FILIÈRE INFRASTRUCTURES NUMÉRIQUES

FNCCR

L'INTEROPÉRABILITÉ DES SYSTÈMES ET DES DONNÉES POUR UN PROJET DE TERRITOIRE CONNECTÉ ET DURABLE

COMITÉ STRATÉGIQUE DE FILIÈRE INFRASTRUCTURES NUMÉRIQUES

Le 22 novembre 2018, le Conseil national de l'industrie a labellisé le Comité stratégique de filière relatif aux infrastructures numériques. Quatre fédérations sont à l'initiative de ce contrat lequel fut renouvelé en 2023. Aujourd'hui, la filière rassemble les industriels de l'ensemble de la chaine de valeur des infrastructures numériques : les fabricants d'équipements et de composants réseaux, les fabricants de câbles, les opérateurs d'infrastructures fixe et mobile, les équipementiers IoT, les éditeurs de plateformes, les intégrateurs, les AMO, les centres de formation.

GROUPE DE TRAVAIL TERRITOIRES CONNECTÉS ET DURABLES

Dans le cadre du CSF Infrastructures numériques, un groupe de travail a été créé en 2020 pour construire une vision commune des « territoires connectés et durables » avec l'ensemble des parties prenantes. À ce titre, plusieurs associations de collectivités sont parties prenantes de ce groupe de travail et les travaux qui en résultent sont le fruit de la concertation entre fédérations d'industriels, associations de collectivités et partenaires institutionnels.

Le document ici présenté est la réalisation d'un travail mené par la FNCCR et le Comité stratégique de Filière Infrastructures Numériques avec la participation active de plusieurs associations, représentants de collectivités, et industriels.

L'INTEROPÉRABILITÉ DES SYSTÈMES ET DES DONNÉES … POUR UN PROJET DE TERRITOIRE CONNECTÉ ET DURABLE

Dans le cadre du Comité Stratégique de Filière (CSF) Infrastructures Numériques, un groupe de travail s'est attaché à expliciter le terme « interopérabilité des systèmes et des données » et à en comprendre les enjeux réels. La thématique de l'interopérabilité fait partie des recommandations de l'étude « de la smart city à la réalité des territoires connectés et durables » parue en novembre 2021 et le sujet a été repéré comme prioritaire par les différents membres du COPIL territoires connectés.

RECOMMANDATION N°14 : Anticiper et intégrer les conditions de l'interopérabilité des systèmes et des données dans les choix technologiques opérés.

RECOMMANDATION N°34 : Favoriser dans les territoires intelligents les dispositifs de partage et d'accès aux données d'intérêt général.

Pour rappel, un projet de territoires de connectés durables est une solution numérique qui a la spécificité d'intégrer des objets connectés sur le territoire lesquels vont remonter des données terrain, parmi d'autres sources de données issues des collectivités ou de leur écosystème. Dans les faits, ces solutions permettent d'optimise les flux et les ressources, d'observer un territoire en pleine mutation pour mieux le comprendre et adapter des politiques publiques, en communiquer les résultats. Une infrastructure pérenne doit alors être mise en place intégrant objets connectés, réseau de connectivité, serveurs, plateformes de données.

À QUI S'ADRESSE CE DOCUMENT ?

Toute organisation s'intéressant au sujet de l'interopérabilité des systèmes et des données, souhaitant faciliter sa mise en oeuvre afin d'en réduire les coûts, le temps alloué, et ainsi favoriser l'innovation en se concentrant sur le design de services.

LES ENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

- Une **architecture partagée** avec l'exhautivité des interfaces concernées.
- L'identification du **périmètre** technique précis, l'alignement du vocabulaire.
- Des **prérequis essentiels** partagés pour faciliter la mise en oeuvre de l'interopérabilité des systèmes et des données.
- Un **constat transverse** aux 3 cas d'usage étudiés en séance : peu de spécificités si ce n'est la pauvreté de la donnée sur le bâti public.
- **Freins essentiels** : démultiplication des logiciels d'interfaçage (connecteurs métier, APIs) notamment à partir d'une certaine taille de projet, accès aux APIs ainsi qu'à leurs descriptions, difficulté d'intégration avec les logiciels existants (parfois impossible) et multiplicité des modèles de données sur la partie logiciels internes ou externes à la collectivité.
- **Pas de standard universel émergeant mais des standards spécialisés ou des protocoles très répandus** notamment sur l'éclairage et sur la gestion bâtimentaire en raison d'un historique.
- **En revanche il est possible de définir une stratégie** en sélectionnant les protocoles les plus utilisés qui faciliteront la mise en oeuvre et l'évolution de l'architecture.

