

RECHERCHE & INNOVATION

ACTIVITÉS TRANSPORT ET STOCKAGE
BILAN 2021 & PERSPECTIVES

POURQUOI CE BILAN ?

Ce document constitue le cinquième rapport de Teréga sur ses activités de Recherche & Innovation (R&I). Il synthétise les programmes stratégiques qui répondent pleinement au plan d'entreprise IMPACTS 2025 et sur lesquels se mobilisent les équipes. Ce rapport détaille les travaux engagés par Teréga SA sur les activités régulées de transport et de stockage de gaz, dont l'ensemble est soutenu par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE).

Véritable accélérateur de la transition énergétique, Teréga déploie depuis plus de 75 ans un savoir-faire d'exception dans le développement d'infrastructures de transport et de stockage de gaz. Son réseau, implanté dans le grand Sud-Ouest au carrefour des grands flux gaziers européens, comprend plus de 5 000 km de canalisations (15,7 % du réseau de transport de gaz français) et deux stockages souterrains (25,4 % des capacités de stockage nationales). L'entreprise a réalisé en 2021 un chiffre d'affaires de 488 M€ et compte environ 650 collaborateurs.

ACCÉLÉRATEUR DE TRANSITION(S)

Le constat actuel oblige à relever un double défi qui se répercute à l'échelle mondiale : la transition énergétique et la transformation numérique. Dans ce contexte, l'innovation constitue un enjeu majeur pour Teréga, afin de pérenniser son positionnement d'opérateur exemplaire d'infrastructures gazières et d'accélérateur de la transition énergétique. Ainsi, la Recherche & Innovation se met au service du plan d'entreprise IMPACTS 2025, qui doit permettre de concrétiser les ambitions de l'entreprise dans le paysage énergétique de demain. Ce plan s'articule autour de cinq axes stratégiques majeurs :

- Déployer nos offres commerciales et satisfaire nos clients
- Améliorer l'efficacité et la responsabilité
- Améliorer la reconnaissance de l'entreprise
- Accélérer notre développement et transformer nos infrastructures
- Réinventer l'ADN de Teréga

Deux initiatives structurantes en découlent : PARI 2025 (Prévention des Accidents et des Risques Industriels), qui vise l'objectif de « Zéro accident, Zéro accrochage, Zéro surprise », et BE POSITIF (Bilan Environnemental Positif), grâce auquel Teréga participe à la stratégie de neutralité carbone de la France à horizon 2050. Tous les collaborateurs de l'entreprise sont encouragés à participer à la réussite de ces programmes, mais aussi à la dynamique d'innovation globale afin que chacun puisse être reconnu comme acteur du plan d'entreprise. Au-delà, Teréga veut également inviter tout son écosystème à participer au développement de ses axes stratégiques.

SOMMAIRE

| | |
|---|-------|
| LE PLAN INNOVATION IMPACTS 2025 | P. 05 |
| INTÉGRITÉ DES INFRASTRUCTURES | P. 08 |
| PERFORMANCE ET SÉCURITÉ OPÉRATIONNELLES | P. 12 |
| MONITORING DES STOCKAGES SOUTERRAINS | P. 16 |
| SÉCURITÉ DES PERSONNES, SÛRETÉ ET CYBERSÉCURITÉ | P. 20 |
| RÉDUCTION DE NOS ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET DE NOTRE EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE | P. 24 |
| NOUVEAUX GAZ : BIOMÉTHANE ET MÉTHANE DE SYNTHÈSE | P. 28 |
| HYDROGÈNE | P. 32 |
| DÉMONSTRATEURS MULTI-ÉNERGIES | P. 36 |
| GLOSSAIRE | P. 40 |



Édito

Cécile Boesinger



Responsable R&I au Pôle Stratégie, Innovation et Développement de Teréga

« Le secteur de l'énergie fait face à des défis sans précédent afin d'atteindre les objectifs liés à la transition énergétique.

En effet, le système énergétique doit évoluer vers un mix énergétique bas carbone, renouvelable, diversifié et provenant de sources plus délocalisées, au lieu d'être un système vertical dominé par les énergies fossiles. À ce titre, le gaz et les infrastructures de Teréga se situent au cœur de ces mutations et l'innovation est un outil indispensable pour réussir cette transformation.

Par son plan d'entreprise IMPACTS 2025, Teréga s'engage à être un acteur incontournable de cette transition énergétique. La Recherche & Innovation s'inscrit pleinement dans ce cadre à un double niveau :

- l'adaptation des infrastructures à l'arrivée des nouveaux gaz (biométhane, méthane de synthèse, hydrogène) en travaillant notamment sur leur qualité, la définition des seuils d'acceptation, la gestion des nouveaux flux, etc., afin de répondre aux besoins de nos clients ;
- le développement de projets en lien avec les Smart Grids multi-énergies, dans le but de favoriser la synergie entre les différents vecteurs énergétiques (électricité, méthane,

chaleur, hydrogène...) et leurs infrastructures, afin de répondre au triple objectif de la transition énergétique, à savoir l'amélioration de l'efficacité énergétique, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'intégration d'énergies renouvelables. La flexibilité et l'adaptabilité des infrastructures de transport et de stockage de gaz font de cette ressource un maillon central du système énergétique du futur.

Bien entendu, les efforts d'amélioration continue restent des priorités fondamentales qui se poursuivent afin d'assurer la continuité de service, la sécurité d'approvisionnement et l'amélioration de la responsabilité de l'entreprise.

