

BTS CIEL option A (IR)

E6 – VALORISATION DE LA DONNEE ET CYBERSECURITE

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

ACADEMIE : RENNES			SESSION : 2025		
LYCEE : Lycée Maupertuis					
VILLE : Saint-Malo					
N° DU PROJET :		NOM : Culture hydroponique projet 2/3 : « Gestion de la solution nutritive »			
Projet Nouveau		oui	non	Projet Banque	
Délais de réalisation :				oui	non
				Statuts étudiants : FIS Apprentissage	
Professeur responsable : Franck Gellert					

1. Présentation et situation du projet dans son environnement

1.1. Qu'est-ce que la culture hydroponique ?

La culture hydroponique est une méthode de culture de plantes sans sol. Les plantes se développent à partir d'une **solution nutritive** riche en nutriments.

La **solution nutritive** utilisée en culture hydroponique est spécialement formulée pour fournir aux plantes tous les nutriments essentiels dont elles ont besoin pour croître sans sol. Elle contient généralement les éléments suivants :

- **Macronutriments** : Azote (croissance des feuilles et des tiges), Phosphore (développement des racines et floraison), Potassium (résistance aux maladies et bonne qualité des fruits).
- **Micronutriments** : Fer, Zinc, Manganèse, Cuivre, Bore, Molybdène, Chlore, éléments nécessaires en petites quantités pour la santé globale des plantes.
- Calcium et Magnésium pour la structure cellulaire et la photosynthèse.

En fonction du type de culture hydroponique et des plantes cultivées, les proportions de ces éléments peuvent varier. Il est essentiel de surveiller et d'ajuster la solution nutritive régulièrement pour maintenir des conditions optimales pour la croissance des plantes.

Le **pH** (potentiel hydrogène) et la **conductivité électrique EC** (image de la concentration en nutriments) de la solution doivent être mesurés et ajustés pour que les nutriments soient idéalement disponibles pour les plantes. Le **taux d'oxygénation** de l'eau doit être également géré.

1.2. Différentes techniques d'hydroponie (liste non exhaustive)

- **Technique du film nutritif (NFT)**: Les plantes poussent sur un mince film d'eau, en mouvement, qui transporte les nutriments.
- **Système de culture en eau profonde (DWC)** : méthode simple et pratique pour les débutants. Cette technique consiste à placer les racines des plantes dans un réservoir d'eau enrichi en nutriments, permettant ainsi aux végétaux de puiser directement les éléments dont ils ont besoin pour se développer.
- **Systèmes de flux et reflux** : les racines sont périodiquement submergées dans une solution nutritive, puis drainées.
- **Systèmes hydroponiques goutte à goutte** : la solution nutritive est distribuée directement aux racines par des goutteurs.
- **Systèmes aquaponiques**: ils associent la culture hydroponique à l'aquaculture (élevage de poissons). Les déjections des poissons sont alors les nutriments des plantes.

1.3. Avantages et inconvénients de la culture en hydroponie

Avantages :

- La culture hydroponique nécessite moins d'eau (- 90 %) que la culture traditionnelle en sol.
- La croissance des plantes est plus rapide en hydroponie (en moyenne entre 1,5x et 3x, selon les plantes)
- On peut ajuster la solution nutritive pour répondre aux besoins spécifiques des plantes cultivées.
- L'absence de sol réduit les risques d'infections par des parasites ou des maladies. On n'utilise pas ou peu de pesticides.
- Les cultures hydroponiques peuvent produire plus par unité de surface (fois 10 par exemple pour des tours de fraisières).
- Culture possible sans sol (ville, sol désertique, etc).
- Pas d'épuisement des sols.

Inconvénients :

- En fonction des techniques utilisées, la mise en place d'un système hydroponique peut être coûteuse.
- La gestion de la solution nutritive, du pH et de l'EC nécessite des connaissances spécifiques. Ces paramètres doivent être mesurés et ajustés si besoin

- Les systèmes hydroponiques nécessitent une alimentation électrique constante, même si la puissance est très faible. Tout dysfonctionnement technique peut affecter les plantes rapidement.
- Cette technique nécessite une surveillance quasi constante.
- Cette technique est moins favorable à la biodiversité que la culture en terre.