ET APRÈS ?

- **Poursuivre la pédagogie autour de l'inclusion des prérequis essentiels** pour garantir une interopérabilité minimale dans les **cahiers des charges**.
- **Poursuivre une veille en France et à l'étranger** sur les standards émergents par domaine d'application, par taille de projet
- **Suivre notamment l'initiative européenne Open & Agile Smart Cities France initiative (OASC)** qui définit des bonnes pratiques en termes d'interopérabilité à travers les **Minimal Interoperability Mechanisms - MIMs**

1 DÉFINITION ET ENJEUX

DÉFINITION DE L'INTEROPÉRABILITÉ :

Permettre à des équipements et des logiciels de **fournisseurs différents** de communiquer ensemble.

En effet, dès lors qu'un projet intègre des équipements et/ou des logiciels de fournisseurs différents, se pose la question de faire dialoguer ces différents éléments ensemble. Il faut ici distinguer **l'interopérabilité des données**, qui va faire en sorte que les formats de données concordent d'un équipement ou logiciel à un autre, et **l'interopérabilité des systèmes** qui va traiter de la compatibilité des protocoles c'est-à-dire des modes de communication entre les éléments. Rendre interopérable une architecture d'équipements et de logiciels peut être **plus ou moins long, plus ou moins coûteux, plus ou moins évolutif** dans le temps. Cela peut même s'avérer impossible pour certains éditeurs ou équipementiers qui n'ouvre pas leur solution à d'autres marques ou bloque l'évolutivité de la solution avec des freins tarifaires.

Plusieurs enjeux ont ainsi été remontés dans le cadre du groupe de travail :

- **Pouvoir changer des éléments de l'architecture** sans que cela n'impacte le reste de l'architecture ;
- **Assurer une mise en concurrence** avec plusieurs fournisseurs possibles pour un besoin donné ;
- **Maitriser les coûts d'interopérabilité**, et ce lorsque la solution va évoluer dans le temps ;
- **S'assurer qu'il ne manquera pas de donnée essentielle** à la réalisation de certains services ou à leur pilotage, se prémunir « d'oublis »;
- **Stimuler l'innovation et la création de nouveaux services** en facilitant une mise en commun rapide des données ;
- **Accompagner la résilience d'un territoire** en favorisant le partage de données entre territoires, entre administrations.

Il est possible d'identifier quatre niveaux théoriques d'interopérabilité :

NIVEAU 0
Pas d'interopérabilité

Les protocoles et les données ne sont pas décrits, pas ouverts.

L'évolutivité ne peut se faire qu'en passant par le fournisseur de la solution, sans maitrise des coûts.

Il est impossible d'ajouter un nouvel équipement d'un autre fournisseur.

Il est impossible de fusionner deux solutions sur une même interface : un nouvel investissement doit être réalisé.

NIVEAU 1
Interopérable avec coût d'intégration

Les protocoles et les données sont décrits.

Il est possible d'ajouter de nouveaux équipements ou logiciels à l'architecture initiale.

En revanche, il faut prévoir un coût d'investissement :

- Pour les nouveaux protocoles de collecte des données (cartes et/ou logiciels) ;
- Pour adapter les nouveaux formats de données aux formats utilisés (connecteurs).

NIVEAU 2
Interopérable avec coût optimisé
2 options repérées qui peuvent être complémentaires

Une bibliothèque de protocoles et de jeux de données est préinstallée.

Il est possible d'ajouter de nouveaux équipements ou logiciels à l'architecture initiale.

Les outils de collecte de données, les plateformes de données, ont déjà des bibliothèques de protocoles et de modèles de données permettant des intégrations facilitées si la liste est exhaustive.

Les protocoles et les données sont décrits et anticipés.

Il est possible d'ajouter de nouveaux équipements ou logiciels à l'architecture initiale.

Le cahier des charges devra avoir prévu des protocoles et des formats de données les plus utilisés par l'écosystème.