Cette mission permet à la R&I d'étudier et d'explorer toute nouvelle technologie, technique ou méthode pouvant favoriser l'intégrité des ouvrages, la performance des installations, la digitalisation des activités, la sécurité des personnes, la sûreté et la cybersécurité, l'efficacité énergétique ou encore la préservation de l'environnement, et ainsi de contribuer à notre force opérationnelle. »

▷ LA TRANSVERSALITÉ AU SERVICE DE L'INNOVATION

Chez Teréga, la R&I mobilise une soixantaine de collaborateurs et collaboratrices répartis sur l'ensemble des directions, depuis la veille et la prospective jusqu'à la mise en œuvre des innovations. Cette organisation interne, animée et pilotée au sein du Pôle Stratégie, Innovation et Développement rattaché à la Direction Générale, est l'une des forces de Teréga. Elle ancre l'innovation au cœur de la dynamique d'entreprise à travers le Plan Innovation IMPACTS 2025, une feuille de route R&I à horizon 2025 co-construite avec les collaborateurs de Teréga, qui définit onze programmes sur les activités régulées du transport et du stockage. Chaque programme regroupe un ensemble de projets autour d'une thématique stratégique de développement ou d'optimisation des activités, immédiatement connectée aux besoins opérationnels de l'entreprise.

« La R&I, c'est un engagement permanent ! C'est par un système de management robuste et efficace et des résultats probants que nous pérennisons le soutien de la CRE sur nos travaux de R&I. Ils nous permettent d'affirmer notre positionnement d'opérateur exemplaire et d'accélérateur de transition énergétique. »



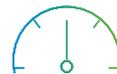
Alexy Heduin

Chargé de Recherche et Innovation

LES 11 PROGRAMMES IMPACTS DU PLAN INNOVATION 2025



INTÉGRITÉ DES INFRASTRUCTURES



ANTICIPATION DES DÉFAILLANCES



SURVEILLANCE DU RÉSEAU
ET DES TND



SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL



SÛRETÉ ET CYBERSÉCURITÉ



MONITORING STOCKAGE



RÉDUCTION DE NOS ÉMISSIONS
DE GES



INTÉGRATION TERRITORIALE ET
EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE



BIOMÉTHANE
ET MÉTHANE DE SYNTHÈSE



HYDROGÈNE



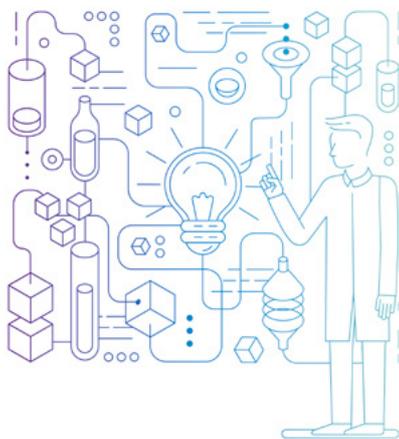
MULTI-ÉNERGIES

UN PROJET R&I, C'EST QUOI ?

Adeptes d'une recherche applicative, la R&I de Teréga porte des projets pouvant être déployés sur l'outil industriel au terme d'un processus de développement d'environ trois ans.

À ce titre, le champ de travail de la R&I est multiple et couvre trois actions possibles :

- l'amélioration et l'évolution des connaissances de Teréga et de ses pratiques ;
- les tests et la construction de prototypes pour qualifier une technologie ou une nouvelle méthodologie ;
- le premier déploiement et la réponse aux problématiques d'intégration à son environnement opérationnel.



+ de 60 collaborateurs
MOBILISÉS, C'EST ENVIRON 10 % DE L'EFFECTIF DE L'ENTREPRISE.



+ de 60 projets
RÉPARTIS SUR LES ACTIVITÉS TRANSPORT ET STOCKAGE.



3 brevets
DÉPOSÉS DANS LES DOMAINES DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE, DE LA QUALITÉ GAZ ET DU DIGITAL.



+ de 40 partenaires
AUX COMPÉTENCES COMPLÉMENTAIRES.

Indicateurs budgétaires :



INVESTISSEMENTS CAPEX R&I
• 1,4 M€ EN 2020
• 2,5 M€ EN 2021

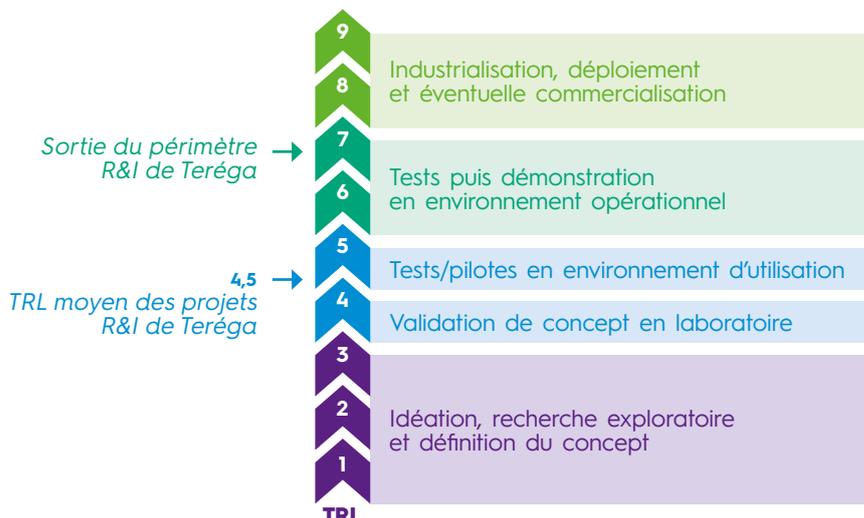


ENVELOPPES OPEX R&I (2020-2023) *
• 8,2 M€ SUR L'ATRT7
• 2,5 M€ SUR L'ATS2

* OPEX : Suite à la mise à jour fin 2021 des trajectoires d'OPEX R&I lors du guichet de mi-période tarifaire.

