L'INTERNET DES OBJETS

LES SOLUTIONS NUMÉRIQUES AU SERVICE DU CYCLE DE L'EAU

InfraNum

FNCCR

DES SOLUTIONS NUMÉRIQUES POUR RÉPONDRE AU DÉFI D'UNE GESTION DURABLE DE L'EAU

La gestion locale de l'eau est sous pression. Sécheresses et épisodes extrêmes induits par le réchauffement climatique menacent la qualité comme la disponibilité de la ressource. L'été 2026 l'a rappelé avec force : la France a traversé une sécheresse historique, généralisée à l'ensemble du territoire. Jusqu'à 80 % du territoire a été placé sous restriction d'eau et, début septembre, 75 départements se trouvaient au niveau « crise », une situation inédite à cette période de l'année. Les territoires font face à des attentes multiples et contradictoires. Agriculture comme industrie, habitants comme touristes, tous ont besoin d'une eau plus rare et plus chère. Collectivités et exploitants doivent faire un arbitrage complexe : **moderniser des infrastructures vieillissantes et adapter leur stratégie à la fin de l'abondance tout en contenant les budgets**. Le Plan Eau en fixe le cadre : sobriété, réduction des prélèvements, préservation de la qualité de l'eau, réutilisation de la ressource, amélioration du stockage sont autant d'enjeux auxquels les acteurs de l'eau doivent aujourd'hui répondre de manière ambitieuse et coordonnée.

Dans ce contexte, **le numérique devient un levier stratégique** pour des territoires connectés et durables. Depuis la gestion prédictive et raisonnée de la ressource jusqu'au traitement des eaux usées, en passant par le comptage intelligent, l'optimisation énergétique et l'amélioration du rendement du réseau de distribution, le numérique transforme en profondeur la chaine de valeur de la gestion de l'eau.

Quelles sont les solutions disponibles pour les collectivités et les exploitants ? Où et comment peut-on **les mettre en œuvre** de manière optimale ? **Quels résultats** peut-on en attendre ? Avec quel impact sur **les modes de travail ou sur la relation aux usagers** ?

InfraNum a mené un travail pour répondre à ces questions en collaboration avec la **FNCCR** pour les aspects techniques du cycle de l'eau. Il a été constitué avec les entreprises spécialistes du secteur et des entretiens auprès de collectivités territoriales, afin de proposer les **clés de lecture et des retours d'expérience pour un usage sobre, pertinent et maitrisé du numérique dans la gestion et l'exploitation de l'eau.**

18,5%
de pertes

En 2024, en France, le rendement moyen du réseau de distribution d'eau potable est d'environ 81,5 % : soit près d'1 milliard de m^3 de pertes.

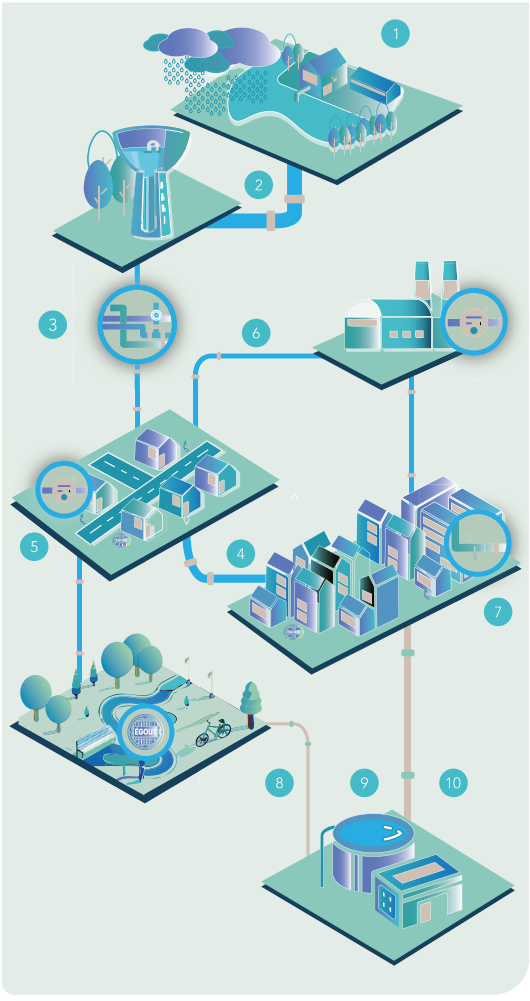
80%
de la France

Plus de 80 % du territoire concerné par des arrêtés sécheresse en 2026 dont 75 départements en situation de crise.

19
millions
de Français

19 millions d'habitants sont exposés aux risques de crues et 2 560 communes se situent dans des territoires à risque important d'inondation.

SOLUTIONS NUMÉRIQUES POUR UNE GESTION CONNECTÉE DURABLE DU PETIT CYCLE DE L'EAU



1. Suivi météorologique et environnemental
2. Suivi du niveau de la ressource en eau (milieux naturels, réservoirs)
3. Maintenance des équipements et installations du réseau d'eau
4. Suivi de la qualité de l'eau en distribution
5. Télérelève des compteurs d'eau résidentiels
6. Télérelève des compteurs d'eau industriels
7. Sectorisation et suivi du rendement du réseau de distribution
8. Suivi du réseau d'assainissement
9. Suivi du réseau de collecte des eaux pluviales et des déversoirs d'orage
10. Suivi et pilotage du fonctionnement des stations d'épuration

RÉSEAU FILAIRE

RÉSEAU LPWAN

RÉSEAU CELLULAIRE

Les solutions numériques présentées dans ce document reposent sur **des objets communicants** qui mesurent, agissent et/ou transmettent des données via **des infrastructures télécoms** (fibre optique ou radio), qui sont ensuite traitées par **des plateformes de données**.

Les infrastructures télécoms **maillent le territoire** :



Le réseau filaire (fibre optique), déployé par les opérateurs et par les collectivités, propose une connectivité très haut débit pour les bâtiments, passerelles, automates et équipements industriels.



Le réseau cellulaire (LTE-M, NB-IoT, 4G/5G) des opérateurs télécoms historiques. Ce type de réseau est nécessairement présent sur le territoire.



Les réseaux LPWAN (LoRaWAN, Wize et Sigfox) proposés par certains opérateurs ou par des collectivités territoriales. Ce type de réseau peut nécessiter le déploiement d'une infrastructure locale et se mutualise entre collectivités.

Ces solutions concernent autant les services d'eau potable que d'assainissement sur les **10 cas d'usage repérés ci-contre**. Le détail de la mise en œuvre et de l'offre technologique disponible en termes de capteurs et de connectivité est synthétisé dans les fiches pour chaque cas d'usage de ce livre blanc.

Ces dispositifs sont particulièrement utiles pour compléter ou remplacer la relève manuelle lorsqu'elle mobilise fortement les agents, génère de nombreux déplacements, est source de risques lors de prélèvements, ou de délais dans la remontée d'informations importantes.

Globalement, les solutions numériques illustrées ci-contre contribuent à 3 objectifs :

1. **Améliorer la connaissance** : obtenir des informations plus précises, analyser des données, construire des modèles numériques…
2. **Intervenir plus efficacement** : détecter les fuites et des risques de crues, améliorer le rendement et la relation client, alerter d'anomalies ou de dangers de rupture…
3. **Faire des économies** : optimiser la consommation électrique, préserver l'eau traitée, réduire les déplacements, prévenir une augmentation des redevances et dégrèvements…

PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Ce livre blanc porte sur le réseau filaire et sur les réseaux de longue portée : réseaux LPWAN et réseaux cellulaires. D'autres technologies radio sont présentes sur les territoires, en particulier les réseaux de radio-relève de courte portée (wM-Bus), ainsi que le Bluetooth ou le Wi-Fi. Elles n'ont pas été retenues dans le périmètre de l'étude : à l'exception de certains usages de comptage, les dix cas d'usage analysés ne sont pas adressables par ces technologies.

QUEL EST LE MODÈLE ÉCONOMIQUE ?

La viabilité des projets des infrastructures numériques augmente lorsque le porteur du projet est capable de diversifier les services rendus au territoire. La mutualisation est la mise en commun des moyens pour atteindre des objectifs qui seraient hors de portée pour des structures individuelles. Certaines collectivités disposent de la capacité de mutualiser ces projets telles que les syndicats du numérique ou de l'énergie, les EPCI-FP, les départements...