Il est ensuite demandé aux nouveaux équipementiers et/ou éditeurs de s'y adapter.

NIVEAU 3
Interopérable sans effort - standards

Les protocoles et les données sont standards.

Il est possible d'ajouter de nouveaux équipements ou logiciels à l'architecture initiale, sans prérequis particulier autre que la conformité à un standard.

Le coût d'intégration est minimum.

Le niveau 3 n'existe pas à ce jour et il est difficile d'évaluer si cela sera possible un jour. En revanche le niveau 1 apparait comme un prérequis à tout projet et le niveau 2 peut être accessible en fonction des projets.

>> Ces sujets touchent absolument tous les projets numériques et ne sont pas spécifiques aux projets de territoires connectés et durables.

2 PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE : IDENTIFIER L'ARCHITECTURE

Le périmètre de l'étude porte d'une part sur l'alignement des protocoles dits transport et applicatifs, c'est à dire ces protocoles qui permettent à des systèmes de comprendre des demandes et d'y répondre, et d'autre part sur l'alignement dans la syntaxe des données, que l'on nomme modèles de données. **Les protocoles de transmission ne sont pas ici traités** : ils sont normalisés c'est à dire que ce sont les mêmes règles quels que soient les fournisseurs. Ils sont choisis en fonction de différents critères, l'effort d'intégration relève plus spécifiquement des réseaux privés.

DÉFINITION D'UNE PLATEFORME DE DONNÉES :

Logiciel de collecte, de traitement, de restitution de données provenant de multiples sources sous la forme d'une interface graphique ou autre outil de commande. Selon les besoins, ce logiciel peut être configuré pour transmettre des commandes ou les résultats de ses analyses à d'autres entités, objets connectés et logiciels métier notamment. A partir de cette définition, beaucoup de logiciels peuvent être des plateformes de données. Une architecture SI peut ainsi avoir plusieurs plateformes de données (logiciel pour la visualisation des objets connectés, superviseur, hyperviseur, jumeau numérique…).

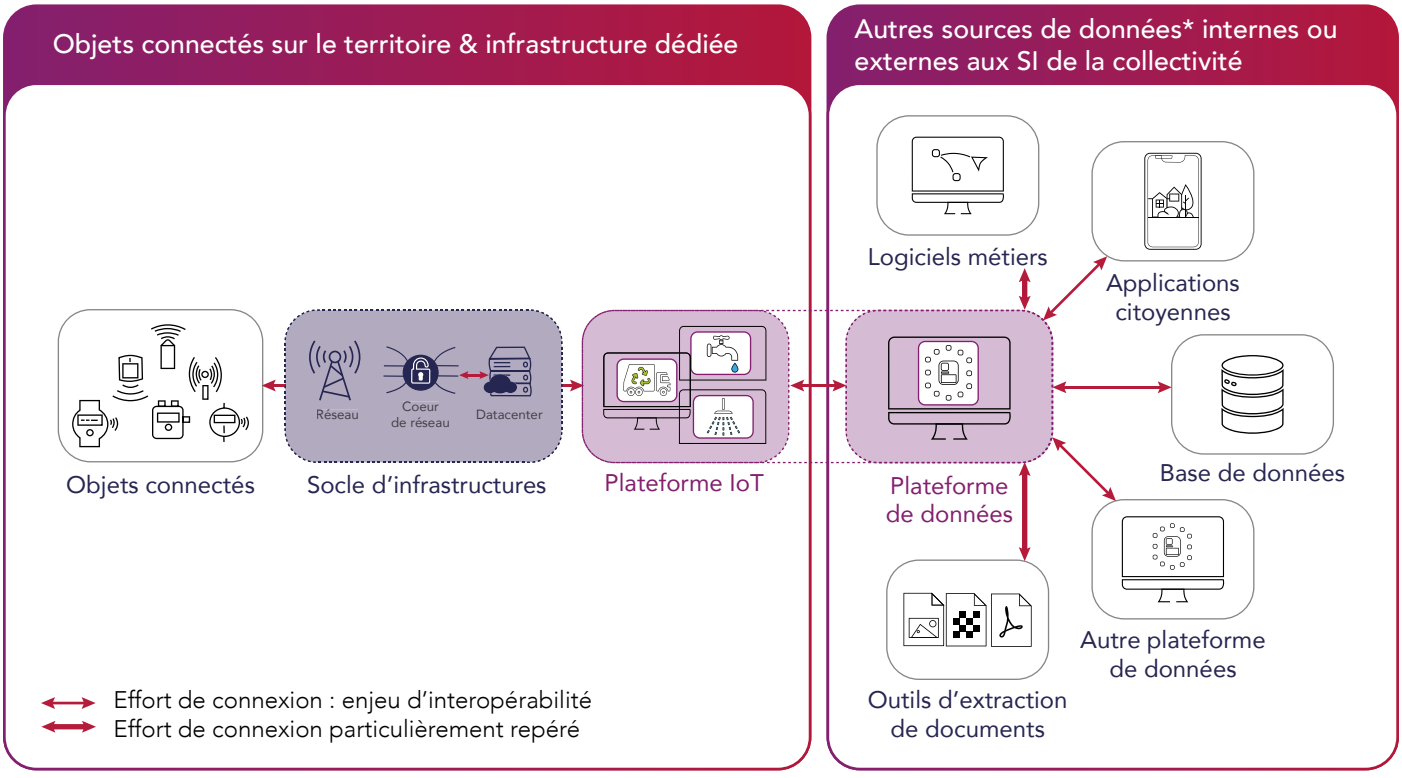
DÉFINITION D'UNE PLATEFORME IoT :

