



WAVESTONE

ebg  
electronic  
business group

AGRION  
TOMORROW'S ENERGY

# L'IoT INDUSTRIEL

DU PoC À L'INDUSTRIALISATION

---

---

# WAVESTONE

[www.wavestone.com](http://www.wavestone.com)

Wavestone est un cabinet de conseil, issu du rapprochement de Solucom et des activités européennes de Kurt Salmon (hors consulting dans les secteurs retail & consumer goods en dehors de France).

La mission de Wavestone est d'éclairer et guider ses clients dans leurs décisions les plus stratégiques en s'appuyant sur une triple expertise fonctionnelle, sectorielle et technologique.

Fort de 2 500 collaborateurs présents sur 4 continents, le cabinet figure parmi les leaders indépendants du conseil en Europe et constitue le 1er cabinet de conseil indépendant en France.

L'IoT — « *Internet of Things* » — fait l'objet d'une attention croissante depuis plusieurs années : le déploiement de capteurs dans les maisons, les bureaux, les villes et les usines combiné au développement de traitements analytiques sophistiqués porte la promesse de création de nouveaux services innovants, d'optimisation des processus ainsi que de réduction des coûts. Le potentiel de valeur de l'IoT annoncé par les analystes et les fournisseurs semble gigantesque : plusieurs milliers de milliards d'euros par an. Très médiatisé auprès du grand public autour du quantified self avec les bracelets connectés, autour de la voiture autonome et de la maison connectée, l'IoT touche en réalité l'ensemble des secteurs d'activité.

« L'IoT industriel est une lame de fond venant transformer les pratiques installées des industriels »

Dans l'industrie, l'attention de l'IoT semble récente : en réalité, c'est une profonde lame de fond qui est en cours de formation. D'abord discrète, cette transformation est de plus en plus présente avec l'Industrial IoT (IIoT), l'un des principaux piliers du mouvement plus large de l'industrie 4.0.

« L'IoT : un gisement d'opportunités encore souvent au stade expérimental »

L'IoT est un gisement d'opportunités très significatif pour les industriels et quelques grands projets emblématiques ou expérimentations à forte valeur l'illustrent. Ainsi, de nombreux pays ont lancé — ou même terminé pour l'Italie — des programmes de renouvellement de millions de compteurs d'énergie, électrique principalement mais également gaz : coûts unitaires limités, connectivité constante, grande durée de vie, capacité à terme de « *control & command* »... ces compteurs sont une des briques du réseau intelligent de demain. En France, de grands acteurs misent sur l'IoT pour améliorer leur performance, à l'image de la SNCF qui vise 10 à 30% de réduction des coûts de maintenance des matériels et des voies, ou encore La Poste qui y voit une optimisation significative des coûts de logistique.

Force est de constater néanmoins qu'en 2017, la plupart des industriels sont en phase exploratoire : ils foisonnent d'idées nouvelles, prototypent et expérimentent... sans pour l'instant trouver les clés afin de passer à l'échelle. Dans les « usines 4.0 » comme

les « réseaux intelligents », les succès sont plutôt des vitrines ou des pilotes et les déploiements nationaux sont limités.

### LES INDUSTRIELS FONT EN EFFET FACE À DE NOMBREUX DÉFIS POUR PASSER DES PoC AUX PROJETS D'ENVERGURE :

- / Les pré-requis de sécurité, de fiabilité et de connectivité des sites industriels sont bien plus complexes qu'en B2C, en particulier dans l'industrie lourde où l'offre de capteurs est peu développée
- / A chaque étape de la chaîne, la multitude de technologies et leur maturité très hétérogène, souvent sans standardisation, freinent les investissements
- / Les pratiques et organisations métiers sont difficiles à chambouler pour accompagner les nouveaux cas d'usage émergeant avec l'IoT
- / Les contraintes réglementaires viennent perturber les règles du jeu et complexifier les choix technologiques (bandes de fréquence réservées, investissements régulés, ...)
- / Enfin, de manière générale, le ROI compliqué à mesurer en amont et le foisonnement des cas d'usage complexe à structurer, rendent précaires les arbitrages nécessaires par la direction et le sponsoring dans la durée des projets

« Poser les bonnes questions et expérimenter les réponses pour savoir où et comment industrialiser »

L'objectif de ce livre blanc est d'accompagner les industriels à relever ces défis. Le cabinet Wavestone et le réseau EBG/Agrion ont réuni les représentants d'une vingtaine d'entreprises majeures des secteurs de l'énergie et de l'industrie au sein d'une taskforce IoT industriel. Ce groupe de travail a planché pendant un an afin de poser noir sur blanc les questions clés que se posent les industriels, et d'y apporter des axes de réponses, fruits d'une construction collective.



**JEAN-BAPTISTE BLONDEL**

Senior Manager et membre du comité de direction de la practice Energie, Utilities & Transport du cabinet Wavestone, Jean-Baptiste BLONDEL accompagne les grands comptes du secteur énergie dans leurs transformations structurantes.

**[jean-baptiste.blondel@wavestone.com](mailto:jean-baptiste.blondel@wavestone.com)**



**ROMAN POTOCKI**

Avec une expertise aussi bien digitale que sectorielle, Roman POTOCKI est consultant senior au sein de la practice Energie & Utilities et il accompagne les grands comptes dans leurs transformations métiers comme technologiques.

**[roman.potocki@wavestone.com](mailto:roman.potocki@wavestone.com)**



**OUSSAMA AJDOR**

Consultant au sein de la practice Energy & Utilities, Oussama AJDOR est intervenu sur des projets industriels principalement dans le secteur de l'énergie.

**[oussama.ajdor@wavestone.com](mailto:oussama.ajdor@wavestone.com)**

- 8 | Baromètre 2017 de la maturité IoT Industriel
- 18 | Les cas d'usage, sources de la valeur ajoutée de l'IoT
- 24 | L'organisation, ou comment structurer la filière IoT au sein de l'entreprise
- 32 | Le capteur, point de départ de l'IoT industriel
- 42 | La connectivité, pont invisible entre les capteurs et le SI
- 52 | La plateforme, brique ouvrant votre SI à l'IoT et ses données
- 62 | La Cybersécurité, ou comment donner confiance dans l'IoT
- 68 | La conduite du changement, remettant l'humain au centre de la démarche IoT
- 76 | Maintenance en Condition Opérationnelle, une activité à anticiper dès la phase projet pour pérenniser les investissements IoT
- 82 | Données et réglementation, l'impact du RGPD pour l'entreprise
- 85 | Conclusion

## LES CONTRIBUTEURS AU LIVRE BLANC :

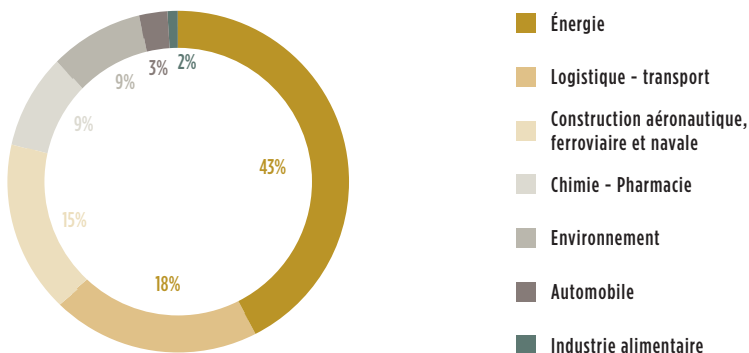
Patrick	BACOT	AIR LIQUIDE	Directeur Innovation
Emmanuel	COX	SNCF	IoT Program Manager
Alain	DÉSANDRÉ	GRDF	Responsable Technique du projet compteurs communicants
Jean-Marc	DO LIVRAMENTO	ENEDIS	Responsable Schéma Directeur
Yann	GABAY	CONNIT	Co-fondateur
Hugues	HAEFFNER	SUEZ	Responsable projets commerciaux
Olivier	ROUZÉ	AIR LIQUIDE	Directeur Digital Fab
Stéphane	MÉNORET	ENEDIS	Pôle Intégration & Déploiement Industriel
Olivier	PELLEGRINO	ENEDIS	Responsable de département au sein du pôle Système et Objets Communicants
Richard	TAGLIAZUCCHI	ENEDIS	Chef de projet objets connectés
Arthur	CORNILLOT	TOTAL	Responsable projet IoT
Laurent	FELIX	WAVESTONE	Senior Manager
Mathieu	SABARLY	WAVESTONE	Manager
Raphaël	BRUN	WAVESTONE	Manager
Aurélien	ANTONOFF	WAVESTONE	Consultant Senior
Frédéric	LE SERREC	WAVESTONE	Senior Manager – Psychologue de travail
Marc	TARON	WAVESTONE	Analyst
Rami	ZGHAIB	WAVESTONE	Analyst

# BAROMÈTRE 2017 DE LA MATURITÉ IoT INDUSTRIEL

Le baromètre de la maturité de l'IoT industriel est issu des réponses d'environ 90 responsables et décideurs au sein d'entreprises industrielles de différents secteurs, principalement l'Énergie (43%), la Logistique et Transport (18%) ainsi que la Construction aéronautique, ferroviaire et navale (15%).

L'objectif de ce baromètre est d'établir un état des lieux de l'avancement des entreprises industrielles dans leurs initiatives IoT, et d'analyser les choix qu'elles ont réalisés ainsi que les difficultés qu'elles rencontrent.

## Panel des répondants au baromètre





## L'IoT DEVIENT UNE PRIORITÉ POUR LA MAJORITÉ DES ENTREPRISES

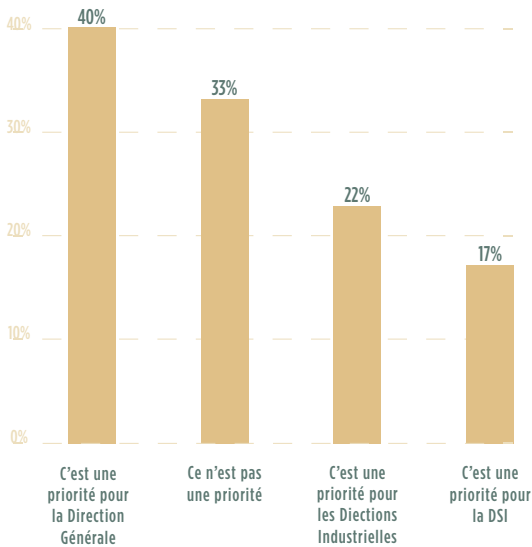
Premier enseignement de notre baromètre : les entreprises industrielles commencent à considérer l'IoT comme une priorité dans leurs feuilles de route. Chez 40% des entreprises sondées, l'IoT est porté par le plus haut niveau de l'organisation car il est considéré comme stratégique, mais aussi parce qu'il nécessite la collaboration de plusieurs Directions au sein de l'entreprise.

Dans certaines entreprises, l'IoT est porté par les Directions Industrielles (23%) où il

aura son terrain d'application le plus vaste, ou par la DSI (17%) qui est responsable des briques technologiques, nécessaires pour le déploiement de l'IoT.

Si 67% des industriels ont mis l'IoT dans leur liste de priorités, les 33% restants n'ont pas encore entamé l'aventure de l'IoT : est-ce un retard prononcé, ou bien un choix stratégique d'attendre que le chemin s'éclaircisse avant de s'y lancer ?

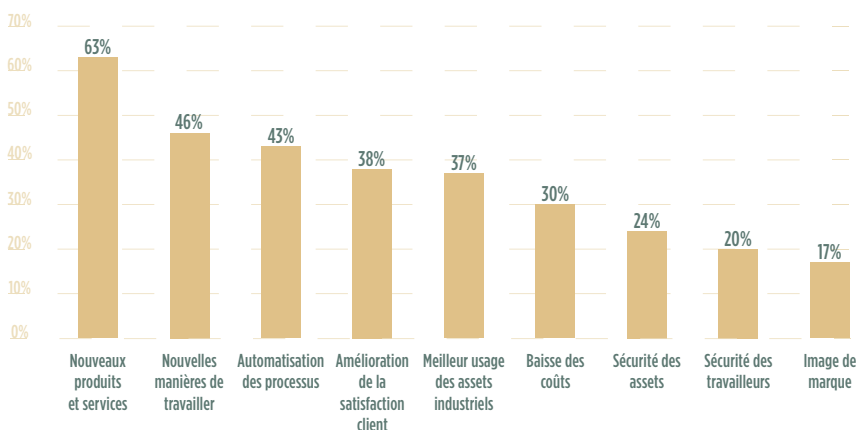
### Quel niveau de priorité est donné au développement de l'IoT ?



## L'IIOT OUVRIRA DE NOUVELLES OPPORTUNITÉS POUR CRÉER DES NOUVEAUX PRODUITS ET SERVICES

L'IIOT est généralement perçu comme source de transformation pour les entreprises. Que ce soit pour créer des nouveaux services (63%), trouver de nouvelles manières de travailler (46%) ou automatiser les processus (43%), l'IIOT élargit le « champ des possibilités pour les entreprises pour innover en interne et vers l'externe ».

### Quels sont les bénéfices attendus de déploiements IIOT ?

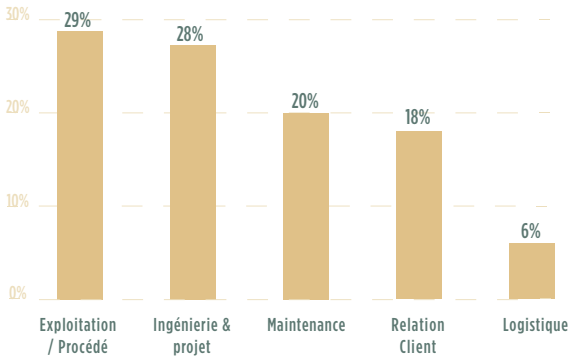


## LE CHAMP D'APPLICATION DE L'IIOT COUVRE L'ENSEMBLE DES MÉTIERS INDUSTRIELS

Tous les métiers industriels verront naître des initiatives autour de l'IIOT. Si la maintenance apparaît au troisième rang, elle vient en tête pour les entreprises où l'IIOT est une priorité des Directions Industrielles (45%).

La relation client est également considérée comme champ d'application prioritaire pour l'IIOT, elle vient au deuxième rang pour les entreprises du secteur de l'Énergie (28%) et des Transports (22%).

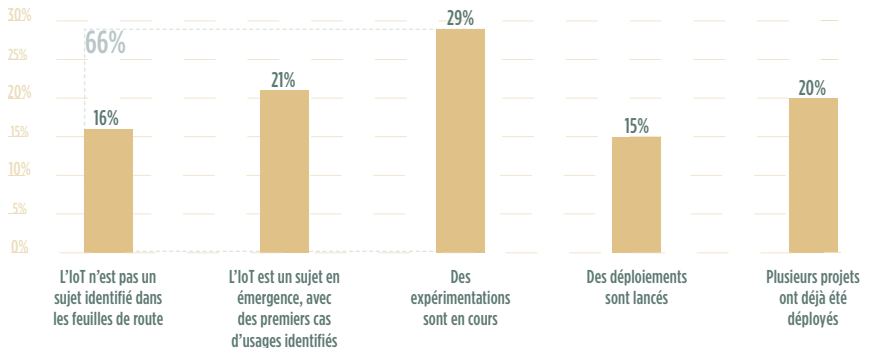
## Dans quel domaine sera déployé l'IoT en priorité ?



## MALGRÉ LA PRISE DE CONSCIENCE DES INDUSTRIELS, L'INDUSTRIALISATION DE L'IOT N'EST QU'À SES DÉBUTS

Deux tiers des entreprises industrielles n'ont pas encore lancé de projets IoT à grande échelle, elles sont actuellement en phase d'émergence et d'expérimentation. Cette phase est primordiale pour valider les choix de l'entreprise en termes d'organisation et d'orientations technologiques préalables aux déploiements à grande échelle.

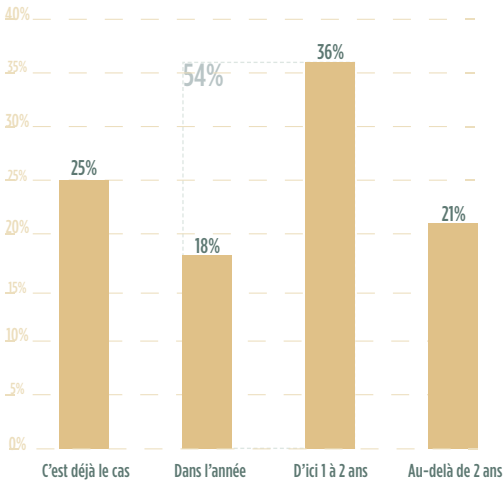
## Quel est le stade de déploiement de l'IoT dans votre entreprise aujourd'hui ?



## LES DÉPLOIEMENTS VONT ARRIVER D'ICI 12 À 24 MOIS

La moitié des entreprises sondées prévoient un déploiement conséquent dans les deux prochaines années. Ce chiffre est cohérent avec le résultat précédent puisque ces entreprises sont actuellement en phase d'émergence et d'expérimentation.

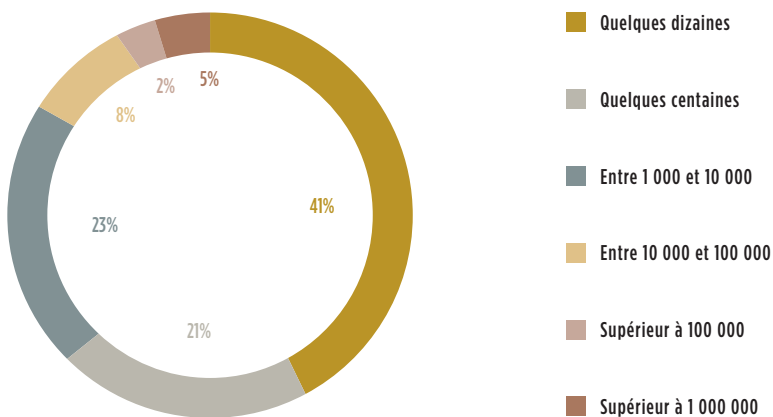
### A quelle échéance prévoyez-vous d'avoir lancé des déploiements IoT conséquents ?



