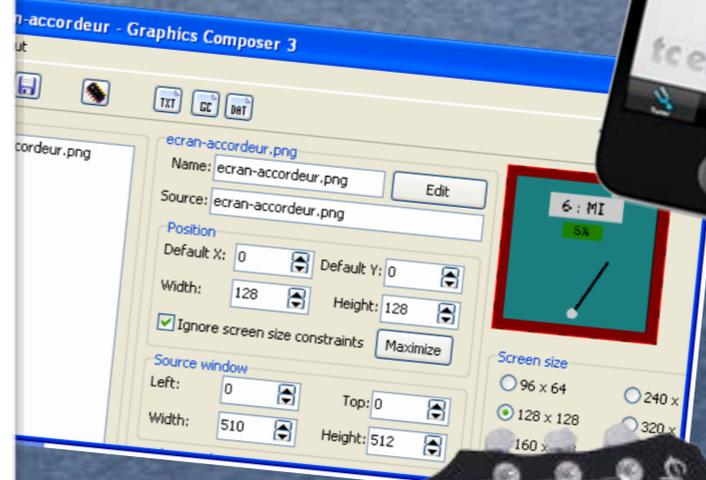
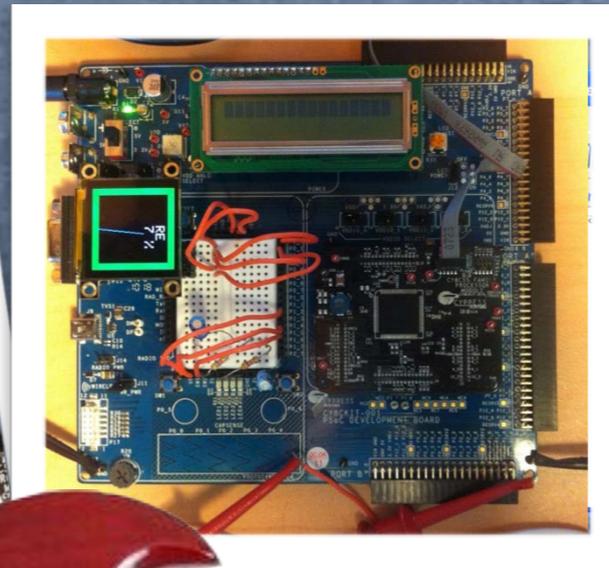
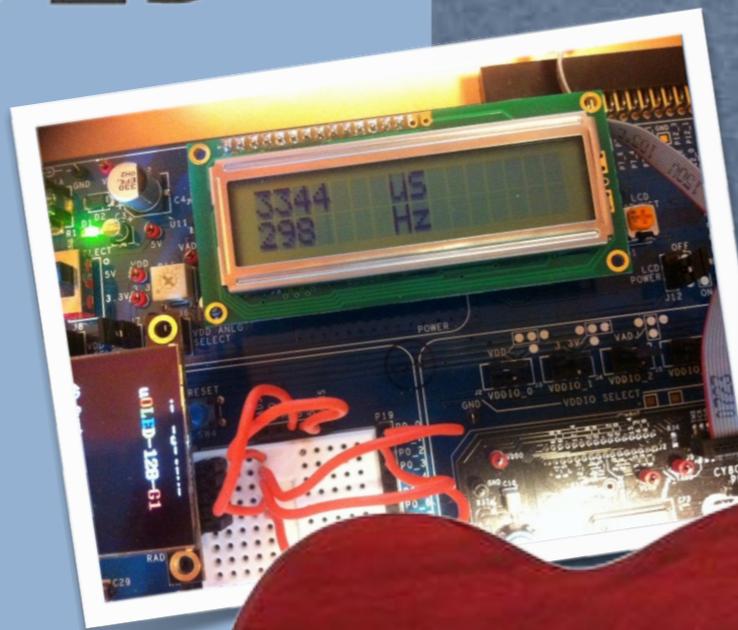


Systeme
d'Information &
Numerique

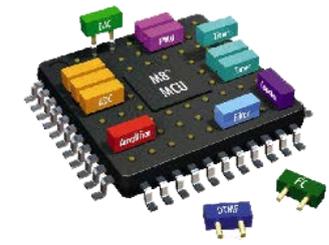


Projet en classe terminale

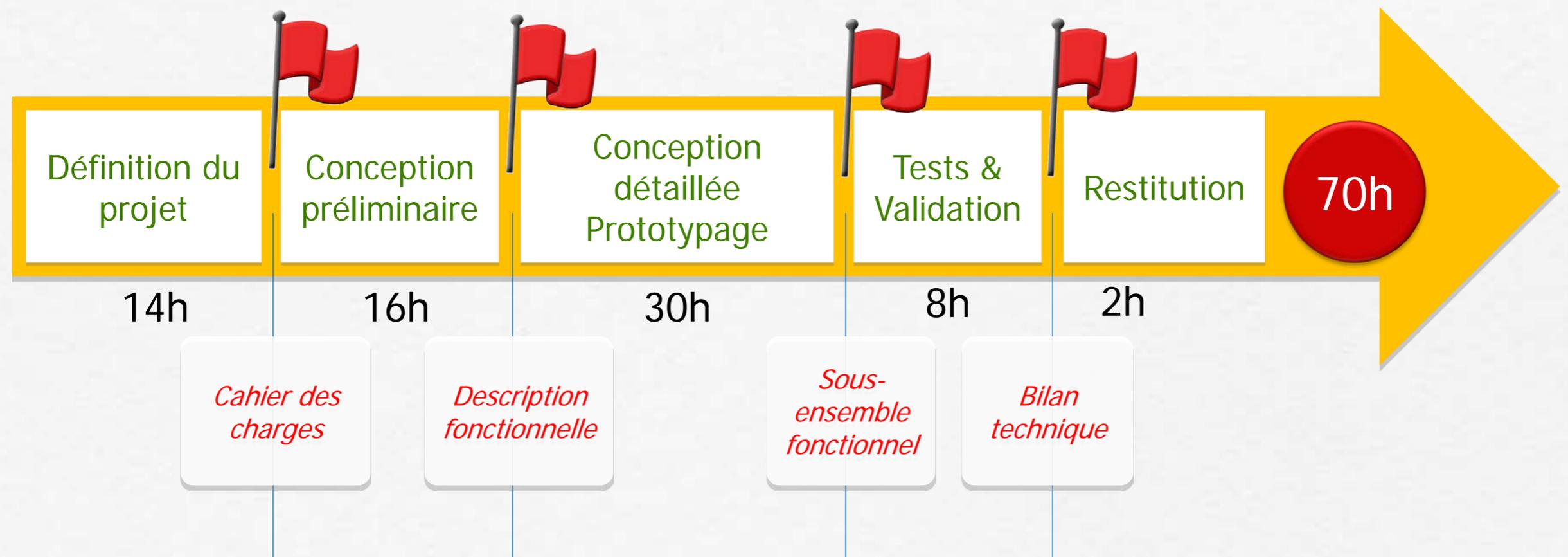
Accordeur de guitare



Problématique proposée	<p align="center">Comment régler facilement la justesse de la note produite par un instrument de musique ?</p>	
Effectifs	Classe de 32 élèves répartis en 2 groupes de 16	
Objectif	Réaliser un accordeur de guitare en analysant différentes solutions permettant de répondre au problème posé. <i>Un exemple de projet à l'aide du microcontrôleur PSOC, utilisant des fonctions numériques et analogiques, sera développé.</i>	 
Centres d'intérêts	<ul style="list-style-type: none"> • CI1 : Configuration et performances du traitement de l'information. • CI4 : Gestion de l'information / Structures matérielles et logiciels associés au traitement de l'information. • CI6 : Traitement analogique de l'information 	
Compétences visées	<p>CO1.2. Décoder le cahier des charges fonctionnel décrivant le besoin exprimé, identifier la fonction définie par un besoin exprimé, faire des mesures pour caractériser cette fonction et conclure sur sa conformité.</p> <p>CO1.3. Exprimer le principe de fonctionnement d'un système à partir des diagrammes UML pertinents. Repérer les constituants de la chaîne d'énergie et d'information.</p> <p>CO2.1. Rechercher et choisir une solution logicielle ou matérielle au regard de la définition d'un système.</p> <p>CO3.2. Installer, configurer et instrumenter un système réel. Mettre en œuvre la chaîne d'acquisition puis acquérir, traiter, transmettre et restituer l'information.</p>	
Pré-requis	Enseignement transversal : <ul style="list-style-type: none"> • Signaux périodiques, • Traitement analogique de l'information • Traitement numérique de l'information. • Simulation «Matlab / simulink». • Analyse fonctionnelle SysML. 	Enseignement de spécialité : <ul style="list-style-type: none"> • Démarche de projet, • Mise en œuvre d'un système de prototypage à base de microcontrôleur. • Langage C



Organisation du projet



Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Phase d'appropriation du projet

□ Planning prévisionnel ✦ 14 heures

14h

Sous phase	Durée	Activités
 <u>Idée de projet</u>	2 h	<ul style="list-style-type: none">• Analyse du besoin,• Analyse de l'existant,• Fonctionnalités de l'accordeur.
<u>Activités de découverte</u>	6 h	<ul style="list-style-type: none">• Représentation temporelle et forme d'onde d'un signal sonore (fréquence, type et enveloppe).• Correspondance entre une note et une fréquence. Définition de la précision souhaitée.• Représentation spectrale d'un signal périodique et notion d'harmoniques.• Formalisation des connaissances.
<u>Caractériser l'accordeur</u>	2 h	<ul style="list-style-type: none">• Elaboration d'une carte mentale.
<u>Revue de projet n°1</u>	2 h	<ul style="list-style-type: none">• Faire le point sur l'appropriation du projet par les élèves.
<u>Définition des projets</u>	2 h	<ul style="list-style-type: none">• Définition de 4 projets distincts et formation de 4 équipes.

1/2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Idée de projet : analyse du besoin

Comment procède t-on pour accorder une guitare ?

Accorder une guitare

On agit sur les mécaniques (en bout de manche) de façon à modifier la tension de chaque corde.
Pour savoir si la note obtenue est correcte, deux méthodes sont possibles .



- Écouter le son produit par l'instrument et le comparer à une référence : **diapason**
- Mesurer la hauteur de la note produite par l'instrument : **accordeur**

Le professeur soumet l'idée de projet aux élèves et pose une question sur le principe d'accordage.

1/2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Analyse de l'existant

☐ Accordeurs matériels autonomes



Accordeurs classiques chromatiques : indiquent la note jouée avec sa précision

Accordeur polyphonique : permet d'accorder plusieurs cordes simultanément

Accordeur à pince : se place sur le manche de la guitare

Accordeur à pince sans fil : l'indicateur est déporté

Le professeur place différents modèles sur la table et demande aux élèves de décrire leurs particularités

1/2h

Définition du projet

Conception préliminaire

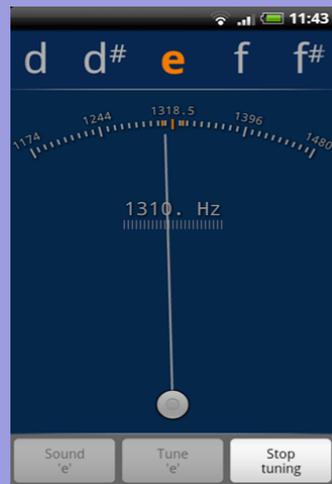
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Analyse de l'existant

Accordeurs logiciels



Accordeur classique sur Android : indique la note jouée avec sa précision



Accordeur de type diapason sur PC : génère le son accordé des 6 cordes de la guitare



Accordeur classique sur IPAD: indique la note jouée avec sa précision



Accordeur polyphonique sur IPHONE : Permet d'accorder plusieurs cordes simultanément

Le professeur présente des accordeurs logiciels sur différentes plateformes et demande aux élèves de décrire leurs particularités

1/2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Analyse de l'existant

□ Fonctionnalités de l'accordeur

Avec quoi est capté le son de la guitare ?

Par un **microphone** ou un **capteur** de vibrations

Il est possible de régler la **fréquence** de référence du LA

Quels sont les réglages possibles ?

On peut **adapter** la mesure au type d'instrument : basse ou guitare

On peut choisir le **mode** d'accordage : prédéfini ou libre

Avec quoi est restitué le son pour un modèle diapason ?

A l'aide d'un **haut parleur** intégré ou d'une paire d'enceintes

A partir des différents modèles présentés, le professeur pose des questions aux élèves afin de définir quelles sont les fonctionnalités des appareils / logiciels observés

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Activités de découverte

Elles permettent d'appréhender les éléments fondamentaux de ce projet :

- **Découvrir** la représentation temporelle une onde sonore (forme, enveloppe, caractéristiques).
- **Etudier** le lien entre la hauteur d'une note et la fréquence du signal associé (progression, précision ...).
- **Découvrir** la représentation spectrale d'une onde sonore (FFT, harmoniques ...).

A l'issue de chaque activité, une fiche de formalisation des connaissances est complétée

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

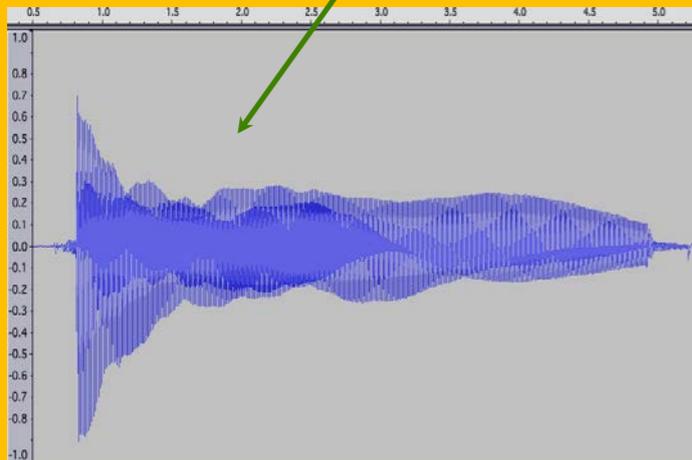
Tests & Validation

Restitution

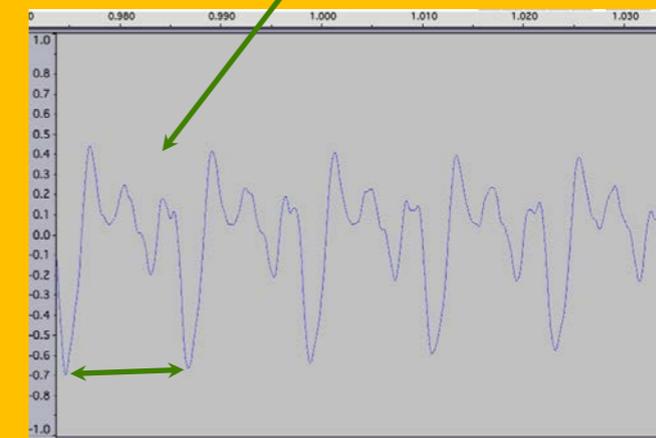
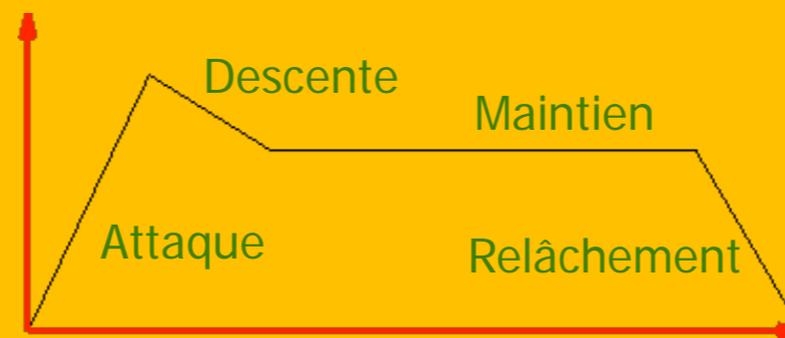
Activités de découverte

- Découvrir la représentation temporelle d'une onde sonore :

Evolution de l'amplitude : enveloppe



La forme du signal périodique et son évolution



Période \blacktriangle fréquence \blacktriangle note

Dans cette activité les élèves doivent constater que le signal généré par la guitare est périodique avec une amplitude qui varie et que la valeur de la fréquence est modifiée selon la corde jouée. Des mesures sont effectuées sur plusieurs échantillons de sons de guitare correspondant aux 6 cordes de la guitare jouées à vide.

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

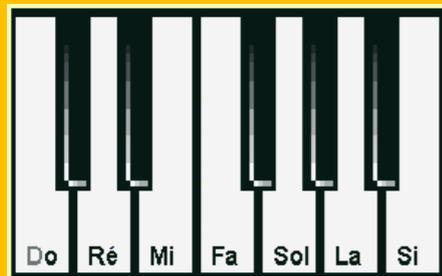
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Activité de découverte

- Étudier le lien entre la hauteur d'une note et sa fréquence :



Gamme chromatique



Signal audio



Mesure de fréquence



$$f_n = f_0 \times 2^{n/12}$$



Relation et précision

Dans cette activité les élèves doivent mesurer l'évolution de la fréquence du signal de l'onde sonore en fonction de la hauteur des 12 notes de la gamme par octave et doivent vérifier la relation mathématique. On en déduit alors la précision de l'accordeur.