1.4. Exemples de systèmes hydroponiques



Bac de culture en eau profonde



Solution nutritive circulante



Tours verticales de laitues



Système racinaire hors-sol

1.5. Compléments sur la culture en hydroponie

La culture hydroponique peut prendre place en extérieur comme en intérieur. La culture sous serre, par l'allongement de la période de culture, vient encore augmenter les rendements annuels. Dans les meilleures conditions, la combinaison de la culture sous serre, des systèmes de pousses verticaux et des solutions nutritives optimales permet, dans le meilleur des cas, de décupler la production.

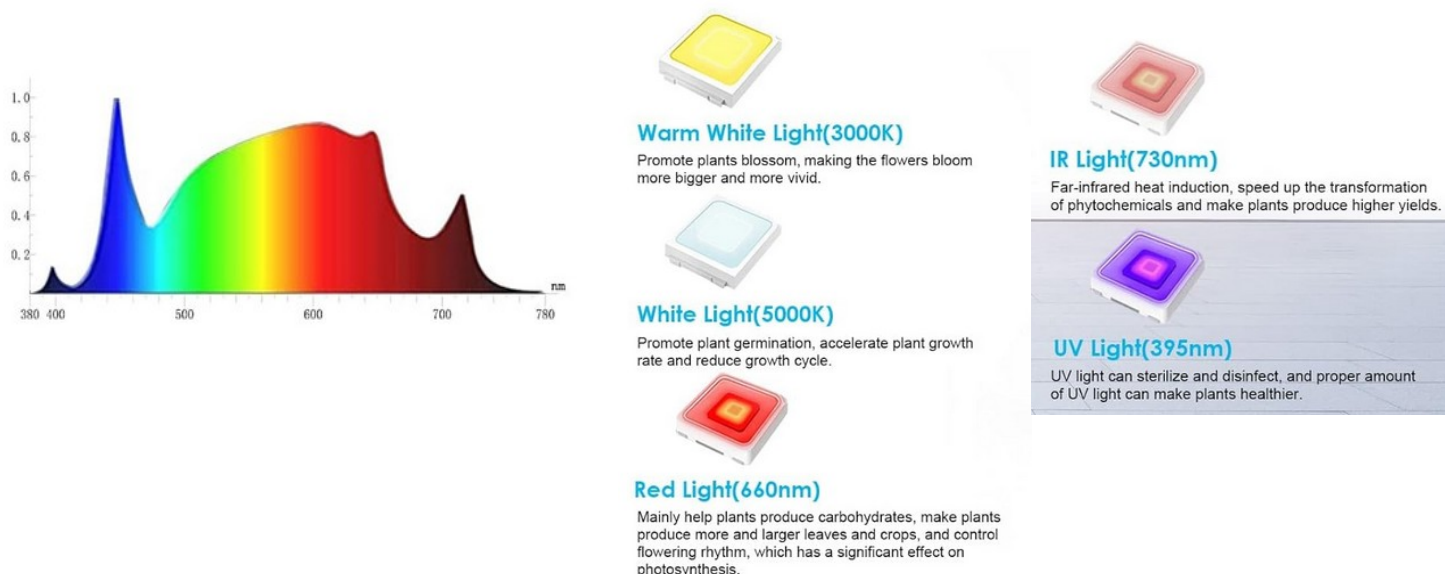
Pour atteindre de tels rendements, sous serre, il est intéressant de compléter le système hydroponique par :

- un système d'éclairage et/ou d'occultation
- le contrôle de la température et de l'hygrométrie de l'air
- un système de ventilation.