## LE NOMBRE D'OBJETS CONNECTÉS DÉPLOYÉS EST FAIBLE AUJOURD'HUI, IL EST AMENÉ À AUGMENTER FORTEMENT AVEC LE LANCEMENT DE PROJETS D'ENVERGURE

Sans surprise, les entreprises n'ont besoin que de quelques dizaines, voire quelques centaines d'objets connectés pour expérimenter et tester le potentiel de l'IoT (60%). Néanmoins, le volume des objets connectés est susceptible d'augmenter fortement avec l'arrivée de projets industriels conséquents.

### Quel est le nombre d'objets connectés déployés dans l'entreprise ?

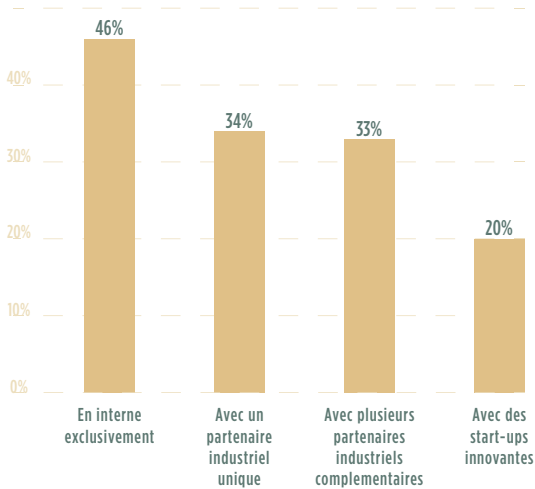


## LES ENTREPRISES INDUSTRIELLES PRÉFÈRENT S'OUVRIRE À L'EXTÉRIEUR POUR RÉUSSIR LES DÉFIS DE L'IIOT

Deux tiers des entreprises ont fait le choix de collaborer avec des acteurs externes pour affronter les défis de l'IIOT.

La majorité des entreprises qui sont au stade d'émergence collaborent avec des start-ups innovantes ; en effet, plusieurs industriels ont lancé des « Hackathon IIOT » pour sélectionner des start-ups capables de les accompagner dans les premières expérimentations IIOT.

### Comment gérez-vous les projets de déploiement ?

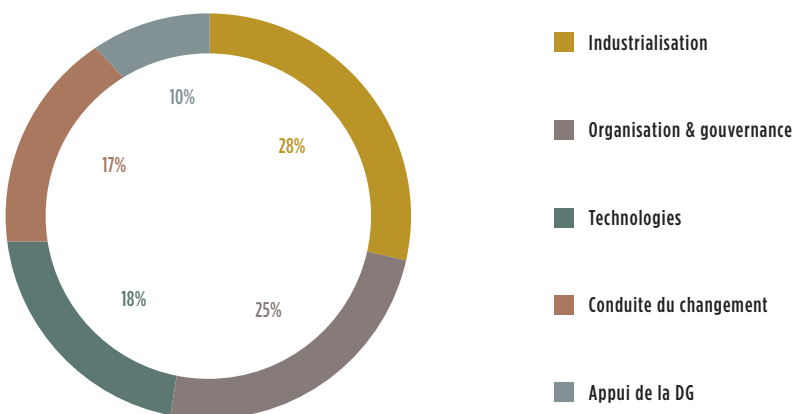


## L'ORGANISATION ET LE PASSAGE DU POC À L'INDUSTRIALISATION, LES DÉFIS MAJEURS POUR RÉUSSIR LES INITIATIVES IoT

Même si la plupart des entreprises industrielles sont au stade d'expérimentation, elles appréhendent la complexité du passage de l'expérimentation à l'industrialisation. Ceci inclut toutes les questions autour des choix technologiques dans un environnement en constante évolution, l'organisation et la gouvernance des projets IoT, ainsi que la conduite du changement.

Il est intéressant de noter également que même après quelques projets déployés, l'organisation reste une difficulté majeure.

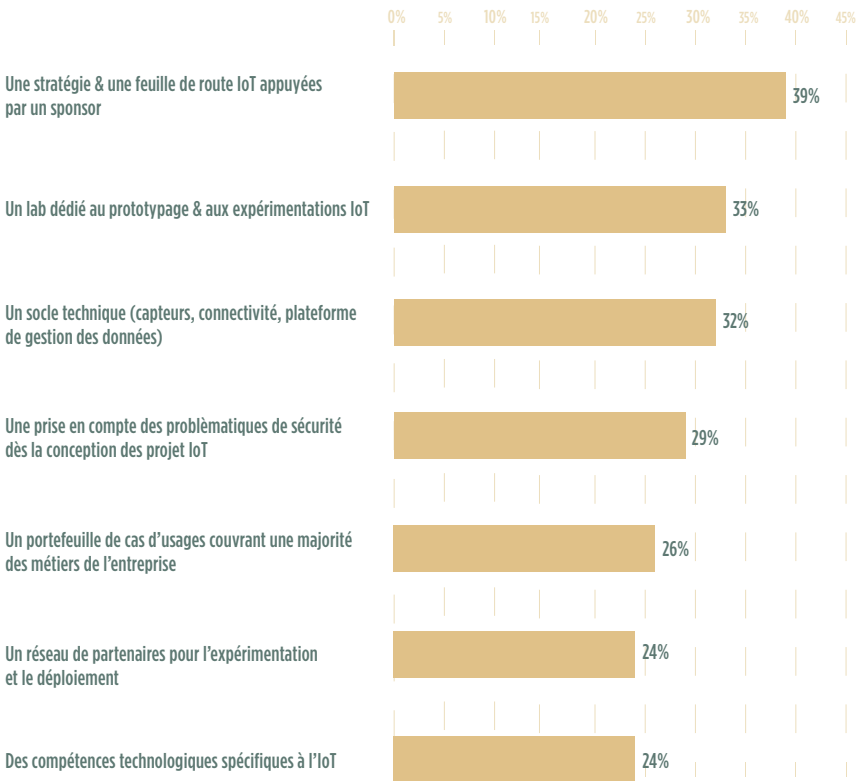
### Sur quels aspects rencontrez-vous le plus de difficultés ?



## PLUSIEURS BONNES PRATIQUES RESTENT À METTRE EN ŒUVRE POUR ACCÉLÉRER LE PASSAGE À L'INDUSTRIALISATION

Quasiment toutes les bonnes pratiques proposées semblent importantes à mettre en œuvre aux yeux des industriels. La plus importante est la définition d'une stratégie et d'une feuille de route IoT appuyées par un sponsor (39%).

### Quelles sont les bonnes pratiques pour lesquelles votre entreprise ne s'est pour le moment pas suffisamment investie ?

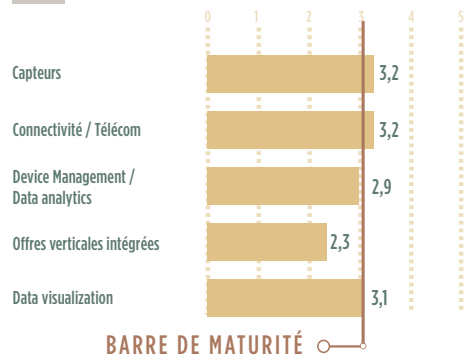




## LES TECHNOLOGIES LIÉES À L'IIOT ONT ATTEINT UN BON NIVEAU DE MATURITÉ

Les entreprises industrielles considèrent que les technologies liées à l'IIOT ont atteint un seuil de maturité suffisant pour envisager des projets d'envergure. Cependant, les offres intégrées de bout en bout ont encore du chemin à parcourir avant de satisfaire les attentes.

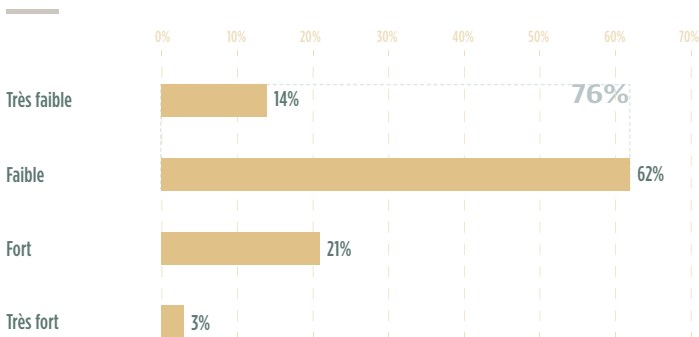
### Quelle est votre perception de la maturité du marché de chaque composant IIOT ?



## LA COOPÉRATION ENTRE LES MÉTIERS ET L'IT DOIT S'AMÉLIORER

La réussite des projets IIOT nécessite une collaboration forte entre les métiers et l'IT, une collaboration qui reste à améliorer, puisque 76% des entreprises industrielles la jugent insuffisante. Ceci explique pourquoi l'organisation est considérée comme un défi majeur de la réussite des projets IIOT.

### Comment évaluez-vous le niveau d'intégration et coopération entre métiers et IT sur le sujet de l'IIOT ?



# LES CAS D'USAGE, SOURCES DE LA VALEUR AJOUTÉE DE L'IIOT

---

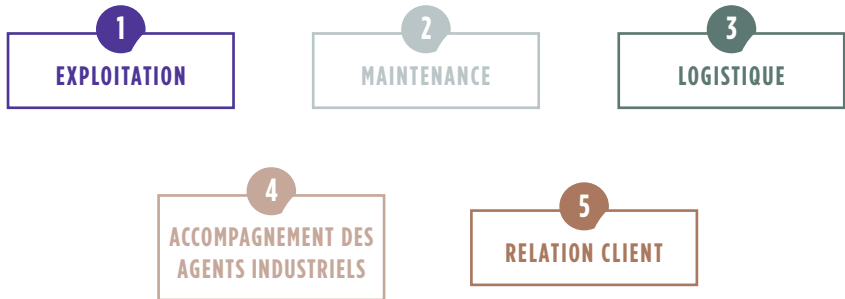
L'Internet des Objets est une technologie de plus en plus mature, et la diversité des capteurs ainsi que les capacités grandissantes de traitement de données ouvrent la voie à d'infinies possibilités de cas d'usage. Quels sont les cas d'usages les plus prometteurs en fonction de l'activité de l'entreprise ? Comment faire émerger les bonnes idées au sein de l'entreprise et en partenariat avec l'écosystème ? Comment sélectionner les cas d'usages pertinents à l'issue du cycle de prototypage et d'expérimentation afin de déclencher les investissements projets ? La recherche des cas d'usages est un véritable défi que rencontrent les industriels engagés dans une démarche IIOT.



## DÉFINIR UNE FEUILLE DE ROUTE IoT

Avant de s'engager tous azimuts dans une recherche de cas d'usages, il est important de définir la stratégie de l'entreprise vis-à-vis de l'IoT. Quelles sont les priorités : réduire les coûts de maintenance des actifs, permettre une exploitation plus fine, optimiser les délais et les coûts de logistique... ou bien encore développer de nouveaux services vers les clients ou vers les collaborateurs ? L'IoT s'inscrit plus largement dans une feuille de route digitale, et devra s'articuler efficacement avec les priorités fixées dans le domaine du traitement et de la valorisation des données.

### Champs d'application de l'IoT industriel



### Bénéfices associés



## CRÉER UN ENVIRONNEMENT PROPICIE À L'IDENTIFICATION DE CAS D'USAGES À FORTE VALEUR AJOUTÉE

Une fois les priorités établies, il s'agit de cibler les cas d'usages les plus pertinents : faire foisonner un maximum d'idées, puis converger vers les plus prometteuses au travers d'une phase de qualification. Au sein de l'entreprise, les dispositifs d'innovation participative permettent de générer des milliers d'idées venant de l'ensemble des collaborateurs. L'implication de référents innovation au sein des métiers ainsi que l'animation d'ateliers d'idéation ciblés par métier ou par thématique viennent également alimenter la réflexion. Avant cela, il est bien sûr indispensable de mener des actions d'acculturation et d'inspiration, par exemple grâce à des showrooms.

Mais cela ne suffit pas ! L'innovation est désormais ouverte à l'écosystème, ainsi la plupart des industriels ont mis en place une démarche d'open innovation invitant les startups, PME, chercheurs & étudiants à plancher sur leurs cas d'usages. Ces opérations prennent la forme de hackathons ou de compétitions ponctuelles, à l'image de « Boost My Op » organisé par Air Liquide et Total ou bien « Hack La Factory » organisé par Vinci Energies. Elles s'inscrivent également dans la durée, à l'image des appels à projets régulièrement organisés par la plateforme Open Innov du groupe ENGIE ou Pulse du groupe EDF, ou encore d'incubation de startups, comme le font cinq industriels (Air Liquide, Areva, Eiffage, Solvay, Total et Vinci) dont l'incubateur multi-entreprises dédie sa 2<sup>e</sup> édition au thème de l'IoT pour l'usine 4.0.



**HACK LA FACTORY :**  
un hackathon organisé par Vinci Energies pour faire émerger des solutions IoT industriels



**BOOST MY OP' :**  
une compétition étudiante pour imaginer l'opérateur du futur. Fruit d'une collaboration entre Air Liquide et Total.



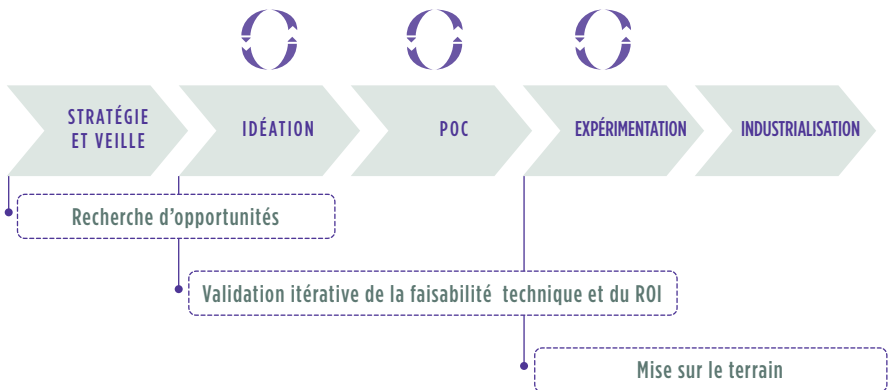
**LE PREMIER INCUBATEUR MULTI-ENTREPRISE SUR L'USINE 4.0 DÉDIE SA 2<sup>NDE</sup> ÉDITION À L'IOT**

Après la phase d'idéation, il s'agit de transformer les meilleures idées en Proof of Concept (PoC), voire même en Proof of Value (PoV) : il ne suffit pas simplement de démontrer la capacité technologique à capter la donnée, la transmettre, la traiter et la visualiser. L'enjeu est également de confirmer avec les métiers la valeur apportée par le cas d'usage. C'est là qu'interviennent les « labs », véritables accélérateurs de prototypage et d'expérimentation. Des prototypes simples peuvent être mis en œuvre grâce à des composants grands publics (ex : Arduino), des kits industriels ou des pré-séries sur mesure et qui permettront de développer des prototypes plus complexes.

Afin d'assurer leur réussite, les actions de créativité et d'expérimentation sont réalisées avec les acteurs du terrain : ce sont eux qui connaissent la réalité opérationnelle et qui pourront rapidement « tuer » les

fausses bonnes idées et apporter des idées simples mais à forte valeur ajoutée. Prenons l'exemple de Total, qui a mis en œuvre une démarche Industrial Digital Open Lab (IDOL) à l'établissement des Flandres à Dunkerque, ancienne raffinerie reconvertie en centre de formation et d'expertise. La démarche vise à concevoir et expérimenter les usages des nouvelles technologies digitales en co-construction avec les équipes terrain. L'expérimentation dans la durée en conditions réelles permet d'identifier des problèmes qui ne pourraient être reproduits en environnement contrôlé, s'assurer que le produit ou le service sera adapté à la vie quotidienne des collaborateurs, et enfin capturer leur connaissance tacite : une compétence acquise avec l'expérience, difficile à formaliser par nature, et qui participe au capital intellectuel de l'entreprise.

## Démarche itérative



## ADOPTER UNE DÉMARCHE ITÉRATIVE POUR CHOISIR LES PROJETS À INDUSTRIALISER

Après une démarche d'idéation réussie, et une phase de prototypage accomplie, il est temps de faire le choix du cas d'usage à mettre en place. Une étude de « scalabilité » et un business plan sont essentiels pour calculer le ROI des différents projets et ainsi choisir le projet à industrialiser.

Avant d'industrialiser un projet, une phase d'expérimentation est nécessaire pour éviter les problèmes à grande échelle. Une fois la solution implémentée et toutes les difficultés techniques dépassées, il est temps de déployer le projet à grande échelle et ainsi profiter du potentiel de l'IoT. Pendant toute la démarche, il est important de garder à l'esprit 3 messages clés :

DÉBUTER L'AVENTURE PAR DES CAS D'USAGES SIMPLES ET CIBLÉS

EMBARQUER LES MÉTIERS ET PARTICULIÈREMENT LES ACTEURS TERRAIN  
DÈS LA PHASE D'IDÉATION

ALIGNER EN PERMANENCE LES VISIONS DES ÉQUIPES DIGITALES ET DES ÉQUIPES MÉTIER

## RETOUR D'EXPÉRIENCE SUEZ : LA TÉLÉ-RELÈVE DES COMPTEURS D'EAU

En 2005, SUEZ lance son premier compteur communicant pour relever la consommation d'eau à distance. Initialement basé sur la technologie GSM, le produit évolue rapidement vers la technologie radio VHF (Very High Frequency) 169 Mhz avec le protocole wireless M-Bus. Cette solution nettement moins coûteuse, permet d'atteindre efficacement les compteurs difficiles d'accès (deep indoor) grâce à sa couverture longue portée. Les modules émetteurs installés sur les compteurs d'eau sont également autonomes en énergie et bénéficient d'une durée de vie de 12 à 15 ans. Ce choix de l'IoT marque un tournant dans le déploiement de compteurs intelligents, qui décolle réellement en 2010 pour atteindre un rythme d'environ 500 000 compteurs équipés par an, soit environ 25% du parc des compteurs gérés par le groupe.