Logiciel de collecte, de traitement, de restitution des données provenant spécifiquement **d'objets connectés** sous la forme d'une interface graphique ou de tout autre outil de commande. Cette **plateforme de données un peu particulière** a la spécificité de pouvoir gérer les objets connectés provenant de différents fournisseurs, de gérer différents cas d'usage avec des fonctions telles que l'activation sécurisée des objets, leur paramétrage, l'envoi de commandes d'actions, la réception des alertes, etc… Cet outil est souvent identifié comme un **portail métier** car il est segmenté par catégories d'objets connectés (gestion de l'eau, des déchets…) et il est pensé pour être très pratique d'un point de vue opérationnel pour les métiers. Il peut notamment prendre la forme d'une simple application smartphone.

Il peut arriver qu'un **cœur de réseau Lora**, nommé LNS, propose par défaut des fonctions propres à la plateforme IoT, notamment le stockage et la visualisation des données IoT. Les fonctions d'un cœur de réseau radio et les fonctions d'une plateforme IoT sont bien distinguées sur ce livrable. Celui-ci n'approfondit pas l'intégration des réseaux mobiles dans la mesure où les protocoles radio sont standardisés. S'il persiste quelques difficultés, le coût d'intégration reste minime par rapport au coût global projet.
À noter également que certains éditeurs proposent des plateformes IoT qui ont la capacité d'être également des plateformes de données au sens large, pouvant intégrer d'autres sources de données. Il s'agit alors de bien caractériser la solution proposée : **plateforme IoT et/ou plateforme de données**.

Les schémas présentés dans cette partie ont fait l'objet d'un premier exercice d'alignement des différntes parties prenantes concernant le périmètre et la vocabulaire des différentes éléments de l'architecture.