Éclairage : En cas d'éclairage naturel limité et/ou afin d'accélérer la croissance des plantes, un éclairage artificiel peut être mis en œuvre. Ces éclairages sont aussi



intéressants par leur faculté, pour les plus avancés, à fournir un spectre lumineux adapté au type de plante cultivée ou encore aux différents stades de croissance des végétaux.



Température et hygrométrie de l'air :

Ces deux paramètres sont fondamentaux, particulièrement sous serre. Une hygrométrie trop élevée favorise l'apparition de parasites ou de maladies. Une température hors norme peut détruire rapidement les cultures.

Plusieurs éléments participent à maintenir une température et une hygrométrie satisfaisantes :

- des capteurs pour mesurer **température et hygrométrie**
- un système de **ventilation mécanique**
- un système de **chauffage**
- un système de **brumisation**

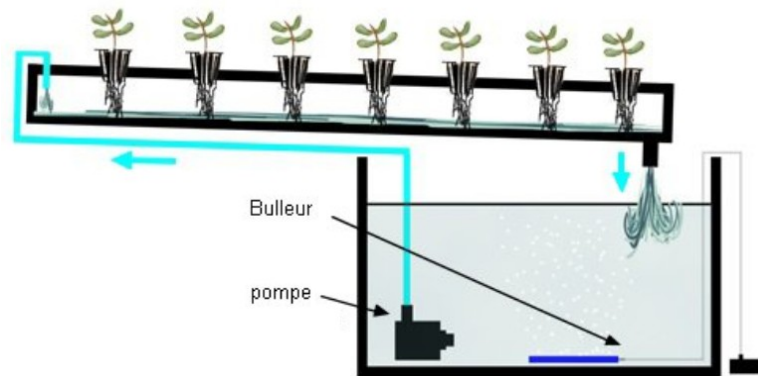


2. Présentation du projet

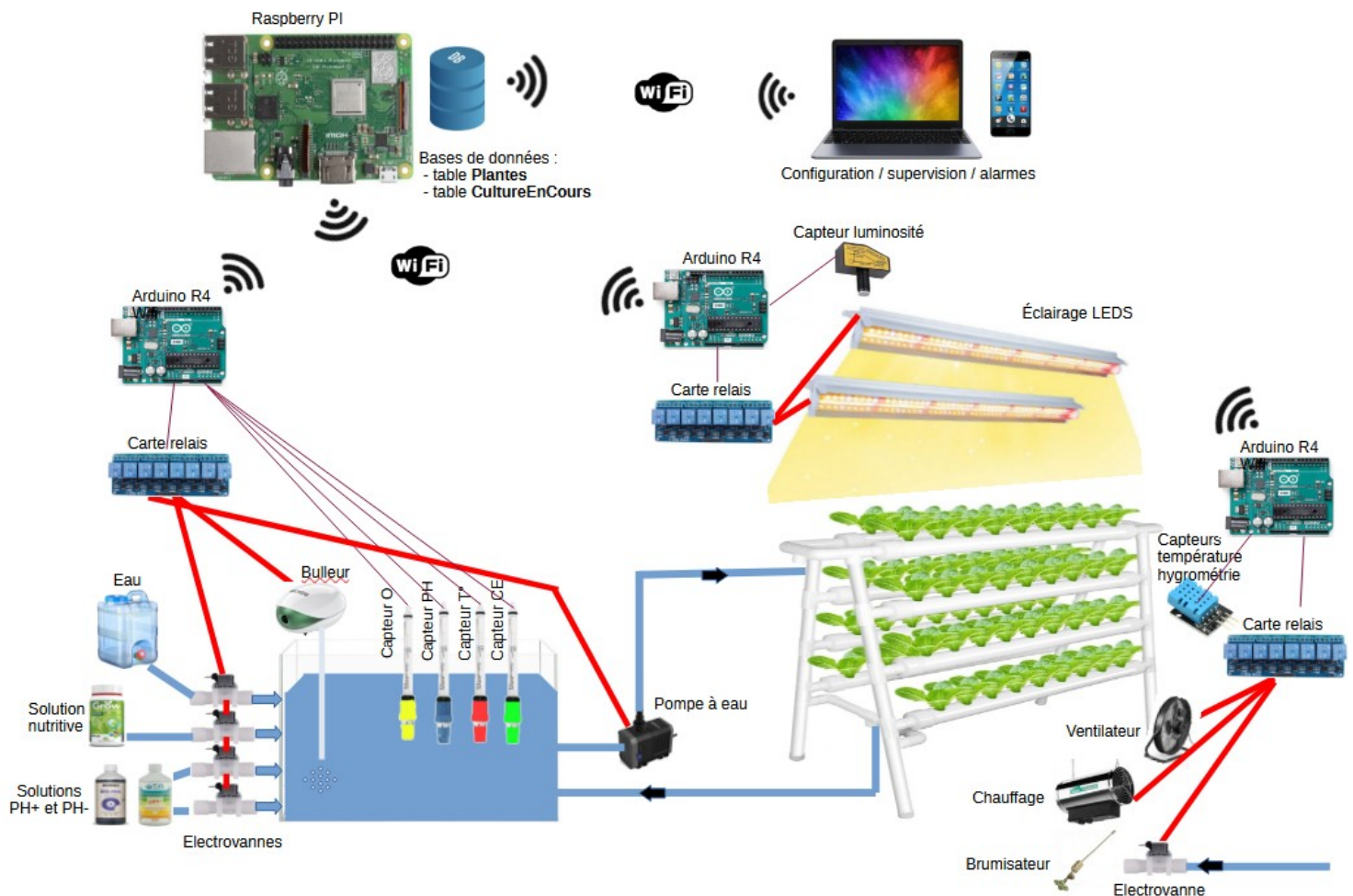
2.1. Technique d'hydroponie retenue : NFT (Nutrient Film Technic)