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

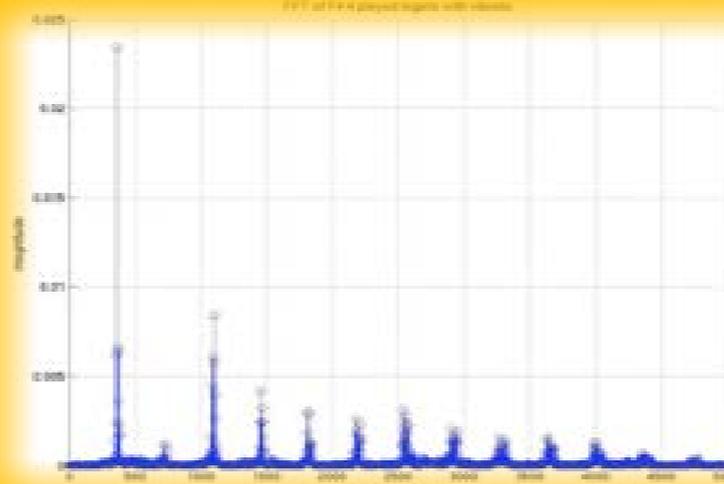
Restitution

Activité de découverte

- Découvrir la représentation spectrale d'une onde sonore



Signal audio



Analyse spectrale



FFT
Harmoniques
Echelle logarithmique

Dans cette activité les élèves doivent mesurer, à l'aide d'une FFT, le spectre de signaux périodiques de différentes natures et de différentes fréquences, et observer que la forme du signal a une incidence sur le nombre d'harmoniques observées. Dans cette activité est abordée la notion d'échelle non linéaire logarithmique et de décibel

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

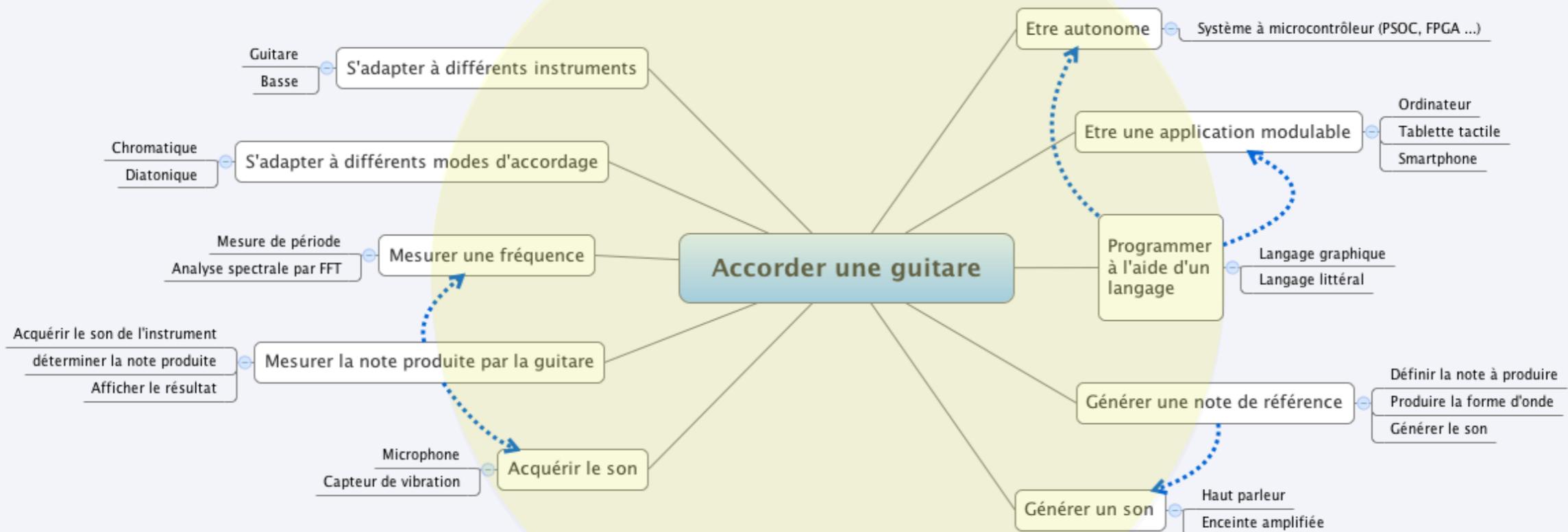
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Caractériser l'accordeur

□ Elaborer ensemble une carte mentale



A partir des activités précédentes et avec l'aide du professeur, les élèves élaborent une carte mentale afin de caractériser complètement les systèmes permettant d'accorder une guitare.

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Revue de projet n°1

- Bilan de l'appropriation du projet par les élèves.
- Peuvent être évaluées les notions de signal périodique, de période, de fréquence, d'amplitude, d'enveloppe, de spectre, d'harmoniques ...

Le professeur peut proposer une évaluation écrite sur l'ensemble des notions abordées pendant les séances précédentes et permettant de s'approprier le projet sur l'accordeur

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Définition des différents projets

n° Projet	Plateforme	description
1	microcontrôleur PSOC	Accordeur affichant la note produite par la guitare par mesure de période (capture)
2	microcontrôleur PSOC	Diapason générant une note de référence par tables d'ondes stockées en mémoire
2	tablette ANDROID	Accordeur affichant la note produite par mesure de fréquence par FFT
4	tablette ANDROID	Diapason générant une note de référence par synthèse additive et génération d'enveloppe

A partir de la phase d'appropriation, le professeur propose, en concertation avec les élèves, 4 projets différents répondant à diverses méthodes d'accordage et fonctionnant sous diverses plateformes. On suppose que le groupe comprend 16 élèves qui formeront 4 équipes distinctes.

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Conception préliminaire et CdCF

□ Planning prévisionnel ✦ 16 heures

16h

Tâches collectives

Sous phase	Durée	Activités
<u>Elaboration du cahier des charges fonctionnel</u>	2h	Le professeur, en consultant les élèves, élabore un cahier des charges fonctionnel permettant de répondre au problème posé par le projet.
<u>Investigations collectives sur les solutions techniques à adopter</u>	2h	Recherche des solutions fonctionnelles permettant de répondre au cahier des charges.
<u>Activités connexes au projet</u>	6h	Activités pratiques permettant d'aborder les notions fondamentales à l'élaboration du projet.
<u>élaboration de diagrammes fonctionnelles</u>	4h	Dessin de diagrammes fonctionnelles selon la norme SysML : <ul style="list-style-type: none">• Diagramme des exigences,• Diagramme des cas d'utilisation,• diagramme des séquences,• diagramme de définition des blocs,• digrammes d'état.
<u>Revue de projet n°2</u>	2h	Bilan de l'avancement du projet sur les solutions adoptées et la description fonctionnelle

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

*Cahier des
charges*

Élaboration du cahier des charges

- On doit capter le son de la guitare sans aucune connexion filaire.
- le projet doit permettre d'afficher la note jouée par une guitare avec son écart par rapport à une note juste.
- La mesure doit s'étendre du DO à 65,4 Hz au SI à 493,8 Hz pour s'adapter aux différents types d'accordage. La précision est fixée à 0,1 Hz pour la fréquence la plus basse.
- Pour une bonne lecture l'affichage doit donner la note sous forme littérale et l'écart sous forme graphique en pourcentage.
- La fréquence de référence du LA est fixée à 440Hz.

A partir de l'appropriation du projet, le professeur, en concertation avec les élèves, définit le cahier des charges fonctionnel.

1h

Définition du projet

Conception préliminaire

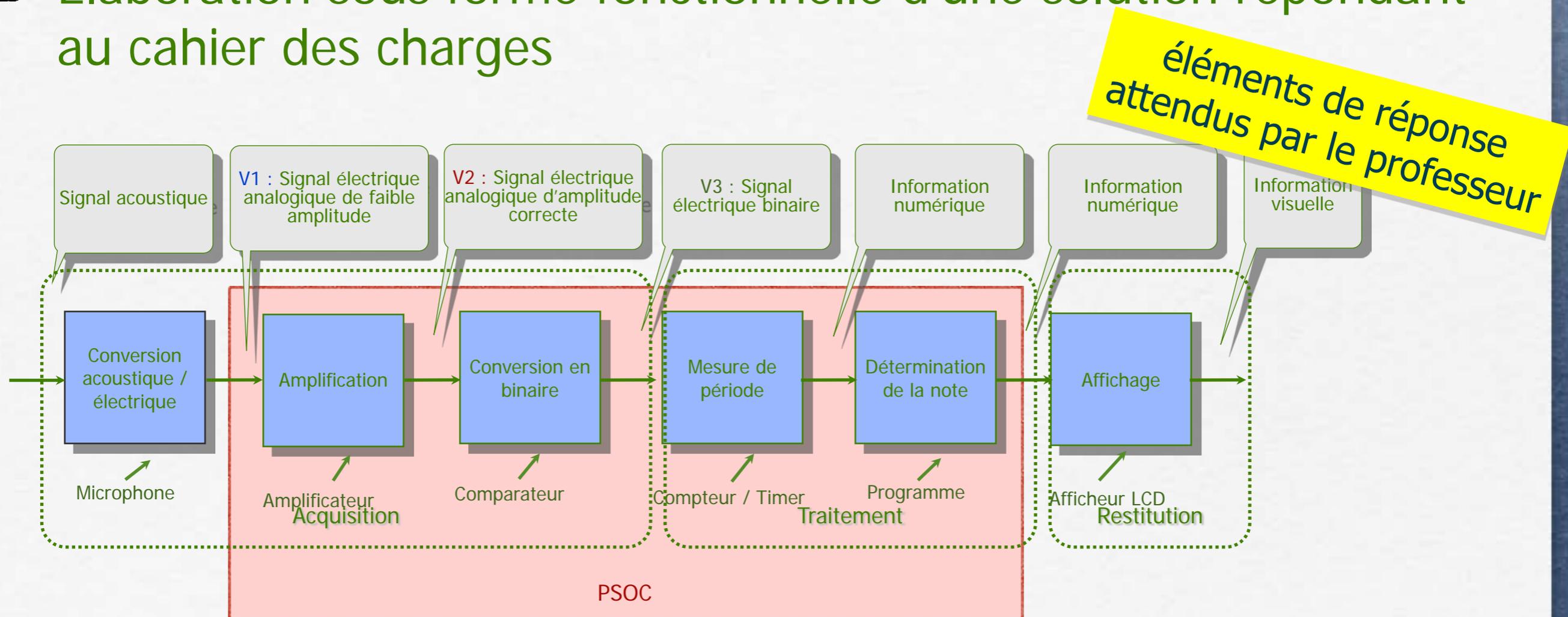
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Elaboration sous forme fonctionnelle d'une solution répondant au cahier des charges



Avec l'aide du professeur, les élèves de l'équipe élaborent un premier schéma fonctionnel correspondant aux exigences du cahier des charges

1h

Définition du projet

Conception
préliminaire

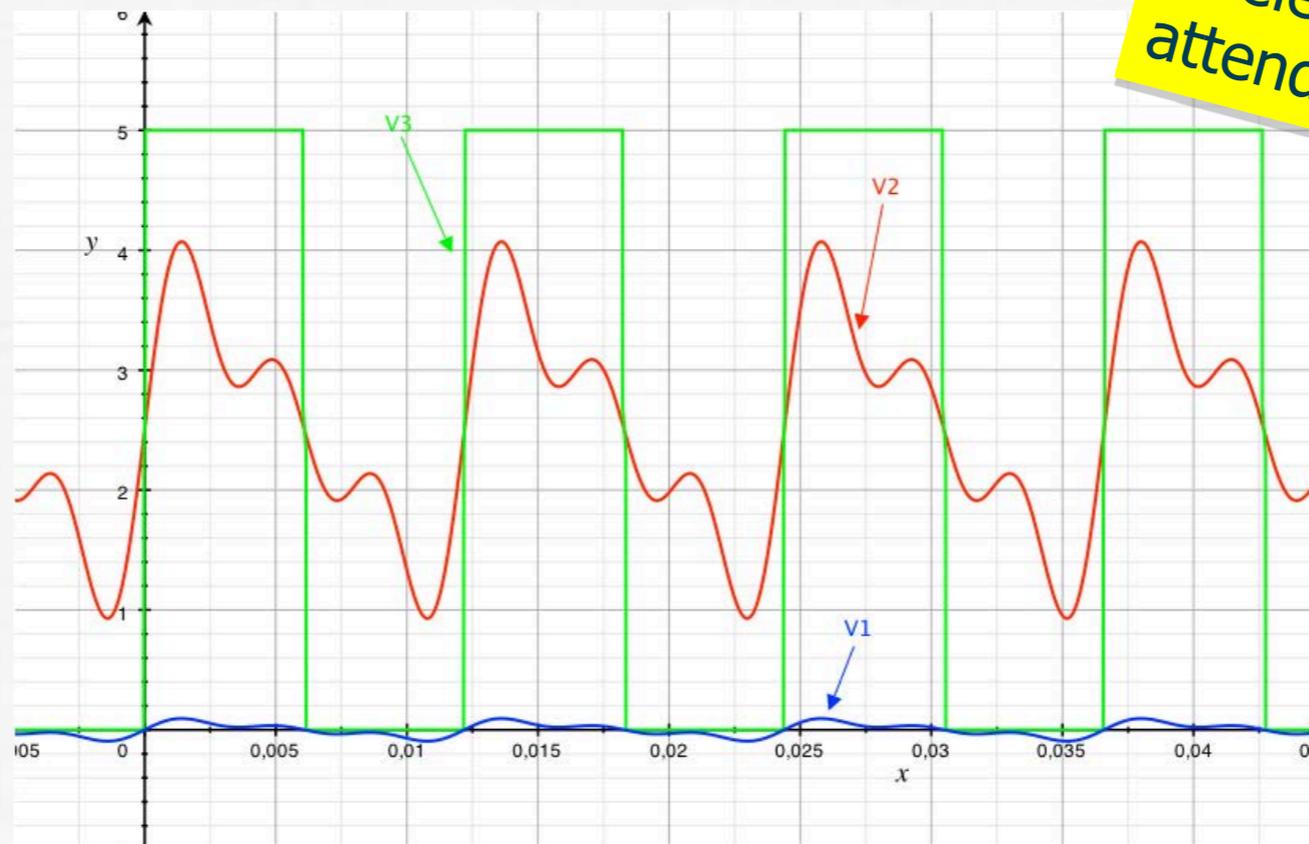
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Elaboration sous forme fonctionnelle d'une solution répondant au cahier des charges



éléments de réponse
attendus par le professeur

On définit l'allure des signaux après les différentes fonctions analogiques.

Définition du projet

**Conception
préliminaire**

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

Activités connexes nécessaires à la réalisation du projet :

- Etudier un projet PSOC mettant en œuvre les composants amplificateur, comparateur et convertisseur N/A.
- Etudier un projet PSOC mettant en œuvre un timer et le mode interruption.
- Etudier un projet PSOC mettant en œuvre un écran OLED et un convertisseur A/N.
- A l'issue de chaque activité, une fiche de formalisation des connaissances est complétée

A partir des solutions choisies, le professeur propose trois activités permettant aux élèves d'appréhender la programmation de microcontrôleur PSOC

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

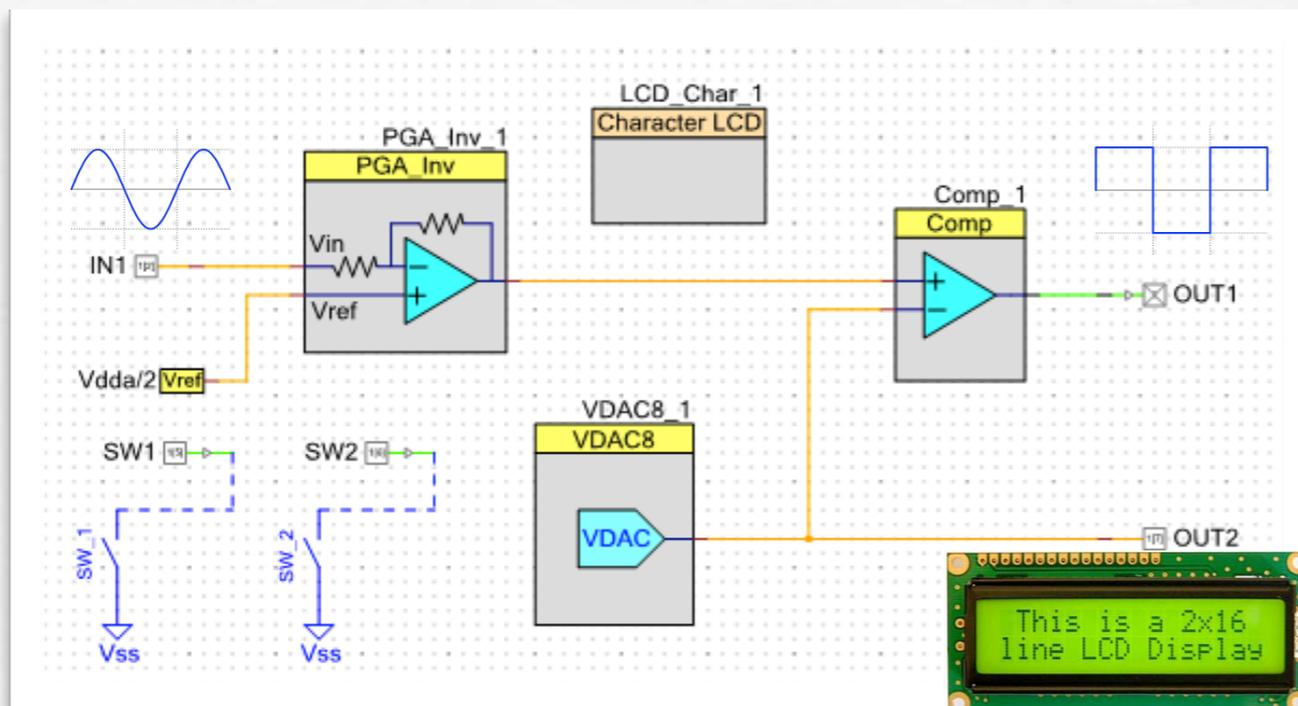
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période Activité connexe n°1

Amplification, comparaison et conversion A/N avec un PSOC



```
#include <device.h>
char N=0;
void main()
{
    /* Lancement des périphériques */
    PGA_Inv_1_Start(); // Ampli inverseur
    Comp_1_Start();   // Comparateur
    VDAC8_1_Start();  // Conv D/A
    LCD_Char_1_Start(); // Afficheur LCD
    LCD_Char_1_Init();
    /* CyGlobalIntEnable; */
    for(;;)
    {
        if( (SW1_Read()==0) && (N<250) ) N+=10;
        else if( (SW2_Read()==0) && (N>50) ) N-=10;
        VDAC8_1_SetValue(N);
        LCD_Char_1_Position(0,0);
        LCD_Char_1_PrintString(" ");
        LCD_Char_1_Position(0,0);
        LCD_Char_1_PrintNumber(N);
        CyDelay(200);
    }
}
```

