

Mastère Politiques et Actions Publiques pour le Développement Durable

Rapport du Groupe d'Analyse d'Action Publique (GAAP)

L'Appropriation de l'internet des objets par les collectivités territoriales

Jean-François DE GEYER D'ORTH, Louis LALLEMAND-KIRCHE,
Sophie PENG-CASAVECCHIA, Léo VIALON-GALINIER

Encadrement par Florent BOITHIAS, Paul VERNY, Luc DERRIANO,
Vincent SPENLEHAUER et Robert BENDA

Janvier 2019



École des Ponts ParisTech, AgroParisTech et le CEREMA n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux thèses et opinions émises dans ce rapport ; celles-ci doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

Les auteurs, Jean-François DE GEYER D'ORTH, Louis LALLEMAND-KIRCHE, Sophie PENG-CASAVECCHIA et Léo VIALLO-N-GALINIER attestent que ce mémoire est le résultat de leur travail personnel, qu'il cite entre guillemets et référence toutes les sources utilisées et qu'il ne contient pas de passages ayant déjà été utilisés intégralement dans un travail similaire.

Résumé

Ce travail, réalisé par des étudiants de l'École des Ponts ParisTech et AgroParisTech, a été commandité par le centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA), en vue d'alimenter un futur guide sur l'internet des objets à destination des collectivités. Nous cherchons à donner des éléments de réponse aux questionnements auxquels font face les collectivités qui voudraient investir dans l'internet des objets. Premièrement, un tel projet nécessite un changement d'organisation des services et une attention particulière sur les compétences en interne. Deuxièmement, il convient de déterminer l'échelle pertinente de déploiement pour chaque maillon de la chaîne d'une solution, et d'être capable d'entraîner les territoires avec ce déploiement. Troisièmement, le développement de l'internet des objets doit se placer au service du citoyen et appuyer les grands axes stratégiques du développement du territoire. Quatrièmement, un choix technologique est à faire et par rapport à cette problématique se fait ressentir un manque de retours d'expérience et de veille. De manière générale, notre démarche a permis de mettre en avant qu'il existe des zones blanches, qui sont l'occasion pour de nouveaux acteurs de se positionner.

Abstract

This students' work was sponsored by the CEREMA in order to nourish a futur guide about Internet of Things (IoT) for French local authorities. We seek to provide some insights regarding the concerns that a local authority could have when it wants to invest in IoT. First, an IoT project needs a change of service organisation and a particular attention regarding the technical skills. Second, a pertinent deployment scale needs to be established for each layer of an IoT solution, and the local authority has to manage to lead the surrounding territories. Third, IoT needs to be designed at the citizens' service and support the main strategic orientations in terms of spatial developpement. Fourth, a technological choice must be made and regarding this matter, we sense a lack of feedback and technological watch. More generally, our approach has brought to light the existence of blind spots, that could be the opportunity for new IoT stakeholders to arise.

Remerciements

En tout premier lieu nous devons remercier Luc DERRIANO qui nous a introduits au sujet, qui nous a invités au sein de l'AVICCA et nous a permis de rencontrer de nombreuses collectivités. En effet, pour appréhender l'appropriation de l'internet des objets par les collectivités territoriales, quels meilleurs interlocuteurs que ceux qui s'en sont saisis ?

En second lieu, nous exprimerons donc notre reconnaissance envers tous les fonctionnaires des collectivités qui ont accepté de prendre du temps pour nous recevoir, nous expliquer leur appropriation de l'internet des objets et répondre à nos questions. La liste exhaustive des personnes que nous avons rencontrées est présentée en Annexe A.

Parce que les collectivités ne sont pas seules impliquées, nous avons de surcroît rencontré des services de l'État, et des industriels, que nous remercions également. L'Annexe A précise également ces personnes.

Reprenant un travail amorcé l'an dernier, nous sommes reconnaissants à Robert BENDA qui a assuré le tuilage entre les deux équipes. Nous remercions également tous les membres de l'équipe précédente qui nous ont fourni leurs éléments qui ont alimenté notre travail. Nous remercions donc Thibault FAGIANI, Paul GIOVACHINI et Côme PELÉE DE SAINT MAURICE.

Enfin, cette étude n'aurait pas vu le jour sans ses commanditaires, qui nous ont suivi tout au long de son déroulement, Florent BOITHIAS et Paul VERNY du CEREMA de Lyon.

Pour finir, une mention spéciale à notre encadrant académique qui nous a suivi tout au long du projet, le directeur du Mastère Politiques et Actions Publiques pour le Développement Durable, Vincent SPENLEHAUER.

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Résumé | 2 |
| Remerciements | 3 |
| Table des matières | 4 |
| Introduction | 6 |
| 1 Panorama de l'internet des objets | 7 |
| 1.1 Qu'est-ce que l'internet des objets? | 7 |
| 1.2 Les impulseurs | 8 |
| 1.3 Panorama des collectivités | 9 |
| 1.4 Panorama des usages | 12 |
| 1.5 Panorama des acteurs | 15 |
| 2 Porter les objets connectés en tant que collectivité? | 19 |
| 2.1 Organisation des collectivités pour accueillir l'internet des objets | 19 |
| 2.2 Compétence des collectivités | 23 |
| 2.3 Internalisation ou délégation? | 26 |
| 3 La bonne échelle pour l'internet des objets | 28 |
| 3.1 L'échelle dépend du maillon considéré | 28 |
| 3.2 Extension ou entraînement des zones alentours | 32 |
| 4 Une vision stratégique de l'internet des objets | 36 |
| 4.1 L'internet des objets, un nouveau lien avec le citoyen | 36 |
| 4.2 L'internet des objets, un outil transversal pour le développement des territoires | 37 |
| 4.3 L'importance des indicateurs pour suivre l'impact réel de l'internet des objets | 39 |
| 4.4 L'internet des objets, un enjeu de gestion de la donnée | 41 |
| 4.5 Les collectivités, des acteurs pertinents pour le développement d'un internet des objets | 42 |
| 4.6 Bilan de la mise en place d'une stratégie de territoire par le développement d'un internet des objets | 43 |
| 5 Les technologies de l'internet des objets | 46 |
| 5.1 Comment se situer dans le panorama des solutions technologiques? | 46 |
| 5.2 Points d'attention | 51 |
| 5.3 Comment trouver de l'information à jour? | 51 |
| 5.4 Quels sont les manques en termes de technologie? | 53 |
| 6 Conclusion | 54 |

| | |
|--|-----------|
| Annexe Bibliographie | 55 |
| Annexe A Liste des personnes rencontrées | 56 |
| Annexe B Fiches-collectivités | 58 |
| Annexe C Sigles et abréviations utilisées | 83 |
| Annexe D Carnet de bord du GAAP | 84 |

Introduction

Il existe de nombreuses acceptions de l'Internet des objets – ou *Internet of Things (IoT)* en anglais – selon les acteurs. Une définition que nous pouvons retenir, car assez englobante, est celle proposée en 2012 par l'OCDE : « Objets qui communiquent activement au travers de réseaux filaires ou sans fil sans être des ordinateurs au sens traditionnel du terme et qui utilisent le réseau internet d'une manière ou d'une autre ». [1] Une précision ajoutée en 2018 [2] est que cette communication se fait de manière autonome, sans intervention humaine (ou très peu). Cela recouvre donc toutes les solutions de monitoring et de gestion numérique des territoires.

Ces solutions de villes connectées existent dans des services des grandes collectivités depuis longtemps, pour la gestion centralisée des feux tricolores, du stationnement ou encore sur le déploiement de réseaux d'initiative publiques (notamment en fibre), mais on observe aujourd'hui une explosion du développement de ces solutions dans l'ensemble des métropoles, ainsi que dans de nombreux autres territoires. Le sujet reste un sujet jeune pour les collectivités : le nombre d'objets connectés a été multiplié par 10 ces huit dernières années et la majorité des réseaux utilisés aujourd'hui n'existaient même pas avant 2012 [3]. Les collectivités se posent aujourd'hui de nombreuses questions face à ce nouvel enjeu qui les concerne directement.

C'est dans ce contexte que le centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) a commandé une étude sur l'appropriation de l'internet des objets par les collectivités. Leur objectif est de réaliser un guide à destination des collectivités afin d'être à même d'apporter des éléments de réponses à leurs questionnements. Cette étude a été réalisée par des étudiants des Écoles des Ponts et AgroParisTech, auditeurs du mastère spécialisé politiques et actions publiques pour le développement durable (MS PAPDD), à la suite d'une première étude réalisée en 2017 [4].

Pour écrire ce rapport, nous avons été à la rencontre des collectivités, des services de l'État et des industriels, afin de mieux comprendre leurs enjeux, leurs besoins et leurs questionnements. Le travail présenté ici fait la synthèse de ces rencontres. Nous avons tout d'abord repris les points les plus saillants qui sont ressortis de nos entretiens. Nous abordons dans un premier temps l'impact de l'arrivée de l'internet des objets sur les organisations des collectivités, le questionnement sur l'échelle pertinente pour ces solutions et leur expansion et le nécessaire rattachement non seulement à un besoin mais également à des enjeux de long terme pour asseoir la pertinence de la collectivité sur ces thématiques. Une dernière partie est consacrée à un panorama global des technologies et des points d'attention sur les objets connectés afin de permettre de comprendre les grandes catégories technologiques aujourd'hui disponibles et donner les ressources pour trouver de l'information pertinente sur le sujet. Enfin, le rapport étant commandité par le CEREMA, nous nous sommes à chaque étape interrogés sur les possibilités de positionnement des acteurs de l'État pour l'accompagnement des collectivités.

1 Panorama de l'internet des objets

Cette section aura pour objet d'introduire le sujet de l'internet des objets en présentant un état de l'art des différents écosystèmes autour de cette notion. Après avoir donné des éléments de définition, nous présenterons des panoramas des impulseurs de l'internet des objets, des différentes collectivités françaises qui se sont saisies du sujet, des usages qui en sont faits et des acteurs impliqués autour de ce concept en France.

1.1 Qu'est-ce que l'internet des objets ?

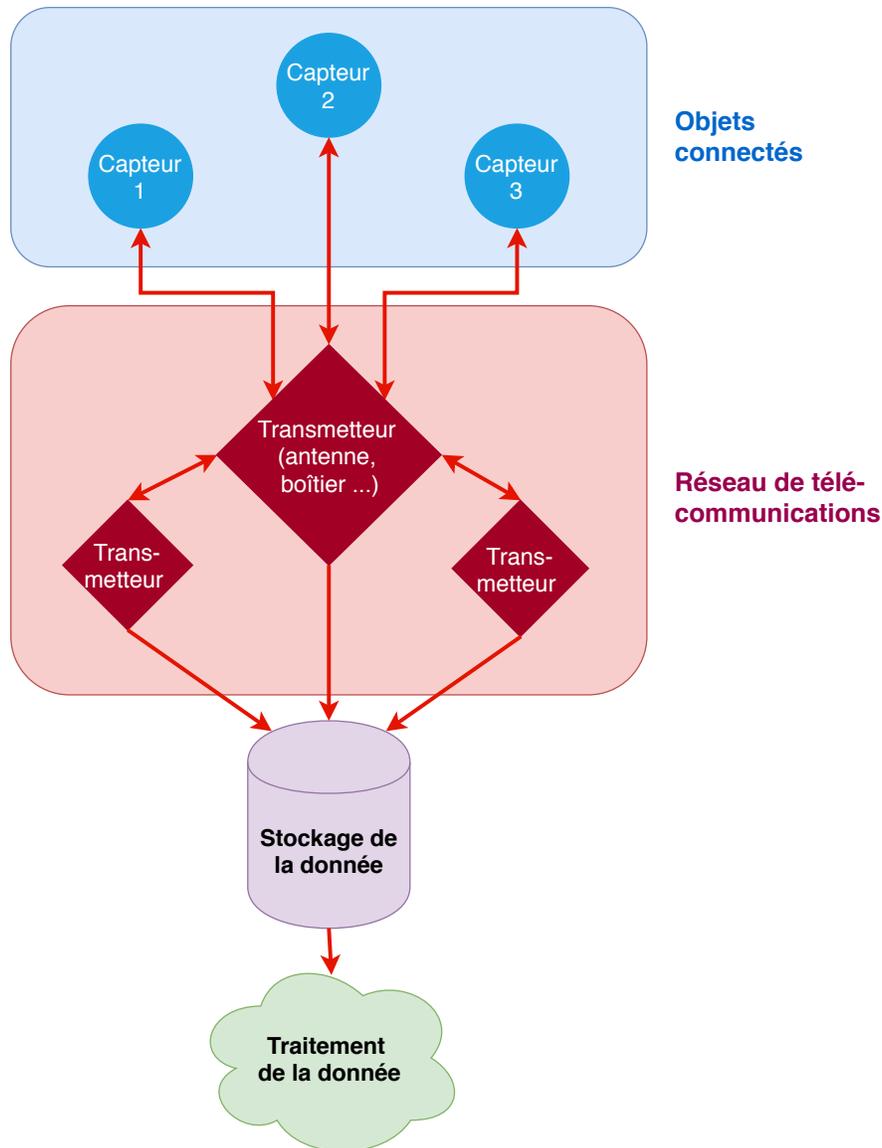


FIGURE 1 – La chaîne de l'internet des objets

Il existe de nombreuses définitions du concept d'internet des objets – en anglais *Internet of Things*, soit IoT – dans la littérature. L'Union Internationale des Télécommunications (UIT), par exemple, définit cette

notion comme « infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interoperables existantes ou en évolution ». De manière plus générale, le concept d'internet des objets est fortement lié à l'idée d'objets connectés pouvant communiquer entre eux, créant ainsi une passerelle entre le monde physique et le monde virtuel, avec des applications dans de nombreux domaines, allant de l'industrie à la domotique.

Concrètement, la notion regroupe les maillons suivants, intégrés dans une chaîne de circulation de l'information (voir Figure 1) :

- les **objets physiques** capables de produire de la donnée à partir de l'environnement via des capteurs ;
- le **réseau** de télécommunications permettant à l'information de circuler ;
- les plateformes qui permettent de recueillir et de **stocker les données** ;
- les moyens de **traitement et post-traitement de la donnée** – algorithmes de machine learning, plateformes de visualisation, applications smartphone...

Depuis la fin des années 2000, on assiste en France à un foisonnement autour de l'internet des objets et une véritable révolution numérique. Le développement des technologies offre en effet de nombreuses perspectives des plus intéressantes, pour le privé certes, mais également pour le public, notamment pour les collectivités. Le lien étroit avec la volonté de mettre en place des « territoires intelligents » est clair et les promesses de modernisation sont nombreuses, ce qui explique que nombre de collectivités cherchent à exploiter la multitude de nouvelles possibilités qui leurs sont offertes. Face à cette transition numérique évidente, il est intéressant de faire un point sur les origines de l'élément de rupture : quels ont été les impulseurs de l'internet des objets qui amené ce concept sur le devant de la scène ?

1.2 Les impulseurs

1.2.1 De l'internet des objets au territoire intelligent

Le concept de smart city est apparu à la fin des années 2000, d'abord aux États-Unis puis rapidement en France. L'idée principale était qu'il était possible de révolutionner la gestion de la ville en s'appuyant sur des réseaux de télécommunications et un foisonnement d'objets connectés dans la ville.

Cette notion, d'abord centrée sur la technologie, s'est ensuite progressivement élargie au développement durable et au développement concerté des territoires. Le terme de territoire intelligent reprend ainsi une vision plus large, englobant également les territoires ruraux, il consiste en une amélioration de la connaissance et de l'optimisation d'un territoire grâce à l'utilisation de services numériques et notamment d'objets connectés. Ils remontent de la donnée de l'ensemble du territoire, permettant ensuite d'en retirer de l'information et de mieux le gérer et d'améliorer ainsi le cadre de vie des citoyens. Cette initiative tend à impliquer le citoyen dans une démarche d'amélioration de la gestion d'un territoire plus durable et plus collaboratif grâce à l'utilisation d'innovations numériques et de télécommunications. L'internet des objets pour les territoires constitue donc un élément déterminant de l'émergence du territoire intelligent.

Le développement de cette démarche s'est notamment initié dans l'amélioration de la gestion des réseaux d'eau et d'électricité. En effet, dès le début des années 2010, les objets connectés ont été déployés sur le territoire français pour améliorer l'efficacité et la gestion de ces réseaux. On peut citer le déploiement de la télérelève des compteurs d'eau par exemple [5]. La gestion de la consommation en énergie et en eau est souvent, pour les collectivités, une voie d'entrée dans l'internet des objets, que ce soit pour ses propres bâtiments ou pour les délégations de service public auprès de grands opérateurs.

1.2.2 Le développement d'un écosystème français

À la suite de l'émergence de ce concept de territoire intelligent, l'État et les collectivités françaises ont voulu le mettre en pratique en se donnant les outils pour qu'un écosystème d'acteurs de la ville intelligente et

plus généralement de l'internet des objets se développe. L'objectif était de permettre l'émergence d'acteurs internationaux à la pointe de la technologie des objets connectés et faire de la France un acteur important sur le sujet.

Le concept de la French Tech est une des illustrations les plus marquantes de la volonté de rattraper les pays précurseurs d'internet et de l'informatique en développant un écosystème de start-ups, notamment sur les domaines les plus innovants du numérique. La French Tech est un label qui a été lancé en 2013 par le gouvernement français [6]. Son objectif est d'aider le développement de start-ups françaises autour du numérique en s'appuyant sur des métropoles innovantes, labellisées métropoles French Tech. L'objectif de cette démarche est de structurer le développement du numérique français pour faciliter son accompagnement et sa visibilité à l'international.

Pour ce faire, l'initiative French Tech s'appuie sur trois objectifs :

- La labellisation de métropoles où le développement d'un écosystème de start-ups innovantes est favorable. Il s'agit dans le cas présent de donner de la visibilité à ces métropoles et de les aider à se structurer en les incitant, via leurs candidatures au label, à penser leurs projets d'innovation sur leurs territoires.
- L'aide à l'investissement pour les start-ups privées. La Banque Publique d'Investissement dispose en effet d'un budget conséquent pour soutenir le développement d'accélérateur de start-ups. L'initiative s'appuie également sur l'aide plus directe aux start-ups notamment via la bourse French Tech qui leur permet d'amorcer leurs projets.
- Le développement de l'attractivité des start-ups françaises. Là encore, le label French Tech permet d'améliorer la visibilité des start-ups françaises à l'international.

Bien sûr, cette démarche ne concerne pas seulement le développement de l'internet des objets. Cependant, il permet d'avoir un cadre attractif pour l'ensemble des start-ups du numérique et donc également pour le développement des objets connectés. Comme nous le verrons par la suite, les collectivités qui souhaitent lancer leur projet IoT s'appuient souvent sur les solutions d'entreprises innovantes, qui ont pu émerger notamment grâce aux circonstances favorables que les territoires proposaient.

Par ailleurs, l'initiative French Tech comprend également le développement de 9 réseaux thématiques et notamment d'une thématique IoT Manufacturing. Là encore, l'objectif de cette démarche est de permettre au domaine de se structurer, de créer un écosystème favorable à son développement et d'améliorer la visibilité de chacun des neuf secteurs. En ce qui concerne la thématique IoT Manufacturing, il s'agit d'un réseau de 16 écosystèmes, dont 9 métropoles labellisées French Tech se coordonnent pour le développement de la thématique.

Le principe de labellisation de la démarche French Tech illustre ainsi parfaitement le positionnement des métropoles : elles se veulent les moteurs du développement des objets connectés. En effet, les métropoles, de par leurs budgets conséquents et leurs fortes compétences, se sont positionnées en pionnières du territoire intelligent, elles constituent la figure de proue de l'ensemble des collectivités se lançant dans l'internet des objets.

1.3 Panorama des collectivités

L'internet des objets dans les collectivités est un sujet très foisonnant et toutes les échelles de collectivités s'en parent. Nous avons ainsi pu rencontrer de nombreuses collectivités :

- des métropoles comme Paris, Toulouse, Bordeaux ou Rennes ;
- des communes comme Courbevoie, Limours et Plaine Commune ;
- des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) comme la communauté de communes Pays Haut Val d'Alzette ou la communauté d'agglomération de Nîmes ;
- des régions ou des départements comme La Réunion.

Nous avons également rencontré des syndicats mixtes comme le SIPPAREC (Syndicat intercommunal de la périphérie de Paris pour les énergies et les réseaux de communication) ou Manche Numérique ou des asso-

ciations de collectivités comme l'AVICCA (Association des villes et des collectivités pour les communications électroniques et l'audiovisuel). Ces syndicats sont en partie responsables du déploiement des infrastructures numériques dans leurs territoires et peuvent également servir de centrales d'achats de matériel numérique.

Notre étude est principalement fondée sur le retour d'expérience de différentes collectivités qui se sont lancées dans l'internet des objets. Ces retours d'expérience ont été récoltés lors d'entretiens semi-directifs et notre objectif n'était pas d'examiner un échantillon représentatif d'un point de vue statistique mais bien le plus diversifié possible pour comprendre les moteurs de décision des collectivités.

Selon leur taille et leurs objectifs, les collectivités ne vont pas adopter les mêmes stratégies de développement de l'internet des objets.

1.3.1 Les métropoles

Dotées des moyens budgétaires et humains les plus importants, les métropoles représentent la porte d'entrée la plus simple pour appréhender l'internet des objets dans les collectivités. En effet, ce sont elles qui ont commencé à expérimenter le plus tôt, soit par l'effet d'une volonté politique forte, soit par la présence d'un écosystème d'entreprises et d'instituts de recherche et de formation porteur. Par exemple, la métropole de Bordeaux, après avoir identifié le besoin d'un meilleur suivi des bouées de sauvetage le long de la Garonne (problèmes de vandalisme) a mis en place un partenariat entre une équipe de chercheurs d'une école d'ingénieurs et le service de la métropole en charge de la sécurité le long du fleuve pour développer des boîtiers à bouée connectés. De même, leur projet de chaudières connectées a été réalisé en lien avec une équipe du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et la direction générale de l'énergie de la métropole.

Ces métropoles ont eu les moyens de développer des compétences autour des objets connectés au sein de leur direction des systèmes d'information pour faire le lien entre les services « métiers » de la collectivité et des développeurs de solutions d'internet des objets. Ils développent parfois même, comme Bordeaux, Rennes et Paris, leurs propres serveurs pour garder la main sur leurs données. Un profil spécialisé sur les questions d'internet des objets peut émerger au sein de la DSI (exemple de Toulouse), soit être créé sous la forme d'un chargé de mission d'internet des objets (exemple de Bordeaux). Certaines métropoles comme Rennes et Paris font même le choix de créer une direction chargée de l'innovation et du numérique qui peut porter entre autres le sujet de l'internet des objets.

L'internet des objets est un sujet stratégique pour les métropoles car elles ont des problématiques importantes en termes d'économie de gestion du parc immobilier public, d'amélioration de la mobilité des usagers, de création des modalités permettant plus de participation de la part des citoyens. L'internet des objets en tant qu'élément de la « smart city » (ou ville intelligente) leur permet d'étendre leur rayonnement et d'augmenter leur attractivité envers les entreprises. Certaines villes intègrent même des réseaux de villes innovantes tels que « Sharing cities » de la Commission européenne dont fait partie la métropole de Bordeaux. Au niveau plus local, l'internet des objets est un moyen de rayonnement de la métropole sur les villes alentour et d'une intégration d'un outil commun au niveau d'un territoire plus vaste.

1.3.2 Les communes

De taille plus petite que les métropoles (à l'exception des grandes communes comme Paris qui se comporte comme une métropole), les communes ont souvent moins d'opportunités. Elles s'emparent néanmoins des défis de l'internet des objets pour répondre à leurs besoins. Dans un contexte de diminution de leur budget, elles cherchent à rationaliser leur action et leur utilisation énergétique pour pouvoir diminuer leurs dépenses et leurs coûts de fonctionnement. Pour elles, la rentabilité financière des projets est un point central.

Ayant parfois plus de difficultés à déployer les services techniques nécessaires à la mise en place d'un internet des objets et à la gestion des données elles-mêmes, les communes doivent régulièrement faire appel à des prestataires, soit en délégation de service public (DSP), soit en assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO). Un des défis pour garder la main sur le projet est de garantir la propriété des données par la commune,

c'est-à-dire exiger une transmission des données si elles sont demandées et une portabilité des données pour permettre des échanges entre différents prestataires, en particulier en cas de changement de contrat.

Pour pouvoir réaliser une veille technologique et répondre à leurs besoins, les communes font appel également à certains de leurs prestataires. Par exemple, la ville de Limours a créé le Living Lab pour permettre à de jeunes entreprises d'expérimenter leurs technologies en ville et de sélectionner les meilleures. Limours s'est alliée par ce biais à la start up O'cell [7] d'abord pour suivre la consommation de leurs quinze bâtiments communaux et les connecter (relevé des compteurs de gaz, d'eau et d'électricité) puis pour suivre les problèmes de crues et d'étiage du cours d'eau traversant la commune. Ce partenariat s'est ensuite maintenu pour mettre en place d'autres solutions innovantes et certains projets de la ville.

1.3.3 Les EPCI

Les EPCI s'emparent du sujet de l'internet des objets et leur approche va dépendre notamment de leur taille. Par exemple, l'intercommunalité de Nîmes va se rapprocher du fonctionnement d'une métropole avec des moyens internes relativement importants tandis que celle du Haut Val d'Alzette va plutôt se rapprocher de celle d'une commune avec peu de moyens. Les difficultés que rencontrent les EPCI proviennent en partie des problèmes de relations qui existent entre les intercommunalités et les communes elles-mêmes. Il est aussi difficile d'obtenir des financements, notamment pour les projets innovants comme l'investissement dans l'internet des objets. C'est alors qu'il devient important de faire de ce sujet un réel axe de développement transversal (développement économique, préservation de l'environnement, amélioration du bien-être du citoyen...), comme nous l'aborderons dans la section 4, notamment pour justifier l'obtention de financement.

La spécificité de certains EPCI est la ruralité de leur territoire. L'internet des objets ne s'arrête donc pas à la création d'une ville intelligente mais plutôt d'un territoire intelligent. Les défis et usages sont alors assez différents et la rentabilité financière du projet ne peut alors pas s'arrêter aux économies d'énergie liées à l'optimisation de l'utilisation des bâtiments publics grâce aux objets connectés.

1.3.4 Les régions et départements

Comme pour certains EPCI, les régions et les départements ne peuvent pas s'arrêter à l'usage de l'internet des objets dans le cadre d'une smart city mais doivent intégrer tout le territoire. Traditionnellement dans le numérique, les régions et les départements se contentent de l'installation du réseau selon leurs compétences. Ainsi, la plupart des acteurs rencontrés se concentrent pour le moment sur le déploiement de la fibre en laissant la question de son usage aux particuliers, aux entreprises et aux communes. Certains territoires comme celui de l'Ain commencent néanmoins à vouloir aller plus loin notamment autour des axes routiers départementaux et les questions de l'éclairage intelligent autour des routes (adaptation à la fréquentation pour baisser la consommation, relais wifi...).

Certaines régions plus isolées font le cas d'exceptions comme la région de la Réunion. En effet, ce territoire s'empare du sujet d'internet des objets de bout en bout et veut aller plus loin que le simple déploiement d'infrastructures. Il a pu s'appuyer sur le retour d'expérience de métropoles françaises pour mieux orienter son appropriation de cette technologie et a fondé son organisation sur le volontariat de certains membres qui se sont vus confier la définition des besoins, la veille du secteur et la prise de contact avec d'autres territoires plus avancés dans le sujet, le développement des solutions des objets connectés et de la recherche de partenaires fiables pour le développement d'un écosystème d'internet des objets pertinent et open data.

1.3.5 Les syndicats mixtes

Les syndicats mixtes les plus anciens ont d'abord été créés pour gérer la distribution d'électricité dans les communes, puis ont élargi leurs compétences. Certains sont notamment chargés de faciliter le déploiement de la fibre dans les zones peu denses (cas de Manche numérique) ou alors de mutualiser les achats en équipement

numérique ou énergétique de plusieurs communes (cas du SIPPAREC). Elles ne participent donc pas à première vue du développement de solutions précises de l'internet des objets.

Cependant, en étoffant leur « catalogue » d'achats, ces syndicats mixtes anticipent les besoins des communes et peuvent leur offrir des solutions quasiment clés en main, permettant au moins aux communes d'expérimenter. Cette interaction existe entre la commune de Courbevoie et le SIPPAREC. En effet, Courbevoie cherche à identifier la bonne technologie pour connecter ses places de stationnement et profite de la solution 3G fournie par le syndicat pour expérimenter, tout en profitant de ses tarifs avantageux sur la 3G.

Ainsi, même si ces syndicats peuvent disposer de leur propre pôle d'ingénierie de projets et ainsi développer des solutions numériques aux côtés des communes et des territoires en particulier en zones rurales, ils semblent avoir rarement le rôle d'installation de solutions d'internet des objets (ils n'ont pas forcément la bonne position pour cerner les besoins de chaque commune). Ils jouent cependant un rôle important dans la fourniture de technologies support de l'internet des objets pour les communes.

On peut donc dire que les collectivités s'emparent chacune à leur échelle des thématiques de l'internet des objets. Pour mieux comprendre les stratégies qu'elles mettent en place, il faut désormais s'intéresser à leurs usages de ces technologies.

1.4 Panorama des usages

Dans cette section, nous offrons un panorama des usages possibles de l'internet des objets pour une collectivité et les enjeux impliqués. Nous en avons identifiés quatre : réaliser des économies de fonctionnement, améliorer la qualité du service public, sensibiliser et faire participer le citoyen, contribuer au rayonnement du territoire. Le tout est synthétisé sous forme de schéma dans la Figure 2.

