
 <p>14 Avenue de l'Université 33400 Talence</p>	<p>BTS CIEL</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Option B - Électronique et réseaux</p>	<p>Epreuve E6 Session 2025</p>
--	---	---

Régulation multi-zones d'une climatisation réversible gainable par une solution domotique centralisée

<p>Partenaire professionnel</p>  <p>2 Avenue Jacques de Vaucanson 66600 Rivesaltes</p>	<p>Étudiants chargés du projet</p> <p>Etudiant 1 Etudiant 2 Etudiant 3 Etudiant 4 Etudiant 5 Etudiant 6 Etudiant 7 Etudiant 8 Etudiant 9</p>	<p>Professeurs ou Tuteurs responsables</p> <p>Guittet Michaël Navarot Pierre Benrahho Saïd</p>
---	---	---

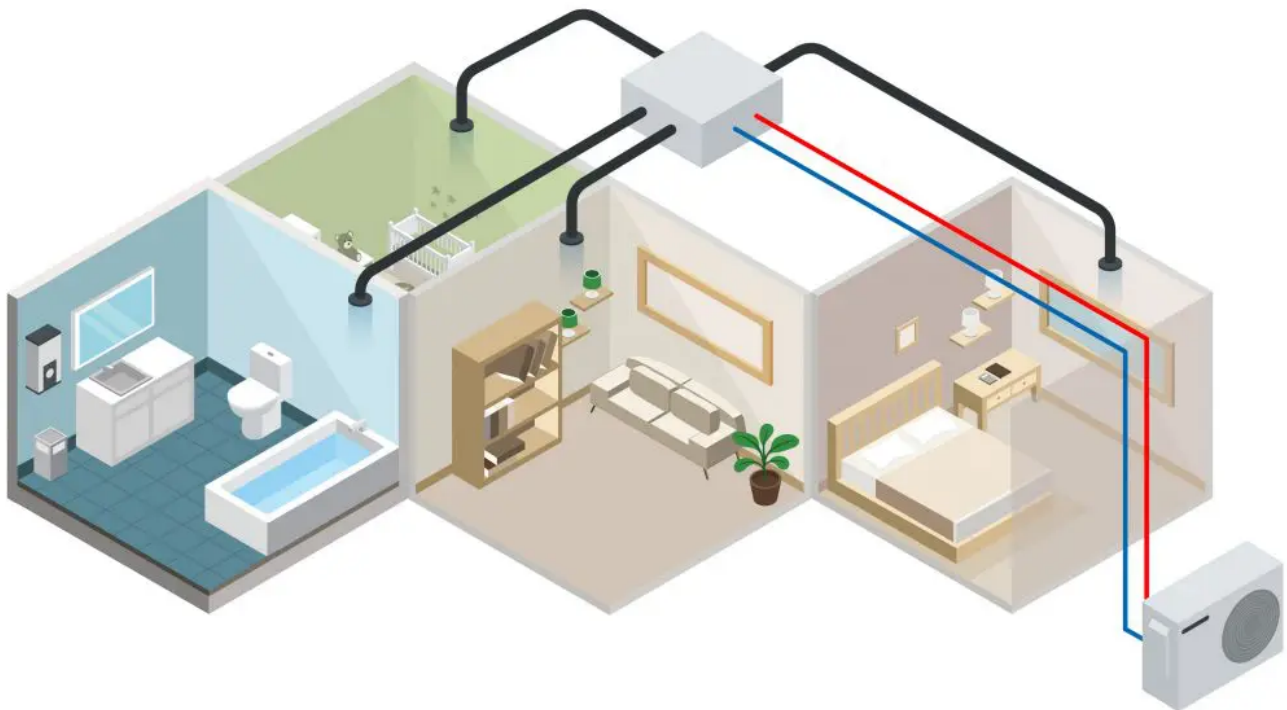
Reprise d'un projet : ☐ **Oui** / ☒ **Non**

1. Présentation générale du système supportant le projet

1.1. La climatisation gainable

La climatisation gainable repose sur une unité intérieure à partir de laquelle l'air est soufflé en direction des pièces par l'intermédiaire de gaines d'où le nom « gainable ». Cette climatisation est très discrète puisque seules les bouches de ventilation apparaissent dans les pièces. L'unité intérieure est placée dans les combles ou encore dans un faux plafond.

Ce système est privilégié dans les constructions de maisons neuves lorsque le budget le permet.



1.2. La climatisation réversible

La climatisation réversible permet comme toute climatisation de rafraîchir les pièces l'été mais aussi de les réchauffer l'hiver. Ainsi ce genre de système peut remplacer un système de chauffage. La sens de circulation de la chaleur est inversé entre l'été et l'hiver d'où le nom « réversible ».

Pompe à chaleur air-air et climatisation réversible sont deux appellations différentes pour un même système.

1.3. Performances thermiques

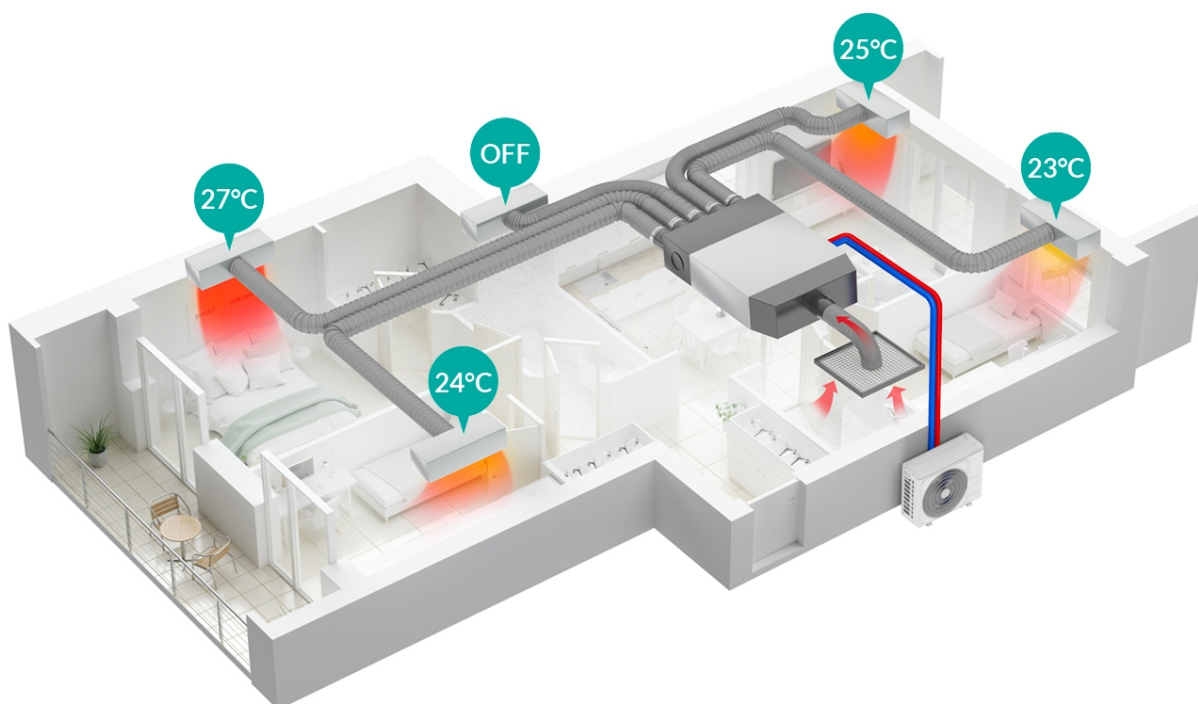
Le fonctionnement de ce système est intéressant en hiver par rapport à un chauffage électrique qui repose sur des convecteurs (image ci-contre). Avec un convecteur, 1kWh d'énergie électrique consommé va fournir 1kWh de chaleur.

