

Contexte

La directive Cadre sur l'Eau (DCE, directive européenne) du 23 octobre 2000 fixe aux Etats membres un objectif de non dégradation et d'atteinte du bon état (chimique et écologique) des cours d'eau d'ici à 2015.

Le « bon état » des cours d'eau est évalué par des mesures de paramètres physico-chimiques, mais aussi par la biodiversité des espèces animales et végétales. La qualité des habitats de ces espèces dépend de 3 grands paramètres :

- l'hydrologie (quantité d'eau, vitesse et hétérogénéité de l'écoulement, variations saisonnières des débits);
- les conditions physico-chimiques (luminosité, température de l'eau, teneur en oxygène, conductivité, acidité, teneur en polluants, salinité);
- Les conditions morphologiques (profil du lit de la rivière, hétérogénéité des faciès d'habitat – alternance de zones d'eaux vives, calmes, profondes- et de la structure des berges.

La dégradation des conditions hydromorphologiques (rectification, recalibrage ou chenalisation des cours d'eau, fragmentation par des obstacles comme seuils ou barrages) et donc de la continuité écologique nuit au bon état des masses d'eau requis par la directive européenne. Début 2010, un inventaire national réalisé par l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) a montré que plus de la moitié des 60000 ouvrages recensés sur les cours d'eau n'a pas d'usage avéré.

Source : Brochure ONEMA « pourquoi rétablir la continuité écologique des cours d'eau? »

Sujet de l'étude : l'Orne un affluent de la Moselle

Un passé sidérurgique...

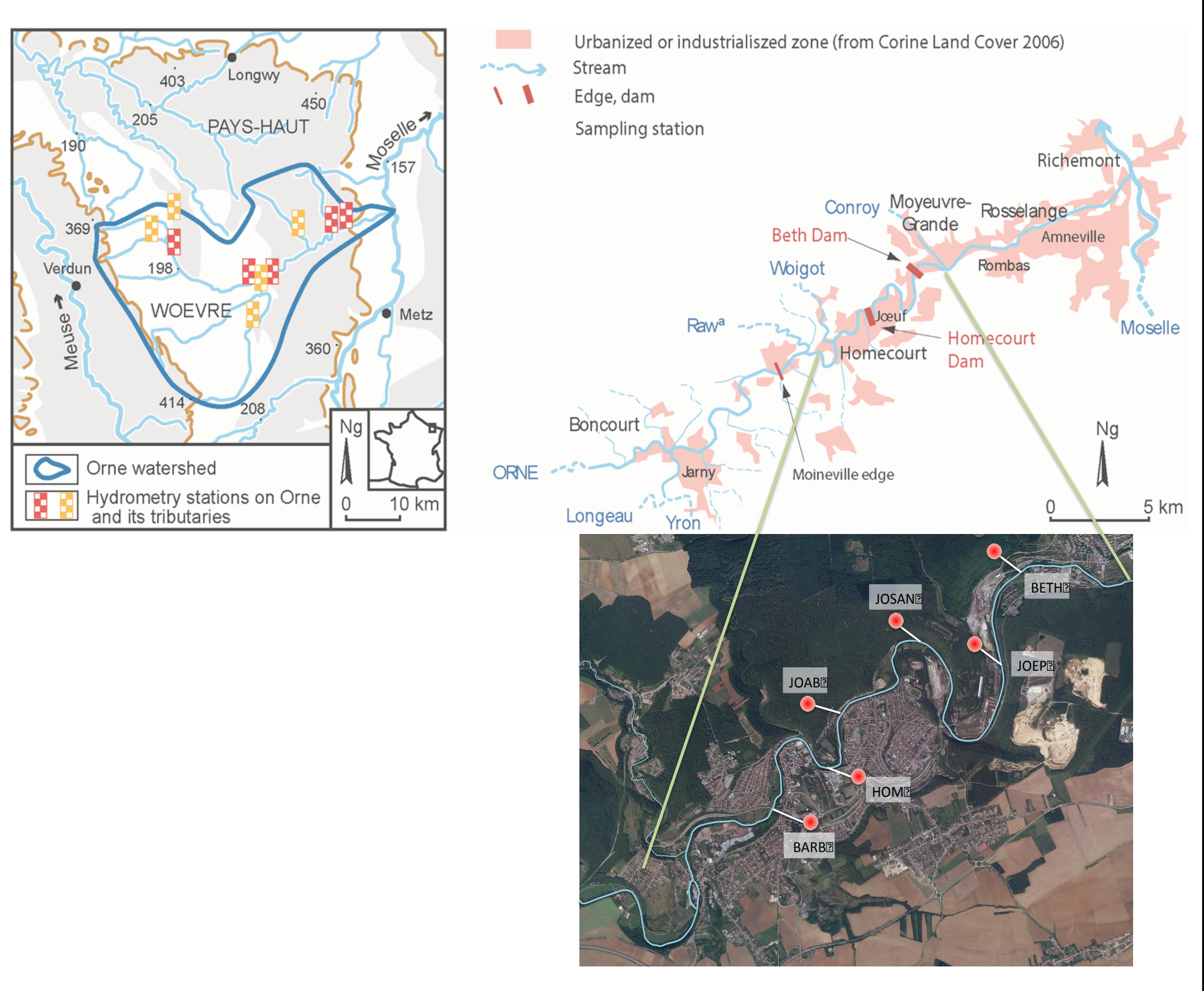
L'Orne a connu, dès le 19^{ème} siècle et jusqu'à la fin des années 1960, une forte activité industrielle et sidérurgique. Les besoins en eaux (refroidissement) de cette industrie a conduit à un fort aménagement du cours d'eau. Ces activités ont provoqué une contamination des sédiments par de nombreux contaminants (métaux, hydrocarbures, etc). La suppression des ouvrages devenus inutiles ou de fortes précipitations peuvent remobiliser ces sédiments et polluer le cours d'eau.

