

**Dossier de présentation et de validation du projet (consignes et contenus)**

<b>Groupement académique :</b>	<b>Créteil Paris Versailles</b>	<b>Session :</b>	<b>2026</b>
<b>Lycée :</b>	<b>LPO La Fayette 0770929G</b>		
<b>Ville :</b>	<b>Champagne-sur-Seine</b>		
<b>N° du projet :</b>	<b>E2MMA</b>	<b>Nom : Educational Electrical Model Manager Application</b>	

Projet nouveau	Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Projet interne	Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Spécialité des étudiants	ER <input type="checkbox"/> IR <input checked="" type="checkbox"/> Mixte <input type="checkbox"/>	Statut des étudiants	Formation initiale <input checked="" type="checkbox"/> Apprentissage <input type="checkbox"/>
Professeurs responsables :	P. Bénier - A. Facchin - P. Maylaender - D. Wozniak - A. Menu (rédacteur)		
Nombre d'étudiants : <b>4</b>			

## Sommaire

1 Présentation et situation du projet dans son environnement.....	2
1.1 Contexte de réalisation.....	2
1.2 Présentation du projet.....	2
1.3 Situation du projet dans son contexte.....	4
1.4 Cahier des charges – Expression du besoin.....	4
2 Spécifications.....	6
2.1 Diagrammes SYML.....	6
2.2 Contraintes de réalisation.....	7
2.3 Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents).....	7
3 Répartition des fonctions ou cas d'utilisation par étudiant.....	8
4 Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées :.....	9
5 Planification (Gantt).....	9
6 Condition d'évaluation pour l'épreuve E6 Projet.....	10
6.1 Disponibilité des équipements.....	10
6.2 Atteintes des objectifs du point de vue client.....	10
6.3 Avenants :.....	10
7 Observation de la commission de Validation.....	11
7.1 Avis formulé par la commission de validation :.....	11
7.2 Nom des membres de la commission de validation académique :.....	11
7.3 Visa de l'autorité académique :.....	11

# 1 Présentation et situation du projet dans son environnement

## 1.1 Contexte de réalisation

Constitution de l'équipe de projet :	Étudiant 1	Étudiant 2	Étudiant 3	Étudiant 4
Projet développé :	Au lycée / centre de formation <input checked="" type="checkbox"/>	Entreprise <input type="checkbox"/>	Mixte <input type="checkbox"/>	
Type de client ou donneur d'ordre (commanditaire) :	Entreprise ou organisme commanditaire Nom : ..... Adresse : ..... Contact : .....	.....	Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	
Si le projet est développé en partenariat avec une entreprise :	Nom de l'entreprise : ..... Adresse de l'entreprise : ..... Site Web : http://..... Tel : ..... Mail du contact : .....	.....	Lycée <input checked="" type="checkbox"/> Entreprise <input type="checkbox"/> Lycée <input checked="" type="checkbox"/> Entreprise <input type="checkbox"/> Lycée <input checked="" type="checkbox"/> Entreprise <input type="checkbox"/>	

## 1.2 Présentation du projet

(Présentation succincte / synoptique de l'architecture / limite de l'étude /attente du point de vue du client)

Les enseignants des départements de physique des sections BTS Électrotechnique et CIEL du lycée La Fayette sont régulièrement en recherche de maquettes didactiques mettant en œuvre différents capteurs et actionneurs afin de pouvoir réaliser et enregistrer des mesures ; mesures qui seront dans certains cas exploitées à postériori (par exemple au moyen d'un tableur).

Suite à la fabrication en 2024 d'une mini-série de maquettes équipées de vérins électriques, il est apparu opportun de disposer d'un système de contrôle-commande adaptatif convivial, c'est dire à dire susceptible d'être facilement configurable pour la maquette utilisée.

