



Aquadrone, un drone OpenSource sous-marin

Aquadrone, un drone OpenSource sous-marin

AFB/DAPP/DSOD

Forum TIC 2017

Alexandre LICCARDI

Laurent BRETON





OpenSource et Connaissance à l'AFB



L'OpenSource (*code source ouvert*) fait l'objet de [recommandations](#) précises de la **Commission Européenne**. La cible des instances internationales est l'interopérabilité des systèmes et la rationalisation des coûts en vue d'ouvrir les marchés économiques (*économie numérique*).

Il ne s'agit plus d'une tendance mais d'un **cadre de travail** des établissements et de **méthodes de développement** collaboratif détaillées (GIT, AGILE, SCRUM...).

La DCIE puis la DAPP/DSOD à l'AFB sont conscients de ces enjeux et investissent dans le domaine : après avoir refondu majoritairement les **architectures** sur des solutions OpenSource, de nouvelles applications sont à prendre en compte : électronique embarquée (*OpenSource hardware*) et **smartphones** (*scalable OpenSource*), en pleine explosion aujourd'hui.



L'OpenSource ne se limite pas à l'utilisation de logiciels libres : c'est un **phénomène participatif**.

Les outils Eaufrance ont très tôt (avant 2007) pris le parti d'utiliser en priorité les solutions existantes, l'ONEMA puis l'AFB ont mis au point des solutions type **boîtes à outils** réutilisées dans des projets métiers (WILD, réutilisé dans les projets de tests des flux web, le guichet *Rapportages DCE*...) et proposent des **formations** sur des outils IG, statistiques et bases de données.





Des besoins multiples : côté *technologie*

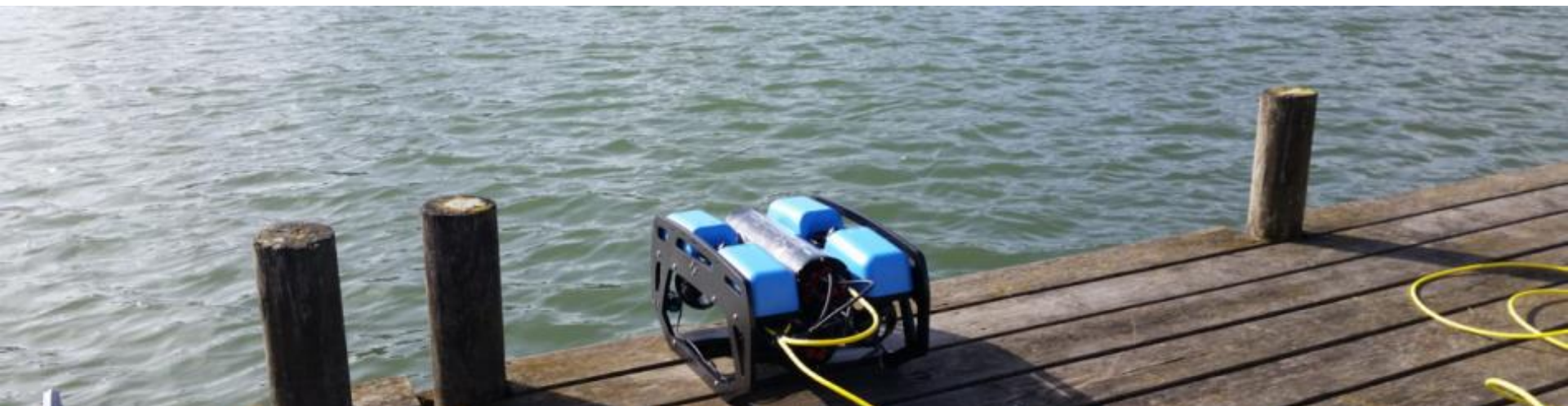
Besoins de connaissance et de positionnement technologiques

L'OpenSource hardware, un secteur en pleine explosion

- diminution des coûts des technologies (HD, GPS, Arduino & RaspBerry...)
- popularisation des standards connectiques (USB3, I2C...)
- réduction de la consommation électrique (lipo)

Des initiatives multiples à l'échelle de l'ex-ONEMA : comment mutualiser ?

- projets des **pôles de recherche** (hydromorphologie des lacs, avec l'IFREMER), très spécialisés et peu OpenSource
- des **initiatives personnelles** (utilisations de drones aériens) qui reflètent une réelle envie
- quelle est la capacité des établissements à **s'approprier et à faire évoluer** ces technologies ?
- participe d'une « **stratégie numérique** » ?