Une approche scientifique...

Un projet scientifique a démarré en 2014 pour mieux comprendre le fonctionnement du cours d'eau et étudier in situ les mécanismes de remobilisation des sédiments (financement Région Lorraine, ANR-FNR, AERM). Ce projet implique plusieurs disciplines dont l'hydrologie, la géochimie et la microbiologie et fait intervenir plusieurs laboratoires lorrains membres de la Zone Atelier Moselle et une équipe du Luxembourg (LIST).

Une surveillance continue...

La récolte de données se fait par prélèvement d'eaux, de sédiments et de matières en suspension lors de campagnes de mesures programmées tout au long de l'année et couvrant toutes les configurations possibles (étiage, crue, successions saisonnières...). Depuis le mois de décembre 2014, en plus de ces analyses ponctuelles, une station de mesure de paramètres physico-chimiques a été installée afin d'effectuer des mesures quasi-continues.



Equipement actuel

Lieu d'installation : barrage de Beth à moyeuve-grande sur l'Orne (avantage : pas de limitation de place et non accessible au public).

Fabricant : société OTT

Equipement comprenant :

- Datalogger à entrées multiples (dont protocole SDI12 pour instrumentation de terrain)
- Sonde multiparamètre DSX5 (mesure de température, turbidité, pH, conductivité et oxygène dissout). Protocole SDI12
- Boitier CBS pour mesure de niveau d'eau en aval du barrage
- Pluviomètre à bascule (résolution 0,1mm)
- Modem et antenne GPRS
- Coffret électrique étanche et batterie 12V

Suite logicielle propriétaire Hydras3RX (récupération des données sur serveur FTP), Hydras3 (affichage et exportation des données) et Hydras3LT (configuration de la sonde).



Réalisation technique

Choix technologique...