Cette activité, proposée par le professeur aux élèves, a pour objectif d'effectuer une mise en forme d'un signal analogique à partir d'un seuil défini par la sortie d'un convertisseur N/A. Le but est de se familiariser avec de tels composants intégrés dans le PSOC

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

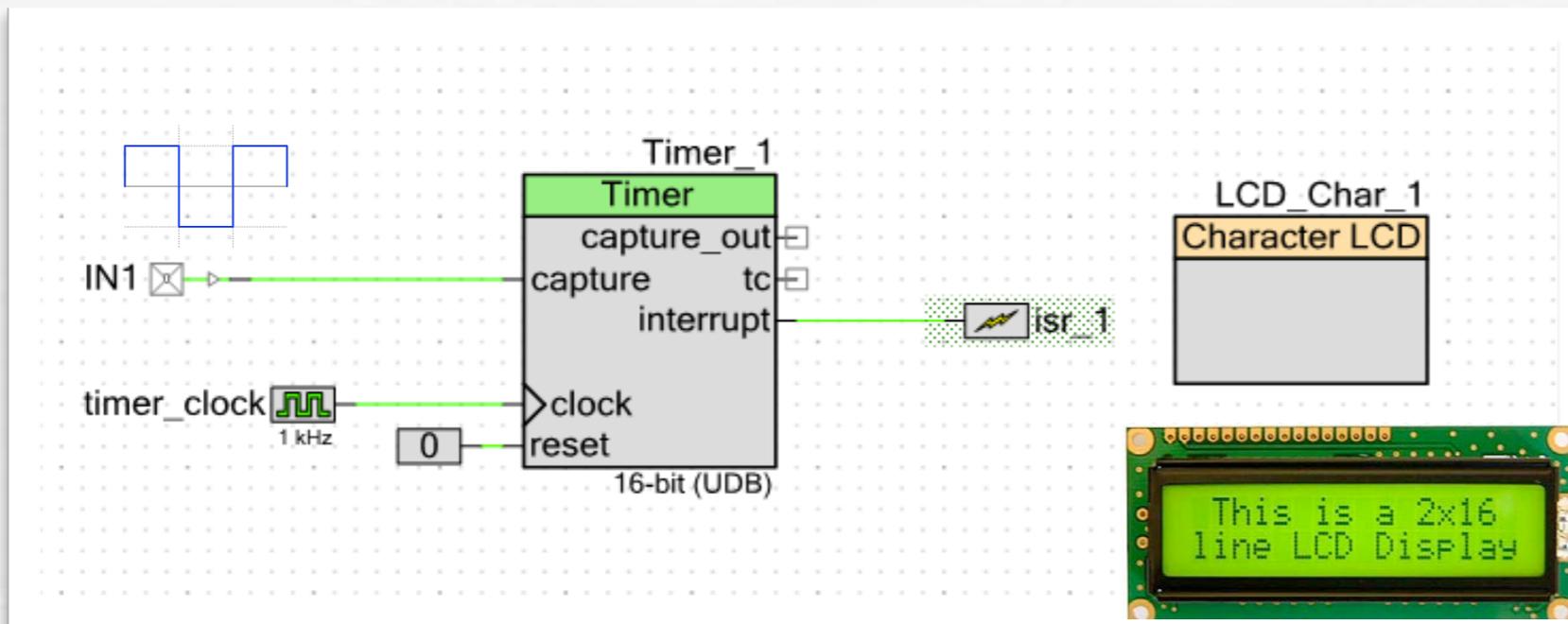
Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

Activité connexe n°2

Timer et mode interruption avec un PSOC



```
#include <device.h>
int T;
CY_ISR(InterruptHandler)
{
    Timer_1_ReadStatusRegister(); /* Read
    T=65536-Timer_1_ReadCapture(); // Lec
    Timer_1_WriteCounter(0);      // Rem
}

void main()
{
    /* Place your initialization/startup
    ISR_1_Start();
    ISR_1_Disable();
    ISR_1_SetVector(InterruptHandler);
    ISR_1_Enable();
    LCD_Char_1_Start();
    LCD_Char_1_Init();
    Timer_1_Start();
    /* CyGlobalIntEnable; */ /* Uncomment
    for (;;)
    {
        LCD_Char_1_Position(0,0);
        LCD_Char_1_PrintString(" ");
        LCD_Char_1_Position(0,0);
        LCD_Char_1_PrintNumber(N);
        CyDelay(200);
    }
}
```

Cette activité, proposée par le professeur aux élèves, a pour objectif d'effectuer une mesure de période d'un signal logique appliqué en entrée (en ms). Le but est de se familiariser avec les timers et les interruptions du PSOC

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

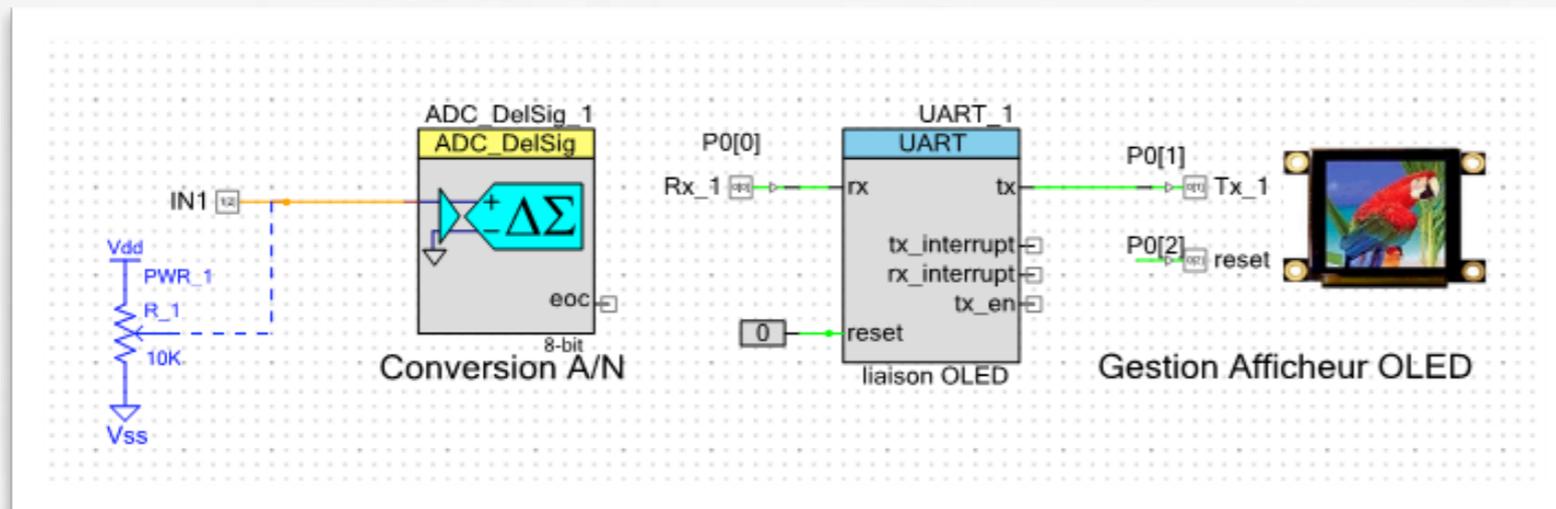
Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

Activité connexe n°3

Affichage graphique OLED avec conversion A/N



```
#include <device.h>
#include <stdio.h>
#include <oled96g1.h>
unsigned char X,Y;
char S[6];
void main()
{
    /* Place your initialization/startup code here (e.g. My:
    UART_1_Start(); // lancement UART POUR UOLED
    //ATTENTION : NE PAS OUBLIER DE FORC
    OLED_G1_Start(); //initialisation afficheur Oled
    ADC_DelSig_1_Start();
    ADC_DelSig_1_StartConvert();
    /* CyGlobalIntEnable; */ /* Uncomment this line to enab.
    for(;;)
    {
        X=ADC_DelSig_1_GetResult16()/2;
        if (X!=Y)
        {
            draw_rect_oledg1(0,0,127,127,0,0,0);
            sprintf(S,"%d",X);
            draw_text_graph_oledg1(60,12,0,156,255,2,2,S);
            draw_line_oledg1(63,128,X,32,16,255);
            Y=X;
        }
        CyDelay(200);
    }
}
```

Cette activité, proposée par le professeur aux élèves, a pour objectif d'étudier la gestion d'un afficheur LCD avec un afficheur graphique LCD. On propose l'affichage de figures graphiques correspondant à une conversion A/N.

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

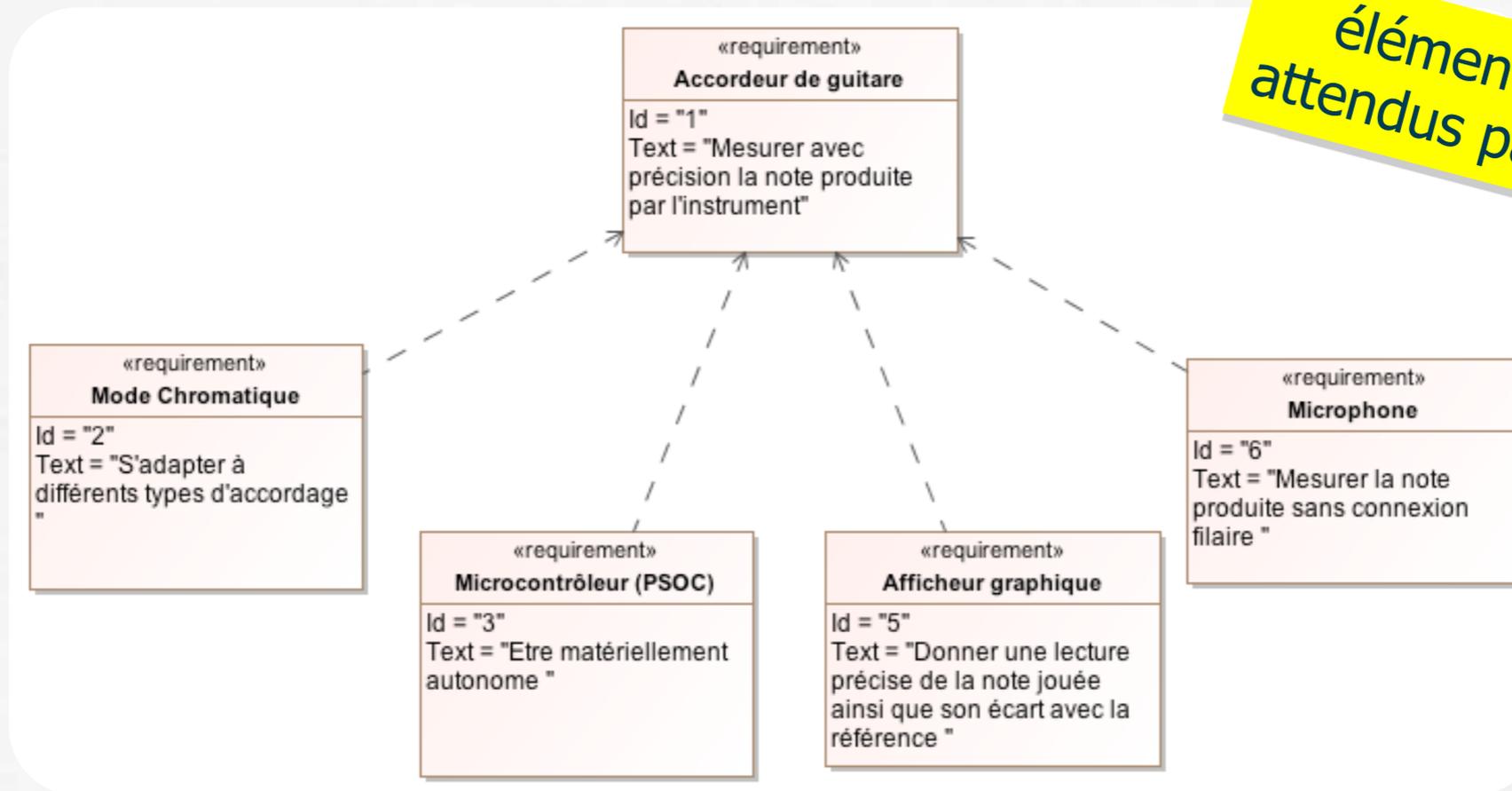
Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

SysML

Diagramme des exigences



éléments de réponse attendus par le professeur

Ce diagramme SysML est défini à partir des exigences du cahier des charges.

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

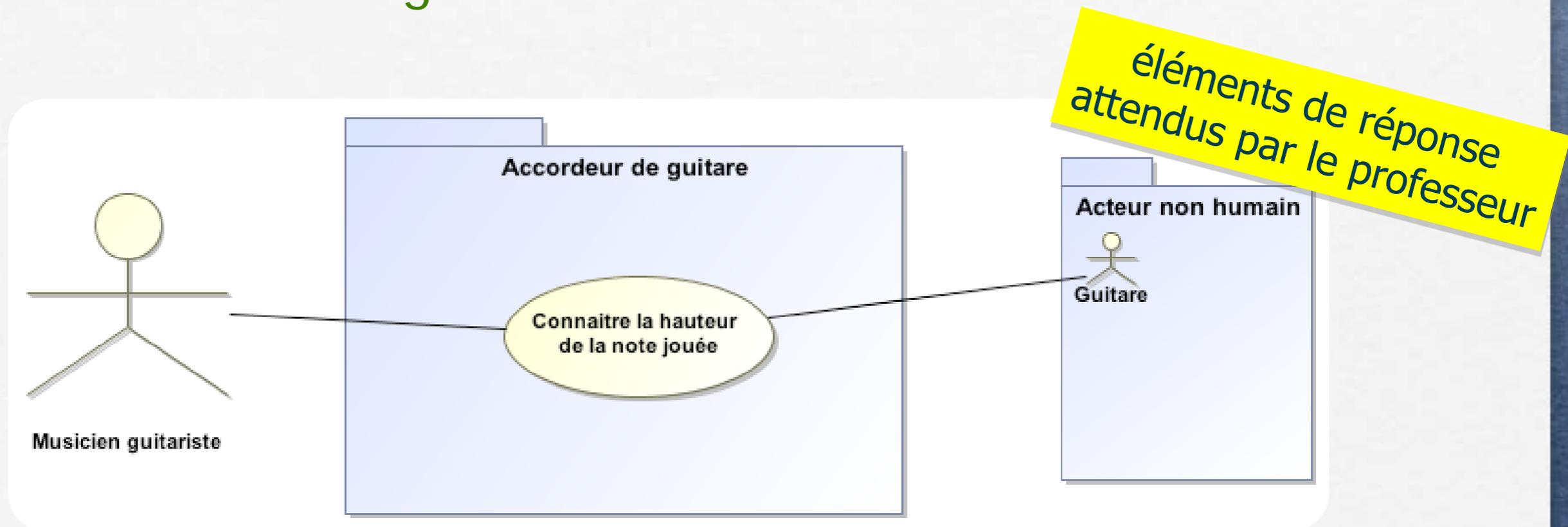
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période SysML

Diagramme des cas d'utilisation



Le diagramme des cas d'utilisation SysML est défini à partir du cahier des charges fonctionnel

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

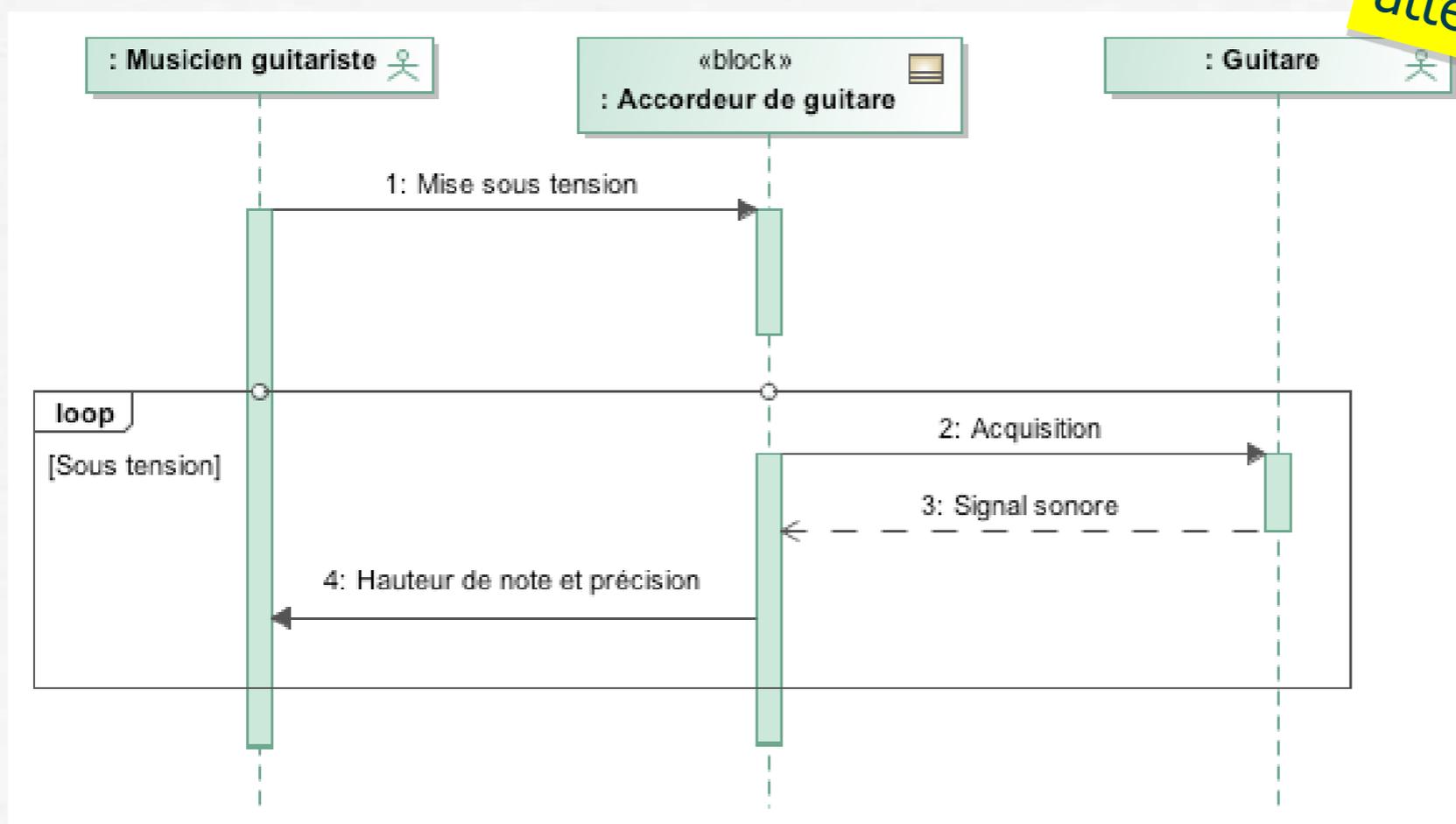
Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

