

CONTRAT DE RECHERCHE

ENTRE :

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE POUR L'AGRICULTURE, L'ALIMENTATION ET L'ENVIRONNEMENT,
Etablissement public à caractère scientifique et technologique
Ayant son siège : 147, rue de l'université, 75338 Paris cedex 07
Représenté par M. Philippe MAUGUIN en sa qualité de Président-Directeur-Général

et par délégation Olivier LAVIALLE, Président du Centre INRAE Région Nouvelle Aquitaine Bordeaux,
71 avenue Edouard Bourlaux, 33140 VILLENAVE D'ORNON
pour le compte de l'Unité ETTIS dirigée par Mme Clarisse CAZALS

Ci-après dénommé « INRAE »

d'une part,

ET :

REGIE DE L'EAU BORDEAUX METROPOLE

Etablissement public à caractère industriel et commercial
Ayant son siège : 91 rue Paulin - CS42086 – 33081 BORDEAUX Cedex

Représentée par Monsieur Vincent PONZETTO en sa qualité de Directeur Général, habilité aux fins des présentes par délibération n° en date du 24 février 2026,

Ci-après dénommée « la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole »

d'autre part,

Ci-après dénommés individuellement « la Partie » ou collectivement « les Parties »



IL EST TOUT D'ABORD EXPOSE QUE :

Le présent Contrat a pour objet d'établir une collaboration particulière entre la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole et INRAE dans le périmètre de la convention-cadre signée en date du 11 avril 2024 et notamment concernant son Axe 1 : « Les pertes des réseaux et le « bilan eau » du réseau d'eau potable ».

INRAE effectue des recherches sur la gestion patrimoniale des réseaux d'eaux urbaines depuis plusieurs années et recherche des terrains d'étude lui permettant de développer, de tester des méthodologies de mesures, de gestion, de simulation sur les données de ces terrains.

Le personnel INRAE de l'unité ETTIS 1456 est reconnu pour ses travaux et son expertise dans ce domaine. Il a développé des instruments de mesures de fuite en réseau sous pression susceptibles d'apporter une aide à la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole dans l'acquisition de connaissances sur l'origine et la quantification des volumes de pertes afin de mieux orienter ses actions de gestion patrimoniale.

En conséquence, il a été convenu de mener ensemble un projet ambitieux pour mieux connaître les pertes réelles sur un réseau de distribution d'eau potable pour améliorer la gestion patrimoniale.

En effet, le service de l'eau de **Bordeaux Métropole**, dont la performance est perfectible par rapport à d'autres services similaires, est particulièrement concerné et doit améliorer la gestion de son réseau pour **préserver la ressource en eau**. Plusieurs questions essentielles à la compréhension des pertes d'eau dans les réseaux demeurent sans réponse, notamment la répartition des pertes entre canalisations et branchements, la part des différents types de fuites (visibles, détectables ou diffuses), ainsi que l'évolution du débit des fuites dans le temps. Ces lacunes limitent l'efficacité des actions de réduction des pertes.

En conséquence, il a été convenu de mener ensemble un projet ambitieux par ses objectifs et son échelle. Deux volets complémentaires sont mis en œuvre :

- La mesure des pertes directement sur un réseau de 10 km de canalisations. Le niveau de précision visé devra permettre de les localiser, les catégoriser et les quantifier, si ce n'est à l'échelle individuelle des fuites, au minimum à l'échelle de tronçons décomposant le réseau. Le projet vise également à assurer un suivi dans le temps de l'évolution des pertes avec toute ou partie des mesures qui seront reproduites sur deux années consécutives (2026 et 2027) afin de faire du réseau sélectionné un véritable « living lab »,
- La mesure des pertes sur branchements en laboratoire après prélèvement sur le terrain par les équipes d'exploitation.

IL EST CONVENU DE CE QUI SUIT :

ARTICLE 1 - DOMAINE DU CONTRAT

Les travaux à entreprendre sont précisés en Annexe 1, partie intégrante du présent Contrat. Ils portent sur :

- **La quantification et la catégorisation des pertes sur l'intégralité du secteur hydraulique de Malartic (commune de Gradignan) d'une longueur de canalisations de 10 km environ et comprenant 850 branchements, ainsi que le suivi dans le temps de leur évolution ;**
- **L'évaluation et la catégorisation des fuites sur une centaine de branchement prélevés sur le terrain.**

Aucune des dispositions du présent Contrat ne saurait être interprétée comme impliquant des droits ou obligations en dehors du domaine du contrat, tel que défini ci-dessus.

ARTICLE 2 - PARTICIPATION FINANCIERE DE LA REGIE DE L'EAU BORDEAUX METROPOLE

- 2.1. Pour la réalisation des missions du présent Contrat, la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole s'engage à régler à INRAE la somme de trois cent dix mille euros hors taxes (310 000 €) + TVA au taux en vigueur à la date de facturation selon les modalités présentées dans le tableau ci-dessous et selon la réalisation du service attendu. L'année 1 débute au commencement du projet soit au 1^{er} avril 2026.

Année d'exécution du Contrat	Montant forfaitaire € Hors Taxes
Année 1 après campagne de mesure à Malartic (*)	50 000
Année 1 après livrable y compris mesures des fuites branchements	100 000
Année 2 après campagne de mesure à Malartic (*)	50 000
Année 2 après livrable final y compris mesures des fuites branchements	110 000
TOTAL	310 000

(*) Chaque année, la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole actera de la fin de la campagne de mesures par l'envoi d'un mail à l'adresse des responsables scientifiques du présent Contrat.

A l'issue de chaque étape, l'INRAE déposera une facture sous Chorus Pro avec le numéro d'engagement et le code service indiqué par la Régie.

La Régie disposera alors de 30 jours pour régler la facture.

2.2. Coordonnées bancaires

Les sommes devront versées sur le compte bancaire suivant :

TRESOR PUBLIC

RELEVÉ D'IDENTITÉ BANCAIRE

PARTIE RÉSERVÉE AU DESTINATAIRE DU RELEVÉ

Le relevé ci-contre est destiné à être remis à vos créanciers ou débiteurs, français ou étrangers, appelés à faire inscrire des opérations à votre compte (virements, paiement des quittances etc...)

Identifiant national de compte bancaire - RIB							
Code banque	Code guichet	N° de compte		Clé RIB		Domiciliation TPBORDEAUX	
10071	33000	00001000024		90			
Identifiant international de compte bancaire - IBAN							
IBAN (International Bank Account Number)							
							BIC (Bank Identifier Code)
FR76	1007	1330	0000	0010	0002	490	TRPUFRP1

TITULAIRE DU COMPTE :

ACS INRAE NOUVELLE AQUITAINE

ARTICLE 3 – PILOTAGE DE LA COLLABORATION

3.1. Coordination

Les responsables scientifiques du présent Contrat sont :

Pour INRAE :

- M. Denis GILBERT - Unité ETTIS
- M. Alain HUSSON - Unité ETTIS

Pour la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole :

- M. Olivier CHESNEAU - Direction Recherche, Innovation et Transition Ecologique

- M. Christophe CAFFIER - Direction de l'Exploitation Réseau

3.2. Comité Technique

3.2.1. Composition

Toute personne membre du personnel des Parties et participant aux travaux du présent Contrat est susceptible de faire partie du Comité Technique.