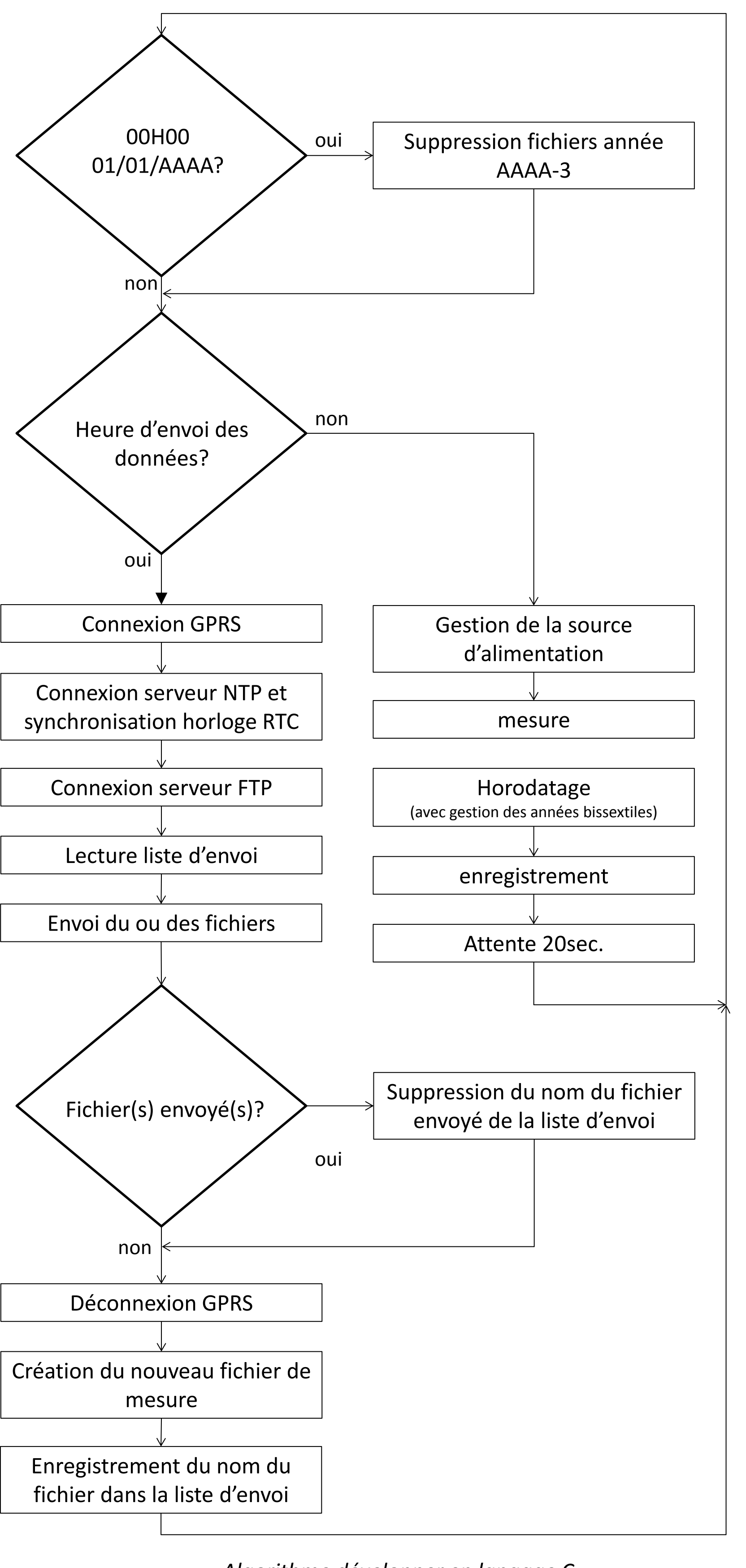
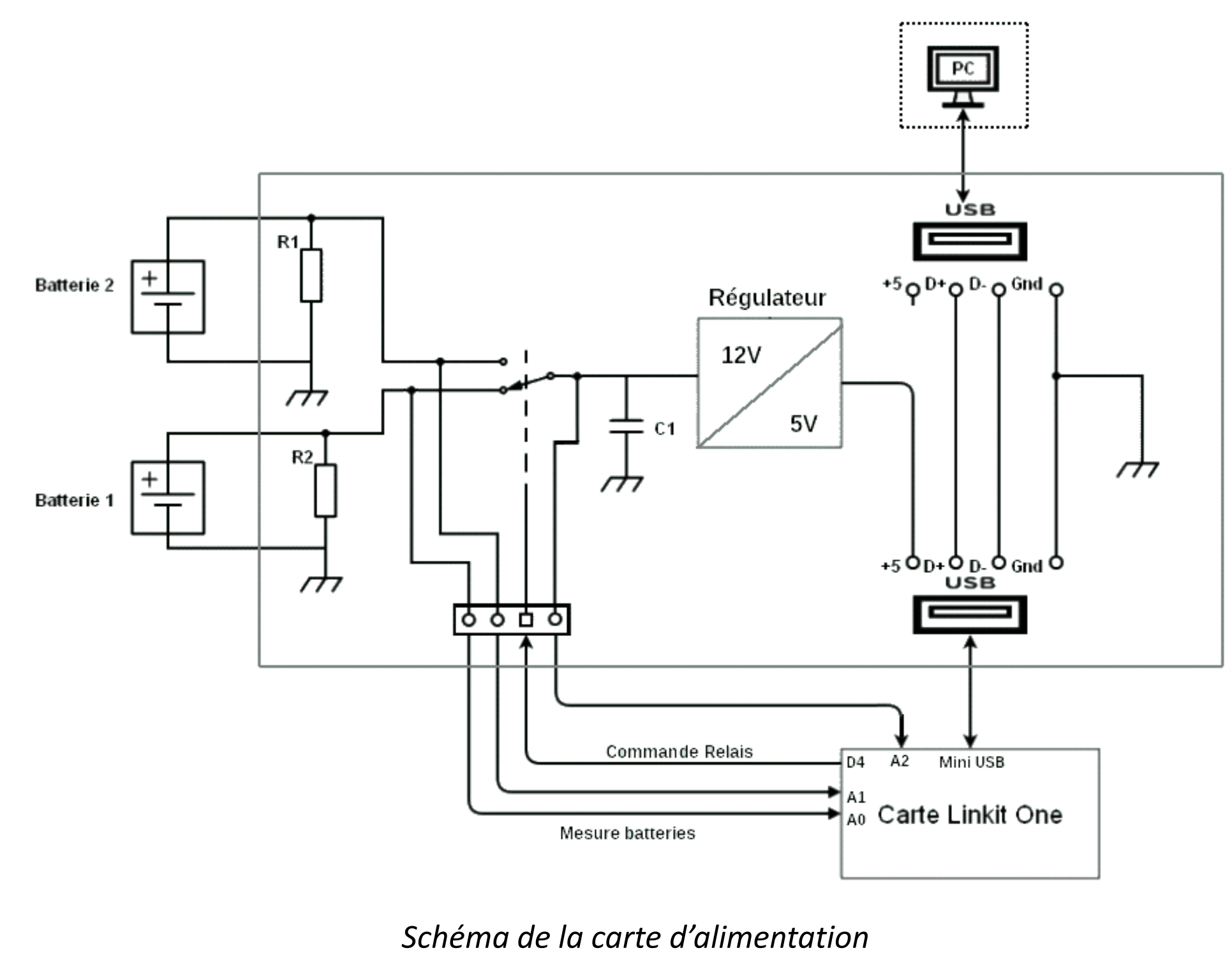