Les solutions numériques ont un coût, qu'il est possible de décomposer par brique technologique :

- → **Pour les objets connectés**, le coût (fourniture, installation, et maintenance) est habituellement supporté par le service public qui utilise la donnée collectée. Ce coût peut aussi être optimisé par une structure de mutualisation sur le territoire en mesure d'accéder à des subventions, des commandes groupées (par exemple : subventions, achat groupé, catalogue…).
- → **Pour le réseau**, la collectivité peut
  - Investir dans son propre réseau (dit réseau privé) et en supporter les coûts de fonctionnement (maintenance et exploitation),
  - Souscrire pour chaque objet un abonnement à un service de connectivité disponible via le réseau (dit réseau public) d'un opérateur télécom,
  - S'appuyer sur l'infrastructure mutualisée déployée par un acteur territorial (métropole, département, syndicat du numérique/d'énergie…), et ouverte aux autres collectivités locales
- → **Pour la plateforme de données** : l'ensemble des coûts, dont la conception, le développement, l'évolution, la maintenance voire la formation, dépendent des outils déployés et notamment du coût des licences. Un outil transverse permet le dé-silotage de la donnée et la simplification des licences. Il demande un investissement important au démarrage mais permet une diminution des nombreux postes de coût durant la phase d'exploitation.
  D'autres coûts qu'il convient d'anticiper sont :
  - Le coût de l'hébergement des données selon les exigences (hébergement en propre, data center territorial, cloud fournisseur...)
  - Les coûts d'interopérabilité, lesquels peuvent être des coûts d'investissement ou de fonctionnement.

DES RESSOURCES POUR IDENTIFIER LES MONTAGES CONTRACTUELS ET ÉCONOMIQUES

Les différents montages possibles sont détaillés dans les fiches Modèles économiques et Modèles contractuels d'InfraNum (mise à jour à venir). Les points de vigilance dans la formulation des critères de marché sont également listés dans la fiche Critères de performance. Enfin, les bonnes questions à se poser lors du choix de connectivité sont listées dans le livrable Technologies Radio IoT du CSF IN.

COMMENT FINANCER LE DÉPLOIEMENT ?

Avant d'engager un projet, il est essentiel d'estimer les coûts qu'il permettra d'éviter ainsi que les bénéfices qu'il procure. Certains cas d'usage génèrent des **économies directes**, comme l'optimisation de la consommation électrique, ou indirectes, grâce à la **maintenance préventive**, à un meilleur rendement des installations et réseaux ou à la réduction des dégâts d'inondation. D'autres transforment les méthodes de travail : en remplaçant ou en complétant la relève manuelle par une **collecte de données à distance**, le numérique permet de mieux cibler les interventions et réduit le temps et le nombre des déplacements des agents et par conséquent les coûts et les risques associés. Le temps des agents peut ainsi être orienté sur des missions plus importantes. Ces gains doivent être anticipés puis suivis. Pendant la période de transition, l'ancien et le nouveau système coexistent. Il faut ensuite s'assurer que les coûts évités le sont réellement, sans maintenir les deux organisations en parallèle, et que les bénéfices attendus sont bien au rendez-vous.

Pour couvrir le coût du déploiement, il est enfin souhaitable de mobiliser des subventions : FEDER, France 2030, aides départementales (ZRE…) ou conventions entre départements et région. Les Agences de l'Eau identifient dans leurs plans pluriannuels des sujets en partie couverts par leurs subventions. À noter que ces subventions concernent les coûts **d'investissement** (par exemple, première installation de capteurs) et non les coûts de **fonctionnement** (ou de remplacement/ mise à jour de capteurs). Il faut donc bien anticiper une technologie évolutive (par exemple des capteurs doubles en radio et télérelève) selon les besoins.

FINANCEMENT DES CAS D'USAGES

AGENCE DE L'EAU	CAS D'USAGE 2	4	5 & 6	7	8 & 9	10
Artois-Picardie	●	●		●	●	●
Rhin-Meuse	●		●	●	●	●
Seine-Normandie	●	●	●	●	●	●
Rhône-Méditerranée-Corse	●	●			●	
Adour-Garonne				●	●	
Loire-Bretagne			●	●	●	
Taux de subvention selon les programmes des agences	70 - 80%	50 - 80%	Jusqu'à 70%*	50 - 70%	40 - 80%	50 - 70%

● Cas d'usage éligible · ■ Taux plancher · ▭ Fourchette jusqu'au taux maximal · ····· Plafond de 80 %

** Jusqu'à 70 % pour la télérelève agricole et la télérelève individuelle (Seine-Normandie). Données indicatives issues des programmes pluriannuels des agences.*

Les taux de subvention ci-dessus sont indicatifs – se renseigner auprès des Agences et AMO.

QUELLE CONNECTIVITÉ POUR QUEL USAGE ?

Le choix technologique s'opère avant tout en fonction du besoin exprimé en termes de volume et de temporalité de la donnée, de la criticité du cas d'usage et des contraintes du territoire (relief, densité de l'habitat, couverture réseau existante, zones blanches...) :

Réseaux LPWAN (LoRaWAN, Wize, Sigfox)	**Données légères et ponctuelles** : les réseaux bas débit sont conçus pour transmettre de petites quantités d'informations peu complexes avec l'avantage d'offrir une excellente pénétration dans les environnements difficiles à couvrir.
Cellulaire (NB-IoT, LTE-M, 4G/5G)	**Données volumineuses et/ou usages exigeant faible latence, haute disponibilité ou transmission temps réel** : les réseaux haut débit transfèrent des flux lourds et assurent une réactivité instantanée
Filaire (fibre optique)	

Avant tout nouvel investissement, il est stratégique **d'étudier les infrastructures existantes sur le territoire**. Lorsqu'une infrastructure existe, il convient d'évaluer sa capacité et la prendre en compte. Par exemple, s'appuyer sur un réseau LoRaWAN intercommunal ou une infrastructure de fibre locale permet de mutualiser les coûts et d'éviter de dédoubler des réseaux. Le choix de la connectivité s'affine en croisant plusieurs impératifs techniques et financiers :

- L'offre de capteurs compatibles (fiches cas d'usage ci-après)
- Le débit et la latence exigés
- La couverture réelle du terrain
- L'impact de la technologie sur la durée de vie des batteries
- L'équilibre entre les bénéfices attendus et les coûts

→ Les différences entre les technologies radio selon ces critères sont détaillées dans la Fiche InfraNum Technologies Radio IoT.

→ Avant son déploiement sur un territoire, les étapes d'un projet radio comprennent la définition du besoin, l'état des lieux de l'existant, le choix d'une solution et l'expérimentation. Elles sont détaillées dans Technologies Radio IoT du CSF IN.

ANTICIPER LA FERMETURE DES RÉSEAUX HISTORIQUES

Les réseaux 2G et 3G : L'extinction progressive des réseaux historiques, dont le calendrier varie selon les territoires mais qui sera généralisée pour la 2G d'ici fin 2026, oblige les services d'eau à s'interroger sur ce qui remplacera leurs équipements connectés. Prise de court, une collectivité remplace généralement à l'identique, par exemple un télétransmetteur 2G par sa version 4G. Ce type de mise à jour coûte plusieurs milliers d'euros, sans aucune subvention. Anticipée, la fermeture devient au contraire l'occasion de repenser sa stratégie de connectivité. Le remplacement à l'identique peut rester la bonne solution, mais d'autres options (LPWAN, fibre, réseau mutualisé) peuvent se révéler plus adaptées et éviter des surcoûts. C'est aussi le moment de mettre l'ensemble de ces équipements aux normes de cybersécurité.

Fermeture progressive du réseau cuivre : Le réseau historique RTC ou ADSL sera définitivement fermé entre 2026 et 2030 selon le lot géographique d'affiliation du territoire. Il est indispensable de vérifier la possibilité d'un raccordement à la fibre ou de prévoir le déploiement d'une solution alternative adaptée (NIS 2 en cours de transposition, CRA...).

Enfin, une couverture réseau totale est rarement atteignable, et **des exigences de couverture trop élevées peuvent générer des surcoûts**. Il est recommandé de faire une **étude de couverture**, ce qui peut révéler l'intérêt de conserver des technologies de relève radio existantes, ou de considérer la coexistence de deux technologies sur le territoire couvert, ou de déployer des capteurs autonomes.

COMMENT DÉPLOYER UNE SOLUTION NUMÉRIQUE RESPONSABLE ?

CYBERSÉCURITÉ

Le guide de référence de l'Astee fournit le cadre stratégique pour protéger les infrastructures de l'eau face aux cybermenaces. Il intègre un outil d'évaluation de la maturité permettant de cloisonner les réseaux et de proportionner les investissements de protection selon la taille de la collectivité. Le CERT-FR a également émis des recommandations pour le secteur de l'eau. Il faut prendre en compte le cadre réglementaire européen, qui se renforce avec notamment la directive NIS 2 et REC (Résilience des Entités Critiques). Le CSF IN et l'Avicca ont publié une fiche Cybersécurité IoT, ainsi qu'InfraNum.