Les Parties pourront, sur leur demande, se faire assister de représentants de leur établissement ou d'experts extérieurs, à titre de conseil, lesquels seront tenus également aux obligations de confidentialité prévues à l'article 4.

3.2.2. Périodicité et rôle

Le Comité Technique se réunira *a minima* trois fois par an, pour définir les modalités d'intervention sur le terrain dont la communication envers les usagers, pour valider l'organisation des mesures et les moyens à mettre en œuvre, pour la présentation des Résultats.

Il a pour rôle de prendre toutes dispositions, en sus des dispositions contractuelles déjà prévues, nécessaires au développement harmonieux de la présente collaboration.

Une réunion du Comité pourra être sollicitée à tout moment à la demande d'une des Parties.

Les réunions se dérouleront indifféremment dans les locaux de INRAE ou de la REBM, ainsi qu'en téléconférence si ce mode est adapté aux sujets traités.

Il est par ailleurs convenu que les Parties participeront conjointement aux réunions publiques qui pourraient être organisées (*a minima* un représentant de chaque Partie) pour expliquer et présenter le projet aux usagers riverains.

3.3. Comptes rendus

Un compte rendu – relevé de décisions des réunions techniques sera établi alternativement par chacune des Parties à l'issue de chaque réunion sans qu'il puisse avoir pour effet d'augmenter contre son gré les droits et obligations d'une Partie au Contrat.

ARTICLE 4 - CONFIDENTIALITE

Pour l'application du présent article, "Informations" signifie tous les éléments d'information confidentiels, expressément signalés comme tels, reçus de l'autre Partie soit oralement -et confirmés par écrit dans les 30 jours-, soit par écrit. Cette définition s'entend à l'exclusion des Résultats issus de la collaboration régis par les dispositions de l'article 5.

4.1. Chaque Partie s'engage, sauf accord préalable écrit de l'autre Partie, à :

- considérer comme strictement confidentielles les Informations,
- ne pas utiliser les Informations à d'autres fins que de mener à bien la recherche et l'exploitation des Résultats,
- ne pas divulguer les Informations à des tiers,

- ne transmettre les Informations sous sa responsabilité qu'aux personnels directement concernés par le présent Contrat.

A noter, d'ores et déjà, que les données SIG, les extraits de plans ou les mesures diverses sur le réseau (débits, pressions) qui seront transmis pour la préparation des interventions sont à considérer comme des Informations et doivent à ce titre recevoir le traitement décrit ci-avant.

- 4.2. Ne seront pas considérées comme confidentielles les Informations dont la Partie qui les aura reçues pourra prouver :
- qu'elles faisaient partie du domaine public au moment de leur communication, ou
 - qu'elles y sont tombées ultérieurement autrement que par un manquement à la présente obligation de confidentialité, ou
 - qu'elle les détenait déjà avant leur communication, ou
 - qu'elle les a reçues librement d'un tiers autorisé à les divulguer, ou
 - qu'elle est légalement tenue de les communiquer.

- 4.3. Les engagements du présent article sont valables pendant la durée du présent Contrat et pendant les 2 (deux) années qui suivront son échéance.

Ils ne pourront toutefois faire obstacle aux dépôts de droits de propriété industrielle visés à l'article 6 et à l'exploitation des Résultats visée à l'article 7.

ARTICLE 5 - PUBLICATIONS

Les Résultats issus du présent Contrat ont vocation à être diffusés le plus largement possible.

- 5.1. Pendant la durée du présent Contrat, les publications ou communications écrites ou orales d'une des Parties sur les Résultats seront soumises aux conditions suivantes :

Chaque Partie pourra publier librement les Résultats de recherche fondamentale correspondant à des connaissances scientifiques de base après information du Comité technique défini à l'article 3.2. Par connaissances scientifiques de base il est entendu les résultats non exploitables directement, utiles pour la recherche fondamentale.

Hors résultats de recherche fondamentale, toute publication ou communication à des tiers des Résultats ou extrait de Résultats des présentes recherches sera soumise à l'accord du Comité technique. Chaque Partie soumettra son projet de publication et/ou communication à l'autre Partie qui disposera d'un délai d'un mois à compter de la réception dudit projet pour donner son avis. Passé ce délai, l'accord de l'autre Partie sera réputé acquis.

A l'issue du contrat, les Parties seront sollicitées, le Comité technique n'ayant plus vocation à se réunir.

- 5.2. A la date d'échéance du présent Contrat, le Comité technique se réunira une dernière fois afin de déterminer d'un commun accord la nature, les modalités et les conditions des publications et communications portant sur les Résultats de cette recherche et effectuées par les Parties après la fin du présent contrat.
- 5.3. Toute publication et/ou communication par INRAE et/ou la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole des Résultats des présentes recherches devra mentionner qu'ils ont été obtenus dans le cadre du présent Contrat et citer les partenaires qui y ont contribué.
- 5.4. Les chercheurs conservent la possibilité de faire état de leurs travaux et Résultats dans le rapport d'activité qu'ils doivent remettre périodiquement à leur instance d'évaluation.

ARTICLE 6 - PROPRIETE DES CONNAISSANCES ANTERIEURES ET DES RESULTATS

6.1. CONNAISSANCES ANTERIEURES

Chaque Partie demeure propriétaire de ses Connaissances Antérieures.

On entend par Connaissances Antérieures : les connaissances scientifiques et techniques, le savoir-faire secret, les matériels biologiques, les droits et les titres de propriété industrielle et/ou intellectuelle (brevets, certificats d'obtention végétale, marques, logiciels, bases de données, ...) quelle qu'en soit leur nature, support ou forme en la possession de chacune des Parties à la date d'effet du présent Contrat.

Les connaissances antérieures de chacune des Parties sont listées en annexe 2. Elles pourront faire l'objet d'une mise à jour en Comité Technique, le cas échéant.

6.2. RESULTATS

On entend par Résultats : l'ensemble des connaissances, informations, bases de données, brevets et éléments de savoir-faire (procédés, connaissances, méthodes, algorithmes, spécifications, données etc.), quels qu'en soient la forme, la nature et/ou le support, protégés ou non par le droit de la propriété intellectuelle, directement issus du Projet.

6.2.1 - Principe de déclaration d'invention des Résultats

Les Parties s'efforcent de demander à leurs inventeurs respectifs, ayant participé à la recherche, de leur déclarer tout résultat susceptible de faire l'objet d'une valorisation selon le modèle de « Déclaration d'Invention et de Résultats Valorisables » (ci-après DIRV) qui leur est propre.

La Partie qui reçoit une DIRV, de l'un de ses inventeurs, à l'occasion de la présente recherche, s'engage à la communiquer à l'autre Partie dans les meilleurs délais.

