

# Compte rendu du Conseil Scientifique de l'INS2I

16 Décembre 2016

## Présentation des membres invités

- Frédérique Bassino, ancienne présidente section 6
- Michèle Basseville, ancienne présidente section 7
- Pierre-Olivier Amblard, président section 7
- Hubert Comon-Lundh, président section 6

## Tables des matières

<b>1. ACTUALITES DE L'INSTITUT – ECHANGES AVEC LA DIRECTION DE L'INS2I</b> .....	<b>1</b>
<b>2. BILAN DES MANDATS DES SECTIONS 06 ET 07</b> .....	<b>3</b>
<b>3. SEMINAIRE THEMATIQUE IOT</b> .....	<b>4</b>
1.1.    MEROUANE DEBBAH (HUAWEI / L2S) : RADIO POUR L'IOT .....	4
1.2.    ANDRZEJ DUDA (LIG) : RESEAU & INFRASTRUCTURE POUR L'IOT.....	5
1.3.    AURELIEN FRANCILLON (S3@EURECOM) : LA SECURITE DANS L'IOT .....	6
<b>4. POINT SUR LES SEMINAIRES THEMATIQUES</b> .....	<b>7</b>

## 1. Actualités de l'Institut – échanges avec la direction de l'INS2I

### 1.1. Concours 2017

Les arrêtés d'ouverture des concours ont été publiés récemment. Le nombre de postes offerts reste stable par rapport à l'année dernière. Michel Bidoit fait notamment remarquer que le nombre de postes ouverts est supérieur au nombre de départs en retraite.

La coloration de postes a pour rôle de faire de la politique scientifique. Il est important que les candidats puissent bien voir que le CNRS recrute sur certains sujets, et donc qu'ils soient encouragés à candidater. Enfin, les sections accomplissent un long travail, des pré-sélections à l'admissibilité. Il est donc important que les sections, tout au long de ce processus, considèrent bien cette coloration. Un candidat doit préparer un projet scientifique lui permettant de s'intégrer au moins dans 2 laboratoires (et préférentiellement 3). Le jury d'admission est ensuite chargé de mettre en œuvre la politique scientifique de l'institut par le choix des admis, avant que la décision d'affectation soit finalement prise par la présidence du CNRS en accord avec les directions d'institut.

Les actions avec les SHS sont poursuivies, avec des postes à la frontière entre les deux domaines. De même, un échange croisé a été mis en place avec l'INSMI (un mathématicien

allant dans un laboratoire principalement rattaché à l'INS2I, et un chercheur en science de l'information dans un laboratoire principalement rattaché à l'INSMI).

Cette politique de recrutement ne pourra se poursuivre dans le temps que si la situation budgétaire du CNRS évolue. Les bourses doctorales avaient notamment été arrêtées ; du fait des contraintes budgétaires. Cependant, le budget de l'ANR est maintenant très contraint, les ressources des laboratoires issues de l'ANR diminuent, et donc les bourses doctorales commencent à être trop peu nombreuses.

Serge Torres fait remarquer que la tendance est globalement à la baisse, ce qui est très dommage. Le CNRS fait tout son possible dans ce contexte, et son travail est remarquable. Mais le constat général de baisse reste présent. Michel Bidoit répond qu'en sections 6 & 7, le nombre de CR2 au concours est le plus élevé depuis la création de l'INS2I. Un effort considérable est donc donné à l'INS2I.

Le recrutement ITA reste toujours séparé de celui des chercheurs, du fait des différentes campagnes de mobilité. Le volume réel de postes offerts au concours ne pourra être établi qu'après les NOEMI et FSEP. En 2016, tous les postes ITA ouverts à l'INS2I ont été fructueux (i.e. au moins un candidat sélectionné a accepté le poste), malgré les conditions salariales peu attractives, notamment pour la BAP E.

Serge Torres rappelle que la RIFSEEP remplacera toutes les primes (informatique, PPRS, etc.), représentant une fraction non négligeable de la rémunération des ITA. La prime informatique est intégrée dans la RIFSEEP, mais aucune garantie n'est donnée quant à la persistance de cette prime lors d'une mobilité par exemple. Il existe donc un problème d'attractivité, qui risque de s'aggraver sur les recrutements.