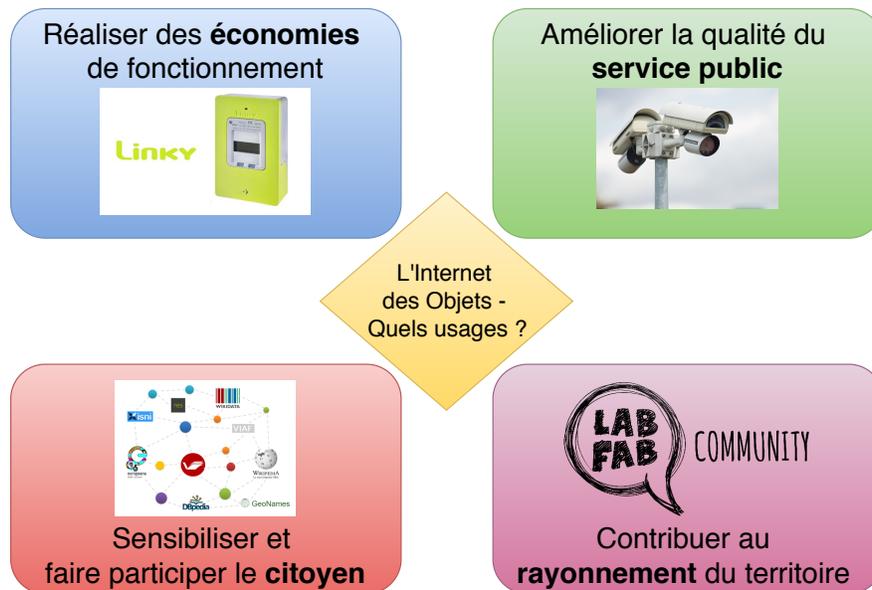


FIGURE 2 – Panorama des usages de l'internet des objets

1.4.1 Réaliser des économies de fonctionnement

Dans un contexte où la limitation du budget des collectivités vient se superposer à la décentralisation, l'enjeu que représentent les économies de fonctionnement est fort. L'utilisation adéquate d'objets connectés

permet l'allègement des dépenses de fonctionnement, et c'est tout à leur honneur – même si ces économies ne sont pas toujours faciles à évaluer comme nous le verrons en section 4.

Bordeaux : la lutte contre le vandalisme, puis les chaudières connectées La Métropole connaît un phénomène de vandalisme des bouées de secours fixées sur les quais le long de la Garonne, notamment dû aux touristes souhaitant ramener un « souvenir bordelais ». Depuis 2014, les bouées sont équipées de boîtiers connectés via un réseau Sigfox (voir section 5), qui sont capables de détecter les comportements anormaux avec les bouées. Ce projet a vu le jour grâce au chargé de mission SmartCity, placé directement sous l'autorité du Directeur Général de Bordeaux Métropole, qui a regroupé autour de ce projet le service de la voirie, la Direction Générale numérique et système d'informations, ainsi qu'une école d'ingénieurs.

L'année suivante, en 2015, les chaudières des bâtiments publics de Bordeaux ont été connectées avec des capteurs appartenant à la start-up 1M2M [8], qui devraient faciliter l'interopérabilité entre plusieurs types de réseaux. Le but de ce projet porté par la Direction Générale énergie avec l'appui d'une équipe du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) est de réaliser une économie de 30% des frais d'exploitation du chauffage public.

Toulouse et ses lampadaires intelligents Dans le nouveau quartier de Montaudran, ce sont en tout 600 candélabres qui sont dits « intelligents » : grâce à un capteur, la luminosité des ampoules s'adapte à l'usager de la route qui s'approche, que ce soit un piéton, un moyen de transport doux, ou une voiture. La communication est gérée par le prestataire de service, qui a fait le choix de la technologie Sigfox.

Courbevoie et le stationnement connecté Depuis l'été 2017, les services techniques de Courbevoie réalisent des tests sur 100 places de stationnement dans le quartier de Bécon afin de trouver la meilleure technologie pour avoir du stationnement connecté ; le but étant, entre autres, d'optimiser la verbalisation. Différentes solutions technologiques ont été expérimentées depuis. En 2018, une solution utilisant la technologie cellulaire a été expérimentée, avec la mise en place d'un boîtier 3G par rue et un câble relié à un capteur devant chaque place de stationnement. Face au coût important de cette solution (évalué à 1000 € par place connectée), des solutions à plus faible coût (évalué à 150 € par place connectée) utilisant un réseau LoRaWAN sont en cours de test. Le résultat n'est pour l'instant pas concluant car les capteurs n'ont pas eu une durée de vie suffisante, contrairement à ce qui était prévu théoriquement. Ils continuent d'effectuer des tests pour déterminer si ce dysfonctionnement est lié à un défaut d'usage ou de conception et ainsi voir s'ils pourront déployer ou non cette technologie. A partir de 2019, des solutions de remplacement comme les caméras devraient également être étudiées et mises à l'épreuve avec notamment des tests de comptage de véhicule avec la reconnaissance des catégories de voitures.

1.4.2 Améliorer la qualité du service public

Même si les économies financières ne sont pas toujours présentes ou bien visibles, les collectivités sont à même d'obtenir des bénéfices socio-économiques grâce à l'internet des objets. En effet, les objets connectés permettent souvent une amélioration considérable de la qualité de service public.

Limours : une multitude de capteurs pour des usages différents À Limours, les usages des capteurs connectés sont multiples. Par exemple, un capteur, fixé sous un pont, permet de suivre la hauteur d'eau, en envoyant régulièrement des ultrasons pour mesurer la distance qui le sépare de la surface de l'eau. Ce dispositif permet de détecter et suivre les montées rapides des eaux : le cas échéant, le capteur envoie une alerte et, en parallèle, la fréquence des mesures augmente. Cela permet d'anticiper en cas de débordement lors des crues ou des précipitations excessives.

Un autre usage est le suivi de la qualité de l'air dans les salles accueillant des jeunes enfants. Un capteur placé sur le mur mesure la composition de l'air (concentration en CO₂) et émet une lumière clignotante dont

la couleur représente la nécessité d'aération de salle pour apporter de l'air frais. Cela permet en particulier aux services techniques, qui ont les données sur le long terme, de détecter les problèmes de ventilation, dans le cas où une aération manuelle devient trop souvent nécessaire.

Toulouse et les parcmètres communicants Des puces GSM ont été insérées dans les parcmètres de la ville rose pour décompter le nombre de places disponibles sur un parking donné. En ayant cette information en temps réel, les usagers peuvent optimiser leur temps de recherche de stationnement.

Nîmes et la thématique de la sécurité Dans cette ville où existent des tensions liées à des problèmes de sécurité pendant la nuit et de délinquance, l'internet des objets est un outil pour répondre aux thématiques de sécurité avec une forte demande de la population. Ainsi ont été installées des caméras de vidéo-surveillance, suivies en temps réel, ainsi que des bornes d'accès connectées.

1.4.3 Sensibiliser et faire participer le citoyen

Avec l'avènement de l'internet des objets, il devient envisageable de donner un rôle nouveau au citoyen, plus actif, et de repenser sa place dans la communauté. Il est à la fois possible de le sensibiliser aux grandes thématiques, notamment environnementales, et de le faire participer activement à la vie communautaire.

Rennes et le Programme Ambassad'air Pour Rennes Métropole qui a créé le système des LabFabs, lieux ouverts d'expérimentation sur l'internet des objets, le numérique permet de rapprocher les problématiques des citoyens en leur faisant expérimenter et leur donnant accès aux données sur des cartes qui permettent une visualisation claire. C'est cette vision qui a été à l'origine du Programme Ambassad'air, projet financé par l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), qui vise à impliquer les citoyens dans la mesure de la pollution de l'air extérieur à Rennes.

Concrètement, pour réaliser une carte de pollution globale, chacun peut construire et installer chez lui un capteur qui mesure la qualité de l'air. Les capteurs, kits montables en une heure, sont compatibles avec la technologie LoRaWAN qui a été choisie pour sa facilité d'accès pour les utilisateurs néophytes. Ils sont mis à disposition avec des modules de communication LoRaWAN dans les LabFabs. L'objectif de la démarche est double : un maillage plus fin de la mesure permet certes d'améliorer la connaissance, mais le plus important est l'appropriation du sujet par chacun, afin d'obtenir un changement progressif dans les comportements, et éventuellement des propositions innovantes.

Bordeaux : sensibiliser sur les thématiques énergétiques À Bordeaux, pour sensibiliser le citoyen à l'économie d'énergie ou d'émission de carbone, des projets d'applications smartphone sont envisagés à partir des données relevées par ses capteurs connectés. L'intérêt de cette démarche est que les données mises à disposition sont mises en forme afin d'être les plus compréhensibles et pertinentes possibles.

Pays Haut Val d'Alzette et ses ateliers de co-construction Dans un contexte d'avènement local de l'internet des objets, la Communauté de Communes a mis en place des ateliers de co-construction auxquels participent le groupement Cap Gemini, Bouygues Énergies Services et Suez, des services de l'EPIC, des professionnels et des habitants du territoire. Le but de ces ateliers est de définir des usages et des propositions cadrées, en lien avec l'internet des objets, dans les champs de compétences de la Communauté de Communes – la mobilité, le développement économique, la biodiversité, la gestion des ordures ménagères, la santé, le maintien à domicile, l'éclairage public, etc. Ici, l'internet des objets est donc l'occasion de donner la parole au citoyen pour apporter sa pierre à l'édifice qu'est la communauté.

1.4.4 Contribuer au rayonnement du territoire

S'intéresser à l'internet des objets, favoriser son développement au sein d'un territoire ou en faire un usage particulier permet à une ville d'avoir un certain rayonnement, que ce soit au niveau régional, national ou même international.

Rennes reconnue par ses pairs grâce aux LabFabs Grâce à ses LabFabs, Rennes Métropole est à même d'échanger avec les autres structures de type FabLab dans le monde entier. Elle partage sa connaissance de la formation et de l'animation de ces structures d'innovation via des partenariats. En outre, elle ne s'impose pas en tant que leader mais a choisi d'incarner le rôle d'observateur avec qui on peut échanger, en adoptant une position d'attention et d'écoute. Son influence dans le domaine des innovations en termes d'internet des objets lui offre une renommée qui s'étend jusqu'au Vietnam, qui cherche sa place entre la Chine et les GAFAs, et avec qui elle a des échanges réguliers.

Limours, une image positive grâce à l'internet des objets Limours a mis en place un système de Living Lab, qui permet aux entreprises et aux start-ups de faire des expérimentations avec des objets connectés, lorsque la thématique est intéressante pour la collectivité. En particulier, Life Plus [9] expérimente actuellement auprès des personnes âgées avec une montre connectée, qui prévient les chutes et mesure les pulsations cardiaques entre autres. La démarche de Limours permet à la fois de faciliter le développement d'une solution de suivi de la santé des seniors et d'améliorer l'attractivité de la commune en montrant l'intérêt qu'elle porte à ses habitants.

1.5 Panorama des acteurs

L'internet des objets est un enjeu émergent dans notre monde numérique. De nombreuses collectivités ont décidé de s'en saisir mais de nombreux acteurs, qu'ils soient institutionnels ou privés se sont lancés dans le secteur. Cette partie propose de faire un petit tour d'horizon, qui, bien que ne pouvant prétendre à l'exhaustivité, souhaite donner une image du foisonnement du secteur. Un panorama graphique est proposé en Figure 3.

Nous commencerons par évoquer les collectivités qui ont choisi de se lancer dans une expérience d'internet des objets, puis nous verrons les lieux d'échanges et associations qui peuvent les rassembler sur le sujet. Nous élargirons ensuite aux organes de l'État qui se sont saisis de la question que ce soit pour un appui aux collectivités ou par leur fonction de régulateur. Enfin, nous parlerons du panorama côté industriel.

1.5.1 Les collectivités engagées sur la question

Comme nous l'avons vu dans la partie Panorama des collectivités, ces dernières sont très impliquées dans les réseaux d'objets connectés.

La liste exhaustive des collectivités engagées sur la question de l'internet des objets est impossible à établir. La plupart des grandes villes se sont saisies de la question depuis longtemps, parfois sans le nommer ainsi, par le biais de la vidéoprotection, de la gestion informatisée des feux tricolores ou encore des automates de stationnement. Un deuxième point d'entrée, qui concerne cette fois-ci les collectivités de toutes tailles, est la gestion des bâtiments publics, avec le monitoring des consommations (énergie, eau), ou encore le contrôle d'accès.

Il existe aujourd'hui dans le domaine de l'internet des objets tous types et toutes tailles de collectivités. On y retrouve la plupart des métropoles, beaucoup des communautés d'agglomération. Certaines communes s'en sont également saisies à leur propre échelle. Des départements se sont aussi parfois saisis de la question à leur échelle, de même que des régions. Parfois, les collectivités ont choisi de déléguer cette compétence ou de la co-gérer avec des structures de mutualisation, comme des syndicats mixtes, à des échelles variables.

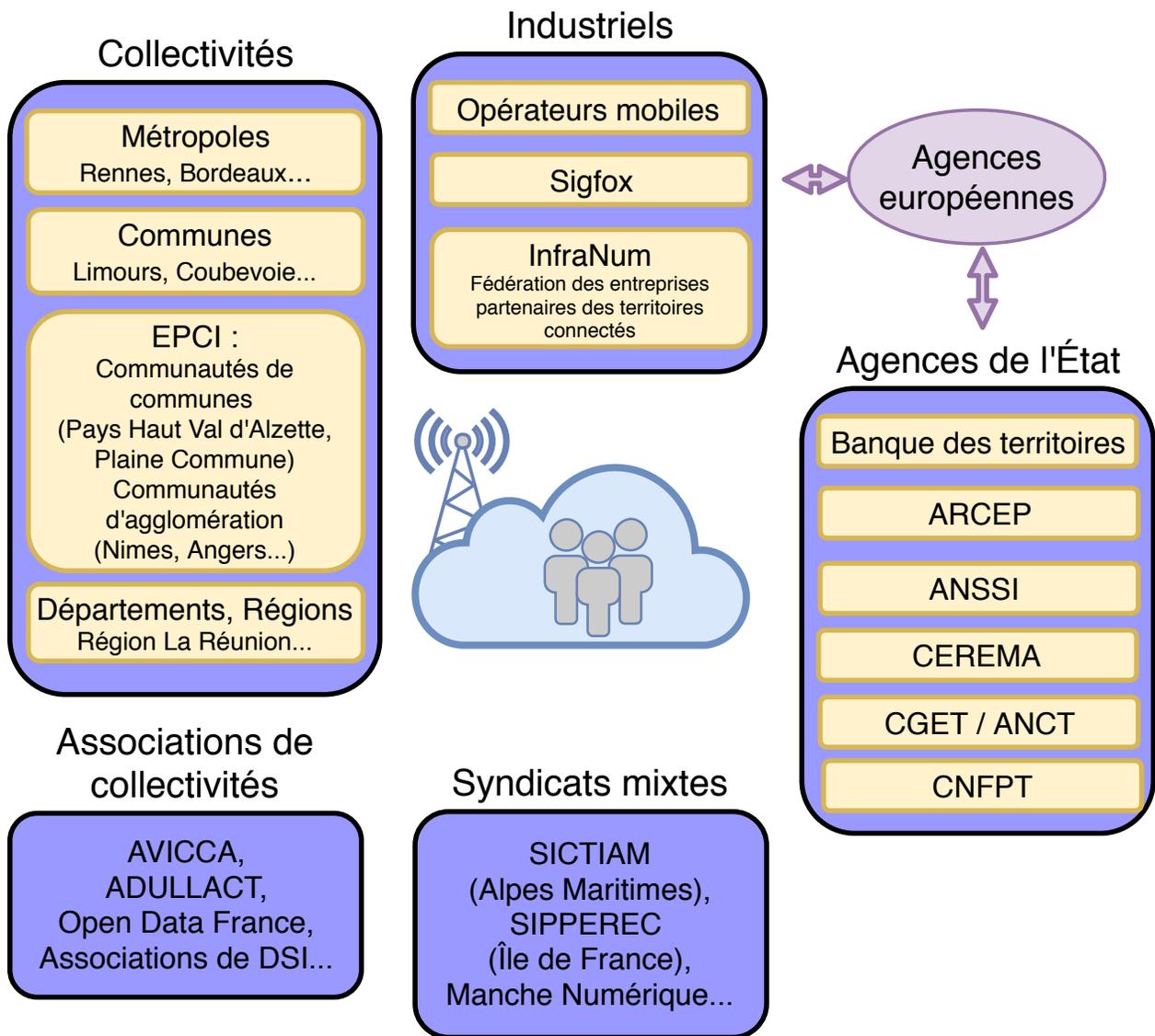


FIGURE 3 – Panorama des acteurs autour de l'internet des objets. Les sigles sont décrits dans les sections suivantes.

La Figure 3 donne quelques exemples, la Section 1.3 développe cette liste. Nous proposons également en Annexe B une liste de collectivités que nous avons rencontrées avec pour chacune une courte description (à nouveau pas exhaustive mais qui souhaite être représentative) de la manière dont elles appréhendent l'internet des objets.

1.5.2 Les associations et lieux d'échanges

De nombreuses collectivités étant impliquées dans le domaine du numérique et de l'internet des objets, vu que ce domaine est émergent, les collectivités se sont naturellement rassemblées pour avancer ensemble. Ces rassemblements peuvent se faire au travers d'espaces d'échanges autour des questions plus larges, notamment au sein des groupes d'échanges entre DSI de l'administration. Certaines associations sont plus spécialisées, comme l'AVICCA, l'Association des Villes et Collectivités pour les Communications électroniques et l'Audio-visuel qui s'est saisie de la question dès qu'elle a émergé. Il existe également des associations qui se sont créées autour de choix stratégiques, notamment dans les communautés libres, afin de partager des outils que chacun peut mettre en place chez lui comme l'ADULLACT ou Association des Développeurs et Utilisateurs de Logiciels Libres dans les Administrations et Collectivités Territoriales, les communautés LoRa (LoRa Alliance et communautés locales d'utilisateurs) ou encore l'association OpenDataFrance. De nombreuses collectivités sont également prêtes à s'entraider, ce qui crée des lieux informels d'échanges.

1.5.3 Les administrations ou agences de l'État

L'État a organisé certains services pour l'accueil de l'internet des objets, que ce soit sur des thématiques spécifiques comme la régulation ou sur l'aide aux collectivités.

Pour commencer par les organes qui prennent le problème sous un angle particulier, nous pouvons tout d'abord citer la très connue Banque des Territoires qui participe au financement de nombreux projets, et s'intéresse de près à tous les besoins émergents dont l'internet des objets. Du point de vue de la régulation, la plupart des technologies étant basées sur des échanges radio, l'ARCEP est impliquée, ne serait-ce que sur le plan de la répartition de l'usage des fréquences. Enfin, on peut citer l'ANSSI, puisque l'internet des objets pose des questions fondamentales de sécurité des échanges des données. Sur le traitement et la diffusion de ces données, c'est la CNIL qui prend ensuite la main.

Sur l'aide aux collectivités, on peut citer le CGET dont l'ambition est d'éviter qu'alors qu'on tente à l'horizon 2020-2022 de sortir de la fracture numérique de l'accès à internet, on ne recrée pas la même fracture sur les usages. Au travers de l'Agence nationale pour la cohésion des territoires à naître, le CGET envisage de faire de l'appui aux collectivités pour contrer cette nouvelle fracture naissante. Le CEREMA se pose également la question de réaliser de l'appui aux collectivités. Ce rapport cherche au gré de ses parties à identifier des manques et à imaginer des positionnements possibles pour ces nouveaux acteurs.

On pourra également mentionner que les instances européennes s'intéressent aussi à la question. Nous avons notamment échangé avec le BEREC, équivalent de l'ARCEP au niveau européen. Mais ces instances n'ont pas de contact direct avec les acteurs sur le territoire national, les représentants nationaux restant les interlocuteurs, tandis que les instances européennes permettent les échanges entre l'ensemble des représentations nationales, c'est pourquoi nous ne les mentionnerons pas d'avantage.

1.5.4 Les acteurs industriels

Pour finir, le domaine de l'internet des objets rassemble de nombreux acteurs privés et industriels. Dans le domaine de l'internet des objets, la France a sa start-up présentée comme modèle par la presse : Sigfox [10, 11], qui propose une solution de communication, que nous détaillons dans la Section 5. Plus généralement, tout une myriade de start-ups propose des objets connectés ou des solutions de communication.

Un certain nombre d'industriels importants sont également présents sur le marché. On peut commencer par

citer les opérateurs mobiles, qui étaient historiquement présents par les solutions de communication de type 2G/3G, qui se positionnent aujourd'hui sur l'internet des objets avec la 5G qui propose un plan spécifiquement adapté à cet usage, mais également en proposant grâce à leur panel de points hauts d'autres solutions de communication (comme des réseaux LoRaWAN) et au travers de leurs infrastructures informatiques des solutions de traitement de données. Des industriels spécialisés se positionnent sur le segment internet des objets de leur marché, on peut citer à titre d'exemple m2oCity qui propose des compteurs d'eau connectés, Véolia plus globalement pour la gestion des fluides (énergie, chauffage, eau) dans les bâtiments, ou encore les acteurs de la sécurité avec des solutions de monitoring d'accès et vidéoprotection (Atos par exemple). Enfin, on peut citer des géants de l'internet et de la donnée qui se positionnent également tels Amazon, CapGemini, IBM, etc.

Un certain nombre d'entreprises engagées dans le territoire connecté auprès des collectivités se sont rassemblées au sein d'InfraNum (anciennement la FIRIP) qui a notamment produit un guide sur l'internet des objets [12]. Ce guide et le site internet d'InfraNum peuvent permettre d'avoir un panorama des acteurs côté industriels et start-ups, qui soit plus spécifique des interlocuteurs des collectivités.

2 Porter les objets connectés en tant que collectivité ?

L'arrivée de l'internet des objets en collectivité bouleverse le fonctionnement des services et pose une question organisationnelle. En effet, de nombreux services peuvent être impactés : du service de gestion des ordures ménagères qui souhaite rationaliser ses tournées, au service de la voirie qui souhaite augmenter le taux de rotation du stationnement en passant par les services de police avec des systèmes de vidéosurveillance ou encore le service en charge des berges de la Garonne qui à Bordeaux cherche à se prémunir du vol de bouées de sauvetage.

Il y a donc une nécessité d'avoir une coordination entre les services, en particulier pour que les réseaux ne soient pas développés en parallèle, afin de ne pas gaspiller d'argent public. Néanmoins, les réseaux doivent être pensés en fonction des usages qu'ils auront à porter comme nous le verrons en partie 5. Il faut donc penser au sein de la collectivité une réelle stratégie de coopération entre les services.

Une fois ce contrat réalisé, il reste à choisir et mettre en place une organisation qui permette d'accueillir de la manière la plus pertinente possible l'internet des objets. L'organisation idéale dépendra de la collectivité, de l'avancée des services dans le domaine de l'internet des objets, de l'organisation déjà en place dans la collectivité, etc. C'est pourquoi il n'existe pas une unique bonne solution. Nous commencerons par dresser un portrait de ce que nous avons pu voir comme organisations mises en place, avec leurs avantages et inconvénients pour dresser un grossier panorama d'idées d'organisation. Ensuite, on se concentrera sur la problématique de la compétence nécessaire pour porter des projets d'internet des objets en tant que collectivité. Ces deux premières parties nous amèneront à discuter des types de contrat que l'on peut mettre en place en fonction des compétences et organisations mises en place.

2.1 Organisation des collectivités pour accueillir l'internet des objets

Nous proposons ici une série d'idées d'organisation, issues des entretiens que nous avons pu avoir avec des collectivités, en présentant les intérêts et les désavantages qui ont été identifiés par les structures qui les ont mises en place.

2.1.1 Création d'un service dédié

Une première solution, la plus radicale, est de créer un nouveau service en charge de la ville numérique, qui porte spécifiquement l'internet des objets. Ceci permet de créer un nouveau service transversal, où l'on rassemble la compétence sur le domaine pour être en appui aux services métiers pour la mise en place de solutions à base d'internet des objets lorsque le besoin s'en fait sentir. C'est la solution qui a été retenue par exemple à Rennes Métropole ou à la région La Réunion.

L'avantage d'une telle solution est de créer un service nouveau, qui est spécifiquement en charge de la question et qui peut se positionner réellement transversalement dès le départ. Ensuite, le degré de contrôle de ce service sur ce qui est développé dans la collectivité peut être ajusté. À Rennes par exemple, le service est plutôt présenté comme un support auquel on peut faire appel si le service qui envisage de développer une solution à base d'internet des objets en ressent le besoin. C'est un service d'appui qui peut être sollicité à la demande, mais sans obligation. C'est également le mode de fonctionnement que l'on observe à Paris, avec une grande liberté laissée aux services métiers. On peut aussi imaginer un contrôle plus strict avec un passage obligatoire par le service transversal pour valider les solutions voire réaliser la maîtrise d'ouvrage, ce qui donne un contrôle plus fort sur les projets développés. La position dans l'organigramme ne suffit donc pas à définir le rôle qui sera donné au service. Les deux systèmes présentent des avantages et des inconvénients : avec un système très libre, on prend le risque de développer des solutions parallèles dans les services, mais on libère d'avantage les services qui pourront plus facilement proposer des solutions et expérimenter, et donc proposer un développement plus rapide de l'internet des objets. A l'inverse, un système dans lequel le service transverse est un passage obligé permet de contrôler d'avantage les réalisations, d'arbitrer sur ce qui sera développé et de mieux contrôler la dépense. Néanmoins, cela réduit les possibilités d'innovation des services :

en effet, un tel service aura nécessairement à réaliser des arbitrages, notamment en raison du budget et des effectifs qui lui sont alloués. Après s'être vus refuser quelques projets, le risque est que les services soient moins enclins à porter leur propre modernisation.

2.1.2 Prise en main par la DSI

Un service transverse d'appui aux services métiers existe en général toujours dans les collectivités : c'est le service informatique, couramment dénommé DSI. Pour ne pas créer un nouveau service, on peut donner la compétence de l'internet des objets à ce service. C'est le choix qui a été fait à Toulouse Métropole, mais également dans une certaine mesure à Nîmes Métropole. Dans tous les cas, les DSI sont en général sollicitées, notamment sur les aspects gestion, traitement et stockage des données qui impliquent nécessairement des services informatiques. Lorsqu'il s'agit de gérer un grand parc d'objets connectés, des solutions de monitoring sont également nécessaires, et cette compétence est déjà présente au service informatique, notamment au travers de la gestion des postes informatiques.

Les inconvénients que les collectivités relèvent sur ce choix sont intimement liés aux avantages. Les DSI ont l'habitude de gérer de gros volumes, et donc d'uniformiser et d'industrialiser leurs processus, en répondant au besoin du plus grand nombre plutôt qu'au besoin de chacun. Nîmes Métropole a vu cela comme un atout permettant d'uniformiser la couverture sur l'ensemble de son territoire, une fois que les processus ont été bien définis à un endroit. Mais le domaine de l'internet des objets étant émergent, il faut souvent réaliser des expérimentations, faire plusieurs essais successifs à des échelles variables, et oser prendre un problème qui peut apparaître spécifique au début pour lancer la collectivité dans la ville connectée. Pour cela, certaines collectivités font le pari d'adapter les méthodes de travail de leur DSI, comme cela a été le cas pour la digitalisation des services à la région La Réunion, d'autres préfèrent conserver la DSI comme un service d'appui, et créer un service ad hoc.

Ceci dit, ces deux premiers points de vue ne s'excluent pas nécessairement, comme le montre très bien Nîmes Métropole. A Nîmes Métropole, la maîtrise d'ouvrage est portée par un service de coopération transverse, le service de la valorisation et de la relation aux usages, tandis que la DSI réalise les prestations. La transversalité est assurée, pour l'internet des objets mais également pour l'ensemble des autres besoins par un service idoine, et la DSI garde un rôle plus habituel de support en étant chargée de la mise en oeuvre des solutions IoT.

2.1.3 Autres organisations en interne ou avec des acteurs tiers

D'autres organisations sont également possibles, que ce soit avec des personnes internes ou externes à l'organisation. Nous détaillons ces possibilités dans cette partie. Une fois encore, ces solutions ne sont pas nécessairement incompatibles avec les solutions proposées plus haut.

Une personne identifiée dans l'organisation pour porter ces solutions Une première solution est de consacrer une personne identifiée au développement et au portage de ces solutions. Cela peut passer par un chargé de mission dédié à la ville intelligente comme on en trouve par exemple à Rennes ou à Bordeaux, qui est alors placé directement auprès du directeur général des services ou du président de la collectivité. L'écueil identifié est alors d'avoir un portage trop politisé, sur un sujet qui reste encore pour beaucoup de collectivités assez prospectif, et donc de long terme (échelles de temps dépassant le mandat électoral si on envisage un profond changement numérique et un vrai développement notamment d'infrastructures et de réseaux). Le risque est la récupération politique d'une appropriation de l'internet des objets par les collectivités pour ne réaliser que quelques changements de façade. L'avantage est en revanche qu'il peut y avoir une coordination au plus haut niveau, et un appui important du politique qui impulse une vraie dynamique à l'ensemble du territoire si cela fonctionne bien.

Autres personnes de l'organisation qui peuvent être impliquées D'autres personnes peuvent aussi être impliquées sur ce même mode, deux fonctions déjà présentes dans nombre de collectivités ont tout particulièrement la possibilité de jouer un rôle clé. Il s'agit tout d'abord du directeur général des services, dont l'appui est nécessaire pour développer des solutions transversales, et qui peut impulser la transformation numérique de l'organisation. La seconde est le Délégué à la protection des données (parfois nommé Data Protection Officer ou DPO), introduit dans un certain nombre d'organisations, qui peut également avoir un rôle moteur sur la numérisation des services, notamment au niveau de la génération de nouvelles données. Enfin, les services étant au coeur des transformations envisagées, il est possible d'imaginer, comme cela a été fait à la région La Réunion, des correspondants pour la transformation numérique qui auront été identifiés dans chaque service, sur base de volontariat.

Structures éphémères de l'organisation Une autre solution, très adaptée pour les premiers projets ou les organisations qui n'ont pas encore les moyens à consacrer à l'édification d'un service, ou encore pour mobiliser en complément d'un service formé les personnes les plus impliquées sur un projet donné, est de monter des comités de pilotage pour porter chaque projet. Ces comités associent à la fois le service métier qui porte la solution, mais également les services support (DSI, Direction générale des services, ressources humaines, d'autres services impactés...). L'intérêt de cette solution est qu'elle permet de mettre autour de la table les acteurs les plus pertinents. Si cette solution est répétée régulièrement il peut être intéressant d'identifier une personne ou un service en charge de la gestion transversale notamment pour conserver les retours d'expérience et capitaliser sur ce qui déjà été fait dans d'autres projets.