Avec une climatisation réversible, 1kWh d'énergie électrique consommé peut fournir 3kWh de chaleur grâce son COP (coefficient de performance, de 3 dans ce cas).

Le défaut de la climatisation réversible est que le COP se dégrade et se rapproche de 1 par grand froid (températures négatives). Elle est donc moins intéressante dans les régions où les températures négatives sont fréquentes.

1.4. La régulation multi-zones pour climatisation gainable

Pour avoir des consignes de températures différentes dans chaque pièce et pouvoir les faire évoluer à sa guise, une régulation multi-zones est nécessaire. Pour cela, il faut pouvoir commander indépendamment chaque sortie d'air (à laquelle correspond une gaine) au niveau du plenum de soufflage qui fait le lien entre les gaines de soufflage et l'unité intérieure.



2. Analyse de l'existant

2.1. L'ensemble unité intérieure/unité extérieure

Le projet d'installation d'une climatisation gainable commence par le choix d'un ensemble unité intérieure/unité extérieure dans le catalogue d'un fabricant (comme par exemple Mitsubishi, Daikin...) en fonction des puissances frigorifique et calorifique nécessaires (liées aux caractéristiques de l'habitation du client). Cet ensemble est généralement livré avec une « télécommande » qui concentre plusieurs fonctions dont celle de thermostat. Elle permet une régulation de base : une seule zone est régulée.



2.2. Les plenums

Le choix se porte ensuite sur ce qui va faire le lien entre l'unité intérieure et les gaines : les plenums.

L'unité intérieure est prise en sandwich entre le plenum de soufflage et le plenum de reprise.

On choisit les plenums en fonction de plusieurs paramètres comme :

- la taille de l'unité intérieure,
- le nombre d'entrées/sorties nécessaires,
- la compatibilité avec une régulation multi-zones.

La compatibilité avec une régulation multi-zones impose que l'on puisse piloter l'ouverture ou la fermeture de plusieurs sorties. Cela se fait au moyen de volets reliés à des servomoteurs positionnés au niveau de chacune des sorties du plenum de soufflage.

Pour avoir un plenum de soufflage compatible avec une régulation multi-zones, il faut généralement passer par un fabricant tiers.



2.3. Les fabricants de plenums pour régulation multi-zones

AIRZONE

Airzone est le fabricant le plus connu dans le domaine. Il fournit une solution tout en un :

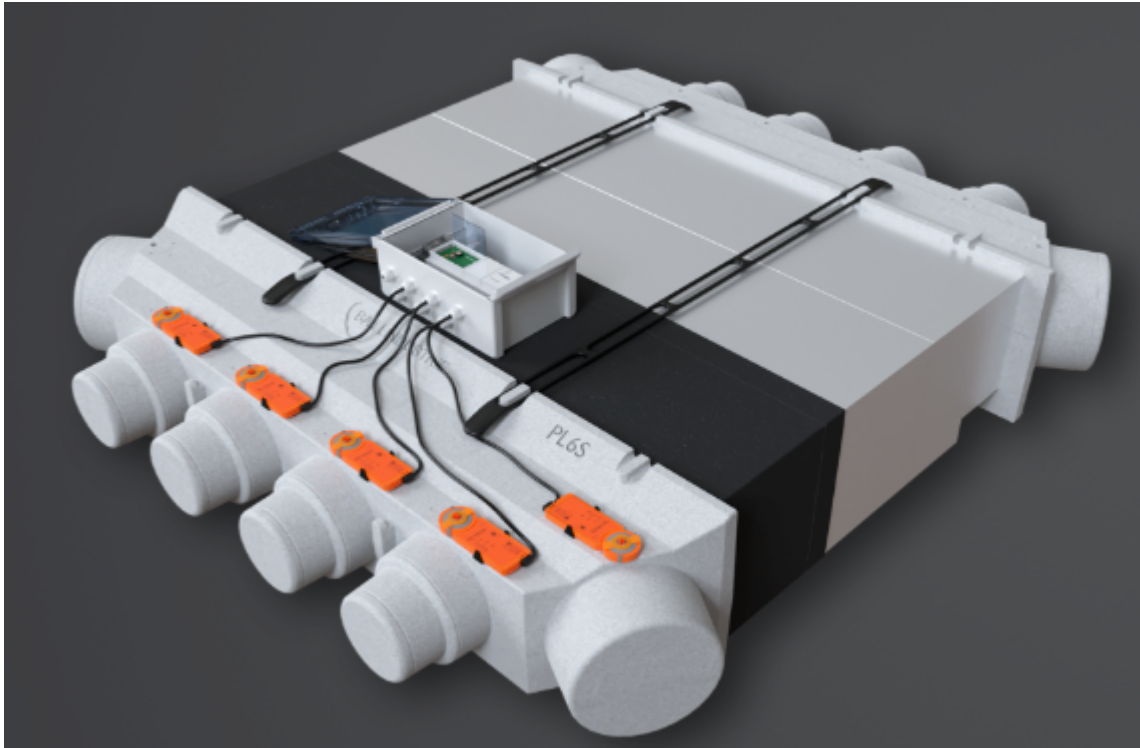
- le plenum de soufflage est directement équipé avec ses servomoteurs et l'électronique de commande,
- les thermostats sont livrés avec (un par sortie pilotée),
- l'accès distant est prévu (cela suppose de créer un compte sur le site internet Airzone).



BAILLINDUSTRIE

BaillIndustrie, fabricant français, propose une solution aux fonctions similaires mais modulaire : les éléments peuvent s'acheter séparément et les plenums peuvent s'adapter. En effet, ceux-ci sont fait d'un seul matériau : le polystyrène (excellent isolant) à la différence des solutions métalliques revêtues d'une couche isolante. Pour l'adapter, il suffit de découper les sorties pour les « déboucher ». On peut ainsi choisir le nombre de sorties désiré et s'adapter aux diamètres de gaines utilisés (en fonction de l'endroit de la découpe). L'entreprise propose son système de commande avec un accès distant (« BaillConnect », sur son site internet). Un système de commande d'un autre fabricant peut s'adapter comme celui de DeltaDore (une autre entreprise française).

Le client peut opter pour une installation avec une régulation simple au départ et l'équiper pour une régulation multi-zones ensuite.



3. Expression du besoin et solutions

Régulation multi-zones pour climatisation gainable : pistes d'amélioration

Une piste pour l'amélioration du système qui nous intéresse est la prise en compte d'événements extérieurs au système en lui même.

Exemples de scénarios qui utilisent des évènements extérieurs :

- Détection de l'ouverture d'une porte ou d'une fenêtre pour arrêter la climatisation,
- Détection de la présence des occupants pour adapter les températures de consigne,
- En cas de production d'électricité (panneaux photovoltaïques) : mesure du surplus (partie de l'électricité produite qui n'est pas consommée et envoyée vers le réseau électrique parfois gratuitement) pour adapter la puissance consommée par la climatisation au surplus.

Les régulations proposées pour les climatisations gainables dans le commerce n'offrent pas la possibilité de gérer ce genre de scénarios qui permettent d'optimiser la consommation énergétique.

Aucune intégration à une solution domotique centralisée d'une régulation multi-zones pour climatisation gainable est disponible à la vente.

Problématique

Comment optimiser la consommation énergétique d'une climatisation gainable (régulée multi-zones) en prenant en compte une variété d'événements extérieurs ?

Optimiser sa consommation énergétique a des implications financières et environnementales directes qui créent un besoin.

Les réglementations et les diagnostics thermiques actuels ne prennent pas en compte des scénarios d'optimisation énergétique aussi poussés que ceux envisagés plus haut. Qu'en sera-t-il à l'avenir ?

L'entreprise partenaire : BaillIndustrie



Société familiale fondée en 2009, BAILLINDUSTRIE® s'appuie sur une expérience de ses dirigeants acquise pendant 30 ans dans le domaine de la climatisation.

Détentrice de plusieurs brevets, cette jeune entreprise dynamique se distingue par sa réactivité et son sens du service.