Cette croissance va-t-elle ralentir à l'avenir et le marché se stabiliser autour de 30%, ou bien l'adoption sera-t-elle massive et s'établir au-delà de 80% ? Pour garantir un succès plein et entier à ses compteurs intelligents, SUEZ fait face à un nouveau challenge : développer plus de valeur autour de son réseau IoT et apporter aux clients de nouveaux services. Au-delà des bénéfices déjà mis en œuvre dans la relation client (notamment fiabilité de la facturation, le suivi consommation en ligne et l'alerte fuite), l'IoT va permettre une meilleure gestion des réseaux et ouvre des perspectives pour la conception de nouveaux services aux usagers et aussi hors de la distribution d'eau. L'infrastructure IoT est une plateforme assimilable à un « enabler » : elle permet de collecter et de croiser des données avec d'autres acteurs de la ville, privés ou publics, de tous types (eau, gaz, électricité, chaleur, bruit, air, température, humidité, remplissage, présence...). On peut ensuite imaginer des services à la personne, comme l'aide au maintien à domicile en détectant un comportement anormal ; aux collectivités, pour mieux anticiper les nouveaux usages et les modes de consommation et ainsi optimiser les investissements publics ; ou encore aux entreprises, pour intégrer la gestion énergétique dans un pilotage plus global des ressources.

# L'ORGANISATION, OU COMMENT STRUCTURER LA FILIÈRE IOT AU SEIN DE L'ENTREPRISE

---

Des idées aux déploiements d'envergure, le chemin des projets IoT est loin d'être un long fleuve tranquille ! La transformation pose des questions d'organisation de la filière IoT à plusieurs échelles au niveau de l'entreprise :

- / Quelle posture des fonctions centrales pour accélérer les projets IoT au sein des Business Units ? **Think tank**, **enabler** ou **décideur** : trois approches différentes chez les industriels.
- / **Les labs IoT se multiplient** : quel périmètre de responsabilité et quelle articulation avec les dispositifs existants ?
- / Quelles nouvelles compétences et méthodologies de travail sont indispensables pour réussir **l'expérimentation** et **l'industrialisation** ?





## LE RÔLE DES FONCTIONS CENTRALES DANS L'ACCÉLÉRATION DES PROJETS IOT

1

### DÉCIDEUR

- Pouvoir et choix en central
- Décision descendante auprès des métiers et BU :  
Validation projet, budgets, choix des solutions

L'observation du marché nous a conduit à distinguer trois grands types d'approche, avec une responsabilité croissante des fonctions centrales dans l'animation de la transformation IoT au sein de l'entreprise.

Au niveau minimal d'implication, le Groupe joue un rôle de Think Tank : les business units (BU) gardent pleinement l'initiative et la conduite des projets IoT, la fonction groupe se positionne en tant qu'animateur d'une communauté de référents IoT afin de faciliter le partage de bonnes pratiques et d'établir des synergies de façon opportuniste.

2

### ENABLER

- Sponsor des initiatives IoT
- Facilitateur des projets IoT par la mise en place de moyens communs
- Animateur de la filière IoT

Dans un niveau intermédiaire d'implication, le Groupe se positionne en tant qu'Enabler de la transformation IoT. Le Groupe propose un centre de services partagés IoT mettant à disposition un socle technique IoT et les expertises associées (capteurs, connectivité, plateforme). Le Groupe joue ainsi un rôle d'accélérateur de l'émergence des projets de ses business units, qui conservent néanmoins la pleine responsabilité des projets IoT.

3

### THINK TANK

- Cercle d'échange auprès des BU
- Autonomie des BU dans la réalisation et les choix IoT

Enfin, dans certains cas le Groupe se positionne avec une gouvernance forte sur l'IoT, en tant que Décideur. Le Groupe prend une responsabilité de bout en bout, depuis l'élaboration des feuilles de route IoT par métier jusqu'à leur mise en œuvre, avec une capacité d'arbitrage sur le portefeuille de projets.

## DEUX TYPES DE MODÈLES POUR LE LAB IoT

Qu'il s'appelle Fab IoT chez SNCF, SmartConnect chez ENEDIS, ou encore le Digital Cylinder Fab appuyé par le i-Lab chez Air Liquide, le lab IoT se multiplie depuis 2 ans chez les industriels. Deux modèles se distinguent suivant l'enjeu de l'IoT au sein de l'entreprise et l'ampleur des moyens mis en œuvre : un lab « horizontal », dédié à l'expérimentation agile, et un lab « vertical », intégré au service de la stratégie d'entreprise.

### **Un lab dédié à l'expérimentation agile**

Le lab est un accélérateur d'expérimentations IoT, son rôle est de démontrer la valeur métier d'un cas d'usage IoT, et de préparer un dossier d'engagement pour une décision d'industrialisation. Il s'appuie en amont sur les dispositifs d'innovations existants (Open innovation, innovation participative, référents innovation métier...), qui alimentent son portefeuille de cas d'usages

à forte valeur ajoutée. Il n'intervient pas (ou très peu) dans la réalisation des projets après la décision d'engagement. Il ne nécessite pas d'investissements lourds pour la mise en place. Cependant, il présente un risque : la nécessité de passer par plusieurs interlocuteurs de différents horizons peut imposer une lenteur aux projets.

### **Un lab intégré au service de la stratégie d'entreprise**

Le lab porte la vision de l'entreprise sur le développement de services IoT. Il aide les métiers à élaborer leur feuille de route IoT, et les accompagne dans la découverte et l'expérimentation de nouveaux cas d'usage IoT. Il intervient également tout au long du cycle projet, depuis l'engagement jusqu'à la mise en service. La concentration des ressources au sein d'un même lab favorise une montée en compétence et une mise à disposition rapides des solutions, sous réserve d'éviter un fonctionnement en « tour d'ivoire » et de rester proche des besoins du terrain !

## LAB VERTICAL

« au service de la stratégie de l'entreprise »

### CONTEXTE

L'IoT est considéré comme **stratégique** pour l'entreprise

Objectif à court terme de lancement d'un grand portefeuille de projets

### ACTIVITÉS

#### STRATÉGIE ET VISION

Porte la vision de l'entreprise et établit les partenariats stratégiques

#### OFFRE DE SERVICE

Accompagne les métiers sur les projets IoT de bout en bout

#### COMMUNICATION

Est la vitrine de l'entreprise vers l'externe sur les sujets de l'IoT, et responsable de la sensibilisation et l'acculturation en interne

#### CENTRES DE COMPÉTENCES IoT

Mutualise les compétences essentielles pour lancer des projets IoT

#### SOCLE TECHNIQUE

Est responsable des choix technologiques et de la mise en place de l'infrastructure IoT industrielle

## LAB HORIZONTAL

« dédié à l'expérimentation »

L'IoT est adressé de manière **opportuniste** sans prise de risque en investissement

Besoin d'une structure pour **accompagner les métiers** dans les expérimentations IoT

#### OFFRE DE SERVICE

Accompagne les métiers sur les expérimentations IoT, et peut contribuer aux projets industriels

#### COMMUNICATION

Collabore avec les autres dispositifs d'innovation pour sensibiliser et acculturer en interne

#### CENTRES DE COMPÉTENCES IoT

Dispose de ressources capables de monter en compétence sur les sujets IoT pour accélérer les expérimentations

#### SOCLE TECHNIQUE

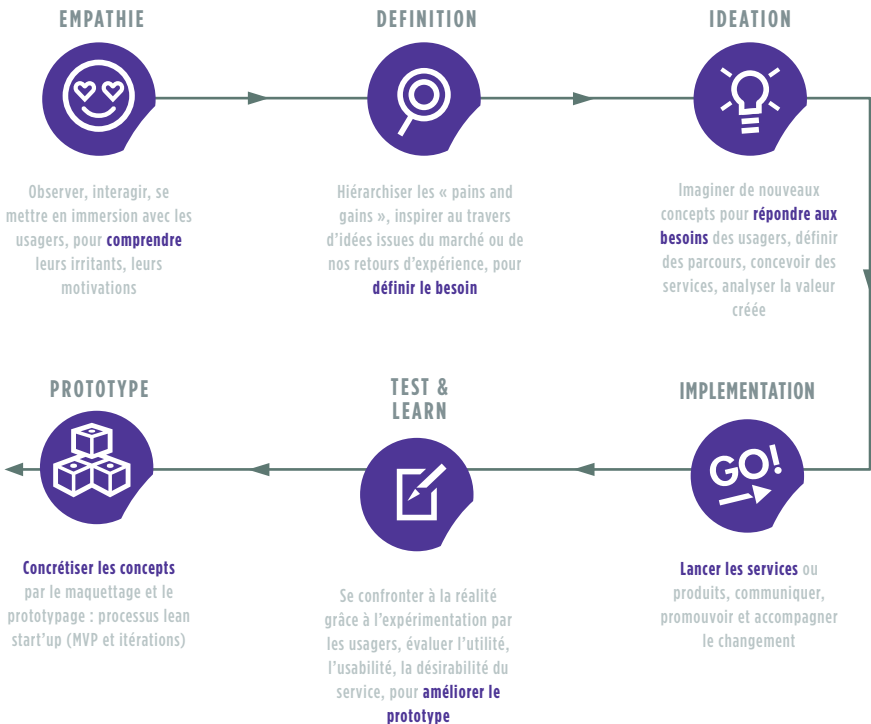
Est responsable de la mise en place d'une infrastructure IoT expérimentale. Il peut être acteur dans la mise en place de l'infrastructure IoT industrielle

# LES NOUVELLES COMPÉTENCES ET MÉTHODOLOGIES POUR RÉUSSIR L'EXPÉRIMENTATION ET L'INDUSTRIALISATION

## En phase d'expérimentation :

Le lab, qu'il soit horizontal ou vertical, agit comme un accélérateur des projets IoT. De nouvelles méthodologies de travail et de nouvelles compétences se développent pour permettre au lab d'avoir cette capacité de fonctionnement rapide. Parmi ces nouvelles méthodes, le « *Design Thinking* » :

il s'agit d'une approche globale pour trouver des solutions à une problématique donnée, qui stimule la créativité dans des groupes de travail faisant intervenir des participants de différents domaines. Les concepts sont créés et ensuite révisés dans différents cycles et testés à l'aide de prototypes. Les besoins des utilisateurs sont mis au centre de la réflexion afin de s'assurer que le résultat final soit adapté. Cette approche holistique avec des solutions créatives permet aux entreprises d'explorer de nouvelles manières de collaborer.



### **En phase d'industrialisation :**

La réussite de l'implémentation des solutions IoT repose sur les choix d'architecture permettant une intégration simple dans le SI de l'entreprise. Il s'avère donc nécessaire de se doter d'architectes SI de haut niveau.

La sécurité est également un sujet important dans les projets IoT, le RSSI a besoin de se faire épauler par un IoT Security Manager dont le rôle est la sécurisation globale de la chaîne, et la mise en place d'une politique de sécurité claire permettant aux chefs de projets IoT d'intégrer les questions de sécurité dès les premières phases de leurs projets.

En phase post-projet, la gestion des mises à jour logicielles des objets peut s'avérer très complexe. La mise en place d'une fonction provisoire d'asset management est un atout

supplémentaire pour définir et mettre en place les processus de gestion idoines.

Un constat aujourd'hui : les directions techniques, comme les DSI, ne disposent souvent pas de compétences en technologies de capteurs, faisant notamment appel aux domaines de l'électronique et de l'électro-technique. Dès lors, bénéficier des compétences d'ingénieurs spécialisés permet d'expérimenter de manière beaucoup plus agile et autonome, mais aussi de mieux challenger les fournisseurs.

Enfin, compte tenu des enjeux réglementaires que peuvent avoir certains projets IoT, la présence d'un juriste spécialiste de la donnée est un atout pour guider les organisations IoT à faire les bons choix afin de respecter le cadre réglementaire.

## APERÇU DES DISPOSITIFS DE FINANCEMENT DE L'INNOVATION ADAPTÉS À L'IIOT INDUSTRIEL

Pour des projets innovants d'IoT appliqués à l'Industrie 4.0, il existe de nombreuses opportunités de cofinancements publics. Candidater à ces financements passe le plus souvent par une réponse à un appel à projet.

Au niveau européen, des projets de R&D et d'innovation peuvent être cofinancés sur cette thématique dans le cadre du programme Horizon 2020 et notamment, sur la période 2018 – 2020, via les axes « Usine du Futur » et « Digitaliser l'Industrie Européenne ».

Au niveau national, des cofinancements peuvent être obtenus dans le cadre du programme « Investissements d'Avenir » avec notamment l'appel aux « Projets industriels d'avenir (PIAVE) » ou bien d'autres appels, gérés par Bpifrance, tels que les appels aux « Projets de recherche et développement Structurants pour la Compétitivité (PSPC) » ou du « fonds unique interministériel (FUI) ».





# LE CAPTEUR, POINT DE DÉPART DE L'IOT INDUSTRIEL

---

Connaître en temps réel l'intensité d'une vibration, la viscosité d'une huile ou encore la réflectance d'une surface est possible aujourd'hui. Tout est mesurable et les cas d'usage impliquant des capteurs n'ont de limite que l'imagination des métiers. Toutefois, le fait de pouvoir tout mesurer ne date pas d'hier : c'est bien de pouvoir le faire avec des instruments de très petite taille et connectables sans fil qui justifient l'explosion actuelle des capteurs dans le monde industriel.

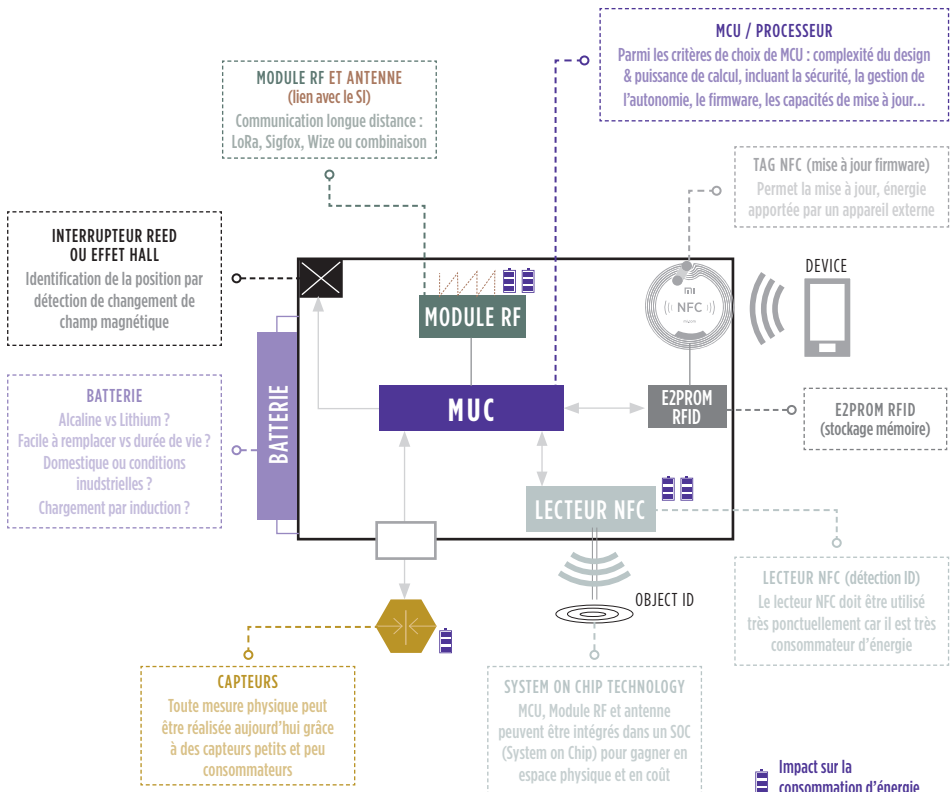




## LES TYPES DE CAPTEURS ET LEURS COMPOSANTS

En matière d'objets connectés, il convient aujourd'hui de distinguer les objets dits complexes, dotés d'une intelligence de calcul et de traitement importants, des objets simples capables d'effectuer une ou deux mesures physiques voire d'exécuter un ordre, on parle alors d'actuateur. En particulier les questions de prix, de design, et d'exploitation sont très différentes pour ces catégories.

La partie captation de données est une composante parmi d'autres du prix d'un objet complexe, alors que des leviers forts d'économies résident dans le fait de bien penser, acheter et intégrer les parties électronique et mécanique d'un capteur simple. Le prix de la partie électronique d'un capteur est régi essentiellement par le nombre et la qualité des modules retenus. Réduire le coût signifie donc définir le design fonctionnel du capteur de manière à ne pas multiplier les modules.



En termes de design, les contraintes d'encombrement et de résistance aux conditions extérieures sont bien plus fortes pour un capteur simple, et le concevoir se trouve souvent être un casse-tête, entre résistance mécanique, autonomie en énergie, et performance radio. Par exemple, le choix de la batterie est clé, même s'il n'influe que très peu sur le coût de revient, car l'autonomie du capteur peut changer drastiquement une fois le capteur plongé dans son environnement industriel contraint, bien au-delà des abaques théoriques des constructeurs (conditions de température notamment, mais aussi taux d'humidité). La performance (portée et débit) du signal radio dépend fortement de l'environnement métallique et électromagnétique immédiat du capteur, ainsi que de la puissance du module RF.

