

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 ”

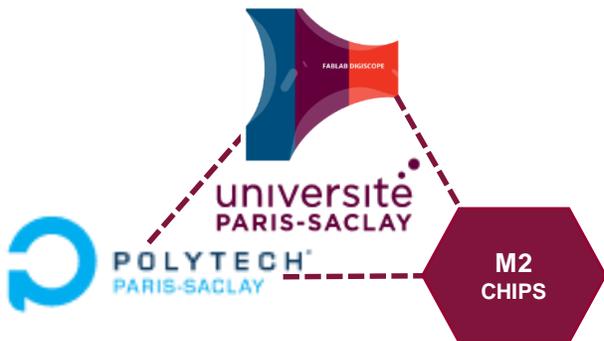
➔ Définition très large, qui englobe **l'ensemble la chaîne de mesure**

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^e 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

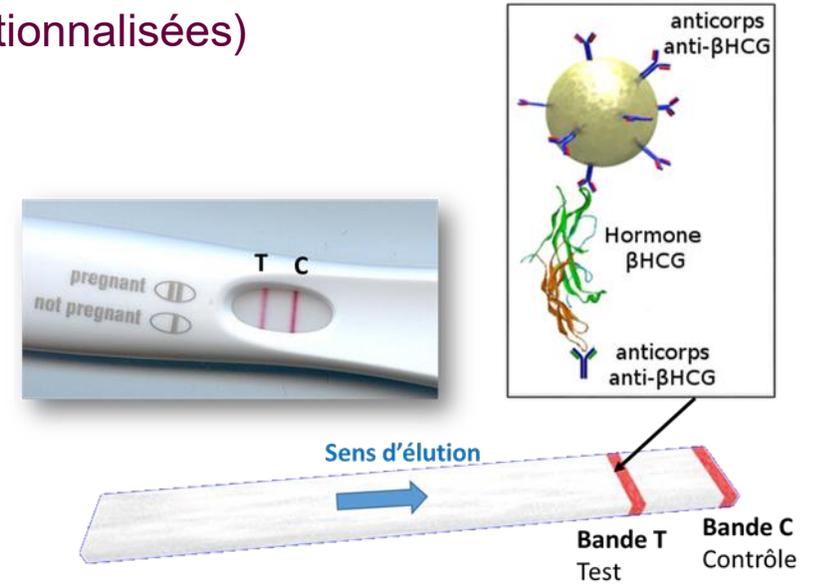
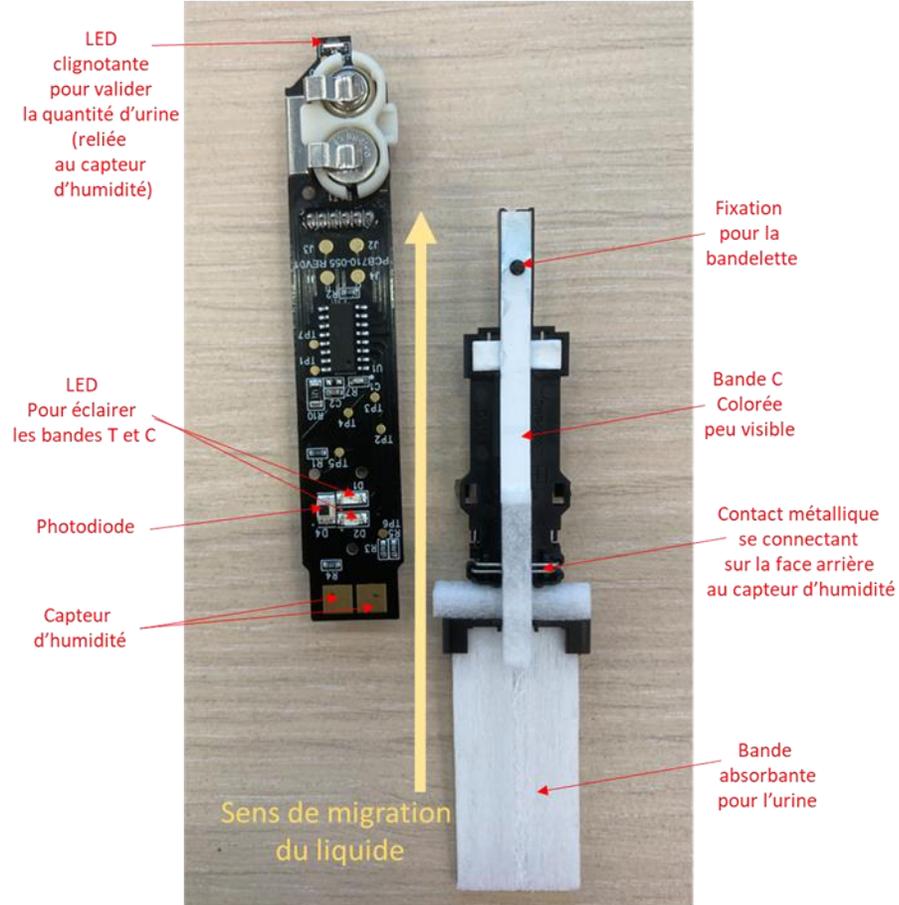
Enseignants: - 2 enseignants chimistes : Caroline Cannizzo (Univ Evry) et Rachel M allet (Univ-Paris Saclay)
- 1 instructeur Fablab: Romain di Vozzo (directeur Fablab)