L'ÉCHELLE TRL

Chez Teréga, l'avancement des projets R&I est suivi grâce à un indicateur objectif et reconnu par tous : le niveau de maturité technologique ou Technology Readiness Level (TRL) en anglais. La plupart de nos projets ont un TRL compris entre 3 et 7. Cet indicateur est suivi deux fois par an. Une fois la faisabilité validée, le projet passe en phase d'industrialisation et de déploiement (TRL 8), et sort donc du périmètre R&I pour être porté par les équipes métiers concernées.



► Chez Teréga, une culture de l'innovation partagée

Depuis de nombreuses années, la R&I de Teréga mène une stratégie de partenariats diversifiée, qui vise trois objectifs majeurs :

- 1. Sécuriser, renforcer et développer les connaissances et compétences des équipes internes** sur des domaines techniques clés, avec des organismes publics ou privés de recherche, tels que l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) ou l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse (INSA).
- 2. Mutualiser les efforts** sur le long terme avec d'autres acteurs de l'énergie (GRTgaz, GRDF, Enagas, Storengy, SNAM...) sur des

problématiques similaires, notamment grâce à des groupes de travail inter-opérateurs sur des sujets structurants du cœur de métier comme l'injection d'hydrogène ou la teneur en oxygène du biométhane.

- 3. Soutenir le développement d'une technologie ou d'une méthode innovante**, créatrice de valeur pour Teréga. Il s'agit principalement de partenariats avec des bureaux d'études, PME ou start-up qui permettent de développer des solutions aux problématiques de Teréga, d'identifier de nouvelles applications et de soutenir leur développement à l'échelle industrielle.



SENGA, UN LABORATOIRE FÉDÉRANT ENTREPRISE ET RECHERCHE ACADÉMIQUE

En 2021, Teréga et l'UPPA ont créé le laboratoire commun SEnGA (Stockage des Énergies Gaz en Aquifère), dédié à l'étude du stockage géologique des gaz décarbonés. Un moyen de pérenniser un partenariat de longue date en matière de R&I et de centraliser les moyens humains, financiers et techniques autour d'une thématique stratégique pour la transition énergétique. Les deux acteurs ambitionnent ainsi de faire de cette structure un outil compétitif et reconnu internationalement dans le domaine du stockage des nouveaux gaz en réservoirs géologiques d'ici à 2025.

TENEXI : FAVORISER L'INTELLIGENCE COLLECTIVE

Déjà engagé dans de nombreuses initiatives d'Open Innovation (CITEPH, GeoEnergy Days du Pôle Avenia, etc.), Teréga a lancé depuis 2020 sa propre démarche d'innovation participative : TENEXI (Tous ENsemble EXplorons l'Innovation). Cette démarche a une double vocation :

- 1- Lancer des appels à projets en externe** pour favoriser le partage de compétences et l'élaboration de solutions industrielles d'avenir. Après une première édition portant sur la coactivité hommes-engins sur les chantiers, l'édition 2021 a permis de repérer une solution pour détecter le potentiel d'auto-inflammabilité de résidus poudreux.
- 2- Proposer des challenges en interne** pour favoriser l'émergence et la mise en œuvre de solutions pertinentes venant des collaborateurs Teréga, sur des sujets comme la valorisation des déplacements, le partage des savoir-faire ou encore la valorisation des servitudes. Une démarche qui permet à chacun de devenir acteur de l'évolution de l'entreprise.

« Avec TENEXI, nous souhaitons mettre à profit l'intelligence collective et engager l'ensemble de nos collaborateurs et parties prenantes dans la recherche conjointe de solutions innovantes, tout en faisant croître l'initiative, l'engagement et la création de valeur pour l'entreprise. »



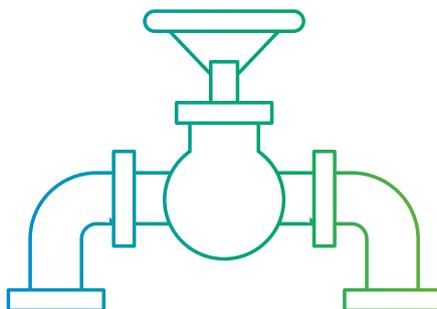
Aurélia Taupin

Chargée de Recherche et Innovation

INTÉGRITÉ DES INFRASTRUCTURES

Protéger et inspecter
les canalisations,
c'est recourir
aux meilleurs outils
et méthodes

Budget OPEX :
42 % de l'enveloppe R&I validée
par la CRE sur l'ATRT7



En tant qu'opérateur garantissant une mission de service public, il est de la responsabilité de Teréga de **maintenir la sécurité, la fiabilité et la disponibilité de ses installations**, dans un souci d'optimisation des coûts et de la performance. Avec plus de 5 000 km de canalisations, l'intégrité des infrastructures est un sujet incontournable et l'un des enjeux majeurs de Teréga, porté notamment par l'initiative PARI 2025. Le programme R&I dans ce domaine vise ainsi à développer et à mettre en œuvre des technologies innovantes pour **l'inspection des ouvrages inaccessibles** ou pour des obligations réglementaires. Il s'agit aussi d'améliorer sans cesse les connaissances sur les phénomènes de dégradation des canalisations et d'être toujours **à la pointe des techniques de protection des ouvrages** (revêtements, protection cathodique...).