Organisation avec des acteurs tiers Lorsque les compétences et les ressources humaines ne sont pas suffisantes au sein de la collectivité, une solution est de rechercher cette compétence et la main d'oeuvre en dehors de la collectivité. La solution la plus évidente est alors de faire appel à une assistance à maîtrise d'ouvrage, qui pourra guider les choix et aider au portage des projets choisis. Le risque est alors pour la collectivité de se faire accaparer la valeur et les choix stratégiques par l'entreprise qui récupérera le marché, c'est ce que nous discutons en Section 2.2 et 2.3. Une autre solution, plus originale, est de recourir au contrat d'innovation. C'est la solution notamment retenue par la communauté de communes Pays Haut Val d'Alzette. Dans le cadre de ce contrat, ils ont amené leurs besoins et développeront avec le titulaire du contrat, qui fournit les équipes projet, les solutions dont la collectivité a besoin.

2.1.4 Transfert ou mutualisation avec des échelles supérieures

Enfin, une dernière solution est la mutualisation à une échelle supérieure. Le plus simple est la délégation de la compétence à un EPCI pour une commune. Mais un certain nombre de collectivités se sont déjà rassemblées au sein de syndicats mixtes auxquels ils ont délégué cette compétence. Nous avons rencontré le syndicat Manche Numérique (la totalité des communes de la Manche), ou encore le SIPPAREC (en Île-de-France) mais il en existe également dans l'Ain, les Alpes Maritimes, etc. Ce type de structure permet de mutualiser les ressources humaines et les compétences et également de proposer des centrales d'achats qui permettent à chacun de leur membre d'éviter les procédures d'appel d'offres. Une mutualisation peut également s'effectuer au niveau du département ou de la région pour des projets d'infrastructures ou de partage de données à plus grande échelle. Enfin, il existe aussi des moyens de coopération moins formels, qui peuvent notamment consister en l'échange de solutions entre collectivités qui ont des besoins similaires. On peut citer dans ce registre l'ADULLACT¹, l'association Opendata France² ou encore l'AVICCA³.

1. l'ADULLACT (Association des Développeurs et Utilisateurs de Logiciels Libres dans les Administrations et Collectivités Territoriales, www.adullact.org) a pour objectifs de soutenir et coordonner l'action des Administrations et Collectivités territoriales dans le but de promouvoir, développer et maintenir un patrimoine de logiciels libres utiles aux missions de service public

2. Association regroupant et soutenant les collectivités engagées activement dans une démarche d'ouverture des données publiques, opendatafrance.net

3. Association des Villes et Collectivités pour les Communications électroniques et l'Audiovisuel, www.avicca.org

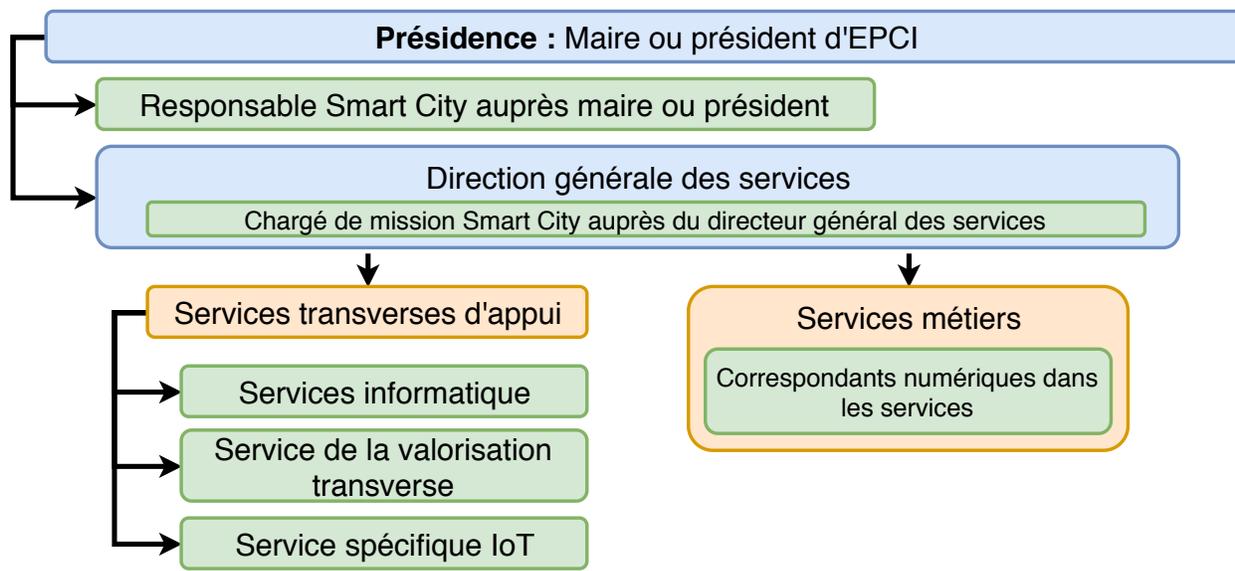


FIGURE 4 – Schéma d’organisation classique d’une collectivité, avec des idées de points d’entrée pour le portage de politiques relatives à la numérisation des services et à l’internet des objets. Les divers points proposés ne s’excluent pas mutuellement.

2.1.5 Un nécessaire accompagnement social

Comme toute transformation des organisations, elles doivent être accompagnées du point de vue social. Les agents des collectivités, qui n’ont pas nécessairement la formation adéquate peuvent être perdus face à ces nouveaux enjeux émergents. Un accompagnement RH est donc primordial. Mais c’est d’autant plus le cas sur la question de l’internet des objets que les équipes peuvent se sentir dévalorisées et supplantées par des objets connectés. Pour ne citer qu’un exemple, prenons le cas des poubelles connectés, qui transmettent leur taux de remplissage pour optimiser les tournées. Le chef de service, qui avait auparavant le pouvoir de décider des tournées et d’organiser son équipe se voit imposer par les retours des objets connectés les tournées pour son équipe, et voit donc son pouvoir et une partie de la raison d’être de son poste accaparés par les objets. Il faut donc veiller aux impacts que peuvent avoir le développement de ces nouvelles technologies et accompagner les transitions de rôle de chacun.

Du point de vue externe, un accompagnement est également nécessaire, c’est l’inclusion qui a été inscrite dans la loi pour une république numérique. Si la collectivité développe des outils numériques, il faut que ses administrés puissent s’en servir. Nous traitons de cette question plus particulièrement en Section 4.1.2.

2.1.6 Bilan : de multiples possibilités dans l’organisation

La Figure 4 propose de récapituler les différentes possibilités pour accueillir l’internet des objets au sein d’une collectivité. Il recense les différentes possibilités d’organisation pour accueillir l’internet des objets au sein d’une collectivité. Aucune solution n’est exclusive d’une autre, le schéma ne se veut pas non plus exhaustif, il s’agit simplement d’un panorama d’idées destiné à inspirer les personnes qui se poseront des questions sur le portage des politiques numériques dans les collectivités (ou d’autres structures similaires).

2.2 Compétence des collectivités

2.2.1 La nécessité de compétence interne

Le domaine de l'internet des objets est un domaine à forte composante technique. Le risque pour une collectivité est que la valeur soit accaparée par de grandes entreprises qui possèdent la connaissance technique, ou bien que la collectivité démunie face à ce domaine, fasse entière confiance à un prestataire privé pour gérer sa ville. Ceci pose deux questions : tout d'abord, le risque de la perte de contrôle sur certaines parties de la ville, et la nécessité de veiller à ce que les solutions portées par la ville soient toujours au service des valeurs de la République et de la municipalité. L'autre question est celle de la fin du contrat : si la gestion est entièrement déléguée, la ville n'aura pas eu l'occasion durant le contrat d'apprendre la gestion de ce type de solution et risque de se retrouver liée à un prestataire du fait du contrôle de l'infrastructure, qu'elle soit physique ou logicielle.

Il apparaît donc nécessaire que la collectivité qui souhaite contractualiser sur un sujet comme l'internet des objets ait quelques compétences en interne, avant de contractualiser, pour être capable de déceler les points d'attention les plus saillants et de faire les choix les plus engageants. Les collectivités les plus avancées sur les questions d'internet des objets ont toutes formé leurs équipes ou recruté des spécialistes à l'extérieur (que ce soit à Rennes Métropole, Bordeaux, Nîmes, Nice, etc.). La majorité de ces collectivités considèrent qu'il vaut mieux lorsque cela est possible, c'est à dire si on exclut les technologies les plus avant-gardistes, faire soi-même les choix fondamentaux et ne lancer les appels d'offre que lorsque les contours de la solution à retenir sont déjà identifiés.

Il est évident que pour la majorité des collectivités, il est difficile d'envisager d'avoir un expert de ces solutions d'internet des objets en interne. C'est pourquoi nous développons dans les deux parties suivantes trois approches, par ailleurs complémentaires, qui sont de recourir à une AMO (assistance à maîtrise d'ouvrage), des structures externes qui peuvent venir en appui, notamment au sein de l'État, ou encore, ce qui concerne cette fois-ci toutes les collectivités, des lieux d'échange pour partager les expériences de chacun.

2.2.2 Récupérer de la compétence par une AMO

Une première solution lorsque la compétence n'est pas disponible en interne est de faire appel à une AMO (assistance à maîtrise d'ouvrage). Le risque est que l'entreprise qui obtient l'AMO oriente ensuite la réalisation sur les solutions qu'elle peut elle-même proposer, ou qui peuvent lui rapporter d'une manière ou d'une autre. Il existe néanmoins des entreprises qui proposent uniquement des AMO et peuvent être moins influencées et plus proches des collectivités que des géants du domaine.

2.2.3 Formation des personnels

Une solution pour obtenir des compétences en interne est le recrutement de personnes qualifiées. Mais dans un contexte de réduction des effectifs et de mutation des métiers, la possibilité de formation est plus pertinente pour beaucoup de collectivités. Les collectivités territoriales ont pour cela un organisme de formation identifié, le CNFPT⁴. Le CNFPT propose un certain nombre de formations en lien avec les nouvelles technologies et peut également monter des formations en fonction des demandes des collectivités si un besoin suffisamment important est identifié.

Néanmoins, le domaine de l'internet des objets est un domaine très technique, et émergent. Les solutions ne sont donc pas pour l'heure des solutions clé en main mais doivent être adaptées au contexte de la collectivité et changent très rapidement avec l'évolution des technologies. Il est donc nécessaire d'avoir des personnes spécialistes du domaine pour gérer ces formations. L'idéal serait à la fois d'associer des membres de collectivités qui ont déjà porté des projets d'internet des objets pour profiter du retour d'expérience et des

4. CNFPT : Centre national de la fonction publique territoriale, accompagne les collectivités territoriales et leurs agents dans leur mission de service public, notamment en assurant la formation des agents de la fonction publique territoriale

professionnels du domaine qui ont une vision prospective de plus long terme pour identifier les investissements d'avenir.

La CNFPT a l'avantage d'un lien fort avec les collectivités, mais une organisation très déconcentrée, qui n'est peut-être pas la plus adaptée à ce type de besoin de formation aujourd'hui. Des associations de collectivités sont intéressantes à impliquer dans les processus de formation pour conserver le retour d'expérience des collectivités qui se sont lancées sur le sujet, mais l'organisation de tout un programme de formation semble trop lourd pour de simples organisations de coopération entre collectivités. Dans tous les cas, ces associations permettent de rencontrer des collectivités qui partagent facilement leurs retours d'expérience, ce que nous discutons en Section 2.2.5. D'autres établissements publics plus proches de la technique, et assurant une veille, pourraient être associés à ces formations. L'ARCEP n'a pas pour l'instant de liens très privilégiés avec les collectivités, mais ils ont une vision de plus long terme en particulier sur les aspects réseaux. L'ANSSI pourrait être associée à ces formations, les enjeux de sécurité étant centraux sur l'internet des objets. Enfin, le CEREMA a une culture d'échange avec les collectivités et est un centre d'expertise, il pourrait également être imaginé comme un porteur de ce type de formations. Bien évidemment, aucun acteur n'est exclusif des autres. L'enjeu sur ce type de projet est en effet de rassembler le plus possible les acteurs les plus pertinents.

Des formations sont également proposées par des organismes spécialisés en formation sur les nouvelles technologies, mais cette option est d'avantage tournée vers les besoins des entreprises plus que vers les besoins assez spécifique des collectivités qui peuvent se poser la question de mise en place de réseaux et de lien avec les citoyens. Une autre gamme de formation est proposée par les entreprises qui fournissent ou mettent en oeuvre les solutions d'internet des objets (Capgemini, Orange, etc.). Ces formations présentent sans doute un fort intérêt une fois que la solution industrielle a été choisie mais risque d'introduire des biais si les personnels sont formés directement par un industriel.

2.2.4 Les structures d'appui : un manque à combler ?

Une solution pour les communes qui n'ont pas les compétences suffisantes pourrait également être de demander l'appui de structures nationales d'État qui pourrait les guider dans la phase de définition de leurs besoins, jusqu'à l'appel d'offre et la mise en place. Sans se substituer à la collectivité pour la mise en oeuvre, ni même pour ses choix stratégiques, cette structure pourrait aider les collectivités dans leurs études préliminaires et la rédaction de l'appel d'offre ainsi que pour le suivi de la mise en place si besoin est. Cette solution évite les potentiels risques d'une AMO extérieure en apportant, par le biais d'une structure d'État, la garantie que les intérêts des collectivités et l'intérêt général seront au coeur des solutions retenues, qu'elles permettront à la collectivité de garder pleinement la main sur son territoire et sur la valeur créée par la digitalisation du territoire (données et usage des données).

Une première idée d'une telle structure est l'Agence Nationale de la Cohésion des Territoires, annoncée en Juillet dernier. L'idée générale est de proposer des prestations d'assistance à maîtrise d'ouvrage d'État aux communes qui n'en ont pas les moyens. La loi est en cours d'adoption, mais la structure ne sera opérationnelle qu'une fois dotée de moyens à l'issue de la loi de finances 2019, donc pour le début de l'année 2020, en considérant que le calendrier parlementaire ne subisse pas de glissement excessif et que la loi ne subisse pas un trop grand nombre de navettes.

Néanmoins cette structure n'est pas spécialement dédiée à la question de l'internet des objets et devra certainement traiter de nombreux domaines, selon la loi qui sera adoptée. Il faudra que cette structure s'allie avec d'autres services de l'état pour être pertinente sur ces sujets. Seul le développement de cette nouvelle organisation dira la capacité d'aide qu'elle peut avoir pour les collectivités. C'est un projet qui doit être suivi par les services de l'état. Dans le cas où cette structure ne serait pas suffisamment pertinente ou ne comblerait pas les attentes, cela restera une attente qui devra être comblée par d'autres établissements publics, pour ne pas laisser la majorité des collectivités en retard. Le CEREMA qui a l'habitude de l'appui aux collectivités pourrait être une solution.

2.2.5 Le choix du libre et autres lieux d'échanges

Le choix du libre : un choix important Une question très fortement liée aux lieux d'échanges auxquels on aura accès est la question de l'ouverture que l'on souhaite donner aux projets que l'on porte soi-même. L'avantage de choisir de se placer résolument dans le contexte du logiciel libre, c'est que l'on peut facilement disposer de retours d'expériences et des développements réalisés dans d'autres collectivités. Les collectivités qui ont fait ce choix sont en général très ouvertes pour partager leurs acquis et accompagner les nouvelles collectivités qui voudraient se lancer. Par ailleurs, du point de vue de la rationalisation de l'usage de l'argent public, cette solution semble avoir sa pertinence. En effet, lorsqu'une collectivité développe ou adapte un logiciel ou un objet connecté, elle peut alors le partager librement avec toutes les autres collectivités qui auraient le même besoin, ce qui évite de dépenser autant de licences voire autant de développement de solutions qu'il y a de collectivité sur le territoire.

Le libre est beaucoup moins cher, et pour cause il est généralement gratuit, mais il peut demander plus de temps et plus de travail aux équipes en interne pour adapter la solution aux besoins de la collectivité, ce qui dans un contexte de réduction des effectifs n'est pas toujours facile à choisir pour les services. En comparaison, une entreprise qui répondra à un appel d'offre pourra proposer une solution qui sera directement adaptée au contexte spécifique de la collectivité pour peu que l'appel d'offre ait correctement inclus ce contexte.

La solution idéale serait peut-être d'organiser la coopération autour du logiciel libre afin de répartir entre les collectivités la charge des adaptations pour coller au contexte et aux besoins des collectivités et néanmoins ne pas payer à nouveau le coût de la solution lorsque le même besoin apparaît dans une autre collectivité. C'est l'idée que porte le gouvernement depuis la Circulaire numéro 5608-SG du 19 septembre 2012. Néanmoins, il est nécessaire d'organiser cela à l'échelle des collectivités. C'est notamment ce que propose le projet ADULLACT : l'Association des Développeurs et Utilisateurs de Logiciels Libres dans les Administrations et Collectivités Territoriales. Elle a pour objectifs de soutenir et coordonner l'action des Administrations et Collectivités territoriales dans le but de promouvoir, développer et maintenir un patrimoine de logiciels libres utiles aux missions de service public. Chaque collectivité qui ressent un besoin peut se manifester auprès de l'association, qui la mettra en relation avec les autres collectivités qui font face au même besoin. La contrepartie demandée est que lorsque la collectivité décide de réaliser ou faire réaliser le projet, elle doit le faire sous un format libre afin qu'elle puisse le partager avec les autres collectivités intéressées. Cela permet à la fois les co-réalisations qui permettent aux collectivités les plus petites d'entrer dans le domaine et de ne pas gaspiller d'argent public en permettant le partage de la solution aux collectivités qui rencontrent la même problématique. Ces axes gagneraient à être fortement développés. Au sein du CGET, des personnes réfléchissent à l'inclusion de ces principes dans l'aide que l'état pourrait apporter aux collectivités. Il semble en tout cas nécessaire d'organiser d'avantage cette subsidiarité entre les collectivités et l'ancrer d'avantage dans la culture de nos institutions, et ne pas se contenter de la bonne volonté de quelques collectivités.

Le choix de recourir à des solutions non-libres n'est pas pour autant un mauvais choix. Le tout est de le faire en connaissance de cause. Lorsque le contexte est très spécifique à une collectivité, que la solution ne pourra être partagée qu'avec de grandes modifications, que la solution du marché est beaucoup plus avancée que celle du monde libre ou encore qu'il y a une contrainte de déploiement rapide, ce choix est souvent le plus adapté.

En revanche, le choix du libre ouvre un certain nombre de possibilités d'échanges au sein d'associations comme l'ADULLACT, mais aussi les communautés libres autour de technologies ouvertes comme le LoRa, etc. Ceci peut faciliter l'entrée de la collectivité dans le domaine, comme le montre l'exemple de la région La Réunion, qui en se tournant résolument vers le libre, a pu profiter de l'accompagnement d'autres collectivités via les réseaux d'échanges, et se faire ainsi conseiller par un certain nombre de grandes métropoles plus avancées sur le domaine.

Autres lieux d'échanges entre collectivités Dans un contexte d'évolution rapide des technologies, une structure de veille est nécessaire. Les collectivités les plus conséquentes (métropoles) auront les moyens d'y dédier un personnel voire un petit service. Cela ne peut pas être le cas de l'ensemble des collectivités et

l'efficience de l'État voudrait qu'au moins une partie soit d'avantage mutualisée. Par ailleurs, le partage des retours d'expérience est important pour s'orienter dans un domaine mouvant et émergent. C'est ce que proposent un certain nombre d'associations de collectivités, notamment l'AVICCA, qui regroupant un nombre très important de collectivités sur la question du numérique, favorise les échanges entre collectivités et permet aux collectivités qui souhaitent se lancer dans l'internet des objets de trouver des accompagnements auprès d'autres plus avancées. On peut également citer les réseaux de services informatiques des collectivités qui commencent à se saisir de la question, et qui restent de toute manière un lieu d'échange informel important et de partage de connaissances. Lorsqu'il a été fait le choix du libre, de nombreuses communautés et collectivités peuvent également apporter leur aide ainsi que des associations spécifiques comme l'ADULLACT ou encore OpenData France. Des communautés se créent également autour de l'usage de technologies, comme les communautés LoRa. De nouvelles structures étatiques qui prendraient en charge le domaine (que ce soit l'ANCT ou le CEREMA ou encore une autre structure) pourraient également réfléchir à l'animation de communautés de collectivités, notamment autour de l'inclusion de collectivités de tailles variées.

2.3 Internalisation ou délégation ?

Une question fondamentale pour les collectivités est de savoir si elles doivent porter en elle-même les évolutions des pratiques de la ville et la digitalisation des pratiques ou laisser les citoyens s'en saisir au travers de groupements de citoyens (associations, fablabs voire budgets participatifs) ou encore laisser les entreprises privées se développer sur ce créneau. La réponse à cette question n'est pas simple.

D'une part, si la collectivité ne se saisit pas des sujets, la valeur va être accaparée par des industriels, qui n'auront pas nécessairement la même finalité. Pour ne donner qu'un exemple marquant, si les citoyens n'utilisent plus que les outils Google (ou dérivés, Waze par exemple) pour choisir leurs déplacements (qu'ils se fassent à pied, en voiture ou en transports en commun), la collectivité perd la main sur la gestion de son territoire, puisque les choix d'optimisations sont ceux qui sont implémentés dans les algorithmes de Google. De nombreuses villes périphériques des métropoles voient ainsi les usages de leur voirie fortement impactés par ces outils. C'est notamment ce que cherche à contrecarrer le Grand Lyon avec son application mobile Optymod'Lyon. Au delà de cet exemple, les risques sont multiples sur les compétences de la ville. A l'inverse une collectivité ne peut pas et n'a pas vocation à contrôler l'ensemble des activités sur son territoire, elle doit même pour développer son économie et son attractivité laisser ouvertes des parts de marché pour des entreprises privées. Les citoyens doivent également pouvoir être mobilisés dans une démarche d'inclusion, afin de réduire la fracture numérique.

Une première piste de réponse est donc de se pencher sur l'impact de ces choix, pour tenter de déceler les sujets où les enjeux sont les plus forts sur les compétences de la collectivité, c'est ce qui est débattu en Section 4. Les autres grands axes de choix sont détaillés ci-dessous :

2.3.1 Les capacités de la collectivité et la DSP

Lorsque la collectivité a les moyens humains et financiers de porter elle-même le projet, sur des thématiques émergentes, il est préférable que la collectivité porte elle-même le risque des expérimentations. En revanche, lorsque la collectivité n'a pas les moyens humains de porter elle-même les projets, un choix possible est la prise en charge par le secteur privé sous contrat avec la collectivité. La difficulté est alors d'établir l'équilibre des rôles entre le partenaire et la collectivité. Les contrats doivent absolument prévoir que la propriété des données produites revient entièrement à la collectivité⁵. Une attention doit également être portée à la standardisation des données et des infrastructures choisies pour qu'elles puissent être éventuellement reprises par un autre prestataire.

Ce format n'est néanmoins pas très adapté à l'expérimentation, souvent présente dans les projets d'internet des objets. Il existe alors la possibilité de conclure un partenariat d'innovation qui comprendra la phase de développement, la phase d'expérimentation puis l'implémentation à grande échelle en trois étapes.

5. Les clauses proposées notamment par Opendata France peuvent être utiles : www.opendatafrance.net/ressources

Il reste néanmoins un vide juridique soulevé par plusieurs collectivités : le cas où la solution envisagée n'est pas à proprement parler innovante. L'expérimentation peut facilement être portée par la collectivité mais lors du passage à l'échelle, s'il y a marché public, le marché peut être remporté par un acteur qui n'est pas celui qui a porté l'expérimentation, rendant cette dernière caduque. C'est cette fois-ci plutôt le pouvoir législatif qui a la main et non l'administration, mais on pourrait imaginer un nouveau type de contrat, semblable au contrat d'innovation, qui ne comprenne pas la phase d'innovation mais uniquement les phases d'expérimentation et de déploiement, que l'on pourrait nommer le contrat d'expérimentation.

2.3.2 Garder la main sur certains maillons

La collectivité peut également choisir de garder la main uniquement sur certains maillons de la chaîne de l'internet des objets plus faciles à contrôler, nous rejoignons alors les discussions de la Section 3.1.

Sur les données, en choisissant certaines licences sur l'utilisation des données de la collectivité, on peut éviter l'accaparement de la valeur par de grandes multinationales sans empêcher le développement plus local de solutions par de plus petites entreprises ou par des citoyens. On peut citer, à titre d'exemple, qu'éviter les licences Creative Commons au profit de licences comme ODbL (Open Database Licence), qui demandent la réversion des données après traitement par des algorithmes, tend à éloigner les plus gros acteurs du domaine sans empêcher une réelle réutilisation des données et une stimulation de l'économie locale. Ainsi les couches de données peuvent facilement être reprises en main par les collectivités à l'aide d'outils juridiques.

Les réseaux peuvent également présenter un intérêt pour les collectivités lorsque les technologies sous-jacentes sont suffisamment matures. La maîtrise du réseau présente l'avantage d'une plus grande efficacité, ce maillon pouvant être réutilisée ensuite pour tout un ensemble d'usages, qu'ils soient liés à la ville connectée ou pas. La maîtrise du réseau évite également la redondance que l'on peut avoir lorsque chaque prestataire développe sa propre solution de transport de la donnée. Les collectivités que nous avons rencontrées et qui ont très tôt développé leurs réseaux, notamment en fibre optique, comme Rennes ou Nîmes, profitent aujourd'hui de cet acquis pour développer d'autant plus facilement la connectivité de leurs villes. Cela peut également être un bon calcul économique, l'usage de ces réseaux pouvant être revendu à des acteurs privés, ce qui se révèle notamment pour la fibre une activité lucrative.

Les autres maillons présentent en revanche moins d'enjeux. Les maillons objets connectés notamment nécessitent des processus industriels, qui ne sont pas nécessairement appropriables par les collectivités. C'est également le domaine dans lequel les start-ups sont le plus positionnées et le domaine où l'innovation est la plus importante et donc le maillon sur lequel les acteurs publics sont les moins pertinents.

2.3.3 Penser la montée en charge

La spécificité de l'internet des objets est la nécessité de penser au début du projet le développement futur car cela a un impact fort à la fois sur les aspects contractuels, la structure des coûts à venir mais également les infrastructures. Les solutions proposées par les prestataires, notamment en terme de réseau et communication sont par exemple souvent facturées au nombre d'objets connectés, ce qui peut facilement faire s'envoler le coût du déploiement. Il est donc nécessaire de réfléchir à la future montée en charge dès la conception du projet. Il y a alors tout d'abord le passage de l'expérimentation plus localisée à la généralisation à l'ensemble de la collectivité, mais on peut également aller plus loin en pensant la diffusion à des échelles supérieures. Ceci fait l'objet de la partie suivante.

3 La bonne échelle pour l'internet des objets

Une des difficultés de l'appropriation par les collectivités de l'internet des objets réside dans le choix de la bonne échelle de développement des projets d'objets connectés. En effet, les objets connectés revêtent des réalités très hétérogènes. Que ce soit dans les types de solutions proposés, dans les différentes strates techniques (des capteurs à l'analyse de données en passant par le réseau de télécommunications) et dans les spécificités territoriales, l'internet des objets est une notion à la fois complexe et disparate qui nécessite une expertise transversale et une prise en charge multi-échelle. L'échelle pertinente pour la mise en place d'un projet IoT peut en effet dépendre des usages IoT recherchés. Elle ne sera pas forcément la même pour des solutions de territoire intelligent sur la mobilité, la collecte des déchets ou la consommation énergétique des bâtiments.

De plus, nous avons évoqué la difficulté que des collectivités avec peu de moyens peuvent avoir à se lancer ex nihilo dans un projet d'internet des objets. L'une des caractéristiques que nous avons soulignées sur la problématique des objets connectés est la forte disparité d'avancement entre les différentes collectivités. Cependant, cette hétérogénéité peut devenir une force dès lors que les collectivités en avance accompagnent les autres collectivités et permettent le développement des objets connectés au-delà de leur territoire.

Nous allons d'abord mettre en évidence les éléments qui permettent de choisir l'échelle de développement de l'internet des objets avant de voir comment étendre le développement des objets connectés à d'autres territoires.

3.1 L'échelle dépend du maillon considéré

3.1.1 La donnée doit être homogénéisée à la plus grande échelle possible

Tout d'abord, l'échelle dépend du maillon de la chaîne de l'internet des objets que l'on considère. En effet, la donnée doit être homogénéisée à la plus grande échelle possible, mais l'échelle pertinente, pour un réseau ou des capteurs, peut être différente.

En effet, en ce qui concerne les données, beaucoup de collectivités cherchent à avoir des données à la plus grande échelle possible pour optimiser les utilisations des solutions IoT et plus globalement pour améliorer la gestion par les collectivités. L'échelle pertinente pour la donnée est au moins le département voire la région. En ce qui concerne la mobilité par exemple, il n'est pas du tout optimal de s'arrêter aux frontières de la métropole pour proposer une application d'optimisation des trajets. Il faut pouvoir inclure les données extérieures. Cela va également dépendre des caractéristiques du bassin de vie. Dans le cas présent, il est intéressant d'avoir les données à l'échelle des déplacements de l'ensemble des habitants du bassin de vie. Il ne faut pas simplement penser à l'échelle d'une collectivité ou aux citoyens d'une collectivité mais à l'ensemble des acteurs et des usagers qui peuvent être concernés et trouver des intérêts à cette application.

L'objectif de la mise en place de solutions d'objets connectés est de penser son territoire autrement et peut en réalité pousser les collectivités à trouver des synergies entre leurs territoires. En effet, en rationalisant leur gestion, il est possible de mettre en évidence des solutions mutualisées entre les collectivités et de permettre un développement plus concerté et plus conscient de son territoire. Des exemples essaieront par la suite d'illustrer ce propos. Des collectivités, comme le Pays Haut Val D'Alzette, mettent notamment en place des clauses dans leurs contrats pour favoriser l'essaimage de leurs solutions auprès d'autres collectivités, notamment des collectivités environnantes. L'intérêt est double car il permet ainsi à d'autres collectivités de s'emparer à leur tour de la thématique des objets connectés en appliquant la solution proposée. Cela leur permet de se lancer sans prendre trop de risques sur une solution déjà testée et éprouvée. De plus, pour la commune qui est l'initiatrice du projet, cet essaimage est l'assurance qu'une même solution, a priori interopérable, sera utilisée et qu'il sera possible ainsi de mutualiser les solutions, ou du moins de profiter des données récoltées à une échelle plus grande.