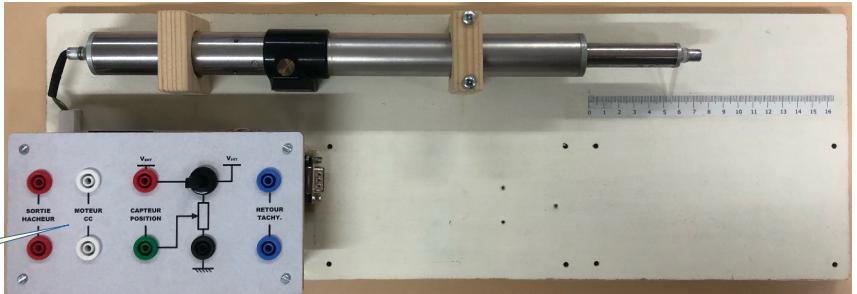
Les utilisateurs souhaitent pouvoir interchanger les parties opératives et sélectionner l'interface d'exploitation correspondante dans une banque embarquée sur le système. Cette banque doit être extensible au fur et à mesure de la création de nouvelles platines.

Une maquette est constituée d'une plaque support sur laquelle est fixée l'équipement à étudier et un module « mesures » portant les bornes 4 mm nécessaires à une exploitation directe avec des appareils de mesure traditionnels.

Le présent projet consiste à développer un système modulaire de pilotage d'un nombre relativement réduit d'entrées/sorties mais permettant de définir rapidement et simplement une IHM d'exploitation. Le système développé (module « contrôle-commande » E<sup>2</sup>mma) doit être duplicable pour un coût le plus modeste possible.

Pour le prototype actuel (maquette vérin électrique, dénommée VEL1 dans ce qui suit), le module « mesures » est de dimensions 180 x 100 mm ; le module E<sup>2</sup>mma sera monté à côté et doit respecter cette taille.

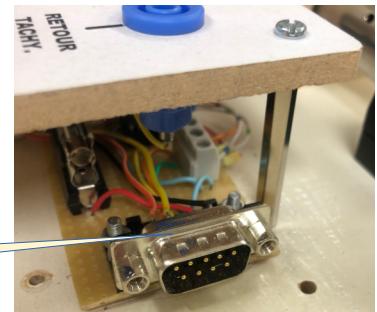
module « mesures »



Le module E<sup>2</sup>mma est constitué d'un Arduino Giga R1 Wifi et de son écran tactile Giga *Display Shield* (800 x 480 pixels).

La connexion aux modules de mesures est standardisée par une prise type DB-9F respectant le brochage suivant :

DB-9M



<i>DB-9F</i>	<i>description</i>	<i>E/S Arduino</i>
1	E/S numérique n°1 (TOR-PWM)	D2
2	E/S numérique n°2 (TOR-PWM)	D3
3	E/S numérique n°3 (TOR-PWM)	D4
4	E/S numérique n°4 TOR-PWM)	D5
5	référence E/S	GND
6	Alimentation E/S	+5V
7	E/S analogique n°1	A0
8	E/S analogique n°2	A1
9	E/S analogique n°3	DAC0

<i>DB-9M de la maquette VEL1</i>
entrée PWM1 (Gnd .. +Vcc)
entrée PWM2 (Gnd .. +Vcc)
n.u.
n.u.
Gnd
+Vcc = +5 V
sortie capteur potentiométrique (Gnd .. +Vcc)
sortie retour tachy. (Gnd .. +Vcc)
n.u.

Prototype 180 x 100 mm du module « Contrôle-commande » avec son connecteur DB-9F →

(à fixer à droite du module « mesures » sur la maquette VEL1)



Note : La fabrication de maquettes différentes de VEL1 et l'évolution vers une connectique autorisant un plus large choix d'E/S restent à la charge de l'équipe enseignante.

La première session du projet (2025) a permis de valider la faisabilité et de confirmer certains choix technologiques (matériel, bibliothèque graphique, principe de définition des TP indépendant et ouvert sous forme de texte XML, système d'échange de fichiers via mémoire de masse USB en lieu et place d'un archivage distant trop compliqué à mettre en œuvre et à gérer pour les collègues ET en salles de TP physique, ...).

Le travail réalisé n'a cependant pas encore donné lieu à une version livrable satisfaisante...