RESPECT DU RGPD

L'exploitation des données de télérelève et leur croisement soulèvent des enjeux de protection de la vie privée. Pour assurer cette mise en conformité lors de l'exploitation, il est essentiel de se référer au pack de conformité de la CNIL dédié aux compteurs communicants.
FP2E sur le RGPD - Le guide RGPD 2020

MAÎTRISE DES DONNÉES

Maîtriser ses données, c'est en garantir la propriété, la réversibilité, et les conditions d'hébergement, notamment leur localisation. Si l'hébergement en propre porte un coût et nécessite des compétences spécifiques, il est possible de se rapprocher des centres de données territoriaux ou de fournisseurs de cloud. Pour plus d'informations, se référer au Guide du data center de proximité (InfraNum, Banque des Territoires), ainsi qu'au clausier Data & IA publié par les Interconnectés.

INTEROPÉRABILITÉ

L'interopérabilité est la capacité de différents équipements à communiquer ensemble. C'est une condition pour éviter le verrouillage technologique et économique, et préserver l'évolutivité des solutions et la réversibilité des données. Ce sujet s'anticipe dès le cahier des charges, grâce aux ressources proposées par InfraNum (fiche Interopérabilité d'InfraNum), le CSF IN (fiche Interopérabilité) et le Cerema (Guide interopérabilité). Une charte Interopérabilité engage également les acteurs du secteur.

NUMÉRIQUE RESPONSABLE

Pour un déploiement sobre, il est conseillé d'étudier toute opportunité de mutualisation au niveau des infrastructures, de dimensionner au plus proche du besoin (quantité de données...) et d'intégrer des exigences de sobriété au cahier des charges (voir la fiche Sobriété numérique d'InfraNum). Si des méthodologies et cadres généraux existent (voir Numérique responsable, CSF IN), il faut particulièrement veiller à la durée de vie des équipements de terrain et l'autonomie de leurs batteries.

ENVISAGER D'EXPÉRIMENTER AVANT DE DÉPLOYER

Pour confirmer les choix technologiques et pour accompagner le changement auprès des équipes, un POC* peut être utile. Les collectivités interrogées ont privilégié les communes où elles cumulent des compétences pour expérimenter le(s) cas d'usage. Ce POC* peut par la suite laisser place à un projet généralisé.

**POC : Preuve de concept*

QUELLES PARTIES PRENANTES IMPLIQUER ?

ÉTUDIER LES POSSIBILITÉS DE MUTUALISATION SUR LE TERRITOIRE

Une approche mutualisée permet **d'éviter la multiplication de réseaux ou d'outils parallèles susceptibles de se concurrencer sur un même territoire, de partager les investissements et les coûts d'exploitation, de bénéficier d'une compétence supplémentaire** en cybersécurité et en gestion de données. Pour cela, il est recommandé de se rapprocher de structures de mutualisation (communauté d'agglomération, syndicat du numérique, d'énergie…), **d'établir un besoin partagé avec d'autres acteurs, et de réfléchir de manière transverse, au-delà du secteur de l'eau.** Selon la dimension, le périmètre et la criticité de la solution déployée, il peut également être nécessaire de se coordonner avec les services de l'État, en intégrant le dispositif dans la planification de gestion de crise pilotée par le préfet (dispositif ORSEC).

OUVRIR LE PARTENARIAT AU TERRITOIRE, À LA RECHERCHE, AUX ACTEURS DATA

Associer chercheurs et tout acteur valorisant la donnée permet également de mutualiser les coûts de collecte et élargir les usages au-delà du besoin initial de la collectivité. Selon les cas d'usage, cela peut concerner les agriculteurs, les aménageurs, les industriels ou consommateurs importants, les centres de recherche... D'autres acteurs publics produisent des données (open data) et des outils avec lesquels s'interfacer (Météo France…). D'autres acteurs du territoire (communes…) ont des connaissances à apporter (données historiques d'inondation des communes…)

SYNCHRONISER AVEC LA FIN DES DSP* ET LE RENOUVELLEMENT DES COMPTEURS

Veiller à la synchronisation des projets avec le renouvellement des DSP* et profiter des cycles de renouvellement des compteurs pour intégrer progressivement des équipements compatibles avec l'infrastructure IoT retenue, afin d'éviter la coexistence durable de matériels hétérogènes et de limiter les coûts de remplacement anticipé. Il est recommandé d'intégrer des clauses incitant le délégataire à utiliser des infrastructures IoT mutualisées et des exigences de compatibilité avec les protocoles et standards retenus par la collectivité. Cette attention à la réversibilité des données et à l'interopérabilité **évite une dépendance excessive à un fournisseur ou à une technologie propriétaire.**

MAINTENIR LE SAVOIR-FAIRE INTERNE

Le numérique enrichit les tâches des agents sans s'y substituer : Les solutions numériques ont beaucoup d'atouts mais nécessitent une supervision humaine qui prend en compte la réalité du terrain. C'est par exemple l'expertise humaine qui permet de définir les seuils au plus juste pour éviter un nombre trop important d'alertes. Cela demande de dimensionner la solution aux capacités d'analyse réellement disponibles, humaines ou techniques, et de prévoir un temps de formation pour faciliter l'adoption de nouveaux outils et procédés.

**DSP : contrats de délégation de service public signés par la collectivité en charge de l'eau avec un opérateur privé ou public*

AQUAREPÈRE - AQUAGIR.FR : LA PLATEFORME DE LA BANQUE DES TERRITOIRES AU SERVICE DES ACTEURS DE L'EAU

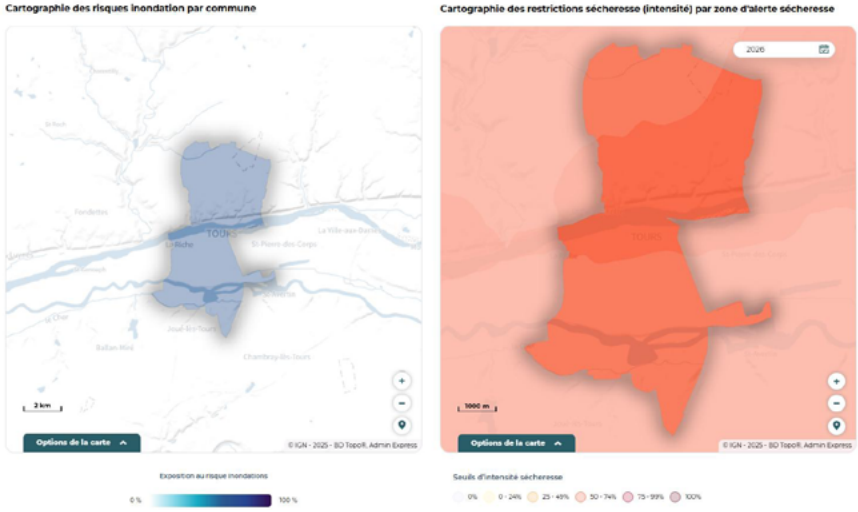
Aquagir est un programme porté par la Banque des Territoires pour accompagner et financer les projets des collectivités locales liés à la gestion durable de l'eau, pour la préserver en quantité et en qualité.

Ce programme s'appuie notamment sur la plateforme aquagir.fr qui centralise des ressources : bonnes pratiques, kits de sensibilisation, conseils, financements disponibles, subventions éligibles, acteurs et solutions mis en œuvre.

AQUAREPÈRE EN PRATIQUE



Accueil de l'outil. Le diagnostic se lance à l'échelle d'une commune, d'un EPCI ou d'un bassin.



Exemple : la commune de Tours. Exposition au risque inondation et intensité des restrictions sécheresse en 2026.

Source : Banque des Territoires, outil AquaRepère. Fonds de carte : IGN, BD TOPO et Admin Express.

1 SUIVI MÉTÉOROLOGIQUE & ENVIRONNEMENTAL

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- Recueillir et transmettre les données terrain, **sans intervention humaine et à des coûts maîtrisés**
- **Disposer d'une connaissance** fine de l'historique et des évènements météorologiques qui affectent la disponibilité de la ressource en eau (sécheresse, précipitations…)
- **Gagner en réactivité** en bénéficiant d'alertes et/ou des données fines en différents points des bassins versants impactés par les évènements
- **Mesurer de façon précise** des paramètres tels que les précipitations ou l'humidité des sols, pour construire des modèles représentatifs qui intègrent les effets du dérèglement climatique

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- **Anticiper pour protéger**, gagner du temps sur l'alerte, prévenir les populations impactées et/ou préparer les infrastructures de stockage
- **Gérer la ressource avec précision**, et apporter des données objectives pour prioriser les usages et éviter les conflits
- Prendre des mesures spécifiques sur des **zones affectées** par les conditions météorologiques particulières (zones de captage, aires de culture…), facilitant une approche préventive
- Soutenir et orienter le développement d'une **agriculture raisonnée plus résiliente**

SOLUTIONS IoT : QUELS SONT LES CAPTEURS ET AVEC QUELLE CONNECTIVITÉ POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Pluviomètres (optiques, radar, basculants) *Mesurent la quantité de pluie*	●	●	
Piézomètres connectés *Surveillent le niveau des nappes*	●	●	
Sondes capacitives et température du sol *Humidité et chaleur du sol*	●	◐	
Stations météo IoT *Suivi météo local et connecté*	●	○	○
Stations météo WMO *Référence scientifique de haute précision*		●	○

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

MONTPELLIER

La métropole détient la compétence GEMAPI sur un territoire de 522 000 habitants en 2023 d'après l'INSEE. L'installation **de 52 capteurs de hauteur d'eau et de pluviomètres a été combinée avec des caméras de levée de doute sur des sites ciblés**. Étant donné la criticité des données, les alertes sont remontées à la fois en réseau cellulaire (3G/4G) et LoRaWAN sur l'outil Ville en alerte, opérationnel depuis 2019. Le déploiement s'est fait progressivement (20 capteurs au démarrage), en sélectionnant les infrastructures (digues, CHU…) et en dimensionnant les caméras de levée de doute au strict nécessaire (volume de données important). Ces choix font suite à **une étude de faisabilité** sur tous les secteurs sensibles aux inondations pour bien comprendre le niveau de remontée de données nécessaires vis-à-vis des enjeux des installations, ainsi qu'un travail approfondi avec les territoires communaux (connaissance historique) **pour définir les seuils d'alerte**.

