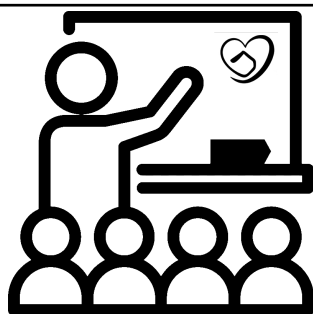


<b>La Salle</b> 9 Rue Notre Dame des 7 douleurs Avignon ☎ 04 90 14 56 56 ✉ <a href="mailto:vaira@lasalle84.org">vaira@lasalle84.org</a> ✉ <a href="mailto:beaumont@lasalle84.org">beaumont@lasalle84.org</a>	<b>BTS Systèmes Numériques</b>	<b>Session 2022</b>
--	--------------------------------	---------------------

## Eco Classroom



Partenaire professionnel :  Ensemble scolaire	Étudiants chargés du projet : _____ <input checked="" type="checkbox"/> EC <input type="checkbox"/> IR _____ <input checked="" type="checkbox"/> EC <input type="checkbox"/> IR _____ <input type="checkbox"/> EC <input checked="" type="checkbox"/> IR	Professeurs ou Tuteurs responsables :  BEAUMONT Jérôme (EC), VAIRA Thierry (IR) et MAROUF Abdel (SPC)
---	---	---

Reprise d'un projet : Non / Oui

## Présentation générale du système supportant le projet

Il s'agit d'assurer une supervision de salles dans un établissement scolaire. Chaque salle sera équipée de deux modules connectés afin de détecter et mesurer l'état de celle-ci. Les informations seront accessibles à partir d'une tablette (ou d'une application PC en option) permettant aux personnels d'assurer un suivi et d'intervenir en conséquence.

## Expression du besoin

La supervision des salles est une problématique pour un établissement scolaire afin :

- d'économiser de l'énergie lorsque les salles sont inoccupées (lumières allumées, fenêtres ouvertes, ...)
- d'assurer un renouvellement de l'air, lutter contre l'humidité, ...
- d'éviter de se déplacer inutilement dans chaque salle pour effectuer une opération

Le CO<sub>2</sub> est un indicateur clé du renouvellement de l'air dans tout lieu accueillant du public comme les écoles et les salles de réunion. Un niveau trop élevé de CO<sub>2</sub> dans n'importe quel espace a un impact négatif sur la qualité de l'air, le bien-être des occupants et augmente le risque d'infection par des maladies telles que COVID-19.

La concentration naturelle de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est d'environ 400 ppm. Lorsque les gens expirent, ils émettent environ 4 % de dioxyde de carbone (environ 40000 ppm) qui se dispersent dans l'air de la pièce. Lorsque des personnes sont réunies dans une pièce sans ventilation, cela augmente inévitablement la concentration de dioxyde de carbone dans la pièce. Des niveaux de CO<sub>2</sub> allant jusqu'à 1000 ppm peuvent être encore estimés comme bons, tandis que des niveaux supérieurs à 2000 ppm sont considérés comme mauvais. Un des besoins consiste en une évaluation en continu de la qualité de l'air dans les salles de classe en mesurant en temps réel la température, l'humidité, le CO<sub>2</sub>, les composés organiques volatils, et les particules fines.

Le personnel de l'établissement souhaite être alerté lorsque le niveau de CO<sub>2</sub> est trop élevé afin de ventiler la pièce et éviter un risque. Il doit pouvoir paramétrer à distance les alertes de seuil de CO<sub>2</sub>.

D'autre part, le confort des occupants d'un bâtiment a un impact non négligeable sur la productivité. Nombre d'études ont montré que la productivité augmente lorsque les employés sont soumis à un niveau de stress moindre (cadre agréable, température adéquate, luminosité adaptée, accès rapide aux informations...) et bénéficient d'un bon niveau de confort." [Source : Bâtiments de bureaux (Legrand)

[https://www.legrandgroup.com/sites/default/files/2017-07/EXB12042-Brochure-Office-Building\\_FR\\_2.pdf](https://www.legrandgroup.com/sites/default/files/2017-07/EXB12042-Brochure-Office-Building_FR_2.pdf)

L'indice de confort est une donnée extrêmement subjective. Elle permet d'apprécier un "ressenti" de confort par rapport à une situation météorologique. Le confort thermique est traditionnellement lié à 6 paramètres :

- Le métabolisme, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C. Un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.
- L'habillement, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.
- La température ambiante de l'air Ta.
- La température moyenne des parois Tp.
- L'humidité relative de l'air (HR), qui est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température ambiante et la quantité maximale d'eau contenue à la même température.
- La vitesse de l'air, qui influence les échanges de chaleur par convection. Dans le bâtiment, les vitesses de l'air ne dépassent généralement pas 0,2 m/s.