## 1.3 Situation du projet dans son contexte

Domaine d'activité du système support d'étude :	<input type="checkbox"/> l'industrie 4.0 et 5.0, l'Internet des objets (IoT) ; <input type="checkbox"/> les télécommunications ; <input type="checkbox"/> la cybersécurité ; <input checked="" type="checkbox"/> l'informatique industrielle ; <input checked="" type="checkbox"/> l'informatique embarquée ; <input type="checkbox"/> les centres de services ; <input type="checkbox"/> les activités de conseils ; <input type="checkbox"/> l'agriculture ; <input type="checkbox"/> la santé, le médical, la télémédecine ; <input type="checkbox"/> l'automobile et plus largement les nouveaux moyens de déplacements, les transports ; <input type="checkbox"/> l'aéronautique, la défense, l'espace ; <input checked="" type="checkbox"/> les sciences et technologies de l'information et de la communication, le multimédia ; <input type="checkbox"/> le commerce des matériels électroniques et numériques ;
---	--

## 1.4 Cahier des charges - Expression du besoin

Les caractéristiques d'une maquette de mesures doivent être répertoriées dans un fichier au format XML (*Extensible Markup Language*).

Pour la maquette VEL1, on dispose de 2 entrées PWM qui permettent de commander le moteur du vérin respectivement pour sortir et rentrer la tige, et d'une sortie curseur de potentiomètre permettant de récupérer la position de la tige.

Le fichier de description de VEL1 pourrait donc contenir des informations du style (balise `<io>`) →

```
<ui>
  <pushbutton x="260" y="210" w="250" h="120">
    <text>SORTIE VÉRIN</text>
    <line>#3465a4</line>
    <color>#a6cf72</color>
    <action>
      <stor id=1>
        <pwm>127</pwm>
      </stor>
    </action>
  </pushbutton>
  <label x="260" y="400">Position (mm) :</label>
  <display x="520" y="400" w="140" h="60">
    <editable>false</editable>
    <eana id=1>
      <slope>0.3125</slope>
      <shift>-0.053</shift>
    </eana>
    <color>#729fcf</color>
  </display>
</ui>
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<?e2mma version="0.1"?>

<model ref="VEL1">
  <title>vérin électrique</title>
  <io>
    <stor id=1>
      <vcc>5.0</vcc>
      <type>PWM</type>
      <name>extension vérin</name>
    </stor>
    <eana id=1>
      <vcc>5.0</vcc>
      <name>capteur position</name>
    </eana>
  </io>
  ...
</model>
```

← L'IHM associée à cette maquette pourrait être construite à partir d'informations de la balise `<ui>`.

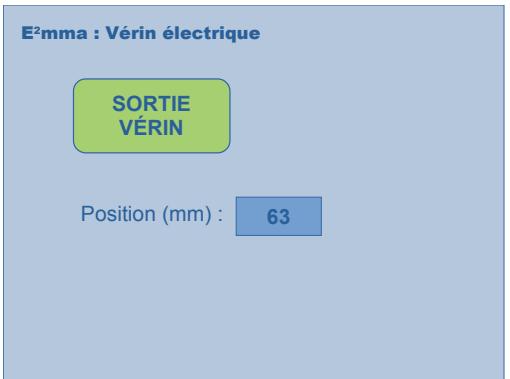
Note : la syntaxe XML finale est à définir !

Exemple de résultat obtenu avec la description précédente :

IHM sur la dalle 800 x 480 pixels →

L'appui sur le bouton déclenche un signal PWM de rapport cyclique 1/2 sur la sortie TOR n° 1. La zone d'affichage montre le résultat de la mesure en tension U sur le curseur du potentiomètre convertie en position absolue P (en mm) par l'équation linéaire :

$$P = 0,3125.U - 0,053$$



La syntaxe XML reconnue par le système développé doit faire l'objet d'une documentation détaillée. Concernant les *widgets*, elle doit notamment permettre l'usage des éléments suivants (liste non exhaustive) :

- bouton-poussoir (*pushbutton*) ;
- commutateur 2 positions (*switch*) ;
- curseur linéaire (*slider*) ;
- zone de texte mono-ligne (*label*) ;
- témoin lumineux (*led*) ;
- zone d'affichage de valeur ou de texte (*display*), éditable ou non ;
- clavier numérique (*keyboard*) ;
- image...