Cet outil « change complètement le paradigme de la gestion de crise ». En amont, il permet de définir des scénarios d'intervention pour agir au plus vite dans la chaîne d'alerte, à partir des données passées. À partir des données remontées en temps réel, **les services qualifient le risque à échelle locale, puis diffusent ces bulletins expertisés auprès des élus et services concernés, afin de fermer la voirie et alerter ou évacuer les zones d'habitation.** L'outil constitue ainsi un maillon supplémentaire de la chaîne d'alerte, partagée avec les acteurs locaux : les municipalités concernées, les services de la métropole et les services de l'État. Il facilite également le traitement des évènements en aval, à la fois en communiquant auprès des populations sur le niveau de danger et en faisant une analyse hydrologique du comportement des cours d'eau. L'outil interopérable simplifie **le partage de données** avec le SDIS (pour programmer ses interventions), la DREAL, le CNRS (pour des analyses poussées) et des EPCI voisins dont les évènements météorologiques sont interdépendants (pluviométrie importante en amont générant des crues en aval…).

POINTS DE VIGILANCE ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

- → **Cerner les risques et identifier les données nécessaires :** comparer les données disponibles en Open Data (**Météo France, Vigicrues**) et les capteurs déjà installés avec l'intérêt d'acquérir un suivi plus fin avec des capteurs locaux, affiner les zones et points stratégiques à équiper. À noter, les stations WMO produisent beaucoup de données et demandent un investissement conséquent. Les données de pluie sont généralement plus fiables que les données d'épisodes orageux, qui sont des évènements plus courts, intenses et localisés et par conséquent plus difficiles à anticiper.

- → **Savoir croiser les données pour agir rapidement** au bon moment : dans l'exploitation des données, le lien doit être fait avec tous les services pertinents dans le cadre d'évacuation ou de mise à l'abri de personnes, de véhicules et d'infrastructures **(SDIS, préfecture, DREAL, CHU…)** face aux risques **d'inondation ou de pollution, et sécuriser les ouvrages hydrauliques.**

2A SUIVI DU NIVEAU D'EAU EN MILIEU NATUREL

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- Suivre en continu le niveau de disponibilité de la ressource grâce à des capteurs
- **Être alerté en cas d'anomalie** (stress hydrique, problème sur la nappe…)
- Prévoir **l'évolution** de la ressource (nappes phréatiques, sources, rivières)
- Anticiper les situations de tensions sur la ressource en disposant de données détaillées pour **modéliser son évolution**
- **Analyser et suivre l'évolution** de la ressource à une maille large d'un bassin versant ou une zone de captage étendue
- **Surveiller la santé des milieux naturels récepteurs** face aux rejets du réseau d'assainissement conformément aux exigences règlementaires (DERU)

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- **Anticiper les crises (stress hydrique, altération de la qualité...)** grâce à une compréhension fine de l'évolution des nappes
- **Agir sur les comportements** en communicant sur la situation locale lorsque c'est nécessaire
- **Surveiller les volumes prélevés** par les différents acteurs (industriels, agriculteurs…) en s'appuyant sur des données locales précises et fiables
- Anticiper les situations de sécheresse pour déclencher les mesures nécessaires de régulation des usages en temps opportun (restrictions des usages)

SOLUTIONS IoT : QUELS SONT LES CAPTEURS ET AVEC QUELLE CONNECTIVITÉ POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Capteur de mouillage *Mesure la hauteur et les sédiments dans l'eau*	●	○	
Capteur de nappes *Surveille le niveau des eaux souterraines*	◐	●	○
Houlographe *Analyse la houle et le courant marin*	○	●	
Sonde physico-chimique *Détecte la pollution et les rejets anormaux*	●	●	
Datalogger *Numérise et transmet les données des capteurs et des débitmètres*	◐	●	

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

ANTICIPATION DE LA SÉCHERESSE - SUIVI DES SOURCES DE MONTAGNE

LE SIEMPA

Afin de sécuriser la disponibilité en eau face aux sécheresses, le **SIEMPA** a déployé une stratégie de télégestion composée **d'une surveillance de ses sources de montagne et de la surveillance du réseau de distribution**. Au niveau de sources stratégiques, le syndicat a installé des compteurs doublés pour mesurer simultanément le débit naturel total et la quantité d'eau prélevée pour la production, venant remplacer les relevés manuels qui étaient moins fréquents et plus dangereux. Ce premier niveau de contrôle déclenche des alertes automatiques dès que l'exploitation atteint un seuil critique. Au-delà de cette gestion immédiate, l'ensemble de ces données alimente une étude de **projection climatique** à l'horizon 2050-2070 visant à mieux modéliser la dynamique du bassin versant, sa pluviométrie, sa vitesse de transfert et ses débits. En période de sécheresse, cette surveillance **évite les désamorçages des infrastructures, accélère les remises en service et prolonge l'autonomie des réserves d'eau de trois jours à deux semaines** grâce à une communication anticipée incitant les usagers à réduire leur consommation.

MODÉLISATION DES NAPPES - ANALYSE DES VOLUMES PRÉLEVABLES

LE SYNDICAT DE L'EAU DU DUNKERQUOIS

Depuis 2012, le Syndicat de l'Eau du Dunkerquois collabore avec l'université de Poitiers pour **modéliser mathématiquement la nappe phréatique alimentant l'agglomération**, à partir de décennies de données géologiques, hydrologiques et météorologiques, et récemment **enrichies par des débitmètres et piézomètres installés sur les cours d'eau**. Ces données sont aujourd'hui partagées via une convention collective d'acquisition mutualisée à l'échelle du territoire ; l'évolution vers des capteurs plus évolutifs renforce à la fois leur précision et leur interopérabilité.

Au-delà de l'aspect technique, cette démarche apporte selon le syndicat une véritable « caution scientifique » à l'analyse des volumes prélevables et à leur traduction administrative : « **Cela met d'accord les interlocuteurs, c'est un élément de gouvernance majeur et fiable pour la gestion intégrée de la ressource en eau.** » Le syndicat a fait évoluer son partenariat initial vers une convention collective pour une acquisition mutualisée des données sur le territoire avec de nouveaux partenaires, notamment le SMAGE Aa, apportant des données complémentaires aux besoins du territoire.

POINTS DE VIGILANCE ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

- → **Évoluer vers une gestion plus transparente et le partage avec d'autres parties** prenantes : les capteurs permettent d'avoir un suivi plus fin que les obligations de relevés annuels, et d'évoluer vers des remontées (bi)mensuelles, ouvrant la voie à une réelle anticipation dans la gestion de la ressource.
- → **Impliquer les fédérations de pêche** : souvent impliquées dans la surveillance des cours d'eau, elles peuvent exploiter les données de niveau et de température de l'eau pour réguler la pêche, contribuer à la compréhension de l'évolution des populations de poissons et préserver leur habitat en période de stress hydrique.
- → **Faciliter la conformité avec la directive européenne DERU 2024** en utilisant les capteurs de niveau et de qualité dans les milieux naturels pour mesurer l'impact réel des déversements d'orages et des rejets de stations d'épuration sur l'écosystème local.

2B SUIVI DE LA RESSOURCE EN EAU DANS LES RÉSERVOIRS

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- Suivre **le niveau et la qualité** de la ressource en eau dans les réservoirs.
- **Surveiller les ouvrages en temps réel** pour s'assurer que l'infrastructure ne subit pas de défaillance nuisible pour la qualité du service (fuites, fissures, chutes de pression).
- **Anticiper les actes de maintenance** et éviter toute rupture de service.