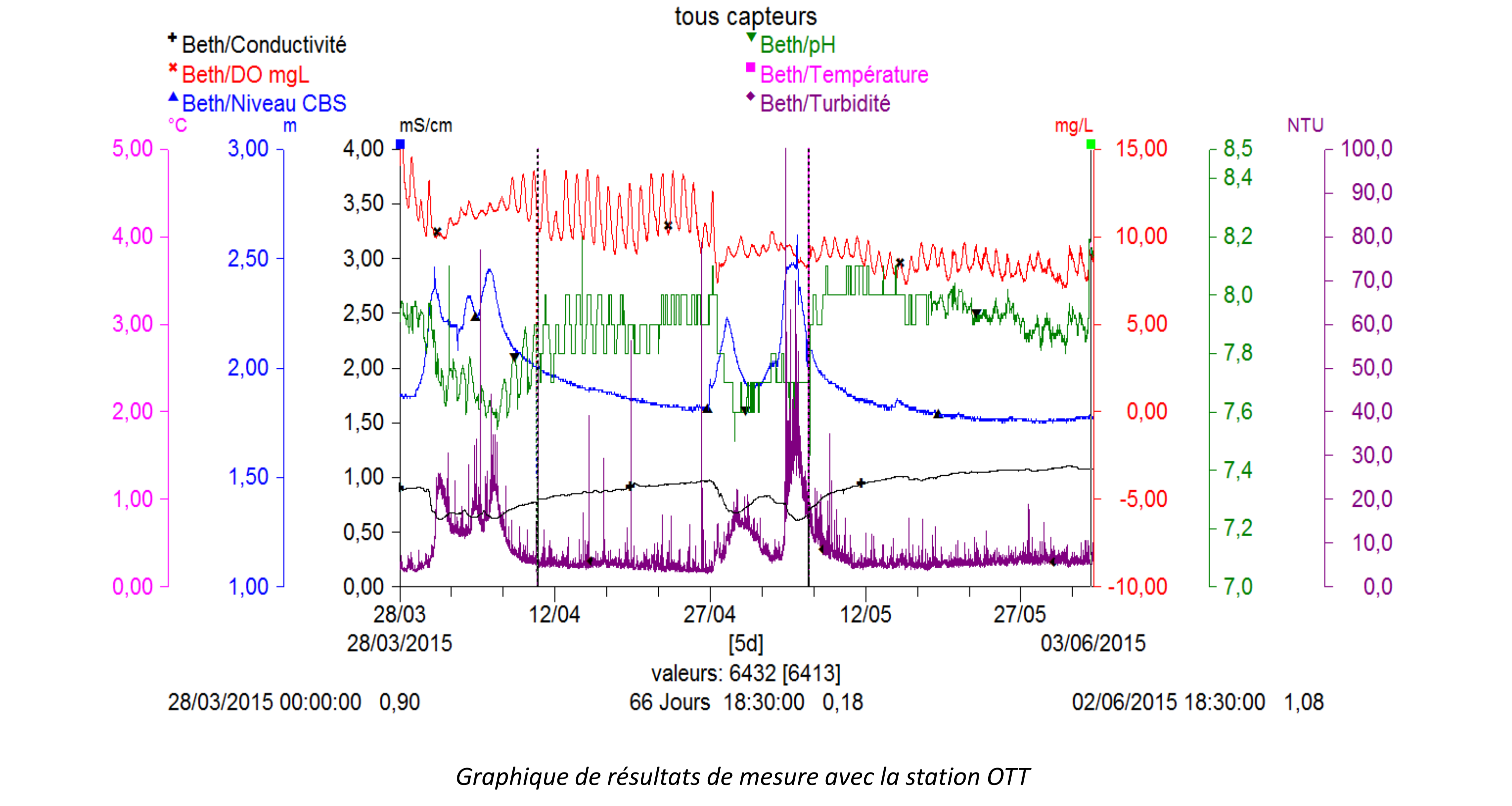
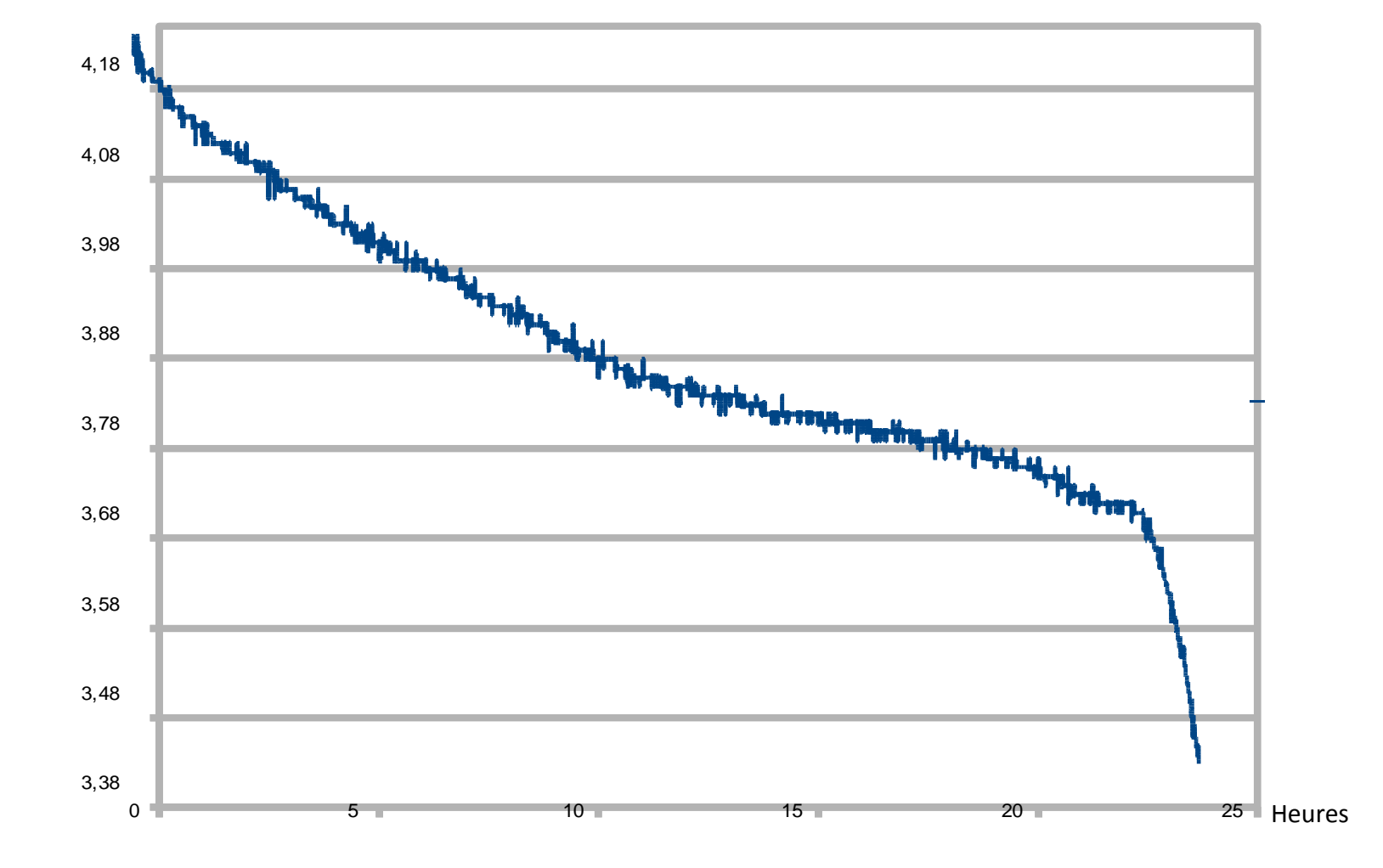
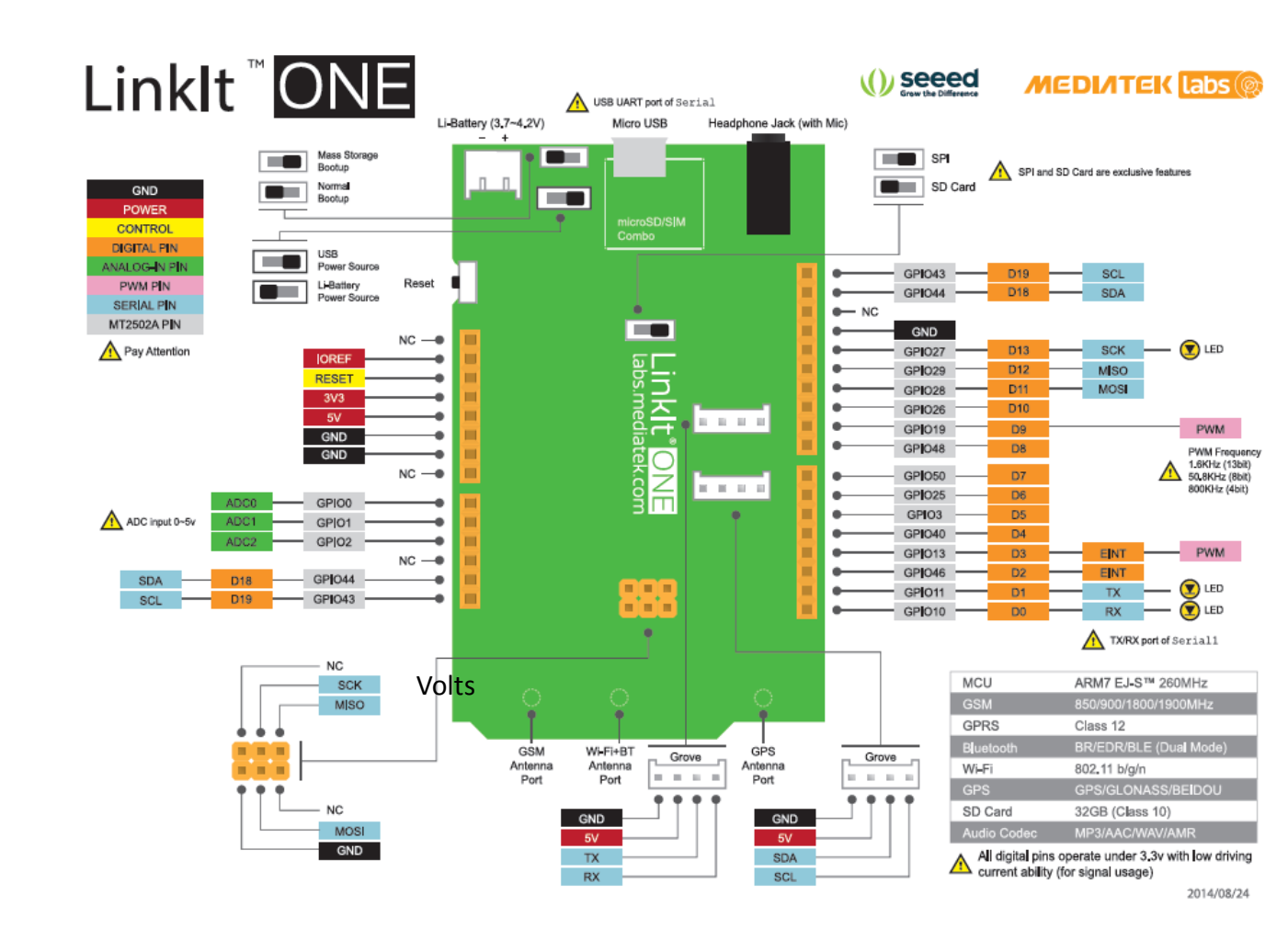