Des besoins multiples : côté *thématique*

Besoins d'appui à la collecte de données et de renforcer les capacités d'exploration

L'automatisation de la collecte de données massives

- un attendu important (DREC) : relevés **bathymétriques**, avec la possibilité de tester différentes technologies ; participation à l'**hydromorphologie** attendue
- l'outil de navigation doit accéder et monitorer des milieux de manière **automatisée** (relevés par quadrillage)
- **d'autres paramètres** pourraient être pris en compte (chimie, température...)



Explorer : se placer n'importe où, voir ce qui se passe

- l'eau est un milieu qui peut être **difficile ou dangereux d'accès** : caractère *sécurité du matériel et des agents* particulièrement important.
- la possibilité de prendre **des photos et des vidéos**, réservée au plongeur aujourd'hui
- le besoin de voir ce qui passe en **temps réel**, pas au retour au centre !



Appuyer les protocoles existants (en aucun cas les remplacer)

- ➡ s'inscrit en **complément** aux expertises existantes et devra s'intégrer dans les protocoles pour faciliter l'accès aux sites et le relevé de données.
- ➡ L'automatisation de la collecte ne porte que sur certaines variables, physiques, chimiques et topographiques et **ne peut se substituer** à la connaissance et à la lecture des milieux par les agents.



Projets (identifiés) chez les établissements de l'AFB et partenaires

Pôle de recherche AFB (Aix-en-Provence)

- Travaux conjoints avec UMI GeorgiaTech : robots photographes et prélèvement, caractérisation d'espèces piscicoles
- Travaux historiques sur les sondes de caractérisation de l'hydromorphologie des plans d'eau

Ex-ONEMA

- Financement de SPEEdoo pour l'IFREMER Brest (depuis 2013) : prélèvement
- Aquadrone : OpenSource et solutions modulaires, observation et exploration sous-marine

Aires marines protégées

De très nombreux projets ont été mis en œuvre dans la mission *technologies pour le suivi des milieux marins* (contacter D. Corman) : REFCAR (télédétection hyperspectrale, MARSAC (accoustique passive), MAYLITHF & CORAILHF (qualité de l'eau), drones aériens (CEREMA, CGDD, sociétés privés...), Mini-ROV avec le PNM Golfe du Lion, DYNAFLUX avec l'Université de la Rochelle...

Différentes utilisations de drones aériens, souvent personnels, sont réalisées par les services territoriaux de l'AFB (forte attente).

Beaucoup d'Université (Paris, Lille...) et de sociétés privées proposent des rapprochements avec l'AFB sur le projet Aquadrone.

Le Last Project à l'ESIPE

Le **Last Project à l'ESIPE** (Université de Paris Est Marne-la-Vallée) propose à des équipes de jeunes ingénieurs en dernière année de cursus universitaire de réaliser, en conditions réelles de projet professionnel, un projet de développement informatique à forte valeur d'innovation pour un établissement ou une entreprise.

Le projet est sélectionné par les étudiants et l'équipe pédagogique ; il commence en octobre et finit en mars (2016 – 2017 pour *Aquadrone*).

Plusieurs cursus participent en fonction des besoins :

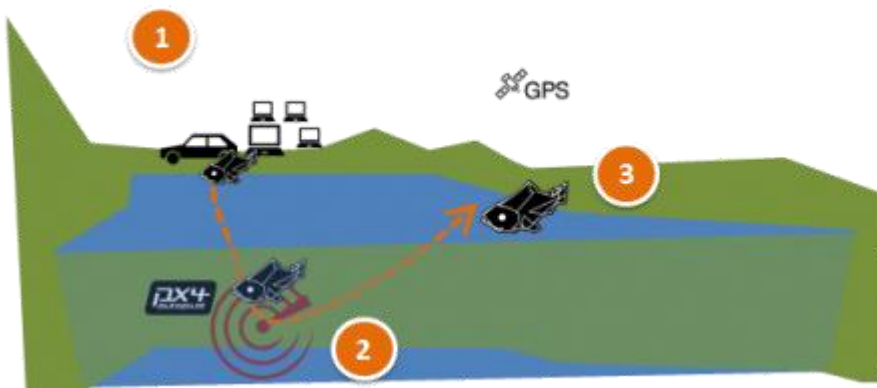
- *Informatique et géomatique*
- *Informatique et réseaux*
- *(sur la session 2017-2018) : Electronique et informatique – systèmes communicants*

Les 8 étudiants participants réalisent l'intégralité de la chaîne projet : expression de besoin, conception, développement, recette... Ici, montage et intégration de nouveaux équipements.





