

**université**  
**PARIS-SACLAY**

**GRADUATE SCHOOL**  
**Chimie**

# **TP-Projets FAUCON**

Journées d'Innovation et de Recherche en Enseignement de la Chimie 2024

# Motivations de la démarche

## Profil des étudiants (M2) :

- ✓ Partie théorique conséquente
- ✓ Partie pratique importante (TP de chimie, stages, projets, travail de groupe) mais essentiellement **disciplinaire**
- ✓ Place laissée à l'**expérimentation libre** assez limitée (coût, sécurité, etc.)

## Après le M2 ?

- Doctorat (suite logique des Masters à finalité Recherche)
- Vie active

**Objectif** ➡ Créer un espace d'**expérimentation**, de réalisation **pluridisciplinaire**, permettant d'enrichir le portefeuille de compétences des étudiants

# Projet FAUCON : FABRIQUER UN CAPTEUR OPÉRATIONNEL

## IUPAC definition of a chemical sensor:

“ a device that transforms chemical information, ranging from the concentration of a specific sample component to total composition analysis, into an analytically useful signal ”

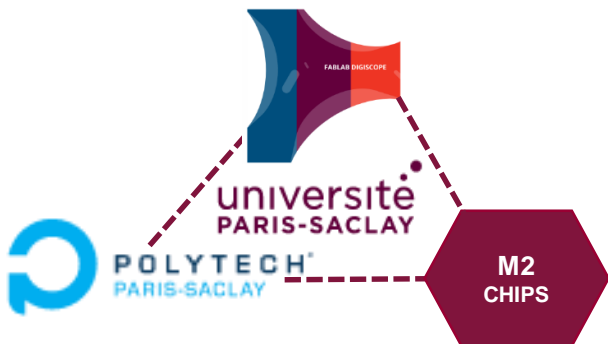
➔ Définition très large, qui englobe **l'ensemble la chaîne de mesure**

**Objectif:** Concevoir, seul ou en groupe, un capteur, et aller jusqu'à son intégration dans un dispositif complet et fonctionnel.

# TP-Projets FAUCON

## Fabriquer Un Capteur Opérationnel

Soutiens : AAP Innovation Pédagogique Paris-Saclay, GS Chimie Paris-Saclay



Pour qui ?

M2 CHIPS: Chimie Inorganique Physique et du Solide  
Etudiants 4<sup>e</sup> année Polytech sp  électronique/photonique

13  tudiants  
sur 2 ans

Pour quoi faire ?

