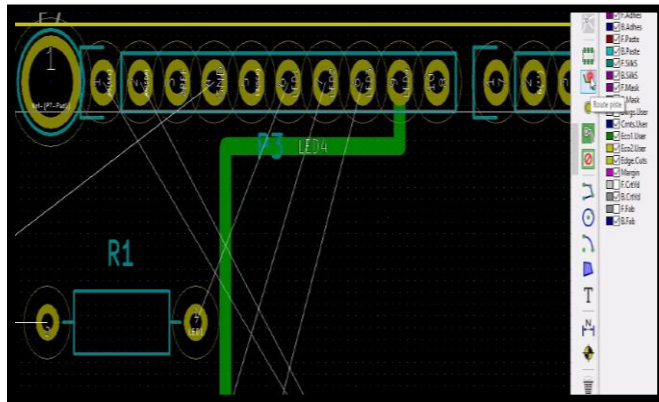


ii-PCB

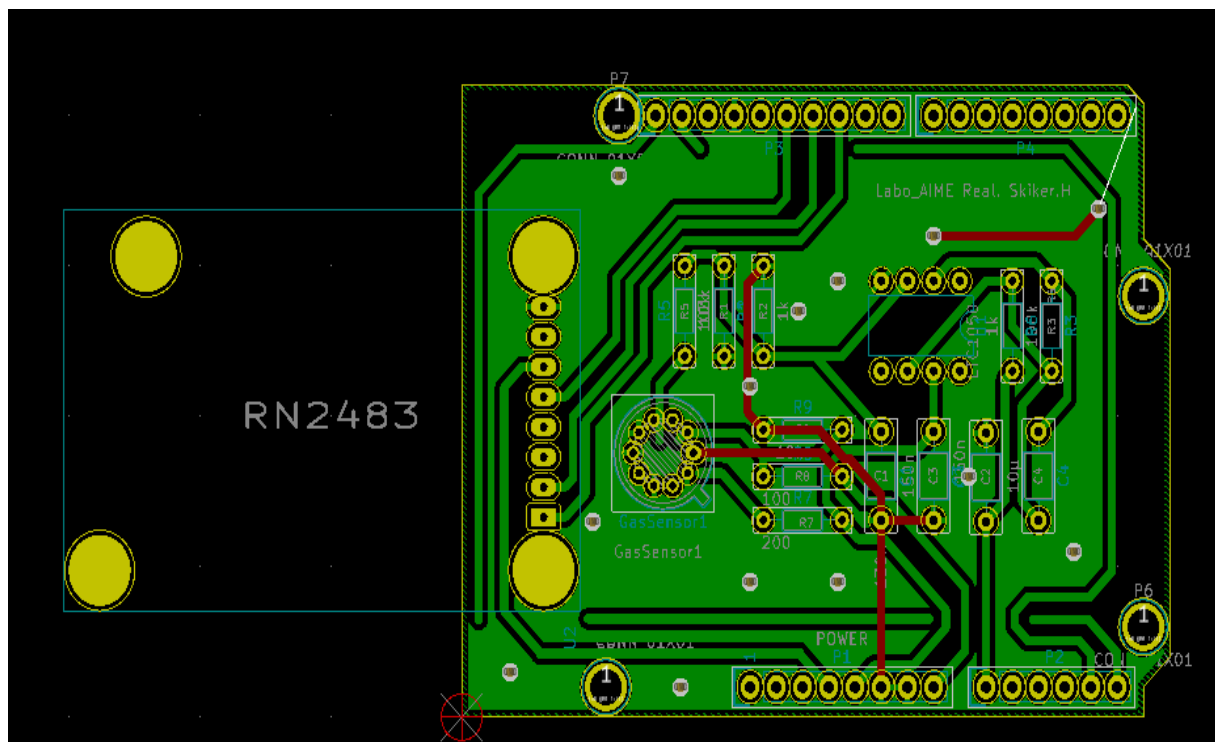
Le PCB a été conçu pour être simple à réaliser et à utiliser.

Les principales caractéristiques sont les suivantes:

- La couche inférieure est reliée au sol (vert)
- La couche de face établit la connexion entre les composants