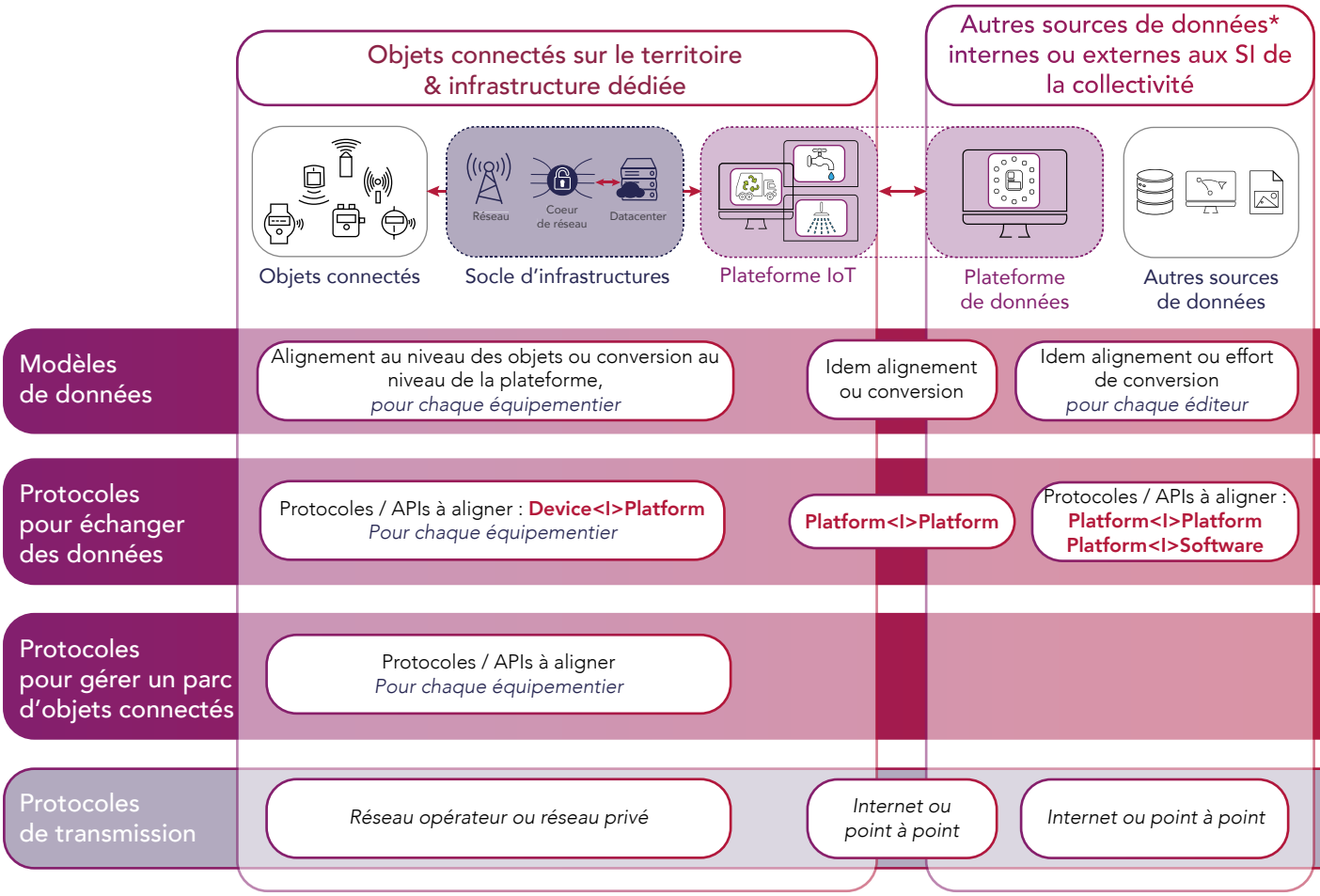
Schéma d'architecture général :



**Sources de données appartenant à la collectivité, à ses prestataires, à des partenaires territoriaux, lesquelles peuvent déjà intéragir entres elles.*

La mise en œuvre d'une plateforme de donnée, quelle qu'elle soit, demande que l'ensemble des données dont elle a besoin puisse parvenir sous un format qu'elle comprend et qu'elle peut ensuite traiter et restituer (tableaux, carte, outil de coordination…). Pour cela, la mise en cohérence se fait soit nativement au niveau des équipements et logiciels (les données transmises sont déjà sur un format reconnu), soit au niveau de la plateforme avec des algorithmes qui se chargent de la traduction (des connecteurs). Il arrive que certains standards proposent un outil logiciel intermédiaire qui se charge de traduire une large palette de jeux de données en un langage commun pour la plateforme. Dans tous les cas, la description précise des modèles de données doit être précisée ainsi que la méthode pour les récupérer, c'est-à-dire les protocoles et les APIs.

Détails des couches concernées par le sujet de l'intéropérabilité des systèmes et des données :



Note : Certains protocoles peuvent proposer les 3 niveaux, inclure dans leur définition des modèles de données.

3 PRÉREQUIS FONDAMENTAUX

Il est possible d'anticiper des modèles de données et des protocoles au niveau du cahier des charges. La difficulté principale porte sur le fait qu'il n'y a pas de standard encore clairement affirmé, que chacun développe des outils en fonction de ce qui lui semble pertinent, que restreindre à certains protocoles ou jeux de données peut également restreindre le nombre de fournisseurs compatibles.