Pragmatisme et connaissance accrue des problématiques des distributeurs et des installateurs, font de BAILLINDUSTRIE® un interlocuteur de choix pour les professionnels de la climatisation gainable.

BaillIndustrie est installée à Rivesaltes près de Perpignan. L'entreprise propose toute une gamme de produits dans le domaine de la climatisation. Les plenums qu'elle propose font partie de ses produits phares.

L'entreprise est intéressée par la possibilité d'intégrer ses produits à une solution domotique pour avoir une climatisation gainable multi-zones qui puisse s'adapter à de nombreux scénarios utilisant des événements extérieurs. Le partenariat avec l'entreprise s'envisage dans ce cadre-là.

La modularité des plenums BaillIndustrie en font des candidats idéaux pour le projet.

La solution domotique choisie

La solution choisie est centralisée : toutes les informations arrivent au même endroit et tous les ordres partent du même endroit. Ainsi, elle offre un maximum d'interopérabilité. Elle repose sur un serveur qui utilise un logiciel libre.

Un logiciel libre

Une solution logicielle propriétaire fournie par un fabricant va être en priorité voire uniquement compatible avec le matériel du fabricant. En revanche, un logiciel libre qui n'est pas lié à un fabricant se doit d'être compatible avec un maximum de matériel fourni par les fabricants. Le logiciel se doit également de proposer de nombreuses possibilités de configuration pour s'adapter à toutes les situations.

Un serveur

Un unique serveur permet de centraliser les informations des capteurs et de traiter ces informations pour envoyer les ordres aux actionneurs. Un serveur va être facilement accessible sur le réseau local à travers le navigateur d'un client (téléphone, ordinateur).

Le choix : Home Assistant

Il existe plusieurs solutions logicielles libres pour avoir un serveur domotique comme Home Assistant, Jeedom, OpenHab ou encore Gladys.

Home Assistant s'est bien développé ces dernières années. Les ressources sont nombreuses. La communauté est active et mondiale. Une application mobile existe sur les différentes plateformes et l'accès distant peut se paramétrer de plusieurs manières. L'intégration des cartes ESP en Wifi (mises en oeuvre précédemment avec les étudiants) est facilitée avec ESPHome. Zigbee2MQTT facilite l'utilisation des appareils Zigbee et on peut utiliser un serveur MQTT directement intégré à Home Assistant.

Nabu Casa (l'entreprise derrière Home Assistant) fournit le serveur « Home Assistant Green » avec le logiciel pré-installé (solution clés en main) mais il suffit d'un PC pour créer un serveur Home Assistant ou encore une Raspberry Pi.

3.1. Schéma de l'infrastructure prévue pour le système

Communication sans-fil avec le serveur Home Assistant

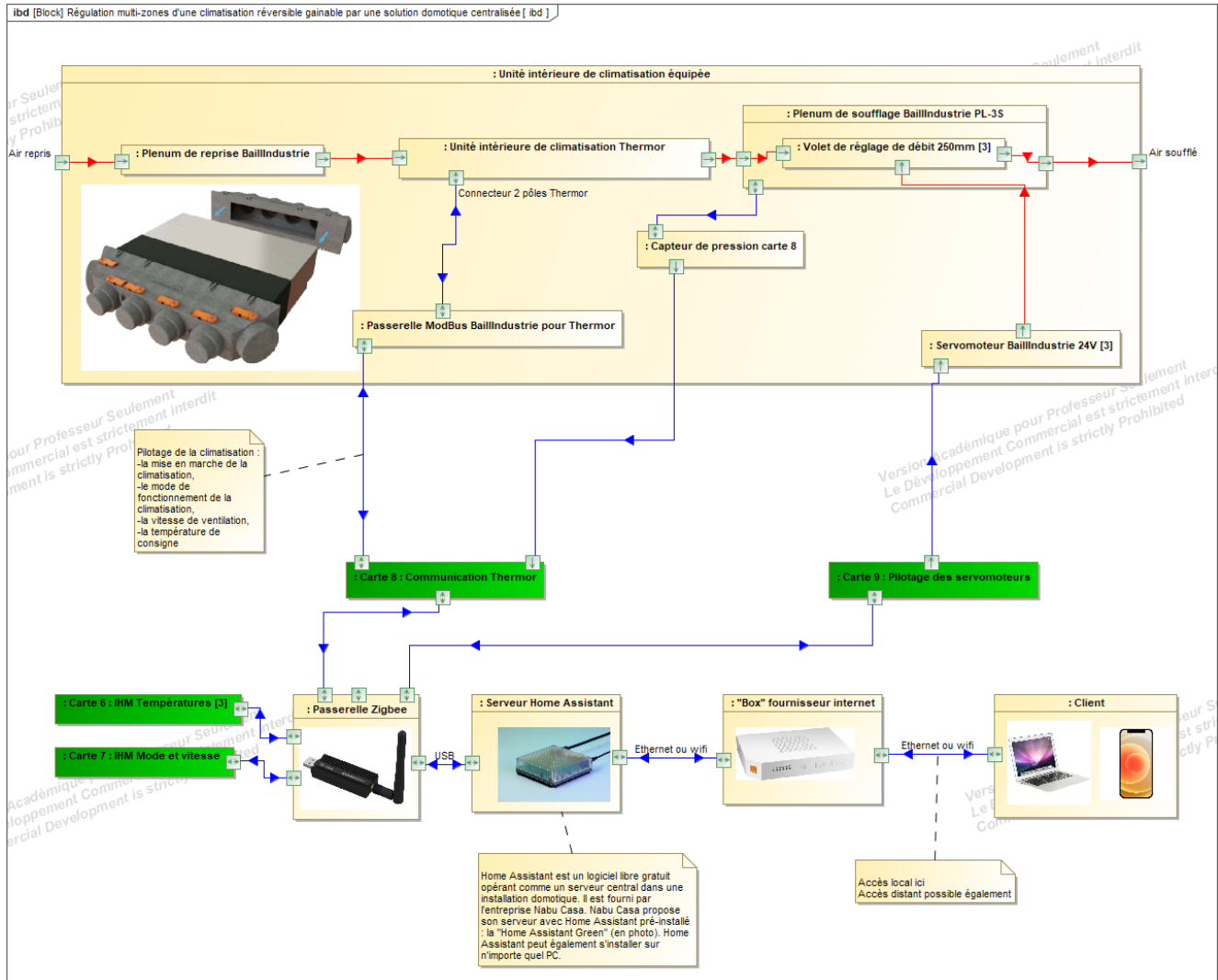
Les protocoles de communication sans fil Wifi et Zigbee sont très fréquents en domotique. A tel point qu'il a été décidé de réaliser le système à la fois entièrement en Wifi et entièrement en Zigbee. Il y aura donc une équipe Wifi et une équipe Zigbee avec chacune son serveur. Home Assistant est parfaitement adapté pour gérer les deux protocoles. Pour chaque protocole, il y a même deux façons de procéder suivant que l'on passe ou non par un serveur MQTT (intégrable dans Home Assistant).