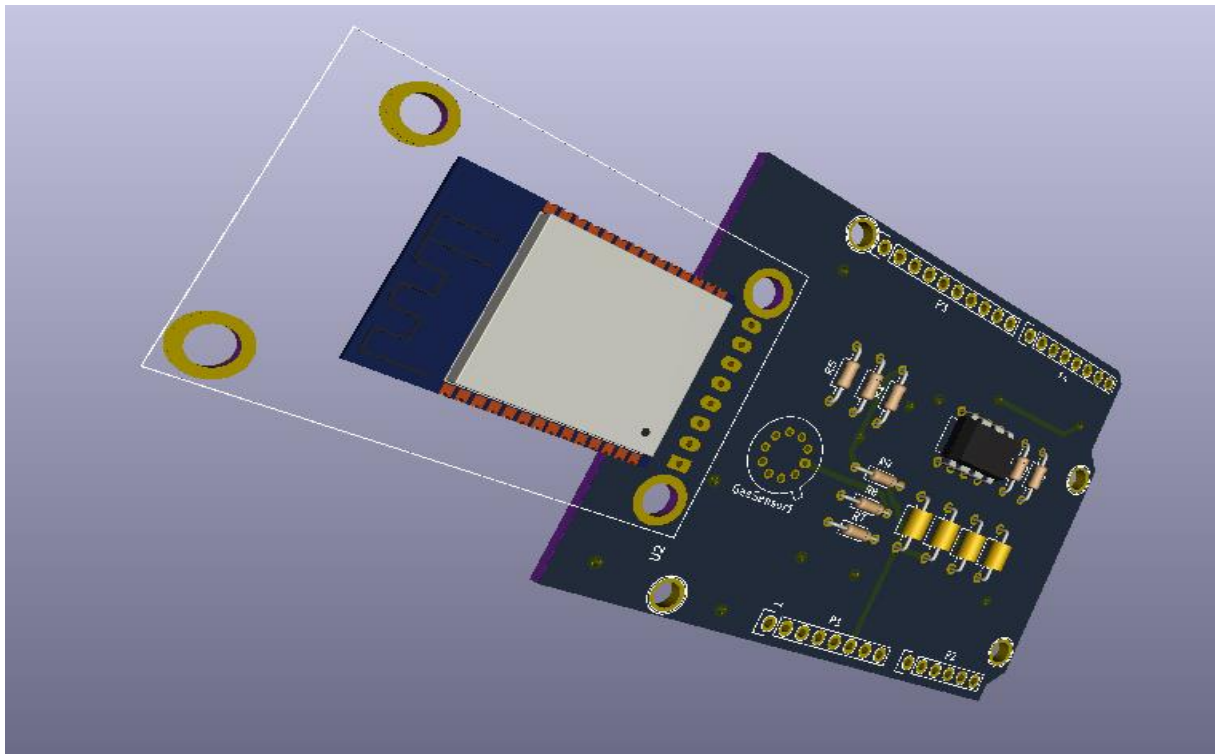


Enfin j'ai pu les router, les connecter comme illustré sur la figure en bas :