Dans notre contexte d'installation, avec peu d'espace, la technique NFT a été retenue. L'empilement verticale possible des plants permet un bon rendement au m². Par ailleurs, c'est cette technique qui est la plus automatisable.

Les racines des plantes sont placées dans un flux peu profond de solution nutritive (film) qui contient tous les éléments nécessaires pour une bonne croissance des végétaux. Les plants sont placés dans des godets et maintenus mécaniquement par un substrat neutre (billes d'argile, laine de coco, etc). Le tapis racinaire se développe en partie dans le courant peu profond de la solution nutritive et en partie au-dessus.

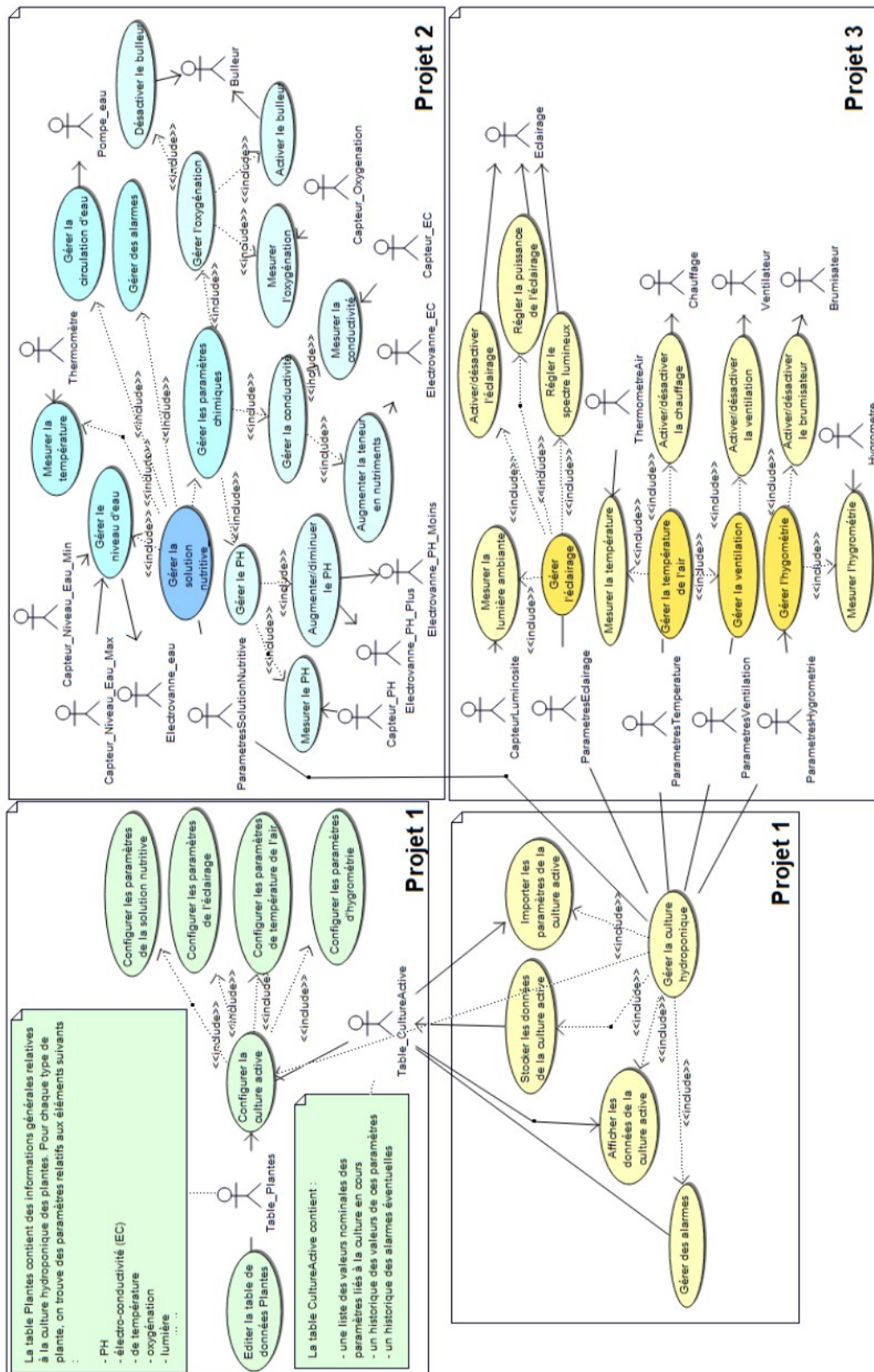


2.2. Structure complète du système



2.3. Éléments de modélisation : diagramme des cas d'utilisation

Remarque : ce diagramme comporte la modélisation du projet global, soit la réunion des trois sous-projets réunis.



2.4. Contraintes de conception / réalisation

On souhaite une conception **modulaire**. On veut pouvoir réutiliser de façon simple chaque module. Ceci est valable au niveau matériel (une carte microcontrôleur par module (Arduino, ESP, ...) comme logiciel (un programme de contrôle par module). Les modules identifiés (cf schéma structurel) sont :

- Module de **gestion du réservoir de solution nutritive** (hauteur de liquide, température, EC, PH, oxygénation, circulation de la solution dans la structure). Module pris en charge par un microcontrôleur de type Arduino ou ESP
- Module de **gestion de l'éclairage**. Module pris en charge par un microcontrôleur de type Arduino ou ESP
- Module de **gestion de la température et de l'hygrométrie** (culture sous serre). Module pris en charge par un microcontrôleur de type Arduino ou ESP
- Module de **stockage des données**. Module pris en charge par une carte Raspberry PI.
- Module de **supervision du process et d'exploitation des données** (site et services WEB) . Module pris en charge par la carte Raspberry PI.

Dans un souci d'indépendance, de modularité et de réutilisation, chacun des trois modules **techniques** (les trois premiers modules en lien avec du matériel, cités ci-dessus) doit pouvoir être configuré par une structure de données simple et lisible, sous forme d'un élément de texte au format standardisé (XML, JSON, ...). Cet élément fichier est stocké sur le module mais peut, le cas échéant, être trouvé par téléchargement depuis une ressource réseau, ou encore poussé par un poste client (ici la Raspberry PI). Chacun de ces trois modules techniques se comporte en serveur.