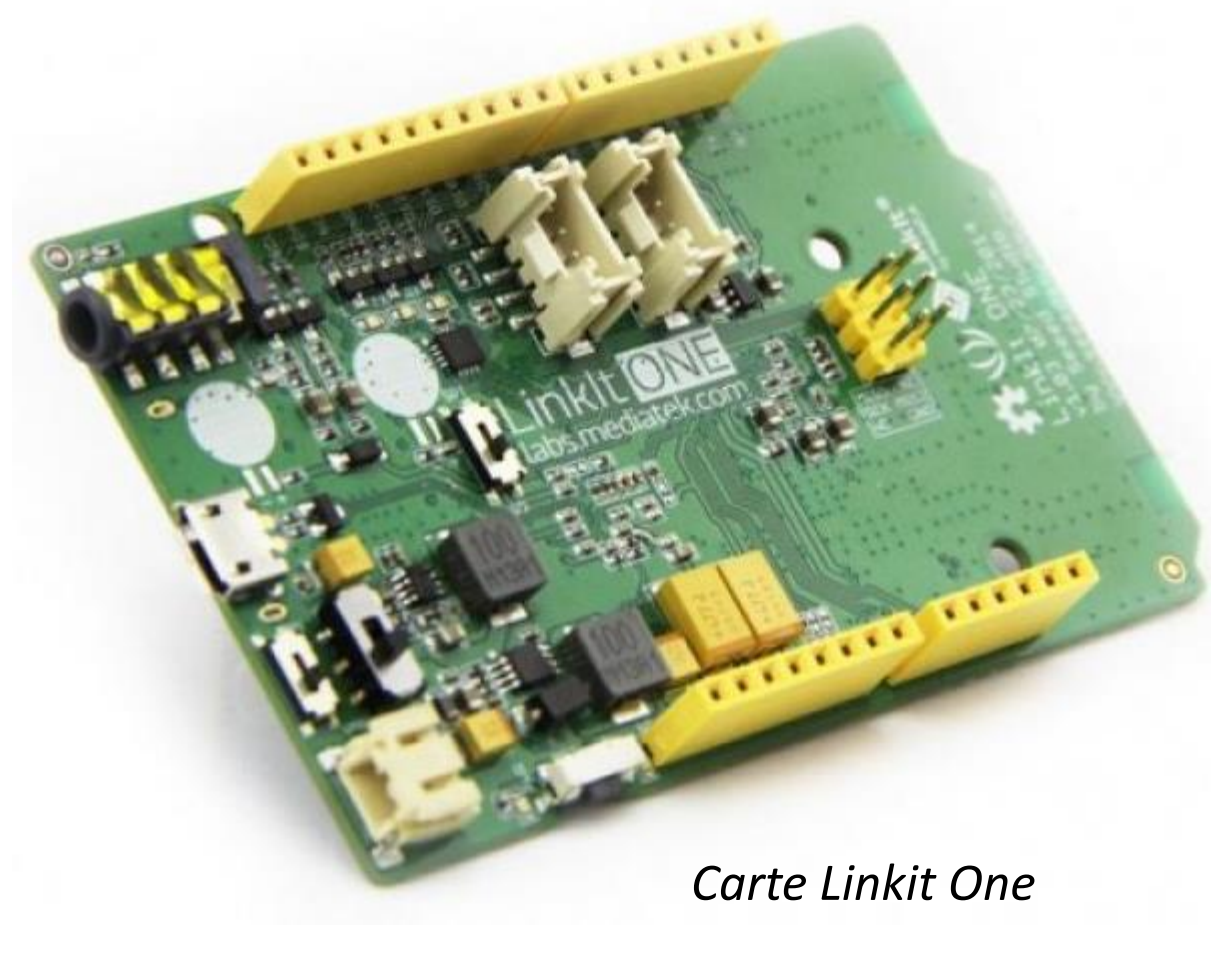
Cahier des charges : même fonctions que la station OTT, encombrement réduit, facilement dissimulable (pour limiter les risques de vandalisme), autonomie, robustesse et étanchéité, fiabilité et facilité d'utilisation.