Communication filaire avec l'unité intérieure de climatisation

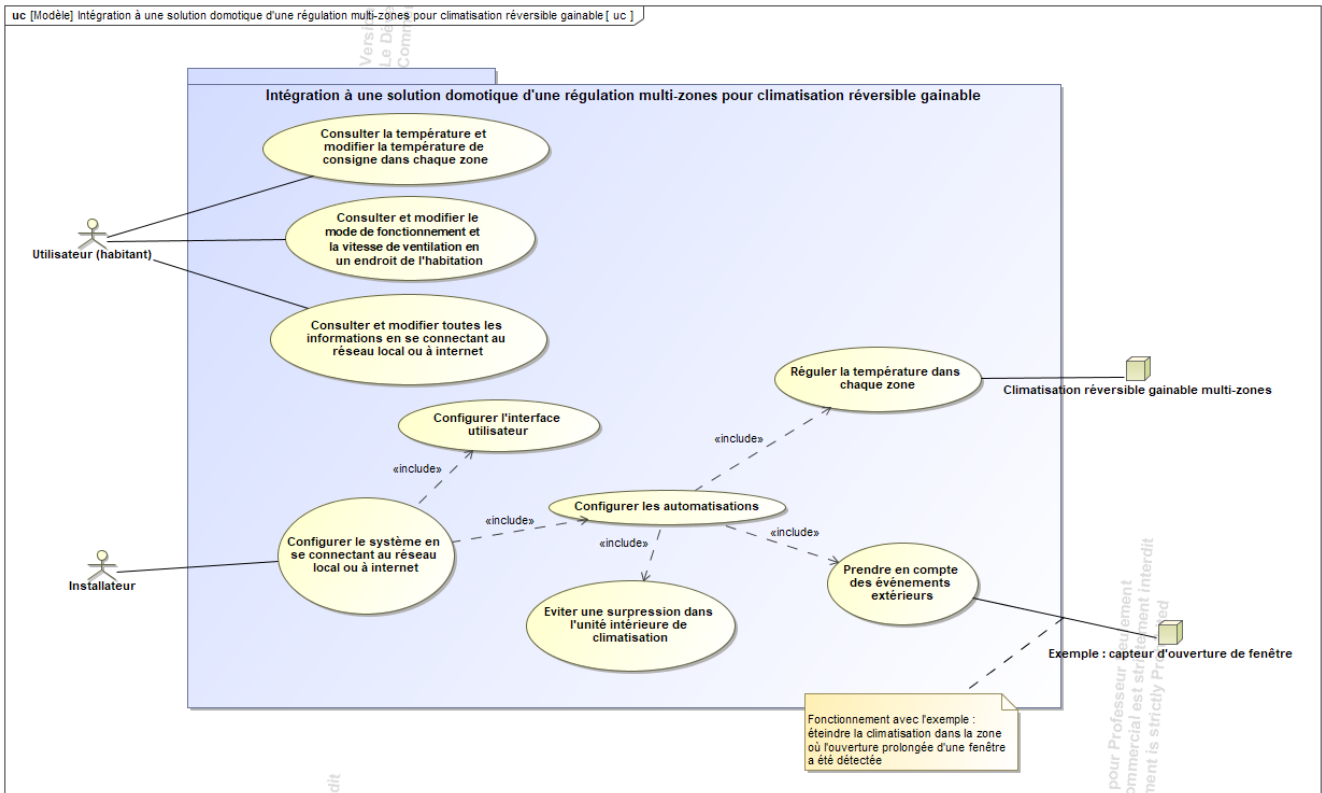
Le protocole (filaire) de communication avec l'unité intérieure de climatisation n'est pas standardisé. Chaque marque impose son protocole de communication. BaillIndustrie fournit une climatisation Thermor (une marque partenaire de BaillIndustrie). La communication avec cette climatisation se fait en ModBus en passant par une passerelle de communication de conception BaillIndustrie. Une climatisation Mitsubishi est également disponible à distance pour pouvoir tester le protocole d'un acteur majeur sur le marché des climatisations. Cela se fait uniquement en Wifi dans ce cas et avec ESPHome (depuis Home Assistant avec la possibilité de transférer le code à distance). Le protocole utilisé est de type UART.

Infrastructure pour l'équipe Wifi

Infrastructure pour l'équipe Zigbee

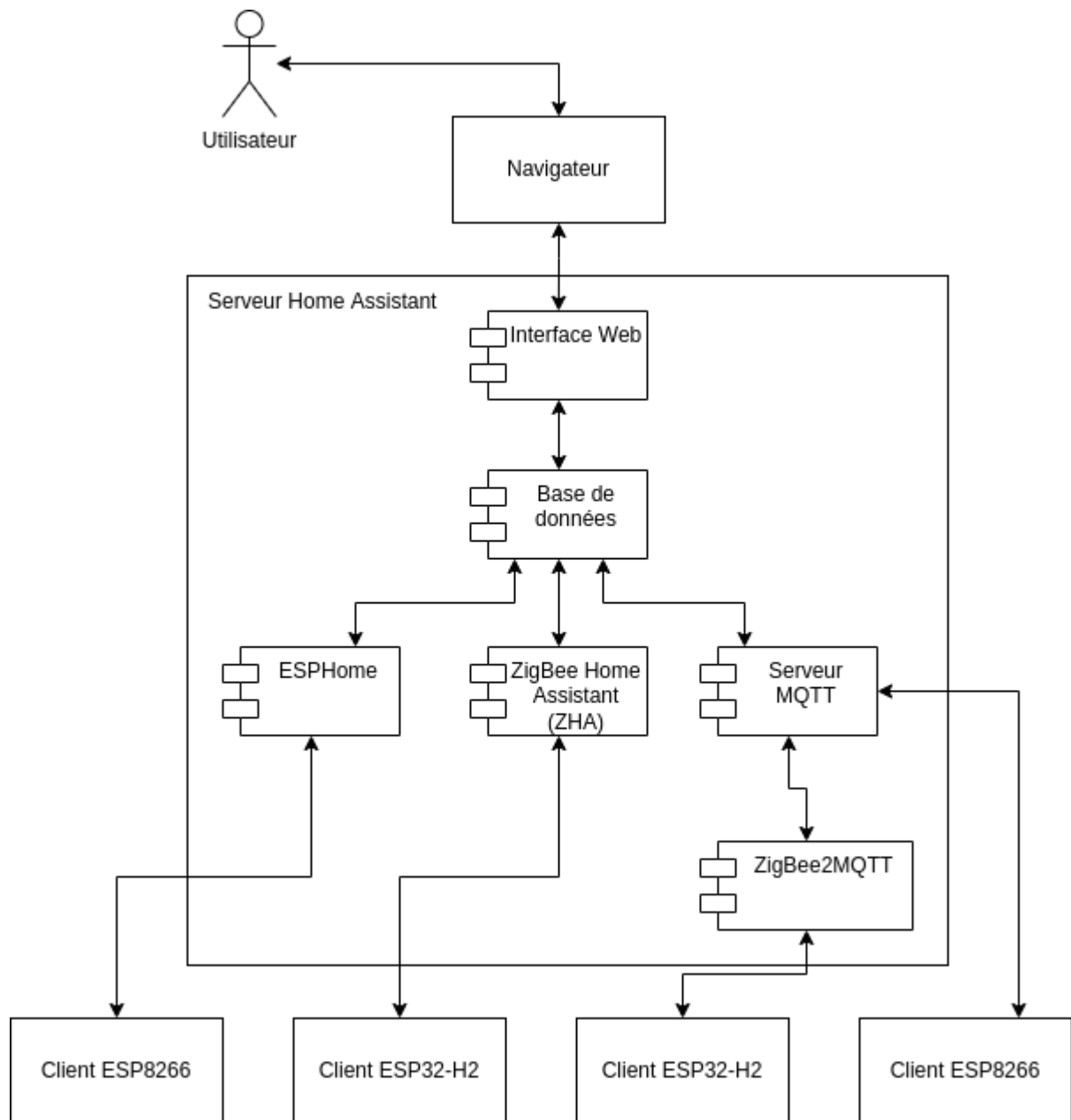


3.2. Diagrammes des cas d'utilisation du système



3.3. Diagramme de déploiement

Le diagramme de déploiement suivant intègre à la fois le Zigbee et le Wifi :