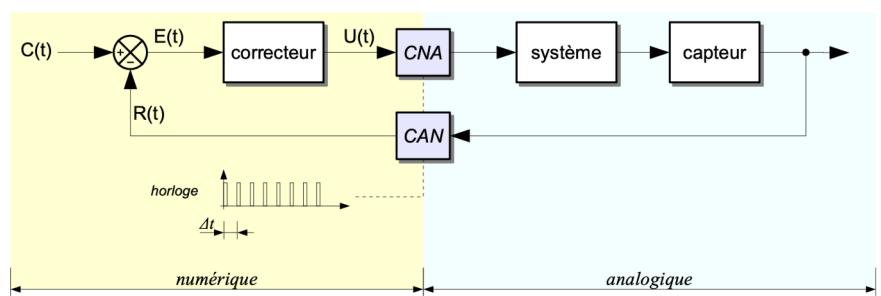
Les propriétés d'aspect telles que la position, les dimensions et les couleurs sont également à prévoir. Chaque type de composants graphiques peut avoir des propriétés qui lui sont propres (un bouton a une largeur et une hauteur tandis qu'un témoin lumineux peut se contenter d'un diamètre...).

Toutes les propriétés doivent avoir une valeur par défaut utilisée en cas de non renseignement.

Au démarrage du système E<sup>2</sup>mma, celui-ci doit proposer à l'utilisateur de choisir un TP parmi ceux mis à disposition via une clé USB. L'interface graphique spécifiée est alors affichée et opérationnelle.

E<sup>2</sup>mma doit permettre de sauvegarder les échantillons d'une campagne de mesures vers un fichier au format CSV exploitable par un tableur. Ces fichiers seront sauvegardés sur la clé USB. Un CSV pourra ensuite être chargé pour montrer un aperçu des mesures sous forme de graphe temporel.

E<sup>2</sup>mma proposera des possibilités d'échantillonnage à fréquence choisie (affichage en temps réel, archivage) et, en option, pour permettre un asservissement avec réglage de coefficients P, I et D.



Une zone de l'écran (en bas ou sur un côté) pourra être réservée à ces commandes spécifiques... La maquette VEL1 peut être utilisée pour un asservissement de position.