L'encombrement et le prix des stations OTT a nécessité l'exploration d'autres technologies. Le choix s'est donc porté sur la carte Linkit One. A l'instar des cartes Arduino, cette carte est livrée prête à l'emploi. Elle est équipée d'un slot pour carte SD, d'une puce GPS, d'une connexion wifi, Bluetooth et GPRS.

Economie d'énergie...

Toutes les mesures doivent être horodatées. Première solution envisagée : utiliser les données GPS. Problème : le caractère énergivore de ce type de puce. Un test de consommation d'énergie a donc été réalisé (voir graphique ci-contre). Résultat : la durée de vie de la batterie n'excédait pas 24h. Il a donc fallu trouver une alternative pour répondre au cahier des charges.

Deuxième solution : utiliser l'horloge RTC présente sur la carte. Problème : sa dérive dans le temps (environ 1 seconde par jour). Solution : resynchronisation avec l'heure fournie par un serveur NTP. La connexion au réseau GPRS étant réalisée une fois par jour pour l'envoi des données au serveur FTP, la connexion à ce serveur ne demandera pas de surcoût énergétique spécifique.



Perspectives

Surveillance à grande échelle...

Etendre la zone géographique de surveillance du bassin versant de l'Orne. Varier le type de capteurs utilisés (autres capteurs physico-chimiques, météorologiques, etc). Rendre la carte pilotable à distance (par SMS) pour l'actionnement d'appareils de prélèvement.

Utiliser les énergies renouvelables...

Limiter les interventions humaines et le coût d'exploitation en faisant appel aux énergies renouvelables. Solution envisageable : développer un système de recharge de batterie associant un contrôleur de charge et un générateur (hydrolienne, éolienne, panneau solaire). Choix selon le milieu et ses contraintes.

Développer des capteurs « maison »...

Créer une bibliothèque « SDI12 slave » : seule une bibliothèque « SDI12 master » existe. Elle permet à une carte type Arduino de communiquer avec des capteurs SDI12 commerciaux. Le développement de ce code « SDI12 esclave » permettra de créer toutes sortes de capteur et de les interfacier facilement avec le datalogger.

Mettre en œuvre d'autres protocoles de communication et de mesure (mesure analogique, entrée par impulsion...).

Une carte d'alimentation contrôlée...

But principal de la carte d'alimentation : fournir une tension continue de +5V à la carte Linkit One.

Fonction supplémentaire : éviter les coupures d'alimentation lors du changement de batterie. Un relais (contrôlé par la carte Linkit One) permet choisir la source d'alimentation la plus adaptée. Un condensateur en sortie du relais évite les coupures lors du changement d'état du relais. En laissant deux batteries continuellement branchées, la fréquence d'intervention peut être divisée par 2.

Une interface graphique de paramétrage...

But de l'interface : rendre le paramétrage accessible à tous les utilisateurs sans connaissances en programmation.

Fonctionnalités offertes : configuration du nombre de sondes et de capteurs connectés, définition individuelle de la période d'échantillonnage pour chacune des sondes, programmation de l'heure d'envoi des fichiers de mesure vers le serveur FTP et définition des paramètres d'accès à ce dernier.