- Réalisation au **Fablab UPSaclay**
- Problématique de R&D, pluridisciplinaire

Organisation

**Format** : 50h (3h les jeudis matins sur 16 semaines).

**Lieu** : FABLAB UPSaclay

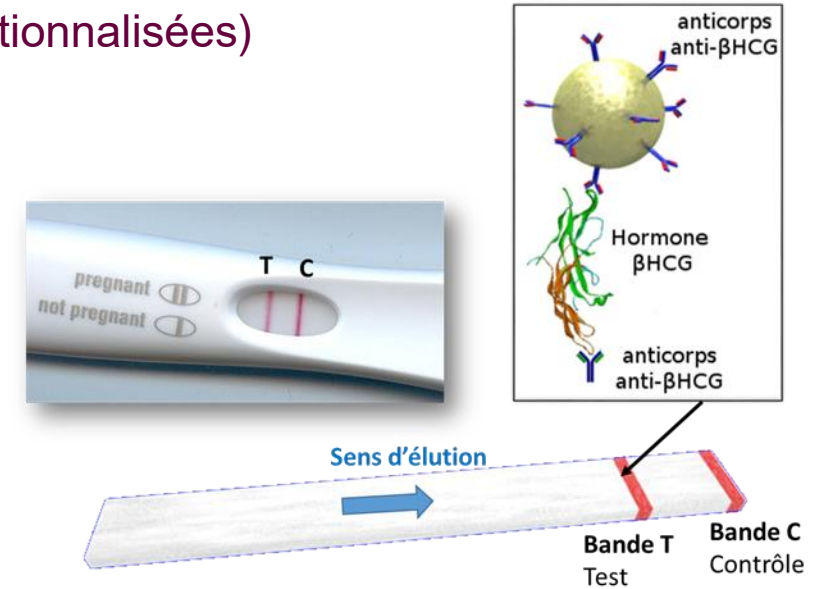
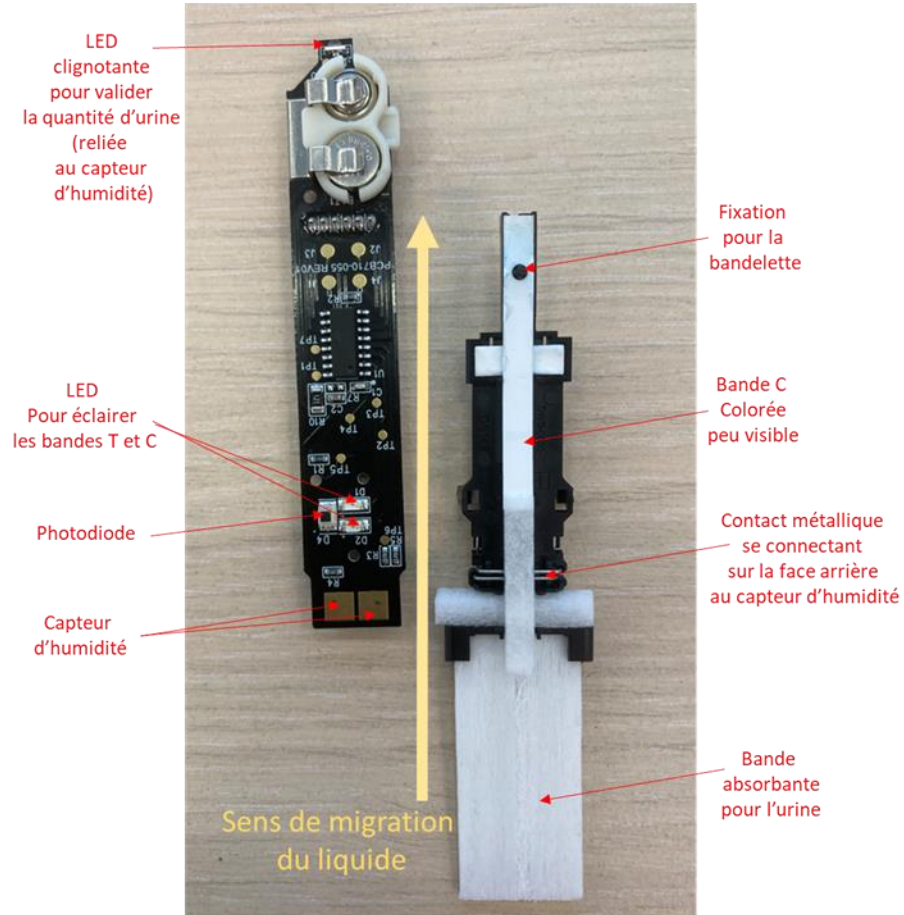
**Enseignants**: - 2 enseignants chimistes : Caroline Cannizzo (Univ Evry) et Rachel M allet (Univ-Paris Saclay)  
- 1 instructeur Fablab: Romain di Vozzo (directeur Fablab)