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- **Sécuriser l'approvisionnement** : garder une visibilité sur les stocks disponibles pour garantir la distribution d'eau potable
- **Préserver la ressource en détectant rapidement toute anomalie** de stockage,
- Intervenir sur les sites de stockage en amont d'un désamorçage du réseau et/ou avant que la déformation, l'affaissement ou la rupture du réservoir ne devienne critique.
- Faciliter une surveillance des réservoirs sans déplacements, à distance, notamment dans les sites **peu accessibles et éloignés de l'exploitant**
- **Assurer la conformité réglementaire** en suivant précisément des volumes stockés et consommés par rapport aux quotas et arrêtés,
- **Optimiser** le pilotage des pressions pour améliorer le fonctionnement du réseau.

SOLUTIONS IoT : QUELS SONT LES CAPTEURS ET AVEC QUELLE CONNECTIVITÉ POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Débitmètres connectés *Mesure débit entrant / sortant*	●	●	●
Capteur de niveau (ultrasons, radar, pression) *Mesure hauteur d'eau*	●	●	○
Stations multi-paramètres (captage industriel, usine) *Contrôle qualité*	○	●	●
Compteurs volumétriques (irrigation agricole) *Suivi consommation*	●	◐	
Datalogger *Numérise et transmet les données des capteurs et des débitmètres*		●	
Automate de télégestion (RTU) *Télécontrôle, régulation et commande à distance, numérisation et transmission des données, des capteurs et des débitmètres*		●	●

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

POINTS DE VIGILANCE ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

- **Encourager la collaboration inter-services :** généralement mis en place par l'exploitant, ces dispositifs doivent aussi impliquer les bureaux d'étude et les services informatiques pour prévenir les intrusions sur les infrastructures. Il est recommandé de passer par des connexions industrielles pour protéger le réseau de distribution d'eau contre toute cyberattaque ou manipulation à distance, et de le séparer du réseau de communication communal.

- **Garantir la sécurité d'approvisionnement pour le SDIS*** : pour la gestion des réserves d'incendie, il est critique de garantir l'exactitude des informations telles que la disponibilité des poteaux incendie (date de mise en service, périodes d'indisponibilité, respect des calculs de réserve d'incendie). Des données erronées peuvent engendrer des litiges ou exposer à des responsabilités pénales en cas de sinistre.

- **Fiabiliser les données de relevés, de redevance et de respect des arrêtés préfectoraux** (sécheresse…) avec les informations fournies par l'IoT.

**SDIS: Service départemental d'incendie et de secours*

3 MAINTENANCE DES INSTALLATIONS DU RÉSEAU D'EAU

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- Suivre et optimiser la consommation d'électricité pour **maîtriser la facture énergétique pour le réseau d'eau potable**.
- Surveiller en continu le **bon fonctionnement et la performance** des pompes et des équipements de distribution.
- Sécuriser les périmètres et les installations critiques de distribution **pour prévenir les actes malveillants ou risques.**

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- **Sécuriser les installations :** l'IoT peut sécuriser les périmètres en détectant et alertant sur toute tentative de manipulation des organes ou d'intrusion dans le périmètre, entrée dans le périmètre…
- **Optimiser la consommation d'électricité :** identifier les équipements énergivores, les anomalies de fonctionnement et optimiser le rendement global. Les données permettent d'optimiser les horaires de fonctionnement, de limiter le nombre de démarrages de pompes et d'avoir une vision plus large de l'usage dans le temps.
- **Détecter et anticiper les pannes d'équipement :** mieux suivre la pression pour augmenter la durée de vie des équipements, agir en cas de coupures, réduire la consommation d'eau, détecter l'usure des moteurs (vibrations, température) pour la maintenance préventive…
- **Agir à distance :** réactivité immédiate en cas d'alerte sans déplacement.

SOLUTIONS IoT : QUELS SONT LES CAPTEURS ET AVEC QUELLE CONNECTIVITÉ POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Centrale de mesure électrique *Suivi de la consommation et de la qualité du courant*	◐	●	●
Automate de télégestion (RTU) *Télécontrôle, régulation et commande à distance, numérisation et transmission des données, des capteurs et des débitmètres*	●	●	○
Capteur de vibration / maintenance prédictive *Analyse la santé des pompes et moteurs*	●	◐	
Contact d'ouverture *Sécurisation des accès aux réservoirs*	●	◐	
Caméra de surveillance *Supervision visuelle des ouvrages*		●	●

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

POINTS DE VIGILANCE ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

→ **Veiller à la cybersécurité :** le risque de cybersécurité est important sur les installations d'eau qui sont d'importance vitale. Où l'IoT, suivant les conditions de sa mise en œuvre, peut constituer un point de vulnérabilité. Il est recommandé de passer par des connexions industrielles pour protéger le réseau de distribution d'eau contre toute cyberattaque ou manipulation à distance, et de le séparer du réseau de communication communal et de tout réseau exposé à internet.

4 SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU MISE EN DISTRIBUTION

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- **Assurer une surveillance rigoureuse de la qualité de l'eau mise en distribution avec des sondes multi paramètres** (pH, turbidité, température, taux de chlore)
- **Contrôler la qualité de l'eau** à des points stratégiques du réseau. Les sondes ampérométriques permettent notamment de mesurer le taux de chlore résiduel et d'autres paramètres redox critiques
- **Suivre la qualité de l'eau par une mesure en continu,** complémentaire aux prélèvements et analyses en laboratoire, permettant d'identifier rapidement tout écart aux normes de conformité et anticiper les réponses.

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- **Garantir la conformité sanitaire de l'eau :** surveiller les indicateurs sanitaires en temps réel pour alerter et agir rapidement en cas d'anomalie, en mobilisant rapidement l'ARS et les élus.
- Aide au diagnostic sur **les causes d'un problème de qualité** sur le réseau de distribution et/ou localiser l'entrée d'un polluant extérieur.
- **Enrichir les données d'analyse labo** pour communiquer et suivre les évolutions.
- **Augmenter la sécurité et la résilience** en cas de problème grave sur l'alimentation en eau.

SOLUTIONS IoT : QUELS SONT LES CAPTEURS ET AVEC QUELLE CONNECTIVITÉ POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Sondes physico-chimiques (pH, conductivité, température, REDOX)	●	◐	○
Turbidimètre *Mesure la clarté de l'eau*	◐	●	◐
Sonde ampérométrique *Mesure du chlore résiduel pour garantir la désinfection*	○	●	◐
Analyseurs en ligne Spectrophotométrie *Pour les polluants complexes*		●	◐
Datalogger *Numérise et transmet les données des capteurs et des débitmètres*		●	

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

5 TÉLÉRELÈVE DES COMPTEURS D'EAU RÉSIDENTIELS

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- Assurer une relève plus régulière sans interventions terrain fortement chronophages
- **Affiner l'estimation des recettes du service en passant d'une facturation estimée à une facturation réelle**
- **Réduire le gaspillage** dans un contexte de tension croissante sur la ressource.

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- **Détecter les fuites et préserver la ressource :** identifier les surconsommations (fuites invisibles, écoulements…) donc alerter les usagers afin qu'un plombier intervienne rapidement. S'il intervient sous un mois, l'usager a droit à un dégrèvement. Cela est incitatif pour l'usager et évite le gaspillage de l'eau traitée.
- **Détecter les fraudes :** repérer les tentatives de contournement ou de manipulation des compteurs pour effectuer un contrôle terrain.
- **Améliorer le rendement du réseau :** les réparations sont ciblées et effectuées plus rapidement, améliorant le rendement et l'image du réseau/service, ce qui peut même limiter le recours à de nouveaux ouvrages (forage…).
- **Améliorer la relation client par une facturation plus juste :** donner accès au suivi de la consommation et à la facturation aux abonnés, passage d'une facturation estimée à une facturation réelle.
- **Optimiser les modes de travail :** remplacer les déplacements chronophages, intéressant en cas de nombreuses résidences secondaires ou migration pendulaire. Facilite le travail des agents qui peuvent privilégier des opérations plus ciblées ou d'autres missions à valeur ajoutée. La télérelève limite l'exposition des agents à des accès difficiles, circulation routière et des risques lors d'interventions sur le terrain (chiens, frelons, caves, bords de routes…)
- **Développer une meilleure connaissance des besoins :** aide à établir des profils de consommation afin de mieux anticiper les pointes de demande d'eau à satisfaire et d'anticiper les pics de production. Cette connaissance facilite l'adoption d'une stratégie de tarification.

