RÉGION ACADÉMIQUE
PAYS DE LA LOIRE
Liberté
Égalité
Fraternité

Lycée TOUCHARD WASHINGTON

Dossier Personnel

BTS CIEL SESSION 2025 - IR

E6 – PROJET TECHNIQUE

Système de Surveillance météorologique connecté

Lycée : **Touchard Washington**	Ville : **LE MANS**	
Nom du projet :	**Système de surveillance météorologique connecté**	
N° du projet :	**TW3**	
Projet nouveau	Oui▣ Non▢	Projet interne : Oui▣ Non▢
Délai de réalisation	**150 heures**	Statut des étudiants : Formation initiale ▣ Apprentissage ▢
Spécialité des étudiants	ER▢ IR▣ Mixte▢	Nombre d'étudiants : **3 étudiants**
Professeurs responsables	**Philippe CRUCHET**, François MARTIN, Anthony LE CREN, Jilali KHAMLACH, Saïd LAHSIKA.	

Sommaire

1.Cas d'utilisation

1.1.Traiter les données en provenance des capteurs

Description du cas d'utilisation	Ce cas d'utilisation permet de recevoir les trames JSON issues de différents transmetteurs météorologiques via le programme RTL_433, de les analyser pour identifier les différents capteurs et en extraire les données météorologiques, puis d'exécuter deux actions principales : - Alimenter une base de données en appelant le cas d'utilisation **"Stocker les données météorologiques"**. - Transmettre les données aux clients Android en appelant le cas d'utilisation **"Diffuser les données météorologiques en temps réel"**.
Pré-conditions	Le programme RTL_433 est opérationnel et transmet les données JSON au récepteur météo. La configuration des capteurs (type, identifiant unique) est enregistrée dans le système, le format de la trame pour chaque transmetteur est connu.
Scénario principal	Réception des données: ➢ Le système reçoit une trame JSON depuis RTL_433. ➢ La trame est analysée pour identifier le capteur à l'origine des données (via son identifiant ou un champ spécifique). Exemple de trame : {"time" : "2025-01-15 10:43:49", "model" : "Nexus-TH", "id" : 130, "channel" : 3, "battery_ok" : 1, "temperature_C" : 22.100, "humidity" : 31} Extraction des données: ➢ En fonction du type de transmetteur météo, les éléments de la trame (température, humidité, précipitations, vent, etc.) sont extraits et convertis si nécessaire (unités, formats). Stockage des données ➢ Pour chaque grandeur extraite (température, humidité, précipitations, vent), le système appelle le cas d'utilisation **"Stocker les données météorologiques"**. Diffusion des données ➢ Les données extraites sont transformées en une trame JSON standardisée pour diffusion. ➢ Le système appelle le cas d'utilisation **"Diffuser les données météorologiques en temps réel"**. Les données sont alors envoyées à tous les clients Android connectés.
Scénario alternatif	Si une trame JSON est non reconnue (ne provient pas d'un de nos capteurs).

1.2.Stocker les données météorologiques

Description du cas d'utilisation	Ce cas d'utilisation permet de gérer l'enregistrement des données météorologiques extraites dans une base de données locale pour chaque grandeur mesurée (température, humidité, précipitations, vent). Les données stockées dans la base sont utilisées pour le cas d'utilisation « **Afficher des données historiques** ».
Pré-conditions	La base de données locale est accessible et opérationnelle La structure des tables est correctement configurée: une table par type de grandeur, incluant les colonnes suivantes: ● **Identifiant du capteur** (entier) ● **Valeur mesurée** (type selon la grandeur) ● **Horodatage**
Post-conditions	Les données météorologiques valides sont stockées dans la base de données. Les erreurs éventuelles sont enregistrées dans les journaux appropriés.
Scénario Principal	Réception des données ➢ Les données extraites (grandeur, valeur, identifiant du capteur) sont reçues du cas d'utilisation **"Traiter les données en provenance des capteurs"**. Le système identifie les tables qui vont faire l'objet d'une mise à jour. Vérification de la dernière valeur enregistrée ➢ Le système interroge chaque table concernée par le transmetteur météo afin de vérifier si la dernière valeur enregistrée est identique à celle reçue (même identifiant de du capteur et même valeur). Enregistrement ou mise à jour des données ➢ **Si la nouvelle valeur diffère de la dernière enregistrée** : Un nouvel enregistrement est ajouté à la table correspondante, incluant l'horodatage et l'identifiant du capteur et la nouvelle valeur. ➢ **Si la nouvelle valeur est identique à la dernière enregistrée** : L'horodatage de l'enregistrement existant est simplement mis à jour.
Scénarios Alternatifs	Échec de la connexion à la base de données: ➢ Si la base de données est inaccessible, le système retente la connexion après un délai défini. ➢ En cas d'échec persistant, les données sont temporairement stockées dans un fichier local ou une file d'attente. Échec de l'insertion des données : ➢ Si une erreur survient lors de l'insertion, le système l'enregistre dans un fichier local. Incohérence dans les données reçues ➢ Si les données reçues sont incomplètes, elles sont rejetées et enregistrées dans un journal d'erreurs pour analyse.

1.3.Diffuser les données météorologiques en temps réel

Description du cas d'utilisation	Ce cas d'utilisation permet au système de réception météorologique d'envoyer, en temps réel, des trames standardisées au format JSON à tous les clients Android connectés.
Pré-conditions	Les données météorologiques doivent être standardisées dans un format JSON qui est connu des clients Android. Les clients abonnés doivent être connectés à la plateforme de diffusion, et disposés dans une liste active du système.
Scénario principal	Préparation des données à diffuser : ➢ Les données extraites (grandeurs, identifiant du capteur, horodatage) sont reçues du cas d'utilisation **"Traiter les données en provenance des capteurs"**. Diffusion des données : ➢ Le système parcourt la liste des clients Android connectés. ➢ La trame JSON est envoyée à chaque client via une connexion réseau.

Ensuite, j'ai décidé de représenter l'objectif de mon projet sous la forme d'un diagramme de séquence. Celui-ci reprend les tâches que j'ai pu réaliser mais de manière globale, aucune classe fournie par les outils et seulement les méthodes les plus importantes y sont représentées.