\* Échelle de jugement subjectif de Fanger

Niveau de confort thermique	
+3	Chaud
+2	Tiède
+1	Légèrement tiède
0	Neutre
- 1	Légèrement frais
- 2	Frais
- 3	froid

Les missions du système seront :

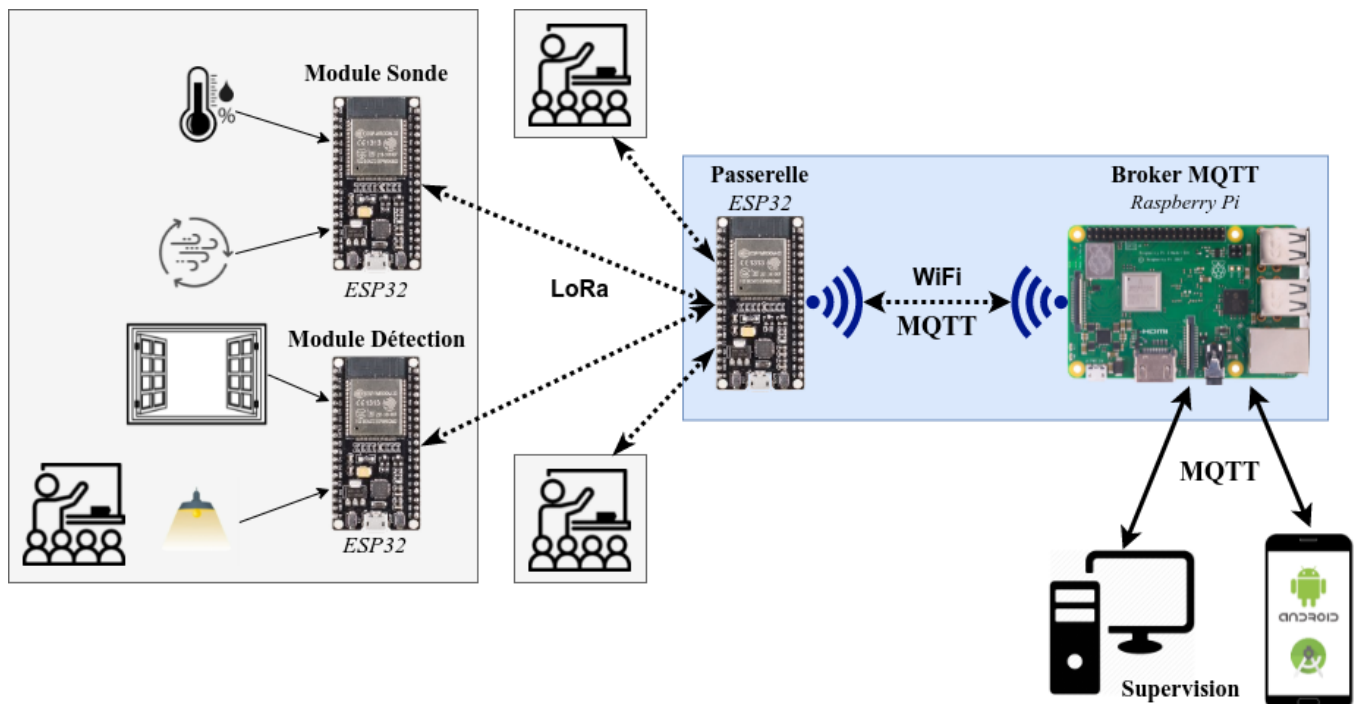
- de détecter l'état ouverture/fermeture des fenêtres et l'état allumé/éteint des lumières, la présence dans une salle (en option)
- de mesurer la luminosité, la température, l'humidité, le CO<sub>2</sub>, les composés organiques volatils et les particules fines (en option) pour évaluer un niveau de confort et de la qualité d'air
- d'afficher localement sur la sonde les différentes mesures et de signaler par des leds lorsque l'air d'une pièce est « épuisé » et qu'une ventilation est conseillée
- de paramétrer à distance certains seuils d'alerte
- de superviser l'ensemble des salles afin d'intervenir directement dans les salles concernées (aérer ou fermer les fenêtres, éteindre les lumières)