Des prérequis essentiels sont dès lors identifiés :

- Il faut **demander aux éditeurs d'exposer les données nécessaires au bon fonctionnement de leur logiciel** au travers d'une API standard.
- Un **contrat d'interface** doit être défini pour assurer que les protocoles de communications ne changeront pas. La difficulté principale repose sur la capacité à imposer l'usage des APIs à certains fournisseurs.
- La **réversibilité des données**, l'accès aux données en cas de changement de fournisseur, doit être anticipée dès la phase contractuelle ainsi que la **description précise des modèles de données** utilisés et des protocoles utilisés.

4 ÉTUDE SUR TROIS CAS D'USAGE

Le groupe de travail a fait le choix d'étudier plus en détails trois cas d'usage de manière à approfondir des cas concrets, observer les spécificités, lister les difficultés rencontrées, comparer, pour en déduire dans un second temps des enseignements généralistes.

Les trois cas d'usage retenus par le groupe de travail sont parmi les plus répandus dans les projets de territoires conecté et durables : la gestion énergétique des bâtiments, la télérelève de l'eau, le pilotage de l'éclairage public.

La synthèse présentée ci-dessous est le résultat de trois séances de mise en commun de retours d'expériences, chaque séance étant dédié à un cas d'usage particulier. Les participants, issus du secteur public et secteur privé, avaient tous en commun d'avoir travaillé sur un projet type.

Pour chacun de ces cas d'usage, le contexte est un peu différent : la complexité de l'écosystème, la complexité des données à transmettre, la maturité des protocoles existants, sont un peu différents. Il est essentuel de commencer par définir le contexte de chaque cas d'usage pour en comprendre la plus ou moins grande complexité d'intégration :

CONTEXTE

Gestion énergétique des bâtiments	Télérelève de l'eau	Pilotage de l'éclairage public
· **Urgence décret tertiaire** : ingérable manuellement au-delà d'une certaine échelle de collectivité. · **Multiplicité des fournisseurs** d'énergie, notamment avec les EnR.	· Un écosystème **extrêmement fragmenté** par la diversité des collectivités qui en ont la compétence. · Le nombre d'acteurs privés délégataires est à l'inverse restreint **réduit le nombre d'API et modèles de données privés.** · Enjeux en fonction du **périmètre** : gestion de l'eau des habitants (en régie ou DSP) ou gestion de l'eau des bâtiments publics. · Enjeux de sécurité, anonymisation des données des abonnés.	· Les solutions de bout en bout se multiplient (intégrant maintenance et exploitation) mais la demande va vers des **solutions modulaires**. · Complexité en fonction du **mode de déploiement** : au point lumineux ou à l'armoire. · Un des rares cas d'usage avec des **protocoles reconnus** tels que DALI et Talqv2 (Cf chap5) · Enjeux de gestion des droits, **management du pilotage**. · Demande **d'anticiper le multi-usages** : bornes électriques…

Les principaux freins observés dans la mise en oeuvre des projets découlent assez naturellement des éléments de contexte présentés, avec cependant des différences d'implémentation liés à la complexité réelle des données transmises et des services attendus (pour l'éclairage public, il ne s'agit pas uniquement de remontée de données mais également d'allumer et d'éteindre des luminaires à distance).

FREINS AU DÉPLOIEMENT

Gestion énergétique des bâtiments	Télérelève de l'eau	Pilotage de l'éclairage public
Lié au décret tertiaire : · Disposer d'une API sur la plateforme Operat ; En général : · **Accès aux compteurs** lorsque les APIs privés sont insuffisantes ; · Au-délà des API Enedis et Grdf, il y a une multiplicité des fournisseurs : **développer des APIs** au cas par cas / **expertise et coût**	· **Accès aux APIs** des fournisseurs ; · **Accès aux données** des délégataires et des fournisseurs ; · Pas de sujet sur les modèles de données en tant que tel : les modèles sont simples ; · Choix de la technologie radio (capteurs en sous-sol).	· La principale difficulté porte sur l'intégration avec les systèmes existants, les **logiciels GMAO**. · Difficulté remontée de la **compatibilité de certains protocoles spécialisés** avec des protocoles de transmission – ex : Talqv2 peut nécessiter un paramétrage précis lorsqu'il est transmis avec un protocole radio Lora (non temps)

Transverse

· **Avoir une donnée pragmatique** de description du **bâti public : des bases existent** mais peu connues, incomplètes, manque de consensus (ex : OGC, ONB, s'inspirer de LoireConnectID…)

· Complexité liée à la modularité de la solution : **compatibilité des protocoles** entres eux, de bout en bout ;
· Difficulté remontée pour connecter la plateforme de données IoT aux **systèmes existants**, en particulier avec les logiciels **GMAO / coût et délai de réalisation** non négligeable.