Technique & fonctionnalités : défi n°1



Le drone retenu est le BlueROV 2 de la société Blue Robotics. Le budget max. drone + GPS + sondes est de 5000 € HT.

Positionnement d'un drone sous l'eau (hors portée GPS)

« Connaître la position du drone à chaque instant »



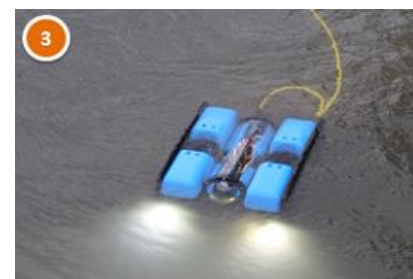
Etape 1. Installation du matériel sur la berge et calibrage des GPS.

GPS RTK Reach (EmLid) deux balises, précision < 20 cm
Calibrage de l'accéléromètre
Réseau local WiFi EmLid et base master PostgreSQL



Etape 2. Phase de plongée.

Relais à l'accéléromètre / magnétomètre (PixHawk 4)
Algorithme d'intégration JAVA / Python
5 positions par seconde
Précision à 20 cm en ligne droite, 1/7 de dérive curviligne

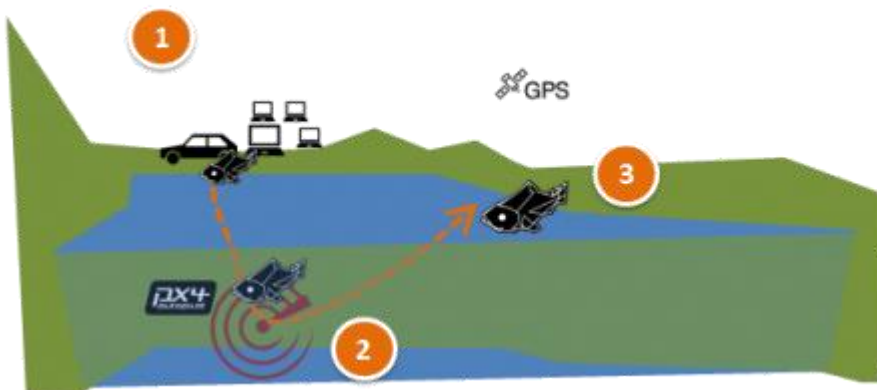


Etape 3. Sortie hors de l'eau et recalibrage

GPS RTK Reach (EmLid) deux balises, précision d'environ 50 cm (réflexion sur l'eau)
Algorithme JAVA / Python de correction des données



Technique & fonctionnalités : défi n°2

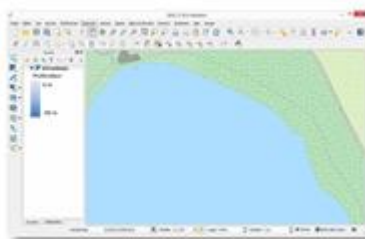


Le pilotage est réalisé grâce à une vidéo HD1080p, le transfert grâce à un câble RJ45 blindé (utile à la sécurisation du drone).

Accès aux informations en temps réel

« Voir ce que le drone voit, connaître ce que le drone connaît »

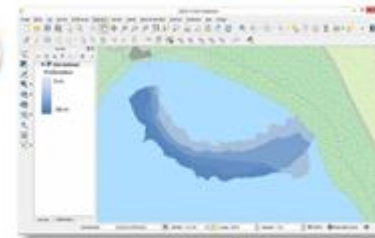
1



Etape 1 : Initialisation des connexions, préparation des cartes.

Construction du réseau de partage de données autour de PostgreSQL / PostGIS. Un PC Master est dédié.

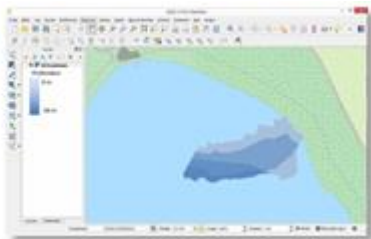
3



Etape 3 : Mise au point et correction des données.

SIREN (Python, JAVA) réalise les corrections et mets à jour les entrées dans la base de données. Les utilisateurs en réseau bénéficient d'un plugin QGIS qui leur permet d'afficher les données brutes et les analyses thématiques à chaque seconde.