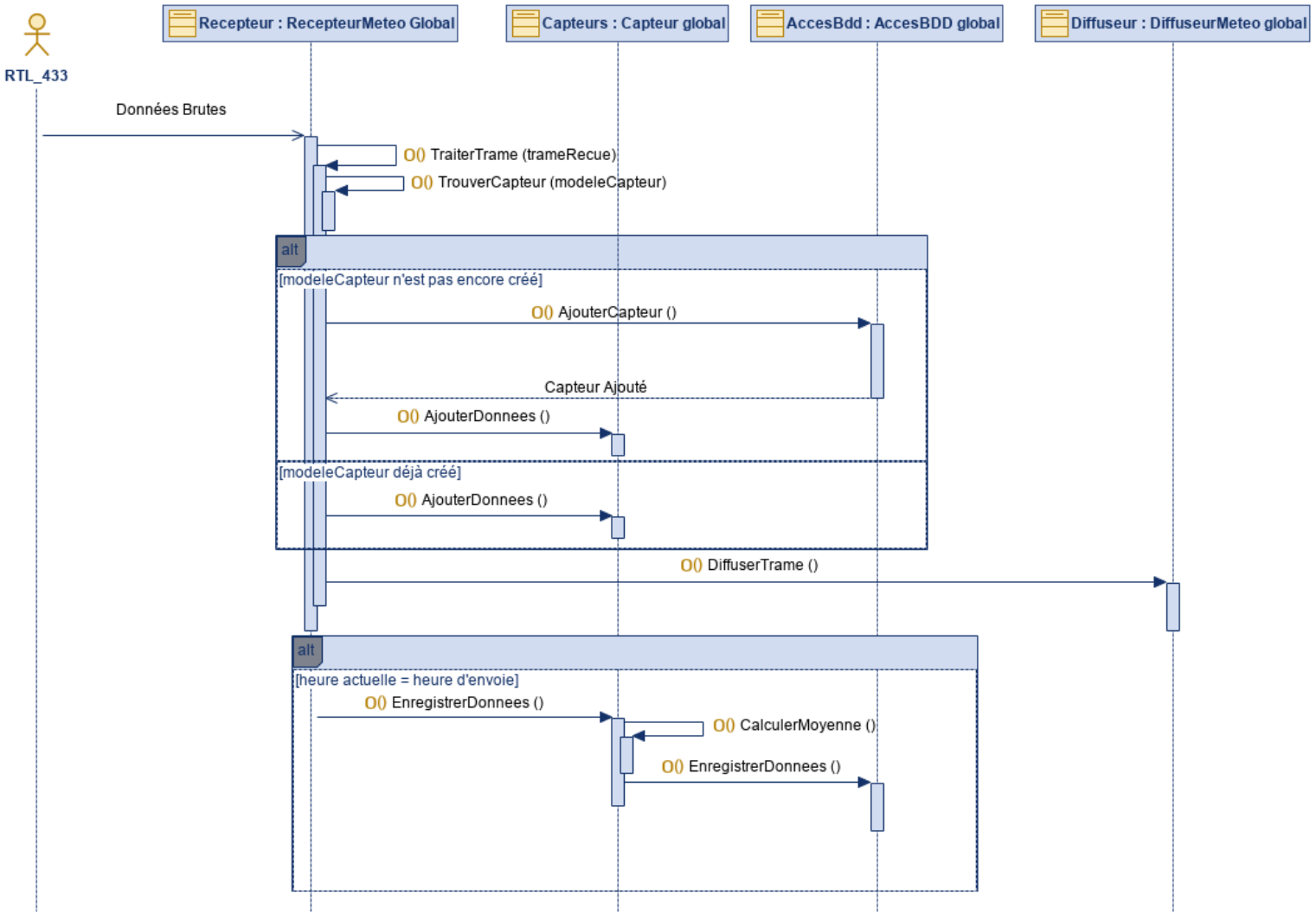


Image 1: Diagramme de séquence global

On peut donc voir que le récepteur va traiter la trame après avoir reçu les données des capteurs. Après cela il va identifier le capteur à l'origine de la trame et en fonction de celui-ci il va soit faire une demande d'ajout à la classe AccesBDD (ajoute le capteur dans la base de données) et ajouté les données dans la classe Capteurs, ou seulement demander à les ajouter dans la classe. Et après cela il va diffuser cette trame aux clients websockets.

Et lorsque il est l'heure que les données soient enregistrées il va faire une demande d'enregistrement à la classe capteur. Celle-ci va alors calculer la moyenne des données qu'elle à accumulée durant la dernière demi-heure et ensuite les faire enregistrer dans la

BDD par le biais de la classe AccesBDD.

2.Protocoles

2.1.JSON

En ce qui concerne l'envoi des données nous avons choisi le type de format JSON que nous avons estimé le plus approprié. Pour faciliter la construction nous allons nous baser sur le format de la trame reçue du RTL_433. Nous allons simplement retirer les informations inutiles aux clients. Nous allons donc garder les paramètres suivant:
Date (format: AAAA-MM-JJ HH-MM-SS)
Identifiant
État de la batterie (batterie ok : true; batterie faible : false)
Le reste des données seront les informations transmises par les capteurs. Si une des informations n'est pas reçue alors le message ne contiendra pas champ contenant cette données
format : {<Date>, <Identifiant>, <Batterie> [,<Données>, <Données>]}
Lors de la diffusion de données nous allons aussi utiliser le format JSON. Afin de faciliter l'écriture et la lecture des données, nous allons réduire le nombre d'informations dans une trame, car certaines sont superflues. La nouvelle structure est représentée ci-dessous.
{Date,Identifiant,[<Données>,<Données>]}

Champs (peu changer en fonction de la trame)	Nom	Exemple de valeur
Date (Obligatoire)	Date	“2025-05-02 1:30:34”
État de la batterie (Obligatoire)	EtatBatterie	true
Identifiant du Capteur (Obligatoire)	Identifiant	4
Température	Temperature	26.3
Humidité	Humidite	51
Vitesse du vent	Vent_Moyen	0
Vitesse Maximum	Rafale	0
Direction du vent	Direction_Vent	90
Pression	pression	35
Précipitation	Precipitations	114

Exemple : "{\"Date\":\"2025-05-02 1:30:34\", \"Direction_Vent\":90, \"Etat_Batterie\":\"true\", \"Humidite\":51, \"Identifiant\":4, \"Precipitations\":114, \"Rafale\":0, \"Temperature\":26.3, \"Vent_Moyen\":0}"

2.2.WebSocket

Les WebSockets permettent d'établir une connexion persistante et bidirectionnelle entre la station météo (jouant le rôle de serveur) et l'application mobile (client). Contrairement aux requêtes HTTP classiques, cette technologie évite le besoin d'interroger régulièrement le serveur (polling) en maintenant la connexion ouverte. Ainsi, dès que de nouvelles données sont disponibles (température, humidité, pression, etc.), elles sont immédiatement envoyées à l'application.

Cette solution présente plusieurs avantages :

- Réception instantanée des données : les informations météorologiques sont transmises dès leur acquisition, sans délai.
- Optimisation des ressources : réduction de la consommation de bande passante et d'énergie, ce qui est important pour les appareils mobiles.
- Expérience utilisateur fluide : l'interface de l'application peut afficher les données en continu, ce qui est idéal pour des fonctions comme les alertes météo.

3.Outils

3.1.QTCreator

Qt est un framework de développement logiciel multiplateforme qui peut être utilisé pour créer des applications non-gui comme des outils de traitement de données ou des serveurs. Développé par The Qt Company, Qt est particulièrement apprécié pour sa capacité à fonctionner sur plusieurs systèmes d'exploitation dont le système d'exploitation Raspi OS. Celui-ci nous offre aussi la possibilité de coder en C++ et d'utiliser le SQL par le biais de bibliothèques.

Sortie Console
Qt permet de gérer les sorties vers la console en utilisant des classes telles que QDebug, qui facilitent l'envoi de messages de débogage ou d'informations générales directement dans la console. Grâce à cette fonctionnalité, nous allons afficher les données reçues/envoyées, les erreurs et les informations liées au traitement des données. Cette fonctionnalité nous offre un outil de suivi fiable.

WebSockets
Les WebSockets sont utilisés pour permettre la transmission des données en temps réel vers l'application Android destinée aux utilisateurs.

Lecture/Écriture JSON
Dans ce projet de station météorologique connectée, la classe QJsonObject de Qt est utilisée pour gérer les trames de données échangées entre la station et les différents équipements connectés, notamment :

- la lecture des données reçues depuis les capteurs (via la clé RTL-SDR et le logiciel RTL_433),
- et la construction des messages envoyés en temps réel aux clients Android via WebSocket.

Le format JSON (JavaScript Object Notation) est particulièrement adapté pour représenter les mesures météorologiques sous forme structurée, facilement interprétable par l'application mobile.

QJsonObject joue un rôle central dans la gestion des échanges de données structurées entre la station météo et les clients, assurant une communication claire, efficace et fiable dans le système global.

Lecture de logiciel externe

La classe QProcess de Qt est utilisée pour interfacer l'application Qt avec un programme externe; RTL_433 dans notre cas. Ce dernier est un outil en ligne de commande qui permet de recevoir les données transmises par les capteurs sans fil (433 MHz), comme ceux de température, d'humidité ou de pression.

Plutôt que de réimplémenter un système de décodage complexe, le projet s'appuie sur rtl_433 pour capter et décoder les trames envoyées par les capteurs. QProcess permet alors :

- de lancer automatiquement rtl_433 en arrière-plan depuis l'application Qt,
- de lire en temps réel la sortie standard (texte brut) générée par rtl_433,
- et de récupérer les données des capteurs pour les traiter ensuite dans le programme principal.

Avantages de QProcess :

- Intégration simple de programmes externes : évite de réécrire un outil existant performant comme rtl_433.
- Lecture en temps réel des données : permet une acquisition continue et automatique.

Lecture/Écriture dans une base de données

Les classes QSqlDatabase et QSqlQuery de Qt sont utilisées pour enregistrer les données reçues des capteurs dans une base de données locale. Ce stockage permet de conserver un historique complet des mesures météorologiques, qui pourra ensuite être consulté et affiché sur une interface web.

Objectifs de l'enregistrement en base de données :

- Archiver les mesures (température, humidité, pression, etc.) avec leur horodatage. Permettre une consultation différée ou statistique des données (par heure, jour, semaine...).
- Offrir une visualisation web de l'évolution des conditions météorologiques, via un tableau de bord ou des graphiques.