SysML

Diagramme des séquences



éléments de réponse attendus par le professeur

Ce document est établi à partir du cahier des charges avec l'aide du professeur

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

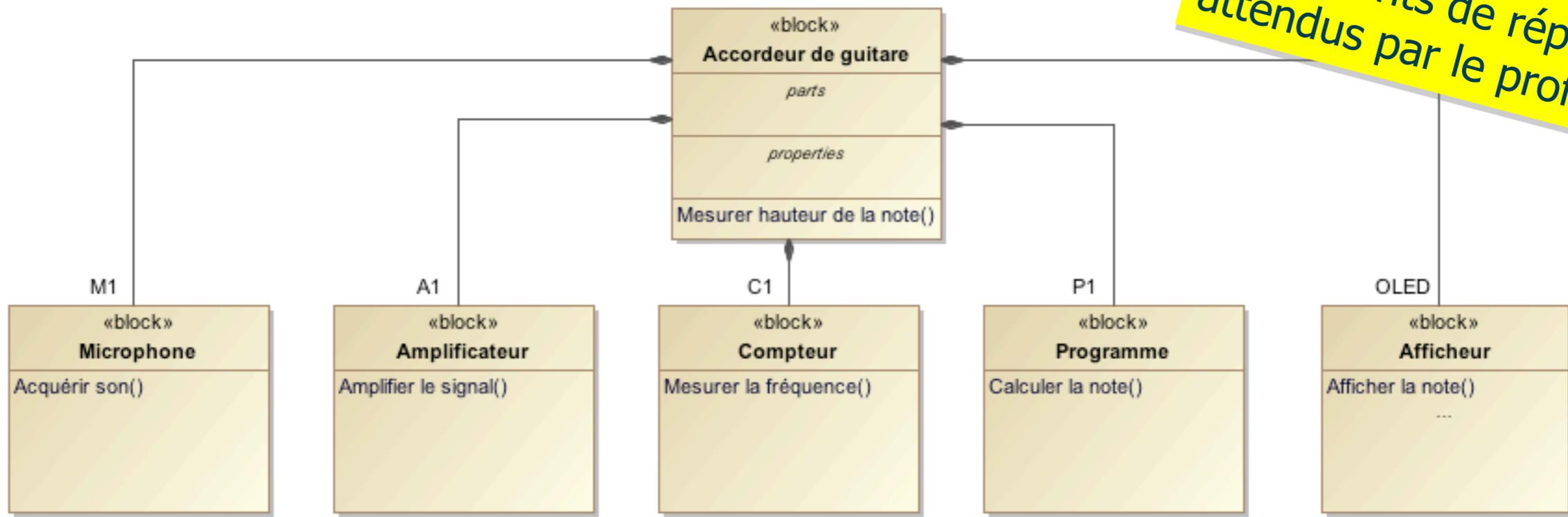
Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

SysML

Diagramme de définitions des blocs

éléments de réponse attendus par le professeur



Ce document est établi à partir du cahier des charges et des solutions fonctionnelles choisies avec l'aide du professeur

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

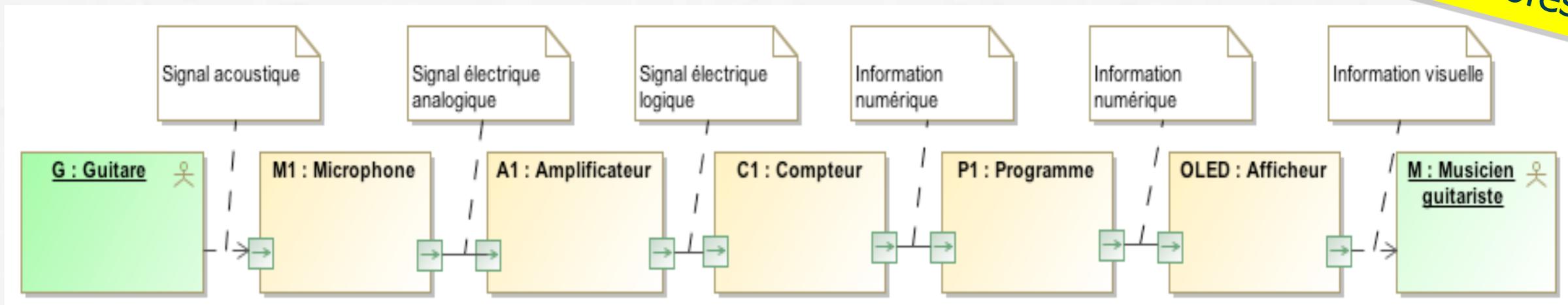
Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

SysML

Diagramme des blocs internes

éléments de réponse
attendus par le professeur



Ce document est établi à partir du cahier des charges et des solutions fonctionnelles choisies avec l'aide du professeur

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

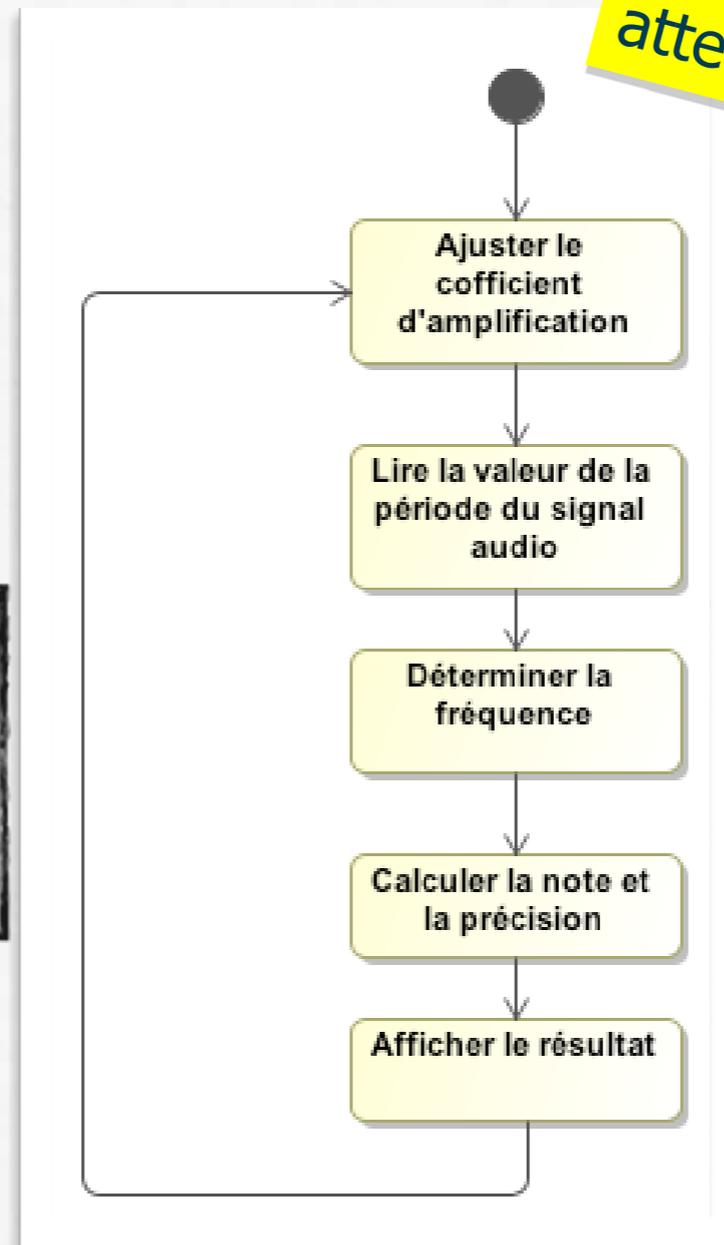
Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

SysML

Diagramme d'état

Ce document est établi à partir du cahier des charges et des solutions fonctionnelles choisies avec l'aide du professeur



éléments de réponse attendus par le professeur

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Revue de projet n°2

- Bilan de la conception préliminaire et des solutions adoptées pour répondre au cahier des charges.
- Corrections éventuelles de certaines solutions choisies.
- Peuvent être évaluées les notions de signal périodique, de période, de fréquence, d'amplitude, d'enveloppe, de spectre, d'harmoniques ...

Le professeur fait un bilan du travail des élèves sur la conception préliminaire et rectifie certains éléments erronés ou irréalisables. Une note d'évaluation collective peut être donnée

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Conception détaillée et prototypage

□ Planning prévisionnel ✦ 30 heures

30h

TC

Tâches individuelles

TC

Sous phase	Durée	Activités
Répartition des tâches	2h	<ul style="list-style-type: none">• Découpage du projet en tâches distinctes.• Répartition du travail entre les membres de l'équipe.• La partie acquisition (microphone et pré-amplification) du signal sonore est sous traitée par le professeur
Simulation	5h	Simulation des fonctions répondant aux solutions choisies avec «Mathlab / simulink» ou autres logiciels métier.
Prototypage	10h	Développement de chaque partie avec la plateforme choisie (PSOC Creator) : <ul style="list-style-type: none">• Saisie de schéma et configuration des composants,• Saisie du programme,• Compilation.
Tests et essais	5h	<ul style="list-style-type: none">• Vérification du fonctionnement et de la conformité de chaque partie individuelle
Revue de projet n°3	3 h	<ul style="list-style-type: none">• Bilan des tâches individuelles.
Regroupement des parties individuelles	5h	<ul style="list-style-type: none">• Assemblage des parties individuelles afin d'obtenir le projet global.• Mise en oeuvre du projet et test.

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Découpage du projet en 4 tâches distinctes :

Tâches	Elèves	Description
Amplification du signal avec contrôle automatique du gain	W	Le candidat met en oeuvre le composant « amplificateur » du PSOC et conçoit un programme de façon à ajuster le gain en fonction de l'amplitude du signal. La mesure de cette dernière est effectuée par comparaison.
Mise en forme du signal et mesure de sa période	X	Le candidat met en oeuvre les composants « comparateur » et « timer » du PSOC et élabore un programme permettant de déterminer la période puis la fréquence du signal mesuré.
Détermination de la note	Y	A partir d'une valeur correspondant à la fréquence mesurée, le candidat élabore un programme permettant de déterminer la note et son écart en % par rapport à la référence.
Affichage des données	Z	Le candidat met en oeuvre la bibliothèque PSOC d'un écran OLED afin d'afficher la note jouée et son écart avec la référence.

éléments de réponse
attendus par le professeur

Avec l'aide du professeur, les élèves effectuent un découpage du projet en quatre tâches distinctes et se les répartissent

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

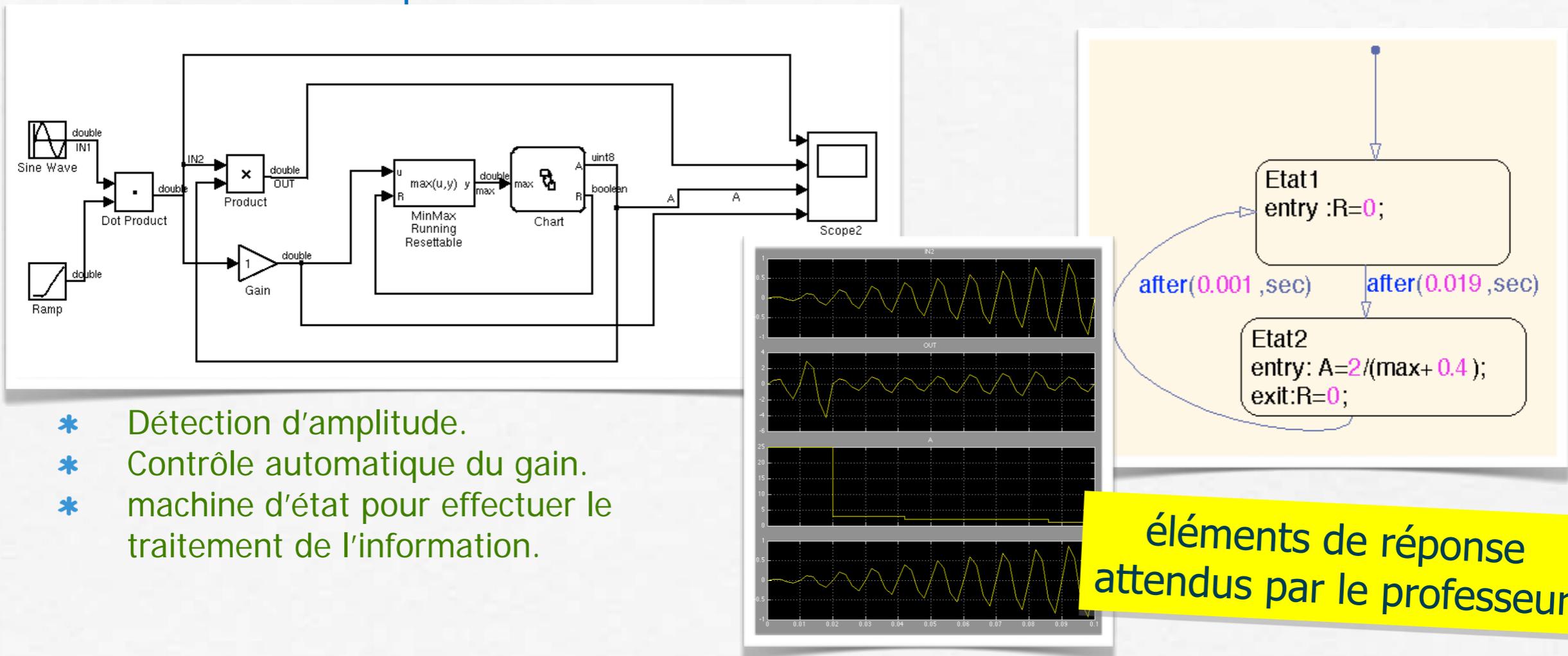
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «Amplification» \blacktriangle Simulation sous matlab / simulink



L'élève effectue une simulation de la solution adoptée pour effectuer l'amplification du signal de la guitare. La difficulté est mise sur le fait d'ajuster dynamiquement le coefficient d'amplification

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

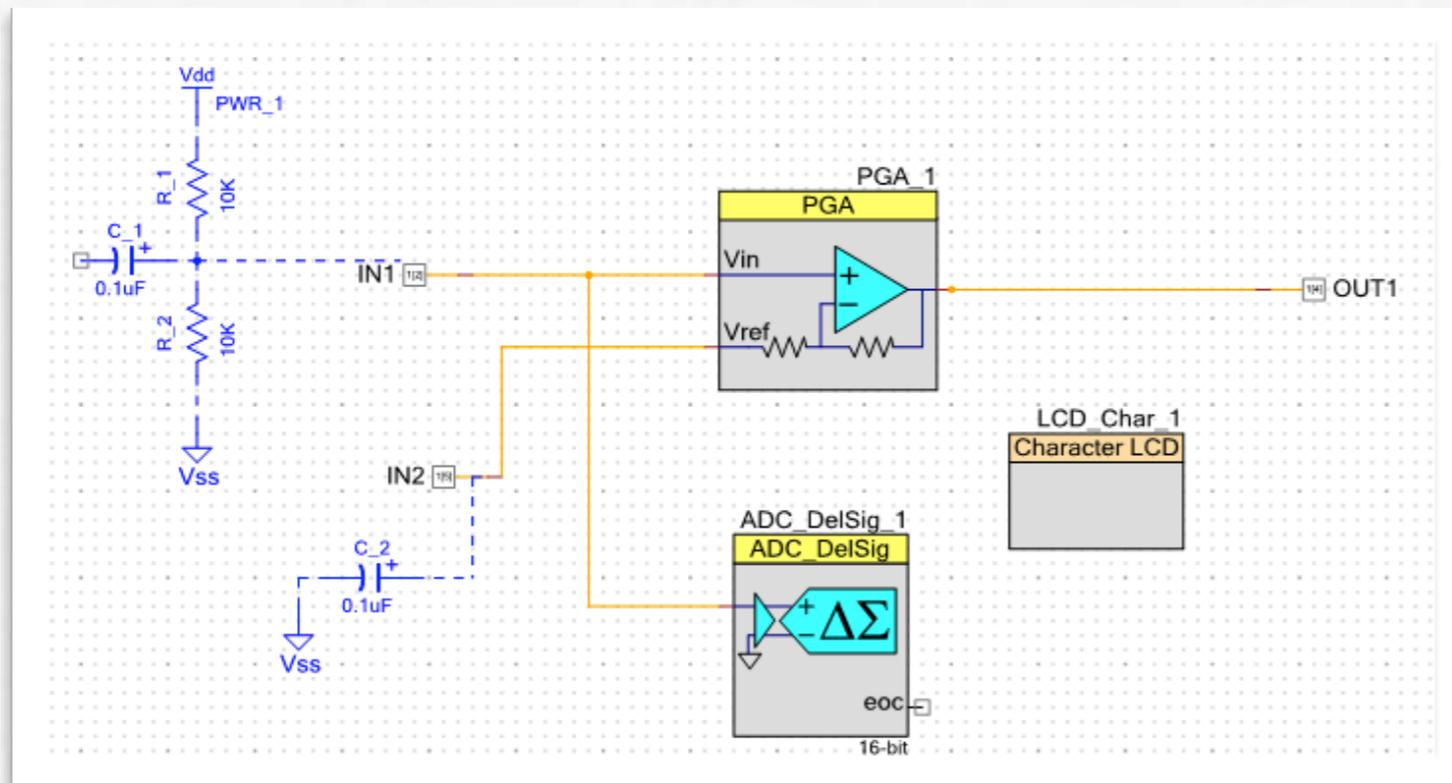
Conception détaillée Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