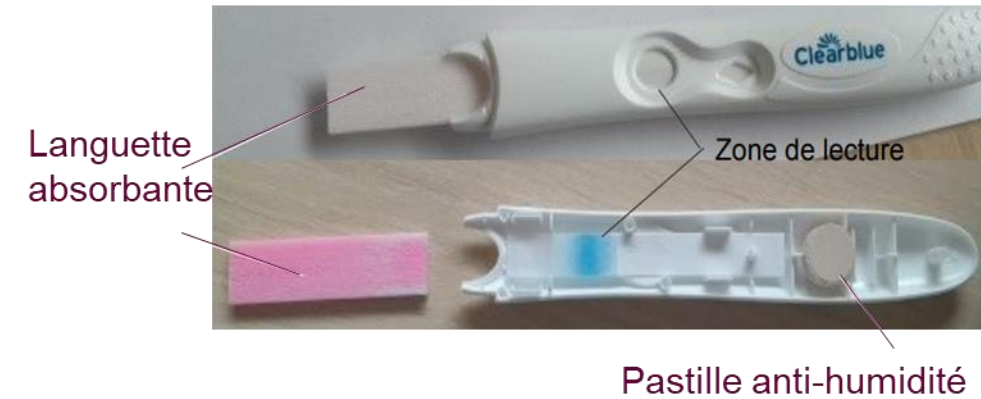
# Introduction / Rétroingéniering

Ex. Test de grossesse: détection des hormones  $\beta$ -HCG (nanoparticules d'or fonctionnalisées)

## Test Electronique



## Test Classique



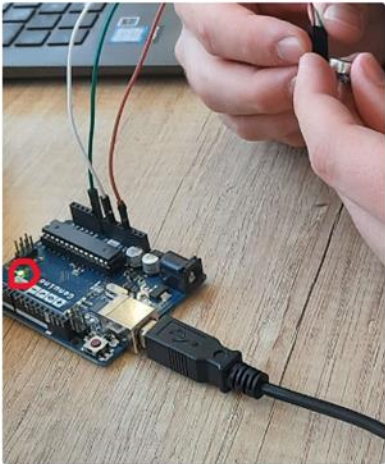
# Prise en main des différents outils (Software / Hardware)

## Reproduction de circuits imposés

```
void setup() {  
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  if (abs(analogRead(brocheMicro) - silence) > sensibilite) {  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);  
    delay(300);  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);  
  }  
}
```

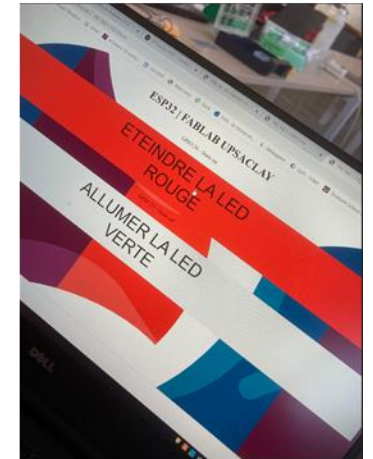
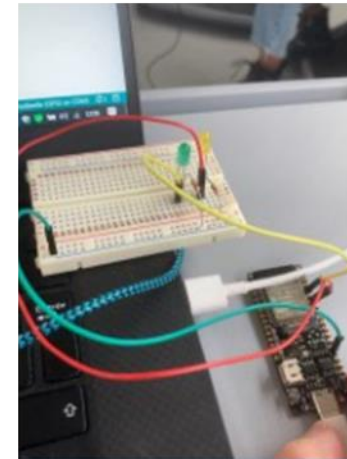
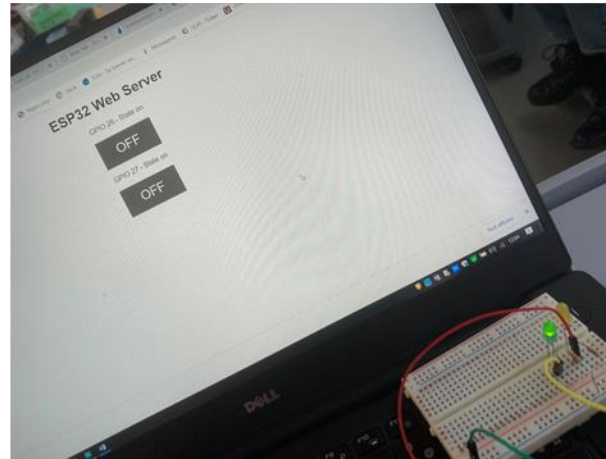
source : <https://electroniqueamateur.blogspot.com/2020/12/microphone-amplifie-max4466-et-arduino.html>

→ résultats : La LED s'allume bien lorsque l'on parle dans le micro et en fonction de la valeur que l'on indique après "sensibilité", il faut parler plus ou moins fort pour que la LED s'allume. Plus la valeur de la sensibilité est élevée et plus il faut parler fort pour que la LED s'allume.