SOLUTIONS IoT : QUELS SONT LES CAPTEURS ET AVEC QUELLE CONNECTIVITÉ POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Compteurs mécaniques (volumétriques ou à vitesse) avec module radio clipsable *Mesure des volumes consommés et télérelève*	●	◐	
Compteurs statiques électroniques (ultrasoniques) à connectivité native *Mesure précise, télérelève native et suivi en pas de temps rapproché*	●	◐	

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

TÉLÉRELÈVE GÉNÉRALISÉE À TOUS LES ABONNÉS – RÉSEAU LORAWAN – GAINS DE SERVICE ET DE RENDEMENT

SERPN

Le SERPN gère un territoire rural très étendu et a fait le choix de **couvrir l'ensemble de ses abonnés**, sans prioriser les gros consommateurs (peu d'agriculture consommatrice sur le territoire). Pour répondre à ses obligations métrologiques, le syndicat a profité de sa campagne de renouvellement des compteurs pour déployer la télérelève individuelle, en s'appuyant sur son réseau LoRaWAN privé, **rentabilisé dès la première année**. Le projet vise à terme **35 000 compteurs**, avec une première phase de 28 000 équipements installés à un rythme de **4 000 par an sur sept ans**. Avant de généraliser, une phase d'expérimentation a permis d'imposer aux fabricants des **modules à double technologie**, pour continuer la relève radio dans les zones blanches sans reparamétrage. Ce succès pousse aujourd'hui le SERPN à vouloir mutualiser son réseau avec des collectivités voisines pour d'autres cas d'usage. Côté usagers, la télérelève a simplifié la relation client : envoi d'un courrier tous les 15 jours en cas de fuite détectée, incitant à une réparation rapide, et facturation au réel qui supprime les déplacements liés aux déménagements et mutations. Le syndicat est passé de **deux releveurs à un seul**, le second agent ayant été réaffecté à d'autres missions.

TÉLÉRELÈVE GÉNÉRALISÉE À TOUS LES ABONNÉS – RÉSEAU LORAWAN – ÉCONOMIE D'UN FORAGE

SYDEC40

Dans le cadre de son programme de renouvellement, le SYDEC 40 va déployer une première phase de **20 000 compteurs connectés sur 4 communes littorales** (parc total de 120 000 compteurs, majoritairement en régie avec 3 DSP), sur des territoires soumis à de très forts **enjeux de saisonnalité** : les écarts de consommation peuvent être multipliés par 10 à 20 en période estivale. Le syndicat s'appuiera sur un réseau LoRaWAN valorisant son patrimoine bâti existant (dômes des châteaux d'eau), avec une bonne couverture portée par le relief plat du département. Une **phase d'expérimentation a d'abord été menée sur une commune réunissant toutes les compétences du syndicat** (eau, énergie, fibre), avec 50 compteurs, avant un passage à l'échelle sur les zones les plus urbaines. Grâce à une mutualisation interdépartementale construite avec NATHD, le coût de l'abonnement par compteur chute à 1,50 €, contre 5 à 6 € pour une offre classique (compteur environ 300 €, fonctionnement environ 20 000 €/an, pour un investissement total de 400 000 €). Sur le plan opérationnel, l'analyse des données à pas de temps court **permettra de détecter rapidement les fuites, une réactivité qui pourrait éviter la création d'un forage supplémentaire sur les zones en tension.**

TÉLÉRELÈVE – HAUSSE DU RENDEMENT DU RÉSEAU DE 50 À 70%

SIEMPA

Sur le maillage du réseau, le SIEMPA a équipé un parc **de 4 700 compteurs et réservoirs répartis sur 60 lignes de sectorisation pour repérer les fuites et les baisses de pression**. Compte tenu des contraintes techniques et économiques pour un réseau LoRaWAN, le déploiement repose sur des connectivités télécoms classiques complétées par des capteurs autonomes en zones blanches. Le bilan : **un rendement global passé de 50 % à 70 % grâce à la pré-localisation des fuites invisibles (environ 45% des fuites détectées par télégestion). La télégestion sert aussi d'aide à la décision (priorisation des recherches à faire).**

POINTS DE VIGILANCE ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

- **S'assurer de la conformité RGPD, voire se rapprocher de la CNIL** notamment en matière d'anonymisation, de fréquence de collecte et de sécurisation des données, afin de préserver la vie privée des abonnés.

- Dans le cadre d'une DSP, il est recommandé **d'intégrer des clauses incitant le délégataire à utiliser des infrastructures IoT mutualisées** (réseaux publics ou territoriaux) afin d'optimiser les coûts et de garantir l'autonomie de la collectivité. Les responsabilités liées au déploiement, à la maintenance et à l'évolution des équipements doivent être précisées, tout comme la propriété, l'accès et la réversibilité des données.

- **Apprécier de manière globale le retour** sur la détection accrue des fuites : cela peut augmenter les interventions à court terme, mais elle génère des gains environnementaux, améliore le rendement, diminue les redevances et permet une meilleure maîtrise des investissements à long terme.

- **Faciliter la conformité avec la directive européenne DERU 2024** en utilisant les capteurs de niveau et de qualité dans les milieux naturels pour mesurer l'impact réel des déversements d'orages et des rejets de stations d'épuration sur l'écosystème local.

6 TÉLÉRELÈVE DES COMPTEURS D'EAU INDUSTRIELS

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- Prioriser le suivi des utilisateurs dont les anomalies de consommations sont les plus coûteuses (hôpitaux, industriels, agriculteurs…)
- Relever fréquemment, automatiquement et à distance les compteurs des gros consommateurs (Commerciaux et Industriels).
- Facturer régulièrement et sur index réel les gros consommateurs.
- Détecter les perturbations sur le réseau causées par les gros consommateurs (comme les chutes de pression soudaines) pour garantir un haut niveau de réactivité de la part de l'exploitant.

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- **Détecter instantanément les surconsommations :** identifier les dérives de consommation ou les ruptures de canalisation chez les industriels dès les premiers instants (également dans l'intérêt budgétaire de l'industriel).
- **Optimiser la facturation et les process :** disposer de données précises et fréquentes pour ajuster les factures au réel et mieux anticiper les pointes de demande sur le réseau de distribution. Pour les industriels, ces données servent à optimiser des processus industriels et ajuster les usages (refroidissements, nettoyage…) notamment dans le cadre de démarches RSE.
- **Sécuriser le réseau et prévenir les pollutions :** surveiller les anomalies de flux comme les retours d'eau ou les inversions de flux qui pourraient contaminer le réseau public par des fluides industriels, garantissant ainsi la sécurité sanitaire.
- **Réduire les redevances :** pour les industriels, l'optimisation de la consommation réduit la redevance sur les volumes prélevés et sur l'assainissement.
- **Renforcer le pilotage et la résilience des sites sensibles :** identifier les installations les plus sollicitées. Couplées à d'autres données (pression, débit), les données à pas de temps fin peuvent alimenter des outils de supervision avancés, voire des jumeaux numériques. Cela permet de simuler des scénarios probables ou critiques, anticiper les mesures à prendre et d'améliorer la continuité d'activité des sites industriels comme la résilience du réseau.

SOLUTIONS IoT : QUELS CAPTEURS ET CONNECTIVITÉ DISPONIBLES POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Compteurs mécaniques grands débits (Woltman) avec module externe renforcé *Mesure des grands débits et télérelève renforcée des volumes*	●	◐	○
Compteurs statiques industriels (ultrasoniques ou électromagnétiques) à connectivité native *Suivi des consommations industrielles avec connectivité native des données*	●	◐	○

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

Il est aussi possible d'utiliser un Datalogger afin de s'interfacer avec les compteurs et d'effectuer la transmission.

COMPTEURS COMMUNICANTS POUR LES POINTS DE LIVRAISON RURAUX – GAINS EN POINTE D'IRRIGATION

SCP

Avec son **projet Reimu**, déployé sur l'ensemble des réseaux multiusages de la concession dont **80 000 hectares** équipés pour l'irrigation, la SCP a fait le choix d'équiper ses points de livraison ruraux de **compteurs communicants**, pour la facturation et le suivi fin des consommations particulièrement en périodes de pointe d'irrigation. Le constat de départ : un fort contraste entre des ouvrages structurants très instrumentés et une distribution aux clients ruraux réduite à un simple **index annuel**. L'objectif est de passer à des données quotidiennes voire horaires. Sur un parc visé de **68 000 compteurs**, 30 000 sont déjà équipés de modules communicants, et le déploiement de prises d'irrigation connectées intégrant des compteurs ultrasons est initié. La SCP a opté pour une stratégie de connectivité **LoRa hybride** : couverture opérée sur le territoire étendu, complétée progressivement par **des passerelles privées** dans les zones mal couvertes. L'exploitation des données permet de nombreuses applications à valeur ajoutée dont de nouveaux services pour les usagers agricoles, particuliers et professionnels : **suivi de consommation, alertes de surconsommation, alertes de fuites, conseils d'arrosage...**

La SCP accompagne également la profession agricole au bon usage de l'eau à la parcelle, depuis les années 1960, à travers l'établissement de références régionales sur le besoin en eau des cultures et sur les technologies d'irrigation. Avec les années 2010, la SCP mobilise de nouveaux outils, dans le même but. L'application «**SCP Agridata**» est utilisée pour rapatrier des données climat, sol et plantes issues de capteurs spécialisés installés sur les parcelles et nourrir l'expertise agronomique. L'accompagnement se décline désormais sur trois niveaux : conseil sobriété (bulletins, sensibilisation), expérimentations par culture (partenariat avec les organisations professionnelles agricoles sur des sujets spécifiques), et prestation de conseil expert pour les agriculteurs en recherchant une excellence technique.