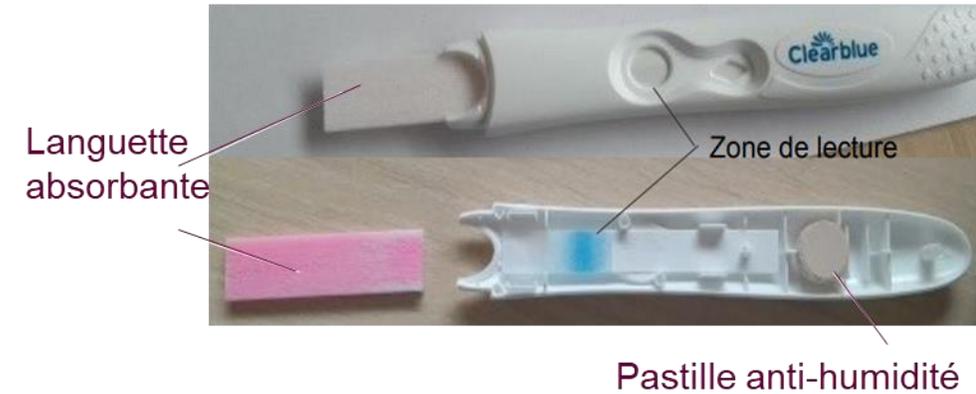
Introduction / Rétroingéniering

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

Test Electronique



Test Classique



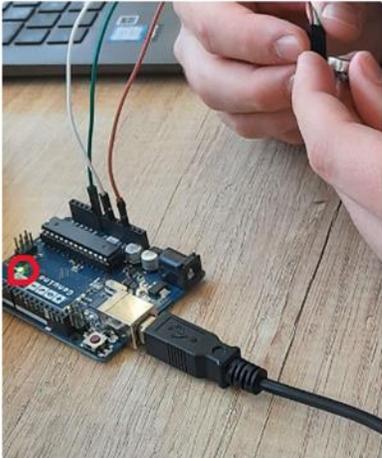
Prise en main des différents outils (Software / Hardware)