4. Énoncé des tâches à réaliser par les étudiants

Les tâches à réaliser en autonomie sont en gras	C11 – Maintenir un système électronique			
	C07 – Réaliser une maquette et/ou un prototype			
	C03 – Gérer un projet (français/anglais)			
	C01 – Communiquer en situation professionnelle			
E1 – Étude et conception de produits électroniques				
E1 : T1 : Définition des besoins à partir d'un cahier des charges et identification des fonctionnalités		21	45	
E1 : T2 : Conception d'une carte et/ou d'un sous ensemble électronique communicant et validation des fonctionnalités		22	46	
E1 : T3 : Placement et routage d'une carte électronique et génération des fichiers de fabrication		23	47	
E1 : T4 : Réalisation d'un prototype et mise au point d'une carte électronique		24	48	
E1 : T5 : Intégration dans l'environnement et validation du fonctionnement		25	49	
E2 : Tests et essais				
E2 : T1 : Tests et mesures nécessaires à la vérification d'une carte et/ou d'un système électronique communicant	1	26		
E2 : T2 : Conception et réalisation de bancs de tests	2	27		
E3 : Production et assemblage d'ensembles électroniques				
E3 : T1 : Préparation, assemblage et contrôle des cartes et/ou des sous-ensembles électroniques communicants au vu d'une installation		28	50	
E3 : T2 : Configuration et intégration des outils de production et/ou des équipements (matériels et logiciels) ainsi que le		29	51	

matériel de contrôle				
E3 : T3 : Renseignement du suivi de production		30	52	
E3 : T4 : Vérification de la conformité des caractéristiques de fonctionnement et intervention corrective si nécessaire		31	53	
E3 : T5 : Participation à la formation des agents de production aux modes opératoires		32	54	
E4 : Intégration matérielle et logicielle				
E4 : T1 : Vérification préalable du fonctionnement des cartes et/ou sous-ensembles électroniques	3	33	55	
E4 : T2 : Intégration mécanique des sous-ensembles électronique, électrique, automatique, filaire et optique	4	34	56	
E4 : T3 : Intégration des équipements électroniques communicants sur site	5	35	57	
E4 : T4 : Installation et paramétrage des logiciels et des équipements communicants	6	36	58	
E4 : T5 : Vérification des caractéristiques de fonctionnement et réception par le donneur d'ordre	7	37	59	
E4 : T6 : Conseils au client sur l'utilisation, le fonctionnement et l'entretien des équipements et de l'installation	8	38	60	
E5 : Maintenance et réparation de produits électroniques				
E5 : T1 : Identification des fonctions constitutives d'une carte électronique, d'un sous-système ou d'un système	9			61
E5 : T2 : Constat et identification du dysfonctionnement	10			62
E5 : T3 : Réalisation d'une opération de réparation ou de maintenance corrective, préventive ou améliorative	11			63
E5 : T4 : Test et vérification de la conformité	12			64
E5 : T5 : Renseignement de la fiche technique d'intervention et/ou le cahier de maintenance	13			65
E5 : T6 : Rédaction d'une fiche d'intervention	14			66
R4 – Gestion de projet et d'équipe				
R4 : T1 : Identification de toutes les étapes du projet jusqu'à la réception des travaux	15	39		
R4 : T2 : Identification des ressources humaines et matérielles	16	40		
R4 : T3 : Management des équipes opérationnelles internes	17	41		

R4 : T4 : Gestion de la sous-traitance	18	42	
R4 : T5 : Pilotage de l'exécution des travaux	19	43	
R4 : T6 : Encadrement des équipes externes	20	44	

Étudiant	Sous-Système	Principales tâches à réaliser
Etudiant 1	IHM températures Wifi	<ul style="list-style-type: none"> - Créer et mettre à jour un diagramme de Gantt à l'aide du logiciel Mindview. Toutes les tâches du projet doivent apparaître (15, 16, 17, 18, 19, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44). - Consigner dans le carnet de bord les problèmes rencontrés et les solutions trouvées chaque jour (10, 11, 12, 62, 63, 64). - Créer un diagramme des exigences et un diagramme des blocs internes spécifiques à la partie étudiée à partir des diagrammes globaux (45, 9, 61). - Créer le schéma structurel de la future carte électronique sous Proteus à partir du diagramme de définition de blocs fourni. Vérifier la conformité au diagramme des blocs internes (46). - Valider indépendamment les sous-parties (affichage, mesure de température, informations utilisateurs et communication avec le serveur) à l'aide d'une platine d'essai. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (1, 26). - Comparer la mesure de température obtenue à une mesure de température de référence. Mesurer la consommation énergétique de la carte électronique. Calculer l'autonomie et comparer au cahier des charges. Utiliser une stratégie de programmation « deep sleep » pour améliorer l'autonomie (2, 27). - Router la carte électronique sous Proteus et générer les fichiers de fabrication (47). - Sous-traiter la fabrication de la carte finale (18, 42). - Percer la carte, installer et souder les composants (48). - Rédiger le dossier de fabrication de la carte électronique (schéma structurel, schéma d'implantation, nomenclature détaillée, plan de perçage, résultats des tests de continuité et des tests sous tension), apporter des corrections au fur et à mesure si nécessaire (50 → 54). - Valider indépendamment les sous-parties (affichage, mesure de température, informations utilisateurs et communication avec le serveur) de la carte électronique. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (3, 55). - Configurer une carte « climate » dans Home Assistant. Cette carte reçoit la température du capteur et affiche la température de consigne qui peut évoluer soit par les

		<p>boutons de l'IHM soit directement depuis Home Assistant. Collaborer avec l'étudiant 5 pour que la carte climate soit liée au servomoteur de la zone de l'IHM (5, 57, 6, 58).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rédiger le cahier de recette qui précise les différentes étapes d'intégration de la carte électronique à la solution domotique : installations, paramétrages et programmations nécessaires au niveau du serveur Home Assistant (8, 60). - Intégrer la carte dans un boîtier élégant imprimé en 3D qui répond au cahier des charges. Fournir le fichier .stl de fabrication (4, 49, 56). - Vérifier la conformité au cahier des charges global. Communiquer les résultats à l'entreprise partenaire (7, 59). - Rédiger une fiche d'intervention correspondant à la plus grosse intervention de maintenance (corrective, préventive ou améliorative) apportée consignée dans le carnet de bord (13, 14, 65, 66).
Etudiant 2	IHM mode et vitesse Wifi	<ul style="list-style-type: none"> - Créer et mettre à jour un diagramme de Gantt à l'aide du logiciel Mindview. Toutes les tâches du projet doivent apparaître (15, 16, 17, 18, 19, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44). - Consigner dans le carnet de bord les problèmes rencontrés et les solutions trouvées chaque jour (10, 11, 12, 62, 63, 64). - Créer un diagramme des exigences et un diagramme des blocs internes spécifiques à la partie étudiée à partir des diagrammes globaux (45, 9, 61). - Créer le schéma structurel de la future carte électronique sous Proteus à partir du diagramme de définition de blocs fourni. Vérifier la conformité au diagramme des blocs internes (46). - Valider indépendamment les sous-parties (affichage, informations utilisateurs et communication avec le serveur) à l'aide d'une platine d'essai. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (1, 26). - Visualiser à l'oscilloscope une trame de communication entre le microcontrôleur et l'écran e-paper. Mesurer la consommation énergétique de la carte électronique. Calculer l'autonomie et comparer au cahier des charges. Utiliser une stratégie de programmation « deep sleep » pour améliorer l'autonomie (2, 27). - Router la carte électronique sous Proteus et générer les fichiers de fabrication (47). - Sous-traiter la fabrication de la carte finale (18, 42). - Percer la carte, installer et souder les composants (48). - Rédiger le dossier de fabrication de la carte électronique (schéma structurel, schéma d'implantation, nomenclature détaillée, plan de perçage, résultats des tests de continuité et des tests sous tension), apporter des corrections au fur et à mesure si nécessaire (50 → 54). - Valider indépendamment les sous-parties (affichage, informations utilisateurs et communication avec le serveur) de la carte électronique. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (3,