□ Partie «Amplification» ⇒ Prototypage sur PSOC



```
#include <device.h>
int16 MAX=0,N;
unsigned int GAIN=8;

CY_ISR(ADC_Interrupt)
{
    N=ADC_DelSig_1_GetResult32()-32767;
    if (N>MAX) MAX=N;
}

void main()
{
    /* Lancement des périphériques */
    PGA_1_Start(); // Ampli
    ADC_DelSig_1_Start(); // Conv A/D
    ADC_DelSig_1_IRQ_Enable();
    CyIntSetVector(ADC_DelSig_1_IRQ_INTC_NUMBER, ADC_Interrupt);
    ADC_DelSig_1_StartConvert();
    CyGlobalIntEnable;
    LCD_Char_1_Start();
    LCD_Char_1_Init();

    for(;;)
    {
        CyDelay(20);
        LCD_Char_1_Position(0,0);
        LCD_Char_1_PrintString(" ");
        LCD_Char_1_Position(0,0);
        LCD_Char_1_PrintNumber(MAX);
        GAIN=65535/(MAX+1);
        LCD_Char_1_Position(1,0);
        LCD_Char_1_PrintString(" ");
        LCD_Char_1_Position(1,0);
        LCD_Char_1_PrintNumber(GAIN);
        if (MAX<665) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_50);
        else if (MAX<700) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_48);
        else if (MAX<1024) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_32);
        else if (MAX<1400) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_24);
        else if (MAX <2048) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_16);
        else if (MAX <4096) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_08);
        else if (MAX <8092) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_04);
        else if (MAX <16384) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_02);
    }
}
```

- * Conversion A/D pour mesure amplitude.
- * Amplificateur avec gain contrôlable.
- * Affichage de l'amplitude et du gain souhaité

éléments de réponse attendus par le professeur

L'élève effectue la saisie du schéma et du programme afin de répondre à la solution adoptée pour effectuer l'amplification adaptative du signal de la guitare

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

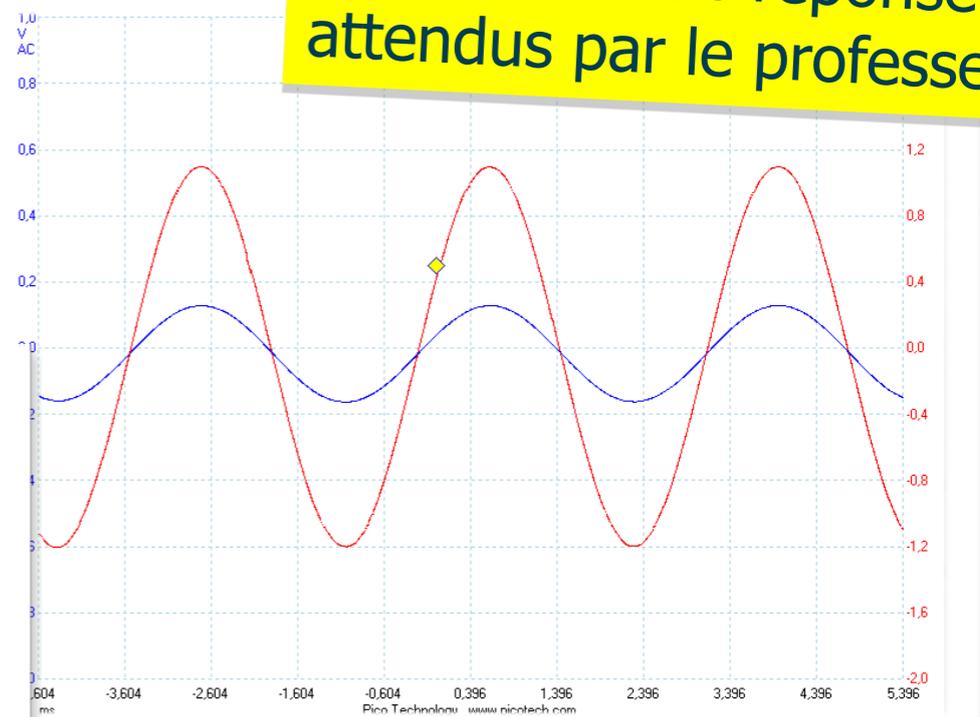
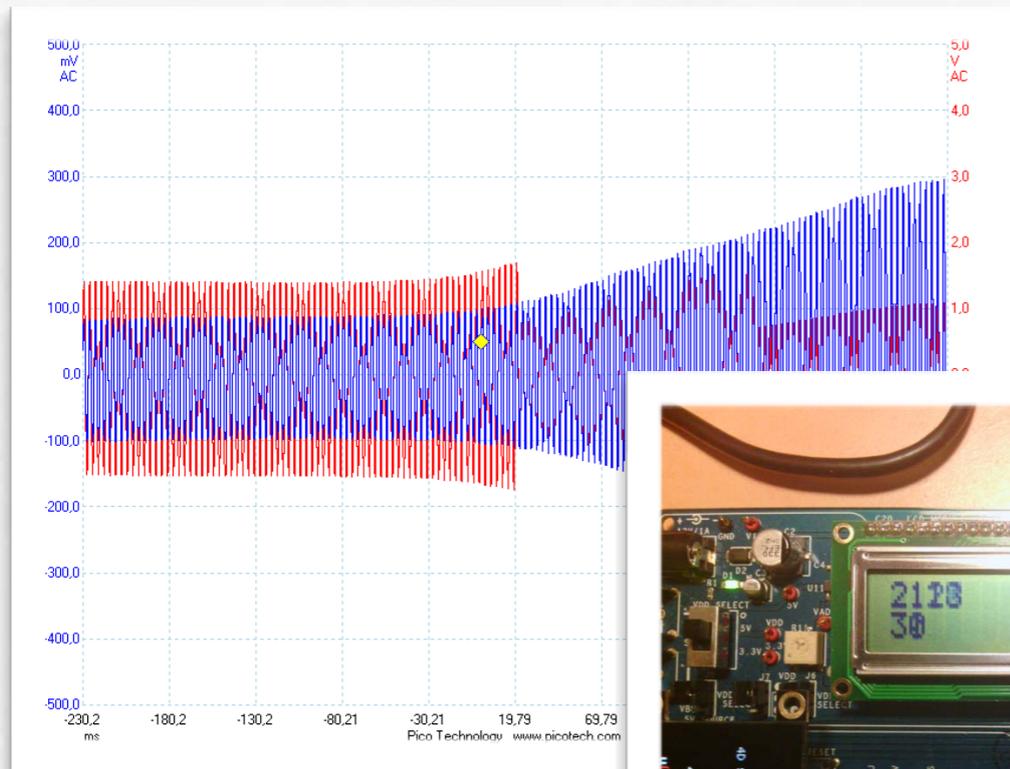
Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «Amplification» ⇒ Tests et essais

éléments de réponse attendus par le professeur



- * Relevés à l'oscilloscope.
- * Génération de signaux avec un GBF.
- * Vérification de l'évolution de l'amplification

L'élève effectue une simulation de la solution adoptée pour effectuer l'amplification adaptative du signal de la guitare

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

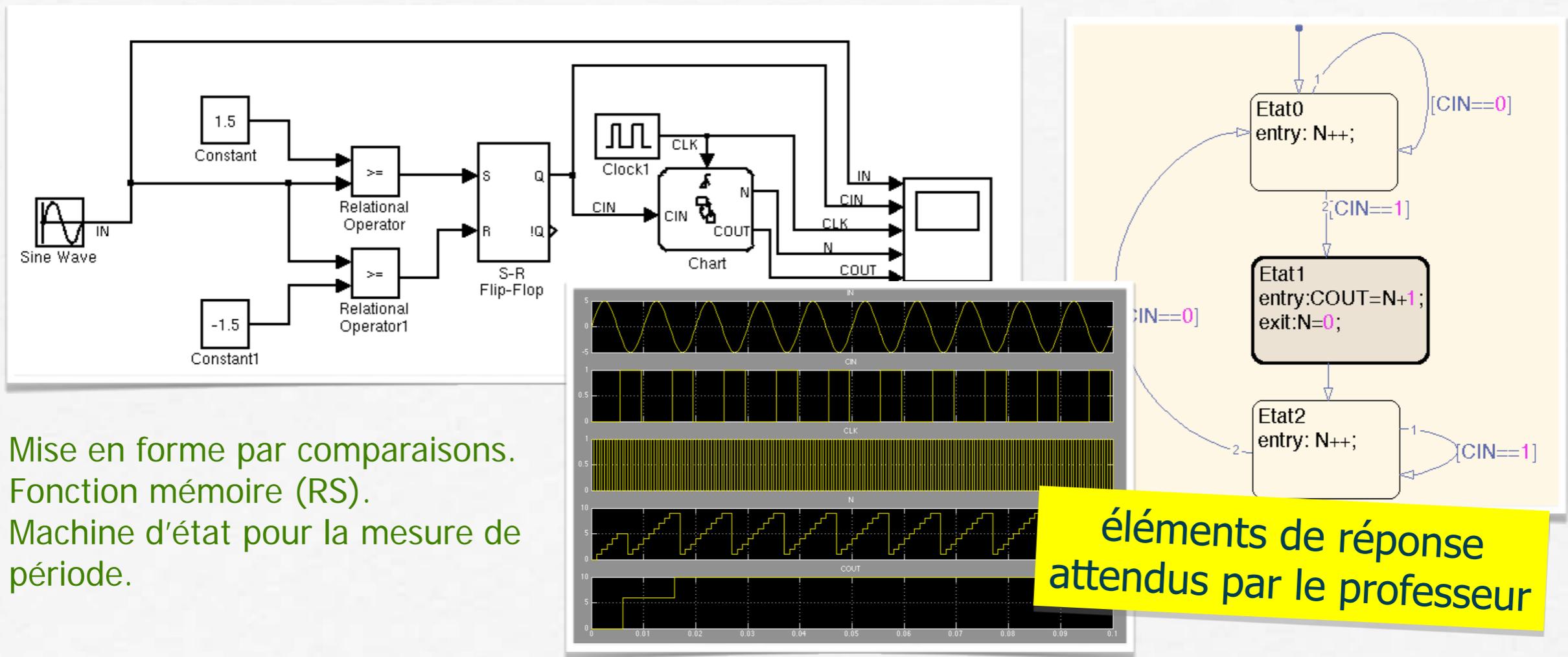
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «Mesure de période» \Rightarrow Simulation sous «Matlab / simulink»



L'élève effectue une simulation afin de vérifier la mise en forme du signal d'entrée et la mesure de sa période en microsecondes.

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

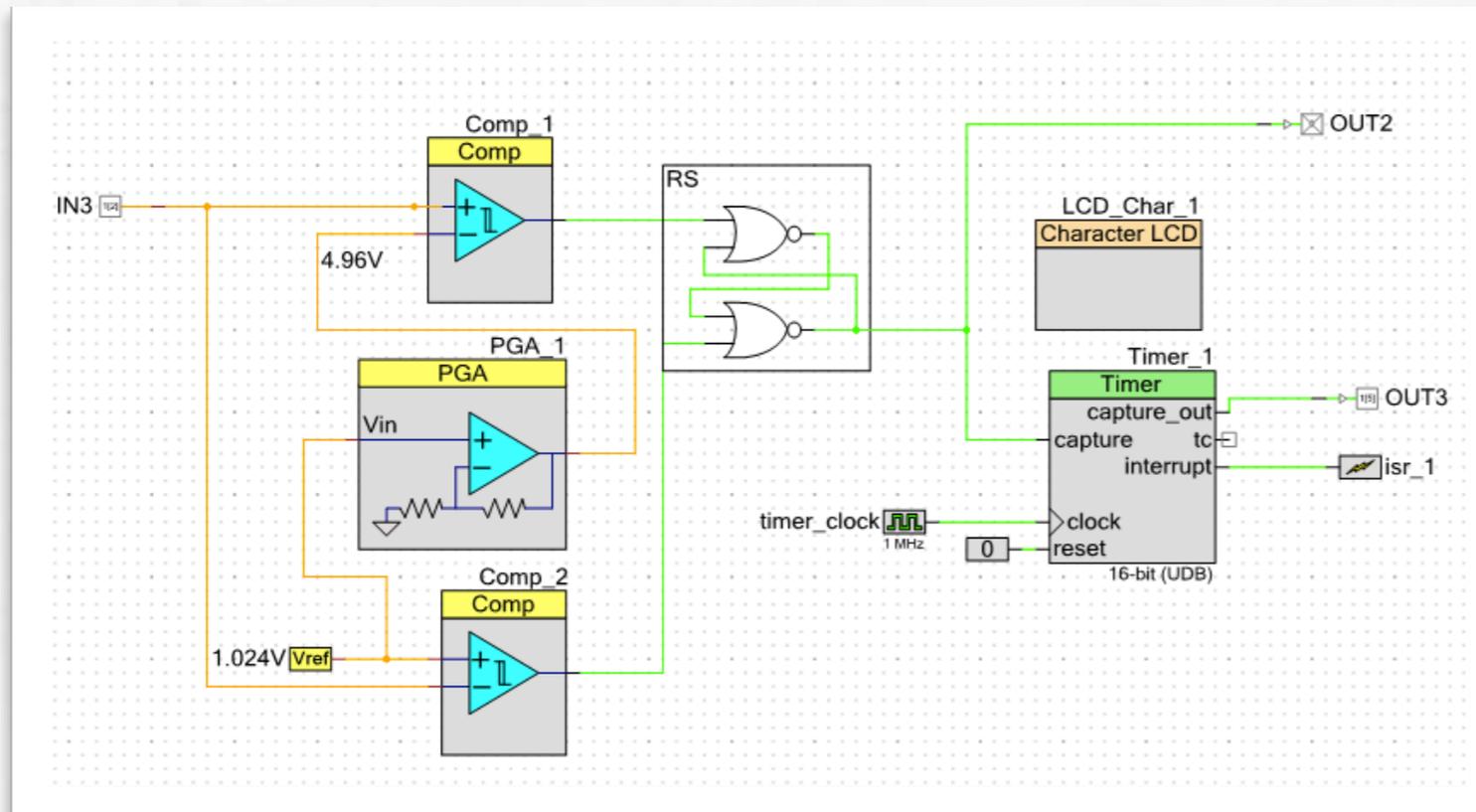
Conception détaillée Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «Mesure de période» ▲ Prototypage sur PSOC



```
#include <device.h>
int T,F;
CY_ISR(InterruptHandler)
{
    Timer_1_ReadStatusRegister(); /* Read the Status Register */
    T=65536-Timer_1_ReadCapture(); // Lecture de la valeur de capture
    Timer_1_WriteCounter(0);      // Remise à 0 du compteur
}

void main()
{
    /* Place your initialization/startup code here (e.g. MyInst_Start()) */
    Comp_1_Start();
    Comp_2_Start();
    PGA_1_Start();
    isr_1_Start();
    isr_1_Disable();
    isr_1_SetVector(InterruptHandler);
    isr_1_Enable();
    LCD_Char_1_Start();
    timer_clock_Enable();
    Timer_1_Start();
    CyGlobalIntEnable; /* Uncomment this line to enable global interrupts. */
    for(;;)
    {
        LCD_Char_1_Position(0,0); //positionnement ligne 0 colonne 0
        LCD_Char_1_PrintString("    us"); //Effacement ancienne valeur de T
        LCD_Char_1_Position(0,0); //positionnement ligne 0 colonne 0
        LCD_Char_1_PrintNumber(T); //Affichage nouvelle valeur de T
        LCD_Char_1_Position(1,0); //positionnement ligne 0 colonne 0
        F=1000/T;
        LCD_Ch... //positionnement ancienne valeur de F
        LCD_Ch...
        LCD_Ch...
        CyDele...
    }
}
```

éléments de réponse attendus par le professeur

- * Mise en forme par comparaisons et mémorisation.
- * Détermination de la période par capture avec TIMER
- * Affichage de la période et de la fréquence calculée sur un LCD

L'élève effectue la saisie de schéma et l'édition du programme afin de répondre à la solution adoptée pour effectuer la mesure de période et le calcul de fréquence.