Pendant les séances, un certain nombre de protocoles et de modèles de données ont été cités par cas d'usage, la liste n'étant pas, par ailleurs, exhaustive. La représentation par couche, telle que définie sur le schéma en partie 2, est ici utilisée :

	Gestion énergétique des bâtiments	Télérelève de l'eau	Pilotage de l'éclairage public
	Ci-dessous la liste des protocoles/standards cités en séance – liste non exhaustive		
Modèles de données		**M-bus** : télérelève énergie, eau **BACnet, Modbus** : automatisation des bâtiments	
	NGSI-LD / SAREF / ETSI : des communautés implémentent ces spécifications, notamment Fiware, qui a la spécificité d'utiliser la contextualisation des données.		
Protocoles pour échanger des données	**FDS** (Facility Data Standard)	**M-bus** : télérelève énergie, eau **BACnet, Modbus** : automatisation des bâtiments	**DALI**
	OneM2M : notamment mis en oeuvre par la ville de Bordeaux de bout en bout avec le logiciel existant MUSE ; Permet également la gestion des objets de manière uniforme en ajoutant un élément réseau entre l'objet connecté et la plateforme IoT, sous réserve que le langage d'origine de l'objet soit référencé. **NGSI-LD / ETSI :** des communautés implémentent des spécifications et notamment Fiware ; Permet également la gestion des objets de manière uniforme en ajoutant un « context broker » entre l'objet connecté et la plateforme IoT, sous réserve que le langage d'origine de l'objet soit référencé.		
Protocoles pour gérer un parc IoT		**M-bus** : télérelève énergie, eau **BACnet, Modbus** : automatisation des bâtiments	**Talqv2** : mal adapté pour du multi-services sur un mât
	LWM2M / ETSI, du capteur à la plateforme IoT, implémentable côté capteurs		

Pour conclure, des conseils ont été énoncés pour éviter des ralentissements voir des freins dans la mise en oeuvre des projets :

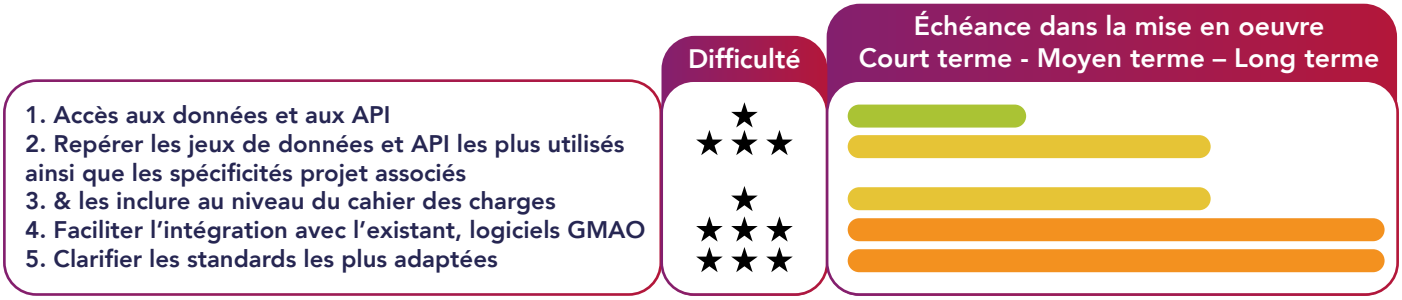
	Gestion énergétique des bâtiments	Télérelève de l'eau	Pilotage de l'éclairage public
Conseils énoncés en séance	Pousser des APIs normés ou fréquemment utilisés (Enedis, Grdf)	· Pousser une architecture ouverte, des **OpenAPIs** · Sur la nature des données à stocker : **timeseries**	**Clarifier le besoin** pour identifier les protocoles, identifier les données / alertes réellement utiles « Que veut-on voir ?»
	Transverse		
	· **Accès et description des modèles de données et des APIs** dans le cahier des charges, imposer des APIs fréquemment utilisés ; · **Des standards qui marchent** sur le terrain mais nécessité de **vulgariser des documentations** très techniques. · Sujets à anticiper : **les approches de facturation** pour connecter les équipements à la plateforme de données, lesquelles dépendent des équipementiers, au cas par cas.		
Questions en suspens	**Transverse**		
	Standards : · Quels enseignements suite à l'implémentation de OneM2M, Fiware et autres standards ? · Sont-ils généralisables pour un cas d'usage donné ou dépendent-ils de spécificités projet ? (taille du projet, etc… critères à identifier s'il y en a) · Comment partager ces enseignements de manière méthodique, d'en comprendre les clés de succès et/ou d'échec, pour en conseiller ou non la réplicabilité pour des projets similaires ? Intégration avec les **logiciels GMAO** existants : · Existe-il des logiciels GMAO qui n'acceptent pas l'intégration de nouvelles données, en temps réel ? · Est-il possible d'imposer des standards aux logiciels existants ?		