2.5. Découpage du projet global en trois sous-projets

- **Projet 1 - « Gestion des données, supervision et alarmes »** (5 étudiants)

Ce projet prend en charge la partie « **données** » du projet global. Il consiste en la conception et l'implémentation d'une **base de données** regroupant sur plusieurs **tables** l'ensemble des données nécessaires à la culture hydroponique d'un large éventail de plantes. On doit y trouver, pour chaque type de culture, la configuration idéale au niveau de la solution nutritive (EC, PH, oxygénation, etc), la programmation de la circulation de la solution dans le système (manuelle, programmée, etc), la programmation des autres paramètres relatifs à la culture (température, hygrométrie, etc). Ce projet doit proposer une interface WEB permettant de renseigner les données citées ci-dessus, de choisir et de paramétrer le système pour une culture particulière, de suivre en temps réel ces différents paramètres et, par des historiques (tableaux, courbes), l'évolution de ces paramètres. On doit également disposer d'un système de surveillance programmable permettant la génération d'alarmes en cas de dysfonctionnement du système ou de dépassement de seuils.

- **Projet 2 - « Gestion de la solution nutritive »** (3 étudiants)

Ce projet prend en charge la gestion de la solution nutritive contenue dans le réservoir. Cette dernière doit rester, pour chacun de ses paramètres (EC, PH, oxygénation, niveau, etc), dans des intervalles de valeurs idéales et prédéfinies (cf projet 1). Pour gérer ces différents paramètres, on dispose d'un ensemble de capteurs (EC, PH, oxygénation, thermomètre, etc) et d'actionneurs (électrovannes, pompe, bulleur, etc). La configuration de chacun de ses paramètres, en fonction de la culture en cours, est disponible dans la base de données (projet 1). Les éventuelles alarmes sont générées à ce niveau et sont à destination de la base de données.

- **Projet 3 - « Gestion de l'environnement de culture »** (3 étudiants)

Ce projet prend en charge la gestion des éléments complémentaires à la solution nutritive en culture hydroponique : l'éclairage et le couple température/hygrométrie. Ces paramètres sont particulièrement importants si la culture est mise en œuvre sous serre. L'éclairage artificiel peut fonctionner en mode manuel ou en mode automatique programmé. Des capteurs de luminosité doivent permettre de conditionner l'allumage des lampes. Le chauffage, la ventilation et la brumisation ont pour objectifs communs la gestion de la température et de l'hygrométrie de la serre. Le pilotage de ces actionneurs peut être manuel, programmé ou automatique (en fonction de la température et/ou de l'hygrométrie). Accessoirement, la ventilation permet également, si elle est dirigée assez directement vers les plants, le renforcement mécanique des structures végétales, à l'instar du vent.

3. Projet 2 : « Gestion de la solution nutritive » : 3 étudiants

3.1. Généralités

Objectifs :

- Gérer le niveau de solution nutritive dans le réservoir
- Gérer la teneur en nutriments (électro-conductivité EC) de la solution nutritive
- Gérer le PH de la solution nutritive
- Gérer l'oxygénation de la solution nutritive
- Surveiller la température de la solution nutritive
- Gérer la circulation de l'eau dans la structure hydroponique

3.2. Répartition des objectifs et tâches entre les étudiants

Étudiant 1 : Gérer les paramètres EC, PH et oxygénation de la solution nutritive

Objectifs :

- Maintenir automatiquement le paramètre EC dans l'intervalle de valeurs défini
- Maintenir automatiquement le paramètre PH dans l'intervalle de valeurs défini
- Maintenir automatiquement le paramètre oxygénation dans l'intervalle de valeurs défini
- Mesurer la température de la solution
- Générer des alarmes le cas échéant

Tâches :