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

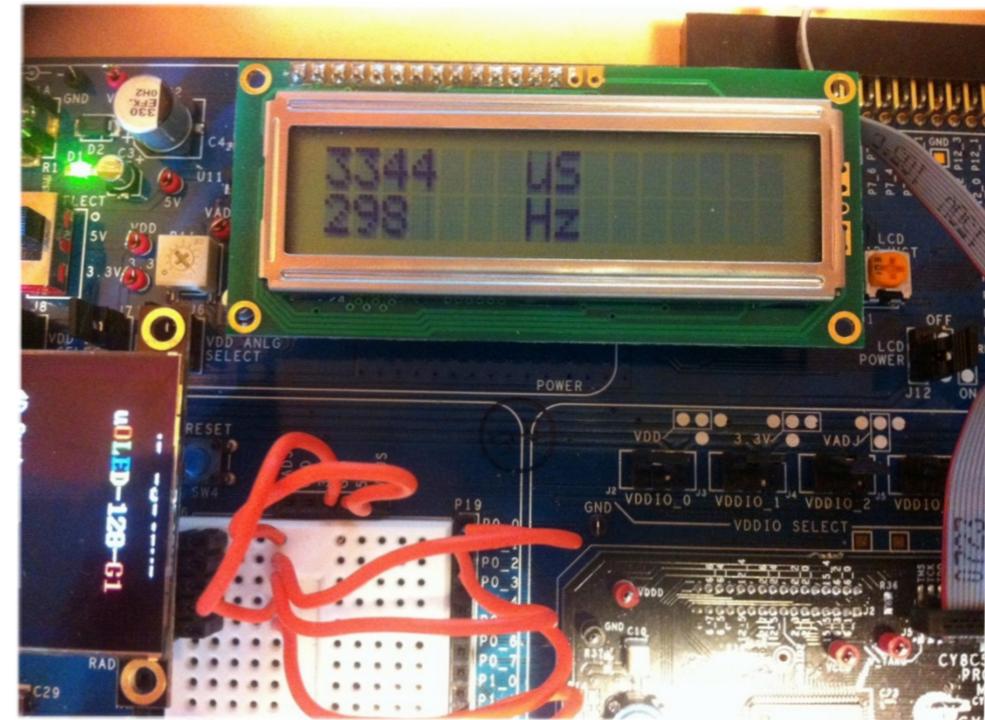
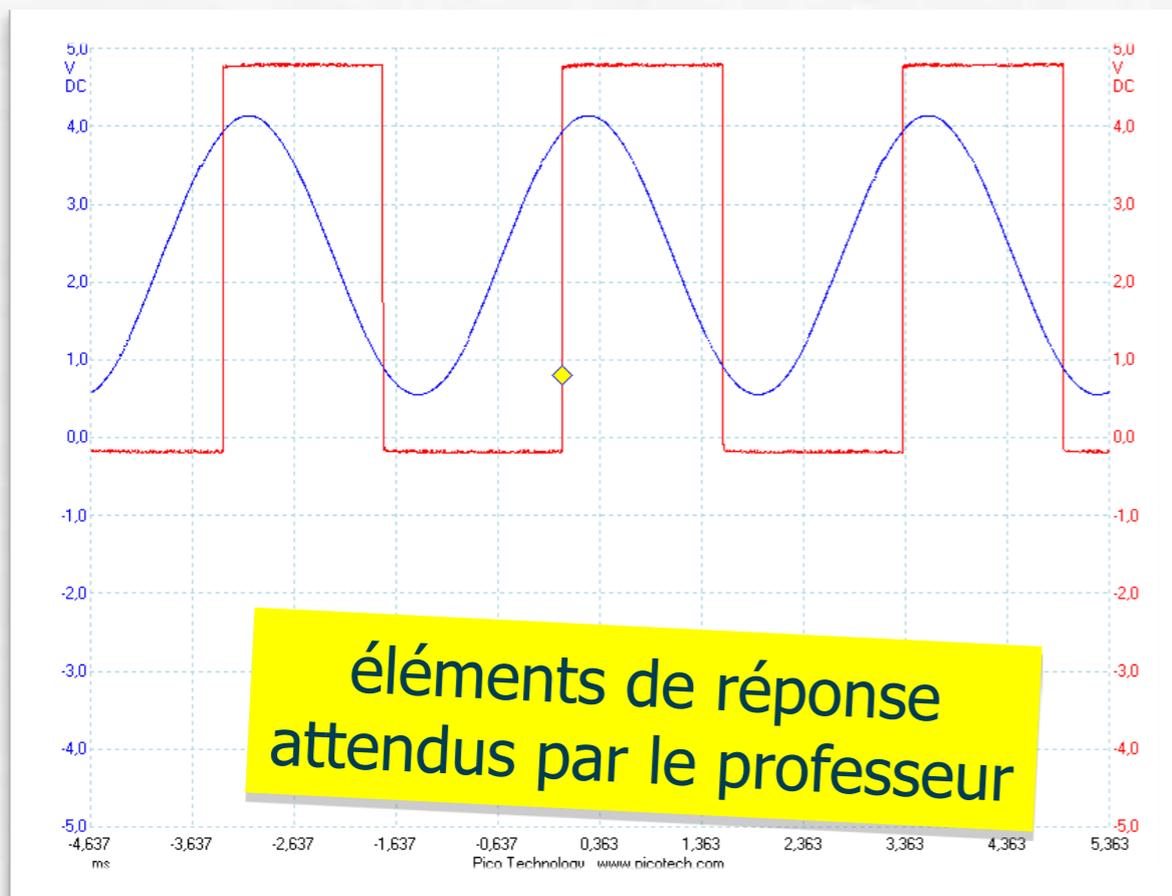
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «Mesure de période» ▲ Test et essais



- * Relevés à l'oscilloscope.
- * Génération de signaux avec un GBF.
- * Vérification sur LCD de la mesure de période et de fréquence.

L'élève effectue une simulation pour vérifier la précision de la mesure de période et le calcul de la fréquence.

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

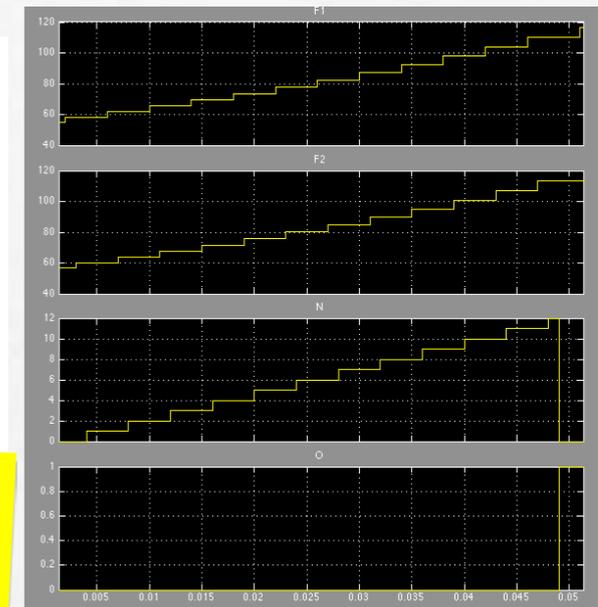
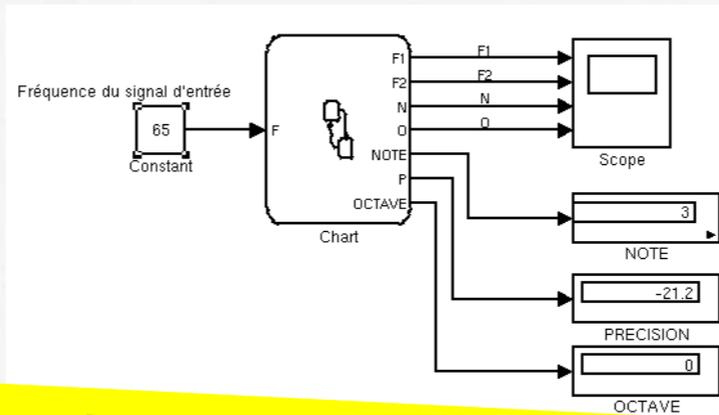
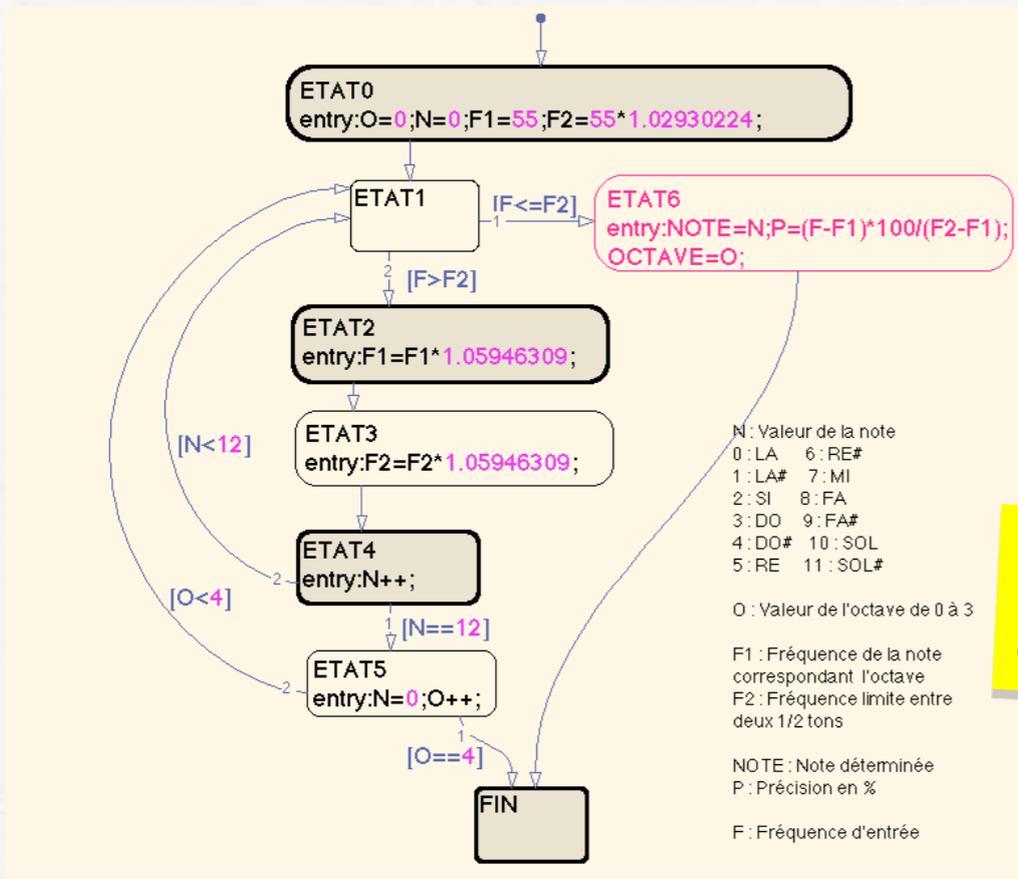
Conception détaillée Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «détermination de la note» \blacktriangle Simulation sous «Matlab / simulink»



éléments de réponse attendus par le professeur

- * Elaboration d'un graphe d'état
- * Saisie, simulation pour Vérification du fonctionnement sous matlab / simulink de la machine d'état.

L'élève élabore le cycle de conversion sous forme de graphe d'état puis le saisit et le simule sous matlab / simulink

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

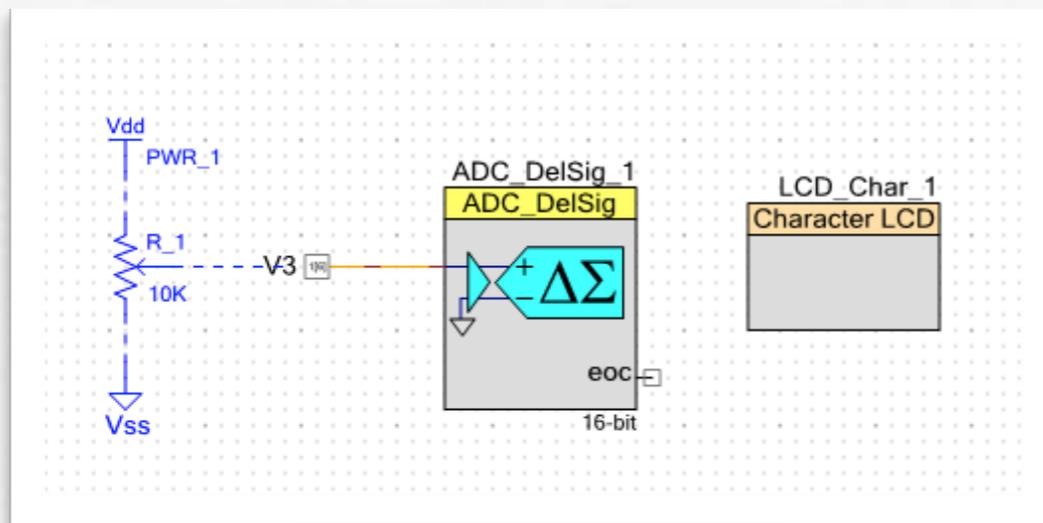
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «détermination de la note» ▲ Prototypage sur PSOC



- * Simulation de la valeur de fréquence par une conversion A/N d'une tension continue.
- * Affichage du résultat sur un afficheur LCD

```
void main()
{
    int T,E; // Variable pour mesure de la période
    float F,Fref;
    char *Note;
    /* Place your initialization/startup code here (e.g. MyInst_Start())
    ADC_DelSig_1_Start();
    ADC_DelSig_1_StartConvert();
    LCD_Char_1_Start();
    //CyGlobalIntEnable; /* Uncomment this line to enable global interrupt
    for(;;)
    {
        T=ADC_DelSig_1_GetResult32();
        F=T/100;
        if (F<98)
        {
            Note="1:MI ";
            Fref=88.4;
        }
        else if(F<130)
        {
            Note="2:LA ";
            Fref=110;
        }
        else if(F<174)
        {
            Note="3:RE ";
            Fref=146.8;
        }
        else if(F<220)
        {
            Note="4:SOL ";
            Fref=196;
        }
        else if(F<293)
        {
            Note="5:SI ";
            Fref=246.9;
        }
    }
}
```

```
else if(F<220)
{
    Note="4:SOL ";
    Fref=196;
}
else if(F<293)
{
    Note="5:SI ";
    Fref=246.9;
}
else
{
    Note="6:MI ";
    Fref=329.6;
}
E=(F-Fref)*100/Fref;

LCD_Char_1_Position(0,0);
LCD_Char_1_PrintString(" ");
LCD_Char_1_Position(1,0);
LCD_Char_1_PrintString(" ");
LCD_Char_1_Position(0,0);
LCD_Char_1_PrintString(Note);
LCD_Char_1_PrintString("F=");
LCD_Char_1_PrintNumber(T/100);
LCD_Char_1_Position(1,0);
if (E<0)
{
    LCD_Char_1_PrintString("-");
    E=-E;
}
else LCD_Char_1_PrintString("+");
LCD_Char_1_PrintNumber(E);
LCD_Char_1_PrintString("%");
CyDelay(200);

/* Place your application code here. */
```

éléments de réponse attendus par le professeur

L'élève effectue la saisie de schéma et l'édition du programme afin de répondre à la solution adoptée pour effectuer la détermination de la note et son écart.

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

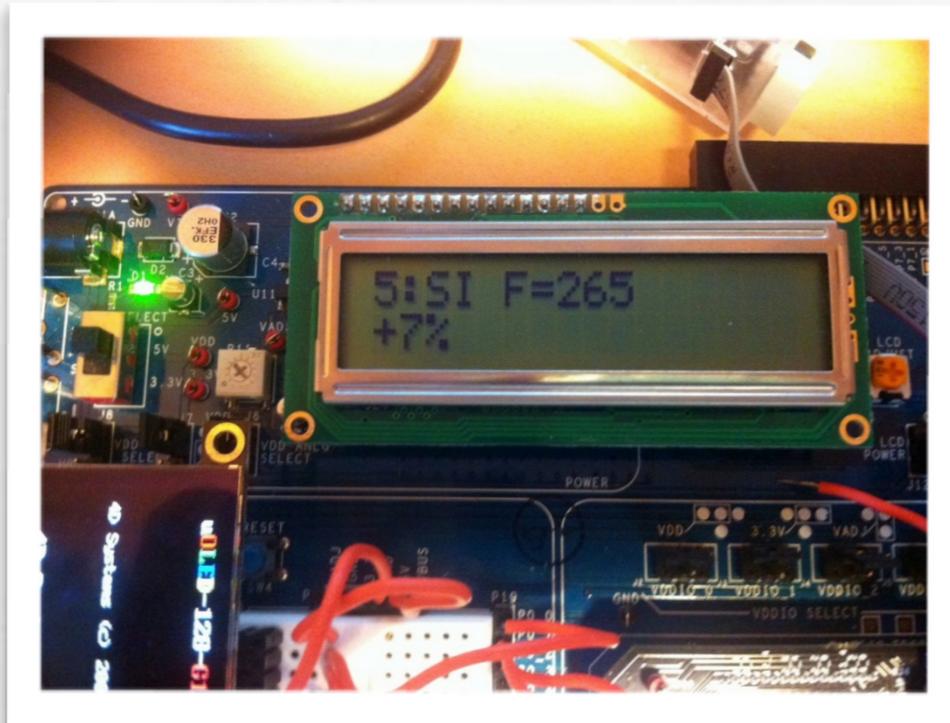
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «détermination de la note» ▲ Test et essais



- * Vérification sur LCD des valeurs obtenues pour la note et l'écart en fonction de la fréquence.

éléments de réponse
attendus par le professeur

L'élève effectue une série de mesures afin de vérifier le lien entre la note indiquée (et sa précision) et la fréquence appliquée en entrée.

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

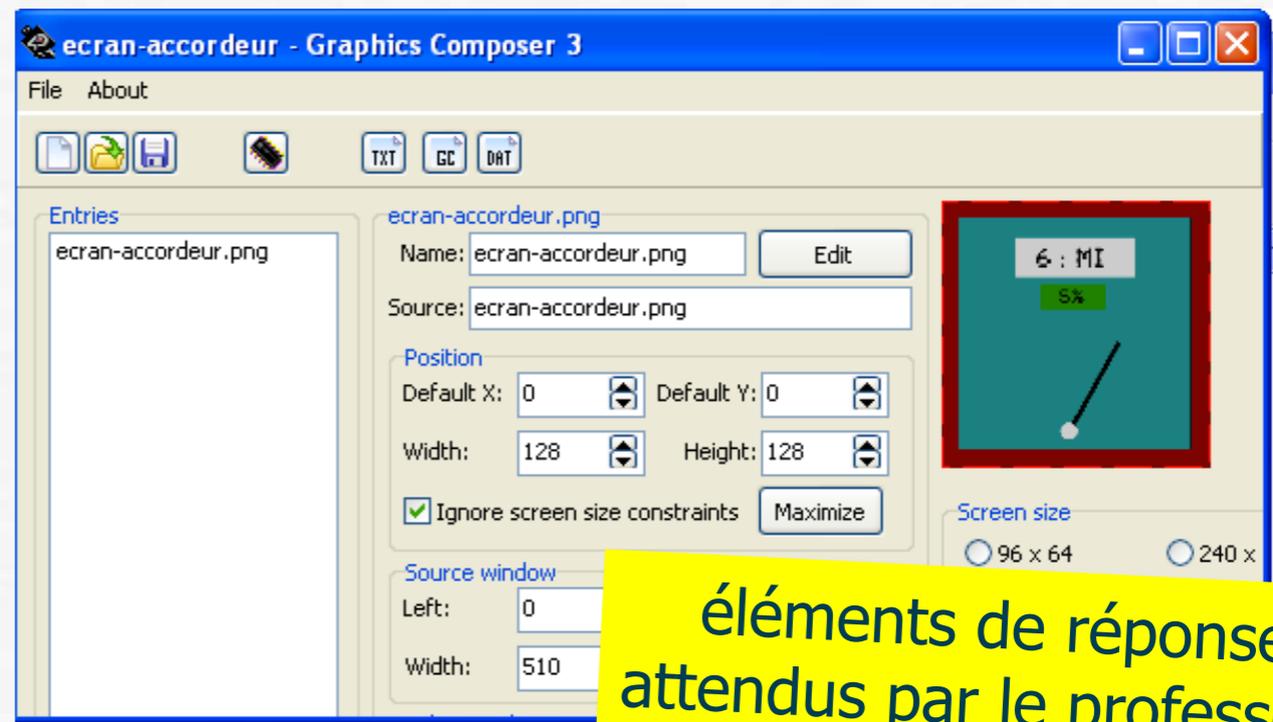
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «Affichage sur écran OLED» ▲ Détermination de l'aspect graphique



éléments de réponse attendus par le professeur

L'élève élabore l'aspect visuel de l'affichage souhaité avec un logiciel de retouche d'image et vérifie le fonctionnement sur une maquette spécialisée avec les logiciels du fabricant «4DSystem» de l'écran OLED. Il détermine les coordonnées des différentes figures et textes à afficher.