Rôle des classes Qt :

- QSqlDatabase permet de configurer et d'ouvrir la connexion avec une base de données (par exemple SQLite, MySQL, etc.).
- QSqlQuery est utilisée pour exécuter les commandes SQL nécessaires : insertion des données, création de tables, requêtes de lecture pour affichage ou traitement.

L'utilisation conjointe de QSqlDatabase et QSqlQuery permet à l'application Qt de transformer un flux de données en une base de données consultable, répondant ainsi aux

besoins de traçabilité, analyse et visualisation à long terme dans ce projet de station météorologique connectée.

3.2.MariaDB

MariaDB est un SGBD relationnel open source, dérivé de MySQL, compatible avec le langage SQL. Il est reconnu pour sa stabilité, sa performance et sa compatibilité multiplateforme. Il convient parfaitement à une utilisation embarquée ou serveur dans des projets de type IoT, comme une station météo.
MariaDB est utilisé comme système de gestion de base de données (SGBD) pour stocker les données météorologiques collectées par la station. Ce stockage permet de conserver un historique complet, exploitable depuis une interface web ou une application.
MariaDB est utilisé pour :

- Stocker durablement les données des capteurs: température, humidité, pression, etc.
- Gérer les horodatages de chaque mesure pour permettre un tri chronologique.
- Permettre l'accès aux données par d'autres interfaces, comme une application web, sans dépendre de l'application Qt.
- Assurer la fiabilité des données, même en cas de coupure de l'application Qt.

3.3.RTL_433

`rtl_433` est un outil open source en ligne de commande conçu pour décoder automatiquement les signaux radio transmis par des capteurs domestiques courants utilisant la fréquence 433 MHz. Il est compatible avec de nombreux protocoles propriétaires de capteurs météo, et convertit les signaux reçus en données lisibles, souvent au format JSON.

Le logiciel `rtl_433` est utilisé pour recevoir les données des capteurs sans fil (température, humidité, pression, etc.) émettant sur la fréquence 433 MHz. Il fonctionne en association avec une clé RTL-SDR, qui permet de capter les signaux radio émis par les capteurs.
Dans le projet, rtl_433 joue un rôle fondamental dans la réception des données capteurs. Il est utilisé pour :

- Décoder automatiquement les signaux 433MHz reçus par la clé RTL-SDR.
- Extraire les mesures météorologiques et les afficher sous forme de texte ou de JSON.
- Fournir un flux de données en temps réel que l'application Qt lit ensuite via QProcess.

Avantages de rtl_433 :

- Large compatibilité avec des dizaines de modèles de capteurs météo 433 MHz.
- Installation simple sur Linux (Raspberry Pi, PC, etc.).
- Sortie directe en JSON, facilement exploitable dans Qt.
- Fiabilité et performance : permet une acquisition continue sans développement bas niveau.

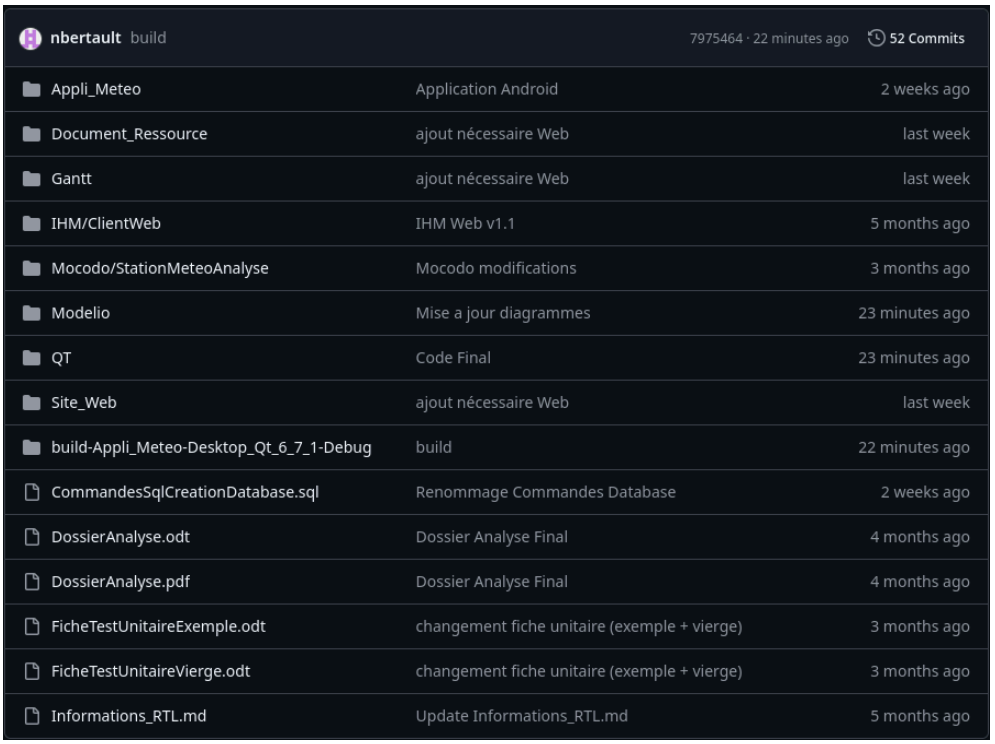
4.Présentation de GitHub

GitHub est utilisé comme plateforme de gestion de version et de collaboration. Cet outil s'est révélé particulièrement utile pour **organiser, suivre et sécuriser le développement du code** tout au long du projet.

L'utilisation de GitHub présente plusieurs avantages concrets :

- **Historique des modifications** : chaque changement apporté au code source est enregistré, ce qui permet de revenir à une version antérieure en cas d'erreur ou de dysfonctionnement.
- **Travail collaboratif** : GitHub facilite le travail en équipe grâce au partage de dépôts, à la gestion des branches, et à l'intégration de contributions multiples sans conflit.
  Sauvegarde sécurisée : le code est stocké en ligne, évitant toute perte liée à une défaillance locale.
- **Professionnalisation** : GitHub est un outil couramment utilisé dans le milieu professionnel. Son utilisation dans le cadre de ce projet permet d'acquérir de bonnes pratiques de développement logiciel.

Grâce à GitHub, la gestion du code a été plus fluide, plus structurée et mieux adaptée à la collaboration entre les membres du projet. Cela a contribué à la **réussite technique et organisationnelle** de la station météorologique connectée. Pour argumenter son utilisation voici une capture d'écran du github utilisé par le groupe:



nbertault build	7975464 · 22 minutes ago	52 Commits
Appli_Meteo	Application Android	2 weeks ago
Document_Ressource	ajout nécessaire Web	last week
Gantt	ajout nécessaire Web	last week
IHM/ClientWeb	IHM Web v1.1	5 months ago
Mocodo/StationMeteoAnalyse	Mocodo modifications	3 months ago
Modelio	Mise a jour diagrammes	23 minutes ago
QT	Code Final	23 minutes ago
Site_Web	ajout nécessaire Web	last week
build-Appli_Meteo-Desktop_Qt_6_7_1-Debug	build	22 minutes ago
CommandesSqlCreationDatabase.sql	Renommage Commandes Database	2 weeks ago
DossierAnalyse.odt	Dossier Analyse Final	4 months ago
DossierAnalyse.pdf	Dossier Analyse Final	4 months ago
FicheTestUnitaireExemple.odt	changement fiche unitaire (exemple + vierge)	3 months ago
FicheTestUnitaireVierge.odt	changement fiche unitaire (exemple + vierge)	3 months ago
Informations_RTL.md	Update Informations_RTL.md	5 months ago

Et pour accéder au projet nous vous conseillons d'utiliser ce lien où nous avons regrouper la totalité du projet final et des dossiers finaux: https://github.com/nbertault/StationMeteoFinal

5.Diagrammes de séquences

Après avoir présenté l'ensemble de mes cas d'utilisation et les outils que j'ai choisi, il est désormais possible de représenter des diagrammes de séquences complets, représentant le vrai programme.