« La R&I a pour rôle d'améliorer les techniques de protection et d'inspection des canalisations, car ces ouvrages présentent des challenges techniques conséquents : accessibilité, conditions d'exploitation, variabilité des environnements, etc. »



Rémi Lancien

Responsable du Service d'Inspection,
Responsable du programme R&I « Intégrité des infrastructures »

► Des projets R&I dédiés à la protection et l'inspection des canalisations

1 – Étudier les phénomènes de corrosion pour optimiser la protection cathodique

L'OBJECTIF



L'enjeu de ce projet est de mieux comprendre les facteurs de corrosion pour améliorer l'efficacité de la protection cathodique (PC).

La démarche

- Des études sont menées avec l'Institut de la Corrosion pour déterminer les critères d'efficacité de la PC dans des environnements perturbés ou des conditions particulières (nature du sol, résistivité, humidité du milieu, environnement, taille des coupons...). La performance de nouveaux revêtements est également déterminée.

- Des études ont été entreprises avec RICE (GRTgaz) pour améliorer l'évaluation du risque de corrosion en présence de courants vagabonds continus et pour caractériser les conséquences d'une coupure de PC sur la protection des canalisations.

Les bénéfices

- Renforcement de l'intégrité et amélioration de la durée de vie des infrastructures gazières.
- Amélioration des critères de performance des revêtements des canalisations vis-à-vis du risque de corrosion pour les futurs projets.

Les avancées

- Caractérisation de plusieurs dépôts calco-magnésiens.
- Meilleure compréhension de l'effet de corrosion sous écran.
- Mise en évidence de phénomènes de non-corrosion durant un temps non négligeable après arrêt de la PC.

Les développements à venir

- Poursuite des études lancées (évolution des formations calciques, mise au point d'une méthode de caractérisation du vieillissement des revêtements sur site, détermination des durées conservatives de protection en cas de perturbation de la PC...).
- Lancement de nouvelles études pour toujours améliorer l'efficacité de la PC.

L'AMÉLIORATION DE LA PROTECTION DE NOS OUVRAGES, C'EST AUSSI...

La R&I examine également de nouvelles solutions pour compléter les technologies de protection existantes.

Pour protéger certains ouvrages sensibles ou peu accessibles, Teréga teste l'usage de VCI (inhibiteurs de corrosions volatiles) pour vérifier s'ils peuvent être efficacement utilisés contre la corrosion, notamment dans les gaines.

Les équipes R&I développent aussi des solutions pour remédier aux dépôts de gel qui peuvent se créer sur la canalisation en aval des postes de livraison où les détentes entraînent un refroidissement brusque du gaz. Pour résoudre cette problématique qui peut engendrer des difficultés de manœuvre, des contraintes mécaniques ou des déformations de génie civil, un nouveau revêtement dit icephobique est en cours de développement avec la plateforme CANOË, une entité spécialisée en R&D des composites et matériaux avancés.



Dépôt de gel sur une canalisation.

2 - Innover pour inspecter les ouvrages inaccessibles ou pour se conformer aux exigences réglementaires

L'OBJECTIF



Avec ce projet, l'ambition de la R&I est d'identifier les meilleures solutions pour inspecter les points du réseau où les technologies conventionnelles sont inutilisables : les canalisations non pistonnables de petit diamètre, les gaines, les traversées spéciales sur ouvrages ou à l'air libre (TSOA). À cela s'ajoute le développement de technologies permettant de répondre aux nouvelles demandes de l'arrêté multifluide (AMF) de juillet 2020, qui impose de rechercher tous types de fissures dans les ouvrages.

La démarche

- Une nouvelle technologie non destructive d'inspection des canalisations (tomographie magnétique) est développée et testée avec la société Skipper. Les avancées sont menées et échangées en partenariat avec GRTgaz.
- Un modèle d'analyse et d'échantillonnage des gaines a été développé. Sur les 5 000 gaines non pistonnables de Teréga, il a initialement permis d'identifier 224 gaines à inspecter prioritairement sur une durée de 10 ans.
- Une collaboration est menée avec les prestataires d'inspection par piston pour accélérer les travaux sur les nouvelles technologies à développer pour rechercher tous types de fissures, aucune n'existant actuellement.

Les bénéfices

- Maîtrise de l'intégrité des ouvrages à des coûts optimisés.
- Prolongation de la durée de vie des canalisations et meilleure sélection de celles nécessitant une inspection renforcée.
- Conformité aux exigences réglementaires.

Les avancées

- Amélioration des algorithmes d'identification des défauts par tomographie magnétique mais les résultats étant encore trop faibles, Teréga fait une pause dans le développement de cette technologie.
- Poursuite des inspections de gaines prévues dans le plan à 10 ans pour confirmer le modèle développé.
- Étude de sensibilité des canalisations à la fissuration et mise en place d'une spécification dédiée.

Les développements à venir

- Test d'une nouvelle technologie de tomographie magnétique en collaboration avec GRTgaz.
- Retour d'expérience sur les inspections de gaines réalisées afin d'ajuster le modèle. Établissement d'un nouvel échantillonnage de gaines à inspecter en priorité.
- Finalisation de la spécification sur le risque fissuration en accord avec le futur guide GESIP et tests de nouveaux pistons instrumentés pour détecter les fissures.

QUELS MOYENS POUR PROTÉGER ET INSPECTER LES CANALISATIONS ?

En plus de revêtements externes spécifiques, les canalisations enterrées sont protégées des phénomènes de corrosion par des dispositifs de protection cathodique. Cette technique consiste à appliquer une tension à la surface métallique de la canalisation, pour diminuer significativement son potentiel de corrosion.

Des inspections régulières sont également nécessaires pour caractériser au mieux l'état des canalisations et/ou des revêtements.