## 2 Spécifications

### 2.1 Diagrammes SYSML

Diagramme de cas d'utilisation

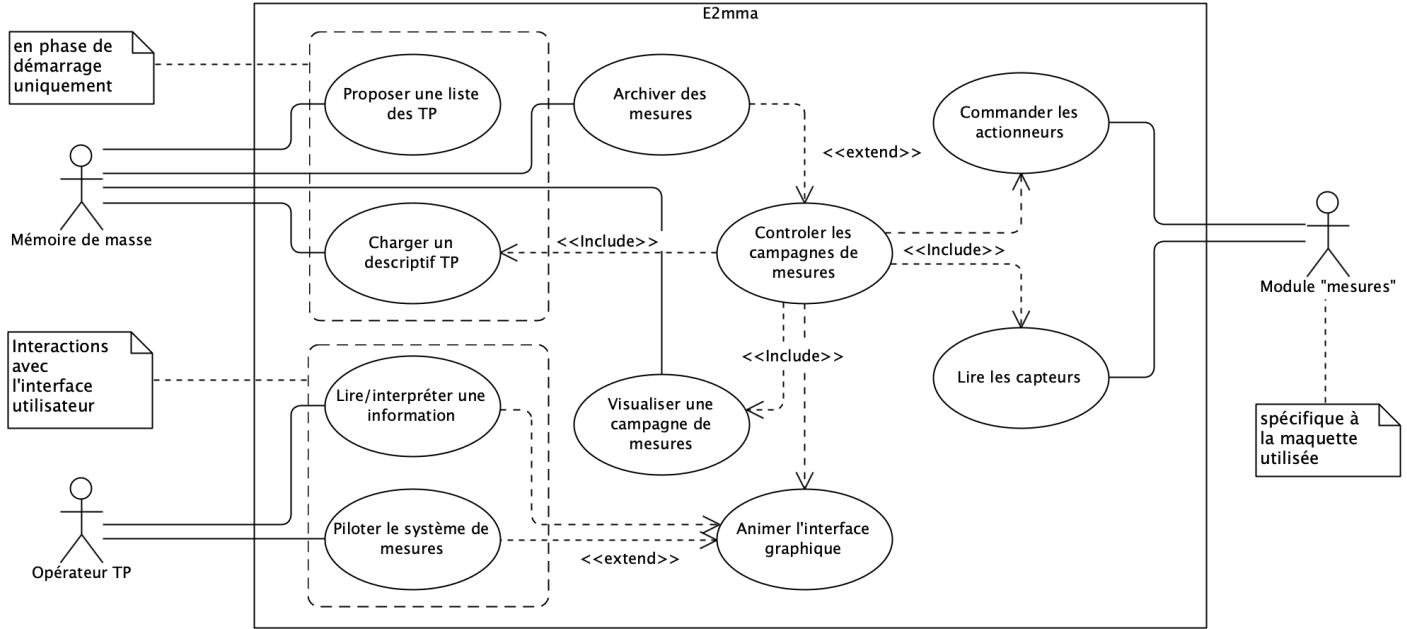
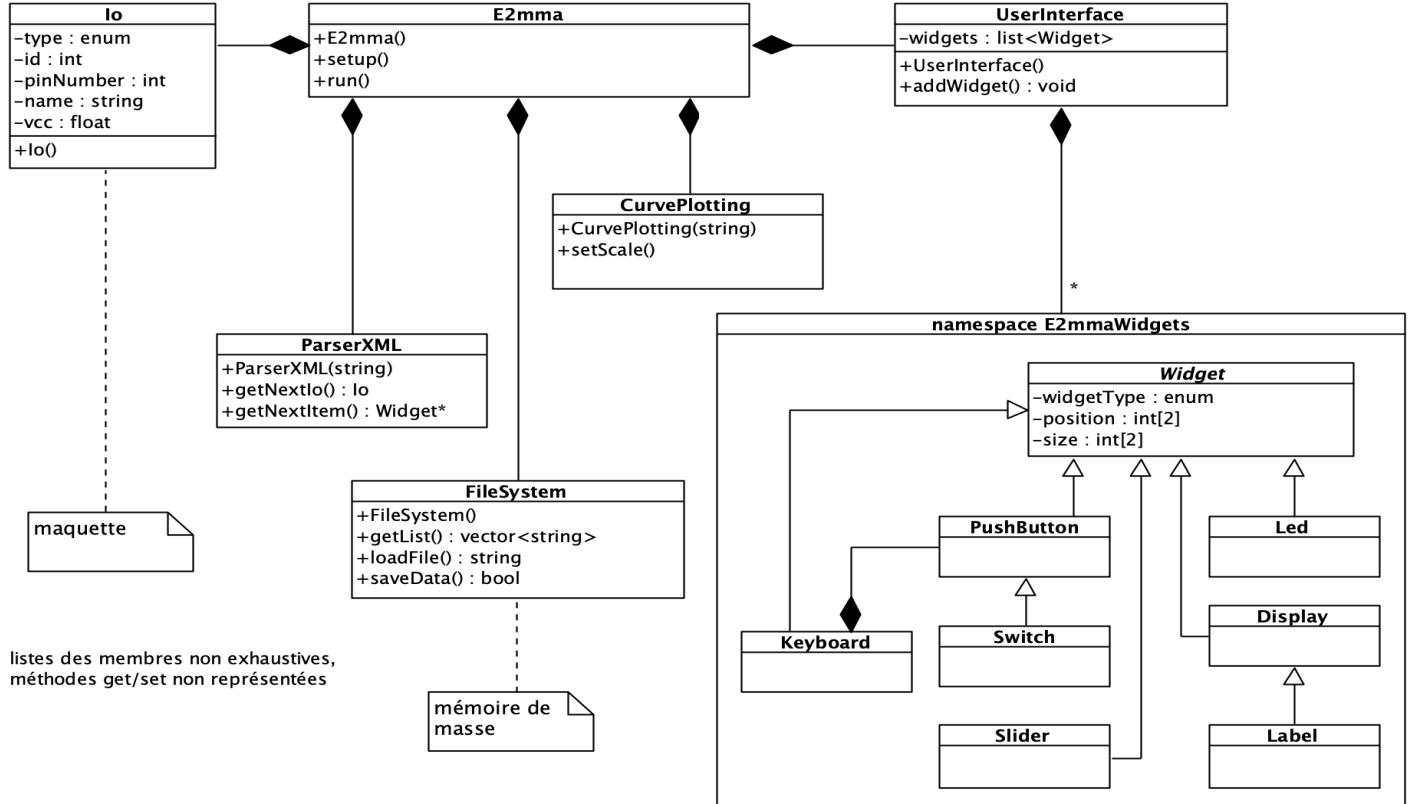


Diagramme de classes



## 2.2 Contraintes de réalisation

Contraintes financières (budget alloué) :  
Aucune, matériel disponible.