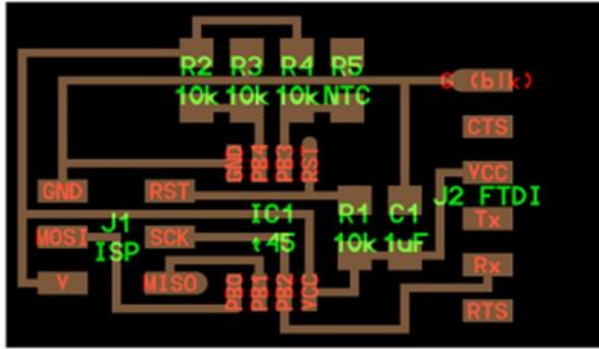
La LED est bien allumée lorsque que l'on parle dans le micro

## Communication distante/sans-fil



# Prise en main des différents outils (Software / Hardware)

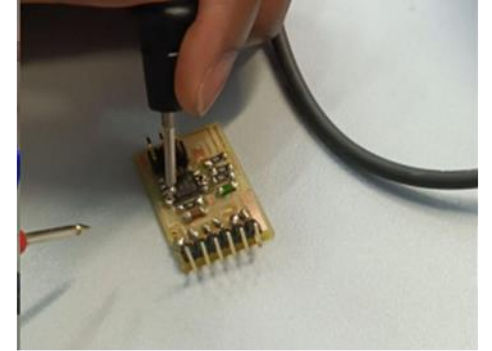
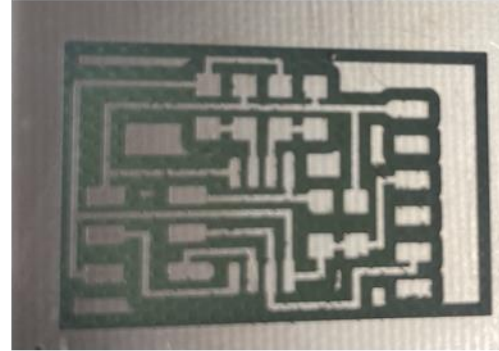
## Design et Fabrication de circuits électroniques