Ce sont des opérations essentielles pour garantir l'intégrité du réseau.

Pour cela, Teréga s'appuie sur différentes techniques complémentaires :

- l'inspection par mesures électriques de surface, pour les défauts de revêtement externe ;
- l'inspection par racleurs instrumentés, pour les possibles pertes de métal et/ou déformations de l'ouvrage enterré ;
- l'excavation, pour permettre une inspection visuelle d'une zone préalablement définie.



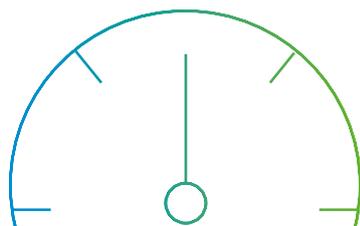
Canalisation avec indication de défauts.

PERFORMANCE ET SÉCURITÉ OPÉRATIONNELLES

Améliorer la surveillance
et la maintenance
du réseau, c'est exploiter
les capacités du digital



Budget OPEX : 4% de l'enveloppe
R&I validée par la CRE sur l'ATR7
Budget CAPEX R&I : 0,3 M€ en 2020
et 0,5 M€ en 2021



Parce que Teréga est un acteur gazier reconnu, il est de sa responsabilité d'assurer une **excellence opérationnelle en toute sécurité** pour une disponibilité et une fiabilité de ses installations à toute épreuve. C'est même une priorité incontournable que l'on retrouve dans le programme PARI 2025, « Zéro accident, Zéro accrochage, Zéro surprise ». À ce titre, la R&I œuvre sur deux programmes : **la surveillance du réseau et l'anticipation d'éventuelles défaillances ou pannes sur les installations.**

Des projets qui s'appuient sur les nouvelles opportunités qu'offre la transformation digitale (architectures numériques de big data, objets connectés, intelligence artificielle), avec en ligne de mire la mise en place d'un Système Intelligent de Surveillance des Ouvrages (SISO) permettant la supervision en temps réel du réseau.

« La mission de la R&I sur la surveillance du réseau est double : améliorer les solutions de surveillance aérienne actuellement en place et développer une solution de détection en temps réel des Travaux tiers Non Déclarés (TND). »



Natacha Merlet

Responsable EI2A (Électricité, Instrumentation, Automatismes et Analyse), et Responsable du programme R&I « Surveillance du réseau et des TND »

« C'est par la mise en place d'une maintenance prédictive optimale sur nos installations critiques que Teréga pourra non seulement être alerté lors d'un dysfonctionnement, mais aussi, grâce à l'intelligence artificielle, fournir un diagnostic des probables causes de leur défaillance. »



Ludovic Jobin

Ingénieur compression et machines tournantes et Responsable du programme R&I « Anticipation des défaillances »

► Des projets R&I pour exploiter les capacités du digital au service du réseau

1 - Améliorer la surveillance aérienne du réseau

L'OBJECTIF

Avec ce projet, la R&I poursuit sa démarche afin d'améliorer et d'automatiser la surveillance aérienne du réseau, actuellement réalisée par avion ou hélicoptère.

Sur un plan plus global, l'ambition est d'éviter les risques liés aux travaux de tiers non déclarés, à l'urbanisation, à l'envahissement par la végétation, ou aux mouvements de terrain.

La démarche

- Une nouvelle technique de surveillance aérienne est expérimentée via des survols par drone longue distance avec la société Thales.
- Des *Proof of Concept* (POC) sont lancés pour la mise en place d'une solution de surveillance optimisée par exploitation d'images satellites (détection des évolutions par comparaison successive d'images prises au même endroit).
- L'automatisation du traitement des données est étudiée pour remonter des alertes fiables et en temps réel.

Les bénéfices

- Optimisation de la sécurité et de la fiabilité de la surveillance, traçabilité des anomalies (système auditable).
- Augmentation de la fréquence de surveillance.
- Diminution de l'empreinte environnementale en supprimant les survols par avion et hélicoptère.

Les avancées

- Premiers tests de survols drone sur une distance de 40 km (vol autonome mais surveillé, sans relief, sans habitation) et préparation des tests suivants (vol autonome, plus longue distance, environnement plus difficile, potentielle détection automatique d'anomalie).
- Réalisation de deux POC de surveillance du réseau avec deux entreprises de traitement d'images satellites.

Les développements à venir

- Résolution des problématiques réglementaires de survols par drone.
- Si les POC sont concluants, développement et qualification d'un démonstrateur opérationnel avec algorithmes de traitement automatique des images satellites.

TERÉGA TESTE LA SURVEILLANCE PAR DRONE

Depuis 2020, Teréga travaille avec Thales pour étudier la mise en œuvre d'une solution de surveillance du réseau par drone longue distance, dans le respect de la réglementation de vol française et européenne. Cette solution vise à améliorer la surveillance des infrastructures hors de portée de vue, mais aussi à réduire l'impact environnemental et le coût des opérations en limitant l'utilisation d'avions et d'hélicoptères. Les technologies testées doivent permettre de suivre et de contrôler les drones de manière sûre et sécurisée dans l'espace restreint du réseau Teréga, et de traiter automatiquement les images capturées.



2 - Développer une surveillance du réseau en temps réel

L'OBJECTIF

Ce projet vise à mettre en place de nouvelles solutions de détection des situations à risques sur les ouvrages enterrés, en compléments des technologies de surveillance aérienne.