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

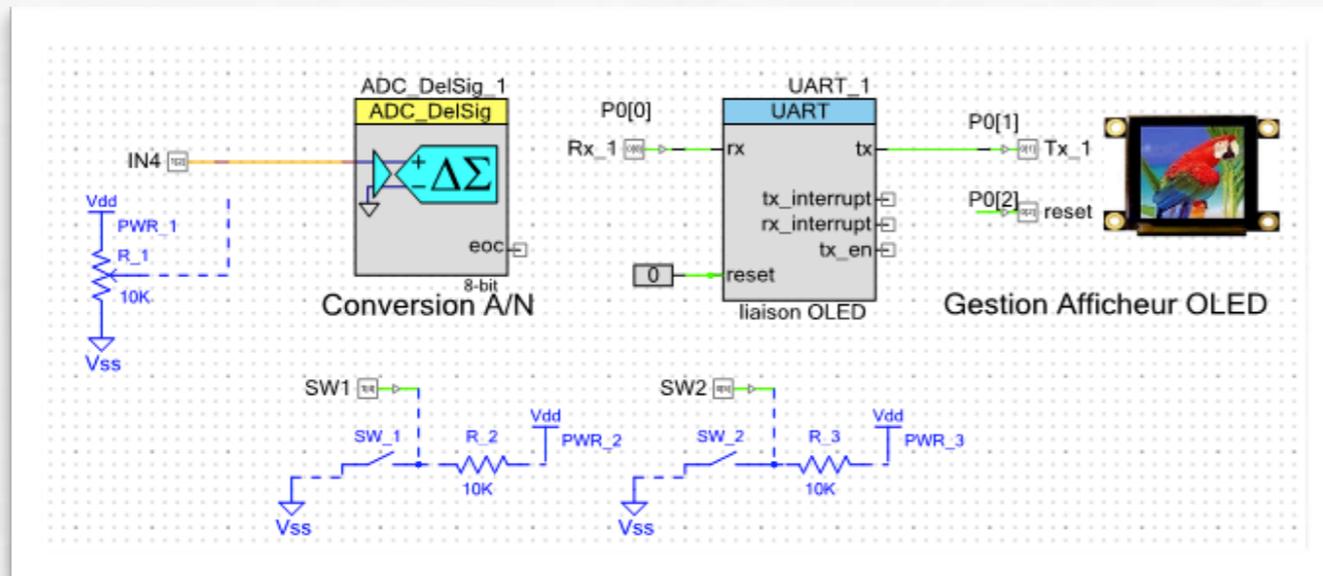
Conception détaillée Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «Affichage sur écran OLED» ▲ Prototypage sur PSOC



```
#include <device.h>
#include <stdio.h>
#include <oled96g1.h>
unsigned char X,Y;
char S[6];
void main()
{
    /* Place your initialization/startup code here (e.g. MyI
    UART_1_Start(); // lancement UART POUR UOLED
    //ATTENTION : NE PAS OUBLIER DE FORC
    OLED_G1_Start(); //initialisation afficheur Oled
    ADC_DelSig_1_Start();
    ADC_DelSig_1_StartConvert();
    draw_rect_oledg1(0,0,127,127,5,0,0); //Cadre
    /* CyGlobalIntEnable; */ /* Uncomment this line to enable
    for(;;)
    {
        X=ADC_DelSig_1_GetResult16();
        if (X>116) X=116;
        if (X<11) X=11;
        if (X!=Y)
        {
            draw_rect_oledg1(10,10,107,107,0,0,0);
            sprintf(S,"%d %d",X-64);
            draw_text_graph_oledg1(60,32,0,156,155,2,2,S);
            draw_text_graph_oledg1(60,15,0,156,55,2,2,"RE");
            draw_line_oledg1(63,117,X,47,16,255);
            Y=X;
        }
        CyDelay(200);
    }
}
```

- * Modification de la note par une action sur deux boutons poussoirs SW1 et SW2.
- * Modification de la précision par conversion A/N d'une tension générée par un potentiomètre
- * Pilotage de l'afficheur par liaison série asynchrone

éléments de réponse attendus par le professeur

L'élève effectue la saisie de schéma et l'édition du programme afin de répondre à la solution adoptée pour effectuer l'affichage sur un écran couleur OLED.

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

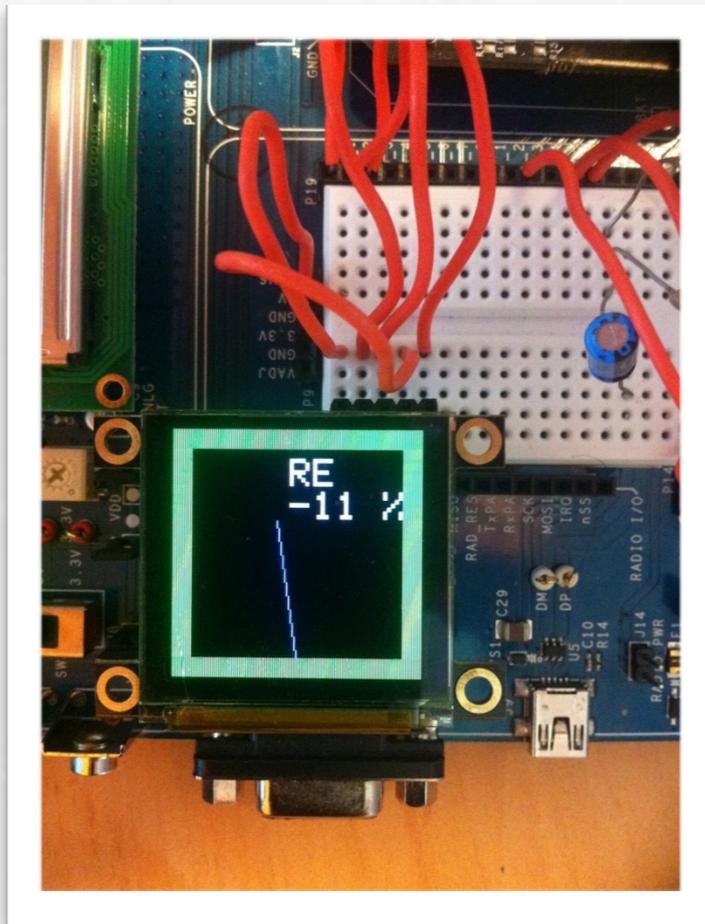
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Partie «Affichage sur écran OLED» ▲ Tests et essais



éléments de réponse
attendus par le professeur

L'élève effectue une vérification de l'affichage de différentes notes et de leur précision. Un point est fait sur le confort d'affichage de ces informations.

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Revue de projet n°3

- Bilan de la conception détaillée de chaque partie individuelle.
- Remarques et corrections sur le développement du prototype (schéma, programme).
- Propositions d'améliorations éventuelles.

Le professeur fait un bilan du travail des élèves sur la conception détaillée et rectifie certains éléments de réponse. Une note d'évaluation individuelle peut être donnée.

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

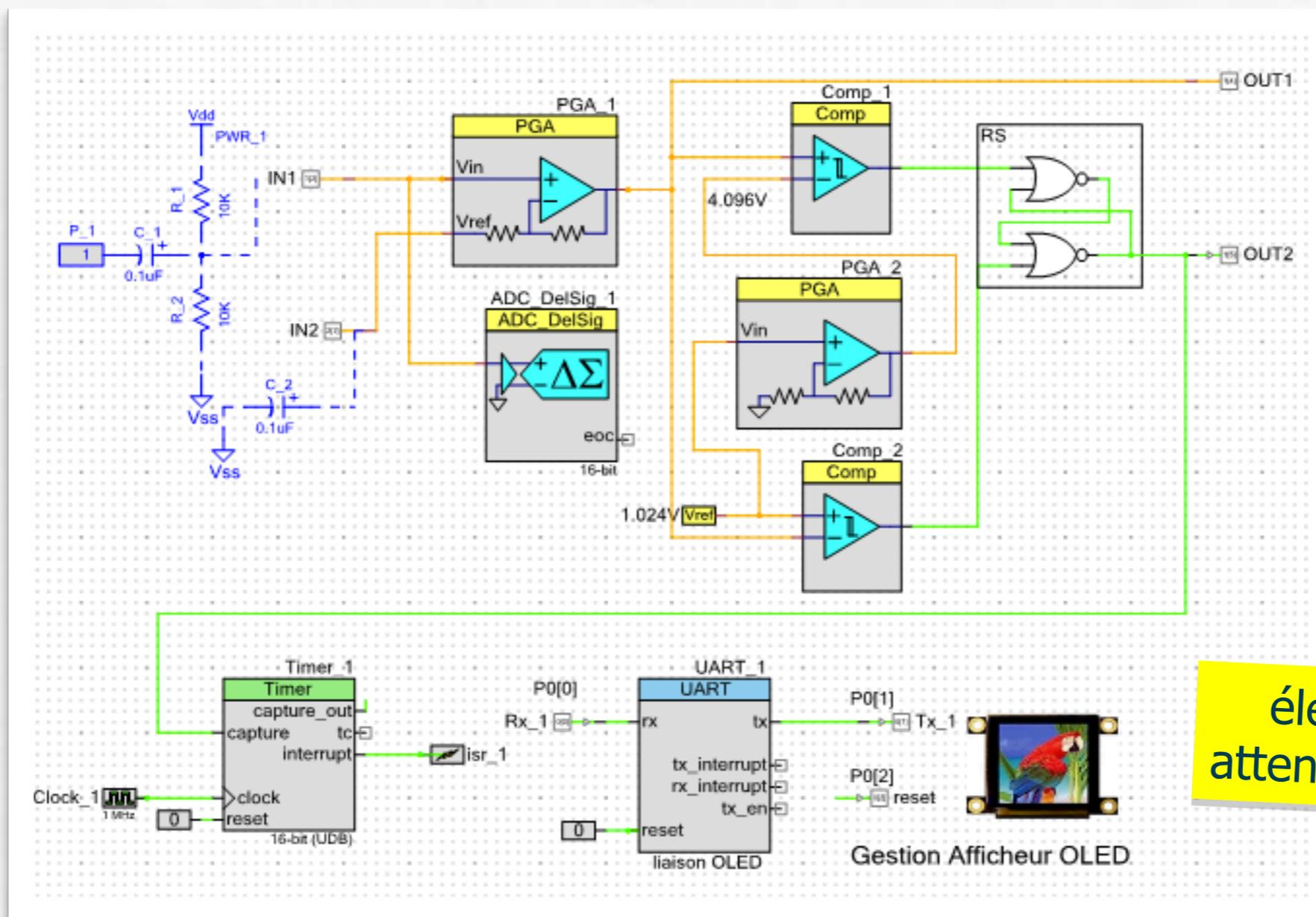
Conception détaillée Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Assemblage des différentes parties ▲ Schéma sous «PSOC creator»



Tous les élèves de l'équipe rassemblent sur une même feuille leurs schémas respectifs en pensant à supprimer les éléments inutiles et redondants.

éléments de réponse attendus par le professeur

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSoC avec mesure de période

- Assemblage des différentes parties ▲ Programme en C sous «PSoC creator»

```
main.c
/* -----
 * Jean-Luc PADIOLEAU
 * Lycée Vaucanson
 * 37000 TOURS
 * Académie Orléans - Tours
 *
 * Projet Accordeur
 * STI2D SIN
 * -----
 */
#include <device.h>
#include <stdio.h>
#include <oled96gl.h>

int16 MAX=0,N;
unsigned int GAIN=0;
int T,E;
float F,Fref;
char *Note;
char S[10];

CY_ISR(InterruptHandler)
{
    Timer_1_ReadStatusRegister(); /* Read the Status Register */
    T=65536-Timer_1_ReadCapture(); // Lecture de la valeur de capture
    Timer_1_WriteCounter(0);      // Remise à 0 du compteur
}

CY_ISR(ADC_Interruption)
{
    N=ADC_DelSig_1_GetResult32()-32767;
    if (N>MAX) MAX=N;
}

void main()
{
    /* Lancement des périphériques */
    PGA_1_Start(); // Appli
    ADC_DelSig_1_Start(); // Conv A/D
    ADC_DelSig_1_IRQ_Enable();
    CyIntSetVector(ADC_DelSig_1_IRQ_INT_NUMBER , ADC_Interruption);
    ADC_DelSig_1_StartConvert();
    Comp_1_Start();
    Comp_2_Start();
    PGA_2_Start();
    isr_1_Start();
    isr_1_Disable();
    isr_1_SetVector(InterruptHandler);
    isr_1_Enable();
    Timer_1_Start();
    CyGlobalIntEnable;
    UART_1_Start(); // lancement UART POUR OOLED
    OLED_G1_Start(); // initialisation afficheur Oled
    for(;;)
    {
```

Page 1 of 2

```
main.c
CyDelay(20);
GAIN=65535/(MAX+1);
if (MAX<665) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_50);
else if (MAX<700) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_48);
else if (MAX<1024) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_32);
else if (MAX<1400) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_24);
else if (MAX <2048) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_16);
else if (MAX <4096) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_08);
else if (MAX <8092) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_04);
else if (MAX<16384) PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_02);
else
    PGA_1_SetGain(PGA_1_GAIN_01);
MAX=0;
F=1000000/(T+1);
if (F<98)
{
    Note="1:MI ";
    Fref=88.4;
}
else if(F<130)
{
    Note="2:LA ";
    Fref=110;
}
else if(F<174)
{
    Note="3:RE ";
    Fref=146.8;
}
else if(F<220)
{
    Note="4:SOL ";
    Fref=196;
}
else if(F<293)
{
    Note="5:SI ";
    Fref=246.9;
}
else
{
    Note="6:MI ";
    Fref=329.6;
}
E=(F-Fref)*100/Fref;
if (E<-100) E=-100;
if (E>+100) E=+100;
draw_rect_oledgl(10,10,107,107,0,0,0);
sprintf(S,"d %s",E);
draw_text_graph_oledgl(60,32,0,156,155,2,2,S);
draw_text_graph_oledgl(60,15,0,156,55,2,2,Note);
draw_line_oledgl(63,117,E/2+50,47,16,255);
}
}
```

Page 2 of 2

Tous les élèves de l'équipe rassemblent dans un même fichier leurs programmes respectifs en pensant à supprimer les parties inutiles et redondantes.

éléments de réponse attendus par le professeur

2h

Définition du projet

Conception
préliminaire

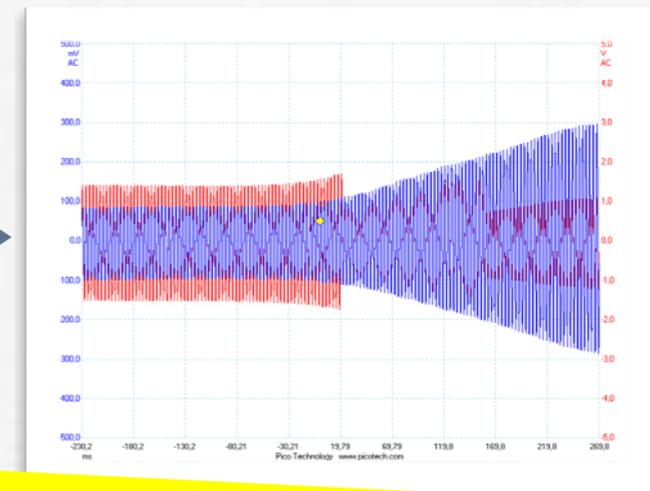
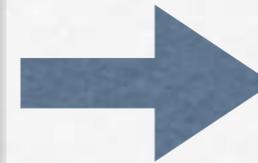
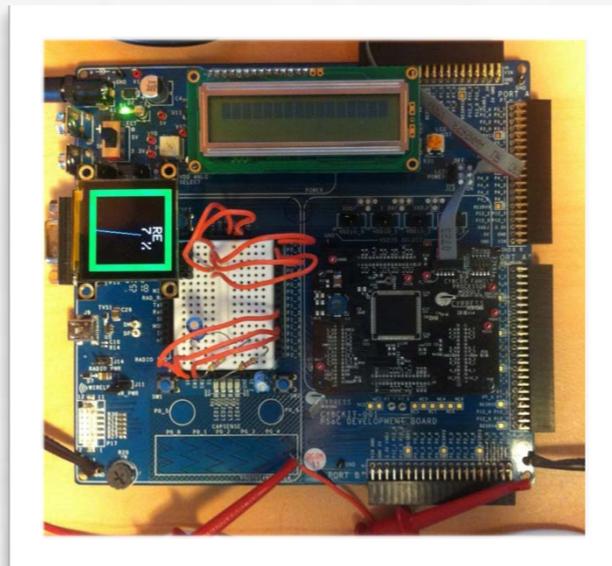
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Assemblage des différentes parties ▲ Tests et essais



éléments de réponse
attendus par le professeur

L'équipe d'élèves effectue une vérification du fonctionnement global de l'accordeur en lui appliquant différentes notes de guitare (simulées). Un point est fait sur la précision obtenue et la rapidité d'affichage.