POINTS DE VIGILANCE ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

- → **Implication des acteurs économiques :** les industriels, agriculteurs ou établissements de santé doivent être pleinement associés à la démarche. L'accès aux données leur permet d'intégrer la gestion de l'eau dans leur pilotage opérationnel, d'optimiser leurs consommations et de réagir rapidement en cas d'anomalie.

- → L'IoT facilite l'application de la **loi Warsmann et constitue un outil utile pour le suivi des restrictions** en période de sécheresse. Une vigilance particulière doit être portée aux usages industriels pouvant présenter **des risques sanitaires** (retours d'eau, pollution), nécessitant une surveillance renforcée.

7 SECTORISATION ET SUIVI DU RENDEMENT DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- Établir un bilan dans le périmètre de chaque secteur entre le volume d'eau mis en distribution et le volume réel consommé par les usagers.
- **Rendre la sectorisation dynamique** en calculant régulièrement et précisément le rendement réseau
- Détecter les anomalies et identifier/pré localiser les fuites sur le réseau
- Compléter le suivi avec des pré-localisateurs acoustiques de fuite connectés

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- **Détecter les fuites** en identifiant toute anomalie
- **Prioriser les recherches** en fonction de l'urgence et de la complexité
- **Améliorer le rendement du réseau**, préserver la ressource, optimiser l'exploitation (baisse de la sollicitation des pompes, des réactifs…)
- Assurer la conformité règlementaire sur le rendement du réseau de distribution et **optimiser les coûts et redevances associés**
- **Prioriser les travaux de remplacement des infrastructures** grâce à des données précises
- Gain d'efficacité dans les interventions

SOLUTIONS IoT : QUELS SONT LES CAPTEURS ET AVEC QUELLE CONNECTIVITÉ POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Débitmètre de secteur *Mesure les flux entrants et sortants pour calculer la balance hydraulique du quartier*	◐	●	○
Pré-localisateur acoustique *Analyse les vibrations sonores nocturnes pour identifier les fuites invisibles en surface*	◐	●	
Capteur de pression *Surveille la charge du réseau pour prévenir les casses (coups de bélier) et localisation des fuites*	●	●	
Datalogger *Numérise et transmet les données des capteurs et des débitmètres*		●	

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

POINTS DE VIGILANCE ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

- **Faire appel à un analyste de données (Data Analyst)** pour traduire la donnée en cibles d'intervention. Le travail de collecte, d'analyse et d'aide à l'interprétation des différentes données permet d'établir des bilans et d'autres indicateurs de performance de chaque secteur.

- À noter, la détection des ruptures de canalisation et les interventions de réparation améliorent le rendement du réseau, ce qui diminue les redevances et les risques de majoration.

8 SUIVI DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- Aider à répondre aux exigences réglementaires de la directive DERU-2 de suivi métrologique étendu à l'ensemble du réseau d'assainissement
- Assurer la collecte et la remontée au système d'information national de données fiables et précises
- Mesurer les effluents industriels et/ou à différents points du réseau d'assainissement (débit, vitesse, niveau…)
- Limiter les rejets excessifs sur le réseau et/ou les facturer de façon adaptée

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- **Fiabiliser et automatiser la mesure sur le réseau d'assainissement et assurer la conformité** réglementaire grâce à l'IoT
- **Identifier les déversements d'eaux usées non traitées, notamment lors des pluies intenses**
- Suivre plus facilement les objectifs fixés par la DERU
- **Piloter les rejets des industriels et facturer** l'assainissement de façon adaptée
- **Prévenir les situations de risque pour le personnel et les ouvrages** : en détectant les anomalies fonctionnelles ou structurelles dans les ouvrages et le réseau
- **Protéger le processus de traitement** en aval

SOLUTIONS IoT : QUELS SONT LES CAPTEURS ET AVEC QUELLE CONNECTIVITÉ POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Débitmètres industriels *Mesure du débit d'effluents en sites industriels*		●	○
Sondes multi-paramètres *Contrôle continu de la charge polluante avant l'entrée en station d'épuration*	○	◐	○
Capteurs H2S/Corrosion *Surveille l'agressivité des gaz pour protéger les infrastructures en béton/fonte*	●	◐	
Datalogger *Numérise et transmet les données des capteurs et des débitmètres*		●	
Capteur de tension *Suivi de la protection cathodique pour éviter la dégradation des conduites métalliques*	◐	●	
Automate de télégestion (RTU) (asservissement vannes/pompes, alarmes temps réel) *Télécontrôle, régulation et commande à distance*		●	◐

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

POINTS DE VIGILANCE ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

- → **Collaborer avec les industriels raccordés,** voire utiliser les alertes des capteurs IoT placés au point de raccordement d'un acteur économique privé pour couper ses vannes en cas de dérive accidentelle (pH trop acide, température, hydrocarbures). L'autorisation de raccordement délivrée par le service peut d'ailleurs prévoir le suivi de certains paramètres de rejet, voire imposer l'installation de capteurs aux industriels les plus importants.

- → **S'équiper pour mieux répondre aux obligations de la nouvelle réglementation européenne DERU 2024** en utilisant les capteurs pour surveiller la qualité des rejets industriels à la source et prévenir les ruptures de canalisations d'eaux usées, garantissant ainsi la protection de l'environnement et du processus de traitement en aval. La directive, dont la transposition est imminente, étend en effet la surveillance métrologique, aujourd'hui concentrée autour des stations d'épuration, à l'ensemble des réseaux de collecte afin de réduire les déversements d'eaux non traitées.

9 SUIVI DU RÉSEAU D'EAUX PLUVIALES

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- Instrumenter le réseau des eaux pluviales **avec des capteurs de niveau et des détecteurs de surverse**
- Prévenir les débordements liés à l'engorgement dans les déversoirs d'orage en anticipant la maintenance
- Détecter les remontées d'eaux de mer dans le réseau d'eau pluviale

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- **Limiter l'engorgement** en intervenant sur les déversoirs d'orage avant de fortes précipitations
- Suivre avec des données fiables **l'état du réseau de collecte des pluviales**
- **Optimiser les coûts de maintenance du réseau** d'eaux pluviales en répartissant la charge de travail (opérations de curage…) en dehors des moments précédant une alerte météo

SOLUTIONS IoT : QUELS CAPTEURS ET CONNECTIVITÉ DISPONIBLES POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Capteur de niveau Ultrasons ou Radar *Mesure la hauteur d'eau sans toucher le liquide, évitant ainsi l'encrassement par les graisses et débris*	●	◐	
Détecteur de surverse *Capteur binaire qui détecte physiquement le passage de l'eau au point de rejet*	●	◐	
Datalogger *Numérise et transmet les données de compteurs mécaniques ou des sondes isolées*		●	
Pluviomètre connecté *Mesure locale de la pluie pour valider si une surverse est normale ou due à un défaut du réseau*	●	●	
Sonde physico-chimique (pH, conductivité, température, REDOX) *Détecte des anomalies (ex : conductivité pour détecter les remontées d'eau de mer).*	●	◐	○

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

MONTPELLIER

Au-delà de la surveillance des crues et des ouvrages de protection, la Métropole de Montpellier étend sa démarche de surveillance en temps réel aux **eaux pluviales et au ruissellement urbain**. Une expérimentation est actuellement menée avec **Egis Eau et Vinci**, sur deux périmètres, pour développer un outil de **propagation des crues intégrant à la fois le ruissellement urbain et la submersion marine**, deux phénomènes dont l'articulation est complexe à modéliser mais déterminante pour anticiper les zones à risque.

Cette extension s'appuie sur l'infrastructure déjà déployée pour la surveillance des crues (capteurs de hauteur d'eau, pluviomètres, redondance cellulaire 3G/4G et LoRaWAN), mutualisant ainsi les investissements entre plusieurs cas d'usage. Sur le volet assainissement, la Métropole assure également un **suivi en temps réel de sa station d'épuration en réseau** unitaire, en lien avec la régie des eaux, pour surveiller les rejets vers le milieu naturel en cas de fortes pluies, un maillon supplémentaire de la chaîne d'alerte partagée avec le SDIS, qui utilise ces données pour mettre à jour ses programmations d'intervention et ses zones inondables.