6.2.2 Droits de propriété sur les Résultats

Les droits de propriété portant sur les travaux et Résultats issus de la présente collaboration appartiendront conjointement :

- à INRAE
- à la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole

6.2.3 Gestion des droits de propriété détenus conjointement par les Parties

Les Parties conviennent, conformément à l'article L.533-1 du code de la recherche et du Décret n°2020-24 du 13 janvier 2020 relatif à la gestion de la copropriété des Résultats de recherche, au mode de désignation et aux missions du mandataire unique prévu à l'article L. 533-1 du code de la recherche et de ses textes d'application, de désigner le Mandataire unique en charge des missions de gestion et d'exploitation des droits détenus conjointement.

Ainsi, les Parties désignent d'un commun accord, INRAE comme mandataire unique.

Les Parties conviennent d'ores et déjà d'organiser les règles de propriété intellectuelle et de valorisation de ces Résultats valorisables détenus conjointement dans le respect, par défaut, des dispositions du Décret n°2020-24 du 13 janvier 2020.

ARTICLE 7 – UTILISATION / EXPLOITATION DES RESULTATS

Les Parties pourront utiliser librement et gratuitement les Résultats obtenus pour leurs besoins propres.

Compte tenu de la nature des travaux, les Parties conviennent que **les Résultats n'ont pas vocation à être exploités commercialement**. Ils feront l'objet de publications ou de communications dans les conditions précisées à l'article 5 du présent Contrat.

Toutefois, dans l'hypothèse où des Résultats seraient susceptibles d'une application industrielle, les Parties se concerteront pour fixer d'un commun accord, par écrit, les modalités de valorisation.

Il est précisé que INRAE a mandaté sa filiale, INRAE TRANSFERT, pour la valorisation des Résultats de ses recherches. En conséquence, celle-ci est habilitée à négocier, signer et gérer les contrats de licence et accords d'exploitation pour le compte de INRAE.

ARTICLE 8 - DUREE DE LA CONVENTION ET MODIFICATION

Le Contrat prendra effet à la date de début du projet soit au 1^{er} avril 2026 pour une durée de vingt-huit (28) mois soit vingt-quatre (24) mois de projet et quatre (4) mois de délais administratifs.

Le présent Contrat peut être modifié par avenant conclu entre les deux Parties.

ARTICLE 9 – TRANSMISSION DU CONTRAT

Le présent Contrat est conclu *intuitu personae*. Il est personnel, incessible et intransmissible.

En cas de fusion, absorption ou transformation de l'une des Parties, transfert d'activité à une entité autre qu'Affilié, le présent Contrat ne pourra être transféré sans l'accord préalable et écrit de l'autre Partie. Dans tous les cas, le transfert devra être notifié par lettre recommandée avec accusé de réception.

Toute cession du Contrat nécessitera un écrit qui précisera que le cessionnaire s'engage à reprendre l'intégralité des droits et obligations du cédant.

ARTICLE 10 – RESILIATION - ECHEANCE

10.1. Le présent Contrat sera résilié de plein droit par l'une des Parties en cas d'inexécution par l'autre d'une ou plusieurs des obligations contenues dans ses diverses clauses. Cette résiliation ne deviendra effective que trois mois après l'envoi par la Partie plaignante d'une lettre recommandée avec avis de réception, exposant les motifs de la plainte, à moins que, dans ce délai, la Partie défaillante n'ait satisfait à ses obligations ou n'ait apporté la preuve d'un empêchement consécutif à un cas de force majeure. L'exercice de cette faculté de résiliation ne dispense pas la Partie défaillante de remplir les obligations contractées jusqu'à la date de prise d'effet de la résiliation et ce, sous réserve des dommages éventuellement subis par la Partie plaignante du fait de la résiliation anticipée du Contrat.

10.2. L'échéance, la résiliation ou l'annulation du présent Contrat ne portera pas atteinte aux dispositions des articles 3.3 (pour une durée de 3 mois), 4, 6 et 7 ci-dessus.



ARTICLE 11 - LOI APPLICABLE - LITIGES – CONTESTATIONS

- 11.1. Le présent Contrat est régi par la loi française.
- 11.2. En cas de difficulté sur l'interprétation ou l'exécution du présent Contrat, les Parties s'efforceront de résoudre leur différend à l'amiable.
- 11.3 En cas de désaccord persistant, les Parties saisiront les tribunaux des juridictions françaises compétentes.

ARTICLE 12 – DONNEES A CARACTERE PERSONNEL DANS LE CADRE DE LA RELATION CONTRACTUELLE

Le Parties reconnaissent qu'elles peuvent être amenées à collecter et traiter les catégories de données à caractère personnel liées à l'identité et aux coordonnées professionnelles de leurs personnels respectifs (ex : nom, téléphone professionnel, adresse professionnelle, fonction) dans le seul but de la gestion du Contrat, notamment le personnel impliqué dans la négociation, la signature et l'exécution du présent Contrat. Le traitement repose sur l'intérêt légitime des Parties.

Dans ce cadre, chaque Partie reconnaît et garantit le respect de la réglementation en matière de de protection des données personnelles.

De plus amples informations sur le traitement des données personnelles par INRAE sont accessibles sur le lien suivant : <https://www.inrae.fr/collaborer/partenariat-innovation>.

Pour exercer leurs droits sur leurs données, les personnes concernées doivent s'adresser au personnel de la Partie ayant géré le présent contrat et en cas de difficultés, il est possible de contacter le Délégué à la Protection des Données de la Partie concernée.

- Pour INRAE : cil-dpo@inrae.fr
- Pour REBM : dpo@leaubordeauxmetropole.fr



ARTICLE 13 – ÉLEMENTS CONSTITUTIFS DU CONTRAT

Le présent Contrat contient 13 articles et deux annexes (programme scientifique et connaissances antérieures).

Les annexes font partie intégrante de la présente convention. Néanmoins, en cas de contradiction entre les annexes et la convention, cette dernière prévaudra.

Fait en deux exemplaires originaux

Pour la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole Le Directeur Général Vincent PONZETTO Fait à Bordeaux Le	Pour INRAE Le Président de Centre Région Nouvelle Aquitaine Bordeaux Olivier LAVIALLE Fait à Le
---	--

ANNEXE 1 : PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Mieux connaître les pertes réelles sur un réseau de distribution d'eau potable pour améliorer la gestion patrimoniale

INRAE / Régie de L'Eau Bordeaux Métropole

1. Contexte et enjeux

La performance d'un réseau de distribution s'apprécie au regard des caractéristiques du réseau et du service. Le rendement seul est par exemple difficilement interprétable et on lui préférera communément l'indice linéaire de pertes en réseau. Le linéaire de canalisations, la densité d'abonnés, mais également le nombre de branchements, sont autant d'éléments pris en compte pour analyser la performance du réseau, en termes de pertes (volumes) ou de casses/réparations de fuites (nombre).

L'indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable (indicateur P103.2B de l'Observatoire national des services publics d'eau et d'assainissement) vise pour sa part à évaluer le niveau de connaissance du réseau et des branchements ainsi que l'existence d'une politique de renouvellement pluriannuelle du service.

Les pertes, quant à elles, ne sont jamais considérées qu'en volume global (annuel ou à un pas de temps inférieur si télérelève existante par exemple) et sont sujettes à des incertitudes plus ou moins importantes. En effet, elles ne sont pas directement mesurées mais estimées à partir des volumes mis en distribution et des volumes consommés, et donc possiblement entachées d'erreur.