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

**Tests &
Validation**

Restitution

Tests et validation

□ Planning prévisionnel ✦ 8 heures

Sous phase	Durée	Activités
Protocole de test	3 h	Définition d'une procédure de test complète.
Mesure	3 h	Mise en oeuvre de la procédure de tests et relevé des grandeurs caractéristiques
Bilan	2 h	Comparaison des mesures avec le résultat souhaité

8h

□ Supplément sous forme de cours ✦ 2 heures

Sous phase	Durée	Activités
Cours	2 h	Présentation de l'industrialisation du produit : <ul style="list-style-type: none">• Conception de l'alimentation autonome en énergie électrique.• Conception de la partie électronique• Conception du boîtier.• Fabrication d'un prototype industriel.• Validation du prototype.• Fabrication en série du produit.

2h

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

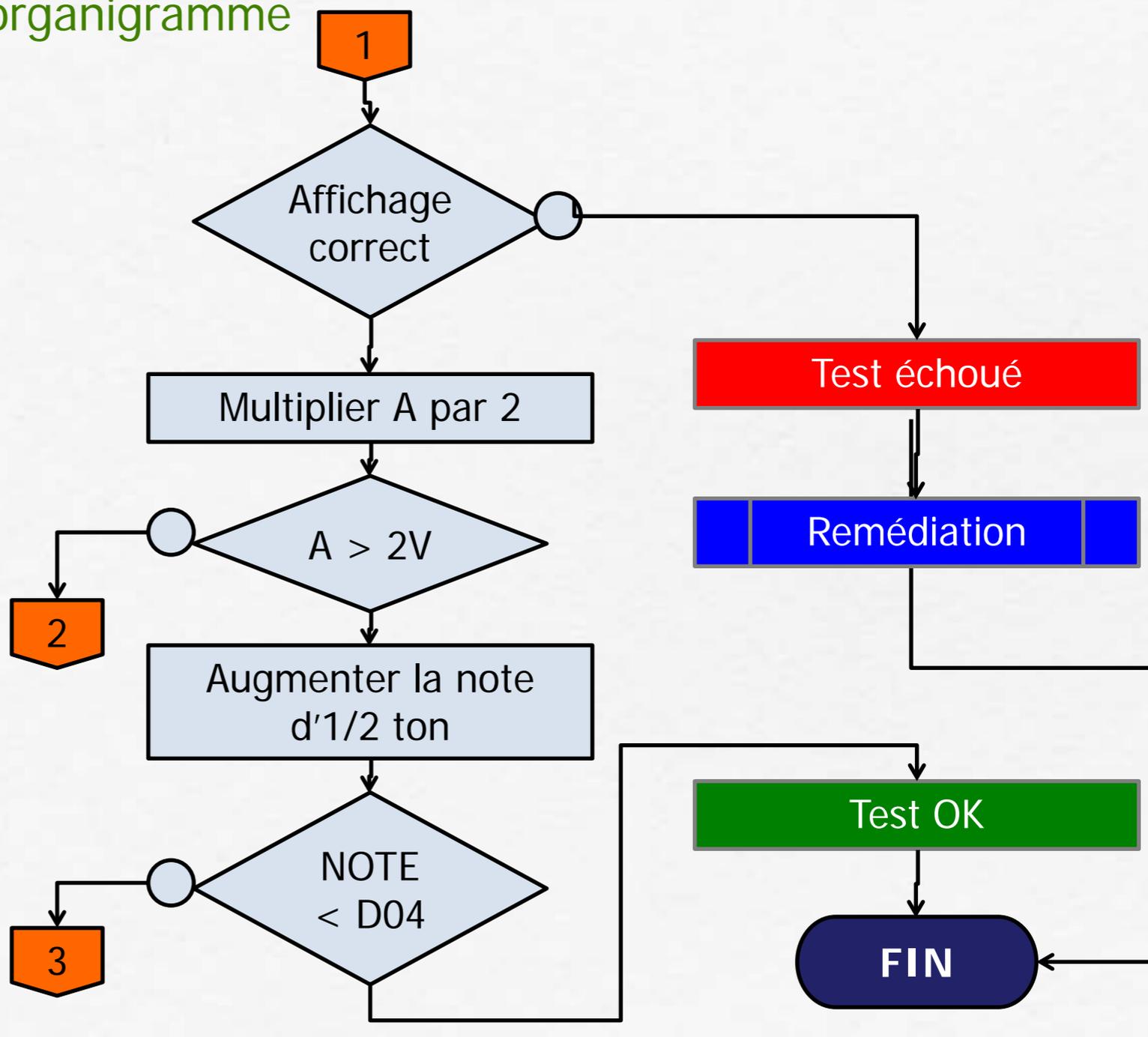
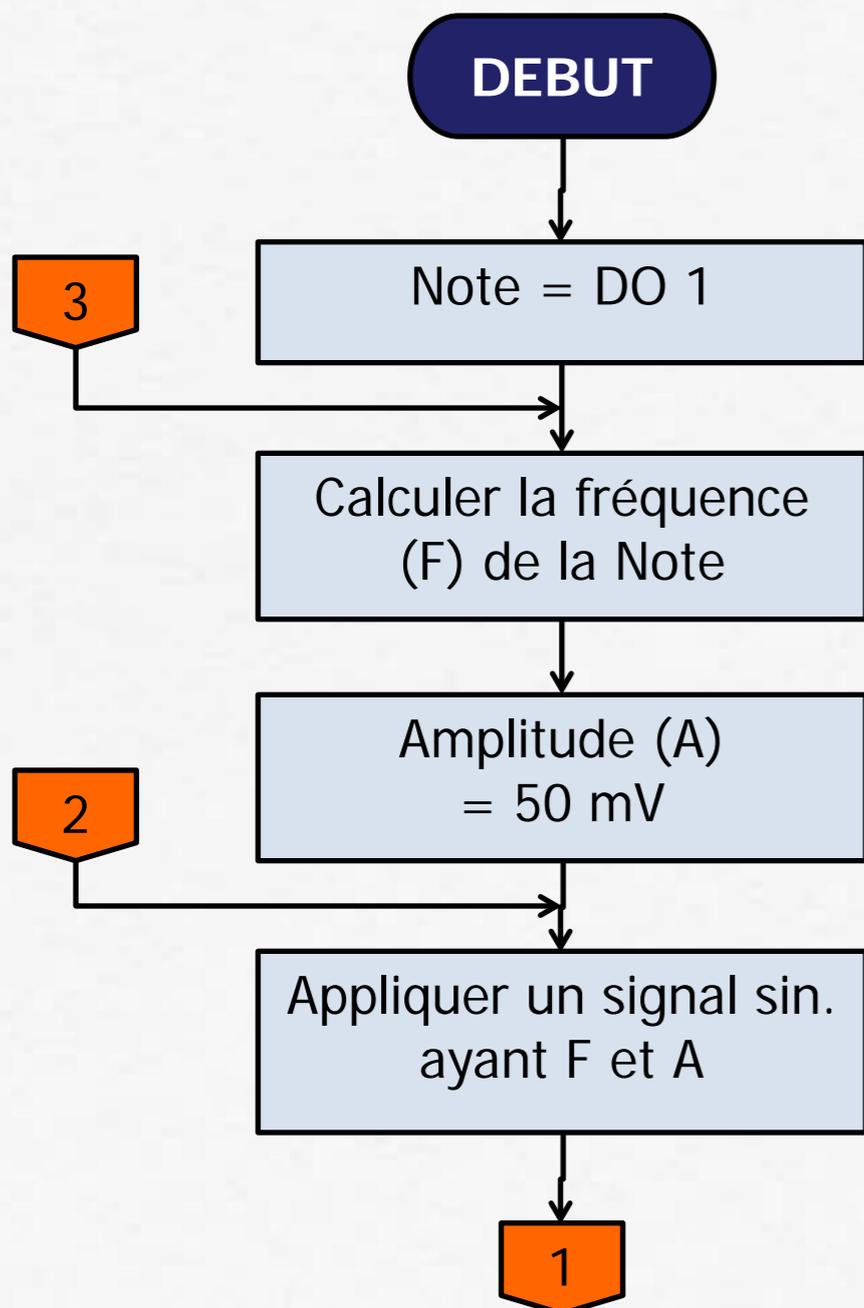
Conception détaillée Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Procédure de test ▲ organigramme



2h

Définition du projet

Conception préliminaire

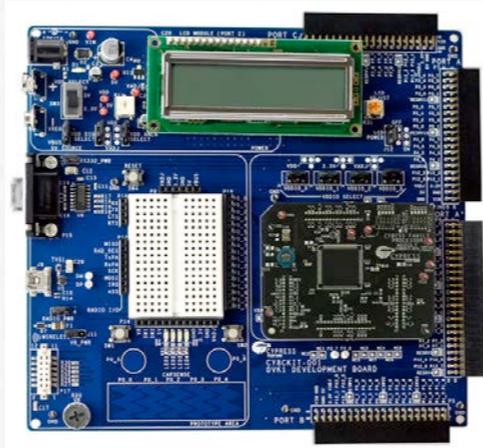
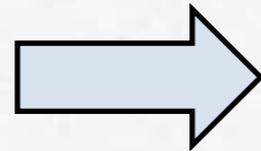
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

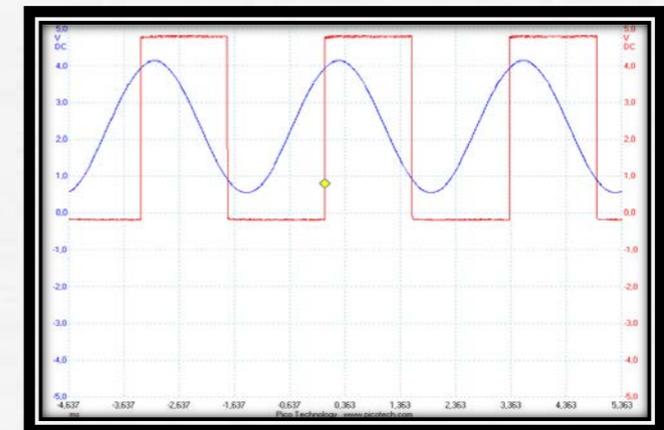
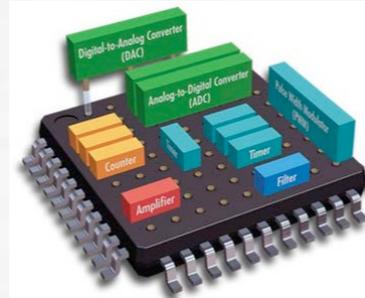
Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Assemblage des différentes parties ▲ Mise en œuvre de la procédure de test



éléments de réponse attendus par le professeur



L'équipe d'élèves effectue une vérification du fonctionnement de l'accordeur selon l'organigramme établi précédemment.

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Industrialisation de l'accordeur
- Réalisation de l'électronique



Saisie de schéma

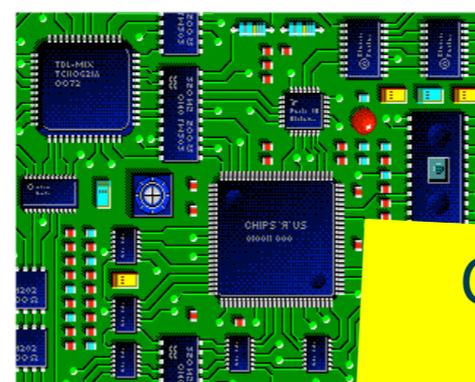
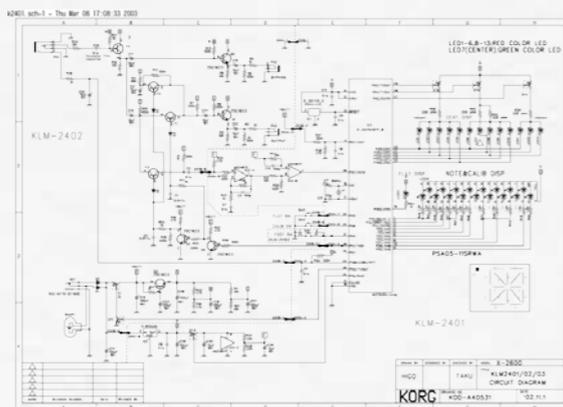
Dimensionnement des composants

Simulation structurelle

Routage du circuit

Prototypage industriel de la carte

Fabrication en série de la carte avec respect des normes environnementales



Cours effectué par le professeur

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

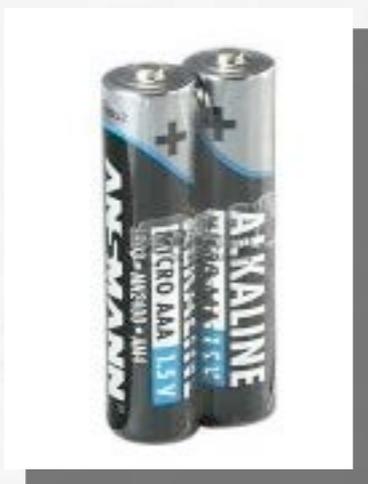
Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Industrialisation de l'accordeur ▲ Alimentation en énergie



Alimentation en énergie



Autonomie

Economie

Dimensionnement des piles

Extinction automatique

Choix de composants à faible consommation

Calcul de la puissance consommée (U,I)

Encombrement minimum

Programmation adaptée

Technologie des semi-conducteurs adaptée

Cours effectué par le professeur

2h

Définition du projet

Conception préliminaire

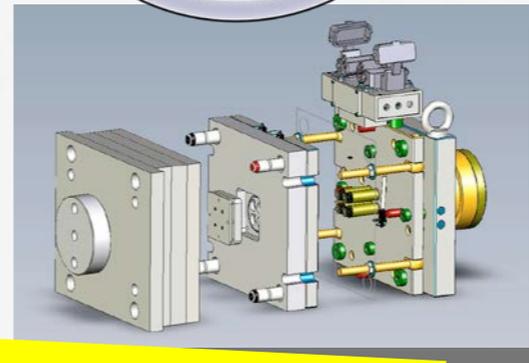
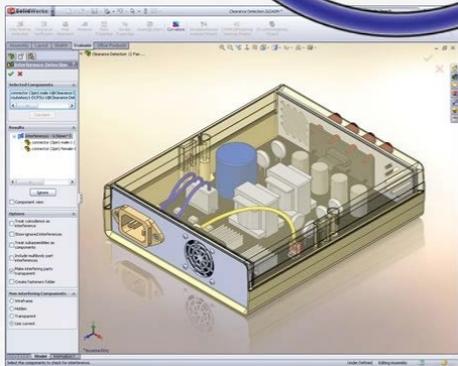
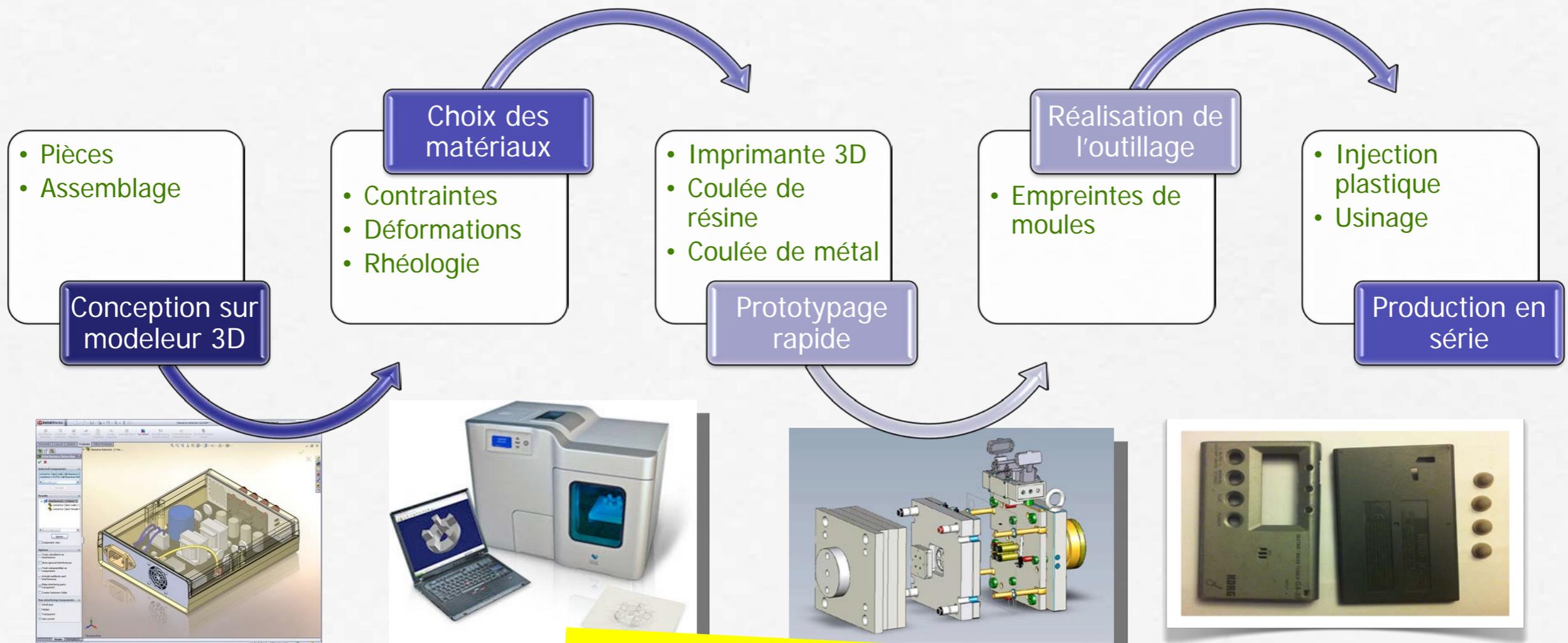
Conception détaillée
Prototypage

Tests & Validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

- Industrialisation de l'accordeur ▲ Boîtier et éléments mécaniques



Cours effectué par le professeur

Définition du projet

Conception
préliminaire

Conception détaillée
Prototypage

Test et
validation

Restitution

Projet accordeur à base de PSOC avec mesure de période

□ Restitution