5.1.Traiter les données

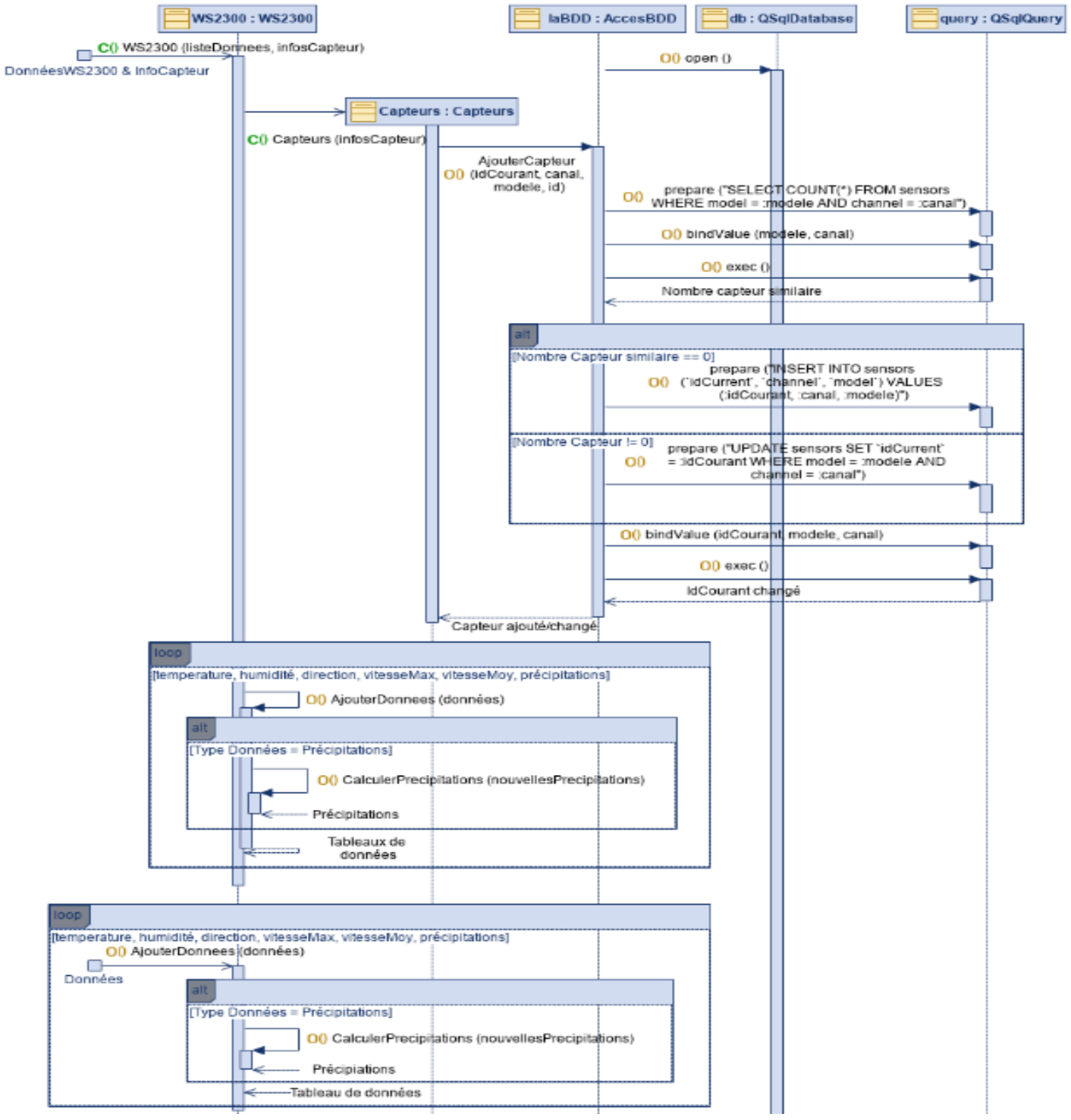


Image 2: Diagramme de séquence "Traiter les données"