Contraintes de développement (matériel et/ou logiciel imposé / technologies utilisées) :  
Langage de développement C/C++.

Contraintes qualité (conformité, délais, ...) :

Respect des standards de codage. Respect du paradigme objet (encapsulation, héritage,...).

Simplicité de mise en œuvre, ergonomie des interfaces graphiques.

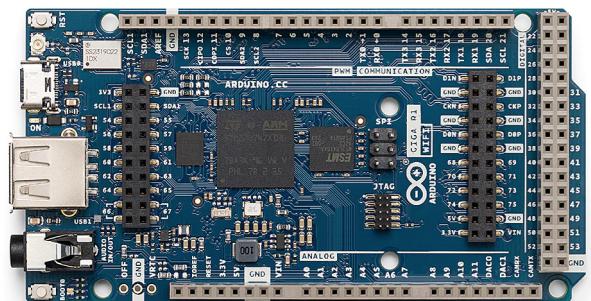
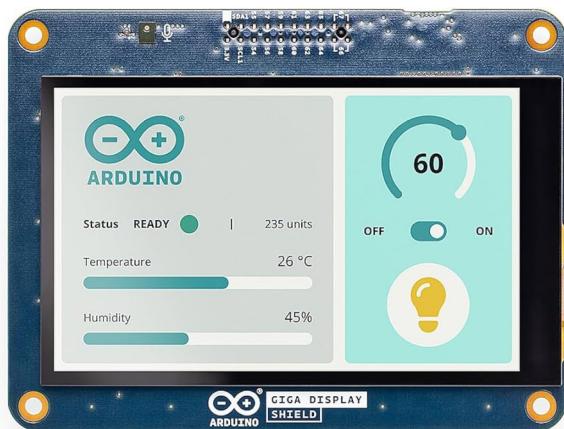
Livrable fin mai 2026, validation par les enseignants à l'origine de la demande.

Contraintes de fiabilité, sécurité :

Respect du Cahier des Charges Fonctionnel. Performances en adéquation avec le besoin exprimé.

## 2.3 Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents)

- Modules supports 180 x 100 mm
- Kits Arduino Giga R1 Wifi + écran tactile Giga Display Shield 800 x 600 pixels
- Composants pour câblages
- Maquette VEL1 équipée
- Autre(s) maquette(s) en préparation
- Postes de développement Linux Ubuntu
- Outils de développement Arduino Giga R1
- Documentation en ligne



- Ressources logicielles spécifiques :
  - bibliothèque graphique LVGL (*Light and Versatile Graphics Library*)
  - gestion de fichiers USBHostMbed5 + FATFileSystem
  - parser type TinyXML2 (DOM) ou dirtXML (SAX)
  - ... ..



### 3 Répartition des fonctions ou cas d'utilisation par étudiant

Fonctions à développer et tâches à effectuer			
Étudiant 1 <input checked="" type="checkbox"/> ER <input type="checkbox"/> IR	<p>Liste des fonctions assurées par l'étudiant :</p> <p>Définition du format XML Choix de la technologie du <i>parser</i>, extraction de données Mise en œuvre de la maquette VEL1 Exploitation d'au moins un autre type de maquette (suivant dispo., par exemple mesure de couple, de température...)</p>	<p>Installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.</li> </ul> <p>Mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. EDI Arduino Giga</li> </ul> <p>Configuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.</li> </ul> <p>Réalisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. classe ParserXML, classe lo</li> </ul> <p>Documentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. doc. des classes développées (Doxygen)</li> <li>. manuel syntaxe XML (ODF+PDF)</li> </ul>	
Étudiant 2 <input type="checkbox"/> ER <input checked="" type="checkbox"/> IR	<p>Liste des fonctions assurées par l'étudiant :</p> <p>Bibliothèque de ressources graphiques (<i>widgets</i>) Classe de modélisation d'une interface utilisateur, gestion de l'affichage des éléments avec prise en charge des propriétés option : Interface de pilotage PID</p>	<p>Installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.</li> </ul> <p>Mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. EDI Arduino Giga</li> </ul> <p>Configuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.</li> </ul> <p>Réalisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. classes widgets, classe UserInterface</li> </ul> <p>Documentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. doc. des classes développées (Doxygen)</li> </ul>	
Étudiant 3 <input type="checkbox"/> ER <input checked="" type="checkbox"/> IR	<p>Liste des fonctions assurées par l'étudiant :</p> <p>Gestion de fichiers (clé USB-A) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• liste, lecture, écriture <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ descriptifs de TP format XML</li> <li>◦ archives CSV de mesures</li> </ul> </li> </ul> Tracé de courbe(s) à partir d'une archive CSV (à postériori, hors campagne de mesures)</p>	<p>Installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.</li> </ul> <p>Mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. EDI Arduino Giga</li> </ul> <p>Configuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.</li> </ul> <p>Réalisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. classes FileSystem, CurvePlotting</li> </ul> <p>Documentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. doc. des classes développées (Doxygen)</li> </ul>	
Étudiant 4 <input type="checkbox"/> ER <input checked="" type="checkbox"/> IR	<p>Liste des fonctions assurées par l'étudiant :</p> <p>Application embarquée – point d'entrée Intégration des différents modules Gestion des mesures et essais : paramétrage préliminaire (échantillonnage, archivage, ...), actions ponctuelles (start/pause/stop) ...</p>	<p>Installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.</li> </ul> <p>Mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. EDI Arduino Giga</li> </ul> <p>Configuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.</li> </ul> <p>Réalisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. classe E2mma</li> </ul> <p>Documentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. doc. classe E2mma (Doxygen)</li> <li>. documentation HTML du projet (Doxygen)</li> <li>. manuel d'utilisation (ODF+PDF)</li> </ul>	