D'ailleurs, les collectivités qui se sont lancées dans l'internet des objets ont bien compris l'importance de la donnée et la nécessité d'en rester maîtresses face à des acteurs privés qui essaient également de la récupérer.

Les collectivités, en en restant propriétaires, peuvent ainsi en faire profiter le plus grand nombre. Dans cette veine, de plus en plus de collectivités se lancent dans l'Open Data et l'Open Source. Cela permet de rendre transparent l'utilisation qui est faite des capteurs et de permettre aux citoyens et aux entreprises de s'en emparer et de proposer de nouvelles utilisations de ces données pour répondre à des besoins. La collectivité peut également jouer un rôle de plateforme en proposant non seulement les données produites en interne mais également des données en Open Data sur une telle plateforme. La collectivité peut ainsi jouer un rôle de facilitateur de projets d'intérêts publics en mettant à disposition de la donnée, de la connaissance produite en son sein mais également à l'extérieur pour permettre aux différents acteurs du territoire de s'en emparer, de proposer des solutions et donc de contribuer à l'écosystème local.

Ainsi, la maîtrise de la donnée permet, en plus d'améliorer le suivi de concessions par la maîtrise des indicateurs, de mutualiser de la connaissance et de permettre à tout un écosystème d'acteurs internes ou externes au territoire d'en profiter grâce à ses démarches d'Open data et d'Open source. Les collectivités ont maintenant bien compris l'importance des données et de plus en plus d'entre elles suivent cette démarche de mise à disposition de la donnée, en libre accès. Ainsi, on constate que l'échelle d'accès à la donnée ne cesse de croître et que l'échelle pertinente d'utilisation de la donnée correspond à la plus grande échelle possible. Cela permet d'optimiser les utilisations qui sont faites des objets connectés et d'améliorer le dynamisme d'un territoire.

Cette volonté d'ouvrir les ressources des collectivités au public s'inscrit dans une volonté plus globale de l'État français d'ouvrir les données publiques de chaque administration, à la fois aux autres administrations et à l'ensemble de la société. La loi pour une République numérique a ainsi pour objectif de faire circuler les informations et les savoirs pour préparer la France aux enjeux de l'économie de la donnée. Les collectivités doivent en effet mettre à disposition, en accès libre, les documents qui revêtent un intérêt économique, social, sanitaire ou environnemental ainsi que les bases de données publiques qui ont un fort intérêt économique et social pour en faire bénéficier les entreprises. Les données recueillies par les objets connectés peuvent donc être concernées par cette obligation.

Par ailleurs, les collectivités se lançant dans des démarches d'Open Data ou d'Open Source vont souvent plus loin que la simple application de la loi pour une République numérique [13]. Elles souhaitent en effet faire bénéficier au maximum les entreprises mais surtout les citoyens de la connaissance que l'internet des objets peut lui apporter. Cependant, il est nécessaire d'avoir un certain nombre de compétences pour mettre en place de telles initiatives, que ce soit pour le cadre juridique, la sécurisation et l'anonymisation de la donnée ou encore le choix du bon format de données permettant une bonne interopérabilité avec les autres jeux de données en libre accès.

Conscients de la difficulté que peut représenter le passage à l'Open Data, des collectivités se sont ainsi regroupées au sein de l'association OpenDataFrance pour développer l'ouverture à la donnée publique et accompagner les collectivités qui souhaiteraient se lancer dans cette démarche. OpenDataFrance est un réseau de collectivités qui proposent notamment des formations et des guides ainsi que des outils d'aide au développement et au bon déploiement de l'Open Data [14]. Il incite également les différents acteurs territoriaux à soutenir et accompagner les collectivités aux échelles locales inférieures dans leur démarche Open data.

3.1.2 L'échelle pertinente dépend des types d'usage

Nous avons ainsi pu mettre en évidence la volonté des collectivités d'étendre l'échelle de la donnée au niveau le plus large possible pour en faire bénéficier le plus d'acteurs possibles. Cependant, pour d'autres maillons de la chaîne de l'internet des objets, notamment pour le déploiement des capteurs, un autre logique est à l'oeuvre et rejoint la question de l'usage que l'on veut faire de ces capteurs.

L'implantation des capteurs doit en effet être pensée en fonction de l'usage que l'on veut en faire. Nous avons par exemple déjà pu remarquer qu'en ce qui concerne les usages de l'internet des objets pour la mobilité, l'échelle pertinente était celle qui correspondait aux échelles de déplacements principaux des utilisateurs. Cela n'a pas vraiment de sens de limiter le déploiement d'une application à une seule commune, si, par exemple, la plupart des déplacements se font à l'échelle de l'intercommunalité. Il est ainsi nécessaire de toujours garder en

tête les caractéristiques du territoire pour savoir comment mettre en place et comment utiliser efficacement des solutions d'internet des objets. De ce point de vue, nous avons souligné l'importance d'adapter un projet d'internet des objets à un territoire. Un des points cruciaux dans le succès d'un projet IoT est son adaptabilité, son adéquation avec le territoire. Pour réussir un tel projet, il faut connaître et comprendre son territoire et ses interactions avec les territoires voisins.

La collecte des déchets (en particulier la collecte du verre) est aussi une illustration classique de l'importance de la compréhension du territoire dans le choix de l'échelle pertinente d'un projet IoT. Plus précisément, des collectivités ont décidé d'optimiser les trajets de collecte du verre pour diminuer la longueur des trajets et la fréquence de collecte des poubelles de verre. Pour ce faire, des capteurs ont été positionnés pour connaître le niveau de remplissage des conteneurs de verre. Il est donc possible de repenser les trajets de collecte en utilisant la connaissance des taux de remplissage des conteneurs. Pour cet exemple, on constate qu'il convient en effet de trouver une échelle suffisamment grande où l'optimisation du trajet des camions qui font la collecte du verre a un sens. Cette échelle peut dépendre de la configuration du territoire, de la densité des dépôts de verre, de la fréquence de remplissage de ses dépôts ainsi que de la disparité de leurs vitesses de remplissage.

D'une manière générale, pour penser une solution IoT, il faut comprendre le territoire et le métier sur lequel s'applique cette solution. Ce sont des éléments incontournables dans le choix de l'échelle pertinente de mise en place de solutions.

3.1.3 L'échelle des réseaux IoT

Enfin, une fois que l'on a posé la question de l'échelle de la donnée et de l'échelle des capteurs et des solutions, reste la problématique de l'échelle du réseau de télécommunications de l'internet des objets. Ici se pose la question du choix d'un réseau d'initiative publique ou d'un réseau d'industriels pour la récupération des informations remontées par les objets connectés. Nous avons vu qu'il existe un certain nombre d'acteurs présents sur l'ensemble du territoire voire à l'échelle internationale, on peut citer notamment le réseau Sigfox ou encore les réseaux LoRa de Bouygues Télécom et de Orange. Certaines collectivités réfléchissent néanmoins à la mise en place de leur propre réseau d'initiative publique comme nous l'avons évoqué sur la thématique d'internationalisation des compétences.

Néanmoins, il ressort des entretiens avec de plus petites collectivités que, au vu des moyens et des compétences qu'elles possèdent, il paraît relativement peu réaliste pour elles de gérer un tel réseau. Même si la mise en place de réseau LoRa n'est pas forcément très coûteuse ni très compliquée, il faut pouvoir en assurer la maintenance et également assurer la continuité du service. En effet, une collectivité qui s'appuierait sur son propre réseau d'initiative publique serait responsable en cas de coupure de réseau, qui pourrait avoir des conséquences importantes pour certaines applications sensibles de l'internet des objets, comme le suivi de la chaîne du froid dans les cantines scolaires. Pour pouvoir mettre en place un réseau d'initiative publique LPWAN, il faut donc avoir une certaine expertise au sein de la collectivité que les plus petites d'entre elles ne sont pas en mesure de développer.

Ainsi, si certaines grandes métropoles peuvent se poser la question du développement en interne de leur propre réseau LPWAN (basse consommation, bas débit), il semble que pour la plupart des communes, la question de réseau d'initiative publique LPWAN ne se pose pas et que les solutions proposées par des réseaux nationaux d'industriels soient relativement raisonnables. Pour des territoires ruraux notamment, s'il y a volonté de déploiement d'un réseau, cela ne peut se faire qu'à une échelle suffisamment grande : à l'échelle d'un grand syndicat mixte a minima, d'un département ou d'une région, à l'instar des réseaux d'initiative publique pour la fibre optique. La problématique n'est cependant pas la même car il est relativement simple de couvrir un territoire, même peu peuplé, avec des réseaux LPWAN au vu du rayon d'action de leurs antennes, par opposition au déploiement de la fibre optique qui, de par son exigence d'investissements importants, notamment dans des territoires ruraux, est moins attractif pour les entreprises privées.

3.1.4 Le contexte politique et la structuration des collectivités

Il existe néanmoins d'autres critères qui vont entrer en ligne de compte dans le choix de l'échelle de mise en place des solutions. En particulier, le contexte politique et la répartition des compétences entre les différentes strates de collectivités. Ainsi, la volonté politique, notamment dans les collectivités à faibles moyens, est souvent un moteur presque incontournable pour lancer de tels projets.

Cependant, cette volonté politique peut ne pas être présente à l'échelle pertinente pour la mise en place de la solution IoT. Cette solution peut ainsi être développée à la strate du dessus ou du dessous et conduire à une gestion sous-optimale de la solution. Néanmoins, comme nous le verrons plus tard, une solution peut essaimer, peut se propager au gré des évolutions des contextes politiques ou économiques. Ainsi, même une solution développée à une échelle qui n'est pas parfaitement pertinente, aura le mérite de soulever la problématique et, si le besoin est réellement présent, de permettre son développement de façon naturelle à l'échelle pertinente. On peut par exemple illustrer ce cas de figure entre le niveau communal et intercommunal. Une solution peut être proposée par une commune et finalement, le niveau intercommunal peut reprendre la main via une délégation de compétences par la suite.

Par ailleurs, chaque strate de collectivités possède son propre champ de compétences. Cela veut dire qu'un certain nombre d'applications ne peuvent être mises en place que par un type de structures et à une certaine échelle. De plus, même s'il est parfois pertinent de mettre en place une solution au niveau intercommunal, pour un certain nombre de métiers, il est nécessaire que les communes délèguent leurs compétences à l'EPCI. Cela rejoint le point précédent sur l'importance du contexte politique sur le choix de l'échelle de la solution IoT. Par ailleurs, certains territoires possèdent historiquement des syndicats mixtes qui possèdent des compétences sur les télécommunications et le numérique. Ces syndicats peuvent alors s'emparer de la question de l'IoT pour les communes adhérentes et ainsi apporter leur expertise et permettre le développement des solutions à des échelles allant du plus bas niveau jusqu'à l'ensemble du territoire du syndicat.

3.1.5 De l'expérimentation au déploiement à grande échelle

Enfin, les collectivités, dans leur grande majorité, expérimentent les solutions IoT avant de les développer à grande échelle. Ainsi, l'échelle de développement des objets connectés va varier en fonction de la maturation du projet. Les capteurs peuvent par exemple être expérimentés à de très petites échelles pour en étudier la pertinence et l'efficacité pour la collectivité, avant d'être progressivement déployés à l'ensemble de ses bâtiments ou de son territoire, en fonction du type de solutions. L'expérimentation est en effet très courante dans ce sujet innovant qu'est l'internet des objets. Les collectivités sont de moins en moins enclines à choisir des solutions toutes faites sur étagères et cherchent à avoir des solutions personnalisées et adaptées à leur territoire. Nous avons ainsi évoqué l'importance de bien comprendre à la fois le territoire et le métier d'application de la solution IoT. C'est pourquoi, il est assez courant que les collectivités mettent en place des living labs ou des partenariats d'innovation pour co-construire les solutions avec leurs partenaires. Cela leur permet de réduire les risques en les partageant et d'obtenir in fine une solution qui correspondra le plus possible à leurs attentes.

3.1.6 Récapitulatif

Le schéma suivant (voir figure 5) résume l'ensemble des éléments que nous avons relevés comme ayant un impact important sur le choix de l'échelle de développement de projet d'internet des objets. Il présente ainsi les éléments importants dans le choix des échelles pertinentes pour chaque couche de solution d'internet des objets tout en rappelant le rôle que peut jouer le contexte politique ainsi que le degré d'avancement dans le projet.

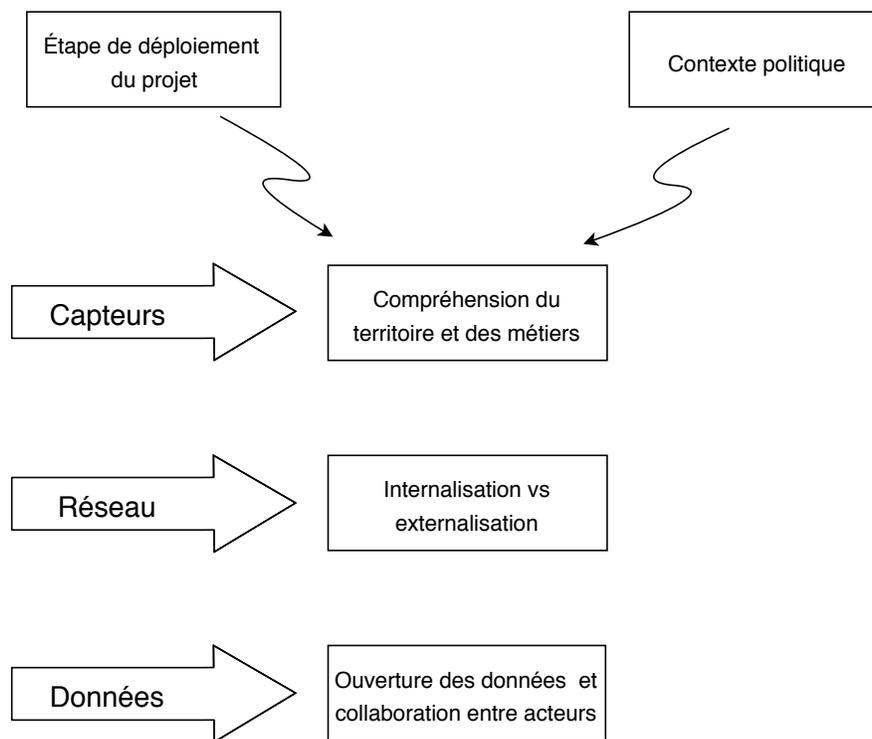


FIGURE 5 – Les éléments de décision pour le choix de l'échelle de déploiement pertinente en fonction des maillons considérés

3.2 Extension ou entraînement des zones alentours

Comme nous l'avons évoqué, il existe une grande diversité d'avancement des collectivités dans l'internet des objets. En effet, quelques grandes collectivités ont saisi la problématique à bras le corps et sont particulièrement en avance sur la question. D'autres plus petites ont également avancé à leur échelle et avec leurs moyens.

Cependant, un grand nombre de collectivités ne se sont pas encore emparés de cette problématique. L'objectif de cette partie est donc d'essayer d'analyser de quelle façon il est possible d'utiliser cette diversité d'avancement et plus généralement, de quelle façon il est possible d'entraîner un territoire dans l'internet des objets, soit en s'inspirant de solutions alentours, soit en mutualisant les compétences à une échelle plus grande, ce qui permet de s'affranchir des difficultés que peuvent avoir certaines collectivités à appréhender ces problématiques complexes. Il existe en effet plusieurs cas de figure où il est possible d'entraîner un territoire à partir de collectivités pionnières, de collectivités en avance qui partageraient leurs connaissances sur le sujet.

3.2.1 L'essaimage de solutions IoT

Le premier cas de figure consiste en l'essaimage de solutions IoT par des collectivités qui souhaitent en faire profiter et faire adhérer des collectivités voisines à son projet.

Ce cas de figure a ainsi été quelque peu développé lorsque nous avons évoqué précédemment la question de l'accessibilité de la donnée. En effet, certaines collectivités comme le Pays Haut Val d'Alzette ont mis en place des clauses dans leurs projets IoT qui permettent à d'autres collectivités d'utiliser les solutions IoT qui auront été développées, sans payer de royalties dès lors que le projet de la collectivité souhaitant décliner cette solution sur son territoire est d'intérêt public. Nous avons vu que l'intérêt était double car la collectivité

initiatrice du projet peut profiter des données de la deuxième qui bénéficie, quant à elle, d'une solution déjà éprouvée.

3.2.2 L'adhésion à un projet d'un EPCI

Une autre situation également très intéressante concerne la communauté d'agglomération de Nîmes Métropole. En effet, il s'agit dans le cas présent d'une adhésion volontaire des communes à un projet IoT géré par la communauté d'agglomération. Le fonctionnement est le suivant : la communauté d'agglomération propose un certain catalogue de solutions standardisées pour l'ensemble des communes. Les communes décident alors d'adhérer aux solutions qu'elles souhaitent parmi celles de ce catalogue. Elles doivent payer en contrepartie une facturation forfaitaire en fonction de l'effectif de la commune et de son budget. L'intérêt d'une telle facturation est multiple. Tout d'abord, il est très facile à calculer et permet ainsi à la commune d'avoir une bonne visibilité sur ses dépenses. Par ailleurs, il va inciter la commune à s'emparer pleinement des solutions qu'elle décide d'implanter sur son territoire. En effet, une commune qui ne serait pas au même niveau de déploiement que les autres communes paierait aussi cher que les autres communes pour un service plus faible. Ainsi, sur la communauté d'agglomération de Nîmes Métropole, 29 des 39 communes ont fait le choix de prendre au moins une solution du catalogue et le taux de mutualisation, c'est-à-dire le pourcentage moyen de solutions du catalogue qui sont retenues par les communes qui adhèrent à ce service est de 75%.

Cet exemple illustre très bien comment il est possible d'inciter des communes à s'impliquer dans l'internet des objets. Une structure plus grande gère pour un ensemble de communes ces solutions. Les communes profitent de son expertise et choisissent les solutions qui lui conviennent. Cette méthode possède de nombreux avantages pour une commune novice sur la question. Elle profite de solutions qui fonctionnent déjà et qui sont validées sur des territoires voisins. Cela permet ainsi une mise en œuvre très rapide des solutions. Elle profite aussi de la mutualisation des coûts à l'échelle de la communauté d'agglomération et bénéficie également d'une expertise qu'elle ne serait pas forcément en mesure d'avoir à son échelle. Les solutions ne sont cependant pas sur mesure pour chaque commune mais le taux d'adhésion à ce service, qui se fait sur la base du volontariat, tant pour l'adhésion que pour le choix des solutions déployées, semble attester de la satisfaction des communes pour les solutions qui leur sont proposées.

3.2.3 La mutualisation des achats

Il est également possible de ne mutualiser que les achats. Certains EPCI propose en effet des plateformes d'achat auprès de leurs adhérents. Ils peuvent ainsi profiter des marchés qui ont été passés à l'échelon administratif supérieur. C'est notamment de Nîmes Métropole mais également du SIPPAREC, le syndicat intercommunal pour la périphérie de Paris pour les énergies et les réseaux de communication. Ce dernier propose en effet une centrale d'achat à ses adhérents avec un certain nombre de marchés à bons de commandes sur les technologies d'internet des objets que le syndicat mixte a passé avec des entreprises. Le principal intérêt de ces marchés à bons de commande, sans minimum ni maximum, est qu'ils sont extrêmement souples. Les communes profitent ainsi des groupements de commandes qui permettent de mutualiser les coûts et de profiter de l'expertise d'une entité expérimentée dans la passation des marchés tout en étant totalement libres dans le choix des solutions qu'elles souhaitent mettre en place sur leurs territoires.

De manière générale, les plateformes d'achat permettent de bénéficier d'une meilleure expertise et donc de meilleurs prix lors de la passation des marchés. Cependant, cela implique un choix plus restreint de prestataires disponibles, qui sont le plus souvent de grandes entreprises capables de répondre à des marchés à plus grand volume.

Par ailleurs, comme on l'a vu avec l'exemple de la communauté d'agglomération de Nîmes Métropole, le fait de bénéficier d'une structure à une échelle plus importante peut permettre, à condition qu'il y en ait la volonté politique, de mettre en place des solutions concertées sur plusieurs communes. Les EPCI peuvent également jouer le rôle d'intermédiaires pour proposer des solutions existantes à des collectivités qui souhaiteraient se lancer sur une solution IoT et ainsi permettre une meilleure synergie entre les territoires

et potentiellement, faciliter la mise en place de solutions interopérables ou mutualisées sur un territoire plus large.

3.2.4 La prise en main d'une solution à plus grande échelle

Certains syndicats mixtes peuvent également avoir un rôle de concertation plus institutionnalisée pour essayer de proposer des solutions mutualisées à des adhérents de son territoire. L'intérêt de ces syndicats mixtes est en effet double. Ils possèdent une hauteur de vue que n'ont pas forcément les communes et ils possèdent également l'expertise pour accompagner les collectivités. Par ailleurs, les syndicats mixtes, qui existent depuis de nombreuses années, peuvent profiter de leur proximité avec les communes pour proposer des solutions mutualisées, comme c'est le cas à Manche Numérique, syndicat mixte de la Manche sur le numérique. Suite à un besoin d'une commune, ce syndicat mixte a mis en place une application mobile donnant des informations, notamment de mobilité, aux citoyens, non seulement sur la commune à l'origine du besoin mais sur l'ensemble du département.

De manière générale, les syndicats mixtes ou les EPCI ont un rôle très important à jouer dans l'accompagnement des communes, en particulier dans les zones rurales pour leur permettre d'appréhender efficacement et sereinement l'internet des objets. Ces structures à plus grande échelle ont les moyens d'accueillir l'expertise que ne peuvent pas avoir de petites communes. Elles sont aussi un excellent moyen de mutualisation et d'entraînement de territoires dans l'internet des objets.

3.2.5 L'implication du citoyen dans le projet de territoire intelligent

Les projets de territoire intelligent lancés par les collectivités ont également comme point d'attention particulier le citoyen. L'objectif est d'améliorer son cadre de vie ou d'impliquer le citoyen dans le développement de la ville, notamment en le faisant contribuer à des projets d'internet des objets. Par exemple, certaines collectivités ont mis en place des projets où le citoyen devient acteur de la collecte des données en récupérant, en marchant, les données de qualité de l'air.

Avec cette même volonté d'impliquer le citoyen dans les projets de territoire intelligent, certaines communes ont mis en place ou souhaitent mettre en place des fablabs pour rapprocher le citoyen des problématiques IoT. C'est notamment le cas de Rennes Métropole qui a développé les « LabFabs » dans lesquels les citoyens peuvent fabriquer leurs propres capteurs et utiliser et expérimenter les outils de visualisation de données en Open Data recueillies par les objets connectés de la collectivité. L'objectif de cette démarche est de permettre à tous les citoyens de s'intéresser au domaine et de comprendre les projets de la collectivité. De ce fait, les « LabFabs » se veulent ludiques et accessibles aux non-initiés. L'objectif est de permettre une accessibilité de l'internet des objets par l'usage et non par la technologie : il s'agit de faire d'abord comprendre l'utilité et les usages des objets connectés avant la technologie. La métropole de Rennes essaie ainsi de démocratiser au maximum l'internet des objets en ouvrant par exemple au grand public pendant au minimum 4h par semaine les écoles qui possèdent des fablabs.

Ces types de démarches permettent de faire adhérer le citoyen au projet mais également d'essaimer les solutions IoT. En effet, l'ouverture au grand public veut également dire l'ouverture à des personnes qui ne sont pas forcément du territoire ou qui vont probablement déménager ou faire partager leurs nouveaux savoirs autour d'eux. Ainsi, au lieu d'un essaimage institutionnel, ces types de pratiques permettent de démocratiser les objets connectés, notamment en instituant une culture grand public de l'IoT, et en l'essaimant chez les citoyens des territoires avoisinants, qui, éveillés à ses problématiques, seront d'autant plus demandeurs de telles solutions sur leurs territoires.

3.2.6 Récapitulatif

Les deux schémas suivants résument les méthodes d'entraînement des territoires que nous avons relevées au cours de nos entretiens. Le premier (voir figure 6) présente les processus d'entraînement horizontal des

territoires, c'est-à-dire pour un même échelon territorial, et en particulier à l'échelle communale. Il reprend les parties 3.2.1 et 3.2.5.

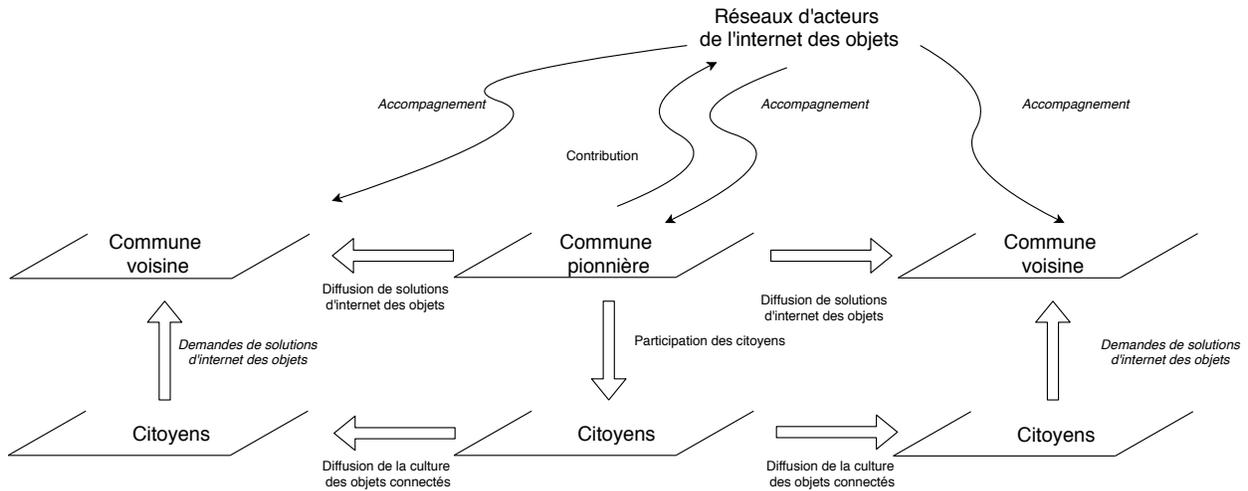


FIGURE 6 – La diffusion horizontale des projets d'internet des objets

Enfin, le deuxième schéma (voir figure 7) résume les autres types d'entraînement des territoires de l'internet des objets qui se font plutôt de façon verticale, c'est-à-dire entre deux échelons territoriaux différents. Un élément intéressant à remarquer est la possibilité de classer ces différentes méthodes en fonction du degré d'intégration de la collectivité dans le projet. Pour la plateforme d'achat, il y a assez peu d'intégration, les acteurs ont relativement peu de contraintes sur leurs projets d'objets connectés. Lorsqu'ils participent à un projet proposé à l'échelon supérieur, les solutions seront plus intégrées entre les différents acteurs. Enfin, dans le dernier cas, la solution est prise en main de manière assez large par l'échelon supérieur qui propose un niveau d'intégration important en apportant la même solution pour tous les participants au projet.

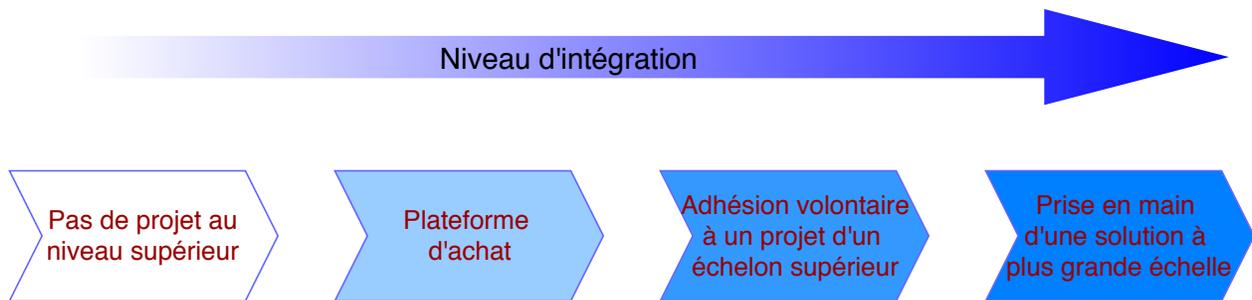


FIGURE 7 – La diffusion horizontale des projets d'internet des objets

4 Une vision stratégique de l'internet des objets

L'internet des objets ne doit pas être réduit à une simple question technique ou organisationnelle mais bien faire partie d'une stratégie de territoire dans laquelle le citoyen est au centre. En effet, l'internet des objets ne doit pas uniquement répondre à un usage précis mais doit être un des moyens pour créer un "smart territoire" et être au service d'une vision politique et de ses objectifs comme l'amélioration du développement économique, démocratique et environnemental du territoire.

Il faut alors se demander en quoi la collectivité (en tant qu'acteur public) est pertinente et a intérêt à porter un tel projet. L'internet des objets est pour elle un outil pour créer du lien avec les citoyens et développer de manière transversale son territoire. Il est important de développer des indicateurs pour en évaluer les impacts à courts et à longs termes. Mais avant de doter son territoire d'objets connectés, la collectivité doit penser sa stratégie de gestion et de propriété des données, en particulier si elle a recours à un prestataire. Devant la multiplicité des enjeux, constituer une stratégie de déploiement d'un internet des objets n'est pas simple et nous allons tenter de schématiser les facteurs de décisions qui permettent son élaboration.

4.1 L'internet des objets, un nouveau lien avec le citoyen

4.1.1 Le citoyen, marqueur de pertinence du projet d'internet des objets

Les projets d'internet des objets sont souvent portés par une volonté politique dépassant le seul cadre d'une réponse à un besoin technique mais n'incluent pas toujours le citoyen. Pourtant, consulter les citoyens en amont d'un projet représente de nombreux avantages. En effet, cette consultation est un moyen de mieux cerner les besoins des usagers, de préciser les spécificités du territoire et d'anticiper si besoin les points de friction potentiels.