La démarche

- Une nouvelle technologie de mesure 3-en-1 par fibre optique (mesures conjointes de température, de déformation et d'acoustique) est développée avec la start-up Febus Optics et en partenariat avec TotalEnergies et SAIPEM.
- Des études sont menées pour la mise en place d'un réseau de surveillance intelligent via des capteurs autonomes intégrés dans les bornes/balises disposées le long du réseau.

Les bénéfices

- Meilleure détection à distance des agressions sur les canalisations pour une sécurité garantie.
- Amélioration de la rapidité d'intervention pour une meilleure continuité de service.

Les avancées

- Réalisation d'un banc de test pour simuler des événements à risque et constituer une base de données de signaux acquis par fibre optique. Développement d'un algorithme de classification des événements.
- Labellisation du projet de bornes/balises intelligentes par le Comité Stratégique de Filière et validation du financement par Bpifrance.

Les développements à venir

- Réalisation de tests de détection des TND sur une canalisation existante avec plusieurs fournisseurs d'analyses de mesures par fibre optique. S'ils sont concluants, sélection du meilleur fournisseur et décision de mise en œuvre sur certains ouvrages.
- Phase de développement des balises intelligentes sur des chantiers déclarés avant un éventuel déploiement opérationnel.



Balise de signalisation du réseau à Rion-des-Landes.

3 - Anticiper les défaillances sur nos installations critiques

L'OBJECTIF

Avec ce projet, la R&I veut optimiser l'exploitation des données issues des équipements industriels grâce à l'intelligence artificielle, afin d'augmenter la sécurité de certaines installations critiques.

La démarche

- Développement d'une solution 2-en-1 permettant de détecter les fuites de gaz et d'anticiper les pannes au niveau des détentes des postes de livraison.
- Exploration de solutions de maintenance prédictive, notamment sur les compresseurs, grâce à une assistance numérique basée sur de la physique et des statistiques.

- Expérimentation avec l'IoT Valley de capteurs munis d'intelligence artificielle pour mieux appréhender les vibrations complexes et aléatoires des infrastructures de surface du stockage.

Les bénéfices

- Réduction des risques opérationnels.
- Renforcement de la sécurité des installations critiques.

Les avancées

- Installation sur un premier poste de livraison du système 2-en-1.
- Installation de modules de maintenance prédictive basés sur l'analyse des harmoniques des courants électriques sur des pompes et compresseurs.

- Sourcing et première installation de capteurs de vibrations et d'une solution d'analyse adaptée au stockage en fonction des différentes configurations du réseau en injection et soutirages.

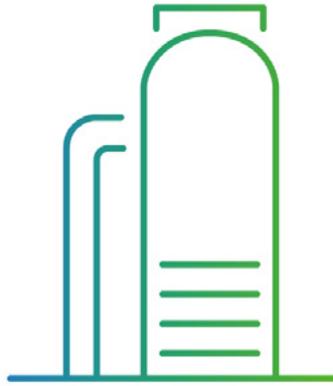
Les développements à venir

- Tests de défaillance sur le poste de livraison équipé du système 2-en-1.
- Mise en place d'un monitoring global des vibrations des compresseurs pour une maintenance prédictive sur un ou plusieurs sites.
- Déploiement des capteurs pour le monitoring des vibrations des infrastructures de stockage.
- Étude de l'industrialisation des solutions en vue de leur déploiement.

MONITORING DES STOCKAGES SOUTERRAINS

Assurer une gestion rigoureuse et maîtrisée de ces structures géologiques

Budget OPEX : 34 % de l'enveloppe R&I
validée par la CRE sur l'ATS2
Budget CAPEX R&I : 0,2 M€ en 2021



Parce que Teréga est un acteur majeur de la sécurité d’approvisionnement en énergie en France, une dimension essentielle de son activité réside dans la **bonne exploitation de ses deux stockages souterrains en aquifères, Lussagnet et Izaute**. Ils représentent en effet 25 % des capacités françaises de stockage, soit l’équivalent de plusieurs dizaines de jours de consommation à l’échelle nationale. Cela passe par le déploiement des meilleures méthodes et technologies de surveillance afin de garantir une gestion rigoureuse et maîtrisée de ces infrastructures subsurface, dans une démarche d’amélioration continue.

À travers ce programme, Teréga met ses compétences en géosciences **au service de la sécurité, de la fiabilité et de la disponibilité de ses stockages**.

« Les stockages de gaz de Teréga sont d’une importance stratégique incontestable. Il est de notre responsabilité de mettre à disposition des exploitants les meilleurs outils pour opérer en toute sécurité. »



Pierre Chiquet

Responsable du Service Géosciences et Responsable du programme R&I « Monitoring des stockages souterrains »

► Des projets R&I consacrés à la performance et à l'intégrité des stockages souterrains

Déployer des technologies de pointe pour surveiller l'étanchéité des stockages

L'OBJECTIF 5-6 TRL

Au travers de ce projet, la R&I s'intéresse au développement de solutions de surveillance efficaces et fiables pour apprécier au mieux les effets saisonniers engendrés par l'injection/soutirage de gaz, pour contrôler depuis la surface l'interface eau-gaz ou pour s'assurer de l'intégrité de la couverture géologique et des puits. Teréga travaille également sur un dispositif de surveillance industrielle et environnementale des gaz dans l'atmosphère, dans le sous-sol et à l'aplomb des stockages.