Serge Torres demande si le nombre de candidatures d'enseignants chercheurs en délégation CNRS a évolué positivement. Michel Bidoit répond que l'institut ne prendra connaissance des demandes qu'en février 2017, les candidatures étant actuellement traitées au sein des universités.

## 1.2. GDR

Le soutien des GDR est un outil fort de politique scientifique pour le CNRS. Le lien entre le GDR et la direction de l'institut est étroit : l'un est bien un outil de politique scientifique pour une communauté. En 2016, certains GDR ont été accompagnés dans le changement. RO s'est réorganisé. RSD a changé de nom (ex ASR). Le GDR SOCSIP réfléchit à son évolution lors de son renouvellement. Mais il s'agit du processus normal : il est logique lors d'un renouvellement de réfléchir aux évolutions, de créer une dynamique.

Michel Bidoit rappelle que les GDR ont pour rôle de structurer une communauté identifiée. Cependant, il ne s'agit pas d'une partition orthogonale : des zones scientifiques se recouvrent, et donc les groupes de travail communs ont toute leur place.

Les Pré-GDR *intelligence artificielle* (Sébastien Konieczny) et *sécurité informatique* (Gildas Avoine) ont été créés en 2016. Cette forme d'organisation permet de ne pas attendre 1 ou 2 ans pour la création d'un GDR, rendant leur démarrage plus rapide. Le bilan au bout d'un an est jugé très positivement par la direction. Un colloque en cyber-sécurité (<http://colloque-cybersecu.cnrs.fr>) est organisé en décembre 2016 avec également un public non chercheur (décisionnel, politique, etc.) pour enrichir le débat scientifique.

### 1.3. *Années thématiques*

2016 était l'année thématique sécurité, avec des actions incitatives, de soutien en CDD. L'année prochaine, le thème est "*objets communicants : algorithmes, architecture et application*", incluant les communautés 6 & 7, et interdisciplinaire par nature.

L'alliance Allistène a créé en 2016 le groupe cyber-sécurité. Il lui est demandé de faire une cartographie des forces en présence, tous acteurs confondus.

### 1.4. *Budget*

Le budget est maintenant validé pour 2017. Il intègre la revalorisation du point d'indice, la RIFSEEP, etc. Les très grands instruments de recherche (TGIR) continuent à peser significativement dans le budget. Le CNRS s'efforce de maintenir stable le budget affecté aux unités. Bien que cette enveloppe soit globalement stable, l'institut prend en compte évidemment l'évolution de chaque laboratoire, et tente de réajuster les disparités entre unités.

### 1.5. *Discussions*

Alexis Tsoukias estime (via sa participation à des visites de l'HCERES) que le système est en train de se bloquer : peu de promotions professeurs pour les maîtres de conférences, peu de débouchés pour les doctorants. Michel Bidoit répond qu'effectivement le CNRS essaie de faire les meilleurs efforts dans un contexte actuel difficile. Cependant, Michel Bidoit complète en expliquant que le ressenti peut être différent de la réalité : il existe un nombre important de postes ouverts, notamment à l'INS2I.

Jean Krivine retransmet ses interrogations quant au recrutement de doctorants. De plus en plus d'étudiants semblent considérer qu'il faut plus s'orienter sur les aspects pratiques, les thèmes « *théoriques* » n'étant peut-être plus la priorité lors d'un recrutement. Michel Bidoit répond que la plupart des domaines en science de l'information requiert un solide bagage mathématique. Ainsi, une formation solide dans ce domaine est en parfaite adéquation avec les besoins des futurs chercheurs. Nous devons bien en tant que chercheurs nous tourner vers les défis de demain.

Isabelle Queinnec est partagée entre les difficultés d'insertion des étudiants, et le fait que le bilan du CNRS paraît positif. Il est donc nécessaire d'avoir un discours nuancé. Michel Bidoit complète en expliquant qu'il existe cette année plus de recrutements que de départs toutes causes confondues (bilan social du CNRS).