La complexité de l'exploitation à grande échelle d'un parc d'objets connectés représente aujourd'hui un frein pour les déploiements industriels. Il s'agit en effet de pouvoir à grande échelle s'assurer de l'intégrité de son parc : maîtrise du processus d'enrôlement, maintien à jour de la base et gestion des versions de configuration sont autant de défis dont la complexité croît avec celle de l'objet. Définir des workflows précis s'appuyant sur un outil puissant est un chantier à part entière pour réussir l'industrialisation : c'est une problématique que nous détaillons dans le chapitre Maintenance en Conditions Opérationnelles.

## LA STRATÉGIE DE SOURCING

Dois-je acheter un capteur tout fait sur le marché ? Ou dois-je le faire produire, et par qui ? Il est évident que la réponse à ces questions dépend du volume escompté, mais pas seulement. Parmi les paramètres à prendre en compte se trouve le degré de spécificité du besoin adressé, en matière de type de données à capter, mais surtout en termes d'intégration mécanique à d'autres objets, de packaging, etc. Nous pouvons également mentionner la capacité des

équipes à appréhender la production d'un capteur, souvent peu présente au sein des DSI ou des directions techniques. Il existe en France des structures hybrides de formation et de production jusqu'à 5 000 pièces qui se révèlent de bonnes opportunités à explorer. Enfin, les industriels de l'électronique (appelés EMS) en France savent produire dans un bon rapport qualité/coût jusqu'à un nombre élevé d'objets (de l'ordre de 100.000), nombre qui a tendance à augmenter à la faveur d'une dynamique industrielle nationale.

### Choisir un fournisseur industriel en fonction de la cible en nombre d'objets

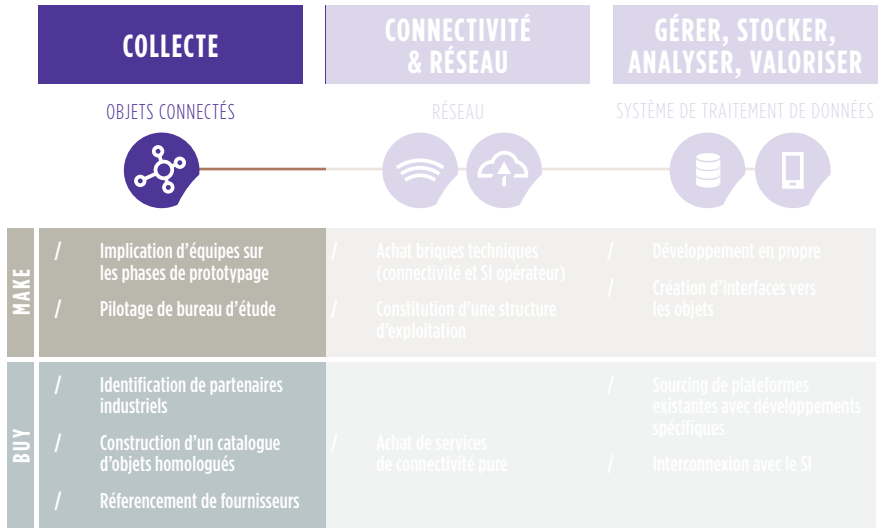
Qualité, objet complexe, profondeur du service		Volume, prix
<p><b>&lt; 10K OBJETS (petites séries)</b></p> <p><b>Acteurs verticaux de niche, et customisation de produits sur étagère</b></p> <p>/ Souvent des extensions de bureaux d'études généralistes ou spécialisés</p>	<p><b>10K - 50K OBJETS</b></p> <p><b>Industries capables de produire des produits sur mesure à plus petite échelle</b></p> <p>/ Excellence et qualité</p> <p>/ Proximité</p> <p>/ Profondeur du service jusqu'aux tests) ?</p>	<p><b>&gt; 50K OBJETS</b></p> <p><b>Gros fabricants industriels</b></p> <p>/ Seuil de rentabilité élevé adapté pour de grandes séries</p> <p>/ Manque d'agilité pour le développement à petite échelle</p>

Afin de mettre en place une solution IoT solide, il est nécessaire pour l'entreprise de définir comment elle souhaite la développer : en interne ou via un prestataire externe, et ce, pour chaque étape du développement de sa solution IoT. Ceci est vrai dès la partie collecte / capteurs.

Plusieurs possibilités s'offrent aux industriels. Ils peuvent se mettre en position de « makers » : à l'aide d'un bureau d'étude interne, ils pourront faire un choix fin des composants qu'ils souhaitent utiliser.

Cette position est bien adaptée pour les objets et processus métiers complexes. La seconde option est d'être en position de « designer » en s'appuyant sur un bureau d'études pour piloter l'industrialisation. Enfin, la dernière solution est celle de « consumers » : l'industriel achète un objet standardisé ou peu personnalisé. Cette dernière solution répond bien aux cas d'usages peu critiques et éloignés des compétences métiers, ainsi qu'aux marchés matures (géolocalisation, télémétrie).

## Deux approches de sourcing : Make or Buy ?

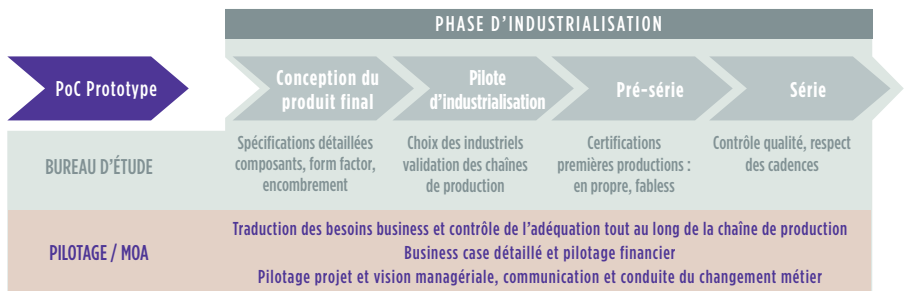


Une approche opportuniste de Test & Learn en fonction des besoins (et sans actions préalables) peut également être envisagée.

Les approches Make sur ces briques sont limitantes en termes de choix de technologies réseau (LoRa uniquement).

Un effort de développement spécifique est à prévoir dans tous les cas.

## Panorama des activités d'industrialisation des capteurs



# RETOUR D'EXPÉRIENCE D'ENEDIS

## INTERVIEW DE RICHARD TAGLIAZUCCHI

Chef de projets IoT & SmartConnect et responsable de l'Auberge d'ENEDIS

---

### Y a-t-il des difficultés à anticiper pour un projet de déploiement de capteurs connectés, même simples ?

La difficulté de tout projet au démarrage, est de réussir à fédérer et à s'engager avec les bonnes parties prenantes. Vu que les objets communicants permettent de multiplier ces projets, car effectivement, ils sont peu coûteux et relativement simples à mettre en œuvre, la complexité est d'autant plus importante. Il est donc essentiel de d'abord définir une organisation adaptée associant des opérationnels, des experts métiers sur les différents domaines : technique, télécom, matériels, SI et gestion de projets.

Autre difficulté : ne pas sous-estimer les actes de poses et de déploiement. Il est nécessaire dès le départ d'intégrer la problématique de pose pour la simplifier au maximum.

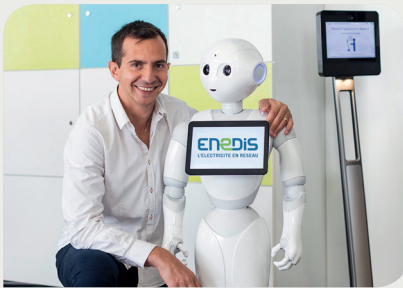
Enfin, l'aspect matériel est très important et il est parfois très complexe de lancer une qualification du matériel adaptée à une XP de 10, puis 100 puis 1000... car le niveau d'exigence est à adapter en conséquence.

## Quels sont les éléments influents d'un capteur sur le rapport coût/qualité ?

Tout d'abord, si cela est possible, privilégier un produit sur étagère, notamment au lancement : cela permet de vite se rendre compte de la valeur ajoutée du cas d'usage. De plus, cela permet d'éviter des frais de recherche, de qualification et d'adaptation élevés. Il vaut mieux renoncer à certaines fonctionnalités que de chercher le 100% de couverture.

Ensuite, si des mesures indirectes sont possibles, elles peuvent être à privilégier pour utiliser des capteurs peu chers.

Enfin, nous parlons ici beaucoup du capteur, mais l'infrastructure SI est primordiale pour limiter les coûts de l'objet. En effet, au-delà de ne disposer que d'une plateforme au sein d'une même entreprise pour mutualiser les coûts et partager les bonnes pratiques, l'intelligence de l'objet peut être déporter dans le système. Cela permettra de limiter plus tard les coûts de maintenance des objets.



## Comment les grands groupes du CAC 40 peuvent-ils privilégier la filière industrielle française pour la production des capteurs IoT ?

La filière française est très avancée et je ne pense pas me tromper en disant qu'elle est la première sur le domaine. Il faudra néanmoins veiller à ne pas se faire dépasser par des entités qui ont une capacité d'investissement énorme par rapport à nos TPE (le socle de la filière française).

Les initiatives mises en place notamment à Angers avec la cité des Objets Connectés ou l'IoT Valley à Toulouse par exemple, prouvent la volonté du territoire à conserver cette avance. C'est donc tout naturellement que les grands groupes s'appuieront sur ce tissu.

L'IoT n'est pas encore un sujet mature et les grands acteurs sont encore nombreux à se chercher : cela pousse à collaborer avec des acteurs locaux agiles et efficaces.

### Richard TAGLIAZUCCHI

#### Chef de Projet IoT & SmartConnect et responsable de l'Auberge d'ENEDIS

Après des études aux Art et métiers de Chalons sur Marne, Richard Tagliacruzchi travaille pour Enedis depuis 2006 où il exerce depuis 2015 le métier de Chef de Projet de la plateforme IoT d'Enedis.

# RETOUR D'EXPÉRIENCE DE TOTAL

## INTERVIEW DE LAURENT BUREAU

Responsable IoT dans l'entité digital industriel de Total

---

### Quels sont les cas d'usages IoT visés par Total pour ses métiers industriels ?

Nous distinguons trois catégories principales de cas d'usages IoT dans les sites de production et de raffinage :

- / Le monitoring qui permet d'assurer l'intégrité de l'installation ou d'assister un opérateur en salle (par exemple un système de redondance de détection de fuite de GNL peut être réalisé à moindre coût avec l'IoT)
- / La maintenance prédictive, en installant des capteurs sur certains équipements qui ne sont pas instrumentés (par exemple pour vérifier le spectre de vibration de certaines machines tournantes)
- / L'optimisation des procédés, grâce à l'enrichissement des algorithmes d'analyse avec des données opérationnelles supplémentaires

Faire émerger les cas d'usages les plus pertinents n'est pas une mince affaire ! Nous travaillons avec les métiers sur le terrain et nous disposons d'un centre d'expérimentation des technologies digitales à Dunkerque : IDOL (Industrial Digital Open Lab).



Laurent BUREAU

Responsable IoT dans l'entité Digital Industriel de Total

Laurent Bureau est ingénieur Supélec. Il a travaillé en tant que responsable engineering et chef de projet sur de nombreux projets de construction pour la branche Exploration Production chez Total. Depuis l'an dernier, il est responsable du développement de l'IoT pour les sites industriels de Total (toutes branches).



## Quelles sont les difficultés liées au déploiement de l'IoT dans une industrie lourde telle que l'industrie pétrolière ?

Les sites industriels pétroliers présentent quatre défis principaux vis-à-vis de l'IoT :

- / Dans ces milieux confinés et très métalliques, une bonne connectivité en tout point est difficile à assurer. Elle nécessite souvent une ingénierie complexe et des coûts d'infrastructures significatifs,
- / La grande majorité des sites est en zone ATEX (atmosphère explosive) : la certification ATEX des capteurs, indispensable, engendre délais et coûts supplémentaires au regard des autres industries,
- / Les quantités de capteurs à installer sont relativement faibles comparativement aux besoins grand public : il est difficile d'intéresser les fabricants à se lancer dans une production de capteurs ATEX car la rentabilité n'est pas toujours évidente,
- / Les sites présentent des contraintes très fortes d'exploitation et de sécurité (sites SEVESO) : l'installation des capteurs sur site nécessite de maîtriser ces contraintes. Il est de plus en plus fréquent de voir ainsi les fournisseurs de nouvelles technologies, peu habitués à ces contraintes, réaliser des partenariats avec les installateurs traditionnels.

## Quelle est votre stratégie d'achat des capteurs industriels IoT ?

Les fabricants traditionnels de capteurs industriels sont relativement peu innovants vis-à-vis de l'IoT et adoptent jusqu'à présent une attitude attentiste. Il s'agit ainsi de les challenger et de les encourager à développer ces technologies. De l'autre côté, des startups se positionnent de plus en plus sur ce créneau mais manquent d'expérience et de possibilités d'expérimentations.

Nous multiplions au sein de Total les initiatives de co-développement et de sponsoring, afin de faire émerger les solutions de capteurs dont nous avons besoin : avec des installateurs, avec des fabricants traditionnels en partenariat avec des startups, ou directement avec des startups, par exemple celles que nous avons choisi d'accueillir dans l'incubateur Usine 4.0 dont la saison 2 est dédiée à l'IoT. Nous finançons également de la R&D sur ce sujet avec nos confrères de l'industrie pétrolière au sein du CITEPH.

# LA CONNECTIVITÉ, PONT INVISIBLE ENTRE LES CAPTEURS ET LE SI

---

Les technologies de connectivité sans fil pour les objets sont très nombreuses. Les fournisseurs traditionnels, les nouveaux entrants ou les alliances d'industriels planchent tous pour assurer la pérennité de leurs solutions voire imposer un standard. Dans ce fourmillement de solutions, comment s'y retrouver ?

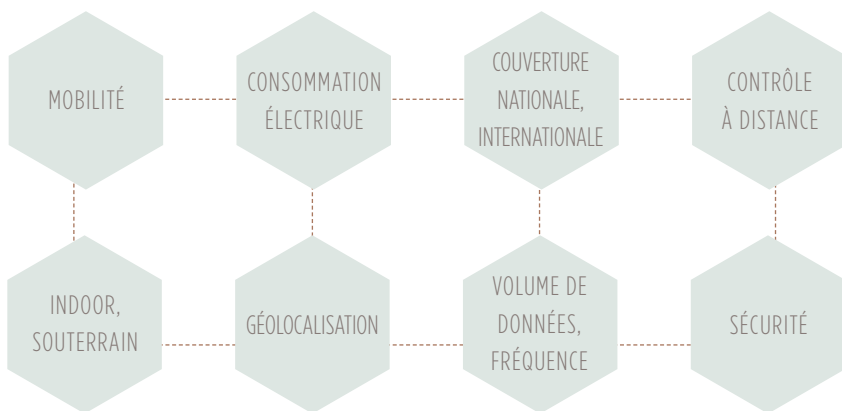


La stratégie de connectivité se construit dans le prolongement de l'étude nécessaire au choix du capteur, et là encore il est indispensable de repartir du cas d'usage métier et non des spécifications théoriques de chaque technologie.

Par exemple, il est souvent nécessaire de prioriser la consommation électrique pour répondre à un enjeu de durée de vie pour

des capteurs isolés. Ou de prendre en compte la localisation très difficile d'accès pour sélectionner un réseau traversant les obstacles. Ou encore d'adapter le choix au débit nécessaire pour répondre aux enjeux métier.

Nous avons catégorisé ces angles de réflexions sous huit grandes familles à analyser avant toute décision :



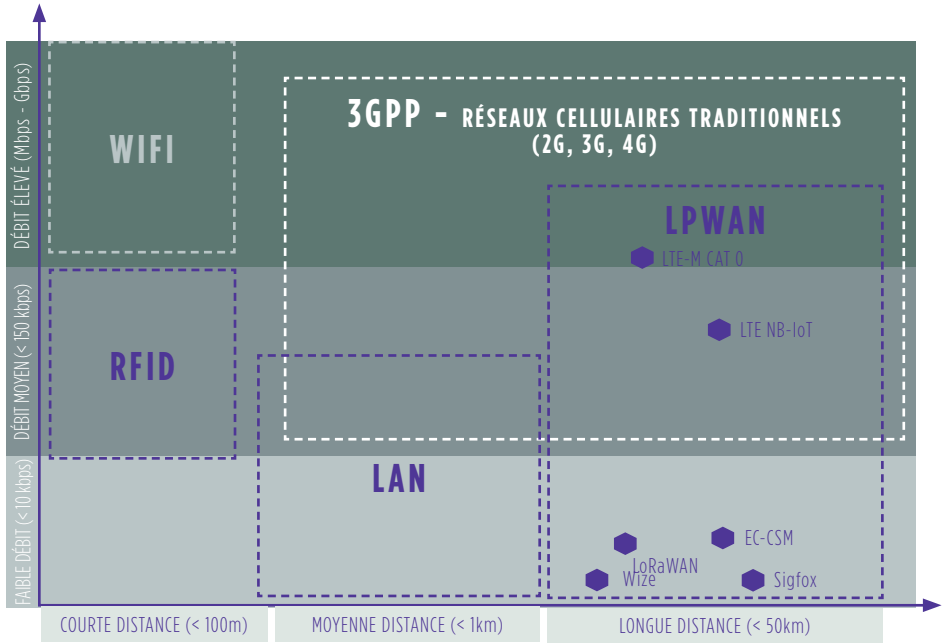
## LPWAN VS 5G/NB-IoT : QUELLE STRATÉGIE ADOPTER ?