		<p>55).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Configurer un affichage clair dans la partie « Aperçu » de Home Assistant pour la variable vitesse de ventilation. Collaborer avec l'étudiant 1 pour que la carte climate qu'il a créée reçoive le mode de fonctionnement de l'IHM (5, 57, 6, 58). - Rédiger le cahier de recette qui précise les différentes étapes d'intégration de la carte électronique à la solution domotique : installations, paramétrages et programmations nécessaires au niveau du serveur Home Assistant (8, 60). - Intégrer la carte dans un boîtier élégant imprimé en 3D qui répond au cahier des charges. Fournir le fichier .stl de fabrication (4, 49, 56). - Vérifier la conformité au cahier des charges global. Communiquer les résultats à l'entreprise partenaire (7, 59). - Rédiger une fiche d'intervention correspondant à la plus grosse intervention de maintenance (corrective, préventive ou améliorative) apportée consignée dans le carnet de bord (13, 14, 65, 66).
Etudiant 3	Communication Thermor Wifi	<ul style="list-style-type: none"> - Créer et mettre à jour un diagramme de Gantt à l'aide du logiciel Mindview. Toutes les tâches du projet doivent apparaître (15, 16, 17, 18, 19, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44). - Consigner dans le carnet de bord les problèmes rencontrés et les solutions trouvées chaque jour (10, 11, 12, 62, 63, 64). - Créer un diagramme des exigences et un diagramme des blocs internes spécifiques à la partie étudiée à partir des diagrammes globaux (45, 9, 61). - Créer le schéma structurel de la future carte électronique sous Proteus à partir du diagramme de définition de blocs fourni. Vérifier la conformité au diagramme des blocs internes (46). - Valider indépendamment les sous-parties (mesure de la pression, communication avec l'unité intérieure et communication avec le serveur) à l'aide d'une platine d'essai. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (1, 26). - Visualiser à l'oscilloscope une trame de communication entre le microcontrôleur et l'unité intérieure de climatisation (2, 27). - Router la carte électronique sous Proteus et générer les fichiers de fabrication (47). - Sous-traiter la fabrication de la carte finale (18, 42). - Percer la carte, installer et souder les composants (48). - Rédiger le dossier de fabrication de la carte électronique (schéma structurel, schéma d'implantation, nomenclature détaillée, plan de perçage, résultats des tests de continuité et des tests sous tension), apporter des corrections au fur et à mesure si nécessaire (50 → 54). - Valider indépendamment les sous-parties (mesure de la pression, communication avec l'unité intérieure et communication avec le serveur) de la carte électronique. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (3, 55).

		<ul style="list-style-type: none"> - Configurer un affichage clair dans la partie « Aperçu » de Home Assistant pour la variable pression. Programmer une automatisation qui tienne compte des états des cartes climate (switch et mode), de la variable vitesse de ventilation et de la variable pression (5, 57, 6, 58). - Rédiger le cahier de recette qui précise les différentes étapes d'intégration de la carte électronique à la solution domotique : installations, paramétrages et programmations nécessaires au niveau du serveur Home Assistant (8, 60). - Intégrer la carte dans un boîtier protégé qui répond au cahier des charges (4, 49, 56). - Vérifier la conformité au cahier des charges global. Communiquer les résultats à l'entreprise partenaire (7, 59). - Rédiger une fiche d'intervention correspondant à la plus grosse intervention de maintenance (corrective, préventive ou améliorative) apportée consignée dans le carnet de bord (13, 14, 65, 66).
Etudiant 4	Communication Mitsubishi Wifi	<ul style="list-style-type: none"> - Créer et mettre à jour un diagramme de Gantt à l'aide du logiciel Mindview. Toutes les tâches du projet doivent apparaître (15, 16, 17, 18, 19, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44). - Consigner dans le carnet de bord les problèmes rencontrés et les solutions trouvées chaque jour (10, 11, 12, 62, 63, 64). - Créer un diagramme des exigences et un diagramme des blocs internes spécifiques à la partie étudiée à partir des diagrammes globaux (45, 9, 61). - Créer le schéma structurel de la future carte électronique sous Proteus à partir du diagramme de définition de blocs fourni. Vérifier la conformité au diagramme des blocs internes (46). - Valider indépendamment les sous-parties (mesure de la pression, communication avec l'unité intérieure et communication avec le serveur) à l'aide d'une platine d'essai. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (1, 26). - Visualiser à l'oscilloscope une trame de communication entre le microcontrôleur et l'unité intérieure de climatisation (2, 27). - Router la carte électronique sous Proteus et générer les fichiers de fabrication (47). - Sous-traiter la fabrication de la carte finale (18, 42). - Percer la carte, installer et souder les composants (48). - Rédiger le dossier de fabrication de la carte électronique (schéma structurel, schéma d'implantation, nomenclature détaillée, plan de perçage, résultats des tests de continuité et des tests sous tension), apporter des corrections au fur et à mesure si nécessaire (50 → 54). - Valider indépendamment les sous-parties (mesure de la pression, communication avec l'unité intérieure et communication avec le serveur) de la carte électronique. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (3, 55). - Configurer un affichage clair dans la partie « Aperçu » de Home Assistant pour la variable pression. Programmer une

		<p>automatisation qui tienne compte des états des cartes climate (switch et mode), de la variable vitesse de ventilation et de la variable pression (5, 57, 6, 58).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rédiger le cahier de recette qui précise les différentes étapes d'intégration de la carte électronique à la solution domotique : installations, paramétrages et programmations nécessaires au niveau du serveur Home Assistant (8, 60). - Intégrer la carte dans un boîtier protégé qui répond au cahier des charges (4, 49, 56). - Vérifier la conformité au cahier des charges global. <p>Communiquer les résultats à l'entreprise partenaire (7, 59).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rédiger une fiche d'intervention correspondant à la plus grosse intervention de maintenance (corrective, préventive ou améliorative) apportée consignée dans le carnet de bord (13, 14, 65, 66).
Etudiant 5	Pilotage des servomoteurs Wifi	<ul style="list-style-type: none"> - Créer et mettre à jour un diagramme de Gantt à l'aide du logiciel Mindview. Toutes les tâches du projet doivent apparaître (15, 16, 17, 18, 19, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44). - Consigner dans le carnet de bord les problèmes rencontrés et les solutions trouvées chaque jour (10, 11, 12, 62, 63, 64). - Créer un diagramme des exigences et un diagramme des blocs internes spécifiques à la partie étudiée à partir des diagrammes globaux (45, 9, 61). - Créer le schéma structurel de la future carte électronique sous Proteus à partir du diagramme de définition de blocs fourni. Vérifier la conformité au diagramme des blocs internes (46). - Valider indépendamment les sous-parties (commande des servomoteurs et communication avec le serveur) à l'aide d'une platine d'essai. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (1, 26). - Mesurer le temps d'ouverture, la vitesse et le courant des servomoteurs. Comparer aux valeurs fabricant (2, 27). - Router la carte électronique sous Proteus et générer les fichiers de fabrication (47). - Sous-traiter la fabrication de la carte finale (18, 42). - Percer la carte, installer et souder les composants (48). - Rédiger le dossier de fabrication de la carte électronique (schéma structurel, schéma d'implantation, nomenclature détaillée, plan de perçage, résultats des tests de continuité et des tests sous tension), apporter des corrections au fur et à mesure si nécessaire (50 → 54). - Valider indépendamment les sous-parties (commande des servomoteurs et communication avec le serveur) de la carte électronique. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (3, 55). - Programmer une automatisation dans Home Assistant qui tienne compte des états des cartes climate (switch). Collaborer avec les étudiants 3 et 4 pour trouver une solution à la problématique temps d'ouverture des servomoteurs (5, 57, 6, 58). - Rédiger le cahier de recette qui précise les différentes étapes