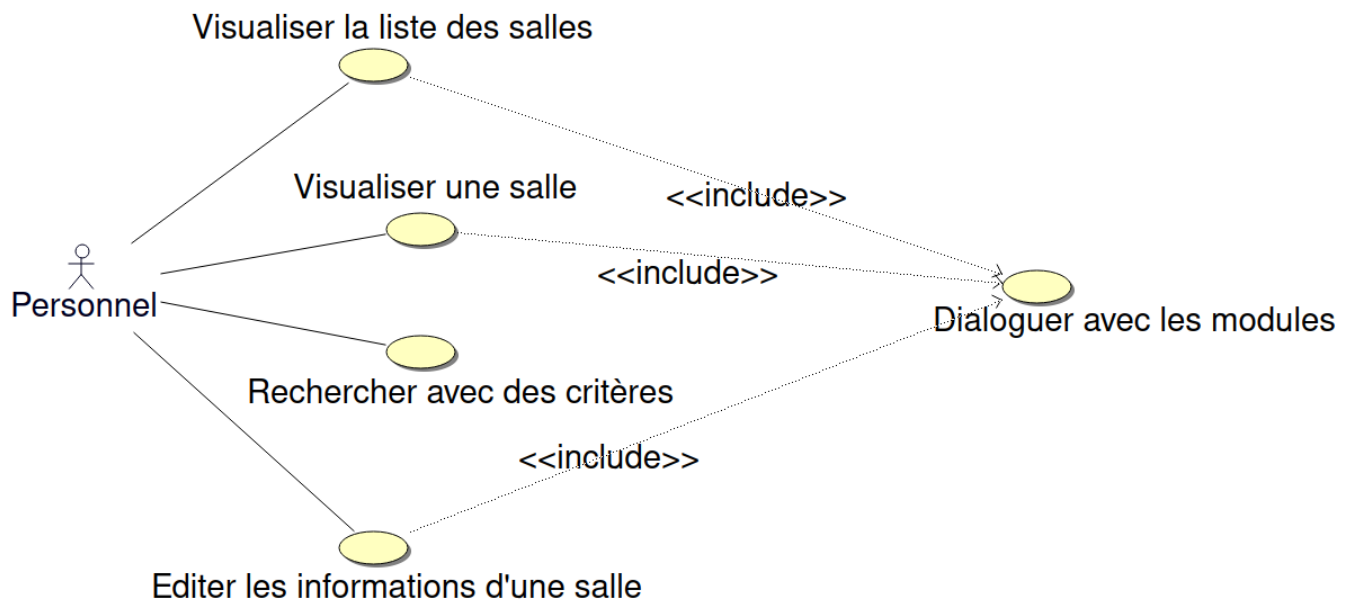
Le développement du système répondra aux exigences des exploitants :

- simplicité d'utilisation,
- correspondre aux contraintes définies,
- réalisable dans un délai de 200 heures (pour les étudiants de l'option IR) et 180 heures (pour les étudiants de l'option EC).

## Description structurelle du système

Il s'agit de déployer deux modules connectés dans chaque salle. Chaque module sera équipé d'un micro-contrôleur de type ESP et d'une interface de communication sans-fil (par exemple LoRa).





Le personnel visualise un état résumé de l'ensemble des salles. Il peut aussi effectuer une recherche à partir des critères suivants : nom, état(s) et/ou opérations.

Lorsqu'une salle a été sélectionnée, il visualise son nom (et des informations complémentaires qu'il pourra associer à celle-ci comme sa localisation, sa surface ...), ses états (module détection) et les mesures (module sonde) ainsi que son indice de confort et la qualité de l'air.

Avec un code administrateur, il pourra paramétrer les caractéristiques d'une salle (nom, lieu, description et superficie) ainsi que les seuils d'alerte des modules de celle-ci.

## Inventaire des matériels et outils logiciels à mettre en œuvre par le candidat

Les contraintes de développement sont décrites ci-dessous.