La stratégie qui consiste à attendre les solutions de connectivité sur bande de fréquence soumise à licence (de type 5G ou NB-IoT par exemple) en misant sur une extinction des solutions LPWAN sur la bande de fréquence libre n'apparaît pas pertinente aujourd'hui. D'abord, bien sûr pour des raisons de time-to-market, car dès maintenant les solutions de connectivité LPWAN sont disponibles en France avec une couverture correcte et se développent progressivement à l'international, alors que les tout premiers déploiements 5G sont annoncés pour 2018. Ensuite, car la pérennité de ces offres ne semble pas questionnée dans un laps de temps inférieur à 10 ans : la dynamique industrielle autour de ces offres est très active et par ailleurs les cas d'usage de ces technologies sont plutôt complémentaires avec les futures technologies sur bande 5G. Il apparaît toutefois essentiel que les déploiements massifs d'objets se multiplient rapidement (sous 12 mois) pour rentabiliser les investissements et entériner définitivement l'avènement de ces technologies LPWAN. À noter que des solutions à très basses fréquences, sur des bandes protégées et donc à faible bruit, sont à l'étude chez certains grands opérateurs d'infrastructures en France.

## COMMENT CHOISIR UNE SOLUTION DE CONNECTIVITÉ ?

Ce sont en premier lieu les usages qui dictent les choix de solutions de connectivité. Parmi les critères dimensionnants, nous pouvons citer l'échelle de mobilité de l'objet et donc les besoins en termes de couverture (indoor / outdoor), la quantité de données à transporter, l'autonomie des objets en énergie, ou la sécurité. Le plus souvent, c'est une combinaison de technologies courte et longue portée qui se révèle pertinente. En environnement industriel, les ondes électro-magnétiques des technologies de communication radio peuvent être déformées, atténuées, voire freinées par les conditions au sein du site (par exemple champs de moyennes fréquences 50Hz-3MHz des fours à creuset ou à induction), aussi il convient de densifier au bon niveau la couverture en bornes de ces sites, ou d'utiliser des technologies sur des bandes de fréquence complémentaires. Il faut aussi bien entendu vérifier la possibilité de sécuriser efficacement les communications, ce qui peut dépendre des protocoles.

## Panorama des technologies



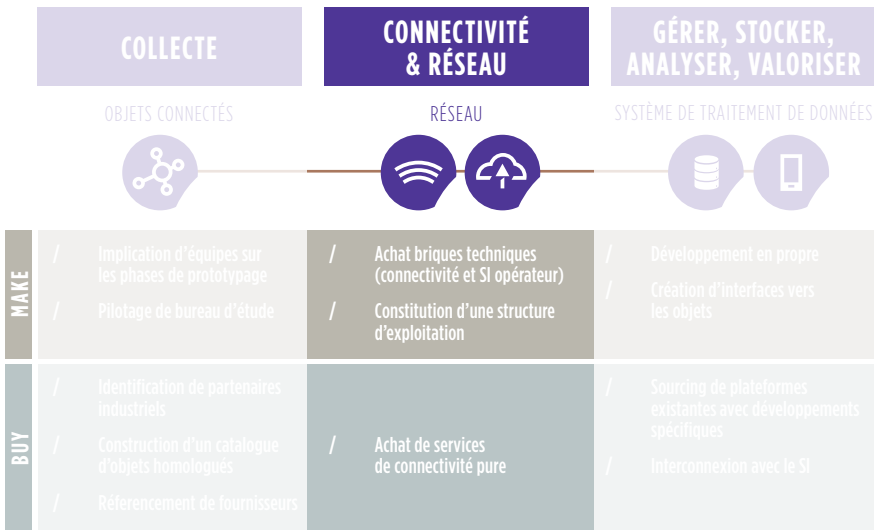
À titre d'exemple, nous avons notamment observé deux bonnes pratiques :

- / On voit souvent une combinaison de LPWAN + RFID : ces deux choix permettent d'adresser aussi bien la très longue distance que les échanges en proximité directe.
- / Certaines de ces technologies sont basées sur des protocoles standardisés et ouverts, permettant des déploiements en propre.

## MAKE OR BUY : LA QUESTION SE POSE !

Le choix du mode de sourcing n'est pas évident lui non plus, tant la réponse marché est hétérogène et spécifique en la matière. En effet, les investissements des fournisseurs ralentissant, la question de la bonne couverture par technologie se pose, en particulier dans les zones industrielles ou artisanales, car les couvertures existantes aujourd'hui le sont surtout en zones urbaines et peri-urbaines (les cas d'usages grand public ont été privilégiés par les opérateurs dans leurs investissements initiaux).

La technologie LPWAN LoRa a comme avantage d'être accessible à tous, et sur une bande libre de licence. De nombreux grands industriels ou opérateurs d'infrastructures (transport, utilities, énergie) réfléchissent à la manière la plus efficace d'obtenir la couverture qui correspond aux points clés de leurs réseaux, et des scénarios de création de leurs propres cœurs de réseaux et antennes sont à l'étude. Pour ces acteurs, un scénario de roaming entre leur réseau et celui d'un opérateur combine l'avantage du time-to-market et de la flexibilité. Reste alors à équilibrer l'équation financière, ce qui est aujourd'hui loin d'être simple.



*Une approche opportuniste de Test & Learn en fonction des besoins (et sans actions préalables) peut également être envisagée.*

*Les approches Make sur ces briques sont limitantes en termes de choix de technologies réseau (LoRa uniquement).*

*Un effort de développement spécifique est à prévoir dans tous les cas.*

Il n'y a pas une seule réponse clef en main, un mode d'emploi valable partout. Ainsi, GRDF et Veolia ont fait le choix de maîtriser la connectivité de leurs compteurs communicants en passant par un canal radio spécifique, pas ou peu utilisé (169Mhz à travers l'alliance Wize), pour garantir une très longue autonomie (>20ans sur batterie) mais aussi respecter des standards et garantir la pérennité dans le temps. La Poste s'oriente plutôt vers la technologie LoRA, en devenant un opérateur de réseau à part entière. Cependant certaines Directions Régionales équipent leurs expérimentations sur le réseau électrique avec un réseau Sigfox, permettant de tester rapidement de nouveaux services.

## **L'INTEROPÉRABILITÉ AU SEIN DE L'USINE : VERS UN STANDARD OPC-UA**

Revenons à l'intérieur de l'usine, où la connectivité et l'interopérabilité sont le ciment de toute évolution industrie 4.0. Pour assurer cette dernière, le standard OPC UA est en train de s'imposer, poussé par des centaines d'industriels en Allemagne, en Amérique du Nord, et en France notamment. OPC UA est une sorte de traducteur de protocoles, disponible librement, et compatible avec un très grand nombre de protocoles propriétaires jusqu'ici très difficiles à interopérer. Sa mise en œuvre peut se faire progressivement et à coûts contrôlés, permettant des avancées tangibles en matière de maîtrise de la chaîne de production.

Le foisonnement de technologies et de problématiques de connectivité ne doivent pas freiner les industriels dans leurs projets, y compris ceux à grande échelle. Le marché commence sa consolidation et recèle d'opportunités qu'il convient de saisir aujourd'hui pour équilibrer les business plans des projets, car les risques sont maîtrisables.

# RETOUR D'EXPÉRIENCE D'ENEDIS

## INTERVIEW DE JEAN-MARC DO LIVRAMENTO

Responsable Schéma Directeur, Architecture et Sécurité Télécom au sein d'Enedis

---

### Quelle stratégie adopter face à la multitude de technologies et au caractère mouvant du marché de la connectivité basse consommation / longue distance ?

Au préalable, il faut évaluer les différentes technologies par rapport aux usages de vos objets à connecter. Elles ont toutes des points forts et des points faibles en termes de débit, de bidirectionnalité de la communication, de consommation d'énergie (durée de vie de la batterie), de sécurité, d'importance de l'écosystème (capacité à trouver un partenaire qui va intégrer le module de communication dans vos objets à connecter), etc.

Ensuite, il faut expérimenter. Commencez par un PoC (Proof of Concept) « *marketing* » : sur le papier, une bonne idée de capteur connecté peut se révéler impossible à rentabiliser sur le terrain. Si l'ensemble

capteur/module de communication doit être durci pour fonctionner par tous temps, son coût va évoluer fortement à la hausse. Attention aussi aux effets de seuils : à partir de combien d'objets connectés déployés, les données agrégées vous permettent de dégager des gains dans votre activité ?

Faites enfin un PoC technique pour vous assurer que la technologie de communication tient ses promesses dans un environnement réel. C'est le moment de traiter les questions de sécurité. Comment intégrer les données remontées sans que cela soit une porte ouverte dans votre SI ? La technologie de communication ne doit pas permettre d'entrer dans votre réseau, ne doit pas permettre de détourner l'objet pour faire du DDOS, ne doit pas permettre que sa donnée soit manipulée afin de vous inciter à prendre une décision erronée et engager une action inappropriée.



## Faut-il acheter un service réseau IoT comme un service réseau de gestion traditionnelle, c'est-à-dire un service managé de bout en bout par un opérateur ?

Tout dépend de la couverture dont vous avez besoin. S'il s'agit de truffer vos bâtiments de capteurs connectés, vous pouvez déployer votre propre infrastructure IoT, comme vous le feriez en WiFi. Mais s'il s'agit de disséminer des objets connectés sur tout le territoire alors vous n'avez pas d'autre choix que de passer par un opérateur télécom qui dispose déjà de la couverture radio.

Reste la question de la sensibilité des données remontées par vos objets connectés. Dans certains cas, il peut être nécessaire que les données soient hébergées chez vous et non en cloud chez l'opérateur. Se pose alors la question de gérer en propre la plateforme de traitement des données remontées par les objets.

## Quelle est la bonne combinaison de technologie de réseau pour couvrir les principaux cas d'usage chez Enedis ?

Pour l'instant, nous sommes encore en phase d'évaluation des usages IoT afin d'identifier ceux qui nous permettent réellement de gérer notre réseau électrique avec encore plus d'efficacité. Chacune de nos Directions Régionales est libre d'utiliser Sigfox, LoRa ou leurs équivalents issus de la 4G selon le cas d'usage qu'elle veut expérimenter. Nous leur apportons juste une fonction de conseil notamment sur les questions de sécurité.

Dès lors qu'un cas d'usage présentera un ROI pertinent et méritera d'être généralisé, nous choisirons la technologie qui lui sera la plus appropriée en matière de performance, de sécurité et de coût. Certains objets connectés utiliseront des technologies de l'IoT et d'autres devront rester sur des technologies plus classiques de type cellulaire. Entre les deux, nous attendons la future 5G-IoT dont le challenge sera de combiner le meilleur des deux mondes.



Jean-Marc DO LIVRAMENTO

Responsable Schéma Directeur, Architecture et Sécurité Télécom au sein d'Enedis

Jean-Marc Do Livramento œuvre depuis plus de vingt ans dans les télécoms et la sécurité, tant pour le secteur public que pour le secteur privé. Spécialisé dans les transformations technologiques, il a participé au déploiement d'Internet dans les entreprises au début des années 90 puis sur les téléphones mobiles au début des années 2000. Depuis le début des années 2010, il participe au développement des smartgrids en adaptant les technologies télécom aux réseaux électriques.

## PRÉSENTATION DE L'ALLIANCE WIZE

Lancée en Mars 2017, l'alliance WIZE regroupe des acteurs du secteur de l'industrie et des utilities qui soutiennent le développement du réseau bas débit WIZE. Ce réseau a été spécialement conçu pour faciliter le déploiement d'objets connectés difficiles d'accès (objets enterrés, isolés...) grâce à son excellente capacité à pénétrer les bâtiments et les sous-sols. Cette technologie radio basse consommation, bas débit, longue portée et bidirectionnelle exploite la fréquence 169 MHz, ouverte et libre de droit en Europe.

Aujourd'hui, la technologie WIZE est mise en service dans 15 pays autour du monde : elle connecte plus de 3 millions d'objets (comme par exemple les compteurs d'eau de SUEZ), et elle comptera 11 millions d'objets supplémentaires avec l'arrivée du compteur communicant Gazpar de GRDF.



# LA PLATEFORME, BRIQUE OUVRANT VOTRE SI À L'IOT ET SES DONNÉES

---

Pour être demain en capacité de donner corps aux nouvelles opportunités business de l'IoT avec toute l'agilité et la vélocité requises sur un marché où le Time-to-Market est le nerf de la guerre, les DSI doivent impérativement mener les actions qui s'imposent pour devenir « IoT ready ».



Les DSI se sont très vite rendues compte que la construction de systèmes SI bout en bout IoT — en partant de zéro — était une tâche fastidieuse, complexe et à fort risque compte tenu de business cases souvent fragiles et peu étayés. En partant de ce constat que de nombreuses entreprises réinventaient leur SI, tant bien que mal, de nombreux acteurs du marché ont réagi en proposant des solutions sur l'étagère, composées des principales briques d'un système bout en bout IoT.

Ces solutions, mieux connues sous le nom de « plateformes IoT », permettent aux entreprises de réduire les coûts, d'accélérer le développement des produits et des applications IoT sans se perdre dans les choix technologiques, et ainsi optimiser sensiblement leur time-to-market.

Le marché des plateformes IoT existant depuis peu d'années, sa maturité est loin d'être atteinte : le paysage des acteurs est complexe et très changeant. Ainsi, plus de 300 plateformes sont aujourd'hui proposées sur le marché.

La décision de prendre telle ou telle plateforme peut donc s'avérer être un choix cornélien, d'autant que ce choix s'inscrit dans la construction d'une architecture IoT plus large. Les enjeux d'interopérabilité posés par les objets connectés en amont de la plateforme, ainsi que l'intégration avec le SI existant sont en effet deux composantes qui viennent fortement impacter la stratégie de mise en œuvre d'une plateforme IoT.

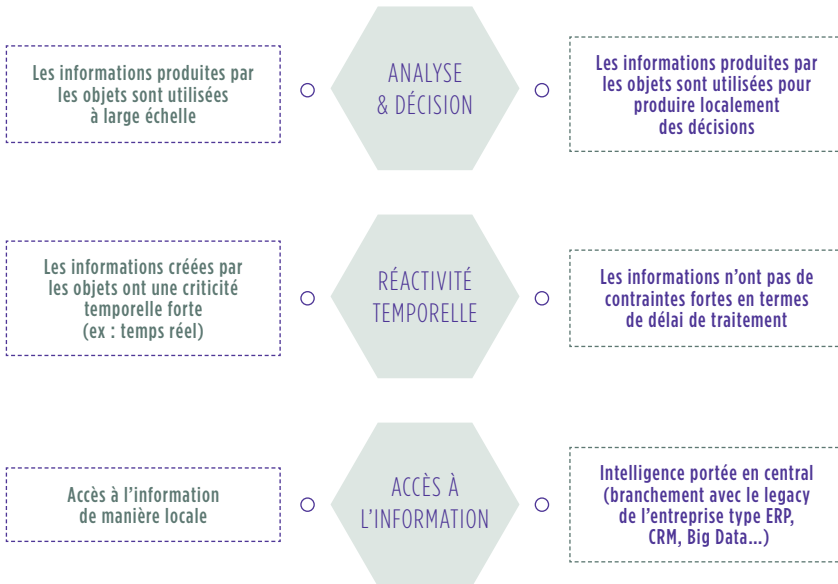
## DÉTERMINER LE BESOIN D'EXPLOITATION DE SES DONNÉES ET PENSER VALEUR D'USAGE AVANT DE PENSER TECHNOLOGIE

L'IoT permet à l'entreprise de récolter en masse des données brutes, sans valeur intrinsèque à la base. Un capteur de pression seul qui remonte les données relatives à l'état d'usure d'un pneu n'a que peu de valeur pour l'OEM si ces dernières ne sont pas restituées au client final agrémentées d'informations business comme la promotion ciblée sur l'achat de deux pneus proposée par le garage automobile le plus proche.

La valeur d'usage de l'objet connecté vient donc des données captées, mais surtout

de leur capitalisation via la création de nouveaux services. Or suivant les services rendus, les exigences fonctionnelles de la plateforme vont sensiblement varier, conditionnant ainsi, le choix technique : c'est pourquoi la mise en place d'une plateforme IoT impose de connaître un certain nombre de cas d'usage cibles et de les traduire en besoins techniques d'utilisation des données.