Si les retours d'expérience montrent certaines spécificités propres à chaque cas d'usage, assez rapidement il apparait que **les freins au déploiement et les conseils dans la mise en oeuvre sont tout à fait communs et transverses.**
Les quelques différences portent principalement sur :

- Les modèles de données dans la télérelève de l'eau : dans la mesure où les modèles sont assez simples, l'interopérabilité des données est plus facile à mettre en oeuvre que pour un autre domaine ;
- Le sujet de l'accès aux données dans le domaine bâtimentaire lequel est particulièrement impactant.

5 EN CONCLUSION : CINQ ENJEUX PRINCIPAUX À SUIVRE DANS LE TEMPS

Sur base de l'état des lieux précédemment réalisé, il a ensuite été possible de dégager cinq enjeux principaux pour faciliter la mise en oeuvre de l'interopérabilité des données et des systèmes dans les projets de territoires connectés et durables :



La première recommandation est celle qui doit se généraliser sur l'ensemble des projets numériques au sens large : **l'accès aux données et aux APIs** ce qui nécessite au préalable une **description précise de ces éléments dans le cahier des charges**. Les modalités d'accès doivent également être précisées dans ce même cahier des charges ainsi que les **modalités d'évolution**.

Les enjeux suivants vont dans le sens d'une stratégie plus anticipée à savoir repérer et imposer les jeux de données et les protocoles les plus utilisés sur un cas d'usage donné aux équipementiers, aux éditeurs de logiciel, en s'appuyant sur ce que la plateforme IoT intègre par défaut. Cette méthode n'est bien sûr possible que sur un cas d'usage relativement mature et répandu. Il est important sur cette étape de **repérer les modalités projet qui rendent particulièrement pertinents tel ou tel jeu de données et protocole**, telle que la taille du projet par exemple. Cette étape correspond au niveau 2 de la figure « Définitions et Enjeux » (1er paragraphe).

Enfin, le dernier enjeu porte sur la **clarification de standards pour l'ensemble de l'écosystème**, que ce soient avec des standards métiers ou des standards transverses à l'ensemble des métiers. Quels que soient ces standards, il est prévisible qu'ils seront compatibles avec les certifications MIMs promus par l'OASC et qu'il sera ainsi plus facile de les identifier si ces certifications se généralisent.

REMERCIEMENTS

Le référent du groupe de travail
Loïc HAŸ, FNCCR

La coordination & synthèse-rédaction
Agnès LE MEIL, InfraNum ; Dominique CHANE-YOOK, CSF IN
Mise en page : Paola Ropele

Les contributeurs au groupe de travail
- Secteur public : Bordeaux Métropole ; Ville de Chatou ; Gironde numérique ; Ville de Paris ; Saint Quentin ; SDEF ; SIEL42 ; SYDEV ; Vendée numérique
- Secteur privé : Citegestion ; EGM ; Kuzzle ; LacroixCity ; Orange ; Synox ; InfraNum / GT interopérabilité
- Autres représentants : EG4U ; Fiware ; OASC

Les rapporteurs du GT territoires connectés et durables / CSF Infrastructures Numériques
X. Vignon, Sogetrel / InfraNum ; D. Woussen, Orange / FFT