Design



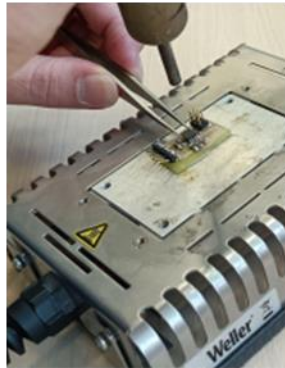
Fraisage



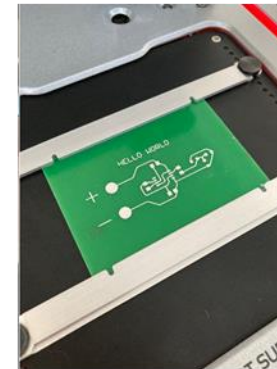
Test de conductivité



Soudure

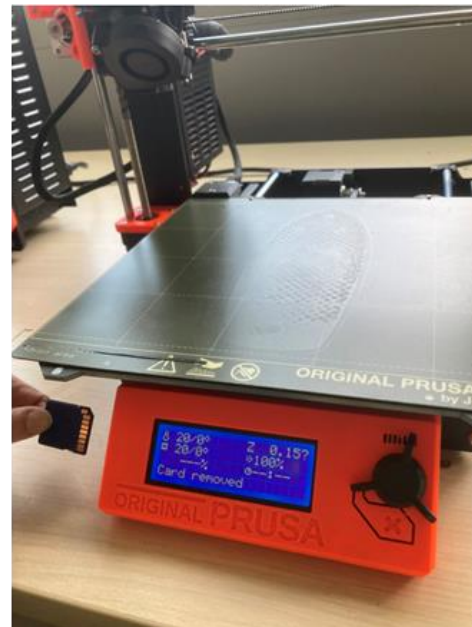
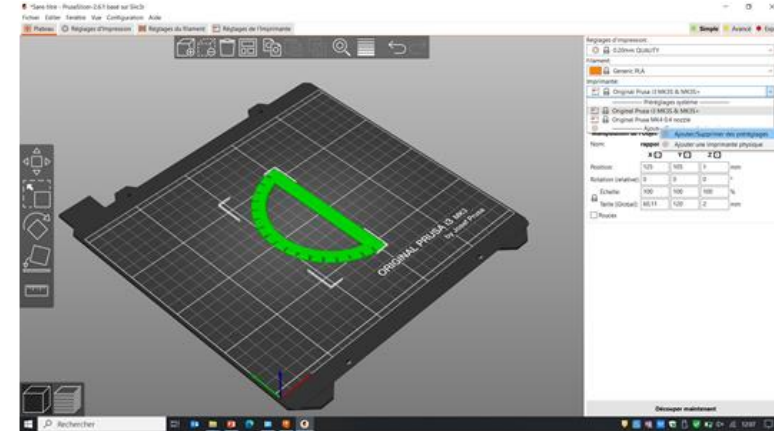
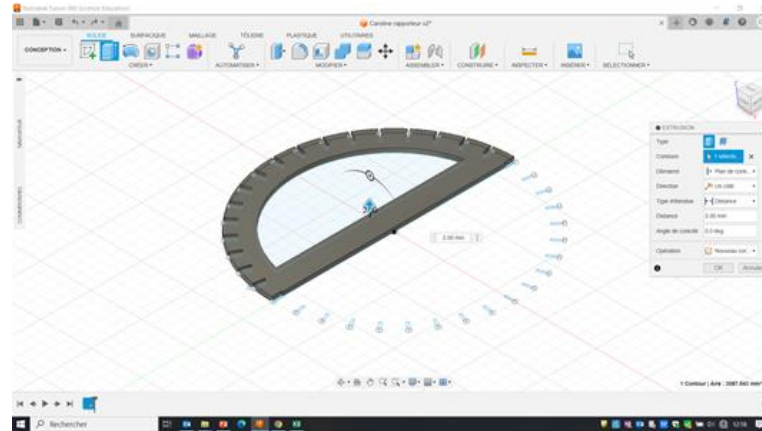


Impression



# Prise en main des différents outils (Software / Hardware)

## Design et impression 3D





# Reste-t-il une place pour la chimie ?

Nombreuses problématiques rencontrées en lien avec la chimie:

- Impression 3D
- Matériaux composites (Ex. fabrication des cartes PCB)
- Règlementation Reach (Ex. achat composants électroniques),

Etc.

➡ Permet de réinvestir / approfondir des connaissances  
dans un contexte opérationnel

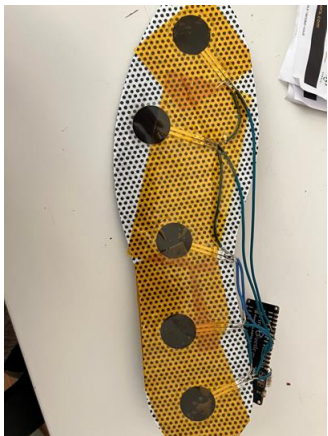
# Projets d'étudiants

## Thématique laissée libre :

- ✓ Capteur physique ou chimique, en réponse à un besoin identifié
- ✓ Problématique en lien avec leur centre d'intérêt personnel
- ✓ Projet artistique

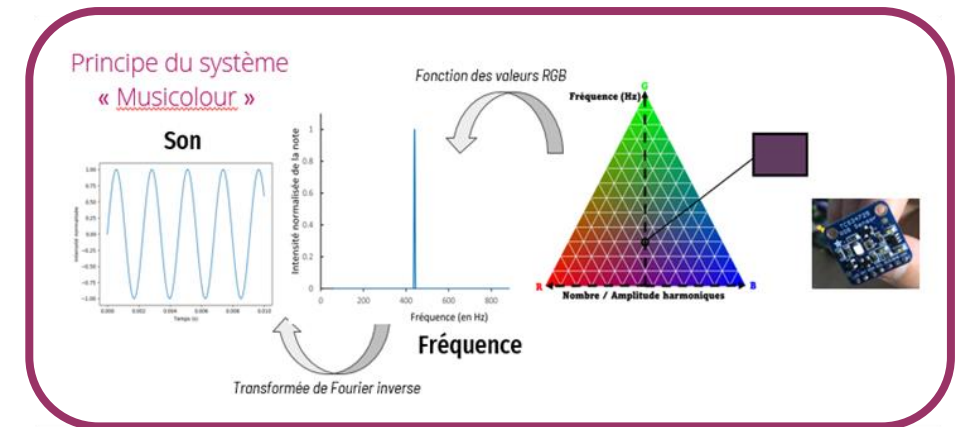
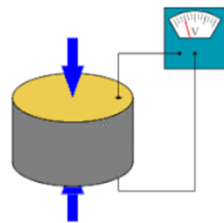
Ex. Samantha: inquiétude face à l'électronique, volonté de « s'y plonger »