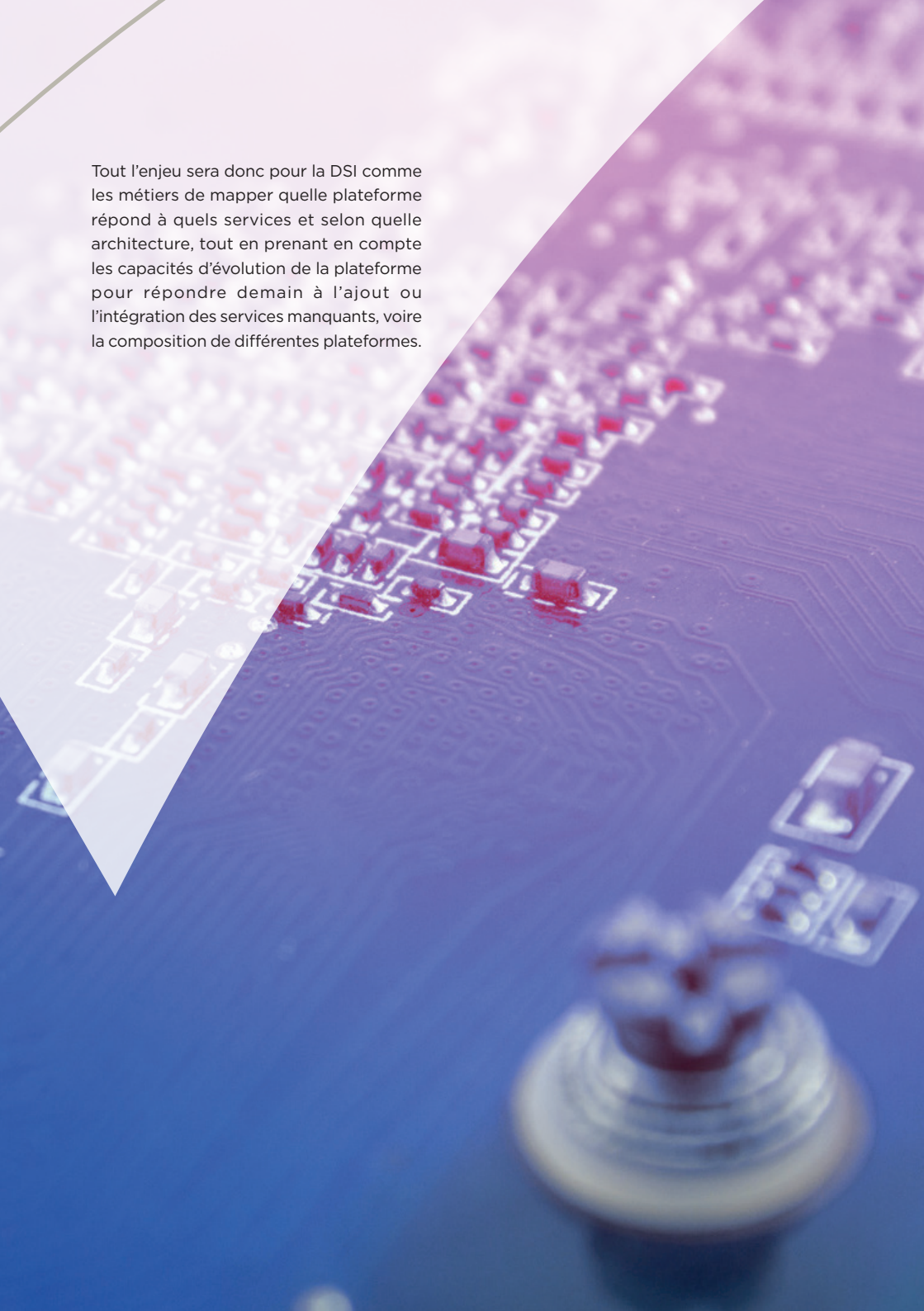
Afin de faciliter cette traduction technique des besoins d'exploitation des données, nous proposons un exemple de prisme d'analyse à appliquer à vos cas d'usage pressentis (à adapter naturellement à vos cas d'usage, ceux-ci pouvant nécessiter de mixer deux approches) :



## S'AFFRANCHIR DE L'IDÉE D'UNE PLATEFORME IOT UNIQUE COMBLANT TOUS LES BESOINS

Les besoins technologiques et métiers ont fait émerger des architectures modulaires pour les plateformes avec une couverture fonctionnelle plus ou moins étendue :





Tout l'enjeu sera donc pour la DSI comme les métiers de mapper quelle plateforme répond à quels services et selon quelle architecture, tout en prenant en compte les capacités d'évolution de la plateforme pour répondre demain à l'ajout ou l'intégration des services manquants, voire la composition de différentes plateformes.



## CHOISIR SES PARTENAIRES PARMIS UN ÉCOSYSTÈME COMPLEXE ET PEU CONSOLIDÉ

Capacité à s'intégrer à des processus existants, capacité à comprendre fortement les enjeux métiers et capacité à adapter sa solution (personnalisation, adaptation des briques...) : voilà autant de qualités pour une plateforme IoT. D'autant que la plateforme unique comblant tous les besoins n'existe pas !

Le marché des éditeurs de solutions IoT est aujourd'hui encore très fragmenté :

/ Certains éditeurs poussent cet enjeu de compréhension du métier en proposant des offres verticales métier et ainsi étendre leur valeur ajoutée. Des opérateurs cloud sont en train de proposer par exemple des micro services spécifiques aux besoins métiers. Cette tendance à la verticalisation est un élément différenciant pour aller chercher des clients : des solutions sur l'étagère proches de leurs besoins avec le moins

de développement possible permet d'aller vite et d'expérimenter certains cas d'usage spécifiques.

/ Certains éditeurs font le choix de développer leurs plateformes avec ceux qui créent le capteur final, ayant ainsi une vision plus bout en bout de la chaîne de valeur.

/ D'autres mettent en avant la capacité à agréger une multitude de capteurs, technologies et connectivités différents pour se positionner en plateforme omnisciente pour l'ensemble des directions métiers.

### En synthèse, deux approches principales se développent :

/ **Des plateformes horizontales** : grande souplesse, capacité à tout faire, mais qui nécessitent des compétences complexes et une maîtrise de la chaîne technique.

/ **Des plateformes verticales**, offrant moins de souplesse mais enjeu de TTM (Time To Market).

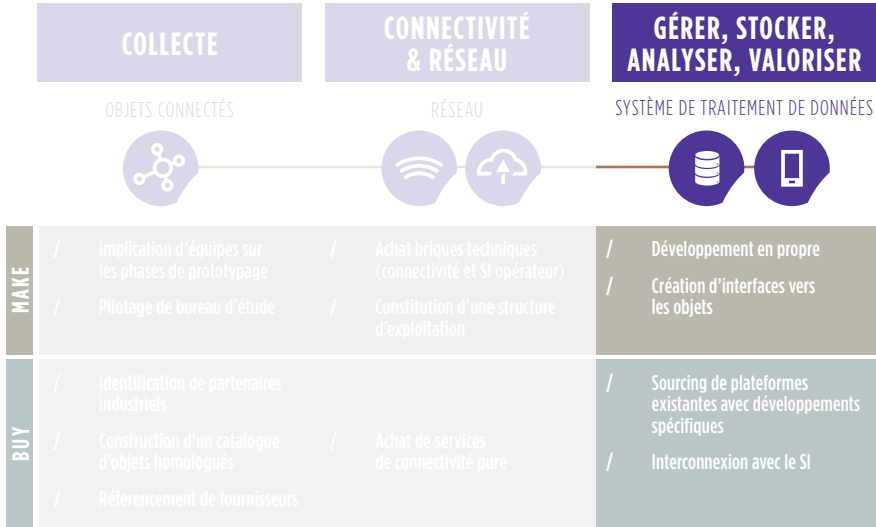
### POINT D'ATTENTION WAVESTONE

Sur un marché naissant, il faut être prudent avec les pure players : le marché peu mature engendre un vrai risque à choisir un éditeur de petite taille dont la pérennité est peu connue. Ils peuvent être des partenaires pour les expérimentations, mais une étude approfondie est indispensable avant de passer à l'échelle industrielle.



## MAKE OR BUY : LA QUESTION SE POSE ENCORE

Le dilemme du « *make or buy* » des capteurs et de la connectivité se retrouve enfin sur la plateforme :



*Une approche opportuniste de Test & Learn en fonction des besoins (et sans actions préalables) peut également être envisagée.*

*Les approches Make sur ces briques sont limitantes en termes de choix de technologies réseau (LoRa uniquement).*

*Un effort de développement spécifique est à prévoir dans tous les cas.*

Quelle que soit la solution retenue, il est indispensable d'anticiper l'intégration entre la ou les plateforme(s) IoT et le SI de l'entreprise : c'est le croisement et l'enrichissement des données IoT avec les données métiers qui offrira le plus de valeur ajoutée.

## DES OBJETS QUI COMMUNIQUENT AVEC CEUX DE LEUR ÉCOSYSTÈME... ET TOUS LES AUTRES

Ainsi, même si une plateforme horizontale généralisée doit permettre de manipuler les données collectées à partir de toutes sortes d'objets, elle reste un silo en soi : les objets connectés à la plateforme connaissent l'existence des objets connectés

à la même plateforme seulement, avec des interactions limitées ou absentes au-delà du répertoire de données.

On peut faire une analogie avec les premiers jours du web, quand les internautes se connectaient en ligne et accédaient à internet au travers de portails (AOL, Demon...) ou réseaux universitaires et avaient ainsi la visibilité uniquement sur les éléments mis à disposition sur le réseau.

Puis les moteurs de recherche sont arrivés et ont cassé les silos entre tous ces réseaux : ils ont permis aux gens de trouver des ressources au-delà des réseaux où ils étaient. Ce serait l'aboutissement de l'IoT industriel : des usages démultipliés par les interactions entre les objets tous connectés entre eux.

La DSI des industriels doit ainsi œuvrer pour l'interopérabilité sans brider les initiatives et en gardant de la souplesse. Nous observons trois grandes étapes dans ce processus :

- 1 Créer ses propres initiatives, via la réalisation de quick wins, pour lesquels l'intégration au SI n'est pas forcément une fin en soi. L'industriel apprend, expérimente, abandonne certains projets.
- 2 Ouvrir les initiatives créées, pousser à l'usage et standardiser pour embarquer une communauté autour de ces usages et faire naître la convergence sur le marché. Cette étape permet notamment de se créer des convictions, voir ce qui marche ou pas, se rendre légitime...
- 3 Prendre part à des alliances/organismes de normalisation pour asseoir totalement la légitimité de ses choix technologiques, consolider ses usages et la communauté associée...

## TROIS APPROCHES DIFFÉRENTES DES PLATEFORMES IoT : TOTAL, AIR LIQUIDE ET ENEDIS

Quelle plateforme avez-vous choisi et quelles sont les trois principales raisons de votre choix ?

### AIR LIQUIDE

Amazon Web Services , en raison de la scalabilité de la plate-forme, d'une architecture logicielle alignée avec notre stratégie de développement In House et enfin un modèle économique totalement on demand.

### ENEDIS

La société développe sa propre plateforme IoT pour les trois raisons principales suivantes :

- 1 L'IoT est un sujet nouveau pour Enedis, expérimental aussi bien au niveau métier que SI, un développement spécifique et Agile laisse un maximum de souplesse.
- 2 Enedis souhaite garder la maîtrise de sa plateforme (aussi bien sur les aspects techniques que financiers).
- 3 Incomplétude de la couverture fonctionnelle des plateformes du marché au lancement du projet en 2015 (corrélation d'événements, gestion des objets dont la pose, gestion de la cartographie du réseau Enedis...).

### TOTAL RC

Nous avons basé notre décision sur deux axes principaux :

- 1 Choix tactique à court terme de la plateforme MS Azure pour soutenir un premier PoC en raffinerie sur le positionnement de vannes manuelles.
- 2 Choix stratégique en cours d'instruction (plateformes horizontales et verticales).



**OLIVIER ROUZE**  
Directeur Digital Fab

AIR LIQUIDE



**OLIVIER PELLEGRINO**  
Responsable de département au sein du pôle Système et Objets Communicants

ENEDIS



**ARTHUR CORNILLOT**  
Responsable projet IoT

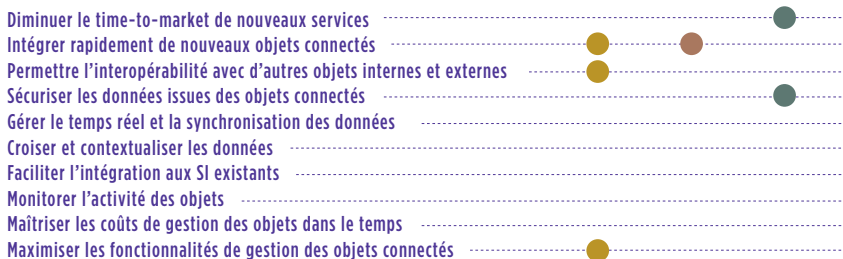
TOTAL RC

● TOTAL RC

● AIR LIQUIDE

● ENEDIS

### QUELS SONT POUR VOUS LES 3 ENJEUX PRINCIPAUX QUE LA PLATEFORME DOIT ADRESSER ?



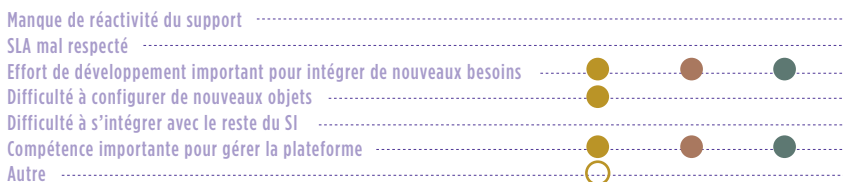
### QUELS CHOIX AVEZ-VOUS FAIT EN TERMES DE SOLUTIONS TECHNIQUES ?



### QUEL PÉRIMÈTRE FONCTIONNEL COUVRE LA PLATEFORME AUJOURD'HUI ?



### QUELLES SONT LES LIMITES ACTUELLES DE VOTRE / VOS PLATEFORME(S) ?



DÉPENDANCE

# LA CYBERSÉCURITÉ, OU COMMENT DONNER CONFIANCE DANS L'IOT

---

L'arrivée des écosystèmes IoT au cœur des SI et des métiers des entreprises est désormais une réalité. Au regard des SI classiques, l'Internet des objets apporte de nouveaux facteurs de risques.



Tout d'abord, les objets connectés disposent d'un accès au SI et aux données d'une part, mais également au monde physique qu'ils mesurent (capteurs) ou sur lequel ils influent (effecteurs) d'autre part. De fait, ils établissent un lien entre le monde numérique et le monde physique et permettent donc à des attaques sur le SI d'impacter le monde physique, et, inversement, ils augmentent l'exposition du SI à des attaques depuis le monde physique.

De plus, la nature des objets connectés apporte des contraintes spécifiques (connectivité, autonomie, etc.) qui impliquent des capacités limitées à embarquer la sécurité ; sécurité qui est par ailleurs souvent dépriorisée par les projets au bénéfice des contraintes de coûts et de time-to-market.

Pour ces raisons, les objets connectés sont devenus depuis quelques années la cible d'attaques. Qu'il s'agisse du cas du botnet Mirai, d'attaques sur des véhicules connectés, ou encore sur des lampes connectées, l'impact pour les constructeurs a été majeur (dégradation de l'image de marque, rappel des produits, etc).

La cybersécurité est dès lors un des défis majeurs de tout projet IoT et se doit d'être le pilier de la confiance dans cette nouvelle phase de la transformation numérique.

## IDENTIFIER ET QUALIFIER LES RISQUES EN AMONT

Une fois le projet IoT lancé, les enjeux clés et la criticité des risques pesant sur celui-ci doivent être identifiés. Dans cette optique, les méthodologies classiques d'analyse de risques de sécurité SI s'appliquent.

Au cours de cette analyse, il est crucial d'étudier l'écosystème IoT porteur du

projet dans son ensemble afin d'identifier les risques portant sur la plateforme en elle-même, mais également au niveau du réseau, ainsi qu'au niveau de l'objet et du concentrateur.

Les principales familles de risques applicables à la majorité des projets IoT, ainsi que des déclinaisons de ces familles en risques concrets, sont décrits ci-dessous.

### Cybersécurité : principaux risques identifiés

#### DIVULGATION DE DONNÉES SENSIBLES

Extraction de la base de données de la plateforme  
Interception de flux réseau  
Extraction de la mémoire de l'objet  
Etc.

#### INDISPONIBILITÉ DE TOUT OU PARTIE DE L'ÉCOSYSTÈME

Déni de service de l'infrastructure  
Indisponibilité du réseau  
Détérioration de l'objet  
Etc.

#### ALTÉRATION DES DONNÉES ET DES TRAITEMENTS

API de remontée des données non authentifiées  
Interception de flux réseau avec injection de données  
Détournement des fonctionnalités de l'objet  
Etc.

#### EFFET NÉFASTE DANS LE MONDE PHYSIQUE

Détournement des capacités de l'objet  
Utilisation des objets comme relais d'attaque  
Etc.

#### INCAPACITÉ À DÉTECTER UN INCIDENT, INVESTIGUER ET À CORRIGER

Absence ou insuffisance des mécanismes  
et processus de détection et réaction  
Fonctionnalité de mise à jour à distance non prévue  
Etc.

#### NON-CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE

Stockage de données à caractère personnel non  
encadré dans les objets  
Etc.

Une fois les risques identifiés et leur criticité qualifiée, il est alors possible de définir et prioriser les contre-mesures à mettre en œuvre permettant de garantir un niveau de sécurité satisfaisant.



## ÉVALUER LA CRITICITÉ DES PROJETS IOT

Avant le lancement de projets IoT, le niveau de risque potentiel doit être évalué afin de mesurer l'effort qui sera nécessaire à leur sécurisation. Afin d'évaluer ce risque, le cabinet Wavestone a développé un outil spécifique, la matrice « *heat map* ». Celle-ci prend en compte deux dimensions : le niveau de sensibilité du cas d'usage et la posture de l'entreprise.

		NIVEAU DE RISQUE DE L'USAGE			
		USAGE 1	USAGE 2	USAGE 3	USAGE 4
COMPLEXITÉ À PERSONNALISER LA SÉCURITÉ	CONCEVOIR				
	ACQUÉRIR				
	RECOMMANDER				
	ACCUEILLIR				

Le niveau de sensibilité est dépendant de la typologie du cas d'usage. Un cas d'usage ayant pour objectif la notification de l'utilisateur est intrinsèquement moins risqué que celui ayant pour objectif le pilotage d'actions physiques sans contre validation.

Concernant la posture de l'entreprise vis-à-vis des objets connectés, quatre cas sont possibles, réunis sous l'acronyme « CARA », pour :

- / **Concevoir** : l'entreprise développe son propre objet connecté.
- / **Acquérir** : l'entreprise acquiert un objet dans le but de le déployer.
- / **Recommander** : l'entreprise recommande un objet connecté à ses clients dans le cadre d'une offre de service par exemple.
- / **Accueillir** : l'entreprise accueille des objets connectés tiers sur son SI.

La « *heat map* » permet alors d'identifier les projets pouvant être réalisés sans porter de risque intrinsèquement élevé, et à l'inverse, les projets pour lesquels la sécurité sera un enjeu de première priorité.

## ÉLABORER DES CONTRE-MESURES PRAGMATIQUES ET ADAPTÉES

Pour couvrir les risques portés par le projet IoT, des contre-mesures techniques, organisationnelles et contractuelles doivent alors être mises en œuvre. Quatre priorités majeures doivent être prises en compte à ce stade de l'étude.

Tout d'abord, il est primordial d'intégrer la sécurité dès la conception de l'écosystème IoT, et tout au long de la durée de vie du projet. En effet, certains choix de conception déterminent de manière irréversible les capacités de l'écosystème IoT à intégrer certaines mesures de sécurité : protocoles réseaux, composants matériels intégrés dans les objets, capacités de

mises à jour, etc. Ces choix doivent donc être faits en prenant en compte les besoins de sécurité initiaux et la capacité à couvrir leur évolution dans le temps.