Ainsi, alors même que la maîtrise des pertes est au cœur des enjeux de performance et qu'elle oriente les actions d'exploitation et les investissements pour le réseau, il ressort à notre sens un manque de connaissance à leur sujet.

Les questions suivantes, pourtant essentielles dans la lutte contre les pertes, ne trouvent de réponse ni au niveau local (le service), ni au niveau global (le « réseau type ») :

- Quelle est la part des volumes perdus sur canalisations et sur branchements ?
- Quelle est la part des volumes perdus associés à des fuites visibles, des fuites repérables par la recherche de fuites et des fuites diffuses (pas repérables avec des techniques acoustiques) ?
- Est-ce que les conduites avec un risque de casse important (cf les outils statistiques ou algorithmes d'intelligence artificielle utilisés pour prioriser les tronçons de canalisation à renouveler selon leur risque de casse) présentent un niveau de pertes élevé ?
- Dans quelle plage varie le débit de perte d'une fuite sur branchement ?
- Est-ce que le débit des fuites diffuses est évolutif dans le temps ?
- ...

Le service de l'eau de Bordeaux Métropole est particulièrement concerné par cet enjeu (voir Tableau°1 ci-dessous). La performance de son réseau de distribution peut et doit être améliorée, en

comparaison des autres services de taille similaire mais avant tout pour préserver la ressource et répondre aux attentes des élus et usagers à qui des efforts sont également demandés.

		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Contrat d'objectifs
P103.2	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable	116	116	116	116	116	116	116	-
P104.3	Rendement du réseau de distribution	83,62	84,10	81,73	85,44	80,84	80,99	79,08	≥ 82 % 2026 et 2027 ≥ 85,5 % 2028
P106.3	Indice linéaire de pertes en réseau	7,52	7,46	8,83	7,02	9,38	9,22	9,96	≤ 6,7 m ³ /km/j 2026 ≤ 6,5 m ³ /km/j 2027
P107.2	Taux moyen de renouvellement des réseaux d'eau potable	0,25	0,30	0,31	0,34	0,34	0,29	0,29	>1%

Tableau 1 : Indicateurs de performance en lien avec le réseau de distribution

Pour apprécier le niveau de pertes d'un service en fonction de l'indice linéaire de pertes et de la densité d'abonnés, un référentiel a été établi par Inrae (Renaud, 2022) sur la base des données 2018 de SISPEA. L'ILP étant considéré proche de l'ILVNC, Les valeurs annuelles de l'ILP situe Bordeaux métropole à un niveau de pertes élevé ($D > 60$).

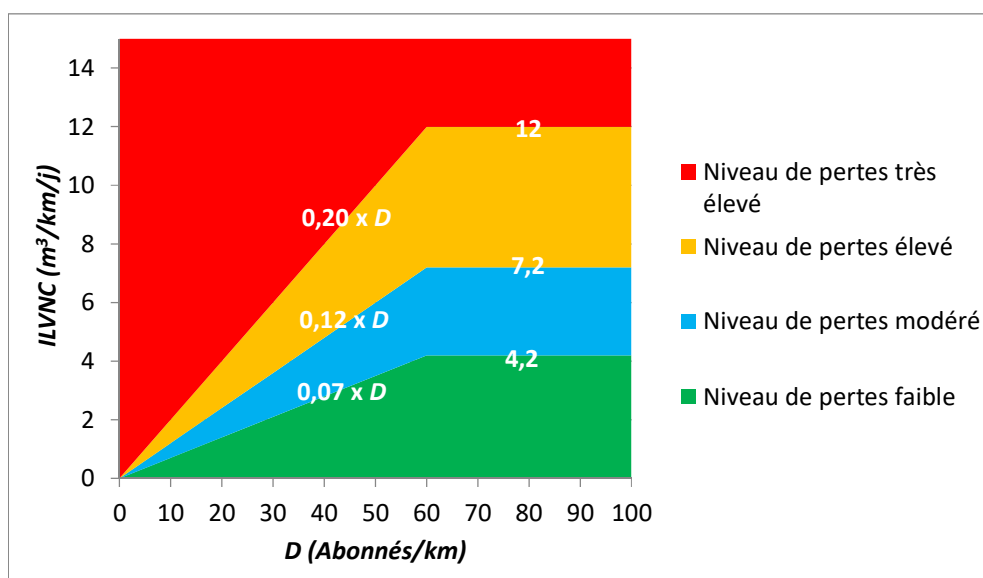


Figure 1 : Estimation du niveau des pertes en eau à partir des valeurs d'ILVNC et de D (référentiel 2018)

L'exigence de résultats et la maîtrise du prix de l'eau font que les actions les plus efficaces pour l'amélioration de la performance doivent être prioritaires et leurs effets si possible quantifiés a priori.

Quel gain sur le volume de pertes si le service double le linéaire de canalisations ou le nombre de branchements renouvelés ? Quel sera l'effet de la généralisation de la surveillance du réseau par des capteurs acoustiques ou de l'accélération de la recherche de fuites ? Ces questions sont là encore sans réponse aujourd'hui.

A titre d'exemple, un projet d'optimisation de la recherche de fuites mené en 2024 à la Régie avait pour objectif la diminution du débit de nuits sur 3 secteurs donnés. L'algorithme déployé a permis de trouver facilement des fuites, pour la grande majorité sur des branchements, mais leur réparation n'a eu qu'un très faible impact, et encore temporaire, sur le débit de nuit. Il apparaît donc dans ce cas un décalage entre les objectifs et les moyens mis en œuvre.

La Figure 2 ci-dessous présente les fuites visibles et invisibles réparées, en domaine public, depuis 2020. Quelques 900 fuites supplémentaires ont également été réparées en 2024 en domaine privé, avant compteur. La Régie enregistre un nombre de réparations 5 à 10 fois supérieur à des collectivités de taille équivalente (Eau du Bassin Rennais, Toulouse Métropole, Eau du Grand Lyon). Le nombre élevé de fuites, la surreprésentation des fuites sur branchements, ainsi que leur impact respectif sur le volume de pertes doivent être expliqués.