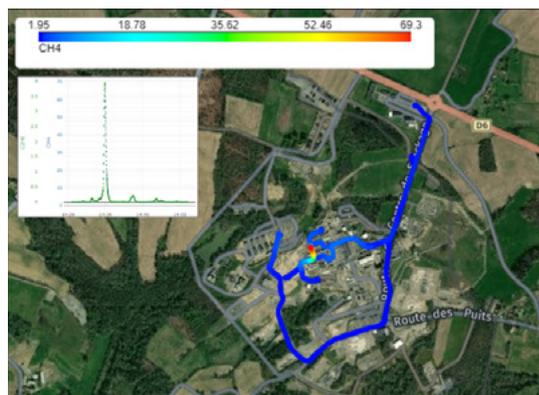
La démarche

Différentes techniques de monitoring sont explorées avant d'être déployées en environnement opérationnel :

- Participation avec Storengy et la société Géolinks au développement d'une solution de suivi sismique passif en utilisant le bruit ambiant afin de détecter les mouvements des fluides dans le sous-sol profond.
- Développement avec IFPEN d'une solution de mesures en temps réel des émissions de gaz via des capteurs et analyseurs spécifiques pour détecter des anomalies de composition au niveau du sol ou dans l'air ambiant.
- Mise en place d'outils géochimiques avec l'UPPA pour mieux caractériser les gaz des annulaires, suivre les mécanismes de biodégradation des BTEX et améliorer l'interprétation des résultats d'analyses.
- Développement et installation d'analyseurs en périphérie du stockage pour mesurer la concentration atmosphérique des molécules odorantes (notamment THT) en vue de répondre aux obligations réglementaires et de réduire les nuisances olfactives pour les riverains.

BIOGÉNIQUE OU THERMOGÉNIQUE ?

Les émissions de méthane (CH_4) aux abords des stockages peuvent avoir différentes origines. On parle d'origine thermogénique si le gaz provient des infrastructures gazières. Le méthane peut également être produit par dégradation naturelle de matière organique, on parle alors d'origine biogénique. C'est pourquoi il est important d'avoir la capacité de caractériser les gaz afin de diagnostiquer l'origine des émissions et de détecter de potentiels défauts d'étanchéité (en l'occurrence lorsque c'est du gaz d'origine thermogénique).



Visualisation géographique des émissions de CH_4 et de leur concentration sur le site de Lussagnet.

Analyseur embarqué sur un véhicule dans le cadre des campagnes d'analyse des gaz des sols.



Les bénéfiques

- Renforcement de l'intégrité des stockages souterrains de Teréga.
- Garantie d'une meilleure acceptabilité des activités de stockage de Teréga.

Les avancées

- Lancement des travaux via le CITEPH sur le suivi sismique passif : mise en place d'une couverture d'écoute sur un rayon de 6 km autour du centre de stockage de Lussagnet.
- Réalisation de 4 campagnes d'analyses des gaz des sols et amélioration des techniques d'analyse pour déterminer l'origine des gaz : pas d'émission au niveau des sols, identification de faibles pertes diffuses au niveau de certaines installations de surface.
- Préparation d'une thèse dans le cadre du laboratoire commun SEnGA et réalisation des premiers prélèvements eau/gaz pour étoffer la base de données.
- Développement et tests des premiers prototypes d'analyse du THT avant installation sur site.

Les développements à venir

- Qualification des capacités de la technologie Géolinks à suivre les mouvements de gaz et d'eau dans la couverture et poursuite éventuelle du projet CITEPH.
- Mise en place opérationnelle du suivi des gaz des sols via des campagnes d'analyse tous les deux ou trois ans.
- Lancement de la thèse sur la mise en place d'outils géochimiques opérationnels pour le suivi du stockage de gaz naturel en aquifère et potentielle application à l'hydrogène en mélange.
- Installation des premiers prototypes d'analyse du THT et autres molécules odorantes, tests et amélioration.

ÉTUDE DES MOUVEMENTS DES SOLS PAR SATELLITES

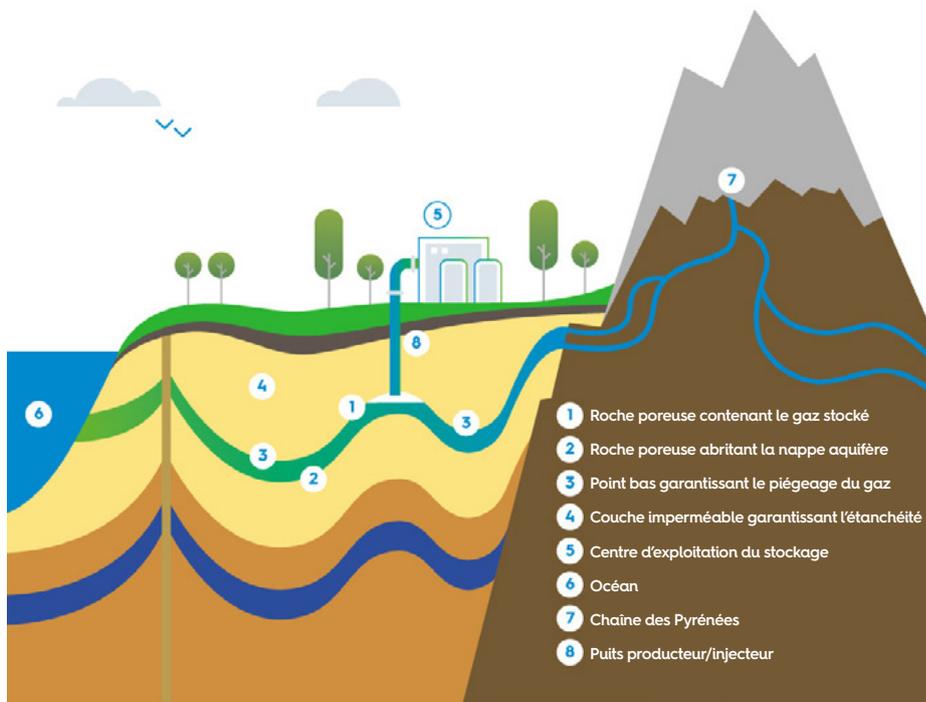
Afin d'étudier le potentiel impact des effets saisonniers d'injection et de soutirage de gaz, les équipes R&I de Teréga ont également développé un dispositif de suivi des mouvements des sols et des variations terrestres de surface. Depuis 2014, une technologie est mise au point avec la société TRE Altamira : une constellation de réflecteurs satellites au sol permettant d'utiliser une solution d'interférométrie radar. La technologie est désormais déployée opérationnellement, les déformations observées sont de très faible amplitude (8 millimètres maximum) et démontrent le faible impact en surface de l'exploitation des stockages de gaz.