5.2.Stocker les données

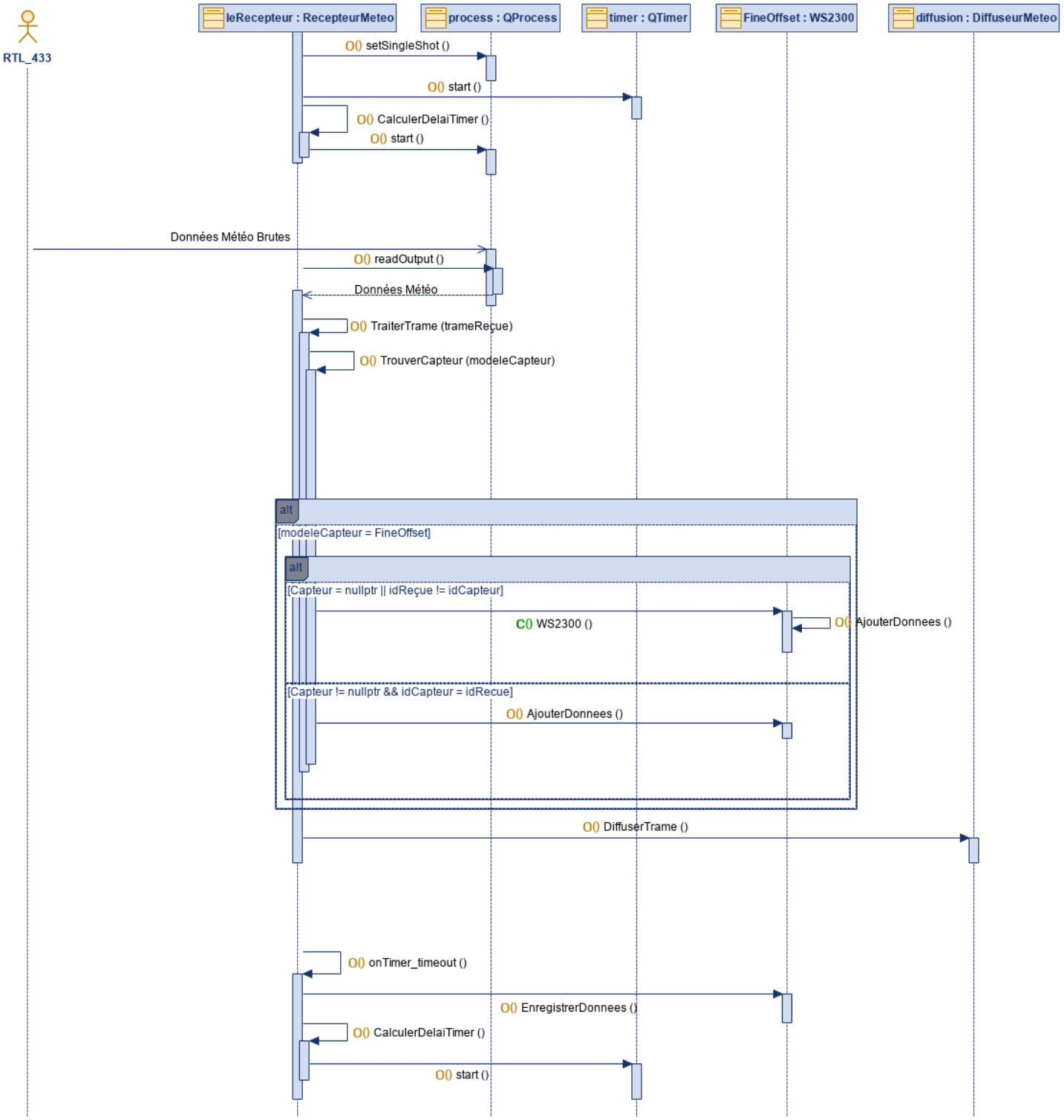


Image 3: Diagramme de séquence “Stocker les données” partie 1

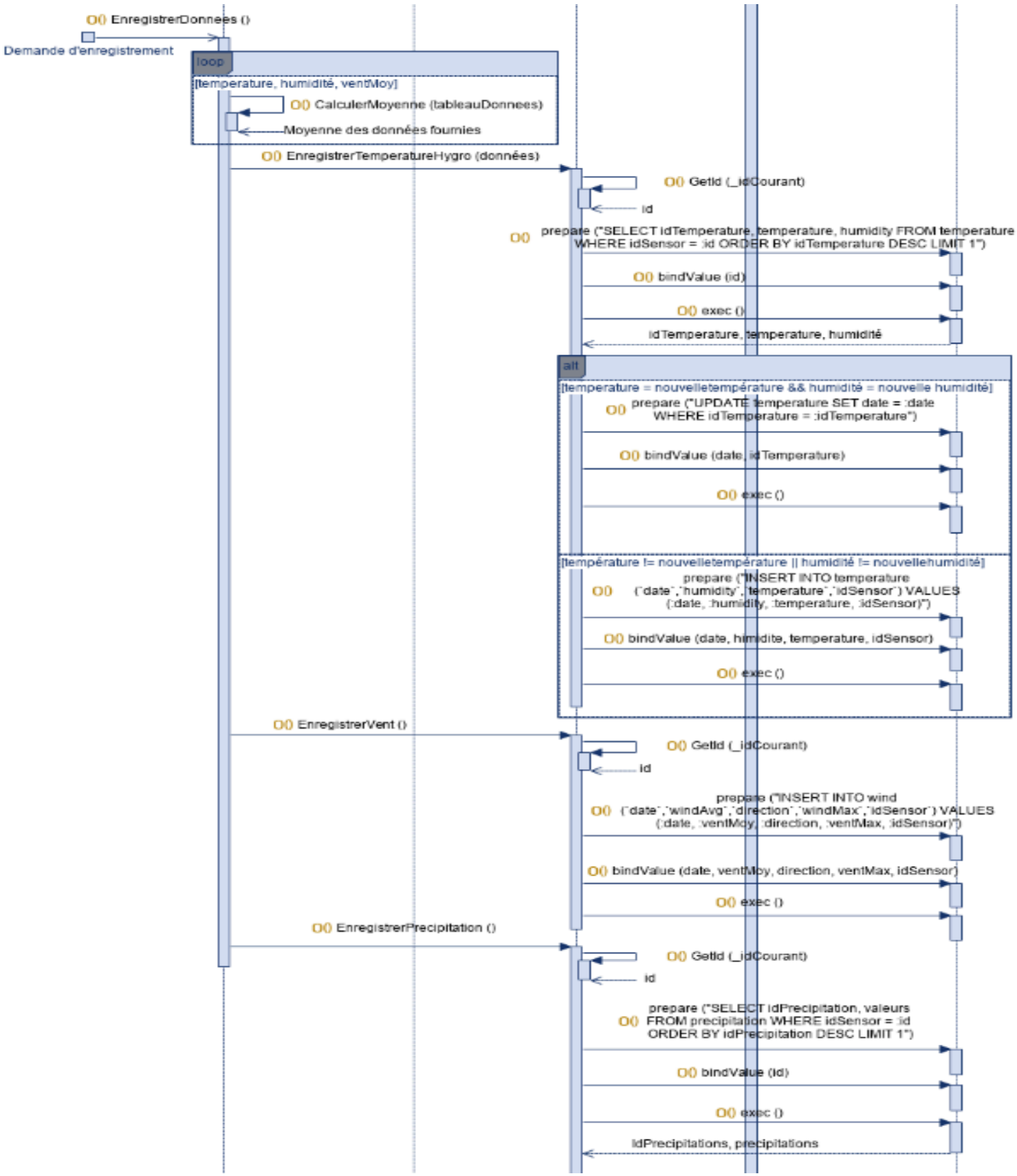


Image 4: Diagramme de séquence "Stocker les données" partie 2

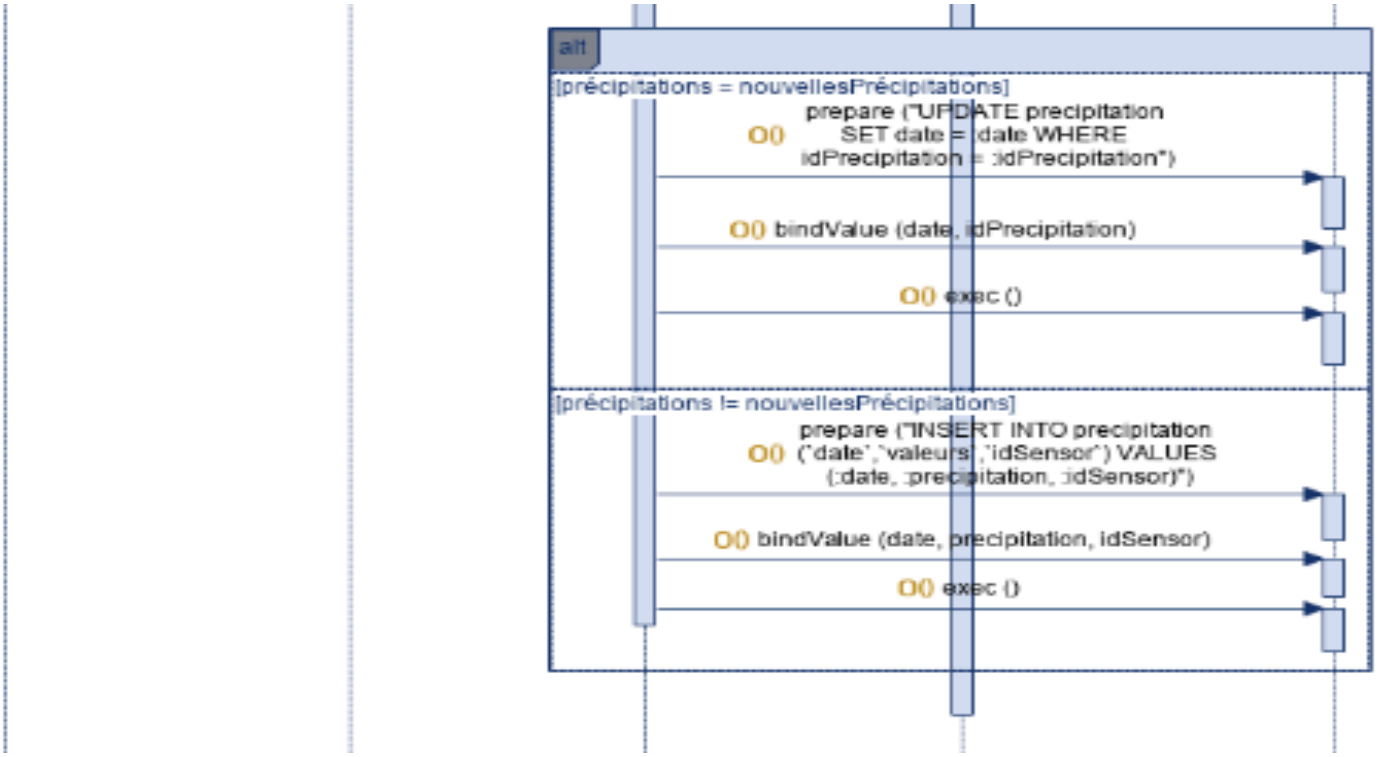


Image 5: Diagramme de séquence “Stocker les données” partie 3

5.3.Diffuser les données

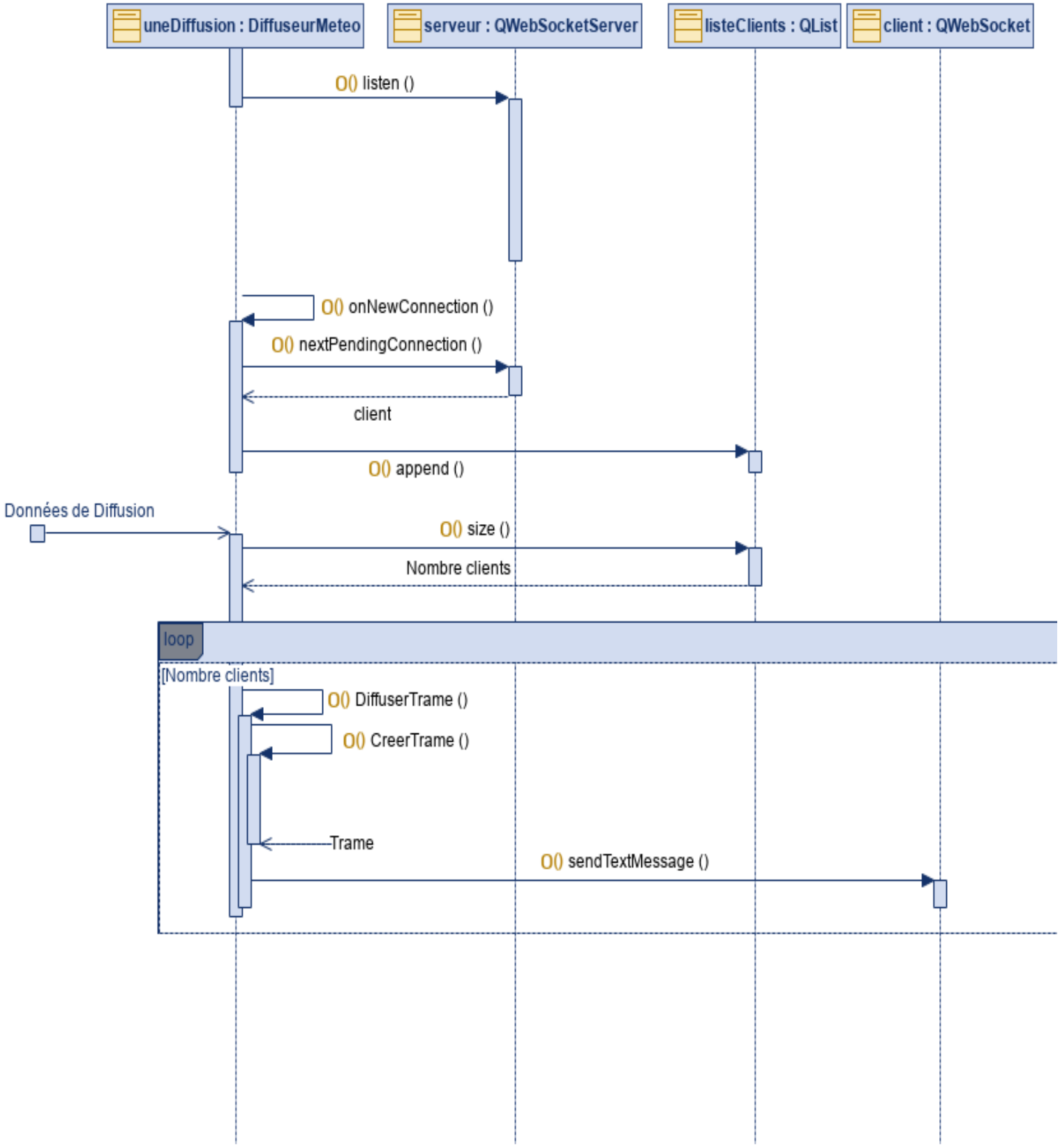


Image 6: Diagramme de séquence "Diffuser les données"

6.Diagramme de classe

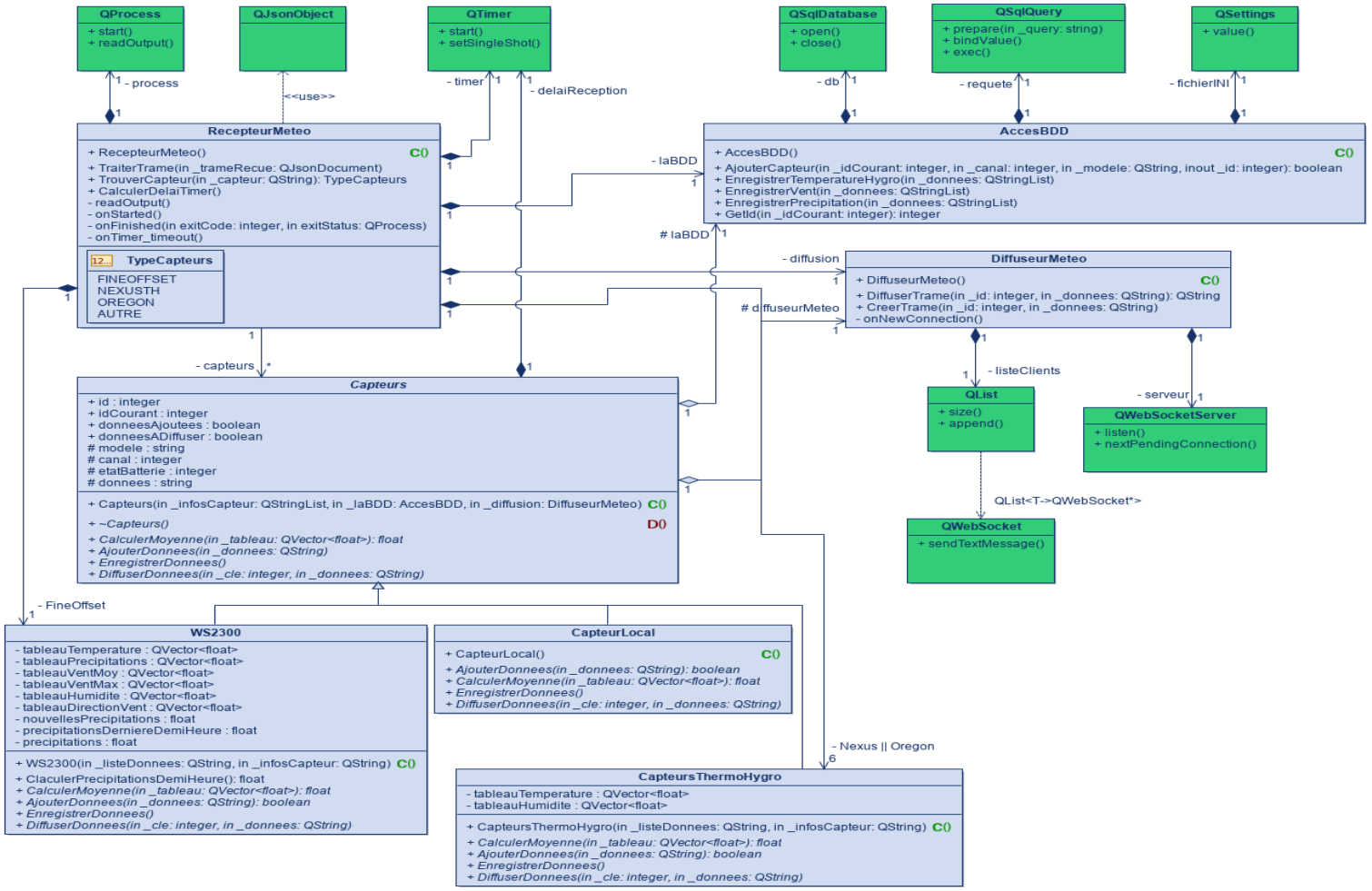


Image 7: Diagramme de classe

Puisque nous avons effectué le choix des logiciels, nous pouvons désormais parfaire nos diagrammes afin de les adapter à nos outils. Dans ce diagramme de classe nous avons donc ajouté les classe fournis par le logiciel QtCreator:

- QSerialPort: permet de recevoir les données en provenance du port série de l'hôte
- QJsonObject: permet la lecture et l'écriture de trames Json
- QSqlDatabase: permet d'accéder à une base de données et de faire des requêtes SQL
- QSqlQuery: permet de faire des requêtes à une base de données précédemment connectée
- QWebSocket / QWebSocketServer: permet d'échanger des WebSockets et de gérer un serveur. De plus, la classe QWebSocket est associée à la classe QList, ce qui nous permet de créer une liste d'utilisateurs.
- QTimer: permet la création de timer nous permettant de créer un délai de sauvegarde des trames
- QSettings: permet de lire les données présent dans un fichier pour accéder aux données nécessaires à la connexion à la BDD

7.Fiche de test

Cette fiche de test permet de vérifier le stockage des données au sein de la BDD. La série de tests effectuée permettra de prendre en compte toutes les éventualités. Lors de l'élaboration de cette fiche de test seulement certaines classes étaient créées, une interface graphique à dut être créée afin de pouvoir réaliser les tests.