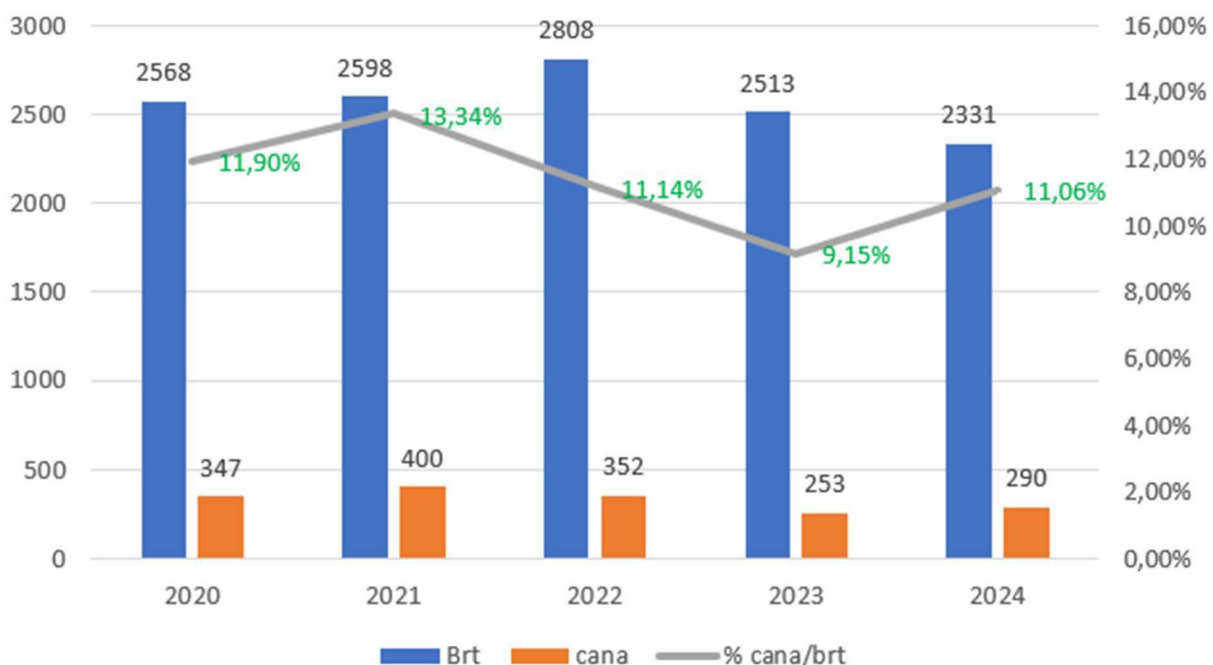


Figure 2 : Historique de la répartition des fuites réparées (domaine public)

En résumé, de la connaissance fine des pertes découlera la priorisation des actions et leur réussite. Des méthodes d'optimisation pourront dans un second temps être appliquées pour les préciser et assurer le maximum d'efficacité.

2. Objectifs du projet

L'objectif principal du projet est de catégoriser et quantifier les pertes sur un réseau d'eau potable pour orienter et anticiper le résultat des actions de gestion patrimoniale et d'exploitation.

Le Tableau 2 ci-dessous résume l'ambition finale de décomposer un volume de pertes réelles annuel total selon ces différentes catégories. Les pourcentages sont purement indicatifs et ne représentent pas la réalité du service.

	Fuites visibles	Fuites repérables	Fuites diffuses
Pertes sur canalisations	2 %	12 %	21 %
Pertes sur branchements	5%	26%	25 %
Pertes sur accessoires (vannes, ventouses...)	1%	5 %	3 %
	Réparer plus rapidement Renouveler selon le risque de casse	Améliorer la recherche de fuites et la surveillance du réseau (plus, mieux)	Renouveler le réseau, garantir la qualité des travaux, gérer les pressions...

Tableau 2 : Part des différents types de fuites dans les pertes totales - valeurs illustratives

Le projet construit avec la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole est une première étape dans l'atteinte de cet objectif. Il doit en particulier permettre de :

- Valider les outils et les méthodes (mesures sur le terrain et sur pilote en conditions maîtrisées)
- Evaluer l'impact sur l'exploitation et le réseau (disponibilité du personnel, organisation...)
- Initier un suivi pluriannuel du réseau et tirer des mesures des premières grandeurs caractéristiques des pertes
- Communiquer lors de congrès (ASTEE...) pour valoriser le projet et les résultats

La généralisation à l'échelle du service, de même que la consolidation de ratios répliquables dans d'autres services, pourront nécessiter l'acquisition de données complémentaires.

Le sujet est par ailleurs essentiellement centré ici sur la notion de débit unitaire (par fuite, par km de réseau...). L'estimation ou le calcul des volumes passe par la connaissance des durées d'écoulement, qui ne sont pas intégrées au projet. Des hypothèses pourront toutefois être formulées pour approcher au mieux les volumes à partir de l'expérience de l'exploitant et des données de la littérature.

3. Etat de l'art

Le projet n'a pas pour objectif d'améliorer la connaissance du comportement d'une fuite vis-à-vis de tel ou tel paramètre ou de comprendre les mécanismes qui définissent un niveau global de pertes. Comme dit précédemment et de manière très pragmatique, il ambitionne de décomposer le volume de pertes du réseau de la Régie de L'Eau Bordeaux Métropole en grandes catégories qui lui permettront efficacement de minimiser ces volumes.

Ainsi, les données qui se rapprochent le plus de l'objectif fixé sont celles proposées par Allan Lambert (Lambert et al., 1999) dont un extrait est proposé ci-dessous en Figure 1.

Infrastructure Component	Background (undetectable) losses	Reported Bursts	Unreported Bursts
Mains	20 litres/km/hr*	0.124 bursts/km/yr. at 12 m ³ /hour* for 3 days duration	0.006 bursts/km/yr. at 6 m ³ /hr* for 50 days duration
Service Connections to Edge of Street	1.25 litres/conn/hr*	2.25/ 1000 conns/yr. at 1.6 m ³ /hour* for 8 days duration	0.75/1000 conns/yr. at 1.6 m ³ /hour* for 100 days duration
Service Connections after Edge of Street (for 15m ave. length)	0.50 litres/conn/hr*	1.5/ 1000 conns/yr. at 1.6 m ³ /hour* for 9 days duration	0.50/1000 conns/yr. at 1.6 m ³ /hour* for 101 days duration

* all flow rates are quoted at 50m pressure

Figure 3 : Catégorisation des pertes incompressibles selon le type de fuite et le type d'élément du réseau

Il définit, pour un réseau en bonnes conditions, des ratios de pertes qualifiées d'incompressibles. Ainsi, et à titre d'exemple, il est estimé que les pertes liées à des fuites diffuses sur canalisations sont de 20 L/h/km et que pour les branchements, en domaine public, le débit est de 1,25 L/branchement/h.

Pour chaque catégorie de fuites (diffuse, repérable, visible) et chaque élément du réseau (branchements et canalisations) sont définis des débits unitaires, des fréquences d'occurrence le cas échéant et des durées d'écoulement.

Ces valeurs ont été obtenues sur un ensemble de grands services d'eau dans le monde et ne sont pas nécessairement applicables sur tous les types de territoires. Elles sont de plus censées caractériser des réseaux en bon état, ce qui n'est pas nécessairement le cas pour le réseau de la Régie.

Par essence, les fuites diffuses ne peuvent être appréhendées de façon indirecte ; ainsi, les méthodes pour les quantifier sont aujourd'hui essentiellement fondées sur l'analyse des débits de nuit de la sectorisation. La principale approche développée est celle du taux d'accroissement naturel du débit de fuite ou Natural Rate of Rise (NRR) (Kirby 2006 ; Grimshaw 2007). Le principe d'évaluation de ce taux est de calculer la pente moyenne de l'accroissement du débit de nuit d'un secteur lorsqu'aucune réparation de fuite n'est effectuée (Figure 4).