- Appropriation du cahier des charges
- Étude des éléments de modélisation partielle UML fournis
- Complétion de la modélisation UML
- Réalisation d'un planning prévisionnel
- Conception, réalisation et tests des classes permettant la lecture des différents capteurs
- Conception, réalisation et tests des classes permettant le pilotage des électrovannes
- Conception, réalisation et tests des classes permettant la supervision du maintien des différents paramètres dans les intervalles prévus
- Conception, réalisation et tests des classes permettant la génération d'alarmes le cas échéant
- Tests d'intégration, validation

Matériels / logiciels / technologies :

- Carte Arduino ou similaire (ESP, ...)
- Capteurs : PH, EC, oxygénation, température
- Électrovannes : PH+, PH-, EC,
- Bulleur
- Carte relais à contacts / alimentation externe
- Langages C/C++
- IDE Arduino + librairies

Étudiant 2 : Gérer le niveau de solution nutritive et de la circulation de la solution dans la structure

Objectifs :

- Maintenir automatiquement le niveau de solution du réservoir entre deux hauteurs définies, par ajout d'eau
- Faire circuler la solution nutritive dans le système, de façon manuelle ou programmée
- Générer des alarmes le cas échéant

Tâches :

- Appropriation du cahier des charges
- Étude des éléments de modélisation partielle UML fournis

- Complétion de la modélisation UML
- Réalisation d'un planning prévisionnel
- Conception, réalisation et tests des classes permettant la lecture du capteur de hauteur d'eau
- Conception, réalisation et tests des classes permettant le pilotage de l'électrovanne d'eau
- Conception, réalisation et tests des classes permettant le maintien du niveau de solution nutritive dans les intervalles prévus
- Conception, réalisation et tests des classes permettant la circulation de la solution (pompe à eau) dans le système. La commande peut être manuelle ou programmée (cf programmeur journalier fait par l'étudiant 3).
- Conception, réalisation et tests des classes permettant la génération d'alarmes le cas échéant
- Tests d'intégration, validation

Matériels / logiciels / technologies :

- Carte Arduino ou similaire (ESP, ...)
- Capteur de niveau eau
- Électrovanne eau
- Pompe à eau
- Carte relais à contacts / alimentation externe
- Langages C/C++
- IDE Arduino + librairies

Étudiant 3 : Gérer la programmation journalière des actionneurs

Objectifs :

- Concevoir un composant logiciel programmable « **programmeur journalier** » permettant le pilotage fin, simple et automatisé de chacun des actionneurs (électrovannes, pompe, bulleur (projet 1), éclairage, ventilation (projet2)). La sauvegarde de la programmation de ce composant est faite sous forme d'une ressource de type texte (XML par exemple).

Tâches :

- Appropriation du cahier des charges
- Étude des éléments de modélisation partielle UML fournis
- Complétion de la modélisation UML
- Réalisation d'un planning prévisionnel
- Conception, réalisation et tests des classes permettant, sur la plate-forme matérielle (Arduino, ESP, ...)
 - la programmation journalière, par tranche de 5mn, de chacune des sorties (état haut/bas) par un fichier de type texte (XML par exemple)
 - la commande automatisée, selon cette programmation, des différents actionneurs connectés à la carte matérielle (pompe par exemple)
 - le débrayage de cette programmation pour un mode manuel
- Tests d'intégration, validation

Matériels / logiciels / technologies :

- Carte Arduino ou similaire (ESP, ...)
- Carte relais à contacts / alimentation externe
- Deux actionneurs TOR
- Langages C/C++
- IDE Arduino + librairies