### Les ressources matérielles

Désignation	Caractéristiques techniques	Acquisition	Existant
Microcontrôleur	ESP32 ou équivalent	X	
Ensemble de capteurs	à définir	X	
LEDS	Leds rouge, verte, RGB ...	X	
Écran	à définir	X	
Tablette Android			X

Le budget ne devra pas excéder 150 € pour les deux modules.

## Les ressources logicielles

Pour les étudiants EC :

Désignation	Caractéristiques
OS Poste de développement	PC sous Windows ©
EDI et langage	PlatformIO sous Visual Studio Code (C/C++)
Simulation électronique	PROTEUS 8.3 (module ISIS)
Routage, générateur GERBER	PROTEUS 8.3 (module ARES)

Pour les étudiants IR :

Désignation	Caractéristiques
OS Poste de développement	PC sous Windows © ou GNU/Linux Ubuntu
EDI et langage	Android Studio (Java)
OS Tablette	Android ©

## Énoncé des tâches à réaliser par les étudiants

<b>Étudiant 1</b> <input checked="" type="checkbox"/> EC <input type="checkbox"/> IR	<b>Module SONDE</b>  Mesurer les grandeurs température, humidité et qualité de l'air (CO <sub>2</sub> et COV en option)  Afficher les données mesurées  Déterminer l'indice de confort thermique et de qualité de l'air  Dialoguer via une liaison sans fil  <i>*Option :</i>  <i>*Signaler localement un dépassement de CO<sub>2</sub></i>  <i>*Fixer localement un seuil de CO<sub>2</sub></i>	<u>Installation :</u> Le système électronique sur support  <u>Mise en oeuvre :</u> l'afficheur, la liaison sans fil avec la sonde (à définir), la liaison sans wifi avec le terminal mobile  <u>Configuration :</u> L'afficheur local, les entrées/sorties du µc, les liaisons différentes sans fil  <u>Réalisation :</u> les diagrammes SysML, la carte électronique du portier, le code source et les schémas du module  <u>Documentation :</u> Le dossier technique et les documents relatifs au module, Un guide de mise en route et d'utilisation du module
---	--	---

<b>Étudiant 2</b> <input checked="" type="checkbox"/> EC <input type="checkbox"/> IR	<b>Module DETECTION</b>  Détecter l'état ouverture/fermeture des fenêtres et l'état allumé/éteint des lumières  Mesurer la luminosité  Signaler l'état des détections  Dialoguer via une liaison sans fil  <i>*Option :</i>  <i>*Eteindre la lumière de la salle</i>  <i>*Détecter une présence</i>	<u>Installation :</u> le système embarqué, sa carte électronique et ses capteurs  <u>Mise en oeuvre :</u> la liaison sans fil (à définir), les capteurs, la signalisation des états, la carte électronique  <u>Configuration :</u> les entrées/sorties du µc, la liaison sans fil  <u>Réalisation :</u> la carte électronique du module sonde, les diagrammes SysML, le code source et les schémas du module  <u>Documentation :</u> Le dossier technique et les documents relatifs au module, Un guide de mise en route et d'utilisation du module
<b>Étudiant 3</b> <input type="checkbox"/> EC <input checked="" type="checkbox"/> IR	<b>Module SUPERVISION</b>  Afficher les données (informations sur la salle, états, mesures, indice de confort et qualité de l'air) d'une salle  Communiquer avec les modules  Rechercher avec des critères  Éditer les informations associées à une salle	<u>Installation :</u> L'environnement de développement  <u>Mise en oeuvre :</u> La communication WiFi/MQTT  <u>Configuration :</u> Le réseau WiFi/MQTT  <u>Réalisation :</u> Les diagrammes UML, L'IHM du module, Le code source de l'application  <u>Documentation :</u> Le dossier technique et les documents relatifs au module, Un guide de mise en route et d'utilisation du module