- Bertille: organisation d'évènements → capteurs de GHB ?



Sensors 2021, 21(18), 6082

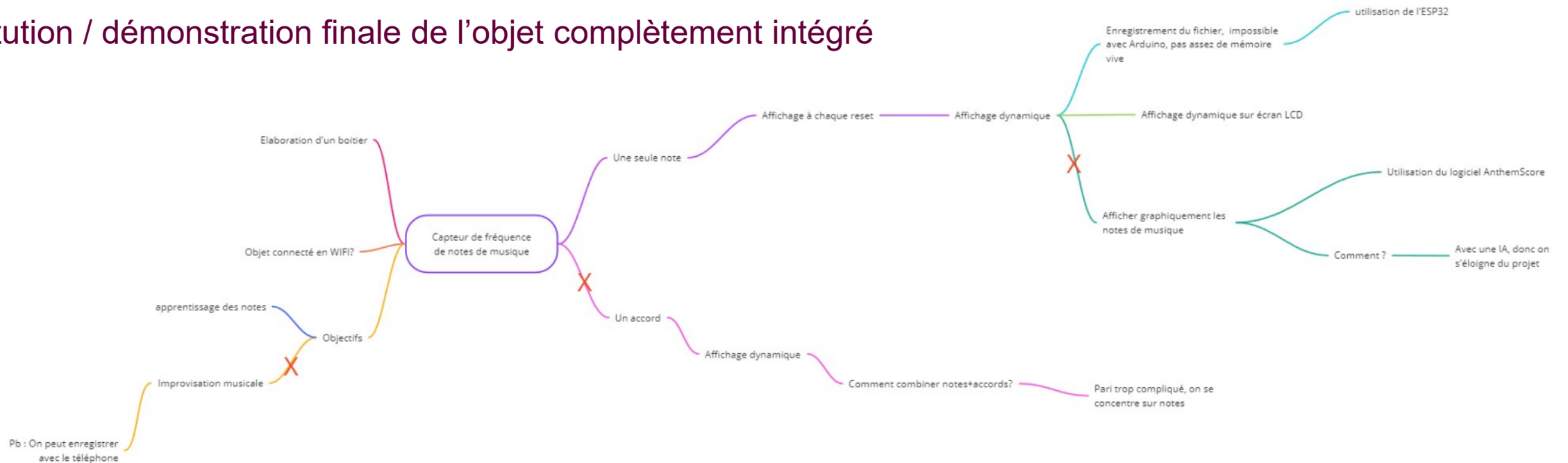
- Fabrication de capteurs piézoélectriques
- Intégration d'un puis plusieurs capteurs dans des semelles



# Projets d'étudiants

## Cahier des charges :

- ✓ Schéma fonctionnel : en réponse à quel besoin ? Conditions d'utilisation ?
- ✓ Documentation régulière : wikifactory, gitbook
  - Biblio : photos, lignes de codes, vidéos, specsheets, etc. )
  - Réalisations hebdomadaires
- ✓ Timeline + carte mentale pour une vision d'ensemble des pistes explorées
- ✓ Restitution / démonstration finale de l'objet complètement intégré