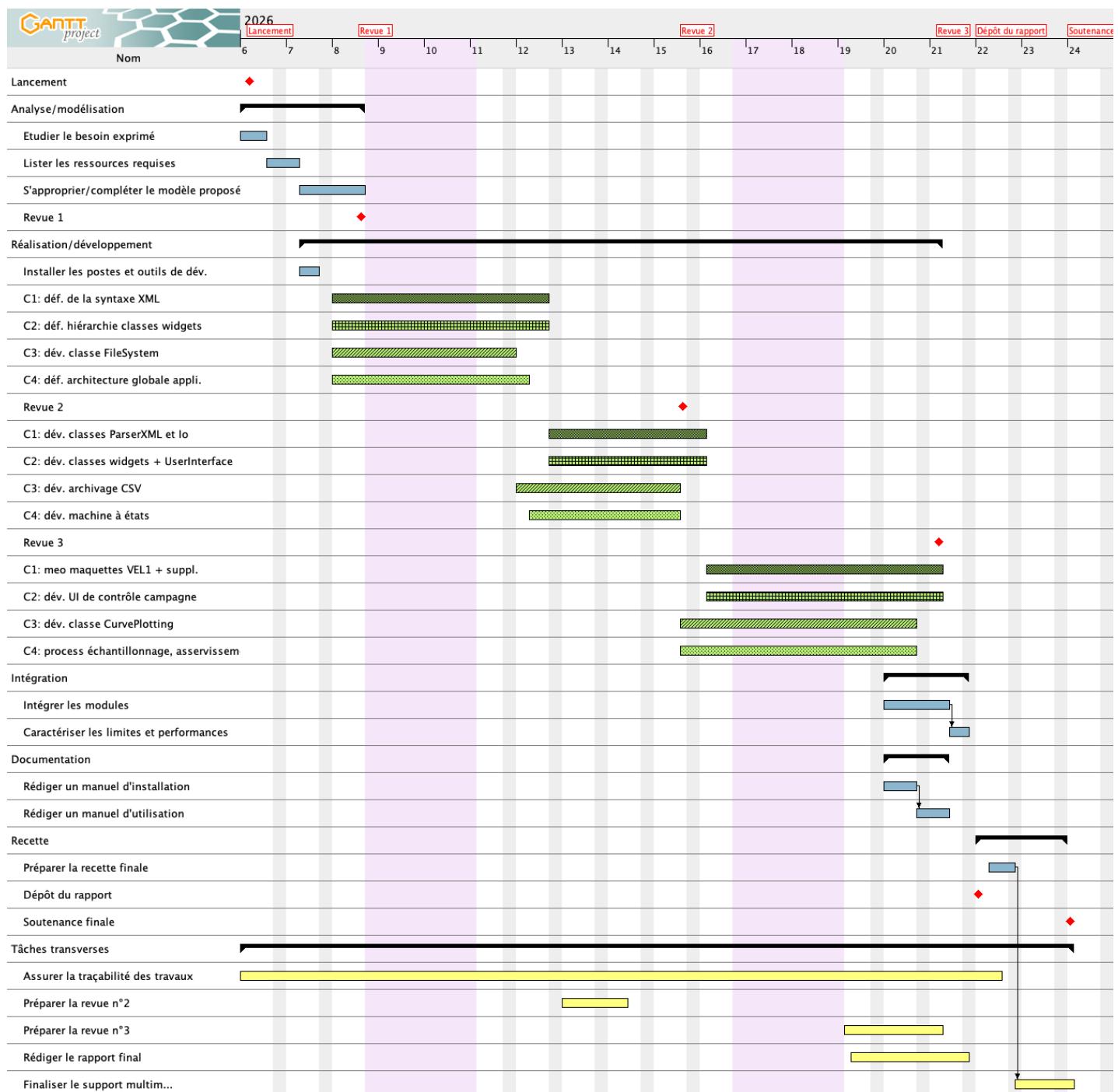
## 4 Exploitation Pédagogique - Compétences terminales évaluées :