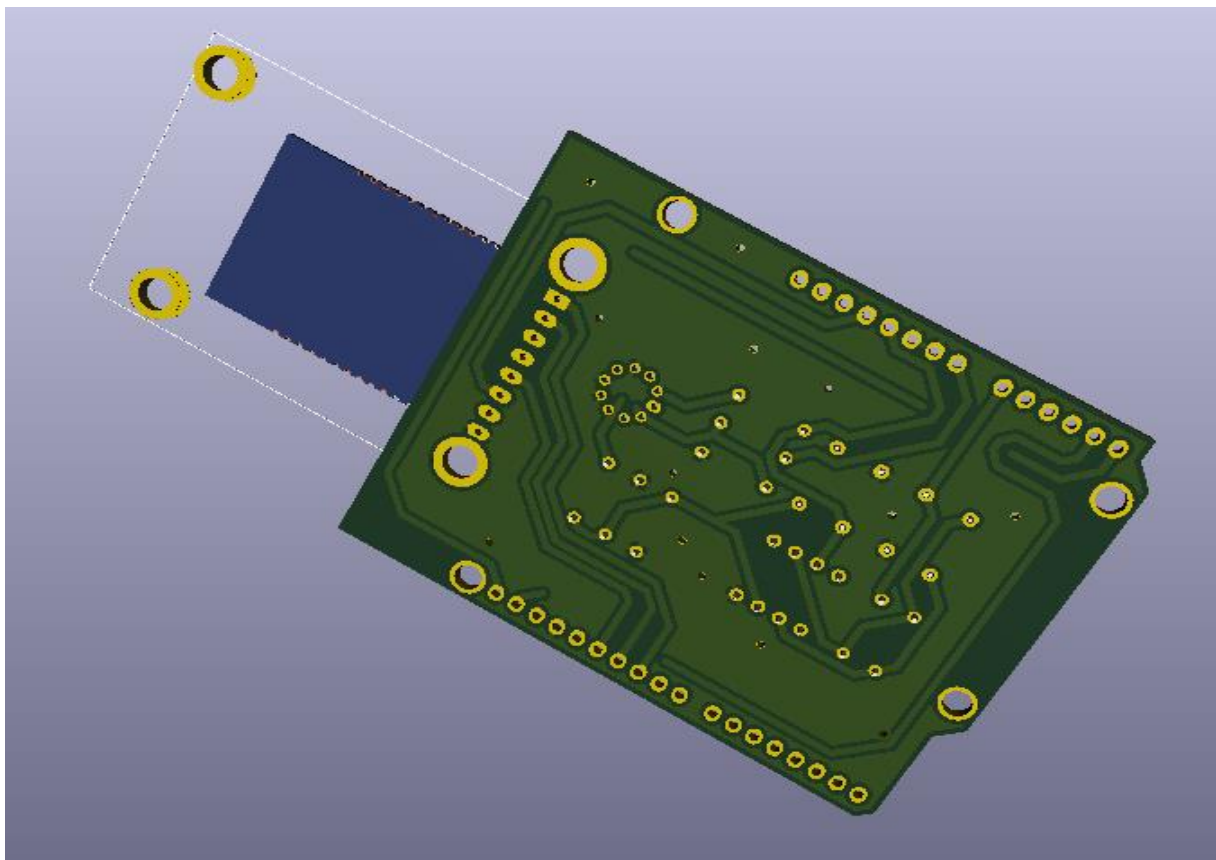


iii-Vue 3D

La vue en face 3D:

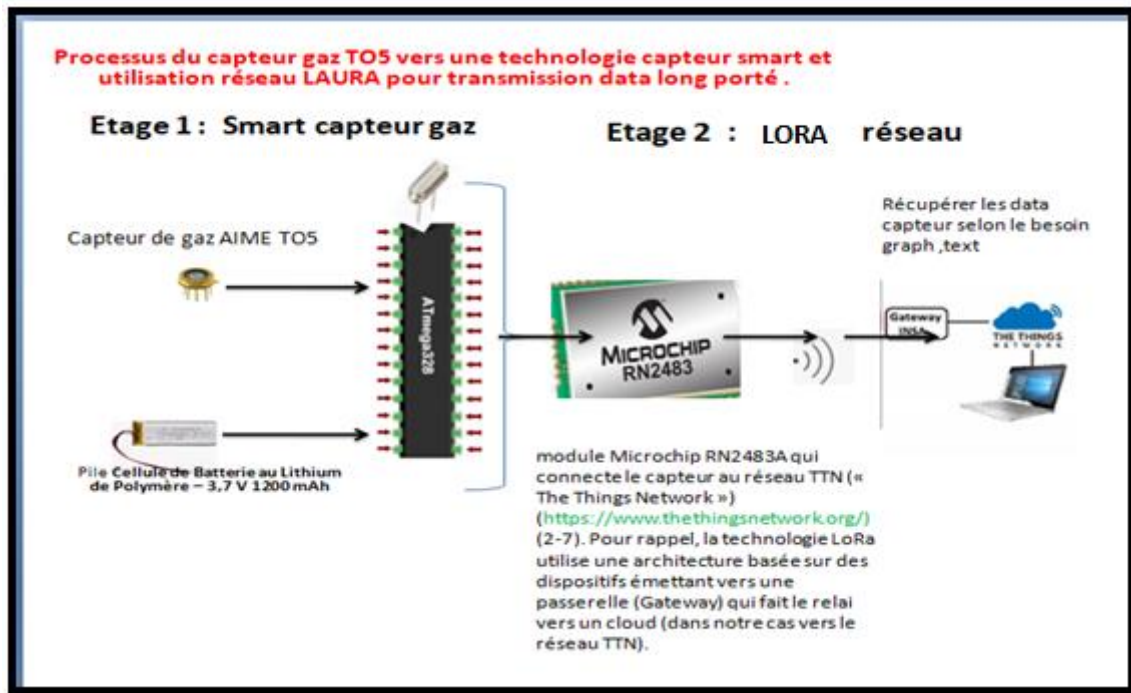


La vue en arrière 3D:



5-Améliorations possibles

L'appareil est un simple module d'acquisition de données. Ensuite dans le projet, programmer ce module LoRa pour pouvoir collecter les données du capteur de gaz. Ces données pourraient être envoyées, par la suite, sur une base de données comme The Things Network pour les analyser et les afficher. Grâce à cette perspective amélioration, je peux être en mesure de suivre l'évolution des concentrations de gaz, à distance et en temps réel. Une autre amélioration pourrait être l'ajout d'une batterie pour rendre l'appareil plus autonome, en effet cela peut donner des inconvénients dans le futur pour la durée de vie de batterie .c'est pour cette raison il faut optimiser la consommation en utilisant le cycle de veille qui permet une grande réduction de la consommation d'énergie et une augmentation de la durée de vie de la batterie.



6-Conclusion

Au cours de ces TP j'ai eu l'occasion de découvrir les nouveaux concepts de conception des cartes électroniques. J'ai également appris à concevoir une carte électronique de bout en bout. Ce module m'a appris à créer un capteur et à lui ajouter une certaine "intelligence" afin qu'il soit autonome et puisse communiquer avec d'autres entités d'un système. Dans ces parties du projet, j'ai travaillé en groupe la partie réalisation capteur gaz en parallèle j'ai bossé sur les deux parties LTspice et KIKAD.