POINTS DE VIGILANCE ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

- **Partager les données avec les services Urbanisme et Aménagement urbain** : ils peuvent exploiter l'historique des données de saturation du réseau pluvial lors des événements pluvieux pour cartographier les zones critiques. Cela leur permet d'adapter le Plan Local d'Urbanisme (PLU) en imposant des techniques d'infiltration alternatives (toitures végétalisées, noues, revêtements poreux) là où le réseau technique est saturé. L'IoT complète l'historisation des données pour optimiser le dimensionnement du réseau pluvial

- **S'équiper pour mieux répondre aux obligations de la nouvelle réglementation européenne DERU 2024** en s'assurant que le déploiement des capteurs permet de justifier et de mesurer avec une grande précision la fréquence ainsi que les volumes des déversements par les déversoirs d'orage dans le milieu naturel.

10 SUIVI ET PILOTAGE DU FONCTIONNEMENT DES STEP

ENJEUX : À QUELLES PROBLÉMATIQUES CLÉS RÉPOND L'IoT ?

- **Piloter et suivre automatiquement à distance** les opérations dans les STEP même sans présence humaine
- **Améliorer la maintenance**, protéger les réseaux et détecter les anomalies
- Suivre en continu et **objectiver la mesure des nuisances olfactives**
- Anticiper et/ou réagir face aux pics ou anomalies
- Répondre plus facilement aux nouvelles obligations de la directive européenne DERU concernant la neutralité énergétique et le traitement strict des micropolluants

RÉSULTATS : QUELS SONT LES APPORTS OBSERVÉS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'IoT ?

- Piloter à distance les opérations dans les STEP et disposer de **données fiables**
- Optimiser l'utilisation des équipements (analyse des consommations électriques…)
- Contrôler la qualité des rejets, **agir en cas d'anomalie ou de nuisance olfactive**
- Surveiller et contrôler **l'accès aux installations distantes/isolées**
- Améliorer la relation avec les usagers via **l'information et la prévention** sur les odeurs

SOLUTIONS IoT : QUELS CAPTEURS ET CONNECTIVITÉ DISPONIBLES POUR CE CAS D'USAGE ?

	RÉSEAU		
CAPTEURS	LPWAN	Cellulaire	Filaire
Sondes multi-paramètres *Mesure en continu la qualité de l'eau*		◐	●
Capteurs H2S *Surveillent les gaz malodorants et toxiques en limite de propriété*	●	●	
Débitmètres électromagnétiques *Comptabilisent les volumes finaux rejetés en milieu naturel*		●	●
Automate de télégestion (RTU) (asservissement vannes/pompes, alarmes en temps réel) *Télécontrôle, régulation et commande à distance*		●	◐

Disponibilité observée de l'offre : ● Forte ◐ Moyenne ○ Faible

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE SUR L'AÉRATION DES STEP – 15% GAINS ÉNERGÉTIQUES

RESE 17

Sur son volet assainissement, le RESE a intégré une **intelligence artificielle sur ses stations d'épuration** pour optimiser les démarrages de l'aération, un poste qui pèse lourd dans la facture énergétique des installations. L'outil s'appuie sur des sous-compteurs électriques installés sur les **5 ou 6 plus grosses usines** et une plateforme web couplée à Enedis pour établir des ratios kWh/m³ traités ou consommés. Cette démarche s'inscrit dans une obligation réglementaire : le syndicat dépasse le seuil d'1 GW/h qui impose la certification **ISO 50 001** sur la maîtrise énergétique, renforcée par l'installation progressive de panneaux photovoltaïques pour développer l'autoconsommation. Le retour sur investissement est **avéré**, avec **15 % de gains dès la première année**.

POINTS DE VIGILANCE ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

- → **Faciliter la mise en conformité au cadre réglementaire très contraignant de la nouvelle directive DERU 2024** qui impose un suivi rigoureux des bilans énergétiques, des émissions de gaz à effet de serre et de la qualité des rejets.
- → **Sécuriser l'automatisation et les systèmes de transmission pour les STEP** sans présence humaine permanente afin de garantir un pilotage à distance fiable et une remontée immédiate des alertes critiques vers les équipes d'astreinte.

CONTRIBUTEURS DU LIVRE BLANC

CONTRIBUTEURS RÉFÉRENTS DU GT :

PY. Senghor, DIREXIOT - **N. Moreno,** Smart World Partners - **F. Novelli**, FNCCR

CONTRIBUTEURS :

P. Lasserre, Banque des Territoires
T. Boullé, Deluxe Conseil
P. Michel, EGM
A. Semmama, Eridanis
L. Pertuisel, Lacroix - Environment Smart Water & HVAC
F. Drevon, Netmore
S. Prades, Synox
N. Potier, Tactis
R. Fogliani, Tektelic
D. Virapin, Ubicité
L. Callier, Watteco

ENTRETIENS :

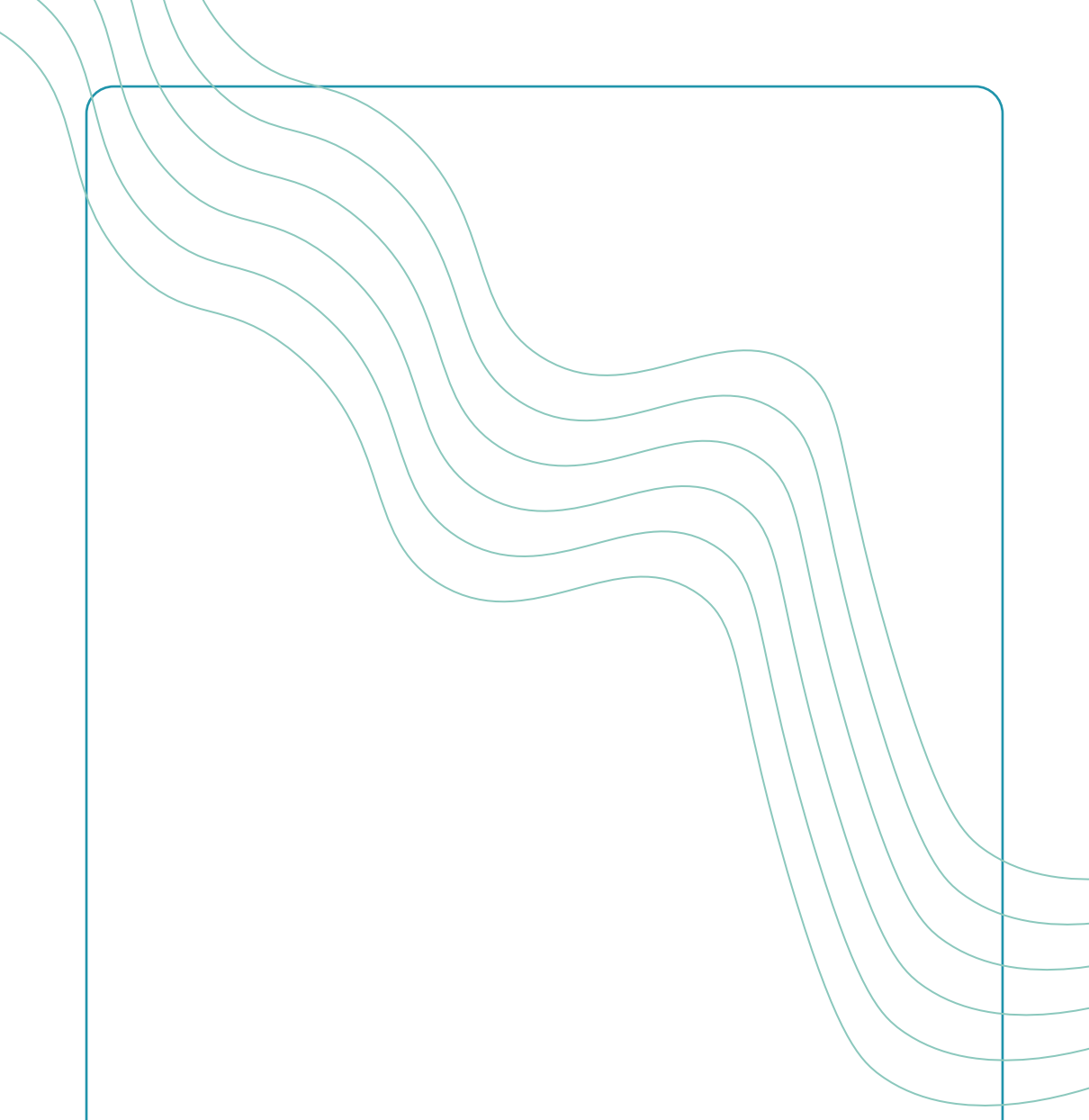
Communauté de communes Baugeois Vallée
Eaux de Vienne - SIVEER Gironde
Hydropolis
Indre
Montpellier Méditerranée Métropole
RESE 17
Saint-Maur-des-Fossés SERPN
SIEMPA
Société du Canal de Provence
SYDEC 40
Syndicat de l'Eau du Dunkerquois

CONCEPTION :

A. Voorwinden, LS. Carlier, H. Midoun, InfraNum

MISE EN PAGE :

P. Ropele, InfraNum


InfraNum
FNCCR