Fiche de tests			
Nature :	*Fonctionnel*	***Référence :***	*TW3 – ET1 – 001*
Module :	Stocker les données météorologiques	**Auteur :**	BERTAULT Nolhan
Date de création / mise à jour :		11/03/2025 - 11/03/2025	
Objectif :	Vérifier que la classe AccesBDD() stock les données dans la base de données		

Condition du test		
État initial du module :		***Environnement du test :***
Ordinateur	*PC*	*Linux*
Programme	*RecepteurMeteo*	*QT Creator*
Base de données	*Nom de la base : Meteorologie* *login: MeteorologieCiel2* *mot de passe : E49KG1g2oaBXbYligH*	*Version et état initial* *La base de données contient toutes les tables nécessaires mais aucune donnée.*

Procédure de test

Lancement de l'application *:*

Repère	***Opérations***	***Résultats attendus***
1	*Envoyer des données traitées avec l'idCourant du capteur WS2300 et des données différentes des anciennes données.* *[date : 2020-02-12 16:14:46 ;* *modele : « Fineoffset-WHx080 » ; idCourant : 71 ;* *etatBatterie : 1 ;* donnees : « temperature : 10.700, humidite : 56, directionVent : 22.5, ventMoyen : 7.344, ventMax : 8.568, precipitations : 136.800 »]	*Les données temperatures et humidite sont ajoutées à la table Temperature. Les données liées aux vents sont ajoutées à la table Wind. Les données precipitations sont ajoutées à la table Precipitation.*

Precipitation	
date	*2020-02-12 16:14:46*
idPressure	*1*
valeurs	*136.800*
idSensor	*1*

Wind	
date	*2020-02-12 16:14:46*
idWind	*1*
windAvg	*7.344*
direction	*22.5*
windMax	*8.568*
idSensor	*1*

Temperature	
date	*2020-02-12 16:14:46*
idTemperature	*1*
humidity	*56*
temperature	*10.700*
IdSensor	*1*

Les informations du capteur sont enregistrées dans la table Sensors (le canal est défini à 0 par défaut)

		Sensor: idSensor = 1, idCurrent = 71, batteryState = 1, channel = 0, model = Fineoffset-WHx080 *Les données temperature et humidite sont ajoutées à la table Temperature. Les données liées aux vents sont ajoutées à la table Wind. Les données precipitations sont ajoutées à la table Precipitation.*
2	*Envoyer des données traitées avec l'idCourant du capteur WS2300 et les données de température similaires aux données précédentes.* *[date : 2020-02-12 16:14:47 ;* *modele : Fineoffset-WHx080 » ;* *idCourant : 71 ;* *etatBatterie : 1 ;* *donnees : « temperature : 10.700, humidite : 57, directionVent : 45,* *ventMoyen : 8.344, ventMax : 9.568, precipitations : 137.800 »]*	Precipitation: date = 2020-02-12 16:14:47, idPressure = 2, valeurs = 137.800, idSensor = 1 Wind: date = 2020-02-12 16:14:47, idWind = 2, windAvg = 8.344, direction = 45, windMax = 9.568, idSensor = 1 Temperature: date = 2020-02-12 16:14:47, idTemperature = 2, humidity = 57, temperature = 10.700, IdSensor = 1 *La date des dernières données ajoutées à la table Temperature est mise à jour.*
3	*Envoyer des données traitées avec l'idCourant du capteur WS2300 et des données température et hygro similaires aux données précédentes.* *[date : 2020-02-12 16:14:48 ;* *modele : « Fineoffset-WHx080 » ;* *idCourant : 71 ;* *etatBatterie : 1 ;* *donnees : « temperature : 10.700, humidite : 57,* *directionVent : 180,* *ventMoyen : 9.344,* *ventMax : 10.568,* *precipitations : 138.800 »]*	Temperature: date = 2020-02-12 16:14:48, idTemperature = 2, humidity = 57, temperature = 10.700, IdSensor = 1 *Les données liées aux vents ajoutées à la table dans la table Wind. Les données precipitations sont ajoutées à la table Precipitation.* Wind

<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>
<table>
<tr><td>date</td><td>2020-02-12 16:14:48</td></tr>
<tr><td>idWind</td><td>3</td></tr>
<tr><td>windAvg</td><td>9.344</td></tr>
<tr><td>direction</td><td>180</td></tr>
<tr><td>windMax</td><td>10.568</td></tr>
<tr><td>idSensor</td><td>1</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">Precipitation</th></tr>
<tr><td>date</td><td>2020-02-12 16:14:48</td></tr>
<tr><td>idPressure</td><td>3</td></tr>
<tr><td>valeurs</td><td>138.800</td></tr>
<tr><td>idSensor</td><td>1</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>Envoyer des données traitées avec l’idCourant du capteur WS2300 et des données de précipitation similaires aux données précédentes.
[date : 2020-02-12 16:14:49 ;
modele : « Fineoffset-WHx080 » ;
idCourant : 71 ;
etatBatterie : 1 ;
donnees : « temperature : 12.700,
humidite : 59,
directionVent : 0,
ventMoyen : 10.344,
ventMax : 11.568,
precipitations : 138.800 »]</td>
<td>
La date des dernières données ajoutées à la table Precipitaion est mise à jour.
<table>
<tr><th colspan="2">Precipitation</th></tr>
<tr><td>date</td><td>2020-02-12 16:14:49</td></tr>
<tr><td>idPressure</td><td>3</td></tr>
<tr><td>valeurs</td><td>138.800</td></tr>
<tr><td>idSensor</td><td>1</td></tr>
</table>
Les données temperatures et humidite sont ajoutées à la table Temperature. Les données liées aux vents sont ajoutées à la table Precipitation.
<table>
<tr><th colspan="2">Temperature</th></tr>
<tr><td>date</td><td>2020-02-12 16:14:49</td></tr>
<tr><td>temperature</td><td>12.700</td></tr>
<tr><td>idTemperature</td><td>3</td></tr>
<tr><td>humidity</td><td>59</td></tr>
<tr><td>IdSensor</td><td>1</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">Wind</th></tr>
<tr><td>date</td><td>2020-02-12 16:14:49</td></tr>
<tr><td>idWind</td><td>4</td></tr>
<tr><td>windAvg</td><td>10.344</td></tr>
<tr><td>direction</td><td>0</td></tr>
<tr><td>windMax</td><td>11.568</td></tr>
<tr><td>idSensor</td><td>1</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

5

Envoyer des données traitées avec un idCourant différent du capteur WS2300 et un modèle similaire.
[date : 2020-02-12 16:14:50 ;
modele : « Fineoffset-WHx080 » ;
idCourant : 81 ;
etatBatterie : 1 ;
donnees : « temperature : 10.700, humidite : 56,
directionVent : 22.5,
ventMoyen : 7.344,
ventMax : 8.568,
precipitations : 136.800 »]

Sensor	idSensor	idCurrent	battery State	channel	model
	1	81	1	0	Fineoffset-WHx080

Les données temperatures et humidite sont ajoutées à la table Temperature. Les données liées aux vents sont ajoutées à la table Wind. Les données precipitations sont ajoutées à la table Precipitation.

Temperature	
date	2020-02-12 16:14:50
temperature	10.700
idTemperature	4
humidity	56
IdSensor	1

Wind	
date	2020-02-12 16:14:50
idWind	5
windAvg	7.344
direction	22.5
windMax	8.568
idSensor	1

Precipitation	
date	2020-02-12 16:14:50
idPressure	4
valeurs	136.800
idSensor	1

6

Envoyer des données traitées avec un idCourant différent du capteur WS2300 et un modèle similaire.
[date : 2020-02-12 16:14:50 ;
modele : « Fineoffset-WHx080 » ;
idCourant : 81 ;
etatBatterie : 1 ;
donnees : « temperature : 10.700, humidite : 56,
directionVent : 22.5,
ventMoyen : 7.344,
ventMax : 8.568,
precipitations : 136.800 »]

Sensor	idSensor	idCurrent	battery State	channel	model
	1	81	1	0	Fineoffset-WHx080

Les données temperatures et humidite sont ajoutées à la table Temperature. Les données liées aux vents sont ajoutées à la table Wind. Les données precipitations sont ajoutées à la table Precipitation.