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);  
  }  
}
```

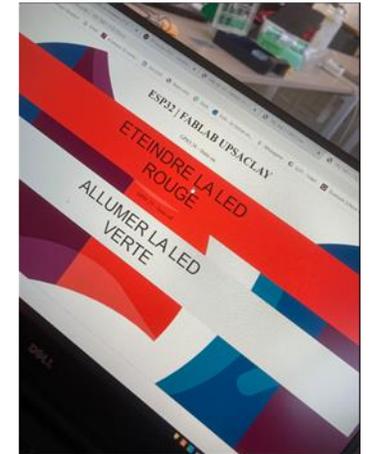
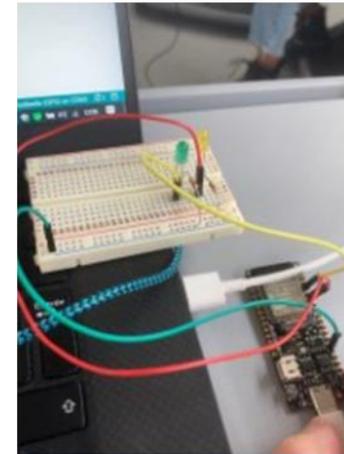
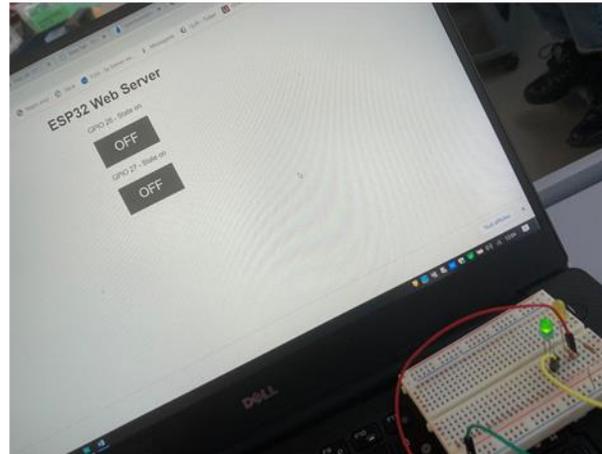
source : <https://electroniqueamateur.blogspot.com/2020/12/microphone-amplifie-max4466-et-arduino.html>

→ 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.



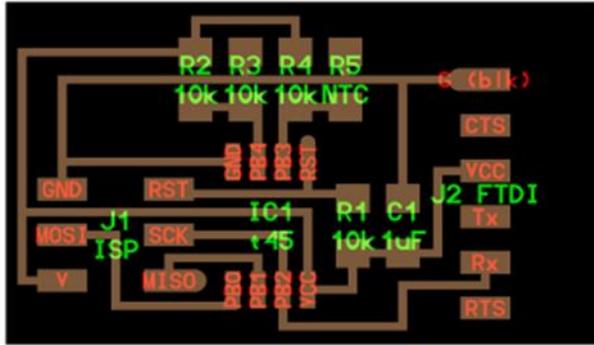
La LED est bien allumée lorsque que l'on parle dans le micro

Communication distante/sans-fil

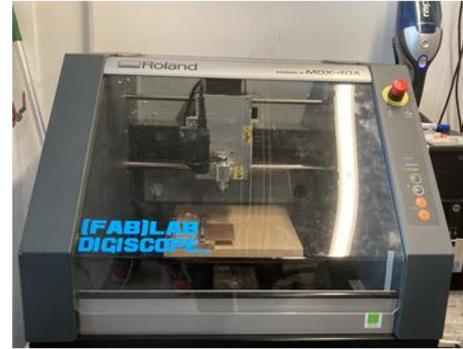


Prise en main des différents outils (Software / Hardware)

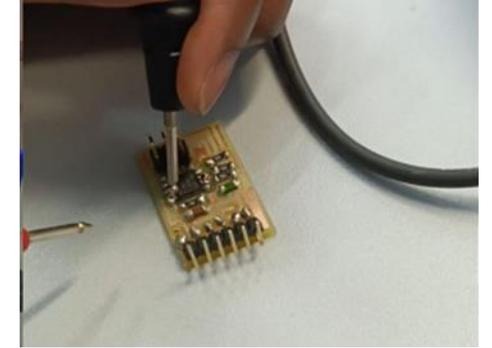