De plus, il est indispensable d'adapter les mesures de sécurisation au contexte de conception et d'utilisation des objets. À titre d'exemple, il n'est pas raisonnable de requérir la saisie d'un mot de passe complexe sur une montre tactile ou encore de réaliser de lourdes opérations cryptographiques sur des objets à puissance et autonomie réduites.

Par ailleurs, il s'agit de ne pas se réduire à des contre-mesures techniques. La sécurité doit au contraire être prise en compte de

manière globale : dans les contrats avec les acteurs impliqués dans l'écosystème, dans les processus et notamment sur les sujets de gestion du cycle de vie et maintien en condition de sécurité des objets, etc.

Enfin, il s'agit de ne pas se réduire à des mécanismes de protection, mais aller plus loin avec des mécanismes de supervision, de détection d'incident technique et métier, et de réaction en cas d'incident ou d'attaque.

Les principales thématiques à adresser dans le cadre de la sécurisation d'un projet IoT sont présentées ci-dessous.



## EN SYNTHÈSE

L'avènement du tout connecté et l'arrivée des écosystèmes IoT dans le SI des entreprises exposent les données et le cœur des métiers à de nouveaux risques. La maîtrise de ces risques est la clef d'une transition réussie vers le monde de l'IoT.

Pour y parvenir, la cybersécurité doit être portée au cœur des projets IoT : de l'identification des enjeux métiers et des scénarios de risques en amont, à la mise en œuvre de contre-mesures adaptées au contexte et aux spécificités du projet durant la phase de design, jusqu'à l'intégration de la sécurité dans les contrats et dans les pratiques de gestion du cycle de vie des objets et de détection et gestion des incidents de sécurité durant la phase de run.

Les maîtres mots étant l'anticipation et le respect des bonnes pratiques et des référentiels reconnus.

# LA CONDUITE DU CHANGEMENT, REMETTANT L'HUMAIN AU CENTRE DE LA DÉMARCHE IoT

---

Au-delà des nombreux défis technologiques, réussir un projet IoT consiste avant tout à réussir le changement qu'il engendre ! L'optimisation des processus ou l'amélioration de la performance dans les sites industriels ne verra pas le jour sans une évolution des rôles et des comportements, comprise et soutenue par l'ensemble des acteurs de l'entreprise, depuis les travailleurs sur le terrain, le management de proximité jusqu'aux dirigeants. Certains opérateurs sont inquiets et craignent de perdre leur emploi ou de ne pas savoir s'adapter aux nouvelles activités. Les managers de proximité voient leur rôle évoluer : certains se sentent « désintermédiés » dans la relation avec leurs collaborateurs et appréhendent de perdre du pouvoir. Enfin, les cadres dirigeants sont parfois méfiants face aux promesses dorées de cette nouvelle technologie, et attendent une démonstration concrète de ROI avant de déclencher les investissements.

Quels sont les principaux changements engendrés par les projets IoT, et comment embarquer l'ensemble de l'entreprise vers un changement réussi ?

## LE CHANGEMENT APPORTÉ PAR L'IIOT TOUCHE TOUS LES NIVEAUX DE L'ENTREPRISE

Notre Baromètre a montré que la création de nouvelles manières de travailler est un des bénéfices majeurs de l'IIOT. En effet, les entreprises qui ont placé l'IIOT au centre de leur innovation numérique pourront réinventer leur métier en l'intégrant dans leurs processus opérationnels et de prise de décision.

Le pouvoir transformateur de l'IIOT réside dans sa capacité à s'affranchir des silos de l'organisation, et de raccourcir les temps de traitement et de transmission de l'information au sein de l'entreprise. Par exemple, une même donnée d'un capteur peut servir à enclencher une action de maintenance et de démarrer un processus d'approvisionnement de matériel.

### DIRECTION

- Percée de la donnée (big data) dans la prise de décisions
- Meilleure vision sur l'efficacité opérationnelle
- Résultats en temps réel

### MANAGEMENT

- Gestion de la donnée récoltée
- Gestion des stocks simplifiée
- Libération de temps par suppression de réunions
- Meilleur suivi des opérateurs
- Plus de flexibilité et de visibilité dans la gestion des équipes

### COLLABORATEURS

- Optimisation des opérations
- Réduction des tâches difficiles ou répétitives
- Réduction des risques sécurité
- Autonomie et réactivité accrues
- Meilleur accès l'information
- Maintenance prédictive

## UN CHANGEMENT DANS LA VIE QUOTIDIENNE DE L'OPÉRATEUR CONNECTÉ

La grande promesse de l'IoT est l'amélioration du quotidien des opérateurs sur le terrain. Cela passe en premier par l'automatisation de plusieurs tâches répétitives et à faible valeur ajoutée, comme les inspections ou les relèves périodiques. L'IoT promet également améliorer la sécurité des opérateurs et augmenter la performance opérationnelle, grâce notamment aux « *Wearables* » comme le casque et le bracelet connectés, qui peuvent guider les opérateurs et assurer un suivi en temps-réel de leurs états. Ainsi, les opérateurs « connectés » verront un changement profond dans leurs activités quotidiennes.



# AVIS DE PSYCHOLOGUE ET EXPERT DE CONDUITE DE CHANGEMENT

## INTERVIEW DE FRÉDÉRIC LE SERREC

Psychologue et expert Wavestone de la conduite du changement

---

### Quels sont les principaux changements liés à l'IoT auprès des opérateurs ?

L'IoT change essentiellement la façon avec laquelle on obtient et gère l'information. Que celle-ci soit nouvelle ou non, l'IoT permet d'automatiser l'obtention d'information, en supprimant les tâches manuelles de mesures ou de calcul. Cette information est également souvent de meilleure qualité. Le métier de l'opérateur évolue donc d'abord par la suppression de tâches récurrentes de mesures et de contrôles. Il évolue ensuite par la manière dont il traitera cette nouvelle source d'information. Plusieurs questions se posent et constituent la nature même des changements à accompagner :

- / Quelle fiabilité des informations ?
- / Quel type de réactions donner ?
- / Quelle autonomie dans le lancement des actions ?

/ Quel niveau de responsabilité dans la réaction et le résultat ?

/ Comment faire évoluer les relations avec les parties prenantes (manager, collègues, fournisseurs, clients...) ?

Répondre à ces questions revient à définir une nouvelle posture pour l'opérateur.

### Frédéric LE SERREC

#### Coach, Expert en management chez Wavestone

Fort d'une double compétence de psychologue du travail et de consultant en management, il accompagne les managers et leurs équipes dans le développement de leur performance individuelle et collective.

## Comment accompagner une telle transformation ?

Pour accompagner ces évolutions, la formation et la communication sur des outils sont loin d'être suffisants. Le changement s'accompagne toujours par une conversation, entre un opérateur et son manager, et entre des parties prenantes. C'est une histoire de relation, non seulement de compétences. La première brique d'un management de changement réussi est un feedback personnalisé pour chacun des acteurs sur ses activités, en discutant avec lui de l'évolution de son rôle et de ses nouvelles responsabilités.

Les changements doivent être reliés au contexte général de l'entreprise, en lien avec

une vision de l'entreprise (le sens), portés par le management (légitimité hiérarchique) et la notion de performance opérationnelle (légitimité opérationnelle). La dynamique de changement s'articule à trois niveaux : la direction donne la vision et le sens de la transformation, le management fait évoluer les rôles & responsabilités de ses équipes, et les collaborateurs font évoluer leurs comportements.

Il faut toujours garder à l'esprit le principe suivant : une personne n'agit pas parce qu'elle est motivée, elle est motivée parce qu'elle agit et qu'elle contribue à la transformation.



## SI VOUS DEVEZ RÉCAPITULER EN TROIS MOTS LA CONDUITE DU CHANGEMENT ?

La conduite du changement repose sur le triptyque suivant : **Perception**, **Posture** et **Performance**.



# RETOUR D'EXPÉRIENCE DE LA SNCF

## INTERVIEW DE EMMANUEL COX

Responsable industrialisation des projets digitaux au groupe SNCF

La SNCF a lancé mi-2016 la deuxième saison de sa transformation digitale, centrée sur l'IoT Industriel. Une vingtaine de programmes IoT ont été lancés autour de quatre thématiques : l'expérience client, l'agent augmenté, l'asset management et les opérations.

EXPÉRIENCE CLIENT	AGENT AUGMENTÉ	ASSET MANAGEMENT	OPÉRATIONS
<ul style="list-style-type: none"> <li>/ Individualisation</li> <li>/ Fluidification</li> <li>/ Intermodalité</li> <li>/ ...</li> </ul> <p><b>INITIATIVES</b> Mesure du taux d'occupation des salles d'attentes pour diriger les passagers</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>/ Santé</li> <li>/ Sécurité</li> <li>/ Efficacité</li> <li>/ ...</li> </ul> <p><b>INITIATIVES</b> Alerte des opérateurs en cas de dysfonctionnement des escaliers mécaniques pour optimiser les tournées</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>/ Indisponibilité</li> <li>/ Efficience des interventions</li> <li>/ ...</li> </ul> <p><b>INITIATIVES</b> Connexion des automates embarqués de rames pour de la maintenance prédictive</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>/ Dépenses énergétiques</li> <li>/ Taux d'utilisation</li> <li>/ ...</li> </ul> <p><b>INITIATIVES</b> Télé-relevé énergétique des technicentres</p>
			

En ce qui concerne la maintenance, la SNCF a déjà identifié de nombreuses possibilités d'optimisation par les capteurs connectés : mesure de l'inclinaison des poteaux, analyse de l'état global du ballast, mesure de la température des rails pour la gestion de l'allure des trains...

### Comment la Fab IoT permet-elle d'accélérer le développement de l'IoT au sein du groupe SNCF ?

La Fab IoT concentre toutes les expertises sur la chaîne de valeur de l'IoT pour accompagner les projets des métiers en particulier dans le domaine industriel. Elle est constituée d'une soixantaine de personnes intervenant dans les phases de cadrage, de design et de sélection des solutions, et au moment de la mise en œuvre et du déploiement.

## Plusieurs de vos projets ont passé avec succès la phase d'expérimentation en 2017, quelles sont les bonnes pratiques que vous en tirez ?

Les projets qui avancent le plus vite sont ceux initiés et portés par les équipes opérationnelles ! La solution doit répondre à une véritable attente du terrain, être conçue avec les utilisateurs métiers. Ce sont des éléments nécessaires même si pas suffisants de la réussite.

## Quels sont les principaux défis auxquels vous êtes confrontés dans la phase actuelle de déploiement ?

J'identifie principalement trois challenges dans le déploiement :

- / L'intégration de ces nouvelles solutions IoT dans les procédures souvent anciennes des métiers.
- / La réalité de la couverture réseau des différents opérateurs notamment pour des emplacements spécifiques : deep indoor, zones à faible densité...
- / L'anticipation des phases de maintenance.

## Comment comptez-vous mobiliser les différentes strates de l'entreprise pour réussir le changement lié à l'IoT : dirigeants, management de proximité, agents terrain ?

Cela passe par un grand effort de conviction :

- / Persuader les premiers que ce n'est pas aussi facile, ni aussi peu coûteux

que cela de déployer de l'IoT en milieu industriel.

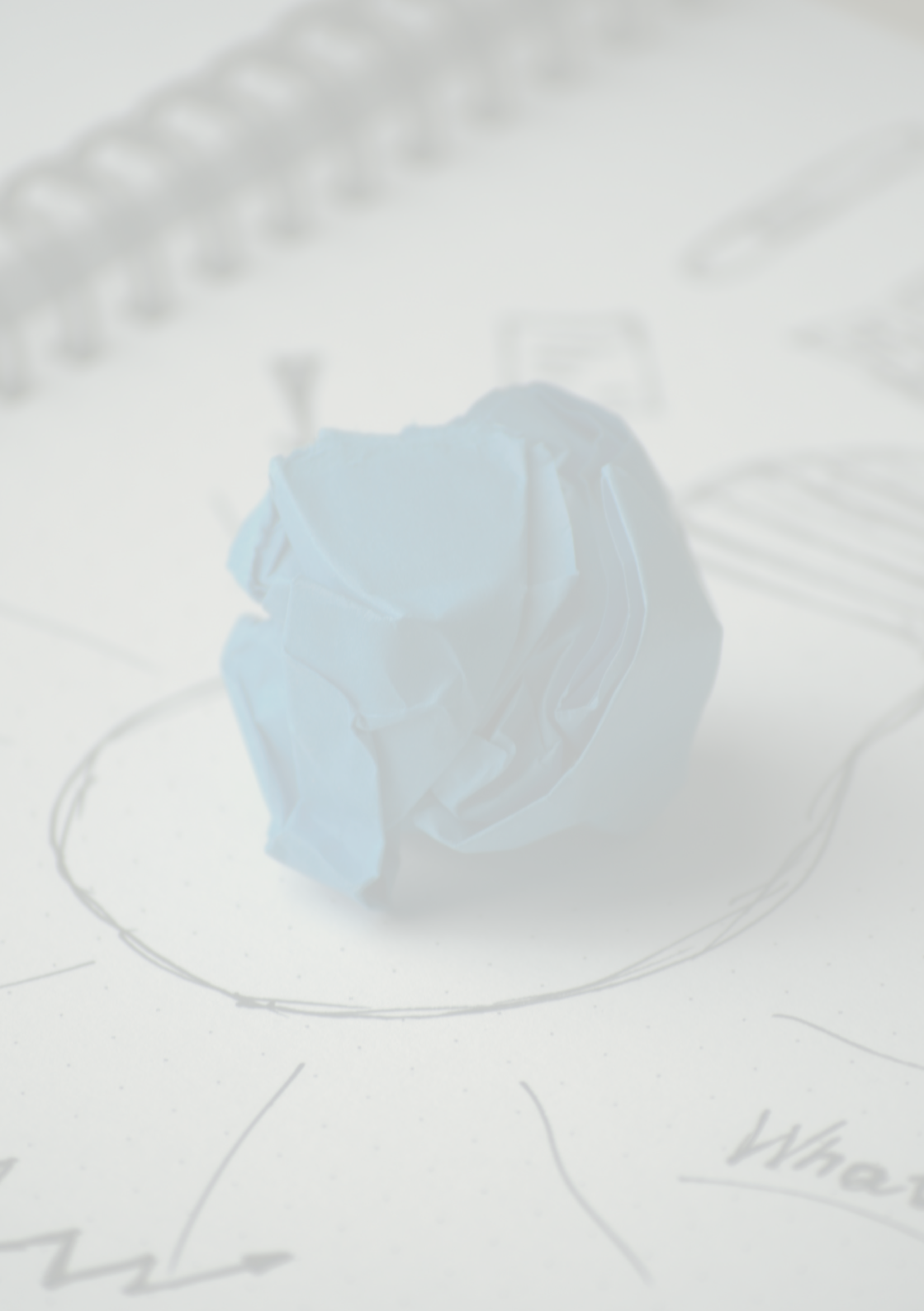
- / Rassurer les seconds que les fonctions d'encadrement seront toujours nécessaires y compris avec la digitalisation des processus et la plus grande autonomie de décision de leurs collaborateurs.
- / Expliquer aux troisièmes que le recours aux technologies va leur permettre de se recentrer vers des activités à plus de valeur ajoutée, et réduire la pénibilité au travail (suppression de tournées extérieures en conditions difficiles : grand froid, forte chaleur...).



Emmanuel COX

### Responsable industrialisation des projets digitaux au groupe SNCF

Diplômé de NEOMA Business School, Emmanuel Cox débute sa carrière en 1992 chez SNCF où il est en charge de projets de marketing opérationnel. Après un passage à la Direction des Audits des filiales, il a piloté des études d'évolution des systèmes d'information. En 2014, SNCF lui confie la conception et la mise œuvre d'un programme d'innovation, puis la création de la Fab IoT.



# MAINTIEN EN CONDITION OPÉRATIONNELLE, UNE ACTIVITÉ À ANTICIPER DÈS LA PHASE PROJET POUR PÉRENNISER LES INVESTISSEMENTS IoT

---

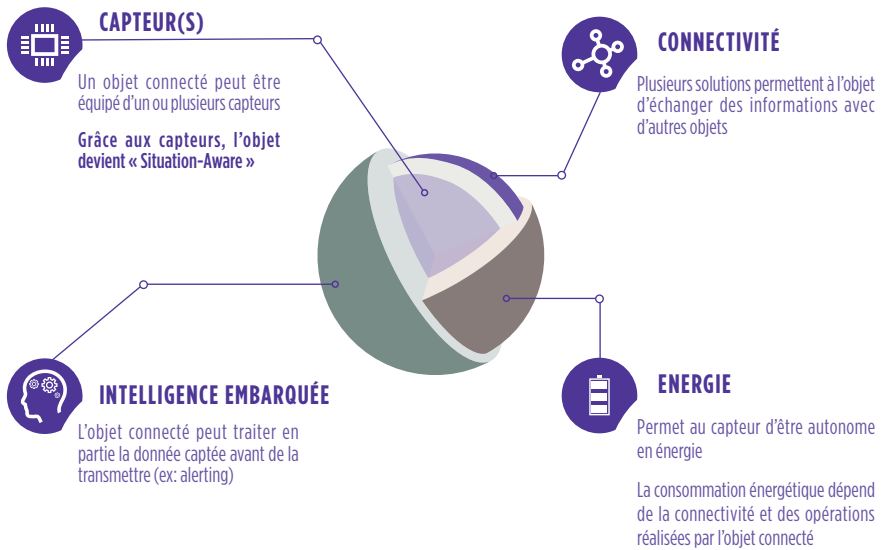
Dans des contextes budgétaires et concurrentiels de plus en plus contraints, les entreprises cherchent des leviers de performance dans l'exploitation et la maintenance de leurs parcs industriels. L'IoT se propose comme facilitateur pour la gestion des actifs et la maintenance intelligente. Cependant, le déploiement de capteurs connectés à grands volumes nécessite également une gestion des actifs IoT déployés. Avec l'effet d'échelle, les coûts OPEX associés peuvent mettre en péril le ROI du projet s'ils ne sont pas maîtrisés.