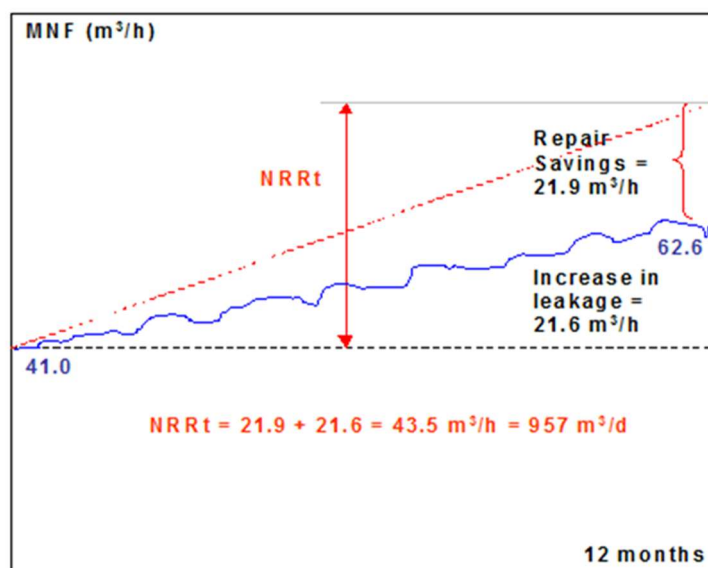


Figure 4 : Evolution naturelle des pertes (Natural Rate of Rise)(Grimshaw 2007)

En s'appuyant sur ce principe, Irstea devenu Inrae depuis, a développé dans le cadre d'une thèse (Chesneau, 2006) un modèle probabiliste de la dynamique de changement d'état des fuites qui permet à l'échelle du secteur de simuler et de prédire l'évolution des volumes de pertes associés respectivement aux fuites diffuses, détectables et manifestes (Figure 5).

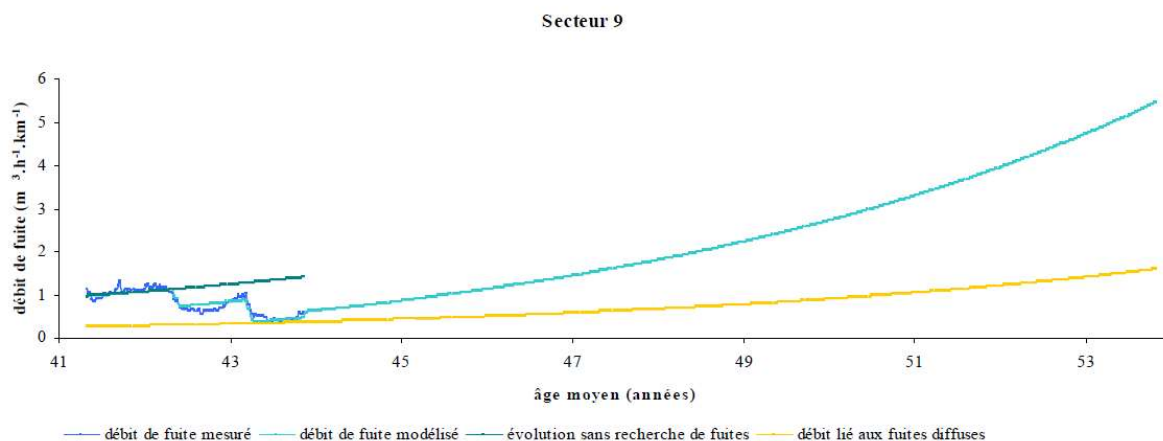


Figure 5 : Evolution naturelle du débit de fuite à dix ans (Chesneau, 2006)

Ces travaux peuvent trouver des applications opérationnelles pour identifier les secteurs où une politique de renouvellement sera le plus efficace ; néanmoins, dans le cas général les secteurs sont constitués de canalisations ayant des caractéristiques et des âges variés qui contribuent de façon inégale aux fuites.

Les approches à l'échelle du tronçon sont peu nombreuses ; la principale étude recensée (Crosbie, 2008) a porté sur l'étude des débits de fuite mesurés sur le terrain à l'échelle du tronçon un an avant et un an après des opérations de renouvellement. Des mesures effectuées avec branchements particuliers ouverts ou fermés ont permis de distinguer les contributions respectives de la conduite et des branchements au débit de fuite (Figure 6).

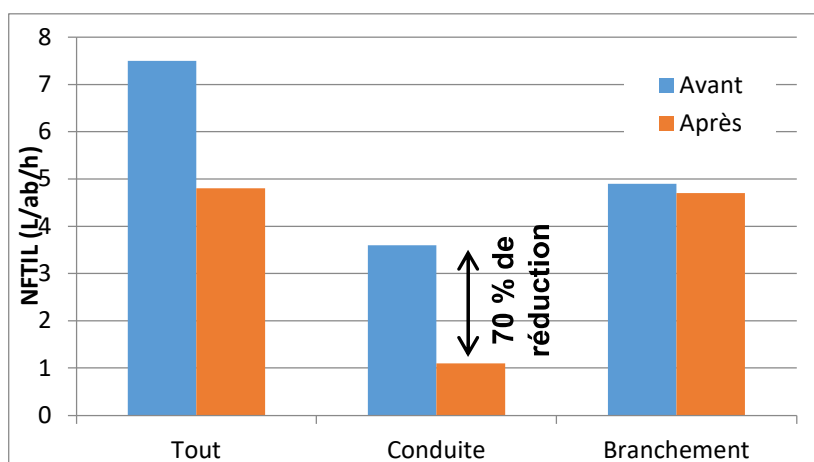


Figure 6 : Répartition des pertes sur réseau et branchements avant et après réhabilitation du réseau (Crosbie, 2008)

Ces travaux ont débouché sur une formule empirique permettant de prédire le débit de perte futur d'un secteur en fonction du débit de perte actuel et du pourcentage de linéaire de canalisations renouvelé. Compte tenu de sa méthode de construction, cette formule n'est pas applicable hors du contexte de l'étude. Des travaux restent donc à mener pour développer des méthodes permettant d'estimer la contribution d'un tronçon de canalisation au débit de fuite et ainsi pouvoir prédire l'impact de son renouvellement sur le niveau des pertes.

En dehors de ces données et du ressenti des experts, nous n'avons pas connaissance de ratios ou règles de distribution des pertes à appliquer sur le réseau de la Régie.

4. Méthode et moyens

Le projet va mobiliser deux dispositifs développés dans le cadre du projet ROC, « Renouveau Orienté des Canalisations » dont le rapport final a été publié en 2022 : le pilote fuites et le dispositif mobile de mesures. Ce projet comportait, outre un volet sur la maîtrise de la qualité de l'eau vis-à-vis du risque CVM, une partie sur la maîtrise des fuites diffuses et plus largement la connaissance des pertes. Le rapport intégral pour la partie pertes est consultable en ligne à l'adresse suivante : [Etude des pertes des réseaux d'eau potable \(ROC\) - INRAE - Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement](#)

Ce projet a été financé par l'Union Européenne, la Région Nouvelle Aquitaine, l'Agence de l'eau Adour Garonne, l'Agence de l'eau Loire Bretagne et INRAE.