2



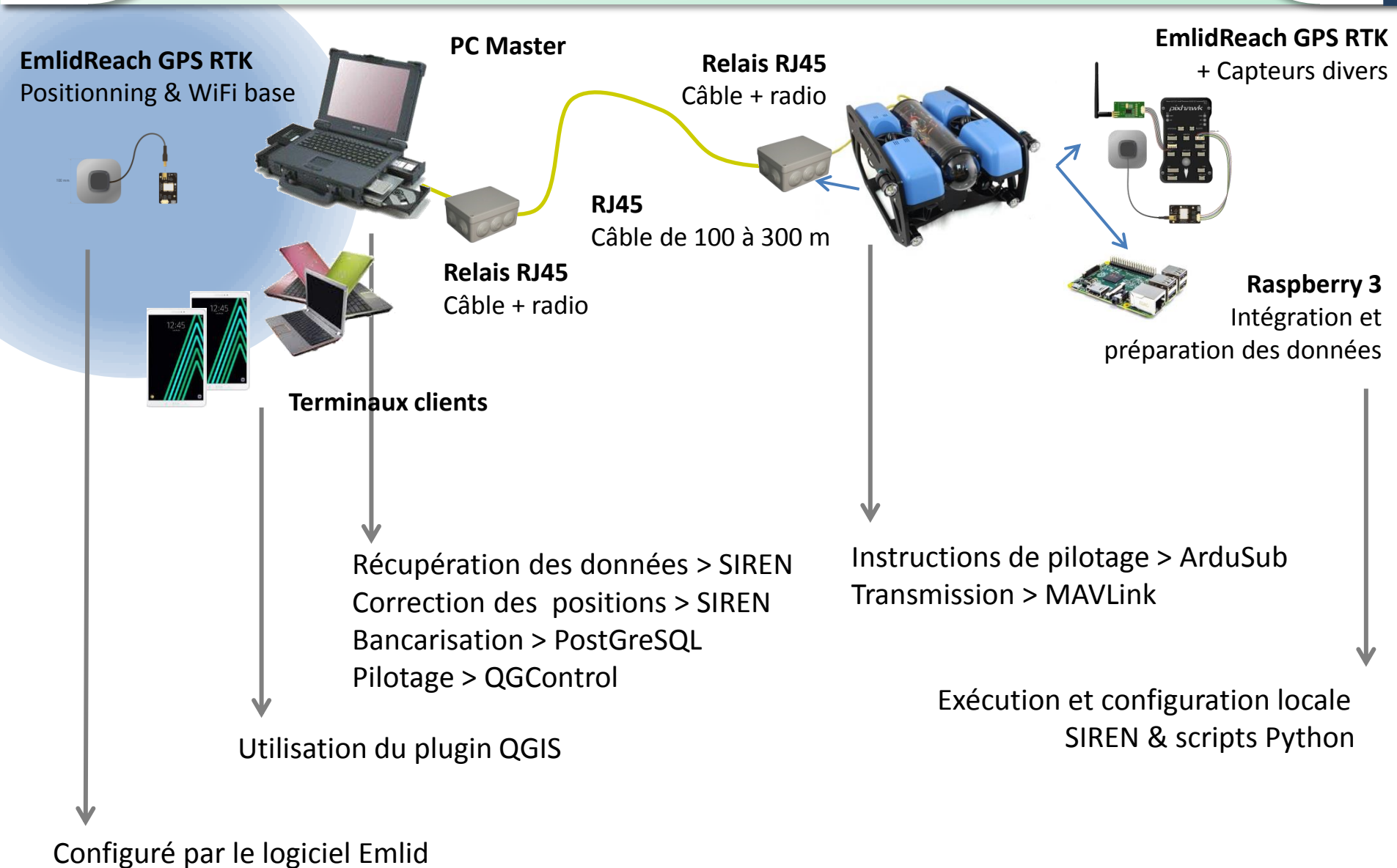
Etape 2 : Le drone collecte des données lors de la plongée.

A l'intérieur du drone, le RaspBerry est suffisamment puissant pour concentrer et préparer le transfert MAVLink.

Le logiciel produit **SIREN** gère les flux sur le PC Master.