4.1.2 Une communication importante pour permettre l'appropriation du projet par le citoyen

Un des défis majeurs du développement numérique est l'e-inclusion. En effet, d'après l'étude CSA commanditée par le Syndicat de la Presse sociale (SPS) et publiée en juin 2018 [15], 23 millions de personnes se déclarent mal à l'aise avec l'usage du numérique en France. Communiquer sur le projet permet de sensibiliser le citoyen et d'améliorer son appropriation du projet. La ville de Rennes est un bon exemple car elle a permis la création de fablabs pour accueillir des start-ups et des associations qui interviennent notamment auprès des collégiens et des lycéens.

De plus, la communication permet d'éviter certains conflits avec des groupes de citoyens. Par exemple à Paris, le déploiement d'objets connectés et d'antennes a suscité des craintes chez certains citoyens méfiants à propos de l'impact des ondes sur leur santé et un dialogue d'information a été mis en place. Une méfiance peut également se développer à l'encontre de certains usages de l'internet des objets comme celui de la vidéoprotection ou même des capteurs permettant le monitoring de bâtiments (suivi de la consommation d'énergie). En effet, certaines personnes se méfient de l'usage abusif qui peut être fait de ces technologies et dénoncent une surveillance exagérée et une remise en question de leur mode de vie (usage des bâtiments par exemple). Un défaut de communication peut être à l'origine de la méfiance des citoyens face à des technologies comme celles des caméras de comptage de véhicules (monitoring du trafic et du stationnement) qui sont soupçonnées d'être des caméras de surveillance.

Enfin, une bonne communication autour du projet est importante pour expliquer les enjeux du projet et justifier l'emploi de l'argent public. Cela permet d'éviter que l'utilisation des solutions de l'internet des objets paraisse « gadget » et que les citoyens aient le sentiment d'assister à un gaspillage d'argent public (d'autant plus en contexte de réduction budgétaire).

4.1.3 Le citoyen, un moteur d'innovation

Il peut être commun de ne considérer le citoyen que comme usager d'une solution qu'on lui offrirait, mais en réalité, il peut au contraire être acteur de l'innovation.

En effet, en s'appropriant un outil, l'utilisateur peut changer son comportement. Par exemple, dans le cas d'un contrôle du stationnement de véhicules par un outil de l'internet des objets, les usages vont de changer pour contourner le contrôle : soit en se mettant à respecter les règles de stationnement (but recherché), soit en trouvant un moyen de contourner de nouveau la règle. Ce changement de comportement est par ailleurs à anticiper dans le calcul de la rentabilité financière du projet. Par exemple, si une mairie espère engranger plus de recettes liées aux contraventions pour mauvais stationnement grâce aux places de stationnement connectées, elle doit prendre en compte que les usagers vont probablement moins se garer de façon irrégulière et essayer de trouver des moyens d'éviter les contraventions. Les communes utilisent parfois une DSP pour la gestion de leurs horodateurs et le supplément de recettes liées aux meilleures pratiques des usagers ira au prestataire et non pas à la commune qui a investi dans les objets connectés. Ainsi, les citoyens peuvent innover en aval de l'installation d'objets connectés et modifier les résultats attendus, mais surtout ils peuvent innover en amont des projets s'ils sont sollicités dans la construction de la stratégie et de la solution d'internet des objets.

L'internet des objets et le numérique en général peuvent être des moyens forts de faire participer le citoyen. En effet, la création de fablabs et le choix de l'open data permettent aux citoyens de s'emparer de ces outils et d'inventer de nouveaux usages. Ceci est également un moyen d'inclusion numérique. On peut ici encore citer l'exemple de Rennes et de ses Labfabs qui, en plus d'être des espaces d'innovation investis par des start-ups ou des associations, sont également des points relais permettant une vulgarisation autour des usages et enjeux du numérique. Rennes implique les citoyens en organisant des « hackathons », c'est-à-dire des événements où de nombreux acteurs différents (experts, ingénieurs, agents de la collectivités, étudiants, informaticiens...) se retrouvent pendant un ou plusieurs jours pour innover autour d'une question d'usage. Par exemple, le MaisonMix [16] a été organisé en avril 2016 autour du thème « bien vivre et vieillir à domicile » et le MétroMix [17] a été organisé en novembre 2017 sur les questions de mobilité dans la métropole et des transports publics.

4.2 L'internet des objets, un outil transversal pour le développement des territoires

Pour penser l'internet des objets, il est important de prendre en compte les impacts à courts et à longs termes, non seulement pour s'assurer de la pertinence et l'efficacité de ces projets, mais aussi pour en améliorer l'acceptabilité par les citoyens. Pour pouvoir appréhender ces projets, il faut donc comprendre leurs externalités positives ou négatives pour un territoire donné. Nous avons tenté d'identifier ces externalités à partir des exemples que nous avons rencontrés lors de nos entretiens B. Nous les avons regroupées en groupes thématiques qui, bien qu'assez complets, ne sont pas exhaustifs car beaucoup d'usages et d'applications de l'internet des objets sont encore à inventer.

Certains usages de l'internet des objets rentrent dans différentes thématiques. Par exemple, l'installation de chaudières connectées dans les bâtiments publics permet aussi l'optimisation du chauffage et ainsi d'un côté une consommation moindre d'énergie (catégorie efficacité environnementale) et des économies de fonctionnement pour la collectivité. De plus, certains usages peuvent viser principalement une catégorie d'action mais avoir des effets indirects sur d'autres catégories. Par exemple, l'amélioration du stationnement et de la circulation en ville grâce aux objets connectés (parking et aires de livraison connectés, feux tricolores connectés...) agit sur l'usage de la ville par les citoyens mais peut permettre également une amélioration de l'activité économique (diminution des temps de trajet, désengorgement des quartiers commerçants...) ainsi qu'une amélioration du rayonnement de la ville et de son attractivité (meilleur cadre de vie...) et même une meilleure efficacité environnementale (diminution de la pollution...).

C'est à partir de ces catégories d'utilisation que la collectivité peut définir sa stratégie de développement

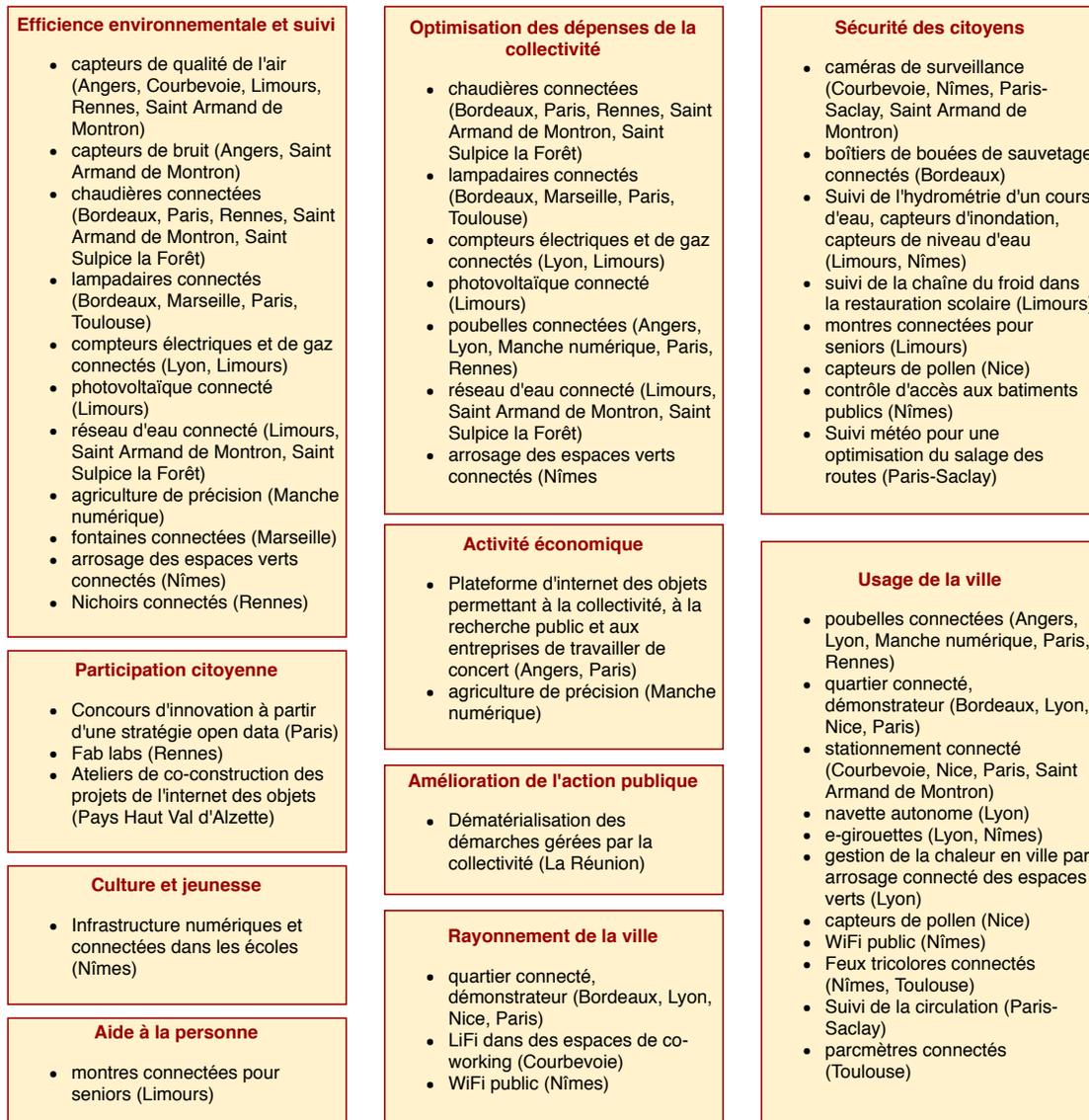


FIGURE 8 – Groupes thématiques dans lesquels les objets connectés sont utilisés par les collectivités

de l'internet des objets en définissant lesquelles sont prioritaires.

Toutes ces catégories peuvent être regroupées en sept axes stratégiques :

- l'amélioration de l'usage de la ville par le citoyen ;
- l'amélioration de la sécurité des citoyens ;
- le développement économique de la collectivité ;
- la préservation de l'environnement ;
- l'amélioration de l'action publique : amélioration de l'action publique et optimisation des dépenses de la collectivité ;
- la réduction des inégalités : participation citoyenne, aide à la personne, culture et jeunesse.
- l'amélioration du rayonnement et de l'attractivité de la collectivité

La vision politique d'un territoire consiste à classer ces thématiques par ordre de priorité et d'identifier des objectifs. Les objets connectés sont ensuite des outils permettant d'atteindre ces objectifs. Par exemple, la ville de Paris affiche deux grands axes de développement : un territoire luttant contre le réchauffement climatique et un territoire d'inclusion du citoyen par l'accès à la donnée avec Data City. Ainsi les objets connectés ont d'abord été déployés pour améliorer la gestion énergétique des bâtiments publics, diminuer la consommation énergétique de l'éclairage public et suivre la pollution. Le projet Data City consiste quant à lui à mettre en place une plateforme open data, tournée en particulier les systèmes d'information géographique pour l'usage du citoyen, et de faire voter les citoyens via un site internet pour les grandes problématiques de développement de la ville (meilleure collecte des déchets, développement des mobilités douces et de l'autopartage, amélioration des accès aux personnes à mobilité réduite...). À la suite de ce vote, un concours d'innovation est lancé pour répondre à ces problématiques.

Ces projets ont, en plus d'avoir répondu aux objectifs initiaux de développement, permis à la mairie de Paris d'effectuer des économies de facture d'énergie et d'améliorer l'utilisation des fonds publics. Le prochain axe de développement de l'internet des objets à Paris est l'amélioration de la maintenance de la voirie pour réduire les coûts de fonctionnement, diminuer les risques liés à la route et améliorer l'expérience du citoyen en intervenant vite et de manière ciblée en cas de dommages.

Nous avons pu voir d'autres stratégies comme celle de Courbevoie essentiellement tournée vers la mobilité en contexte de densification de la ville (projet de places de stationnement et d'aires de livraison connectées) ou celle de la communauté d'agglomération de Nîmes qui est quant à elle tournée vers la sécurité des citoyens (réseau de caméras de surveillance, bornes d'accès aux espaces piétons connectées). Ainsi, devant la diversité des objectifs visés, il faut développer différents indicateurs pour évaluer la réussite des projets adoptés.

4.3 L'importance des indicateurs pour suivre l'impact réel de l'internet des objets

4.3.1 L'indicateur financier : le retour sur investissement (en anglais : "return on investments" ou ROI

)

Comme nous l'avons vu, la diminution des budgets des collectivités et de leurs investissements nécessitent de suivre de près leurs dépenses et la rentabilité financière de leur projet. Il est alors intéressant d'estimer le retour sur investissement (ROI) des projets de l'internet des objets, c'est-à-dire le montant d'argent gagné grâce au projet par rapport à la somme initialement investie. Il est également nécessaire de considérer le temps de retour sur investissement de ces projets.

Ainsi, de nombreux projets de l'internet des objets sont pensés de manière à faire baisser les coûts de fonctionnement des collectivités. On peut citer Paris qui s'est emparée du sujet des objets connectés en 2016 en débutant par une AMO avec le groupe Eiffage dans le but de réaliser des économies d'énergie. La mairie de Paris arrive à économiser 5 à 10% d'énergie par bâtiment en moyenne et jusqu'à 20% dans les meilleurs cas. Elle se fixe néanmoins l'objectif très ambitieux de réduire ses consommations globales d'énergie de 50%

d'ici 2030.

Les projets autour des objets connectés peuvent donc même être des sources de revenus pour une collectivité. Par exemple, Bordeaux Métropole s'est lancé en 2015 dans la connexion des chaudières des bâtiments publics et espère réaliser une économie de 30% des coûts d'exploitation de ses bâtiments. Les collectivités se lancent également souvent dans l'installation de lampadaires connectés (passage aux diodes électroluminescentes – LED – liées à un capteur permettant de modifier la luminosité selon le type et le nombre d'usagers) et réalisent des économies d'énergie principalement grâce aux ampoules LED basse consommation. La métropole de Bordeaux estime que si la totalité de ses 80000 points lumineux étaient équipés, ils réaliseraient une économie de 80% de la consommation d'énergie. Tous les nouveaux lampadaires installés ou remplacés sont équipés en LED et représentent 10% des points lumineux de la métropole. Ces projets sont donc d'autant plus intéressants que les économies réalisées grâce aux objets connectés peuvent être réinvesties dans d'autres projets de l'internet des objets. Toujours à la métropole de Bordeaux, le projet de connexion du quartier de Bordeaux Nord avec le déploiement de 500 capteurs permet de connecter les chaudières (suivi et optimisation de la consommation énergétique des bâtiments publics), les lampadaires (éclairage intelligent avec adaptation de la luminosité en fonction des usagers), les armoires électriques urbaines (pour sécuriser leur usage et éviter que des personnes non autorisées puissent y avoir accès), les poubelles municipales (suivi du remplissage et optimisation de la collecte des déchets) et les bornes de recharge de voitures électriques. Ce projet est cofinancé par le ministère de la transition écologique et solidaire et par la métropole, notamment grâce à ses économies réalisées sur la consommation énergétique des bâtiments publics.

Cette question de la rentabilité des projets va également peser sur le choix de la technologie. Par exemple, dans la mise en place de son stationnement connecté, la mairie de Courbevoie teste des capteurs reliés à un boîtier 3G, mais devant le coût de cette solution, elle va aussi tester des capteurs LoRa autonomes dans la chaussée. En effet, relier les capteurs au boîtier de communication 3G nécessite de creuser une tranchée dans la chaussée et cette solution coûte alors 6,5 fois plus cher que les capteurs LoRa autonomes, dans la mesure où ces derniers ont une durée de vie suffisante.

Les économies énergétiques sont aujourd'hui un exemple de domaine où des ROI sont connus et calculés facilement. Or, le ROI n'est pas toujours calculable, comme dans le cas des places de stationnement connectées où l'équilibre entre amélioration de la verbalisation et amélioration du paiement des heures de stationnement par les usagers est difficile à prévoir. Un autre exemple est le cas des poubelles connectées et de l'optimisation de leur collecte, où les économies réalisées sont dures à prévoir en raison du manque de recul qui existe sur ces solutions.

L'indicateur financier n'est pas toujours le plus pertinent car les projets de l'internet des objets s'inscrivent souvent dans un spectre plus large (voir les 5 grandes thématiques de la section précédente) et beaucoup de projets ne présentent pas de rentabilité financière. Pour comprendre la pertinence d'un projet d'objets connectés, il est important de développer des indicateurs non financiers.

4.3.2 Des indicateurs non financiers plus pertinents

Certaines solutions de l'internet des objets ne permettent pas d'atteindre une rentabilité financière mais font partie de la stratégie de développement des collectivités en se rattachant aux 5 grandes thématiques explicitées précédemment. Ces solutions peuvent donc permettre de développer ce développement de manière transversale et leur financement peut être légitime s'il est cohérent avec le budget de la collectivité. Par exemple, la ville de Courbevoie, en développant ses systèmes de places de stationnement connectées ne cherche pas de retour sur investissement mais plutôt un gain de connaissance par rapport aux habitudes de stationnement dans une ville en densification pour tenter d'en améliorer l'usage et ainsi décongestionner la ville, éviter les stationnements en double file et améliorer l'accès aux commerces. Les gains espérés sont une amélioration de la vie économique locale, une augmentation du bien-être des usagers et peut-être la réduction d'émissions de gaz à effets de serre. Il s'agit alors de déterminer les indicateurs pertinents pour évaluer la réussite ou non du projet. Un indicateur économique peut être la création d'emplois dans la zone décongestionnée, ou la variation du chiffre d'affaires des commerces dans le quartier décongestionné.

Un indicateur de bien-être pourrait être l'évolution du temps de trajet ou de recherche d'une place de stationnement. Un indicateur des émissions de particules fines pourrait être créé également mais le suivi des polluants dans la ville, bien que permettant de mettre en place des alertes précises lors de pics de pollution, risque de ne fournir que très peu de leviers de politiques publiques pour réduire ces émissions (échelle de la commune seule n'est pas pertinente). De plus, pour obtenir ces indicateurs, il faudrait développer un second réseau de capteurs : suivi des voitures pour calculer le temps du trajet en centre-ville, capteurs de pollution... et cela rajouterait un coût important au projet. L'évaluation ex-post de ces projets peut donc être très compliquée.

D'autres projets permettent d'assurer un suivi régulier pour agir en cas de crise. Par exemple, la ville de Limours a installé un système de capteurs pour suivre les crues et étiages d'un cours d'eau qui passe dans la commune. Comment évaluer le gain lié à ces capteurs ? Il faut réussir à estimer les pertes (matérielles monétisables mais aussi en bien-être de la population non monétisable) qui auraient eu lieu sans ce suivi ou alors faire l'hypothèse que ce gain existe. De même pour les projets de suivi de la pollution de l'air par des capteurs, la valeur de la donnée est la possibilité d'évaluer l'impact en termes d'émission de polluants d'autres politiques publiques ou activités économiques. Le business model de start-ups comme Mobile Tech People, qui développe et installe entre autres des capteurs de pollution à Courbevoie, est de vendre ses données de suivi de pollution à Airparif, l'association agréée par le ministère de l'environnement et chargée du suivi de la qualité de l'air sur l'Île-de-France pour le compte de l'État et des pouvoirs publics.

Ainsi, s'il est important de suivre les bénéfices liés à l'installation d'un réseau d'objets connectés, il peut être difficile de bâtir des indicateurs permettant ce suivi.

4.4 L'internet des objets, un enjeu de gestion de la donnée

Nous avons pu voir tout au long de ce rapport que la gestion de la masse très importante de données générée par ces réseaux de capteurs est enjeu considérable pour les collectivités. C'est en effet là que réside la valeur de l'internet des objets. Or, une partie des communes n'a pas les compétences en interne ou les moyens pour pouvoir gérer elle-même le stockage, le traitement et la mise en valeur au sein d'applications métiers d'une telle quantité de données. D'autres communes avec plus de moyens choisissent de gérer elle-même les données ou de confier leur gestion à des prestataires selon la portée stratégique de des données. Quand elles font appel à un prestataire, soit en DSP, soit en AMO, la question de la donnée dans le contrat devient primordiale : quelle propriété de la donnée ? quel accès à la donnée brute par la commune ? Sous quelle forme et à quel rythme ? Quelle possibilité de conserver la donnée si le prestataire change ?

D'après nos échanges avec des membres de la branche investissement dans les territoires intelligents de la Caisse des Dépôts, les communes sont de plus en plus averties de la question des données et certaines ont même fait modifier leurs contrats a posteriori pour améliorer leur accès à la donnée. Il y a néanmoins encore des points de difficulté dans l'accès à la donnée. Par exemple, la gestion de l'eau est souvent donnée en DSP par les communes et ce sont les prestataires qui installent des capteurs. Dans ce cas, la commune a rarement accès à la donnée, ou alors se voit facturer un montant supplémentaire. Il n'y a donc pas d'intégration transversale possible de la donnée qui reste cantonnée à un unique service.

Les communes doivent donc se poser la question de la valeur de la donnée. On peut classer les données en différents niveaux stratégiques :

- le niveau sécuritaire : la commune stocke et traite elle-même les données

Ce niveau concerne les capteurs qui permettent de garantir la sécurité de la ville ou dont les données pourraient être utilisées à mauvais escient. On peut citer par exemple le cas des caméras de vidéoprotection utilisées par la police municipale. Les données sont la plupart du temps stockées dans des serveurs au sein du commissariat. On peut citer également les boutons connectés permettant de lancer les alertes attentat que prévoit d'installer la ville de Courbevoie dans ses écoles et dont les données devraient être gérées directement par la ville.

- le niveau transversal : la commune garde un accès total à la donnée brute

Ce niveau concerne les réseaux d'objets stratégiques pour les axes principaux de développement de la collectivité. Si par exemple la ville mise sur des solutions de l'internet des objets pour améliorer la mobilité dans sa ville (entretien de la voirie, places de stationnement et de livraison, feux de signalisation, bus...), elle a intérêt à garder la main sur la donnée brute, même si elle passe par un prestataire, et d'autant plus si elle passe par des prestataires différents selon les solutions. En effet, l'interopérabilité de la donnée doit être assurée pour pouvoir faire communiquer les prestataires et avoir un développement cohérent de ces outils. Ces données doivent également pouvoir être transmises lors d'un changement de prestataire car elles sont très importantes pour calibrer les logiciels de gestion et ainsi assurer la continuité. Les collectivités qui en ont les moyens ont intérêt à internaliser le plus possible le stockage et la gestion des données.

- le niveau métier : la commune a accès aux données mais peut laisser la main au prestataire

Ce niveau concerne les réseaux d'objets moins stratégiques, c'est-à-dire ceux qui ne vont concerner qu'un métier spécifique. Par exemple, les données issues du suivi de la pollution doivent être suivies pour pouvoir donner des indications lors de pics de pollution mais ne sont pas très importantes sur le long terme car les communes sont surtout intéressées par les données consolidées et les statistiques. Il est néanmoins important de garantir la portabilité de la donnée, même si cela peut être difficile, en cas de changement de prestataire. Par exemple pour les données issues du suivi du niveau d'eau d'une rivière, la ville est intéressée par les alertes crues et les statistiques mais en cas de changement de prestataire, les données brutes sont importantes pour entraîner les logiciels de suivi.

On peut donc dire que le niveau d'exigence des collectivités quant à la donnée dépend de leur stratégie de développement autour des solutions de l'internet des objets. Elles doivent porter une attention spécifique à leurs besoins en termes d'interopérabilité et de portabilité de la donnée. Elles peuvent avoir une stratégie très inclusive des citoyens en misant sur l'open data. Cette stratégie repose sur un choix politique, comme à Paris, où ces données sont mises en valeur en valeur à travers des concours d'innovation. D'autres communes se montrent moins ouvertes à l'open data car elles craignent un détournement de certaines données à des fins politiques (utilisation des données de pollution ou de congestionnement de la ville pour critiquer les solutions prises par l'équipe au pouvoir par exemple). Un autre enjeu pour les collectivités qui internalisent la gestion de leurs données est le développement d'applications métier pour pouvoir mettre en valeur les données et améliorer la gestion de la ville. Ce développement peut représenter un budget important.

4.5 Les collectivités, des acteurs pertinents pour le développement d'un internet des objets

Comme nous l'avons vu précédemment, les collectivités sont pertinentes pour porter des projets de développement d'internet des objets. En effet, cette solution peut être un outil efficace au service de leurs grandes stratégies de développement. Selon les grands objectifs décidés et l'identification de besoins, les collectivités doivent trouver comment s'approprier au mieux les réseaux d'objets connectés et la gestion de leurs données en prenant en compte les atouts et les faiblesses spécifiques de leur territoire. Les collectivités doivent s'entourer des bons partenaires pour identifier les solutions techniques à leurs besoins, organiser et former leurs équipes et développer les outils adaptés. L'internet des objets peut être un outil politique intéressant car il permet d'inclure les citoyens à différentes reprises : identification des besoins, recherche des solutions et innovations citoyennes, sensibilisation et réduction de la fracture numérique, développement de la démocratie participative avec des prises d'initiatives citoyennes. Les phases d'expérimentation peuvent être des moyens de tester des technologies développées par des start-up locales. La question de la donnée est très importante car, en plus d'améliorer la gestion de questions techniques, ce sont elles qui renseignent sur l'usage d'un territoire par les citoyens et qui donc peuvent nourrir la réflexion politique et l'orientation des politiques publiques. Donner le contrôle de la donnée à un groupe privé peut présenter un risque pour la collectivité de perdre cette connaissance fine des citoyens et d'être contrainte de suivre les recommandations de leur prestataire en manquant parfois de recul pour les remettre en question. Cela peut être également problématique dans le cas d'une DSP où le manque de connaissances de la collectivité peut conduire à un déséquilibre dans les négociations du contrat.

Ainsi, pour dessiner sa stratégie de développement d'internet des objets, une collectivité doit combiner stratégie court terme et stratégie long terme et donc pouvoir choisir la bonne politique de gestion des données et de contractualisation avec un prestataire dans le cas où elle ne peut pas internaliser toutes les compétences. Elle sera alors dans la mesure de placer les citoyens au centre et de répondre véritablement à ses besoins et à ses enjeux.

4.6 Bilan de la mise en place d'une stratégie de territoire par le développement d'un internet des objets

Nous avons vu qu'une solution d'objets doit non seulement répondre à un besoin d'une collectivité mais également à une stratégie de développement du territoire pour pouvoir être approchée de manière transversale. Une fois la stratégie établie et les objectifs classés par ordre d'importance, de facilité de déploiement, de coûts et de retours sur investissement (la collectivité a intérêt à commencer par les solutions les plus simples pour apprendre et par celles qui ont le meilleur ROI), la collectivité identifie un besoin pour atteindre ces objectifs. C'est à partir de ce besoin que la prospection de solutions techniques puis les expérimentations vont pouvoir être faites. Pour cette phase, la collectivité peut déjà commencer à s'entourer de partenaires pour l'aider à cerner ses besoins, trouver des réponses techniques et mettre en place les tests à petite échelle. Quand une solution technique commence à se dégager, la collectivité doit ensuite questionner de nouveau sa pertinence en termes d'échelle et de moyens pour le déploiement de la solution retenue. Si la collectivité se trouve légitime pour développer cette solution, elle doit alors revenir aux enjeux de courts termes (coûts et voies de financements, ROI calculé d'après les expérimentations précédentes) et de longs termes (formation du personnel et organisation des équipes, propriété et gestion de la donnée). Elle doit également ramener cette solution dans le spectre des objectifs stratégiques pour anticiper le déploiement d'autres solutions répondant à d'autres besoins et ainsi optimiser les coûts en mutualisant le plus d'infrastructures possibles. Tout au long de la démarche, le citoyen peut être sollicité pour améliorer la pertinence des solutions et assurer une meilleure acceptation du projet.

A courts termes, la collectivité doit se préoccuper du financement du projet et du ROI qui, s'il existe, lui permettra de financer d'autres projets de développement du territoire. Elle doit également se poser la question du changement d'organisation de ses équipes face à l'arrivée de ce nouvel outil transversal. A moyens termes, elle doit également évaluer le besoin de formation de ses équipes pour pouvoir se saisir au mieux de l'internet des objets. En effet, même dans le cas d'une DSP, la collectivité a besoin de profils formés pour pouvoir suivre les performances du projet et participer aux négociations de la DSP. Pour la question des données, une vision de long terme est nécessaire pour juger de leur importance stratégique et de l'internalisation nécessaire. Un manque de compétence en interne peut être comblé par une AMO (voir la section sur le portage des solutions d'objets connectés 2). Il est parfois préférable de remettre en question la restriction du projet à l'échelle de la commune et de chercher des voies de mutualisation selon les maillons concernés (voir la section sur les échelles de déploiement de l'internet des objets 3). La question de la technologie doit être considérée à court terme (coût, efficacité et facilité de déploiement) mais aussi à long terme (anticipation de l'évolution des technologies et des progrès techniques) pour évaluer son exigence par rapport à la performance des solutions techniques (voir la section sur la technologie 5). Enfin, il est important de toujours chercher à revenir aux objectifs stratégiques de développement du territoire pour conserver une vision transversale et permettre un développement facilité d'autres solutions d'internet des objets dans le futur.

Des acteurs publics ont un rôle à jouer tout au long de la mise en place de solutions d'internet des objets et nous avons identifié des besoins de soutiens de la part des collectivités. Ces besoins sont essentiellement centrés sur la veille technologique et les retours d'expérience, l'accompagnement pour trouver des solutions de mutualisation, la formation des agents des collectivités et des financements.

La veille technologique est importante mais difficile à mettre en place pour l'internet des objets à cause de la jeunesse de ce sujet pour les collectivités et l'effervescence du développement de solutions ces dernières années. Nous développons ces questions technologiques dans la section qui suit.