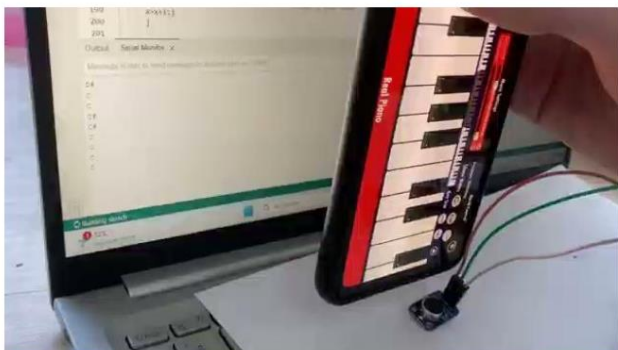
# EX. Projets d'étudiants

**Objectif:** Affichage en continu des notes de musiques jouées par un musicien en apprentissage

- Fonctionnement du micro (son → led)
- Reconnaissance des notes à l'aide d'Arduino (fréquence détectée → affichage note)
- Affichage sur écran des notes jouées (compilation du code affichage note + display sur écran)
- Utilisation d'un ESP-32E: développement d'un nouveau code à l'aide de Chat GPT
- Intégration du dispositif dans un boîtier adapté, par impression 3D.

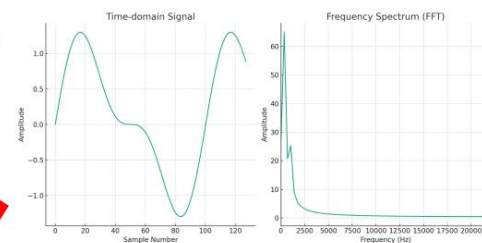
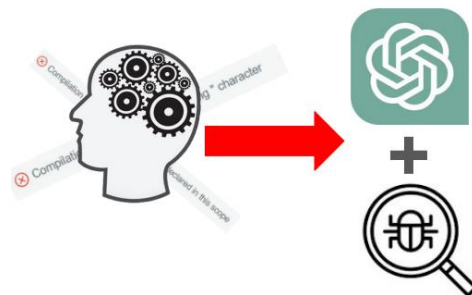
Cahier des charges du capteur :

Caractéristiques souhaitées	Capteur final
petit	✓
facile d'utilisation	✓
portatif	✓
affichage dynamique	✓
capable d'enregistrer un fichier	✓ ✗
système autonome énergétiquement	✗
en wifi	✗



• 5<sup>ème</sup> étape : Utilisation de la carte ESP-32

Problèmes rencontrés et solutions:



- **Complex Structure:** The `Complex` structure handles complex numbers with real and imaginary parts.
- **FFT Function:** This function performs the FFT on an array of `Complex` numbers.
- **Finding Maximum Frequency:** `findMaxFrequency` function finds the frequency with the maximum magnitude.



# TP-Projets FAUCON

**Reporting**

*#Commons*

*Recherche bibliographique*

*#Communautaire*

**Créativité**

**Parallélisation des tâches**

**#DoltYourself**

*Autonomie*

**#Tierslieu**

**Gestion de projet**

**#Makers**

*Proactivité*



Compétences transverses, comportementales, etc.

# Retour d'expérience

## Retours des étudiants:

- « on est restés longtemps bloqués sur ce que l'on savait faire plutôt qu'essayer autre chose »
- « attente de l'aide, trop reposer sur les autres »
- « ça apprend à faire face à l'inconnu »

→ Confrontés à une situation nouvelle,  
dans un **environnement bienveillant**

## Côté enseignants:

- ✓ Que peut-on apporter dans le cadre d'un enseignement qui n'est pas disciplinaire ?
- ✓ Nécessité de se former un minimum aux différents appareillages pour pouvoir accompagner techniquement les étudiants
- ✓ Frustration des étudiants de ne pas pouvoir s'immerger dans le projet au vue de leur emploi du temps

Expérience enrichissante  
**Accepter l'expérimentation**

# Remerciements

## ➤ Equipe pédagogique

Romain di-Vozzo  
Rachel Méallet

## ➤ Soutiens pédagogiques

Lionel Amiaud  
Gwénaëlle Boujard

## ➤ Soutiens financiers

Graduate School de Chimie Paris-Saclay  
AAP Innovation Paris-Saclay « TP Innovants »

## ➤ Accompagnement

Fablab UP-Saclay  
Département de chimie UFR Sciences Paris-Saclay

# MERCI ! Pour votre attention