## **2. Bilan des mandats des sections 06 et 07**

Frédérique Bassino dresse un bilan des recrutements. La proportion de femmes parmi les lauréates baisse par rapport au nombre de femmes globalement dans la section. Durant le mandat, il y a eu un recrutement net de 36 chercheurs (i.e. non présents au CNRS auparavant). Frédérique Bassino comptabilise le nombre de recrutements dans chaque discipline. Les CR1 correspondent tous (sauf 1) à des thèses étrangères. Sur les 23 CR2, 5 thèses ont été réalisées à l'étranger. La section a noté une progression de la multidisciplinarité, particulièrement pour les DR. Christian Barillot demande si l'interdisciplinarité est compliquée à prendre en compte. Frédérique Bassino répond que si le projet de recherche est en adéquation avec les thèmes de la section, cela ne pose aucun problème. Il ne faut ni surévaluer, ni sous-évaluer l'interdisciplinarité. Michel Bidoit rappelle que les CID ont également pour but de considérer l'interdisciplinarité qui ne rentre pas entièrement dans une section.

Michèle Basseville dresse un bilan statistique des concours. Le ratio de femmes a été plus important parmi les lauréats que les candidats durant la mandature. Cependant, aucune stratégie

n'a été appliquée. Pour les CR1, il n'y a pas eu de lauréate (la première année, une personne était classée sur liste principale, mais elle n'a pas pris le poste). La section a été attentive à la diversité dans ses propositions. L'âge moyen des CR2 est de 30 ans (avec un grand écart-type, de 26 à 36 ans, en moyenne 2 ans après la thèse), en CR1 de 35 ans, en DR2 de 41 ans (de 34 à 52 ans). 18 DR2 ont été promus DR1 sur la mandature (dont 4 femmes), donc 22% de femmes. 3 DRCE ont été promus, et aucune femme. L'autocensure pour les candidats DR est très forte.

Les nouveaux présidents de section expliquent que les membres de leur section présentent une diversité de compétences très large, bien réparties sur les thèmes de la section.

Isabelle Queinnec demande si beaucoup d'unités INS2I n'ont eu aucun recrutement (section 6 & 7) durant ce mandat. Michel Bidoit répond qu'il pourra donner un tableau avec les chiffres. L'institut essaie qu'au plus un chercheur soit affecté une même année dans une même unité. Il faut prendre en compte aussi la mobilité des chercheurs. L'IRIF notamment a un nombre important de chercheurs (mobilité & recrutement) : une DR2 a tout de même été affectée à l'IRIF. Frédérique Bassino cite le fait que 13% des DR et 10% des CR de la section sont à l'IRIF.

### **3. Séminaire thématique IoT**

#### *1.6. Merouane Debbah (Huawei / L2S) : radio pour l'IoT*

Mérouane Debbah introduit le problème des réseaux cellulaires pour l'Internet des Objets : pourquoi avons-nous une rupture actuellement ? Il dresse un panorama historique du monde des télécoms. Dans les années 1995 démarre la visiophonie, qui est un échec commercial. Cependant, elle a donné naissance aux données dans les télécoms (3G, etc.) La 4G est actuellement déployée pour durer jusqu'à 2030. Le réseau a été conçu uniquement pour les données : la voix doit actuellement passer par les réseaux 2G pour offrir une bonne qualité. La standardisation en 5G a commencé pour se terminer normalement en 2018.

Une nouvelle génération (la 4.5G) se focalise maintenant sur la mise en réseau d'objets : plus de débits, la qualité (voix et vidéo HD), et un grand nombre d'équipements connectés. Beaucoup d'outils (e.g. machine learning) permettent de définir des métriques de qualité (image, vidéo, etc.) Les objets doivent pouvoir être mobiles, offrir du roaming inter-pays, etc. Les densités sont très importantes, avec des millions d'équipements par kilomètres carrés.

Pour la télémesure, il est très difficile de couvrir des nœuds (potentiellement tous-terrains) avec des contraintes énergétiques fortes (sur batterie pendant 10 ans). La France est très connue pour SigFox, promouvant l'IoT valley à Toulouse. Actuellement, des fonctions de cryptographie, de la bidirectionnalité sont ajoutées. De même, LoRa a été inventée à Grenoble, et représente une technologie émergente.

Mérouane Debbah identifie quelques défis dans ce domaine. Ainsi, les techniques de codage permettant d'améliorer la fiabilité pour des paquets très courts sont compliquées. Les codes polaires sont notamment en phase d'étude.