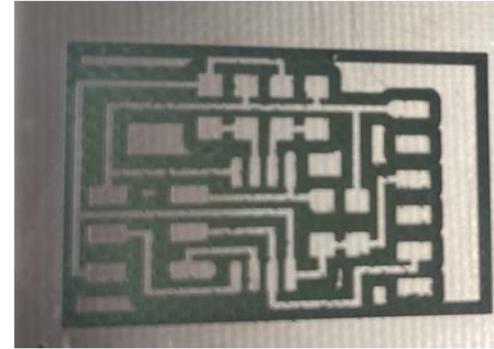
Design et Fabrication de circuits électroniques



Design



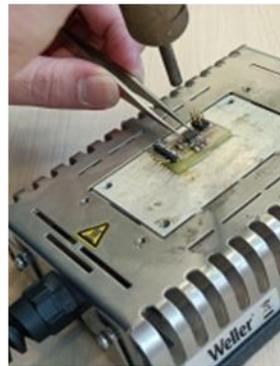
Fraisage



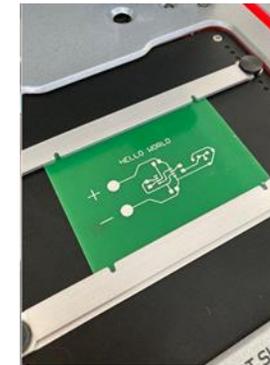
Test de conductivité



Soudure

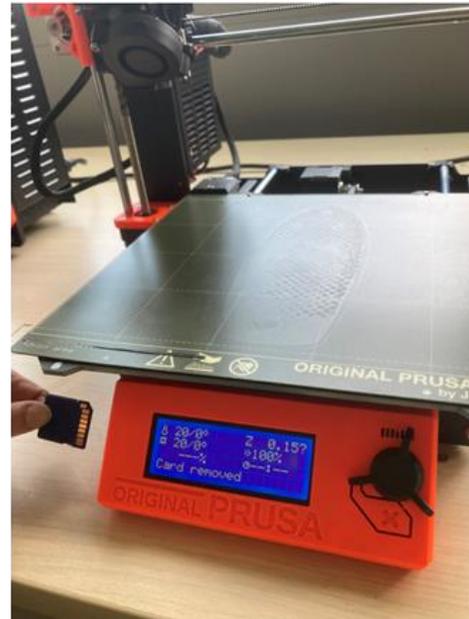
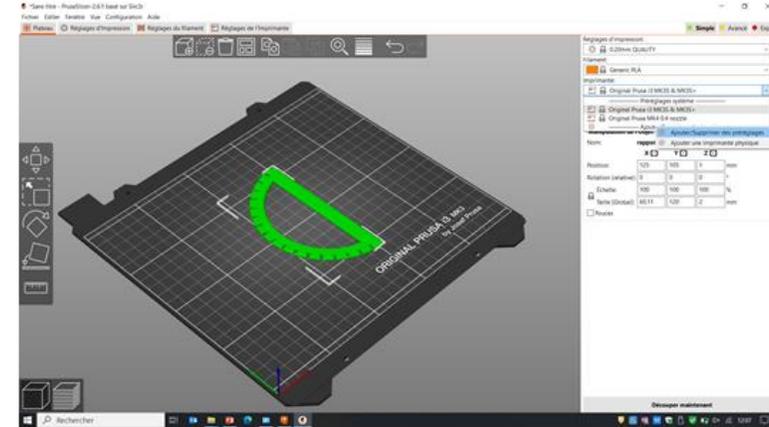
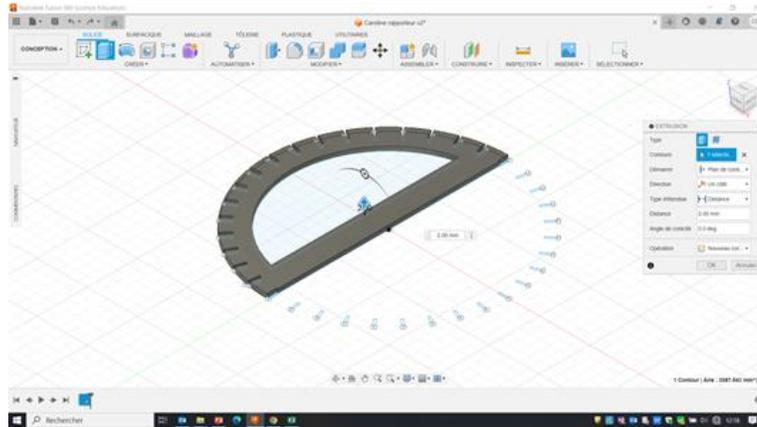


Impression



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

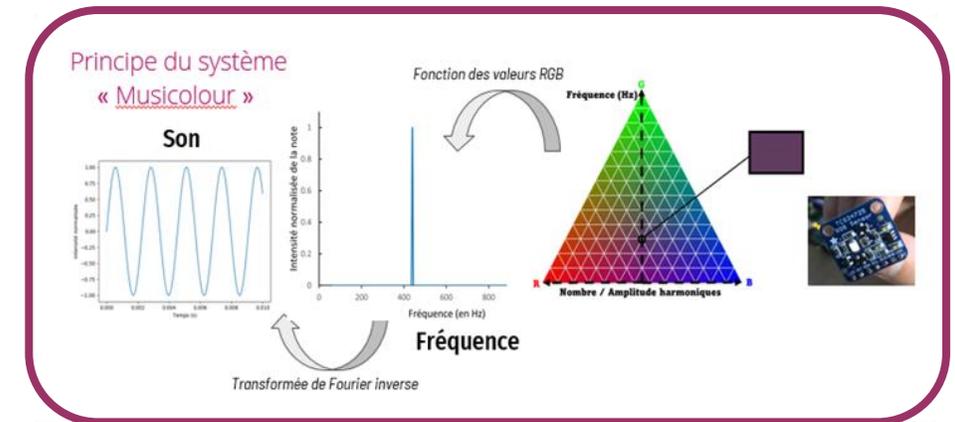
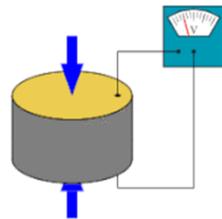
Ex. Samantha: inquiétude face à l'électronique, volonté de « s'y plonger »