Zoom sur le drone





Planning de réalisation

Livrables existants

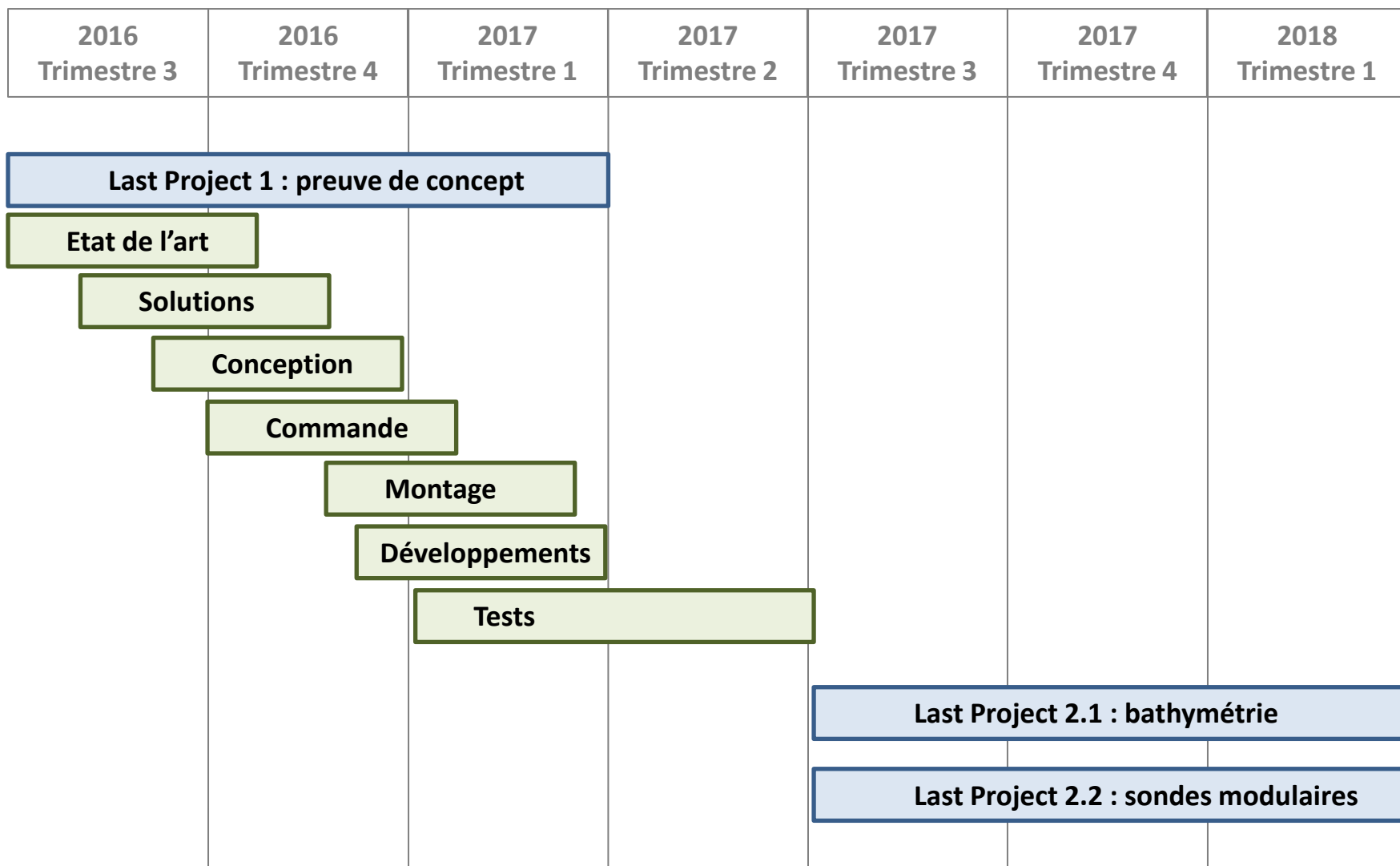
Produits disponibles et démonstrateurs

Participation des agents AFB et tests grandeur nature

Le projet *Aquadrone* a déjà permis de disposer d'un drone évolutif et modulaire, d'une version avancée du logiciel SIREN, du plugin QGIS d'affichage des données et d'un nombre important de procédures. Les seuls capteurs implémentés aujourd'hui sont la profondeur du drone et la température du milieu (la bathymétrie par sonar est prévu en 2017 – 2018).