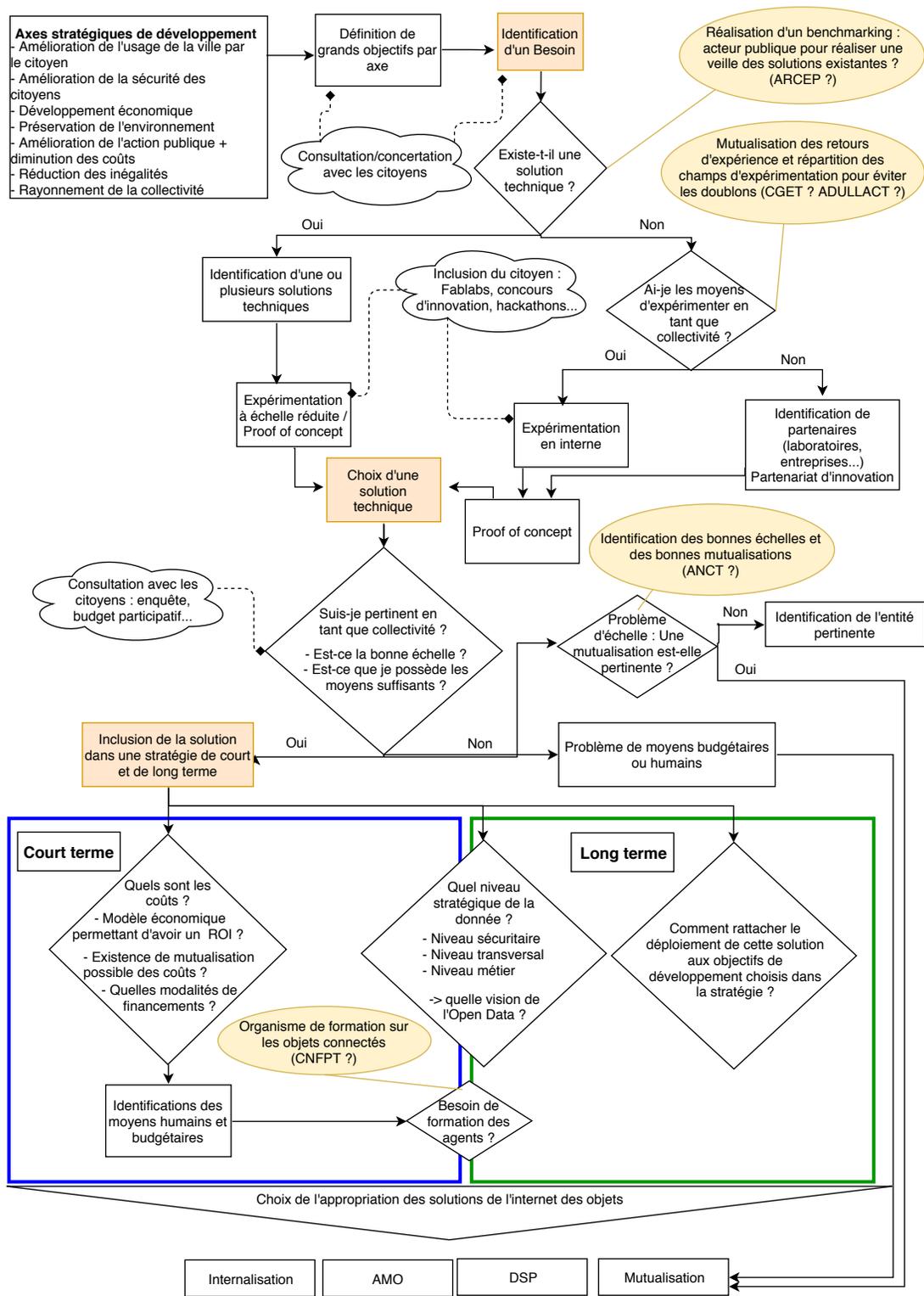
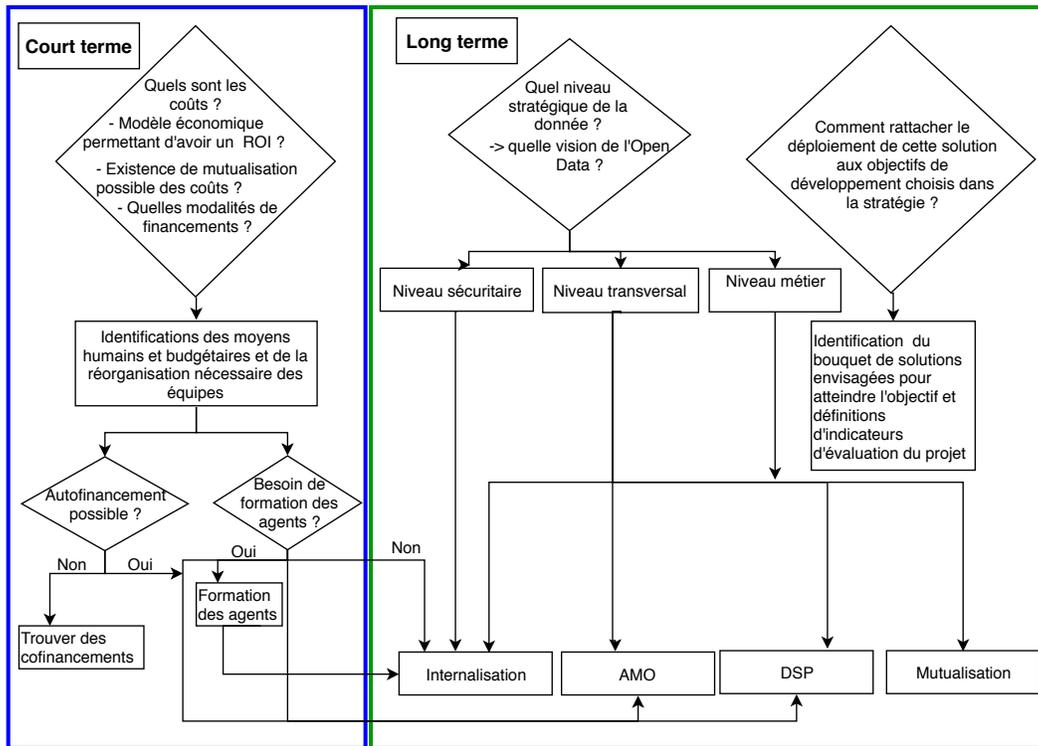


FIGURE 9 – Schéma d'une stratégie de développement d'un internet des objets par une collectivité



Autres éléments spécifiques du territoire influençant la décision :

- écosystème d'entreprises innovantes dans le numérique ?
- Réseau d'infrastructures numériques (fibre, antennes LoRa, Sigfox...) développé ?
- Equipes sensibles à la thématique de l'internet des objets ?
- Décideurs politiques volontaristes sur le sujet ?
- Citoyens investis ?

Légende :



Etape clef de la mise en place d'une solution d'objets connectés



Rôle potentiel d'un acteur public dans l'accompagnement des collectivités dans leur réflexion sur l'internet des objets



Implication du citoyen dans la réflexion sur l'internet des objets

FIGURE 10 – Détail de la prise en compte des enjeux de cours et de longs termes et légende du schéma

5 Les technologies de l'internet des objets

La présente section traitera de la question du choix technologique, point crucial pour un projet d'internet des objets. La section 1.1 fait état de plusieurs niveaux dans l'architecture d'une solution d'internet des objets où un choix technologique est à faire. Dans notre travail, nous nous sommes concentrés sur la question du choix d'une technologie pour le réseau. En effet, de notre recherche bibliographique et de nos entretiens, il ressort que c'est cet aspect qui représente l'enjeu le plus important pour les collectivités parmi les choix technologiques à faire, et qui est par ailleurs l'objet d'étude de différentes institutions.

Nous commencerons par présenter les différentes technologies existantes et les questionnements qui les départagent afin d'arriver à un arbre de décision. Ensuite, nous donnerons des éléments sur comment trouver de l'information technique à jour, en France et à l'échelle internationale, qui permettra d'éclaircir les enjeux du choix technologique et compléter l'étude que nous avons menée. Enfin, à partir de ces constats, nous donnerons quelques pistes de positionnement pour des acteurs institutionnels, dont le CEREMA.

5.1 Comment se situer dans le panorama des solutions technologiques ?

5.1.1 Le panorama des technologies existantes pour le réseau

Force est de constater qu'il existe tout un panel d'offres de technologies de réseau de communication, pour la collectivité qui souhaite déployer une solution d'internet des objets. Nous avons recensé les technologies existantes suivantes :

- la **fibres optique**, liaison de type filaire pouvant supporter du très haut débit (jusqu'à 1 Gbit/s) et avec un très faible temps de latence. C'est une technologie sûre en terme d'intégrité de la donnée et de sécurité qui a déjà fait ses preuves ;
- des technologies de type cellulaire via le **réseau GSM 2G, 3G ou 4G** ;
- des protocoles de transmission basés sur la connectivité bas débit et longue portée, de type LPWAN (Low Power Wide Area Network), comme **LoRaWAN** ou **Sigfox**. La différence entre ces deux protocoles est que la première technologie peut être internalisée, tandis que la deuxième est une technologie propriétaire qui ne permet que des solutions « clé en main ».

La liste des technologies susmentionnée n'est pas exhaustive, dans le sens où il existe d'autres technologies mais dont nous n'avons pas observé d'utilisation massive. Les technologies retenues résultent donc d'un choix de nous concentrer sur les technologies prises en charge par les collectivités que nous avons rencontrées ou au sujet desquelles nous avons eu des retours via nos interlocuteurs, pour assurer un maximum de pertinence.

Les caractéristiques techniques des technologies retenues sont données à titre indicatif dans le Tableau 1. Les critères en question sont :

- Le niveau de consommation énergétique, c'est-à-dire la quantité d'énergie qu'il faut apporter aux objets physiques pour leur fonctionnement. À titre d'exemple, une technologie fonctionnant sur batterie avec une forte autonomie a en général une consommation plutôt basse. L'appréciation que nous donnons à cette caractéristique est relative ;
- La portée, c'est-à-dire jusqu'à quelle distance un objet peut communiquer avec un transmetteur ou un émetteur du réseau (une antenne par exemple) ;
- Le débit, qui caractérise la quantité d'information qui circule sur une branche du réseau par seconde.
- Le temps de latence, autrement dit le décalage temporel avec lequel on reçoit l'information ;
- la possibilité d'internalisation de la technologie, pour gérer le réseau en propre.

Le cas de la 5G En parallèle à ces technologies existantes se développe actuellement la 5G, 5^e génération de standards pour la téléphonie mobile, qui comporte trois modes d'usage, par ordre croissant d'échéance de déploiement :

- la 5G « classique », avec un **haut débit** pour des usages tels que le *streaming* – lecture en continu d'un flux audio ou vidéo – qui met en jeu des transferts de données de taille importante. Le déploiement

| Technologie | Consommation | Portée | Débit | Internalisable |
|---------------|--------------|--|---------------------|----------------|
| LoRaWAN | Très basse | 5 km (urbain) - 15 km (rural) | 0,3-37,5 kbit/s | Oui |
| Sigfox | Très basse | 10 km (urbain) - 50 km (rural) | 600 bits/s | Non |
| 2G/3G/4G | Moyenne | 300m - 1km (urbain) 9 - 14 km (rural) | Jusqu'à 150 Mbit/s | Non |
| Fibre optique | Haute | - (connexion physique) | Au-delà de 1 Gbit/s | Oui |

TABLE 1 – Caractéristiques techniques des technologies principales

de la 5G avec cette caractéristique est prévu en France à horizon 2020, selon la feuille de route de la 5G du 16 juillet 2018.

- la 5G **faible latence - haute fiabilité** et pouvant assurer l'**intégrité de la donnée** – la probabilité de perdre des données lorsqu'elles sont transportées sur le réseau est nulle. Ces caractéristiques feront de la 5G la technologie idéale pour les futures voitures connectées.
- la 5G **des objets** pour une **communication machine à machine**, c'est-à-dire que les objets peuvent communiquer entre eux directement, avec pas ou peu d'intervention humaine. Ce mode d'usage est prévu pour supporter des réseaux d'objets connectés finement maillés, pouvant aller jusqu'à l'ordre du million d'objets au km².

Par ailleurs, selon l'Arcep, la 5G pourrait offrir la perspective intéressante de faire de l'**Open Source**. En effet, la 5G fera beaucoup plus appel à des machines de calcul reconfigurables de manière logicielle (*software*) pour opérer le réseau, alors qu'actuellement les réseaux cellulaires reposent sur des machines physiques dédiées (*hardware*). C'est là que se trouve le point d'entrée des collectivités pour avoir la capacité de gérer en propre le réseau.

Devant cette technologie naissante et possiblement polyvalente, un positionnement d'anticipation des collectivités est nécessaire. Il leur faut notamment se poser des questions de compatibilité avec la technologie utilisée actuellement, de comptabilité des données ainsi que de facilité de transition vers la 5G. De fait, la 5G présente des perspectives très intéressantes : même si pour l'instant c'est le mode d'usage gros débit qui est sera développé et déployé à l'échéance la plus courte, car c'est là que réside la demande la plus importante et l'attente de nombreux clients, les deux autres usages viendront en temps voulu. Ces qualités multiples de la 5G pourraient la positionner devant les technologies existantes, même si la volonté des autorités comme l'Arcep n'est pas de donner un monopole à la 5G. C'est pourquoi elle a prévu de limiter les bandes de fréquence attribuées à la nouvelle technologie. En outre, il est à noter que nos voisins allemands réservent des bandes de fréquence de la 5G à l'usage des collectivités, ce qui permettrait à celles-ci de garder la main sur la technologie du réseau en gérant leur propre réseau 5G. Cette option n'est toutefois pas envisagée par l'Arcep à ce jour.

Néanmoins, l'échéance de déploiement de la 5G est lointaine et incertaine. Alors que la phase actuelle d'expérimentation de la technologie dans plusieurs grandes villes françaises par des opérateurs téléphoniques devrait se prolonger jusque mi 2019, le cabinet d'études Xerfi prévoit que la 5G *standalone*, c'est à dire avec un fonctionnement physique autonome, ne verra pas le jour en France avant 2025, et qu'il faudra patienter jusqu'en 2030 pour la voir offrir une couverture nationale du territoire [18]. La raison principale est que la nouvelle technologie pose des questions de mode de tarification et d'investissement pour les industriels : dans un contexte de guerre des prix du mobile entre des opérateurs comme Orange, Bouygues et SFR, la crainte des grands groupes est d'investir massivement dans un nouveau réseau sans perspective de rentabilité. Une autre question qui se pose en lien avec cette problématique est le mode d'attribution des fréquences pour la 5G, sujet en cours de traitement par l'Arcep qui promettait en octobre 2018 que le processus d'attribution des fréquences serait lancé d'ici la mi 2019. Un dernier aspect à prendre en compte est l'acceptation progressive des habitants, qui verront probablement d'un mauvais œil l'implantation de nouvelles antennes dans leur environnement proche.

Par conséquent, la 5G n'est pas une solution concrète proposée dans l'arbre de décision de la section

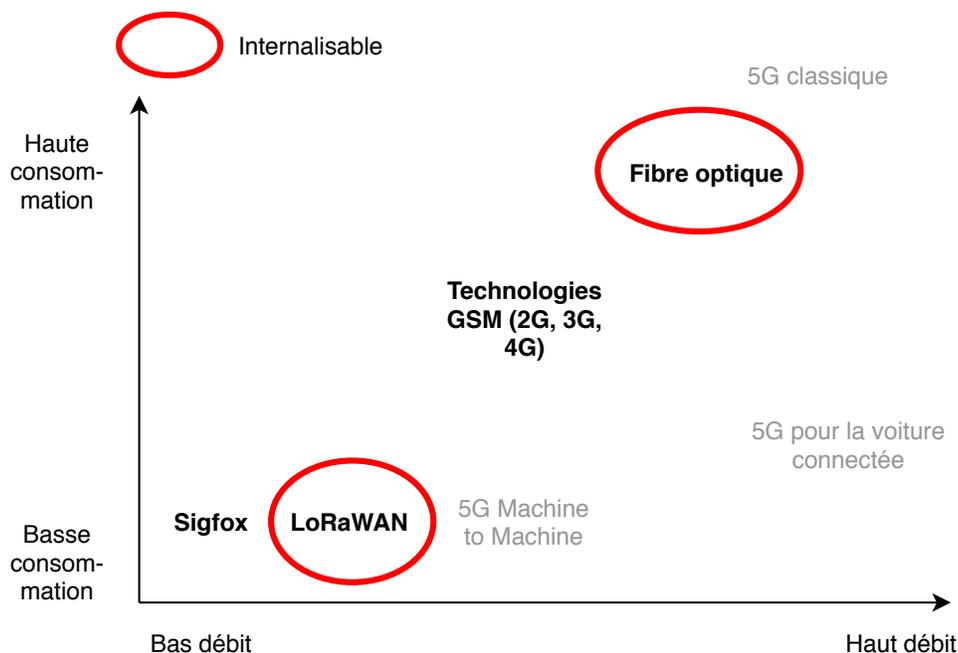


FIGURE 11 – Panorama qualitatif des solutions technologiques pour le réseau

suivante (Figure 12). Le but ici n'est pas de bloquer les collectivités en leur proposant d'attendre pour une durée indéterminée, pour qu'elle puissent concrètement développer leurs solutions d'internet des objets. Il est toutefois conseillé aux collectivités d'anticiper l'avènement futur de la 5G en faisant particulièrement attention aux points mentionnés dans le paragraphe précédent.

5.1.2 Les technologies des objets physiques

Il existe tout un panorama d'objets physiques, notamment de capteurs, dans le domaine de l'internet des objets. Cependant, présenter un catalogue des objets connectés ne trouve pas sa place dans ce rapport : l'échelle de temps qui caractérise les évolutions de ce marché est considérablement inférieure à celle des technologies réseau de la section précédente. Il serait plus pertinent d'avoir un observatoire mis à jour régulièrement, tel que l'Observatoire des Marchés de l'Arcep dans sa version à venir, qui serait mis à jour deux à quatre fois par an, comme nous le détaillerons dans la section 5.3.

5.1.3 Quelles questions se poser ?

De nos constats précédents, il apparaît que dans le processus de choix technologique, l'étape qui représente l'enjeu le plus important est celui du choix pour le réseau de télécommunications. Ainsi, cette partie sera consacrée aux questions qu'il convient de se poser pour choisir sa technologie pour le réseau de télécommunications parmi le panorama présenté précédemment, afin d'aboutir à un arbre de décision. La Figure 11 donne une vision d'ensemble des solutions existantes et à venir que nous considérons, classées de manière qualitative selon les critères suivants : débit, niveau de consommation et possibilité d'internalisation.

En premier lieu, il apparaît clairement que la technologie adéquate n'est pas la même selon le cas d'usage, selon que l'on veuille suivre la consommation énergétique d'un bâtiment ou que l'on veuille faire de la vidéoprotection. Il est donc nécessaire de se poser des questions sur le besoin concret :

- **Quelle est la fréquence nécessaire de remontée de l'information ?** Quotidienne, horaire, toutes les dizaines de minutes, flux continu d'informations ?
- **L'usage nécessite-t-il une information précise et de qualité, qui nécessite une taille importante de stockage ?** L'information peut en effet être un binaire (0 ou 1), un chiffre, un ensemble de chiffres, voire une image encodée par pixels dans le cas d'une caméra.

Répondre à ces questions permet de distinguer deux grands groupes de technologies parmi celles présentées : les technologies **basse consommation et bas débit** (LoRaWAN ou Sigfox) contre les technologies **haute consommation et haut débit** (technologies GSM ou fibre optique). La première catégorie correspond aux remontées d'informations peu fréquentes et aux informations de taille plutôt petite, tandis que la dernière sert aux usages nécessitant une information fréquente et de taille importante. Les technologies à basse consommation et haut débit n'existent pas à ce jour ; cependant on peut espérer que la 5G présentera ces caractéristiques, notamment dans son dernier usage.

Ensuite, dans le cas où ce serait une technologie à haute consommation et haut débit qui serait nécessaire, il faut également se poser la **question de la latence** : souhaite-t-on absolument une information en temps réel, ou un décalage entre le moment d'occurrence de l'événement et le moment où l'utilisateur est informé est-il tolérable ? Par exemple, si l'on utilise des caméras pour de l'anti-criminalité il est nécessaire d'avoir du temps réel ; par contre, si la technologie sert aux parkings connectés, ce n'est pas vital d'avoir l'information à la seconde près. Dans le cas où du temps réel est souhaitable, une solution naturelle est la fibre optique.

Dans tous les cas, la collectivité devra se demander si elle souhaite **internaliser la solution**, ou si elle se contentera d'une solution « clé en main », qui restera la propriété du fournisseur. D'un extrême à l'autre, on peut trouver deux fonctionnements d'un point de vue budgétaire, puisque dans le cas de l'internalisation, on aura principalement un investissement initial inscrit dans les dépenses d'investissement ; alors que dans le cas d'une solution propriétaire, en général, un système d'abonnement est mis en place, ce qui sera décompté dans les dépenses de fonctionnement. Trancher ici permettra de départager les solutions retenues à l'étape d'avant : une internalisation conduira à LoRaWAN ou la fibre optique, et une solution propriétaire à Sigfox ou aux technologies cellulaires (2G/3G/4G).

Ces questionnements sont synthétisés dans l'arbre de décision de la Figure 12. Toutefois, cet arbre est non-exhaustif car il ne prend pas en compte tous les aspects techniques, seulement la consommation, le débit, le temps de latence et la possibilité d'internalisation, qui suffisent à différencier les technologies. D'autres aspects comme la sécurité ou la portée ne sont pas pris en compte. D'autre part, il est figé dans le temps et devra être mis à jour régulièrement en fonction de l'évolution des technologies impliquées, en particulier la 5G. Ainsi, dans la section suivante on s'attachera à présenter l'état de l'art des études fournissant des informations techniques à jour, en complément de l'arbre de décision proposé.

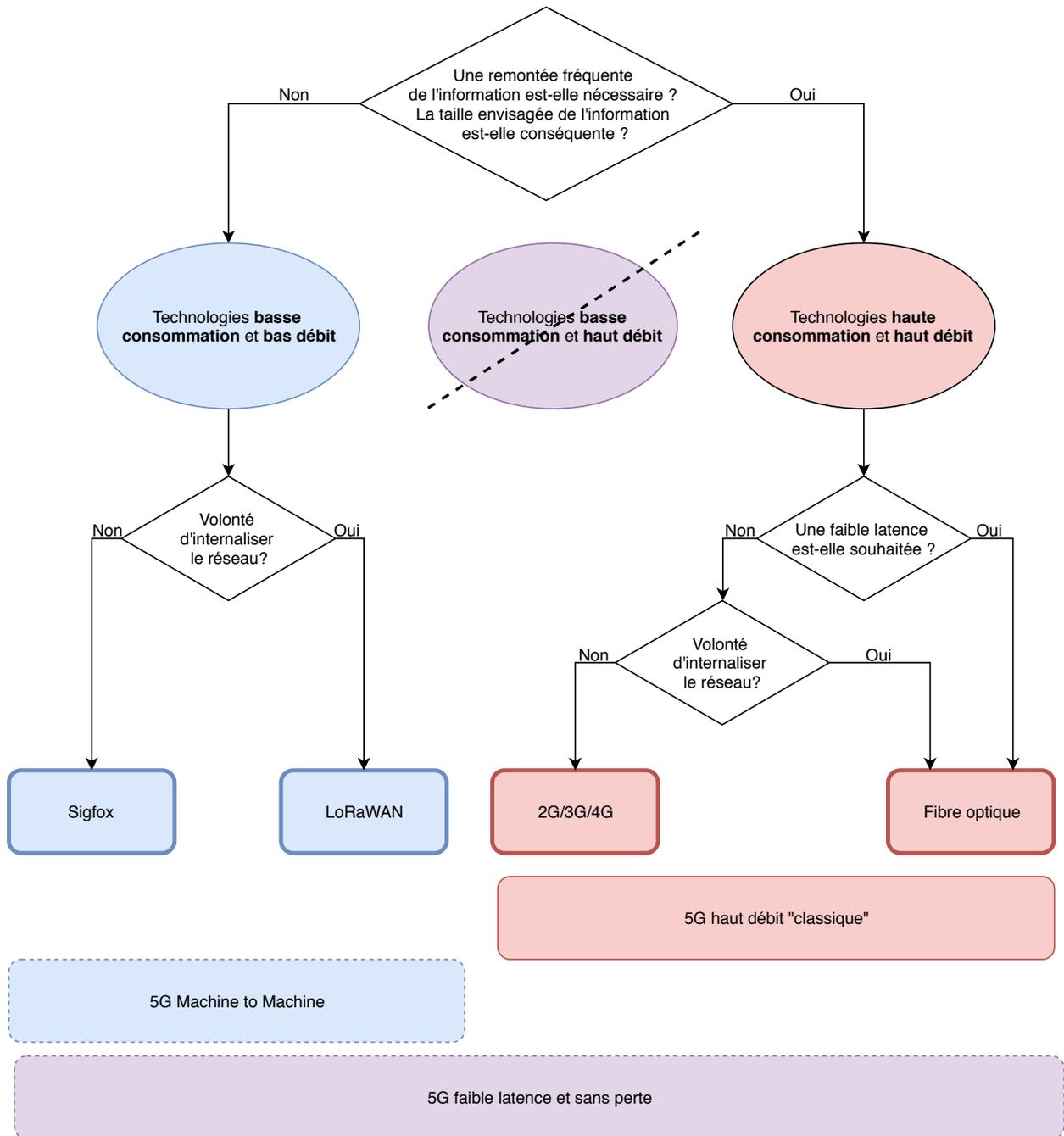


FIGURE 12 – Arbre de décision pour le choix technologique du réseau

5.2 Points d'attention

Les éléments précédemment présentés sont à considérer avec un certain recul, notamment au vu des points d'attention suivants :

- La durée de vie présumée des objets physiques qui sont utilisés pour la télécommunication, notamment les antennes LoRaWAN et Sigfox, est à appréhender avec précaution. En effet, ce sont des technologies dont le déploiement est récent et il n'y a à ce jour presque pas de retour d'expérience.
- De la même manière, la durée de vie théorique des objets connectés, en particulier de la batterie des capteurs, est une information qu'il ne faut pas intégrer avec une confiance aveugle. De fait, les déploiements observés sont récents et les retours d'expérience sont insuffisants. Pour illustrer ce propos, des collectivités ont constaté lors de leurs expérimentations que certains types de capteurs utilisés dans un réseau LoRaWAN n'ont tenu que quatre mois, alors que la durée de vie annoncée était de cinq ans.
- L'arrivée de la 5G peut tout à fait changer la donne pour les autres technologies. Par exemple, est-ce que l'avènement de la 5G, dans son mode de fonctionnement de machine à machine, ne risque-t-il pas de menacer un certain nombre de technologies concurrentes mais plus spécifiques comme Sigfox ? Nul n'est à l'abri de ce genre de risques et il faut absolument anticiper les changements que peut apporter la 5G, notamment en faisant attention aux questions d'interopérabilité.

5.3 Comment trouver de l'information à jour ?

L'enjeu sur un sujet comme l'internet des objets est de trouver une information à jour. Les solutions technologiques évoluant très rapidement. Le choix que nous avons fait est de ne pas entrer dans le détail de technologies qui seront caduques quelques mois plus tard mais plutôt d'identifier les sources d'informations mises à jour, ce que nous vous proposons dans cette partie, dans un premier temps à l'échelle de la France et ensuite à une échelle internationale.

5.3.1 En France

Le principal acteur possédant la compétence technique est l'Arcep (voir section 1). Les services techniques de l'autorité administrative indépendante travaillent actuellement sur un guide « Référentiel IoT » pour définir des critères de comparaison technique entre les différentes technologies. Les six axes principaux du rapport, représentant des enjeux particulièrement importants, ont été définis suite aux ateliers « Référentiel IoT » [19] réunissant des industriels, aussi bien fournisseurs que consommateurs, qui se sont tenus le 11 et le 14 décembre 2017. Les axes retenus sont les suivants :

- la connectivité et la qualité de service, notamment les questions de débit et de couverture du territoire que l'on veut desservir ;
- la protection des données personnelles, en lien avec le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) ;
- le niveau de sécurité, en lien avec l'ANSSI qui délivre des certificats de sécurité ;
- la consommation énergétique et la résilience des objets en cas de coupure ;
- la pérennité, à savoir la capacité de basculement vers une autre solution et la possibilité de récupération des données ;
- l'ouverture et l'interopérabilité qui caractérisent la richesse du système.

Le constat de l'Arcep est que dans ces différents axes, il existe de nombreux critères identifiables mais certains sont plus facilement quantifiables – la couverture ou le débit – que d'autres – la pérennité d'une solution par exemple. C'est pourquoi le futur guide, a priori similaire à un catalogue, bien qu'ayant un fort aspect quantitatif, ne sera pas voué à être exhaustif. Par ailleurs, un autre objectif voulu par l'Arcep en réalisant ce guide est de mettre en avant des solutions, comme celles qui s'appuient sur la technologie Sigfox, qui ont une renommée moins importante et bénéficient de moyens de communication extérieure moins développés que les solutions propriétaires des grands opérateurs téléphoniques comme Orange.

En parallèle, les services de l'Arcep sont sur le point de réaliser un recensement auprès des industriels,

via un questionnaire concernant les caractéristiques techniques des solutions qu'ils offrent et la viabilité économique de ces dernières. Les réponses seront rendues publiques et serviront à alimenter un volet internet des objets qui naîtra au sein de l'Observatoire des Marchés publié par l'Arcep, avec une mise à jour prévue tous les trimestres ou tous les semestres. De fait, cette fréquence d'actualisation est nécessaire pour un niveau de détail technique précis concernant les différentes solutions existantes.

Par ailleurs, un certain nombre d'institutions étatiques se sont intéressées à la question des technologies de l'internet des objets. On citera notamment l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST), groupe de travail parlementaire, qui publiera sous peu un rapport sur l'internet des objets avec un volet sur les défis technologiques – sécurité, attribution des fréquences, etc – d'après sa note scientifique « Les objets connectés » [20]. Ce rapport aurait entre autres un rôle de veille technologique et d'évaluation des conséquences de la législation en lien avec l'internet des objets. Sont également pertinents dans ce domaine la Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies (FNCCR) et la Fédération Internet Nouvelle Génération (FING), qui réalisent actuellement des études sur respectivement le cycle de et la valorisation de la donnée, ainsi que le Conseil National du Numérique (CNNum), chargé d'étudier « les questions relatives au numérique, en particulier les enjeux et les perspectives de la transition numérique de la société, de l'économie, des organisations, de l'action publique et des territoires » (selon [21]).