## Contrats de tâche

Tâches	Compétences	E1	E2	E3
<b>Expression fonctionnelle du besoin</b>				
Vérifier la pérennité et mettre à jour les informations	C2.1	×	×	×
Collecter des informations nécessaires à l'élaboration du cahier des charges préliminaire	C2.2	×	×	×
Formaliser le cahier des charges	C2.3 C2.4	×	×	×
S'approprier le cahier des charges	C3.1	×	×	×
Élaborer le cahier de recette	C3.5	×	×	×
Négocier et rechercher la validation du client	C2.4	×	×	×
<b>Conception</b>				
Traduire les éléments du cahier des charges sous la forme de modèles	C3.1 C3.3	×	×	×
Identifier les solutions existantes de l'entreprise	C3.1 C3.6	×	×	×
Identifier des solutions issues de l'innovation technologique	C3.1 C3.6	×	×	×
Rédiger le document de recette	C4.5	×	×	×
Prendre connaissance des fonctions associées au projet et définir les tâches	C2.4 C2.5	×	×	×
Définir et valider un planning (jalons de livrables)	C2.3 C2.4 C2.5	×	×	×
Assurer le suivi du planning et du budget	C2.1 C2.3 C2.4 C2.5	×	×	×
<b>Réalisation</b>				
Réaliser la conception détaillée du matériel et/ou du logiciel	C3.1 C3.3 C3.6	×	×	×
Produire un prototype logiciel et/ou matériel	C4.1 C4.2 C4.3 C4.4	×	×	×
Valider le prototype	C3.5 C4.5 C4.6	×	×	×
Documenter les dossiers techniques et de maintenance	C2.1 C4.7	×	×	×
Installer un système ou un service	C2.5	×	×	×
Exécuter et/ou planifier les tâches professionnelles de MCO	C2.5	×	×	×
Assurer la formation du client	C2.2 C2.5	×	×	×
Organiser le travail de l'équipe	C2.3 C2.4 C2.5	×	×	×
Animer une équipe	C2.1 C2.3 C2.5	×	×	×
<b>Vérification des performances attendues</b>				
Finaliser le cahier de recette	C3.1 C3.5 C4.5	×	×	×

## Planification prévisionnelle

Date de début du projet	Semaine 4
Revue n°1	Semaine 5
Revue n°2	Semaine 12
Revue n°3	Semaine 19
Remise du dossier	Semaine 22 (à confirmer)
Soutenance finale	Semaine 24 (à confirmer)

## Recette

### Étudiant 1 (EC)

- ☐ la température et l'humidité sont mesurées et affichées sur l'écran de la sonde
- ☐ les paramètres de qualité de l'air (CO<sub>2</sub> et COV) sont mesurés et affichés sur l'écran de la sonde
- ☐ l'indice de confort est déterminé
- ☐ la communication sans fil via un protocole est possible

Production attendue :

- ☐ Un modèle SysML complet de la partie à développer ;
- ☐ Un module électronique fonctionnel ;
- ☐ Une application informatique embarquée fonctionnelle ;
- ☐ Le code source commenté de l'application ;
- ☐ Les documentations et schémas associés au module.

### Étudiant 2 (EC)

- ☐ la luminosité est mesurée
- ☐ l'état des lumières est correctement déterminé
- ☐ l'état des fenêtres est détecté
- ☐ les états sont signalés par des leds
- ☐ la communication sans fil via un protocole est possible

Production attendue :

- ☐ Un modèle SysML complet de la partie à développer ;
- ☐ Un module électronique fonctionnel ;
- ☐ Une application informatique embarquée fonctionnelle ;
- ☐ Le code source commenté de l'application ;
- ☐ Les documentations et schémas associés au module.



## Étudiant 3 (IR)

- ☐ Les données (informations, états, mesures, indice de confort et qualité d'air) d'une salle sont affichées
- ☐ La communication avec les modules est fonctionnelle
- ☐ La recherche avec critères est possible
- ☐ L'édition des informations associées à une salle est possible
- ☐ Les paramètres sont transmis

Production attendue :

- ☐ Une application informatique fonctionnelle ;
- ☐ Un modèle UML complet de la partie à développer ;
- ☐ Le code source commenté de l'application ;
- ☐ Les documentations associées au module.

<b>Avis de la commission</b>
------------------------------

Les concepts et les outils mis en œuvre par le candidat (1-2-3) correspondent au niveau des exigences techniques attendu pour cette formation :

**oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3)**

L'énoncé des tâches à réaliser par le candidat (1-2-3) est suffisamment complet et précis :

**oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3)**

Les compétences requises pour la réalisation ou les tâches confiées au candidat (1-2-3) sont en adéquation avec les savoirs et savoir-faire exigés par le référentiel :

**oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3)**

Le nombre d'étudiants est adapté aux tâches énumérées :

**oui / trop / insuffisant**

*Commentaires*

Date :

Le président de la commission