4. Exploitation pédagogique – Compétences terminales évaluées

C01 : COMMUNIQUER EN SITUATION PROFESSIONNELLE (FRANÇAIS/ANGLAIS)	Et1	Et2	Et3
Le rapport (typographie, orthographe, illustration, lisibilité) est soigné, personnel et argumenté avec des enchaînements cohérents	X	X	X
La présentation (typographie, orthographe, illustration, lisibilité) est soignée et soutient le discours avec des enchaînements cohérents	X	X	X
La présentation orale est de qualité et claire	X	X	X
L'argumentation lors de l'échange est de qualité	X	X	X
- Le style, le ton et la terminologie utilisés sont adaptés à la personne et aux circonstances, notamment les éventuelles situations de handicap des personnes sont prises en compte - L'attitude, les comportements et le langage adoptés sont conformes aux règles de la profession, la réaction est adaptée au contexte	X	X	X
C03 : GÉRER UN PROJET			
Les documents de suivis des tâches sont renseignés, le planning prévisionnel est mis à jour. Les éventuelles situation de handicap sont prisent en compte.	X	X	X
L'adéquation des ressources humaines et des ressources matérielles pour mener le projet est validée.	X	X	X
L'équipe projet communique correctement et gère les retards et les aléas	X	X	X
Les travaux sont réalisés et livrés avec la documentation en concordance avec les besoins du client	X	X	X
- Le travail est préparé de façon à satisfaire les exigences de qualité, d'efficacité et d'échéancier - La résolution d'un problème nouveau imprévu est réussie en utilisant ses propres moyens conformément aux règles de la fonction - Le travail en équipe est conduit de manière solidaire en contribuant par des idées et des efforts	X	X	X
C08 : CODER			
Les environnements sont choisis et justifiés et les données de l'entreprise sont identifiées	X	X	X
Le code est versionné, commenté et le logiciel est documenté	X	X	X
Les composants logiciels individuels sont développés conformément aux spécifications du cahier des charges, des bonnes pratiques et des différentes politiques de sécurité et de protection des données personnelles	X	X	X
La solution (logicielle et matérielle) est intégrée et testée conformément aux spécifications du cahier des charges, des bonnes pratiques et des différentes politiques de sécurité et de protection des données personnelles	X	X	X
- La résolution d'un problème nouveau imprévu est réussie en utilisant ses propres moyens conformément aux règles de la fonction - Le travail est effectué selon les attentes exprimées de temps, de quantité ou de qualité - Le travail est préparé de façon à satisfaire les exigences de qualité, d'efficacité et d'échéancier	X	X	X
C10 : EXPLOITER UN RÉSEAU INFORMATIQUE			
Les différents éléments matériels et/ou logiciels sont identifiés à partir d'un schéma fourni	X	X	X
Le fonctionnement d'un équipement matériel et/ou logiciel est vérifié en tenant compte du contexte	X	X	X
La mise à jour d'un matériel et/ou logiciel est proposée et justifiée	X	X	X
Les optimisations ou résolution d'incidents nécessaires sont effectuées	X	X	X
- La résolution d'un problème nouveau imprévu est réussie en utilisant ses propres moyens - Le travail en équipe est conduit de manière solidaire en contribuant par des idées et des efforts - Face à un ensemble de faits, des actions appropriées à poser sont décidées	X	X	X

5. Planification

- | | |
|--------------------------|--------------|
| • Début du projet | semaine 4 |
| • Revue 1 (R1) | semaine 6 |
| • Revue 2 (R2) | semaine 14 |
| • Revue 3 (R3) | semaine 19 |
| • Remise du projet (Re) | semaine 24 ? |
| • Soutenance finale (Sf) | semaine 24 ? |
| • Livraison (Li) | semaine 24 ? |

6. Condition d'évaluation pour l'épreuve E6

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 :

.....
.....
.....

6.3. Avenants

Date des avenants :

Nombre de pages :

7. Observation de la commission de validation

Ce document initial :

Comprend X pages et les documents annexes suivants :

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

.....
.....
a été utilisé par la Commission Académique de validation qui s'est réunie

à **, le** / / 20.....

Avis formulé par la commission de validation

8. Visa de l'autorité académique

PORTIER Vincent, IA IPR, Académie de Rennes

Nota :

Ce document est contractuel pour la sous-épreuve E6 (Projet) 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.