		<p>d'intégration de la carte électronique à la solution domotique : installations, paramétrages et programmations nécessaires au niveau du serveur Home Assistant (8, 60).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intégrer la carte dans un boîtier protégé qui répond au cahier des charges (4, 49, 56). - Vérifier la conformité au cahier des charges global. Communiquer les résultats à l'entreprise partenaire (7, 59). - Rédiger une fiche d'intervention correspondant à la plus grosse intervention de maintenance (corrective, préventive ou améliorative) apportée consignée dans le carnet de bord (13, 14, 65, 66).
Etudiant 6	IHM températures Zigbee	<ul style="list-style-type: none"> - Créer et mettre à jour un diagramme de Gantt à l'aide du logiciel Mindview. Toutes les tâches du projet doivent apparaître (15, 16, 17, 18, 19, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44). - Consigner dans le carnet de bord les problèmes rencontrés et les solutions trouvées chaque jour (10, 11, 12, 62, 63, 64). - Créer un diagramme des exigences et un diagramme des blocs internes spécifiques à la partie étudiée à partir des diagrammes globaux (45, 9, 61). - Créer le schéma structurel de la future carte électronique sous Proteus à partir du diagramme de définition de blocs fourni. Vérifier la conformité au diagramme des blocs internes (46). - Valider indépendamment les sous-parties (affichage, mesure de température, informations utilisateurs et communication avec le serveur) à l'aide d'une platine d'essai. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (1, 26). - Comparer la mesure de température obtenue à une mesure de température de référence. Mesurer la consommation énergétique de la carte électronique. Calculer l'autonomie et comparer au cahier des charges (2, 27). - Router la carte électronique sous Proteus et générer les fichiers de fabrication (47). - Sous-traiter la fabrication de la carte finale (18, 42). - Percer la carte, installer et souder les composants (48). - Rédiger le dossier de fabrication de la carte électronique (schéma structurel, schéma d'implantation, nomenclature détaillée, plan de perçage, résultats des tests de continuité et des tests sous tension), apporter des corrections au fur et à mesure si nécessaire (50 → 54). - Valider indépendamment les sous-parties (affichage, mesure de température, informations utilisateurs et communication avec le serveur) de la carte électronique. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (3, 55). - Configurer une carte « climate » dans Home Assistant. Cette carte reçoit la température du capteur et affiche la température de consigne qui peut évoluer soit par les boutons de l'IHM soit directement depuis Home Assistant. Collaborer avec l'étudiant 5 pour que la carte climate soit liée au servomoteur de la zone de l'IHM (5, 57, 6, 58).

		<ul style="list-style-type: none"> - Rédiger le cahier de recette qui précise les différentes étapes d'intégration de la carte électronique à la solution domotique : installations, paramétrages et programmations nécessaires au niveau du serveur Home Assistant (8, 60). - Intégrer la carte dans un boîtier élégant imprimé en 3D qui répond au cahier des charges. Fournir le fichier .stl de fabrication (4, 49, 56). - Vérifier la conformité au cahier des charges global. Communiquer les résultats à l'entreprise partenaire (7, 59). - Rédiger une fiche d'intervention correspondant à la plus grosse intervention de maintenance (corrective, préventive ou améliorative) apportée consignée dans le carnet de bord (13, 14, 65, 66).
Etudiant 7	IHM mode et vitesse ZigBee	<ul style="list-style-type: none"> - Créer et mettre à jour un diagramme de Gantt à l'aide du logiciel Mindview. Toutes les tâches du projet doivent apparaître (15, 16, 17, 18, 19, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44). - Consigner dans le carnet de bord les problèmes rencontrés et les solutions trouvées chaque jour (10, 11, 12, 62, 63, 64). - Créer un diagramme des exigences et un diagramme des blocs internes spécifiques à la partie étudiée à partir des diagrammes globaux (45, 9, 61). - Créer le schéma structurel de la future carte électronique sous Proteus à partir du diagramme de définition de blocs fourni. Vérifier la conformité au diagramme des blocs internes (46). - Valider indépendamment les sous-parties (affichage, informations utilisateurs et communication avec le serveur) à l'aide d'une platine d'essai. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (1, 26). - Visualiser à l'oscilloscope une trame de communication entre le microcontrôleur et l'écran e-paper. Mesurer la consommation énergétique de la carte électronique. Calculer l'autonomie et comparer au cahier des charges. Utiliser une stratégie de programmation « deep sleep » pour améliorer l'autonomie (2, 27). - Router la carte électronique sous Proteus et générer les fichiers de fabrication (47). - Sous-traiter la fabrication de la carte finale (18, 42). - Percer la carte, installer et souder les composants (48). - Rédiger le dossier de fabrication de la carte électronique (schéma structurel, schéma d'implantation, nomenclature détaillée, plan de perçage, résultats des tests de continuité et des tests sous tension), apporter des corrections au fur et à mesure si nécessaire (50 → 54). - Valider indépendamment les sous-parties (affichage, informations utilisateurs et communication avec le serveur) de la carte électronique. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (3, 55). - Configurer un affichage clair dans la partie « Aperçu » de Home Assistant pour la variable vitesse de ventilation.

		<p>Collaborer avec l'étudiant 6 pour que la carte climate qu'il a créée reçoive le mode de fonctionnement de l'IHM (5, 57, 6, 58).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rédiger le cahier de recette qui précise les différentes étapes d'intégration de la carte électronique à la solution domotique : installations, paramétrages et programmations nécessaires au niveau du serveur Home Assistant (8, 60). - Intégrer la carte dans un boîtier élégant imprimé en 3D qui répond au cahier des charges. Fournir le fichier .stl de fabrication (4, 49, 56). - Vérifier la conformité au cahier des charges global. <p>Communiquer les résultats à l'entreprise partenaire (7, 59).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rédiger une fiche d'intervention correspondant à la plus grosse intervention de maintenance (corrective, préventive ou améliorative) apportée consignée dans le carnet de bord (13, 14, 65, 66).
Etudiant 8	Communication Thermor ZigBee	<ul style="list-style-type: none"> - Créer et mettre à jour un diagramme de Gantt à l'aide du logiciel Mindview. Toutes les tâches du projet doivent apparaître (15, 16, 17, 18, 19, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44). - Consigner dans le carnet de bord les problèmes rencontrés et les solutions trouvées chaque jour (10, 11, 12, 62, 63, 64). - Créer un diagramme des exigences et un diagramme des blocs internes spécifiques à la partie étudiée à partir des diagrammes globaux (45, 9, 61). - Créer le schéma structurel de la future carte électronique sous Proteus à partir du diagramme de définition de blocs fourni. Vérifier la conformité au diagramme des blocs internes (46). - Valider indépendamment les sous-parties (mesure de la pression, communication avec l'unité intérieure et communication avec le serveur) à l'aide d'une platine d'essai. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (1, 26). - Visualiser à l'oscilloscope une trame de communication entre le microcontrôleur et l'unité intérieure de climatisation (2, 27). - Router la carte électronique sous Proteus et générer les fichiers de fabrication (47). - Sous-traiter la fabrication de la carte finale (18, 42). - Percer la carte, installer et souder les composants (48). - Rédiger le dossier de fabrication de la carte électronique (schéma structurel, schéma d'implantation, nomenclature détaillée, plan de perçage, résultats des tests de continuité et des tests sous tension), apporter des corrections au fur et à mesure si nécessaire (50 → 54). - Valider indépendamment les sous-parties (mesure de la pression, communication avec l'unité intérieure et communication avec le serveur) de la carte électronique. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (3, 55). - Configurer un affichage clair dans la partie « Aperçu » de Home Assistant pour la variable pression. Programmer une automatisation qui tienne compte des états des cartes