Un pilote fuites a été construit pour répondre aux enjeux du projet ROC et sera réutilisé pour les besoins du présent projet (voir Figure 1 ci-dessous). Initialement prévu pour mesurer des débits de fuites sur canalisation, le montage dans le caisson eau a été adapté pour pouvoir mesurer les pertes sur branchement (voir Photo 1 ci-dessous). Le caisson sol ne sera pas utilisé compte tenu de l'ampleur des manipulations nécessaires au changement d'un branchement dans le caisson, à répéter 100 fois pour le présent projet. D'autre part l'écoulement de la fuite dans l'eau est proche de l'écoulement dans le sol au bout d'une certaine durée (fluidisation du milieu environnant la conduite).

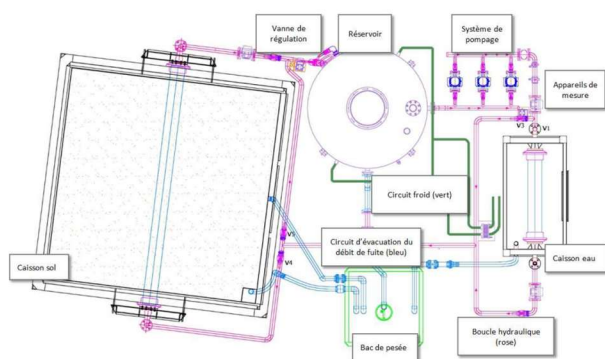


Figure 7 : Schéma et photo du pilote fuites



Photo 1 : Montage pour la mesure dans le caisson eau des pertes sur un branchement

Le pilote mesure, via une circulation d'eau en continu et en circuit fermé, les pertes liées à une fuite sur une canalisation ou un branchement. Le débit de fuite est mesuré par différence entre les mesures de débitmètres de sortie de pompe et sortie de caisson, mais également par pesage de l'eau récupérée par débordement dans un bac de pesée. La précision de cette mesure étant plus élevée, c'est le système qui sera utilisé pour l'analyse des mesures.

Le pilote permet en outre de contrôler la pression du réseau dans une gamme allant de 0 à 14 bars, le débit entre 0 et 8 m³/h et la température de l'eau entre 5 et 35°C.

Une centaine de branchements fuyards prélevés sur le terrain seront montés successivement sur le pilote pour mesurer le débit de pertes associé à chacun d'eux, dans des conditions de pression et de température maîtrisées, pour se rapprocher au mieux des conditions de l'exploitation. **Il est attendu de ces mesures l'établissement d'une fourchette de débit de pertes sur branchements, selon différentes typologies de fuites (voir chapitre 5. Organisation et calendrier du projet).**

Le dispositif mobile de mesures (voir Photo 2 ci-dessous) des pertes permet quant à lui de mesurer avec précision les pertes sur un secteur de réseau isolé. Il est constitué d'une remorque contenant un circuit hydraulique et deux cuves de 500 L chacune, qui une fois raccordés au réseau public via un point d'eau incendie (PEI) vont alimenter la fraction isolée du réseau. Un débitmètre et un suivi du niveau dans les cuves permettent de mesurer le tirage du réseau, correspondant à la fois aux pertes et aux consommations le cas échéant.

Le débit sur des plages suffisamment longues où le tirage est le plus faible, voire nul, sera assimilé au débit de pertes. Les fermetures successives de vannes au sein du secteur isolé permettent de localiser précisément les pertes à l'échelle d'un tronçon de quelques dizaines de mètres selon la configuration du réseau. De la même façon, la fermeture des branchements permettra de faire la distinction entre fuite sur canalisation et fuite sur branchement. **Ainsi, l'objectif de quantifier et catégoriser le volume de pertes sur un secteur donné pourra être atteint. Une recherche de fuite sur le réseau ayant fait l'objet des mesures sera nécessaire pour catégoriser les pertes entre fuites diffuses et fuites repérables.**



Photo 2 : dispositif mobile de mesure des pertes

5. Organisation du projet et calendrier

Le projet se décompose en 2 parties :

- Mesure des pertes sur branchements sur banc, sous-projet dit « caisson eau »
- Mesure des pertes in situ, projet dit « dispositif mobile de mesures des pertes »

5.1 Caisson eau

Un volume d'une centaine de branchements à prélever et tester dans le caisson a été retenu.

Les équipes de la Régie feront les prélèvements lors de leur activité quotidienne de réparation ou de renouvellement. Les quantités de branchement par typologies de fuite ont déjà été partagées avec les équipes d'exploitation et se décomposent comme suit (voir Tableau 3) :

	PE bande bleue	PE noir
Fuite sur tuyau	25	15
Fuite sur collier ou sangle	10	
Fuite sur robinet de prise en charge	30	
Branchements a priori non fuyards	10	10

Tableau 3 : Nombre de branchements par typologie de fuite et matériau

Afin de sécuriser le nombre cible de branchements dans chaque catégorie, des prélèvements supplémentaires seront réalisés en anticipation pour faciliter le bon déroulement du projet.

Les fuites sur la partie tuyau du branchement ne sont pas les plus nombreuses sur le réseau de la Régie mais sont a priori celles qui génèrent le plus de pertes (débit d'écoulement élevé). Il paraît donc nécessaire de disposer de nombreux branchements pour approcher au mieux le débit unitaire moyen correspondant.

La mesure d'une fuite sur collier ou sangle nécessitera le prélèvement d'un tronçon de canalisation, donc un arrêt d'eau, et est à ce titre, la plus compliquée à organiser pour la partie terrain.

Les fuites sur robinet de prise en charge sont les plus nombreuses à la Régie, même si les débits sont faibles, d'où leur représentation importante dans la distribution des types de fuites.

Enfin, il est apparu pertinent de prélever également des branchements supposés non fuyards (ie renouvelés dans le cadre d'un programme établi qui prend en compte le matériau ou l'historique de casse) afin de mesurer une éventuelle porosité du matériau (essentiellement PE noir) et de confirmer ou non l'absence de pertes.

Ces quantités sont un compromis entre le besoin de multiplier les prélèvements pour fiabiliser les valeurs mesurées et la volonté de minimiser les perturbations pour la gestion courante du réseau.

L'implication des équipes terrain dans le soin à apporter au prélèvement et l'accompagnement de la direction Recherche, Innovation et Transition Ecologique de la Régie seront les gages du bon déroulement de cette étape indispensable du projet.

Le matériel sera ensuite mis à disposition d'INRAE qui réalisera les mesures dans le hall technique du site de Cestas Gazinet.

Les mesures réalisées fin 2024-début 2025 (voir paragraphe 3. Etat de l'art) avaient permis de faire varier les paramètres température et pression :

- Mesures à 10°C et 30°C, avec confirmation de l'accroissement du débit de pertes avec l'augmentation de la température
- Paliers de pression avec montée puis redescente qui ont montré l'impact de la pression sur l'écoulement mais également la différence de comportement entre le PE bleu et le PE noir

Compte tenu du temps nécessaire pour réaliser l'intégralité de ces mesures et de la plus-value limitée des informations qui en découleraient, il a été décidé pour le projet :

- de ne pas faire varier la température et de faire la mesure avec la température moyenne de l'eau dans le réseau
- de faire uniquement la montée en pression par paliers successifs

Les prélèvements côté Régie s'étaleront pendant le premier semestre 2026. Les mesures dans le caisson pourront débuter en 2026. Elles se poursuivront au cours du premier semestre 2027. Les résultats de ce sous-projet sont attendus fin 2027.