Temperature	
date	2020-02-12 16:14:50
temperature	10.700
idTemperature	4
humidity	56
IdSensor	1

Wind	
date	2020-02-12 16:14:50
idWind	5
windAvg	7.344
direction	22.5
windMax	8.568
idSensor	1

Precipitation	
date	2020-02-12 16:14:50
idPressure	4
valeurs	136.800
idSensor	1

<table>
<tr>
<td>7</td>
<td>Envoyer des données traitées avec l'idCourant du capteur WS2300 et des données manquantes.
[date : 2020-02-12 16:14:51 ;
modele : « Fineoffset-WHx080 » ;
idCourant : 81 ;
etatBatterie : 1 ;
donnees : « temperature : 11.700,
humidite : 57,
directionVent : 45,
ventMoyen : 8.344,
ventMax : 9.568 »]</td>
<td>Les données temperatures et humidite sont ajoutées à la table Temperature. Les données liées aux vents sont ajoutées à la table Wind.
<table>
<tr><th colspan="2">Temperature</th></tr>
<tr><td>date</td><td>2020-02-12 16:14:51</td></tr>
<tr><td>temperature</td><td>11.700</td></tr>
<tr><td>idTemperature</td><td>5</td></tr>
<tr><td>humidity</td><td>57</td></tr>
<tr><td>IdSensor</td><td>1</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">Wind</th></tr>
<tr><td>date</td><td>2020-02-12 16:14:51</td></tr>
<tr><td>idWind</td><td>6</td></tr>
<tr><td>windAvg</td><td>8.344</td></tr>
<tr><td>direction</td><td>45</td></tr>
<tr><td>windMax</td><td>9.568</td></tr>
<tr><td>idSensor</td><td>1</td></tr>
</table>
Aucune modification n'a été apportées à la table Precipitation
<table>
<tr><th colspan="2">Precipitation</th></tr>
<tr><td>date</td><td>2020-02-12 16:14:50</td></tr>
<tr><td>idPressure</td><td>4</td></tr>
<tr><td>valeurs</td><td>136.800</td></tr>
<tr><td>idSensor</td><td>1</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

Le test unitaire réalisé sur la fonctionnalité d'ajout de données dans la base de données a été effectué avec succès. Les différents cas de saisie ont été validés, et les données insérées ont été retrouvées conformes dans les tables concernées, sans erreur ni comportement inattendu.

Aucun problème n'a été constaté :

- Les connexions à la base de données ont été établies correctement.
- Les requêtes SQL exécutées ont produit les résultats attendus.
- L'intégrité des données (types, contraintes, clés étrangères) a été respectée.

Ce test confirme que la fonction Stocker les données météorologiques est opérationnelle et fiable, et peut être intégrée au projet principal.

8.Diagramme de Gantt

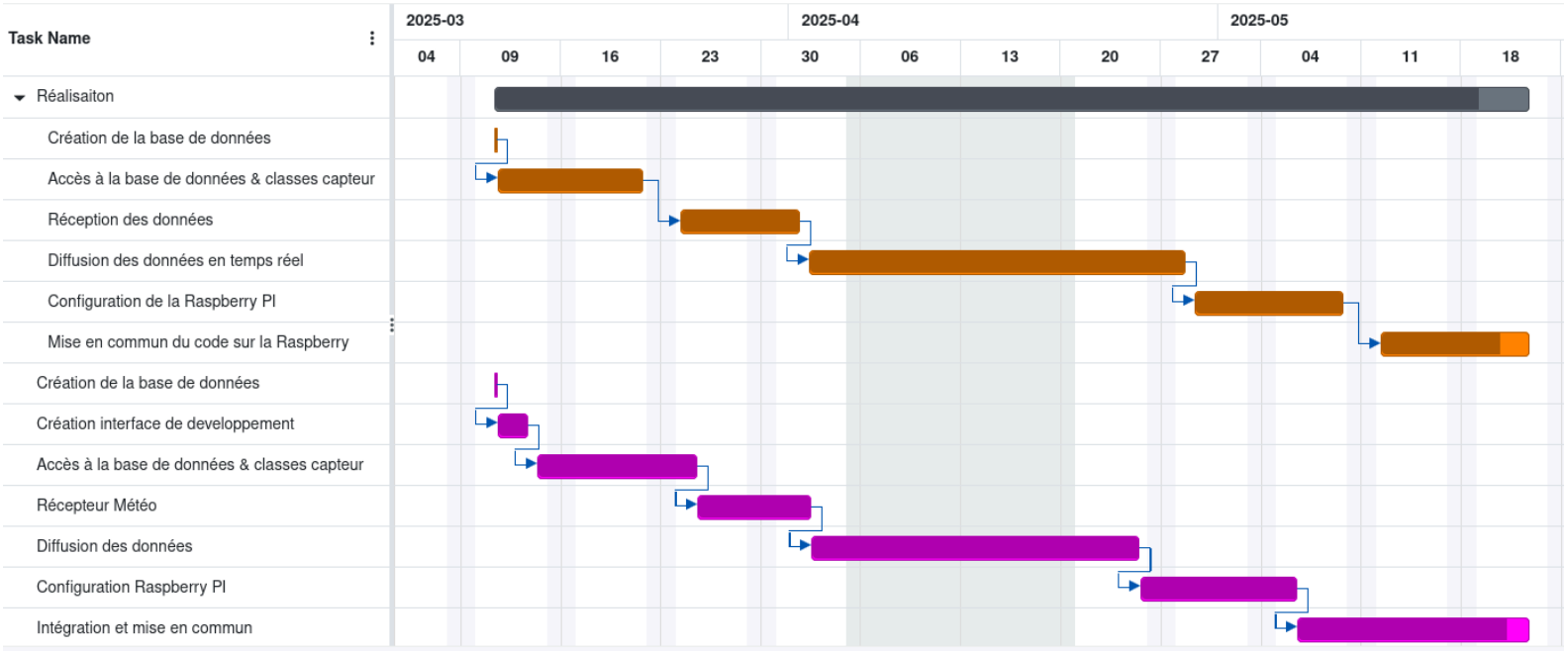


Image 8: Comparaison Gantt prévisionnel et Gantt réel

Cette comparaison entre le diagramme de Gantt prévisionnel et le diagramme de Gantt réel, nous montre que lors de la mise en place nous n'avions pas prévu l'intégration d'une interface de test, cette oublie nous a mis quelque peu en retard sur le plan initiale, cependant les tâches ayant été effectué plus rapidement que prévu ce retard à été compensé durant toute la durée du projet et nous à même permis d'avoir plus de temps pour la mise en commun des parties de chacun.

9.Compétences acquises

La réalisation du projet de station météorologique connectée a permis d'acquérir et d'approfondir un large panel de compétences techniques et professionnelles, en phase avec les réalités du milieu des systèmes numériques et embarqués.

En matière de technique, le projet a permis :

- De manipuler des outils de communication tels que les WebSockets pour la diffusion de données en temps réel.
- D'utiliser et intégrer des formats d'échanges de données tels que JSON via QJsonObject.
- D'interagir via des outils externes grâce à QProcess, pour notamment exploiter les données issues du logiciel rtl_433 via une clé RTL-SDR.
- D'implémenter et de gérer une base de donnée relationnelle MariaDB, avec des requêtes SQL via QSqlDatabase et QSqlQuery.
- De concevoir une base de données structurée et normalisée pour la mise en historique des mesures météorologiques.
- De travailler sur un environnement embarqué, avec un Raspberry Pi configuré en serveur central.

D'autre part au niveau professionnel, ce projet a permis aussi :

- D'appliquer une gestion de projet rigoureuse (planification via Gantt, répartition de tâches, suivi d'avancement).
- D'entretenir un esprit d'analyse, d'autonomie, et de résolution de problèmes concrets.
- De pouvoir élaborer une synergie efficace au sein d'une équipe technique.
- De documenter correctement les étapes du projet, les choix techniques, et les résultats obtenus.

Pour résumer, ce projet se veut être l'illustration d'une expérience complète ayant permis de mobiliser les compétences du référentiel BTS CIEL et de s'initier à des situations techniques « professionnelles » proches du réel.

10. Perspectives d'améliorations

Bien que ce projet se soit globalement déroulé de manière satisfaisante certains aspects de celui-ci pourrait être améliorable. Voici certains exemples pouvant être travaillé dans l'optique d'une optimisation du code:

- Tout d'abord le système n'est pas 100% autonome, en effet celui-ci est fait pour fonctionner avec les capteurs qu'y nous ont été fournis, il est donc possible de l'améliorer afin de prendre en compte tous les capteurs émettant sur du 433MH.
- De plus il était prévu que l'on y installe un BME280, par manque de temps celui-ci n'a pas put être installé ce qui fait un second point d'amélioration, bien que l'installation d'un tel capteur en local nécessite l'implémentation d'une nouvelle bibliothèque et la modification de la classe ayant été prévue.
- En ce qui concerne la diffusion, les clés permettant l'identification des capteurs par les clients sont définies au préalable et écrites dans le code. Il nous faudrait trouver un moyen de rendre ces clés uniques, les communiquer aux clients de manière automatique.