Les applications de localisation représentent également un des développements clés du marché actuel. Cependant, la localisation est compliquée (efficacité énergétique, signal faible). La mobilité est une des caractéristiques nécessaires à beaucoup d'applications, mais complexifie le problème.

Pour gérer des densités très élevées, plusieurs pistes sont adoptées : bandes étroites, séparées ou superposées aux autres transmissions (mais dont le bruit généré est faible).

La 5G est actuellement principalement poussée par les Etats-Unis, Europe, la Chine, le Japon et la Corée du Sud. L'Europe a été pionnière, mais la Chine et les Etats-Unis ont été très rapides pour des investissements massifs.

Certains défis ont été identifiés :

- Trouver la position d'un objet avec une bande-passante très réduite ;
- Accès non orthogonal pour gérer des densités très importantes ;
- Accès décentralisé (optimisation distribuée) : un nœud central n'est pas pertinent ;
- Latence de bout-en-bout garantie (et non plus la radio seule) ;
- Gérer la mobilité : les objets actuels sont vus comme statiques ;
- Le problème énergétique est encore actuellement une barrière : à la fois en pic, et en longévité. Les techniques de machine learning sont prometteuses pour apprendre quand émettre, et comment ;
- Cryptographie légère pour pouvoir être supportée sur des équipements à capacités limitées;
- Le Full-duplex pour pouvoir émettre et recevoir en même temps.

Scénarios / démonstrateurs :

- Contrôle d'un robot, avec performances garanties (e.g. Kuka, Allemagne) ;
- Réalité virtuelle, réalité augmentée.

### *1.7. Andrzej Duda (LIG) : réseau & infrastructure pour l'IoT*

Il s'agit d'interconnecter des milliards d'objets, capturant une grandeur physique pour la transmettre. Les capteurs existaient avant l'IoT, mais avec des connexions filaires. Nous avons des nœuds variables, comportant :

- Des capteurs ;
- Pouvant aussi avoir des actions sur le monde physique (actionneurs) ;
- Une batterie, capable ou non de récupérer de l'énergie de son environnement.

L'utilisation de la courte portée permet de créer des réseaux capillaires. Les technologies longue portée regardent au contraire le cellulaire. Afin d'économiser l'énergie, un nœud doit pouvoir couper son dispositif radio. La synchronisation permet de réduire la consommation d'énergie en s'endormant au bon moment. Pour chaque technologie, il est possible de tracer un diagramme temporel qui donne ainsi la consommation d'énergie. Certains nœuds permettent de récupérer de l'énergie et ainsi améliorer la durée de vie : il est nécessaire d'utiliser des modèles de prédiction pour adapter le comportement du réseau.

Pour les réseaux capillaires, il existe de nombreux standards, avec des caractéristiques différentes. Il est difficile de prédire laquelle ou lesquelles sortiront vainqueurs. Pour les réseaux cellulaires, des technologies permettent actuellement de déployer des solutions ad-hoc, à des distances importantes. Sont en train d'émerger des technologies 5G pour offrir des garanties de service (ex : fiabilité, délai).

A l'IETF sont définis les protocoles de routage pour l'Internet. Cependant, les protocoles actuels sont très bavards, créant une signalisation très importante pour un trafic de données qui, lui, est faible. Il faut donc proposer de nouvelles solutions pour pouvoir supporter des densités importantes.

L'accès au médium radio représente également un défi : comment gérer la contention (algorithmie distribuée) entre un grand nombre de nœuds ? SigFox arrive à étaler les

transmissions sur tout le spectre, en diminuant ainsi le taux de collisions. Cependant, les approches de type Aloha sont d'efficacité limitée.

### *1.8. Aurélien Francillon (S3@Eurecom) : la sécurité dans l'IoT*

L'IoT est un mot à la mode mais utile : il est une tendance de fond, autour de laquelle se reconnaît une communauté. Ce sont les applications qui créent l'IoT, le concept émerge, de façon dispersée. Libélium identifie par exemple une multitude d'applications pour les villes intelligentes. Ainsi, les cartes à puce et RFID sont quelque fois considérées comme faisant partie de l'IoT.

Les systèmes de sécurité sont conçus pour être sûrs, offrant peu d'emprise extérieure. Les autres systèmes sont des équipements non conçus dans ce but, et pour lesquels il faut réduire le risque.