Le MCO (Maintien en Condition Opérationnelle) vise principalement à améliorer la disponibilité et la performance des équipements stratégiques sur leur durée de vie, depuis la phase de conception jusqu'à la fin de vie. Le MCO intègre toutes les méthodes d'optimisation de la maintenance (sûreté de fonctionnement, soutien logistique intégré, etc.) et permet d'améliorer significativement le coût de possession global.

Dans tous les projets IoT industriel, les objets communicants ne sont qu'un maillon de la chaîne qui remonte les données terrains jusqu'au SI de l'entreprise. Le défi du maintien en condition opérationnelle réside donc dans la gestion de toute la chaîne, et les industriels se rendent compte rapidement des challenges qu'ils peuvent rencontrer.

## Situer le problème en cas de dysfonctionnement, un vrai challenge

Un objet connecté est un ensemble de composants intégrés dans un boîtier, généralement de petite taille :



## « L'objet connecté est un nid de rouille »

YANN GABAY,  
Co-FONDATEUR CONNIT

Dans un environnement souvent hostile, un risque de dysfonctionnement est présent au niveau de chacune des composantes de l'objet connecté. La difficulté réside dans l'anticipation de toutes les contraintes auxquelles il sera soumis, et ce pendant ses 20 ans de service théoriques. Cet exercice est d'autant plus complexe qu'aucun historique de vieillissement n'existe pour la plupart des capteurs du marché, et les contraintes sont découvertes pendant ou après le déploiement.

Quand un défaut survient, il n'est pas forcément lié à une défaillance matérielle

au niveau de l'objet connecté, par exemple l'installation d'une grille métallique à côté du capteur peut entraver la remontée de données, l'opérateur chargé de la gestion des objets connectés peut constater l'absence de l'information mais ne peut pas en déduire l'origine ou la situer sur la chaîne IoT.

Est-ce le capteur qui a arrêté de fonctionner ? Est-ce une erreur du réseau ? Est-ce une anomalie au niveau de la visualisation ? Etc... Il s'avère donc primordial de disposer d'informations supplémentaires sur chaque maillon de la chaîne afin de pouvoir faire une analyse : le niveau de batterie, le niveau de signal... L'objet connecté peut également être programmé pour remonter une information périodique notifiant simplement sa présence, ainsi en cas de dysfonctionnement, le « silence » devient aussi une information et l'opérateur peut être alerté aussitôt que le système détecte une anomalie.

### Chaîne IoT du compteur d'eau



## LES OBJETS CONNECTÉS NE SONT PAS TOUJOURS DU PLUG AND PLAY

Lors de la phase développement de l'objet connecté, les industriels font des choix de design structurants, ces choix sont le résultat d'un équilibre entre deux éléments intrinsèquement liés : les exigences dictées par l'environnement des objets connectés et les coûts objectifs en investissement et exploitation qui assurent le ROI du projet.

Ces choix de design peuvent avoir un grand impact sur le niveau de MCO nécessaire, et donc sur les coûts d'exploitation. L'étude préalable des différentes contraintes de l'environnement peut aider à mieux anticiper les contraintes de l'environnement et maîtriser les coûts de MCO.



La température de fonctionnement a une importante influence sur la batterie du capteur : à haute température (40°C), 30 à 40% du potentiel de la batterie est perdu et à basse température la batterie aurait un comportement imprévisible.



L'humidité a un énorme impact sur le fonctionnement des composants électroniques.



Des éléments arrivant sur un site de capteurs peuvent brouiller le signal émis par ce dernier (par exemple la présence d'une grue).



La plupart des capteurs sont munis de la technologie ILS qui, lorsque mise en contact avec un champ magnétique, peut avoir des conséquences sur le fonctionnement du capteur.

## LE FAUX POSITIF, LE PIRE ENNEMI DU MCO

Le faux positif est le fait de recevoir une fausse alerte de dysfonctionnement qui déclenche des actions terrains, et parfois des actes de maintenance coûteux mais non nécessaires. Dans les systèmes actuels de gestion industrielle, les opérateurs développent avec l'expérience une capacité à distinguer les alertes importantes parmi les différents voyants qu'ils surveillent. Les plateformes IoT n'ont pas encore cette capacité, d'où l'importance de mettre en place un système d'apprentissage automatique alimenté par les retours du terrain.

## LE MCO SE PRÉPARE DÈS LA PHASE CONCEPTION

Pour éviter les mauvaises surprises après le déploiement massif d'objets connectés, les problématiques du MCO doivent être traitées en amont du déploiement, dès la phase conception :

Les réponses à ses questions conduisent à l'adoption de quelques bonnes pratiques sur chacun des maillons de la chaîne, qui facilitent grandement la tâche du responsable MCO :

### / Capteur :

- Intégrer les particularités de l'environnement dans la conception.
- Remonter, à minima, des informations de batterie, le niveau du signal et de température de fonctionnement.

### / Réseau :

- Disposer de trames intelligentes qui permettent de détecter les manques.

### / Données :

- Toujours posséder une copie de la donnée brute permettant de remonter l'historique.
- Disposer d'une plateforme dédiée au MCO, connectée au Workflow terrain.



/ Quel **design** pour résister à l'environnement ?

/ Quelle **autonomie** des piles ?

/ Quelles **informations internes** à remonter ?

/ Quel **niveau** de **sécurité** matérielle/logicielle ?

/ Quelle **technologie télécom** privilégier ?

/ Quelle **formation** des équipes déploiement ?

/ Comment **centraliser les informations** ?

/ Comment **identifier** les capteurs ?

/ Quelles informations garder sur **les situations d'installation** ? (accès au capteur...)

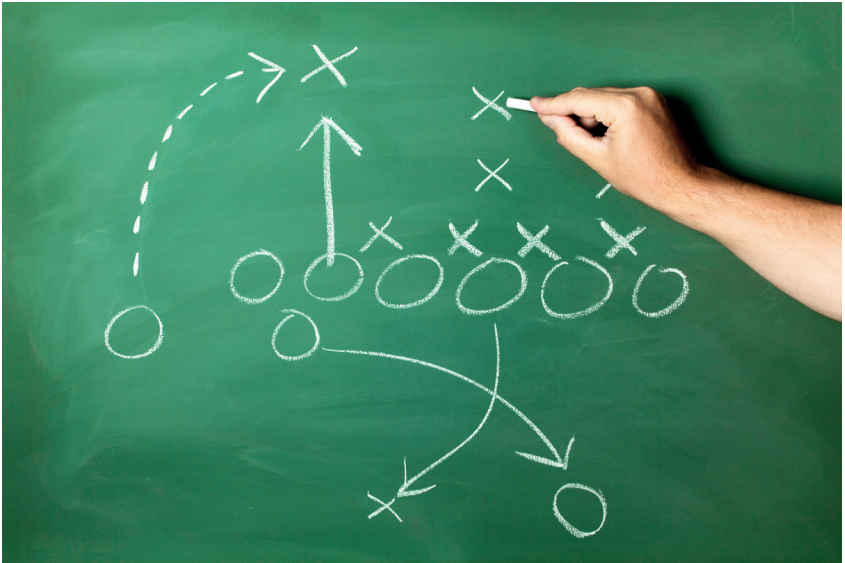
/ Quelle **formation** des équipes de maintenance ?

/ Quelles **alertes** mettre en place ?

/ Comment intégrer **le feedback** terrain ?

/ Comment **prédire** les problèmes ?





# DONNÉES ET RÉGLEMENTATION, L'IMPACT DU RGPD POUR L'ENTREPRISE

---

Avec le développement de l'IoT, les entreprises vont collecter des grands volumes de données de différentes natures. Certaines données seront de caractère personnel et imposeront donc des contraintes dans leur collecte, stockage et traitement. Les entreprises doivent donc inclure l'aspect réglementaire dans leurs projets IoT et prendre en compte le nouveau RGPD (Règlement Européen sur la Protection des Données Personnelles).

## LES GRANDS ENJEUX DE DONNÉES RÉCOLTÉES PAR L'IIOT INDUSTRIEL

Les données récoltées dans le cadre de l'IIOT sont de deux natures :

- / Les données qui ne concernent pas les individus : données de capteurs industriels, données de maintenance.
- / Les données qui contribuent à caractériser un individu : connaître ses habitudes ou la nature de celles-ci, ses préférences... C'est le cas par exemple des horaires de présence ou de la géolocalisation sur un site.

La deuxième catégorie de données est définie comme « données à caractère personnel ». Ces données représentent une véritable source de valeur pour les entreprises, mais peuvent être sources de craintes pour les collaborateurs qui s'attachent à les maîtriser.

Le collaborateur peut en effet se poser plusieurs questions sur ses données personnelles :

- / Pourquoi l'entreprise détient des informations sur moi ?
- / Que fait-elle avec celles-ci ?
- / Les données que détient l'entreprise sur moi, ont-elles vocation à m'apporter de la valeur (par exemple une amélioration des services) ou bien ont-elles potentiellement des effets négatifs sur moi (par exemple l'intention de sanctionner) ?

L'enjeu majeur d'une entreprise qui récolte des données personnelles est donc de rassurer ses collaborateurs sur l'usage des données, notamment en expliquant ce que le traitement de données pourrait leur apporter. À titre d'exemple, l'usage des informations de géolocalisation des travailleurs peut être limitée à des fins de sécurité pour accélérer l'intervention des secours en cas d'accident.

Face à la sensibilité des données à caractère personnel, la réglementation évolue : le Règlement Européen sur la Protection des Données Personnelles (RGPD) entre en application dans 6 mois, en mai 2018. Il impose un cadre unifié en Europe et renforce les droits des individus. La donnée est la propriété de l'entité qui la collecte, mais la personne qui la confie peut toujours avoir le droit sur celle-ci : modifier, corriger, refuser sa collecte ou son utilisation.

Un deuxième enjeu pour les entreprises est donc d'être capables d'identifier les données à caractère personnel dans leurs processus de collecte et de traitement, et de disposer des moyens nécessaires pour permettre d'exercer le droit d'accès et de modification des données personnelles.

## QUELQUES CONSEILS POUR RELEV CE DÉFI DANS LES PROJETS IOT

Il s'agit de mettre en place une démarche où, dès la conception d'un produit ou d'un service, la réglementation et les problématiques de la vie privée sont prises en compte.

En effet, dans la phase de conception, la définition de la nature des données à manipuler, et l'identification des données qui concernent les personnes, permettent de qualifier le risque associé, et de déterminer les mesures à mettre en œuvre pour respecter la réglementation et la vie privée des personnes, par exemple l'anonymisation de certaines données.

Dans le cas de projets IoT en cours de déploiement, il est recommandé de lancer un chantier de « *reverse engineering* » pour identifier et analyser les risques réglementaires et de vie privée qui sont associés au projet, et de qualifier les mesures mises en place (par exemple la sécurité des données qui contribue en partie à la protection de la vie privée). Suite à ce chantier, de nouvelles mesures complémentaires peuvent être décidées, leur choix dépend fortement du contexte et de la nature du projet.

## ÉTABLIR UNE RELATION DE CONFIANCE ENTRE L'ENTREPRISE ET LE COLLABORATEUR « CONNECTÉ »

En transformant leurs collaborateurs en « collaborateurs connectés », les entreprises industrielles disposeront davantage de données à caractère personnel, la présence d'une relation de confiance est un facteur clé de succès pour la conduite du changement. Afin de créer cette relation et de la maintenir, les entreprises disposent de plusieurs leviers :

/ **L'acculturation de l'entreprise autour du sujet de la vie privée** : le sujet est mal connu et souvent mal compris, il est donc important de mettre en place des démarches qui expliquent aux collaborateurs leurs droits.

/ **La transparence** : il s'agit de mettre en place des dispositifs d'information clairs et accessibles sur l'usage des données et les moyens utilisés pour les protéger. Un simple document de conditions générales, long et illisible, ne sera pas suffisant !

/ **Un consentement explicite** : pour certains cas d'usage où l'entreprise accède à des informations sensibles, il est indispensable de demander le consentement de l'utilisateur.

# CONCLUSION

---

**Les grandes dimensions de l'IoT industriel ont été abordées tout au long des ateliers de la task force avec Agrion puis traduites et synthétisées dans ce livre blanc, des cas d'usage à la gouvernance en passant par toutes les dimensions technologiques. S'il reste encore des aspects à creuser, des grands principes ont été posés et des bonnes pratiques expliquées : c'est autant de clefs au service de tous les acteurs de l'IoT pour réussir leurs projets IoT et poser les bases d'une industrialisation sereine.**

Les acteurs industriels sont en pleine adoption de l'IoT pour leurs réseaux ou leurs usines, leurs opérations ou leur logistique, leurs clients ou leurs services... cette lame de fond vient transformer leurs pratiques de manière plus en plus visible, toutes les entreprises participantes à la task force ou ayant répondu à notre baromètre de la maturité IoT industriel le partagent. Mais devant l'ampleur de la transformation, tous hésitent et expérimentent, ne connaissant pas toutes les cartes du jeu. Et personne n'a encore trouvé le sésame !

Ce livre blanc est un atout pour mieux comprendre les grandes dimensions de l'IoT industriel, des cas d'usage à la gouvernance en passant par toutes les dimensions technologiques. Au long des différents chapitres, des grands principes ont été posés et des bonnes pratiques expliquées, complétés de retour d'expérience d'industriels : ce sont autant de clefs au service de tous les acteurs de l'IoT pour réussir leurs projets et poser les bases

d'une industrialisation sereine. Mais ce n'est en rien une recette générique à appliquer pour tous les contextes, chaque aspect abordé nécessite d'être creusé dans chaque industrie et pour chaque type d'activités.

Enfin la transformation profonde induite par la démarche IoT viendra surtout de ses adhérences avec de nombreux métiers industriels et de nombreuses autres technologies. Ainsi l'IoT est l'outil central de collecte de données métiers au service des outils d'intelligence artificielle : c'est en enrichissant les données, en les croisant avec les données internes ou externes, et en travaillant sur l'apprentissage par la machine que de nouveaux services et usages pourront émerger. Quant aux impacts de ces nouveaux services sur l'entreprise et sa proposition de valeur (sur la maintenance prédictive, l'amélioration de la performance ou de la sécurité, la logistique intelligente, le marketing des offres...), ils restent encore à imaginer.

## NOS REMERCIEMENTS À

### LES PARTICIPANTS DE LA TASKFORCE :

Jérôme	BRUEZIÈRE	AREVA	Directeur technologies
Saori	CONCHET	RTE	Chef de projet
Stéphane	COUTURIER	GROUPE SNEF	Directeur SNEF Connect
Sébastien	FRAYSSE	AXENS	Strategic Marketing Manager
Guillaume	GAZAIGNES	SNCF	Innovation & Recherche - Responsable Energie
Christophe	MONCH	AMARIS	Digital Expert
Gabry Bertrand	NGNE KOM	EDF	Architecte Télécoms / Expert
Valérie	PAILHORIES	TOTAL SA	chef de projet innovation
Nicolas	PETIT	KEOLIS	Chef de projet Innovation & Digital
Arnaud	PHILIBERT	TDF	Directeur IoT & Utilities
Helene	PULCE	EDF	Analyste Stratégie
Olivier	RENVOISÉ	ENGIE	Lead Digital Operation Customer Hub
Romarc	ROUSSIE	LA POSTE	Directeur de Programme Schéma Directeur International
François-Xavier	SARDOU	RTE	Pilote domaine R&D

---

# WAVESTONE

[www.wavestone.com](http://www.wavestone.com)

Wavestone est un cabinet de conseil, issu du rapprochement de Solucom et des activités européennes de Kurt Salmon (hors consulting dans les secteurs retail & consumer goods en dehors de France).

La mission de Wavestone est d'éclairer et guider ses clients dans leurs décisions les plus stratégiques en s'appuyant sur une triple expertise fonctionnelle, sectorielle et technologique.

Fort de 2 500 collaborateurs présents sur 4 continents, le cabinet figure parmi les leaders indépendants du conseil en Europe et constitue le 1er cabinet de conseil indépendant en France.



L'EBG est la plus importante communauté professionnelle française qui rassemble des décideurs d'entreprises actives dans l'industrie, les services, les médias... et qui ont pour point commun d'agir dans le sens de l'innovation.

Avec 660 entreprises adhérentes et 120 000 professionnels, l'EBG constitue aujourd'hui le plus important think tank de l'économie digitale en France.



AGRION est la marque « Energie et Développement durable » de l'EBG. Elle a pour vocation d'animer un réseau de compétences permettant aux décideurs de partager leurs expériences dans les domaines de l'énergie et du développement durable (Tasks Forces, matinées de conférence, soirées prestigieuses...).

AGRION a ainsi pour vocation de :

- FEDERER les professionnels de l'énergie et du développement durable
- STIMULER les échanges B2B
- ANTICIPER les évolutions et les innovations du secteur

Tous nos livrables et toutes nos activités sont disponibles sur le site [www.agrion.org](http://www.agrion.org) ainsi que sur le site du réseau associé dans le secteur du digital, [www.ebg.net](http://www.ebg.net).

Pour plus d'informations sur l'EBG et AGRION : Marie Solignac | [marie.solignac@agrion.org](mailto:marie.solignac@agrion.org) | 01 45 23 05 12

Les informations contenues dans ce document sont susceptibles de relever de la législation française et internationale sur le droit d'auteur.



---

WAVESTONE

[www.wavestone.com](http://www.wavestone.com)

**ebg**  
electronic  
business group

  
**AGRION**  
TOMORROW'S ENERGY