		<p>climate (switch et mode), de la variable vitesse de ventilation et de la variable pression (5, 57, 6, 58).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rédiger le cahier de recette qui précise les différentes étapes d'intégration de la carte électronique à la solution domotique : installations, paramétrages et programmations nécessaires au niveau du serveur Home Assistant (8, 60). - Intégrer la carte dans un boîtier protégé qui répond au cahier des charges (4, 49, 56). - Vérifier la conformité au cahier des charges global. Communiquer les résultats à l'entreprise partenaire (7, 59). - Rédiger une fiche d'intervention correspondant à la plus grosse intervention de maintenance (corrective, préventive ou améliorative) apportée consignée dans le carnet de bord (13, 14, 65, 66).
Etudiant 9	Pilotage des servomoteurs Zigbee	<ul style="list-style-type: none"> - Créer et mettre à jour un diagramme de Gantt à l'aide du logiciel Mindview. Toutes les tâches du projet doivent apparaître (15, 16, 17, 18, 19, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44). - Consigner dans le carnet de bord les problèmes rencontrés et les solutions trouvées chaque jour (10, 11, 12, 62, 63, 64). - Créer un diagramme des exigences et un diagramme des blocs internes spécifiques à la partie étudiée à partir des diagrammes globaux (45, 9, 61). - Créer le schéma structurel de la future carte électronique sous Proteus à partir du diagramme de définition de blocs fourni. Vérifier la conformité au diagramme des blocs internes (46). - Valider indépendamment les sous-parties (commande des servomoteurs et communication avec le serveur) à l'aide d'une platine d'essai. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (1, 26). - Mesurer le temps d'ouverture, la vitesse et le courant des servomoteurs. Comparer aux valeurs fabricant (2, 27). - Router la carte électronique sous Proteus et générer les fichiers de fabrication (47). - Sous-traiter la fabrication de la carte finale (18, 42). - Percer la carte, installer et souder les composants (48). - Rédiger le dossier de fabrication de la carte électronique (schéma structurel, schéma d'implantation, nomenclature détaillée, plan de perçage, résultats des tests de continuité et des tests sous tension), apporter des corrections au fur et à mesure si nécessaire (50 → 54). - Valider indépendamment les sous-parties (commande des servomoteurs et communication avec le serveur) de la carte électronique. Enregistrer et organiser les fichiers de programmation nécessaires à chaque partie et ajouter des commentaires pour qu'il soient compréhensibles à n'importe quel membre de l'équipe (3, 55). - Programmer une automatisation dans Home Assistant qui tienne compte des états des cartes climate (switch). Collaborer avec les étudiants 3 et 4 pour trouver une solution à la problématique temps d'ouverture des servomoteurs (5, 57, 6, 58). - Rédiger le cahier de recette qui précise les différentes étapes d'intégration de la carte électronique à la solution

		<p>domotique : installations, paramétrages et programmations nécessaires au niveau du serveur Home Assistant (8, 60).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intégrer la carte dans un boîtier protégé qui répond au cahier des charges (4, 49, 56). - Vérifier la conformité au cahier des charges global. <p>Communiquer les résultats à l'entreprise partenaire (7, 59).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rédiger une fiche d'intervention correspondant à la plus grosse intervention de maintenance (corrective, préventive ou améliorative) apportée consignée dans le carnet de bord (13, 14, 65, 66).
--	--	---

5. Inventaire des matériels et outils logiciels à mettre en œuvre par les candidats

Etudiant	Logiciel mis en œuvre	Matériel mis en œuvre
Etudiant 1	Home Assistant IDE Arduino ou ESPHome Proteus MagicDraw Mindview Solidworks, OnShape ou FreeCAD	Carte de développement – ESP8266 Ecran e-paper Capteur DHT22 Matériel de laboratoire usuel Matériel de fabrication usuel Serveur Home Assistant Routeur Imprimante 3D
Etudiant 2	Home Assistant IDE Arduino ou ESPHome Proteus MagicDraw Mindview Solidworks, OnShape ou FreeCAD	Carte de développement – ESP8266 Ecran e-paper Matériel de laboratoire usuel Matériel de fabrication usuel Serveur Home Assistant Routeur Imprimante 3D
Etudiant 3	Home Assistant IDE Arduino ou ESPHome Proteus MagicDraw Mindview	Carte de développement - ESP8266 Matériel de laboratoire usuel Matériel de fabrication usuel Serveur Home Assistant Routeur
Etudiant 4	Home Assistant ESPHome Proteus MagicDraw Mindview	Carte de développement - ESP8266 Matériel de laboratoire usuel Matériel de fabrication usuel Serveur Home Assistant Routeur
Etudiant 5	Home Assistant IDE Arduino ou ESPHome Proteus MagicDraw Mindview	Carte de développement - ESP8266 Matériel de laboratoire usuel Matériel de fabrication usuel Serveur Home Assistant Routeur
Etudiant 6	Home Assistant IDE VSCode Proteus MagicDraw Mindview Solidworks, OnShape ou FreeCAD	Carte de développement – ESP32-H2 Ecran e-paper Capteur DHT22 Matériel de laboratoire usuel Matériel de fabrication usuel Serveur Home Assistant Routeur Passerelle Zigbee Imprimante 3D
Etudiant 7	Home Assistant IDE VSCode Proteus	Carte de développement – ESP32-H2 Ecran e-paper

	MagicDraw Mindview Solidworks, OnShape ou FreeCAD	Matériel de laboratoire usuel Matériel de fabrication usuel Serveur Home Assistant Routeur Passerelle Zigbee Imprimante 3D
Etudiant 8	Home Assistant IDE VSCode Proteus MagicDraw Mindview	Carte de développement - ESP32-H2 Matériel de laboratoire usuel Matériel de fabrication usuel Serveur Home Assistant Routeur Passerelle Zigbee
Etudiant 9	Home Assistant IDE VSCode Proteus MagicDraw Mindview	Carte de développement - ESP32-H2 Matériel de laboratoire usuel Matériel de fabrication usuel Serveur Home Assistant Routeur Passerelle Zigbee

						Candidats				
Revues	6. Contrat de tâches Épreuve professionnelle E6 – Réalisation et maintenance de produits électroniques Option B « Electronique et réseaux »	C01	C03	C07	C11	1	2	3	4	5
1	E1 : Étude et conception de produits électroniques		X	X		X	X	X	X	X
1	R4 - Gestion de projet et d'équipe	X	X			X	X	X	X	X
2	E3 : Production et assemblage d'ensembles électroniques		X	X		X	X	X	X	X
2	E2 : Tests et essais	X	X			X	X	X	X	X
3	E4 : Intégration matérielle et logicielle	X	X	X		X	X	X	X	X
3	E5 : Maintenance et réparation de produits électroniques	X			X	X	X	X	X	X

						Candidats			
Revues	6. Contrat de tâches Épreuve professionnelle E6 – Réalisation et maintenance de produits électroniques Option B « Electronique et réseaux »	C01	C03	C07	C11	6	7	8	9
1	E1 : Étude et conception de produits électroniques		X	X		X	X	X	X
1	R4 - Gestion de projet et d'équipe	X	X			X	X	X	X
2	E3 : Production et assemblage d'ensembles électroniques		X	X		X	X	X	X
2	E2 : Tests et essais	X	X			X	X	X	X
3	E4 : Intégration matérielle et logicielle	X	X	X		X	X	X	X
3	E5 : Maintenance et réparation de produits électroniques	X			X	X	X	X	X

6. Avis de la commission

- Les concepts et les outils mis en œuvre par le candidat (1-2-3-4) correspondent au niveau des exigences techniques attendu pour cette formation :
☐oui / ☐à reprendre pour le candidat (1-2-3-4)
- L'énoncé des tâches à réaliser par le candidat (1-2-3-4) est suffisamment complet et précis :
☐oui / ☐à reprendre pour le candidat 1-2-3-4
- Les compétences requises pour la réalisation ou les tâches confiées au candidat (1-2-3-4) sont en adéquation avec les savoirs et savoir-faire exigés par le référentiel :
☐oui / ☐à reprendre pour le candidat (1-2-3-4)
- Le nombre d'étudiants est adapté aux tâches énumérées :
☐oui / ☐trop / ☐insuffisant

Commentaires

Date :

Le président de la commission