L'IoT est une composition de matériel, de logiciel, de communications. Les problèmes de sécurité sont donc présents à tous les niveaux. Le problème est nouveau car auparavant, l'objet était isolé, non connecté avec le reste de l'Internet : les interactions créent l'insécurité, et augmentent l'impact. Les interactions avec les autres domaines représentent des points durs dans l'IoT. Avons-nous des outils pour faire de la preuve sur le logiciel et le matériel ? Le matériel peut maintenant être spécifique, du fait des volumes : il faut vérifier les deux parties.

Les acteurs sont multiples : alliances industrielles (AIOTI), des groupes de pression (I am the Cavalry), des gouvernements (ANSSI), fabricants de matériel, opérateurs, usagers, etc. De nombreux documents de préconisations ont déjà été réalisés. Un sondage lors du panel eSAME (Nice) montrait que la plupart des acteurs considéraient que les objets étaient peu sûrs.

Aurélien Francillon donne des exemples de vulnérabilités, non usuellement présentes dans des équipements qui n'appartiennent pas à l'IoT. Ainsi, en analysant le micrologiciel de nombreux objets, il a été montré que beaucoup utilisaient la même clé préconfigurée. Pire, ces clés sont communes à des marques différentes. Déterminer ainsi l'impact d'une vulnérabilité est difficile.

Pour les feux d'artifice, les objets sont maintenant connectés en sans-fil, mais sans aucune sécurité. Pourtant, l'équipement matériel supporte les fonctions cryptographiques. On peut penser que plus il y a une grande variété de systèmes IoT, plus la sécurité est faible. Dans le problème du Lemon's market, plus le marché est opaque, plus les produits de bonne qualité sont éliminés.

Il existe un problème de dialogue entre industriels et académiques, les premiers n'expliquant pas ce qu'ils utilisent. L. Erner (ARM) parle de balance avec d'un côté le coût de l'attaque et le revenu multiplié par le nombre d'équipements compromis. Plus un objet est vendu, plus il sera sujet à des attaques.

La forte dépendance à l'utilisateur peut aussi créer des vulnérabilités. Qui doit être responsable de la sécurité ? (cloud, usager, fabricant). Il faut garder le contrôle, tout en étant très résistant aux attaques. Un bon modèle de menace reste donc à proposer. La sécurité absolue n'existe pas, mais il faut voir si une attaque est possible / réussie / quel en est le but. Ensuite, nous serons capables de proposer des solutions répondant aux besoins identifiés.

### *1.9. Discussions*

Hubert Comon-Lundh demande quels sont les problèmes de recherche spécifiques à l'IoT. Aurélien Francillon explique que les contraintes d'énergie et de coût mènent à des problèmes que nous n'avons pas jusqu'ici. Par exemple, l'exploitation de micrologiciel est plus complexe que pour le malware : code non exécutable, complexe à analyser, demandant donc de nouvelles approches.

Philippe Lamarre demande des précisions sur le passage à l'échelle. Aurélien Francillon répond qu'il s'agit effectivement de problématiques anciennes de passage à l'échelle d'algorithmes. Lionel Seinturier demande si les attaques de type DDoD marquent une nouvelle étape avec l'IoT, et donc si de nouvelles solutions existent. Aurélien Francillon estime que gérer la sécurité d'objets est plus compliqué que pour un PC (des antivirus, un pare-feu existent). Au contraire, un système contraint (fermé) ne peut exécuter de programme d'analyse. La variété des objets connectés augmente également la complexité (en analysant le trafic, les connexions).

Christian Barillot demande s'il existe des systèmes de benchmarking de sécurité. Selon Aurélien Francillon, un label permettrait de résoudre une partie des problèmes. Aux Etats-Unis, un laboratoire se monte sur ce thème. Comment rendre un système plus transparent tout en le maintenant sécurisé ?

#### **4. Point sur les séminaires thématiques**

Un point est réalisé par Isabelle Tellier sur le séminaire *éthique*. Un document circule au sein du CSI, à finaliser pour le prochain CSI.

Isabelle Queinnec discute ensuite des orateurs possibles lors du séminaire programmé au prochain CSI (CPHS).