Quant aux autres institutions ou entreprises qui accompagnent les collectivités sur le déploiement de l'internet des objets, qu'elles soient privées ou publiques, deux cas se présentent. Premier cas : ce sont des organisations sans la compétence technique en interne. Second cas : la compétence est présente mais les missions de l'organisme se concentrent sur une unique technologie – par exemple, InfraNum et le développement de la fibre optique. Dans ce cas, l'absence de compétence sur les autres technologies est un obstacle à la vision globale nécessaire pour conseiller les collectivités de manière objective. Ainsi, de manière générale, on remarque un manque de compétence technique avec une vision d'ensemble sur toutes les technologies ainsi qu'une absence de guide d'aide concrète à la décision, lacune qui appelle à être comblée par un des acteurs autour de l'internet des objets ayant une compétence technique.

5.3.2 À l'échelle internationale

Au niveau international, deux institutions se sont intéressées à la question de la technologie du réseau pour l'internet des objets : l'Organe des régulateurs européens des communications électroniques (en anglais, *Body of European Regulators for Electronic Communications* – BEREC) et l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE).

Le BEREC, équivalent de l'Arcep à l'échelle européenne, travaille actuellement sur un rapport en s'appuyant entre autres sur une enquête auprès des parties prenantes, comprenant notamment divers régulateurs nationaux. Le but de ce rapport est d'identifier les bonnes pratiques en matière d'internet des objets et d'harmoniser les indicateurs de performance les plus pertinents. Sa publication est prévue en mars 2019.

Quant à l'OCDE, elle a publié tout récemment en octobre 2018 un rapport sur « la mesure et les applications de l'internet des objets » [2]. L'objectif de ce rapport était de proposer une définition générale européenne de l'internet des objets en synthétisant les définitions des différentes organisations nationales et internationales, ainsi que de détailler les enjeux de l'internet des objets, notamment en termes d'infrastructures avec la perspective des voitures connectées.

Le rapport se conclut sur la proposition de quelques critères, la plupart qualitatifs, à prendre en compte pour évaluer une technologie : la propriété de la donnée, la facilité de récupération de la donnée, les caractéristiques techniques telles que la sensibilité à la latence ou encore la mobilité des objets physiques. Nous attirons l'attention sur le fait que ces critères ne sont pas forcément tous pertinents pour un usage par les collectivités, le rapport s'appuyant sur des sondages auprès des particuliers et des industriels. Néanmoins, une partie de ces critères peuvent toutefois être intéressants, et il reviendra à la collectivité de faire le tri en fonction de son cas d'usage.

Par ailleurs, le rapport propose également une taxonomie des technologies pour le réseau de l'internet

des objets, partagées entre technologies à longue portée et technologies à courte portée. Dans le cas des collectivités, il faut bien noter que c'est la première catégorie qui est pertinente à l'échelle d'un territoire.

Enfin, le rapport détaille en annexe une liste de questions à se poser en termes d'évolution de l'internet des objets et notamment sur les changements que le déploiement et l'utilisation futurs de la 5G vont engendrer, questions qu'une collectivité peut également se poser dans ce contexte.

5.3.3 Récapitulatif

Les différents organismes et autorités qui se sont appropriés la question du choix technologique sont réunis dans le tableau 2, avec un détail de ce qu'ils peuvent apporter aux collectivités et leurs limites.

| Organisme(s) | Échelle | Apport aux collectivités | Limites |
|---|-----------------|---|---|
| Arcep | Nationale | Guide « Référentiel de l'IoT » et accompagnement | Pas d'aide à la décision dans le guide ; inspiré de retours des industriels |
| InfraNum (ex-FIRIP) | Nationale | Accompagnement des collectivités et études nombreuses | Uniquement tourné vers la fibre optique et le plan Très Haut Débit (THD) |
| Banque des Territoires | Nationale | Financement d'études sur la question technologique en partenariat avec des collectivités | Pas de publications « en propre » |
| Autres organismes réalisant des études sur le sujet (OPECST, ...) | Nationale | Études cadrées à venir sur les enjeux et défis technologiques | Pas d'accompagnement auprès des collectivités |
| BEREC | Européenne | Rapport sur les bonnes pratiques IoT et les indicateurs, s'appuyant sur les régulateurs nationaux européens | Pas d'accompagnement spécifique des collectivités françaises |
| OCDE | Inter-nationale | Rapport sur la mesure de l'IoT | Trop éloigné des collectivités |

TABLE 2 – Acteurs autour de la question du choix technologique

5.4 Quels sont les manques en termes de technologie ?

À partir du constat du manque de compétence technique avec une vision globale et du manque d'aide à la décision sur le sujet du choix technologique en France, un positionnement pertinent pour un acteur comme le CEREMA ou l'ARCEP serait tout simplement de réaliser un guide technologique à destination des collectivités. En s'appuyant sur les différents rapports existants pour retenir des critères de comparaison pertinents, un guide pourrait être réalisé sur « comment choisir sa technologie ».

En parallèle, il existe un besoin de veille technologique au niveau national et international, en vue de mettre ce guide à jour régulièrement pour conserver sa pertinence, tout en étant attentif aux signaux annonçant l'avènement de la 5G. En particulier, il serait pertinent d'avoir un recensement des usages par technologie et de leurs retours d'expérience, afin de connaître l'ordre de grandeur de la durée de vie réelle des différents objets physiques.

6 Conclusion

Après un panorama du monde de l'internet des objets pour les collectivités, de ses usages et de ses acteurs, nous avons souligné au cours de notre étude l'impact de l'appropriation de l'internet des objets par les collectivités sur leurs organisations et les nécessaires changements de paradigme, les montées en compétence et besoins de mutualisation qu'elle implique.

Nous avons également mis en avant l'importance du choix de l'échelle pertinente à tous les niveaux de déploiements de solutions d'internet des objets ainsi que la problématique d'entraînement des territoires dans l'internet des objets, à la fois d'un point de vue vertical, c'est-à-dire en s'emparant d'une solution à une échelle administrative supérieure, et d'un point de vue horizontal, c'est-à-dire en propageant des solutions d'objets connectés à des territoires voisins.

Les territoires peuvent en effet avoir des enjeux convergents que le déploiement de solutions d'internet des objets leur permet de faire avancer. Elles se placent en effet au service du citoyen et permettant d'appuyer les grands axes stratégiques du développement du territoire comme l'amélioration de l'expérience du citoyen et de la démocratie, l'optimisation de l'action publique ou encore la préservation de l'environnement.

Pour mener à bien ces politiques, une maîtrise des technologies du territoire intelligent est nécessaire. Nous avons ainsi proposé une grille de lecture permettant d'éclairer le choix des technologies pertinentes en fonction des solutions d'internet des objets recherchées. Cependant, dans un contexte d'évolution perpétuelle des technologies, un guidage institutionnel, accompagné par une veille technologique continue, et éclairé par des retours d'expérience paraît nécessaire.

Ainsi, nous avons proposé dans le cadre de cette étude des pistes pour les collectivités qui souhaitent développer des projets d'objets connectés. Il nous faut néanmoins préciser que notre rapport ne recherche pas l'exhaustivité mais s'attache à traiter les points qui nous ont semblé les plus prépondérants au vu des échanges avec les acteurs que nous avons rencontrés.

De nombreux acteurs institutionnels se sont d'ores et déjà positionnés sur la problématique du territoire intelligent. Cependant, il reste des zones blanches, notamment sur la thématique de l'accompagnement technologique, sur lesquelles de nouveaux acteurs pourront se positionner.

Références

- [1] OECD : Machine-To-Machine Communications : Connecting Billions of Devices. *OECD Publications*, 2012.
- [2] OECD : IoT measurement and applications. *OECD Digital Economy Papers*, -(271), 2018.
- [3] NOTES D'ANALYSES DE FRANCE STRATÉGIE (MEHDI NEMRI) : Demain, l'Internet des objets, 2015.
- [4] Robert BENDA, Thibault FAGIANI, Paul GIOVACHINI et Côme PELÉE DE SAINT MAURICE : La ville et l'internet des objets – mettre l'internet des objets au service de la ville intelligente et durable, 2017.
- [5] SEDIF : Télérelevé, c'est parti! *inf'eau, Le magazine du syndicat des eaux d'Ile-de-France*, -(77), 2011.
- [6] GOUVERNEMENT FRANÇAIS : La French Tech : une ambition collective pour les start-up françaises. <https://www.gouvernement.fr/action/la-french-tech-une-ambition-collective-pour-les-start-up-francaises>, 2017.
- [7] LIVING LAB : O Cell. <http://o-cell.fr/solutions/living-lab>, 2018.
- [8] 1M2M : Connecting the world. <https://www.1m2m.eu/>, 2018.
- [9] LIFE PLUS : Bien vieillir. <https://www.lifeplus.io/>, 2018.
- [10] CÉDRIC DEDIEU : Sigfox, une start-up française très convoitée. *Le monde*, 03 2014.
- [11] GABRIEL VEDRENNE : Sigfox, un futur géant français des nouvelles technologies? *Europe 1*, 02 2015.
- [12] INFRANUM : Construire son smart territoire. <http://infranum.fr/wp-content/uploads/2018/06/Guide-SmartCity2018-INFRANUM-WEB-pages-v3.1.pdf>, 2018.
- [13] MINISTÈRES DE L'ÉCONOMIE ET DES FINANCES ET DE L'ACTION ET DES COMPTES PUBLICS : La loi pour une République numérique. <https://www.economie.gouv.fr/republique-numerique>, 2018.
- [14] OPENDATAFRANCE : <http://www.opendatafrance.net/>, 2018.
- [15] SYNDICAT DE LA PRESSE SOCIALE : L'illectronisme en France - qui sont les abandonnistes? <https://sps.fr/wp-content/uploads/2018/09/180626-CP-lillelectronisme-en-France-SPS-final.pdf>, 2018.
- [16] LABFAB DE RENNES : Evènement MaisonMix. http://www.wiki-rennes.fr/MaisonMix_2016, 2016.
- [17] LABFAB DE RENNES : Evènement MetroMix. <http://metromix.io/>, 2017.
- [18] XERFI : L'Écosystème de la 5G à l'horizon 2025 — Perspectives d'adoption et évolutions du jeu concurrentiel au sein de la filière télécom, 2018.
- [19] ARCEP : Ateliers « Référentiel IoT ». <https://iot.arcep.fr/wp-content/uploads/2018/03/Bilan-ateliers-r%C3%A9f%C3%A9rentiel-IoT.pdf>, 2017.
- [20] OPECST : Les Notes scientifiques de l'Office – Note n°1 : Les objets connectés. https://www.senat.fr/fileadmin/Fichiers/Images/opecest/quatre_pages/OPECST_2018_0013_note_objets_connectes.pdf, 2018.
- [21] CNNUM : Traducteur et éclairer des transformations numériques. <https://cnnumerique.fr/>, 2018.

Annexe A Liste des personnes rencontrées

Pour construire notre analyse, nous avons souhaité rencontrer le plus d'acteurs possible, de divers horizons, de diverses tailles, afin d'avoir un panorama le plus complet possible. Ci-dessous sont repris l'ensemble des personnes que nous avons rencontrées dans le cadre de notre étude. En gris sont repris l'ensemble des personnes rencontrées l'année passée par nos collègues ayant produit le rapport précédent [4] : les entretiens réalisés ont également été valorisés pour produire ce rapport.

A.1 Collectivités territoriales

- Norbert FRIANT, Rennes Métropole et ville de Rennes, Responsable du Service Numérique, 15/10/2018
- Geneviève DESCHARLES, SIPPEREC, directrice du pôle numérique et ville connectée, 15/10/2018
- Florent LESAUVAGE, Manche Numérique, chef de projets de la direction unifiée des systèmes d'information, 17/10/2018
- Joelle NONNET, Conseil régional La Réunion, chef de projet services et usages numériques, 06/11/2018
- Christophe COLINET, Bordeaux Métropole, Chargé de mission Métropole Intelligente à la Direction Générale Numérique et Système d'Information, 07/11/2018
- Claire HUGONET, Limours, AMO sur le Living Lab, 13/11/2018
- Sandrine MATHON, Toulouse Métropole et ville de Toulouse, Responsable du Domaine Ressources à la Direction du Numérique, 13/11/2018
- Cyril YVER, Communauté d'agglomération Nîmes Métropole et Ville de Nîmes, Direction des usages et des infrastructures numériques, 14/11/2018
- Julien VIAN, Communauté de communes Pays Haut Val d'Alzette, directeur général des services, 19/11/2018
- Benoît CLAVEL, Mairie de Courbevoie, Directeur des systèmes d'information, 27/11/2018
- Pierre MUSSEAU, Paris, conseiller en charge de l'urbanisme et de la ville intelligente au cabinet de J-L Misika, adjoint à la Maire en charge de l'urbanisme, 04/12/2018
- Thierry VINÇON, Saint Amand de Montrond, Maire, 11/10/2017
- Marie VELTZ, Métropole de Nice-Côte d'Azur, Doctorante sur la structuration de la ville intelligente et chargée de mission, 17/10/2017 et 24/10/2017
- Marion VERGEYLEN, Forum métropolitain du Grand Paris, Chargée de mission Mobilités 2030, 27/10/2017
- Émilie GERBAUD, Métropole du Grand Lyon, Chef de projet Ville intelligente, 07/11/2017
- Emmanuel GASTAUD, Métropole du Grand Lyon, Responsable Internet des Objets et du projet Biotope H2020
- Sabine ROMON, Ville de Paris, Responsable de Mission Ville Intelligente et Durable au secrétariat général, 08/11/2017
- Éric SIEBERATH, Communauté d'Agglomération de Paris Saclay, Directeur de cabinet adjoint du Président de la Communauté d'Agglomération, 16/11/2017
- Constance NEBBULA, Angers, Conseillère municipale déléguée à l'Innovation et au numérique, 09/11/2017
- Benoît VAGNEUR, Saint-Sulpice-la-Forêt, Adjoint au maire, 13/11/2017
- Guillaume COLLOD, Ville de Marseille, Chargé de Mission Aménagement Numérique, 07/12/2017

A.2 Agences de l'État

- Pierre BOUTOT, ARCEP, Chargé de mission au sein de l'Unité Spectre, Technologies et Innovation, 25/10/2018
- Pour la Caisse des dépôts, Lucas GRIFFATON SONNET, Investisseur « Smart City », François PANOUILLE, Chargé de mission « Smart City », Emmanuel PASSILLY, Responsable des investissements « Ville et territoire intelligent », 27/11/2018
- Marc LAGET, Commissariat Général à l'Égalité des Territoires, Expert aménagement et développement numérique des territoires, 28/11/2018

- Pierre PERRIN, Efficacity, Chargé de Mission benchmarking de la Smart City, 19/10/2017
- Nicolas HAUTIERE, Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Directeur de projet auprès du Directeur de Département Composants et Systèmes, chargé de la Route 5e Génération, 23/10/2017
- Jean BENEHDI, Établissement Public d'Aménagement de la Défense-Seine Arche (EPADESA), Chargé de Mission Environnement-Développement Durable, 21/11/2017
- Sylvain LOIZEAU, ARCEP, coordinateur de la mission IoT et chef de l'unité réglementation du spectre et des relations avec les équipementiers, 19/12/2017

A.3 Industriels

- Pour Sigfox, Patrick CASON, General Manager Sigfox France, Raoul MALLART, Chief Technology Officer, Eve-Laure PERON, Public Affairs Manager, 19/11/2018
- Pour Tactis, Stéphane LELUX, Fondateur, président du groupe Tactis, 13/11/2018.
- Leonor GAUTHIER, Vinci Énergies, Responsable scientifique Villes Intelligentes, 09/11/2017
- Olivier SELLÈS, Bouygues Immobilier, Rehagreen Programme manager, 09/11/2017
- François DUQUESNOY, Orange Business Services, Directeur Smart Cities, 21/11/2017
- Philippe SAJHAU, IBM France, Vice-président et en charge du programme Smarter Cities, 23/11/2017
- Emmanuel SCHNEIDER et Franck BACHET, CISCO, 12/12/2017
- Jean-Baptiste VIEREN et Victor RAZANATSIMBA, m2o City, 19/12/2017

Annexe B Fiches-collectivités

Dans cette section, nous vous présentons les fiches récapitulatives de nos entretiens avec des collectivités ainsi que de ceux réalisés par nos collègues ayant produit le rapport de l'année passée [4]. Ces fiches permettent d'illustrer de façon synthétique les arguments que nous avons développés tout au long de notre étude et de les replacer dans leur contexte. Elles ne prétendent pas être entièrement exhaustives mais permettent de mieux comprendre les besoins, les démarches, les expérimentations et l'organisation des collectivités qui se lancent dans le développement de l'internet des objets. Comme nous l'avons montré dans ce rapport, il existe différentes stratégies adoptées selon les objectifs et les moyens dont disposent les collectivités, et cette annexe permet d'en dresser un panorama intéressant.

Table des matières

| | |
|-----------------------------------|----|
| Angers | 59 |
| Bordeaux | 60 |
| Courbevoie | 61 |
| Métropole du Grand Lyon | 62 |
| Limours | 64 |
| Manche numérique | 66 |
| Marseille | 67 |
| Nice | 68 |
| Nîmes | 69 |
| Paris | 71 |
| Paris-Saclay | 73 |
| Pays Haut Val d'Alzette | 74 |
| Rennes | 75 |
| La Réunion | 77 |
| Saint-Amand-Montrond | 78 |
| Saint-Sulpice-la-Forêt | 79 |
| SIPPEREC | 80 |
| Toulouse | 81 |

Angers

Rencontre avec Constance Nebbula (Conseillère municipale déléguée à l'Innovation et au numérique) le 09/11/2017

Présentation

Échelle de la collectivité : Commune

Nombre d'habitants : 150 000 habitants

Organisation des services

Les interlocuteurs de C. Nebbula au sein des directions métiers sont un spécialiste des infrastructures et une personne en charge du développement économique, auxquels se rajoutent le service numérique et la direction de communication.

Usages recensés

— PAVIC

Description : Plateforme des objets connectés ("Angers smart City Platform") qui agrège les différentes données. Regroupe des acteurs institutionnels (Ville, Agglomération, CCI), économiques et académiques (écoles d'ingénieurs notamment).

Type de contrat : Association de loi de 1901 qui a des accords de convention avec l'agglomération

— Capteurs dans les poubelles de l'hyper-centre

Description : Installation de capteurs dans les poubelles de l'hyper-centre d'Angers pour connaître leur remplissage et optimiser les rotations des camions. Projet abandonné car non-concluant en termes d'utilité.

Échelle retenue : Hyper-centre d'Angers

Type de contrat : Partenariat gratuit avec m2o City lors de l'expérimentation

— Capteurs dans les poubelles en périphérie

Description : Installation de capteurs dans les poubelles de la périphérie d'Angers pour connaître leur remplissage et optimiser les rotations des camions. Expérimentation toujours en cours.

Échelle retenue : Quartiers

Type de contrat : Partenariat avec Qowisio

— Capteurs divers

Description : Installation de capteurs de qualité de l'air et de nuisances sonores

Échelle retenue : Endroits localisés

Type de contrat : Partenariats

Bordeaux

Rencontre avec Christophe Colinet (Chargé de mission Smart City) le 07/11/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Métropole

Nombre d'habitants : 770 000 habitants

Organisation des services

Le chargé de mission Smart City dépendant directement de la direction générale de la métropole coordonne tous les projets smart city et internet des objets. Le service "territoire digital et connecté" de la direction du numérique et des systèmes d'information collecte les besoins des directions techniques (voirie, propreté...) et propose des solutions mutualisées.

Usages recensés

— Boîtiers connectés pour les bouées de secours le long de la Garonne

Description : Devant les problèmes de vandalisme et de vols des bouées de secours, mise en place de boîtiers connectés grâce à la coopération de la DG voirie, de la DG numérique et SI et une école d'ingénieurs de Bordeaux, le tout coordonné par l'attaché Smart City

Échelle retenue : Berges de la Garonne dans la métropole

Type de réseau utilisé : Réseau Sigfox

— Chaudières connectées

Description : Suivi et optimisation de la consommation des bâtiments publics par la connection des chaudières. Ce projet a été piloté par la DG de l'énergie, la DG numérique et SI et une équipe du CNRS

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : réseau LoRa

— Éclairage intelligent

Description : Déploiement de candélabres équipés en LED et à terme avec des capteurs permettant d'adapter la luminosité

Échelle retenue : Déploiement progressif dans la métropole (10 % des candélabres)

— Projet de Bordeaux Nord

Description : Projet de quartier connecté avec déploiement de candélabres, de poubelles, de bornes de recharge de véhicules électriques, etc. Au total, 500 capteurs seront installés.

Échelle retenue : Expérimentation dans le quartier de Bordeaux Nord

Type de réseau utilisé : LoRa

Courbevoie

Rencontre avec M.Clavel (DSI) le 27/11/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Commune

Nombre d'habitants : 80 000 habitants

Organisation des services

La DSI permet la coordination entre les services techniques (voirie, urbanisme...) et des prestataires comme l'entreprise Mobile Tech People ou son syndicat mixte le SIPPAREC. En effet, les moyens humains de la DSI sont trop réduits pour qu'ils puissent gérer les projets eux-mêmes. M. Clavel et son adjoint jouent alors un rôle de facilitateurs des projets et l'émergence de solutions.

Usages recensés

— Expérimentation du stationnement connecté

Description : Grâce au matériel obtenu par le SIPPAREC et leur coopération avec Mobile Tech People, Courbevoie teste des places de stationnement connectées grâce à un boîtier 3G. La ville devrait tester prochainement des capteurs fonctionnant grâce à la technologie LoRa pour pouvoir comparer les technologies. Elle pourra peut-être tester dans le futur une technologie de comptage des voitures par caméra. Le prochain projet concernera les places de livraison de la ville

Échelle retenue : Expérimentation menée dans le nouveau quartier de Bécon

Type de réseau utilisé : Réseau 3G et Lora

— Caméra de surveillance

Description : Réseau de caméra pour assurer la sécurité de la commune.

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Relié à la fibre

— Eclairage intelligent dans la Maison de la Famille

Description : La Maison de la Famille est un bâtiment associant espace de coworking et espace de crèche. Pour limiter l'exposition des jeunes enfants aux ondes, la commune a installé un système de LiFi (transmission des données par la lumière)

Échelle retenue : La Maison de la Famille

Type de réseau utilisé : LiFi

Métropole du Grand Lyon

Rencontre avec Émilie Gerbaud (Chef de projet ville intelligente – Délégation développement économique, emploi et savoirs) le 07/11/2017

Rencontre avec Emmanuel Gastaud (Responsable Internet des Objets et du projet Biotope H2020)

Présentation

Échelle de la collectivité : Métropole

Compétences : Mobilité ; savoirs et culture ; attractivité et rayonnement ; propreté ; développement économique ; eau et assainissement ; solidarité ; énergie et environnement ; habitat et logement ; enfance et famille ; grands projets et aménagement urbain

Nombre d'habitants : 1 300 000

Organisation des services

Au sein de la délégation du Développement économique, emploi et savoirs, se trouve la Direction Innovation Numérique et Systèmes d'Information (DINSI) créée en 2015. Elle est tournée vers les citoyens, avec 6 ou 7 chefs de projets.

Usages recensés

— Compteurs communicants pour la gestion de l'électricité

Description : Installation à partir de 2012 des compteurs communicants Linky d'Enedis pour la consommation d'électricité. Ceci permet une connaissance des flux et une gestion énergétique à l'échelle du territoire.

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Réseau spécifique Linky (courants porteurs en ligne)

Type de contrat : DSP à Enedis

— Gestion centralisée du réseau d'eau

Description : Gestion centralisée du réseau d'eau à l'échelle de toute la ville de Lyon grâce à des capteurs d'activité et de qualité de l'eau, via une surveillance du réseau par Veolia (détection de fuites et maintenance notamment).

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Système radio spécifique (Homerider)

Type de contrat : DSP à Veolia

— Eureka Confluence

Description : Projet lauréat de l'appel à projets "Démonstrateurs Industriels pour la Ville Durable" (DIVD). Permet aux partenaires de proposer des services déjà opérationnels, à l'échelle d'un îlot.

Échelle retenue : Îlot (sous-échelle d'un quartier)

- Type de contrat :** Accord de consortium incluant la SPL Confluence, Bouygues Immobilier (promoteurs) ainsi qu'une dizaine d'autres partenaires privés dont Schneider Electric, WWF ...
- **Navly, la navette autonome**

Description : Expérimentation sur les espaces publics piétons d'une navette autonome proposée par le constructeur Navya et Keolis. Offre de service de mobilité voulue par la Métropole.

Échelle retenue : Quartier de la Confluence – espace piétons uniquement

Type de réseau utilisé : GSM

Type de contrat : Expérimentation en partenariat avec Navly et Keolis
 - **Les e-girouettes**

Description : Variation du contenu des panneaux d'affichage ou panneaux de signalisation selon l'actualité

Échelle retenue : Quartier de la Confluence

Type de contrat : Expérimentation en partenariat avec l'entreprise Charvet Digital Media
 - **Effet du sur-arrosage des arbres sur les îlots de chaleur**

Description : Installation de capteurs pour étudier l'effet du sur-arrosage des arbres en été sur le phénomène d'îlot de chaleur urbain, en mesurant la température.

Type de réseau utilisé : SigFox/LoRaWAN pour différents capteurs
 - **Optimisation de la collecte des silos à verre**

Description : Installation de capteurs dans les silos à verre pour optimiser la collecte; s'est avéré très utile (-40% de tournées à faire).

Échelle retenue : Dix conteneurs

Type de réseau utilisé : GSM

Type de contrat : Expérimentation en partenariat avec Cybeel

Limours

Rencontre avec Claire HUGONET (AMO sur le living lab de Limours) le 13/11/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Commune

Nombre d'habitants : 6 800 habitants

Organisation des services

L'AMO Hugonet accompagne les élus et les services techniques dans le déploiement et le suivi des solutions IoT. Du fait de la taille restreinte de la ville et des services administratives, Limours n'est pas en mesure de prendre en interne cette compétence.

Usages recensés

— Suivi de la qualité de l'air dans les classes

Description : Installation de capteurs dans les salles qui accueillent les jeunes enfants pour mesurer la qualité de l'air. Il s'agit vérifier qu'il n'y a pas de confinement important en mesurant régulièrement la concentration en CO2 dans la pièce avec un boîtier qui émet un signal lumineux de couleurs différentes en fonction de la concentration en CO2.

Échelle retenue : Les salles des bâtiments publics destinées à l'accueil des enfants

Type de réseau utilisé : Réseau Lora

Type de contrat : Achats des capteurs, la start-up O'Cell est chargée de l'analyse et la visualisation des données

— Suivi du niveau d'eau de la rivière

Description : Un capteur ultrasons mesure la hauteur d'eau de la rivière qui passe à Limours. En cas de montées rapides des eaux, le capteur envoie une alerte et augmente la fréquence de remontées des données

Échelle retenue : Un capteur pour la rivière

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

Type de contrat : Achats des capteurs, la start-up O'Cell est chargé de l'analyse et la visualisation des données

— Suivi de la consommation des bâtiments de la ville en eau et en électricité et gaz

Description : Des capteurs placés sur les compteurs des bâtiments de la ville mesurent la consommation en eau et en énergie des bâtiments. Ils permettent par exemple d'avoir des courbes de charge de la consommation en eau avec un pas de 10 min.

Échelle retenue : Tous les bâtiments publics de la ville

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

Type de contrat : Achats des capteurs, la start-up O'Cell est chargée de l'analyse et la visualisation des données

— **Suivi de la chaîne du froid dans les groupes scolaires**

Description : Des capteurs permettent de vérifier qu'il n'y a pas eu de rupture de la chaîne du froid dans les cantines scolaires.

Échelle retenue : Les écoles de la ville

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

Type de contrat : Achats des capteurs, la start-up O'Cell est chargée de l'analyse et la visualisation des données

— **Suivi de la production de panneaux photovoltaïques**

Description : Installation de capteurs pour suivre et afficher la production de panneaux photovoltaïques de la ville

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

— **Montres connectées pour seniors**

Description : Des montres connectées sont expérimentées dans le cadre du living lab. Elles permettent d'aider au maintien à domicile de personnes âgées.

Échelle retenue : Expérimentation avec une vingtaine de volontaires

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

Type de contrat : Expérimentation en partenariat avec l'entreprise LifePlus

Manche numérique

Rencontre avec Florent LESAUVAGE (Chef de projets de la direction unifiée des systèmes d'information)
le 17/10/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Syndicat mixte

Compétences : Aménagement Numérique du Territoire, Informatique de Gestion, Bâtiment
d'Intérêt Syndical pour les métiers du numérique

Nombre d'habitants : 500 000 habitants

Organisation des services

Services dédiés aux différents volets correspondant aux compétences du syndicat.

Usages recensés

— Poubelles connectées

Description : Équipement des poubelles pour relever leur taux de remplissage et optimiser les collectes

Échelle retenue : Quelques communes

— Agriculture de précision

Description : Capteurs (météo notamment) dans les champs pour permettre aux agriculteurs d'agir plus finement sur leurs champs (agriculture de précision).

Échelle retenue : Tout le département. En expérimentation.

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

Marseille

Rencontre avec Guillaume Collod (Chargé de Mission Aménagement Numérique à la Ville de Marseille)
le 07/12/2017

Présentation

Échelle de la collectivité : Commune

Nombre d'habitants : 850000

Organisation des services

Direction de l'innovation rattachée à la direction SI. Ce devrait être plutôt un sujet métropole mais la métropole est récente donc la ville continue à traiter le sujet. Organisation en silos. Présence d'une expertise en cybersécurité.

Usages recensés

— L'éclairage public intelligent

Description : Déploiement réseau LoRa pour le parc d'éclairage (170 000 points lumineux). 30 antennes LoRa

Échelle retenue : 170 000 points lumineux

Type de réseau utilisé : Réseau LoRaWAN

— Gestion des fontaines

Description : Capteurs déjà installés pour la gestion de fontaines ; mais pas encore d'intelligence derrière

— Gestion de l'arrosage des parcs et jardins

Description : Automatisation de l'arrosage par des centrales de commandes locales

Échelle retenue : Locale

Nice

Rencontre avec Marie Veltz (Doctorante sur la gouvernance de la ville intelligente à Nice Métropole) le 17/10/2017

Présentation

Échelle de la collectivité : Métropole
Nombre d'habitants : 540 000 habitants

Organisation des services

La DSI fait le lien entre les directions techniques et les entreprises engagées aux côtés de la métropole dans le projet de monitoring urbain environnemental de Nice Plaine du Var.