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



Sensors 2021, 21(18), 6082

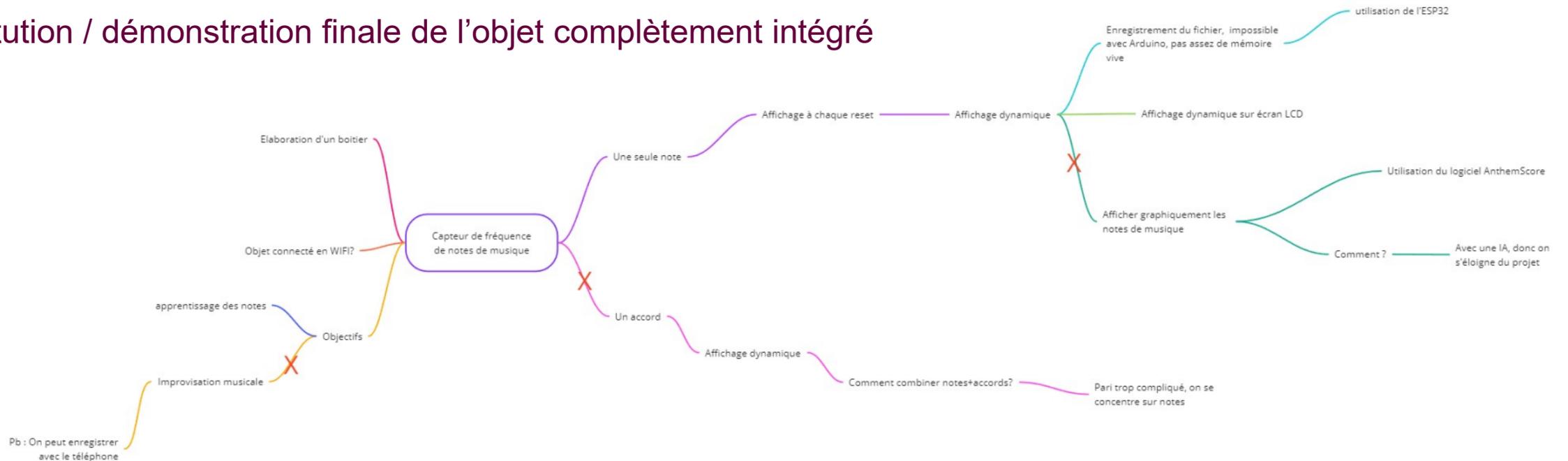
- Fabrication de capteurs piézoélectriques
- Intégration d'un puis plusieurs capteurs dans des semelles



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



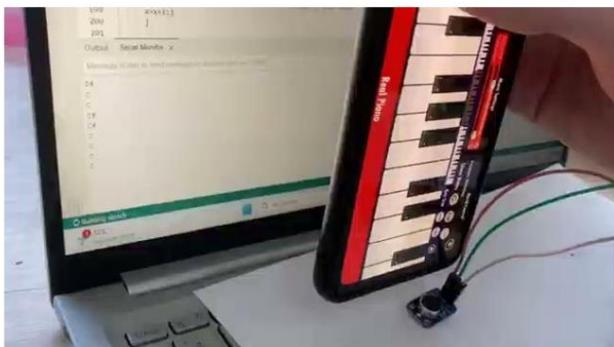
EX. Projets d'étudiants

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.

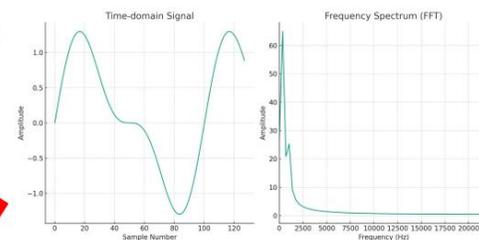
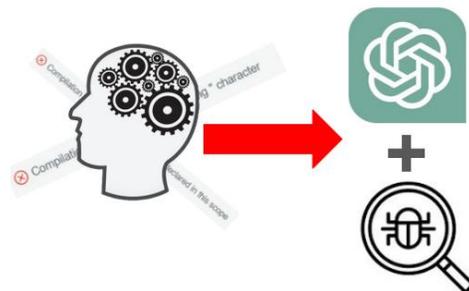
Cahier des charges du capteur :

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



• 5^{ème} 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