5.2 Dispositif mobile de mesure des pertes

Le projet va s'appuyer sur les tests de faisabilité réalisés en 2025, en particulier :

- Définition des tronçons et des séquences
- Emplacements disponibles pour installation de la remorque
- Organisation pratique des mesures (horaires favorables, mobilisation du personnel, information usagers, contact ville de Gradignan...)
- Adaptations du réseau (renouvellement de vannes non étanches, prise en compte du positionnement réel des PEI...)

Le secteur de Malartic dans la commune de Gradignan a été retenu pour faire l'objet de ces mesures en raison de son linéaire relativement faible (11km), de sa composition représentative du réseau de la Métropole (essentiellement de la fonte grise) et de son unique point d'entrée/sortie ce qui assure en théorie une précision convenable de la mesure du débit de nuit que l'on va chercher à décomposer avec les mesures sur les différents secteurs. La carte ci-après (Figure 2) représente la décomposition du secteur de Malartic.

6. Livrables

Les livrables attendus pour le volet mesure des pertes in situ par le dispositif mobile sont :

Fin 2026

- Rapport annuel avec compte rendu de chacune des séquences de mesures et mise à disposition des données issues du module d'acquisition et de représentation mises en forme pour exploitation par le service de l'eau
- Cartographie synthétique des résultats
- Préconisations pour la mission de l'année suivante (travaux sur le réseau, mesures complémentaires, pistes d'amélioration...)

Fin 2027

- Rapport annuel avec compte rendu de chacune des séquences de mesures et mise à disposition des données issues du module d'acquisition et de représentation mises en forme pour exploitation par le service de l'eau
- Cartographie synthétique des résultats
- Discussion sur la possibilité de généraliser les résultats à l'échelle du service de l'eau : fiabilité et représentativité des résultats, facteurs spécifiques au réseau mesuré...

Les livrables attendus pour le volet mesure des pertes sur branchement via le caisson eau sont :

Au fil de l'eau

- Données de mesures mises en forme pour chaque branchement avec courbes associées et photos

Fin 2027

- Rapport de fin de projet avec analyse des résultats et discussion, notamment proposition d'une plage de débit unitaire associée à chaque typologie de fuite et/ou matériau, lien débit/pression

7. Financement

7.1 Partie mesure in situ

Les mesures in situ pour catégoriser et quantifier les pertes sur le secteur de Malartic à Gradignan se dérouleront sur 2 ans en 2026 et 2027 pour un montant global de deux cent quatre-vingts mille euros hors taxes (**280 k€ H.T.**).

Comme explicité ci-dessus, les tests de faisabilité ont été effectués en 2025 pour un coût de quatre-vingt-cinq mille euros (85 k€) (part INRAE), auquel s'ajoutent pour la Régie vingt mille euros (20 k€) de frais de personnel et trente-cinq mille euros (35 k€) environ de travaux pour l'adaptation du réseau et le renouvellement d'équipements défectueux. Concernant le personnel, 3 agents d'exploitation sont en effet mobilisés en permanence sur la période de 3 semaines au cours de laquelle se déroulent les mesures afin de procéder aux manœuvres de vannes sur le réseau, y compris branchements. Le projet a été piloté par une alternante sous l'encadrement d'un ingénieur.

Les années 2026 et 2027 verront se réaliser des mesures sur ces bases avec un montant équivalent soit cent soixante-dix mille euros (170 k€) pour INRAE et cent dix mille euros (110 k€) pour la Régie. La Régie autofinancera les travaux qui pourraient découler des mesures et les frais de personnel.

7.2 Partie mesure des pertes sur les branchements

Concernant les mesures des pertes sur branchements, partie caisson eau, son coût est de cent quatre-vingt-dix mille euros hors taxes (**190 k€ H.T.**).

La part INRAE est de cent quarante mille euros (140 k€ H.T.) et intègre :

- L'embauche d'un ingénieur de recherche par INRAE pour une durée de 18 mois à temps plein,
- La prise en compte de frais annexes pour l'entretien et le fonctionnement du caisson,
- Des frais de personnel pour l'encadrement et le pilotage de la mission.

La collecte du matériel et la logistique sont à la charge de la Régie et liées aux activités de réparations et renouvellements des branchements. Le pilotage du projet est également intégré à hauteur de trente mille euros (30 k€) pour la Régie.

7.3 Bilan financier pour les deux années 2026 et 2027 en k€ H.T.

k€ HT	Régie	INRAE	Total
Mesures in situ et interprétation des résultats	110	170	280
Mesures sur les branchements et interprétation des résultats	30	140	170
TOTAL	140	310	450

Tableau 5 : Décomposition des coûts du projet en k€ H.T.

Ainsi, au global, le coût du projet pour la Régie est évalué à quatre cent cinquante mille euros (**450 k€ H.T.**).

8. Bibliographie

Chesneau, O., 2006. *Un outil d'aide à la maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable : la modélisation dynamique de différentes composantes du débit de fuite*. Thèse de doctorat en Sciences de l'Ingénieur, Université Louis Pasteur, Strasbourg.

<https://archives-publications.inrae.fr/pub00021296.pdf>

Crosbie, R., 2008. *Linking distribution mains rehabilitation to performance*. UKWIR internal report 07/WM/08/36, UK Water Industry Research, Londres.

<https://ukwir.org/eng/reports/07-WM-08-36/115094/Linking-Distribution-Mains-Rehabilitation-to-Performance>

Gilbert, D., Hémion, T., Husson, A., 2022. *Etude des pertes de réseau AEP – rapport final projet ROC*. INRAE. 77p.

<https://hal.inrae.fr/hal-04701799v1>

Grimshaw, D., 2007. *NRR: The key to leakage-driven asset renewal*. Waterloss 2007, IWA publishing.

Kirby, R., 2006. *Natural Rate of Rise in leakage*. UKWIR internal report 05/WM/08/33, UK Water Industry Research, Londres.

<https://ukwir.org/eng/reports/05-WM-08-33/67030/Natural-Rate-of-Rise-in-Leakage>

Lambert, A.O., Brown, T.G., Takizawa, M., Weimer, D., 1999. A review of performance indicators for real losses from water supply systems. *Journal of Water Supply : research and Technology – Aqua*, 48(6):227-237. <https://doi.org/10.2166/aqua.1999.0025>

Renaud, E., Husson, A., Eisenbeis, P., De Grissac, B., 2022. Impacts de la densité urbaine sur les pertes en eau des réseaux d'eau potable. *TSM-1-2-2022* : 53-63.

<https://doi.org/10.36904/tsm/202201053>

ANNEXE 2 : CONNAISSANCES ANTERIEURES

INRAE : Au moment de la signature du présent contrat, aucune connaissance antérieure nécessaire à la bonne exécution du projet ne peut être mentionnée.

Régie de L'Eau Bordeaux Métropole : Au moment de la signature du présent contrat, aucune connaissance antérieure nécessaire à la bonne exécution du projet ne peut être mentionnée.