Usages recensés

— Le monitoring urbain environnemental

Description : Déploiement de 3000 capteurs pour collecter des données de qualité de l'air, de bruit, de consommation d'eau et d'énergie, sur la gestion des déchets... Le but de ce projet est d'améliorer la gestion du territoire de Nice Plaine du Var. Les données sont collectées par des acteurs différents mais seront mises en commun

Échelle retenue : 160 ha expérimentaux de la métropole

Type de réseau utilisé : multi technologie

— Places de parking connectées

Description : Suivi de près de 3000 places connectées pour améliorer la fluidité de la circulation dans la ville

Échelle retenue : Nice métropole

— Metrpollens : Suivi des pollens dans l'air

Description : Suivi des allergènes et diffusion d'alertes via une application ou un site internet et de suivi par les pharmaciens et allergologues.

Échelle retenue : Déploiement dans le sud du département

Nîmes

Rencontre avec Cyril YVER (Direction des usages et des infrastructures numériques, service mutualisé Communauté d'agglomération Nîmes Métropole et Ville de Nîmes) le 14/11/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Communauté d'agglomération

Nombre d'habitants : 257 000 habitants

Taille des services : 500 personnes (communauté d'agglomération)

Organisation des services

→ **Partage des tâches entre DSI et service transverse de la valorisation**

Le portage des projets est partagé entre la DSI qui reste un service support et la direction de la valorisation qui fait remonter les besoins des services, est maître d'oeuvre des nouvelles solutions retenues et s'assure de la bonne mise en place des solutions.

Usages recensés

— Vidéoprotection

Description : Caméras de vidéoprotection sur l'ensemble de la ville en partenariat avec la police municipale

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Fibre optique

Type de contrat : Interne

— Contrôle d'accès

Description : Contrôle d'accès aux bâtiments publics et bornes pour les accès résidents et service aux zones piétonnes de la ville

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Fibre optique

Type de contrat : Interne

— École numérique

Description : Installation de tableaux numériques et de solutions de communication dans l'ensemble des écoles

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Fibre optique

Type de contrat : Interne

— Wifi public

Description : Environ 100 hotspots wifi publics sont déployés sur l'ensemble de la ville

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Fibre

— **Feux tricolores**

Description : Gestion centralisée des feux tricolores

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Fibre optique

— **Arrosage centralisé ronds points**

Description : L'arrosage des ronds points est géré de manière centralisée

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Fibre optique

— **Totems publicitaires**

Description : Totems publicitaires équipés d'écran sont commandés à distance

Échelle retenue : Principalement autour de la nouvelle ligne de tram-bus

Type de réseau utilisé : Fibre optique

— **Panneaux à message variable**

Description : Les panneaux à message variable (principalement routiers) sont commandés de manière centralisée car tous connectés

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Fibre optique

— **Capteur d'inondation**

Description : Capteurs de hauteur d'eau pour prévenir les inondations

Paris

Rencontre avec Guillaume Musseau (Conseiller en charge de l'urbanisme et de la ville intelligente au cabinet de Jean-Louis Missika, adjoint au maire chargé de l'urbanisme) le 04/12/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Commune

Nombre d'habitants : 2 200 000 habitants

Organisation des services

Le cabinet donne l'orientation politique et stratégique du développement de l'internet des objets, en cheville avec la direction de l'innovation de la ville. Cette direction supervise les projets et fait le lien entre les directions techniques (voirie, logement...) et la direction des systèmes d'information qui gère les serveurs de la ville (Data Center dédié). Les directions techniques formulent les besoins et pilotent les projets. Le cabinet et la direction de l'innovation permettent aussi de faire le lien avec les entreprises privées et les réseaux d'associations de citoyens.

Usages recensés

— Supervision énergétique des bâtiments publics

Description : L'installation de capteurs permet d'améliorer la connaissance puis l'usage du millier de bâtiments qui composent le parc immobilier de la mairie de Paris.

Échelle retenue : Déployé dans toute la ville

Type de réseau utilisé : Réseau 3G

Type de contrat : AMO avec le groupe Eiffage

— Éclairage intelligent de la ville

Description : Installation de candélabres connectés : LED, capteurs de présence, gestion du niveau d'intensité lumineuse selon la présence de passants

Échelle retenue : Déploiement en cours dans la ville

Type de contrat : Contrat de performance énergétique avec EVESA

— Stationnement connecté pour les autocars

Description : Connexion des places de parking des autocars de tourisme pour éviter l'encombrement des rues aux abords des monuments

Échelle retenue : Déployé dans Paris

Type de contrat : Gestion par l'entreprise OneSitu

— Projet Paris Rive Gauche

Description : Ensemble de projets de ville intelligente dont le projet Paris2Connect, un projet de rue connectée près de la gare d'Austerlitz pour permettre aux industriels de tester leur technologie (5G, voiture autonome, poubelles connectées,...).

Échelle retenue : Déployé dans Paris rive gauche

Type de réseau utilisé : multi technologie

Type de contrat : multi acteurs

— **Poubelles connectées dans le XIVe arrondissement**

Description : Déploiement de poubelles connectées permettant d'optimiser le passage des camions, de prévenir les usagers de l'heure précise du passage de la collecte et ainsi réduire le temps de passage des déchets sur les trottoirs

Échelle retenue : XIVe arrondissement

— **Paris Data City**

Description : Mise à disposition en open data des données issues de capteurs et organisation d'un concours d'innovation à destination des citoyens

Échelle retenue : Paris

Paris-Saclay

Rencontre avec Éric Sieberath (Directeur de cabinet adjoint de la Communauté d'Agglomération Paris-Saclay) le 16/11/2017

Présentation

Échelle de la collectivité : Communauté d'Agglomération

Compétences : Développement économique; aménagement de l'espace communautaire; équilibre social de l'habitat; politique de la ville; l'accueil des gens du voyage; collecte et traitement des déchets des ménages et déchets assimilés

Nombre d'habitants : 300 000

Organisation des services

Au sein de l'administration de la CA existent un pôle services techniques ainsi qu'un pôle ressources comprenant un service informatique et NTIC.

Usages recensés

— Utilisation des données existantes pour l'analyse des flux de circulation

Description : Étude commandée à un grand opérateur de télécommunication afin d'analyser les flux de circulation sur le territoire, grâce aux connexions via le réseau GSM.

Échelle retenue : Tout le territoire

Type de réseau utilisé : Réseau GSM

Type de contrat : Étude commandée à un opérateur télécom

— Caméras de surveillance à Gif-sur-Yvette

Description : Déploiement de caméras de surveillance à Gif-sur-Yvette. Software pour l'analyse des flux vidéo de vidéo-surveillance : algorithmes de machine learning implémentés sur les serveurs de la mairie de Gif sur Yvette (accord avec Nokia) et renvoient les résultats chez Nokia. Objectif final : réaliser une interface utilisateur, permettant de visualiser en temps réel le territoire.

Échelle retenue : Commune

Type de réseau utilisé : Fibre optique

Type de contrat : Accord avec Nokia

— Données météorologiques "routières" pour l'optimisation du salage

Description : Depuis mars 2017, installation de capteurs qui mesurent la température et l'hygrométrie de la chaussée, afin de déterminer la pertinence de l'utilisation du sel (inutile voire nuisible en-dessous de 6 ° C).

Type de réseau utilisé : Réseau bas débit

Pays Haut Val d'Alzette

Rencontre avec Julien VIAN (Directeur général des services) le 19/11/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Communauté de communes

Compétences : Aménagement de l'espace, Actions de développement économique intéressant l'ensemble de la communauté, protection et mise en valeur de l'environnement, politique du logement et du cadre de vie, création, aménagement et entretien de la voirie, études et constructions de projets communautaires, transports, systèmes d'information géographique

Nombre d'habitants : 27 000 habitants

Organisation des services

Le directeur général des services se charge d'assurer le suivi du projet d'internet des objets. Les services métiers sont impliqués dans l'élaboration des solutions qui les concernent.

Usages recensés

— Ateliers de co-construction

Description : Des ateliers de co-construction ont été mis en place sur différents champs de compétences de la communauté de communes. Le groupement Cap Gemini, Bouygues Energies Services et Suez, ainsi que les services de l'EPCI, des professionnels et des habitants du territoire participent à ces ateliers. L'objectif de ces ateliers est d'élaborer des projets d'internet des objets pertinents pour le territoire.

Type de contrat : Partenariat d'innovation avec le groupement Cap Gemini, Bouygues Energies Services et Suez

Rennes

Rencontre avec Norbert FRIANT (Responsable du Service Numérique, mutualisé Rennes Métropole et ville de Rennes) le 15/10/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Métropole

Nombre d'habitants : 439 000 habitants

Taille des services : 5000 personnes

Organisation des services

→ **Service transverse dédié et responsable Smart City**

Le service du numérique assure un appui transverse aux services métiers qui en feraient la demande pour porter des solutions d'internet des objets. Il assure également l'animation de fablabs avec des citoyens et de nombreuses communautés. Il existe également un responsable smart city auprès de la direction de la métropole pour la coordination.

Usages recensés

— Qualité de l'air

Description : Capteurs de qualité de l'air distribués auprès d'administrés volontaires pour réaliser un suivi global de la qualité de l'air et rendre plus tangible l'enjeu pour les citoyens

Échelle retenue : Toute la ville, chez des particuliers volontaires

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

Type de contrat : développé dans les fablabs de la ville en open source

— Nichoirs connectés

Description : Suivi des oiseaux avec des nichoirs capables de prendre en photo les oiseaux à leur passage au nichoir pour une analyse avec des associations de protection des oiseaux ensuite

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

Type de contrat : développé dans les fablabs de la ville en open source

— Suivi énergétique des bâtiments

Description : Capteurs énergétiques et de consommation de fluides sur les bâtiments publics (piscines notamment) pour mieux comprendre et gérer les bâtiments publics

Échelle retenue : Une majorité des communes

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

— Poubelle à verre

Description : Mesure du taux de remplissage des conteneurs à verre pour optimiser les tournées de collecte

Échelle retenue : Parties périphériques

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

— **Développement ouvert dans les Fablabs**

Description : Le réseau LoRa de la ville est mis à disposition des fablabs de la ville, qui peuvent l'utiliser pour proposer de nouvelles solutions pour développer la ville connectée en fonction des besoins recensés

Type de réseau utilisé : Réseau LoRa

La Réunion

Rencontre avec Joelle NONET (Chef de projet services et usages numériques, Conseil régional La Réunion)
le 06/11/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Région
Nombre d'habitants : 851 000 habitants
Taille des services : 2300 personnes

Organisation des services

—> **Comité de pilotage, service dédié en constitution**
Pour leur transformation numérique interne, le format du comité de pilotage avec des volontaires de chaque service ainsi que l'ensemble des services d'appui ont été constitués pour chaque projet. Dans le futur, pour la transformation du territoire un service transversal dédié est prévu.

Usages recensés

— **Développement de la dématérialisation**
Description : Dématérialisation de l'ensemble des procédures gérées par la collectivité.

Saint-Amand-Montrond

Rencontre avec Thierry VINÇON (Maire de Saint-Amand-Montrond) le 11/10/2017

Présentation

Échelle de la collectivité : Commune

Nombre d'habitants : 10 000 habitants

Organisation des services

Une équipe Contrôle de gestion et Smart City de 4 personnes gère et suit les solutions d'internet des objets. Elle fait le lien avec les services métiers si besoin.

Usages recensés

— Suivi de la consommation énergétique et en eau

Description : Suivi de la consommation énergétique et en eau des bâtiments de la ville par le biais des délégations de services publics grâce à un système de télé-relève mis sur l'ensemble des bâtiments et habitations de Saint-Amand-Montrond

Échelle retenue : L'ensemble des bâtiments de la ville

Type de contrat : DSP

— Capteurs de stationnement-minute

Description : Des capteurs de stationnement-minute ont été installés sur deux zones aux abords de commerces pour empêcher les véhicules de stationner trop longtemps sur ces places et améliorer les rotations de véhicules et donc l'accès aux commerces.

Échelle retenue : Deux emplacements dans la ville

— Système de vidéoprotection

Description : Des caméras ont été installées dans la commune pour identifier a posteriori les auteurs d'actes d'incivilité ou de délits.

Échelle retenue : Une quarantaine de caméras ont été installées

— Contrôle de la qualité de l'air

Description : Une centaine de capteurs mobiles pour mesurer la qualité de l'air ont été installés par m2ocity et ont été placés dans des lieux publics.

— Mesure du bruit et des nuisances sonores

Description : Il s'agit d'une démarche collaborative de mesures du bruit avec une application mobile. En cas de fortes nuisances sonores, la police peut se déplacer pour en connaître l'origine.

Saint-Sulpice-la-Forêt

Rencontre avec Benoît Vagneur (Adjoint au maire de SPIF) le 13/11/2017

Présentation

Échelle de la collectivité : Commune

Nombre d'habitants : 1 400

Organisation des services

Plusieurs services concernés : service technique et Direction Générale des Services. Présence de la compétence au sein des élus (projet à l'initiative de B. Vagneur).

Usages recensés

— Instrumentation des bâtiments communaux

Description : Installation de 27 capteurs sur 6 bâtiments de la commune qui représentent 80% de la facture énergétique de la commune : capteurs de consommation électricité/gaz/eau; capteurs de production d'électricité (panneaux photovoltaïques); capteurs de bruit, température, humidité, luminosité, taux CO₂... Les données sont regroupées dans une plateforme en ligne accessible pendant 18 mois.

Échelle retenue : Six bâtiments au sein de la ville; couverture réseau sur une grande surface de la commune via deux antennes

Type de réseau utilisé : Réseau LoRaWAN

Type de contrat : Convention avec l'Agence Locale de l'Énergie et du Climat en cofinancement avec l'ADEME; convention "gracieuse" avec TDF; accompagnement par Rennes St Malo Lab

SIPPEREC

Rencontre avec Geneviève DESCHARLES (Directrice du pôle numérique et ville connectée) le 17/10/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Syndicat mixte ouvert

Compétences : La distribution d'électricité, les réseaux de communications électroniques et services de communication audiovisuelle, le développement des énergies renouvelables, les systèmes d'information géographique, l'éclairage public, les infrastructures de charge

Taille des services : 80 personnes dont une quinzaine au pôle numérique et ville connectée

Organisation des services

Le pôle numérique et ville connectée, et en particulier le service de transformation digitale, gère les achats mutualisés notamment pour les objets connectés.

Usages recensés

— Achats mutualisés

Description : Une plateforme d'achats mutualisés est proposée par le SIPPEREC. Le syndicat mixte propose en effet différents marchés par exemple pour construire son réseau en propre ou utiliser une solution d'un acteur privé. Des objets connectés sont également disponibles dans différents marchés notamment de vidéo-protection ou sur l'énergie. Il s'agit de marchés à bons de commande sans minimum ni maximum laissant une certaine flexibilité aux collectivités intéressées.

Échelle retenue : Marché ouvert aux 325 adhérents au groupement de commandes

Type de contrat : Marchés à bons de commande

Toulouse

Rencontre avec Sandrine MATHON (Responsable du Domaine Ressources à la Direction du Numérique, service mutualisé Toulouse Métropole et ville de Toulouse) le 13/11/2018

Présentation

Échelle de la collectivité : Métropole

Nombre d'habitants : 758 000 habitants

Taille des services : 10500 personnes (Ville et Métropole)

Organisation des services

→ **Filtrage par la DSI**

Le sujet est porté par la direction du numérique (DSI), avec un chef de programme affecté à chacune des directions métiers pour récupérer leur besoins. L'arbitrage et le suivi du projet sont ensuite réalisés par la direction du numérique.

Usages recensés

— Parcmètres

Description : Les parcmètres sont tous connectés et remontent les informations de stationnement aux services de la voirie

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : GSM

Type de contrat : Géré par le service de la voirie

— Capteurs météo

Description : Des capteurs météo parsèment la ville

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : Réseau Sigfox

— Feux tricolores

Description : Feux tricolores gérés à distance par le service de la voirie (remontée de l'état de fonctionnement et reprogrammation)

Échelle retenue : Toute la ville

Type de réseau utilisé : GSM

— Lampadaires intelligents

Description : Les lampadaires s'adaptent à la fréquentation en ajustant leur luminosité dans le nouveau quartier résidentiel de Montaudran. Quelques lampadaires assurent également des fonctions de comptage de flux notamment autour d'un parc relais.

Échelle retenue : Nouveau quartier de Montaudran

Type de réseau utilisé : Sigfox

Type de contrat : Géré par un prestataire

— **Suivi des réseaux de fibre optique**

Description : Les terminaisons de fibres optiques seront équipées d'objets communicant sur l'état de fonctionnement des fibres optiques afin d'optimiser les interventions

— **Plaques d'égout**

Description : Volonté d'équiper les plaques d'égout de capteurs permettant d'informer sur le vol des plaques d'égout (pour prévenir le vol et pour les remplacer)

Annexe C Sigles et abréviations utilisées

ADULLACT : Association des développeurs et utilisateurs de logiciels libres pour les administrations et les collectivités territoriales

ARCEP : Autorité de régulation des communications électroniques et des postes

AMO : Assistance à maîtrise d'ouvrage

ANCT : Agence nationale de la cohésion des territoires

ANSSI : Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information

AVICCA : Association des Villes et Collectivités pour les Communications électroniques et l'Audiovisuel

BEREC : Body of European Regulators for Electronic Communications

CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

CGET : Commissariat général à l'Égalité des territoires

CNRS : Centre national de la recherche scientifique

DPO : Data Protection Officer, en français le délégué à la protection des données

DSI : Direction des systèmes d'information

EPCI : Établissement public de coopération intercommunale

GSM : Global System for Mobile Communications, norme de télécommunication mobile

IoT : Internet of Things, traduction anglaise de « internet des objets »

LED : Light-emitting diode, en français diode électroluminescente

LoRaWAN (ou LoRa) : Long Range Wide-area network, soit en français réseau étendu à longue portée, un type de réseau de communication pour objets connectés

LPWAN : Low Power Wide Area Network, une typologie de réseau de communication caractérisé par une faible demande en énergie et une grande portée

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économiques

ROI : Return on Investment, en français retour sur investissement

SIPPEREC : Syndicat intercommunal de la périphérie de Paris pour les énergies et les réseaux de communication

Annexe D Carnet de bord du GAAP

Dans cette annexe, nous développons la méthodologie que nous avons mise en place ainsi que les difficultés que nous avons pu rencontrer. Notre étude se fonde principalement sur le retour d'expérience de collectivités qui se sont lancées dans l'internet des objets ainsi que sur la discussion avec de nombreux acteurs, publics comme privés, qui jouent un rôle dans ce secteur. Le sujet des objets connectés au service des collectivités est encore relativement jeune, la technologie dédiée en pleine évolution et la plupart des collectivités en phase d'expérimentation plus ou moins avancée. C'est pour cela que cette branche de l'internet des objets nous a paru vaste, fourmillante, et avec encore un manque de retours d'expérience solides et sur des installations matures.

D.1 Méthodologie

Nous allons donc dans cette partie présenter le cadre global de notre étude, la méthodologie que nous avons utilisée pour la mettre en œuvre ainsi que le chemin de pensée qui nous a amenés jusqu'au travail final de notre étude. Après avoir présenté les éléments fondateurs de notre étude, qui ont guidé la méthodologie que nous avons choisie, la méthodologie en elle-même sera explicitée et permettra enfin d'introduire la façon dont nous avons fait émerger les éléments-clés de notre étude.

D.1.1 Les éléments directeurs

Notre travail s'inscrit dans une étude plus large menée par le CEREMA et qui prend la suite d'un groupe d'analyse pour l'action publique (GAAP) de l'année précédente [4]. De ce fait, nous avons pu nous appuyer sur le rapport et les entretiens effectués l'année dernière pour démarrer notre étude. L'objectif était donc de travailler en complémentarité avec le travail de l'année précédente en nous concentrant sur les éléments qui nous semblaient importants à approfondir.

Notre étude, de trois mois, a tout d'abord consisté en un travail bibliographique pour appréhender rapidement un sujet aussi vaste que l'internet des objets. Nous avons également commencé les entretiens en parallèle pour comprendre les attentes des collectivités et ajuster notre travail de recherche et les axes de réflexion.

Les entretiens que nous avons réalisés nous ont ainsi permis de mûrir notre réflexion au fur et à mesure de l'étude qui a également été marquée par la participation à un colloque de l'Avicca : le TRIP automne 2018 ayant eu lieu les 5 et 6 novembre et dont l'une des thématiques principales était le territoire intelligent. Ce colloque a ainsi été l'occasion d'affiner notre compréhension des enjeux de l'internet des objets. Il a également été l'occasion des échanges supplémentaires avec de nombreuses collectivités sur leurs actions et leur positionnement dans l'internet des objets.

Enfin, certains éléments bibliographiques ont également eu un impact important sur le positionnement de notre travail. Outre le rapport de l'année dernière que nous avons déjà évoqué, on peut citer les travaux de l'Arcep et en particulier le bilan Ateliers « Référentiel IoT » de 2017 [19] ainsi que le rapport d'InfraNum [12], fédération des entreprises partenaires des territoires connectés de 2018, « Construire son Smart Territoire » qui apportent tous les deux une approche intéressante des enjeux de l'internet des objets et du territoire intelligent pour les collectivités.

D.1.2 Les entretiens et leur méthodologie

Nous avons donc effectué une série d'entretiens auprès de divers acteurs, qu'ils soient des institutions, des collectivités ou des industriels. Ces entretiens ont permis d'avoir une vision claire et globale des méthodes d'appropriation de l'internet des objets par les collectivités et ce pour divers types de collectivités. En ce qui concerne les entretiens avec les collectivités, nous nous sommes en effet attachés à rencontrer des collectivités

d'échelles et de situations territoriales variées. Bien qu'un certain nombre de métropoles soient bien avancées sur la problématique des objets connectés, il nous a semblé intéressant de comprendre également comment des territoires ruraux, à des échelles plus petites ou avec des moyens assez limités pouvaient également déployer des solutions d'internet des objets. La liste des collectivités rencontrées à la fois cette année et l'année dernière est disponible en annexe A.

Pour identifier et contacter les différentes collectivités, nous avons pu bénéficier des conseils de l'Avicca, qui, en tant qu'association de collectivités spécialisée sur le numérique, bénéficiait d'une position privilégiée sur la question. Pour les entretiens en eux-mêmes, nous avons pris le parti d'effectuer des entretiens semi-directifs, c'est-à-dire que nous définissions principalement les grandes lignes et les grandes thématiques d'intérêt de notre étude auprès des différents acteurs rencontrés. L'objectif d'une telle démarche était de permettre de faire ressortir les points les plus saillants lors des entretiens et de bien comprendre les enjeux les plus importants pour les personnes rencontrées. Cette méthode permet ainsi de limiter le risque de passer à côté d'informations importantes en fermant trop la discussion et en ne laissant pas assez de liberté à l'interlocuteur.

D.1.3 L'émergence des éléments-clés de notre étude

Ces entretiens se sont déroulés pendant toute la durée de notre étude. Cela nous a ainsi permis d'ajuster au fur et à mesure notre approche des entretiens avec les acteurs rencontrés et de construire et consolider progressivement la logique et la structure de notre travail.

Cette façon de procéder nous a permis également d'adapter et de compléter le panorama des acteurs ainsi que nos recherches bibliographiques en fonction des entretiens que nous avons déjà menés. Ils apportaient en effet une expérience supplémentaire et des exemples judicieux d'acteurs et de travaux pour prolonger et approfondir certains points de notre étude tout en nous permettant de construire notre réflexion et faire émerger et développer les axes de travail de notre rapport.

D.2 Difficultés rencontrées

La méthodologie présentée ci-dessus est en partie issue des difficultés que nous avons pu rencontrer durant l'édification de ce rapport. Nous présentons ici les difficultés que nous avons rencontrées de manière à expliquer les choix que nous avons été amenés à faire, expliciter le cadre dans lequel nous avons été amenés à produire ce rapport et expliquer pourquoi nous avons choisi cette approche du sujet, au travers des solutions que nous avons trouvées à nos difficultés.

D.2.1 Un thème vaste

Le premier constat lorsque nous avons approché le sujet a été l'ampleur du champ qu'il pouvait recouvrir. L'internet des objets modifie profondément les usages dans un large panel de secteurs, que ce soit de la gestion de l'énergie à la mesure de la qualité de l'air ou de la sécurité publique à la rationalisation des services publics. Certaines collectivités utilisent depuis longtemps des systèmes tout à fait analogues à l'internet des objets, avant même que le nom ne soit apparu, au travers notamment de la gestion des feux tricolores, de la vidéoprotection ou encore du stationnement payant. Mais ce qui caractérise réellement le questionnement qui se pose aujourd'hui, c'est le foisonnement de solutions d'objets connectés qui sont proposées. Les coûts relativement faibles des objets connectés et la puissance des réseaux de communication amènent aujourd'hui à une explosion des usages, et c'est justement des choix fondamentaux dans cette période de changement que traite ce rapport.

Une première idée a été de se focaliser sur un des usages de l'internet des objets, pour réduire le champ, néanmoins de nombreux parallèles peuvent être tracés entre des usages très différents et ce n'est finalement pas l'analyse de l'usage qui nous importe le plus, mais la manière dont un nouveau cas d'usage vient impacter les organisations, et comment les collectivités peuvent se positionner face à ces changements rapides au cœur

de leurs métiers. L'usage de ce point d'entrée aurait alors conduit à se priver de l'expérience de nombreuses collectivités. En effet, chaque collectivité a développé un pan spécifique de l'internet des objets selon ses besoins propres, rares sont celles qui ont développé les mêmes aspects, mais beaucoup se sont penchées sur la question, à toutes les échelles.

Le choix a donc été fait d'axer notre rapport sur les impacts organisationnels, le déploiement progressif et le choix de l'échelle pertinente et les choix fondamentaux, tant institutionnels que technologiques que les collectivités ont à faire face à un tel sujet afin d'être utile au plus grand nombre.

D.2.2 Un panorama surchargé

La question de l'internet des objets est une question très débattue, sur laquelle de nombreux acteurs se sont positionnés et réfléchissent. La Section 5.3 donne un bon aperçu de la profusion des rapports et organismes qui se positionnent sur la question. Il ne s'agissait ici pas de faire un n-ième rapport sur un même sujet. Notre commanditaire nous ayant laissé une lettre de mission très ouverte, il restait à notre charge de trouver un angle d'attaque original, qui permette de traiter la question d'une manière différente. Au travers des discussions avec les collectivités, nous avons recherché les points sur lesquelles elles pouvaient avoir les questionnements les plus aigus, qui n'étaient pas déjà assignés à d'autres acteurs. C'est pourquoi nous nous sommes penchés sur trois thèmes principaux. Le premier, c'est l'impact organisationnel de l'arrivée de l'internet des objets dans les collectivités. Le second est né du constat du difficile passage de l'expérimentation, que tout le monde est prêt à réaliser, à une solution pérenne à grande échelle : nous nous sommes alors demandés quels processus étaient à l'œuvre lors de l'extension de solution de l'internet des objets. Nous avons conduit une analyse par le prisme des différentes échelles et du rapport qu'elles entretiennent : comment choisir l'échelle pertinente pour une solution d'internet des objets et comment les solutions pouvaient s'étendre à des échelles supérieures ou en périphérie d'un centre. Enfin, dans un contexte de réduction des effectifs et des moyens dans les services de l'État voire de désengagement de l'État, nous nous sommes posé la question de la légitimité des collectivités sur les questions de l'internet des objets : est-ce bien à elles de porter ce développement, pourquoi et comment ? Ces aspects structurent ainsi notre rapport.

Une dernière partie évoque la question des choix technologiques car l'internet des objets pose des questions technologiques face auxquelles les collectivités peuvent se trouver démunies, notamment pour les plus petites collectivités, mais nous préférons alors tenter de faire ressortir les questions les plus importantes et tenter d'identifier les acteurs qui permettront de répondre à ces questions, car sur un domaine d'évolution très rapide comme l'internet des objets, un tel rapport ne pourrait pas apporter une information pertinente.

Réalisant une étude pour le CEREMA, qui cherche à se positionner sur la question, nous nous sommes également demandés tout au long du rapport quelle pouvaient être les points manquants dans l'action de l'État sur la question du numérique et des objets connectés, afin de les aider à identifier les questions sur lesquelles une action de politique publique serait la bienvenue, qu'elle soit portée par le CEREMA ou par d'autres acteurs de l'État.

D.2.3 Manque de recul sur une problématique émergente

L'internet des objets reste un domaine nouveau, tout particulièrement pour les collectivités qui commencent à s'en emparer mais n'ont pas encore le recul nécessaire pour un réel bilan. De nombreuses expérimentations sont en cours mais peu de solutions ont déjà été déployées à des échelles importantes. Il est donc difficile de tirer dès aujourd'hui des conclusions. En particulier, les valeurs chiffrées de retour sur investissement restent sujettes à la durabilité des objets connectés, qui n'a pas encore pu être éprouvée, et aux hypothèses réalisées sur le bon fonctionnement d'une solution à une plus grande échelle.

N'ayant pas la possibilité d'avoir l'ensemble des données de retour d'expérience, nous avons trouvé plus à propos d'identifier les questions principales qui assoient la légitimité des collectivités sur la question de l'internet des objets et qui leur permettent de faire des choix malgré l'incertitude sur les aspects techniques. Par ailleurs, afin que le retour d'expérience puisse être obtenu ultérieurement, nous avons rassemblé dans nos

fiches-collectivités (Annexe B) une liste de collectivités que nous avons pu rencontrer ainsi que les usages de l'internet des objets dont ils se sont saisis et les modalités organisationnelles mises en place pour porter ces sujets. Ainsi les collectivités qui voudraient avoir des retours plus précis après un temps plus long pourront se tourner vers les collectivités qui auront mis en place des systèmes analogues pour obtenir un retour d'expérience plus fourni.

Nous avons également sur les aspects technologiques choisi d'identifier les ressources les plus pertinentes et les plus mises à jour afin de permettre aux personnes qui seront intéressées de trouver facilement l'information la plus à jour, plutôt que de tenter de figer le flux des innovations dans un rapport.