Planning de réalisation





Produits disponibles et démonstrateurs

Outils et dispositifs

- drone Blue ROV 2 fonctionnel et évolutif
- systèmes de balises GPS RTK submersibles
- plateformes logicielles configurées
- relais RJ45

Logiciels et codes OpenSource

- environnement et scripts de configuration
- application SIREN pour la configuration, le transfert, la bancarisation, l'encodage / décodage MAVLink
- algorithmes de conversion des résultats de la centrale inertielle vers des coordonnées géographiques
- algorithmes de recalcul des positions géographiques suite à la prise en compte d'une nouvelle référence GPS RTK
- base de données (modèle, requêtes, fonctions) et scripts d'administration
- évolutions ARDUSub (drivers pour le capteurs au niveau du drone, préparation des données)

Méthodes et protocoles

- checklist de mise à l'eau, un guide utilisateurs
- manuel côté développeur
- manuel côté ingénieurs



Exemple de positionnement : **données brutes non corrigées**, en sortie de l'algorithme de calage de la centrale inertielle



Exemple de positionnement : **données corrigées**, avec prise en compte du nouveau point GPS, via SIREN



Participation des agents AFB et tests grandeur nature

De nombreux tests grandeurs nature

- plus de dix jours de tests réalisés à la base loisir du Lac de Créteil : différents tests d'étanchéité, d'évolutions, de procédures...
- sorties encore fréquemment réalisées pour partager l'expérience avec des référents métier et/ou sécurité au travail
- tests fréquents des évolutions logicielles et matérielles (précision du positionnement GPS actuellement)

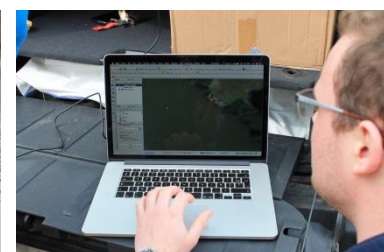
Quatre jours de recette du Last Project avec des agents du pôle de Vincennes, des SD, des DIR (15 participants)

- remontée de remarques sur l'intérêt du drone et les conditions d'utilisation

Le drone est encore un **prototype** : **sécurité** des procédures, de la mise à l'eau, **sécurisation** du matériel, nécessité d'être plusieurs, de **simplifier** au maximum les mises à l'eau

Les **capacités natatoires** pourraient être améliorées : d'autres drones pour les rivières et les milieux à fort courant ?

La **modularité** au premier plan : il est important que les sondes (capteurs, GPS) puissent être embarquées sur d'autres supports que le drone.





Poursuites du projet

2017 – 2018...

Avec l'ESIPE

Avec INSIDE et l'AFB

Qu'est-ce qui a été fait ?
Qu'est-ce qui est disponible aujourd'hui ?
Quels retours / expérimentations ?



Poursuites du projet

Avec l'ESIPE

- deux *Last Projects* seront proposés en 2017-2018, sur un mode original : association de la filière *électronique embarquée*, issue d'un cursus différent.
- ***Last project « Aquadrone et bathymétrie »*** : ajout de sondes bathymétriques, programmation de comportement de balayage de la zone
- ***Last project « Modularité des sondes Aquadrone »*** : révision de l'architecture technique, afin de pouvoir dissocier la partie GPS RTK et les capteurs de température, d'altimétrie, de bathymétrie (...) de la partie drone, afin de pouvoir transposer les technologies sur d'autres supports

Avec le pôle INSIDE et l'AFB

- **espace numérique de travail** et mise en avant dans les **réseaux** pour une meilleure appropriation par l'ensemble des agents travaillant sur le développement informatique et les nouvelles technologies d'acquisition de données
- **poursuite des travaux sur l'OpenSource hardware**, en mutualisant les développements (GIT) et en poursuivant les démonstrations. Visibilité dans des revues techniques et scientifiques (une convention européenne FOSS4G et deux publications en cours).



Merci de votre attention

- **L'équipe AFB :**

Alexandre Liccardi (DAPP, INSIDE), Laurent Breton (DAPP), Gabriel Melun (DREC)

- **Participation (très) active de l'ESIPE, équipe 2016 – 2017 :**

Jérémy Collomb, Julien Roussel, Philippe Strock, Loïc Szymanski, Thibault You, Jérôme Goasdoue, Théo Pascoli, François Vanderperre

- **Les référents techniques AFB (participants aux tests) :**

Yann Galez (SD76), Philippe Rosan (SD62),
Baptiste Roussel (DIR Normandie Hauts de France),
Caroline Pénil (DAPP), François Hissel (DAPP), Marie Colin (DAPP)
Mourthy Tetchana (DSI)