	Informatique & Réseaux	Étudiant 1	Étudiant 2	Étudiant 3	Étudiant 4
C1	Communiquer en situation professionnelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C3	Gérer un projet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C8	Coder	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C10	Exploiter un réseau informatique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Voir le fichier PDF des observables

## 5 Planification (Gantt)

150 heures réparties sur 12 semaines (hors vacances scolaires) → moyenne 12,5 heures/semaine



## **6 Condition d'évaluation pour l'épreuve E6 Projet**

### **6.1 Disponibilité des équipements**

L'équipement sera-t-il disponible ?

Oui

Non

### **6.2 Atteintes des objectifs du point de vue client**

Que devra-t-on observer à la fin du projet qui témoignera de l'atteinte des objectifs fixés, du point de vue du client ?

Système ergonomique, opérationnel pour au moins la maquette VEL1.

### **6.3 Avenants :**

Date des avenants : ..... Nombre de pages : .....

## 7 Observation de la commission de Validation

## Ce document initial :

- comprend 11 pages et les documents annexes suivants :

(À remplir par la commission de validation qui valide le sujet de projet)

- a été étudié par la Commission Académique de validation qui s'est réunie à ..... , le ..... / ..... / 20.....

Contenu du projet :	Défini <input type="checkbox"/>	Insuffisamment défini <input type="checkbox"/>	Non défini <input type="checkbox"/>
Problème à résoudre :	Cohérent techniquement	Pertinent / À un niveau BTS SN <input type="checkbox"/>	
Complexité technique : (liée au support ou au moyen utilisé)	Suffisante <input type="checkbox"/>	Insuffisante <input type="checkbox"/>	Exagérée <input type="checkbox"/>
Cohérence pédagogique : (relative aux objectifs de l'épreuve)	Le projet permet l'évaluation de toutes les compétences terminales <input type="checkbox"/>	Chaque candidat peut être évalué sur chacune des compétences <input type="checkbox"/>	
Planification des tâches demandées aux étudiants, délais prévus, ... :	Projet ...	Défini et raisonnable <input type="checkbox"/>	Insuffisamment défini <input type="checkbox"/>
Les revues de projet sont-elles prévues : (dates, modalités, évaluation)		Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Conformité par rapport au référentiel et à la définition de l'épreuve :		Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>

Observations : .....

## **7.1 Avis formulé par la commission de validation :**

- Sujet accepté en l'état

Sujet à revoir :  Conformité au Référentiel de Certification / Complexité  
 Définition et planification des tâches  
 Critères d'évaluation  
 Autres : .....

Sujet rejeté

Motif de la commission : .....

.....

.....

## **7.2 Nom des membres de la commission de validation académique :**

Nom	Établissement	Académie	Signature

### **7.3 Visa de l'autorité académique :**

(nom, qualité, Académie, signature)

### **Nota :**

Ce document est contractuel pour la sous-épreuve E6-2 (Projet Technique) et sera joint au « Dossier Technique » de l'étudiant.

*En cas de modification du cahier des charges, un avenant sera élaboré et joint au dossier du candidat pour présentation au jury, en même temps que le carnet de suivi.*