LES STOCKAGES SOUTERRAINS, MAILLON STRATÉGIQUE DE LA CHAÎNE ÉNERGÉTIQUE GAZIÈRE

Les stockages souterrains de gaz permettent de faire face à la variation saisonnière de la demande en gaz naturel. Ils représentent un moyen technique efficace et économique pour la sécurité d'approvisionnement nationale et pour répondre aux fluctuations lors des pics de consommation. Les deux stockages souterrains de Lussagnet et d'Izaute exploités par Teréga se composent chacun d'une couche géologique poreuse, située à une profondeur d'environ 500 à 700 mètres. Cette roche « réservoir » est surmontée d'une roche « couverture » imperméable constituée essentiellement d'argile. L'un des principaux enjeux de ce type de stockage est de concilier la performance technique de l'outil pour le compte des fournisseurs de gaz tout en analysant les impacts piézométriques potentiels auprès

des installations des autres acteurs de la nappe : sociétés thermales, filière de la géothermie, syndicats de production d'eau potable et d'irrigation. La clé de voûte de telles infrastructures est la surveillance. En plus des puits spécifiques de

contrôle, toutes les précautions sont prises afin de disposer d'un réseau de monitoring adapté et de mesurer l'impact potentiel sur l'environnement et les eaux souterraines.



SÉCURITÉ DES PERSONNES, SÛRETÉ ET CYBERSÉCURITÉ

Assurer la sécurité
des personnes et
des biens, c'est aussi
ça la performance

Budget OPEX : respectivement 3% et 4%
des enveloppes R&I validées par la CRE
sur l'ATRT7 et l'ATS2



Parce que Teréga est un opérateur d'infrastructures gazières responsable, l'une de ses missions prioritaires est **d'assurer la sécurité des femmes et des hommes** qui travaillent sur le terrain, mais aussi celle de ses partenaires et des riverains. L'engagement de la R&I vise ainsi à déployer des moyens innovants pour **assurer des conditions de travail optimales, promouvoir la culture sécurité et prévenir les risques d'accidents.**

Parallèlement à ce sujet, Teréga lance un nouveau programme R&I pour **améliorer la sûreté et la cybersécurité, afin de se prémunir d'actes malveillants** qui pourraient avoir un impact sur les équipes, les informations ou les biens. Ces deux programmes contribuent à des composantes essentielles de PARI 2025.

« La sécurité doit être l'affaire de tous, que l'on soit sur les chantiers ou dans les bureaux. C'est notre socle commun auquel la R&I apporte une dimension complémentaire. »



Anne Chauvancy

Ingénieure Sécurité et Santé au Travail, et Responsable du programme R&I
« Santé et Sécurité au travail »

« La sûreté et la cybersécurité, ça bouge tout le temps ! Il faut être à la pointe des méthodes/technologies pour identifier les risques, mieux les maîtriser et devancer tout acte de malveillance. »



Vincent Verquère

Chargé de la Sûreté Opérationnelle des sites et Responsable du programme R&I « Sûreté et Cybersécurité »

► Des projets R&I pour mettre la technologie au service de la sécurité des personnes

1 - Déployer des solutions innovantes pour réduire les accidents sur chantier

L'OBJECTIF

À travers ce projet, la R&I vise à mettre en place des solutions innovantes pour réduire les risques concernant la coactivité hommes/engins sur les chantiers. Un sujet prioritaire pour l'entreprise, qui concerne aussi bien les collaborateurs Teréga que les intervenants extérieurs.

La démarche

- Des expérimentations sont menées directement sur le terrain avec la société Reckall sur un système anticollision entre engins mobiles et piétons sur les chantiers.
- Des travaux sont en cours avec les sociétés Atouts HSE et ST37 pour étudier le développement d'une solution d'analyse visuelle des personnes et objets sur site grâce à des caméras intégrant des algorithmes d'intelligence artificielle.

Les bénéfices

- Réduction des accidents et des incidents durant les phases chantier.

Les avancées

- Finalisation du premier appel à projet d'Open Innovation TENEXI, lancé en 2020 par Teréga sur la coactivité homme-engin qui a permis d'identifier les partenaires.
- Tests terrain de la solution Reckall sur deux chantiers.
- Lancement d'une étude de faisabilité technique avec Atouts HSE et ST37.

Les développements à venir

- Qualification de la pertinence des différentes solutions avant poursuite des développements.
- Identification de nouvelles idées pour améliorer la sécurité des personnes.



Mise en fouille d'une canalisation sur un chantier.

L'OPEN INNOVATION POUR SÉCURISER CERTAINES OPÉRATIONS DE MAINTENANCE

Lancée par Teréga en 2021, la deuxième édition du challenge d'Open Innovation TENEXI portait sur la gestion des risques associés aux opérations de maintenance, et notamment à celles faisant régulièrement apparaître des résidus sous forme de poudres (lors du changement des filtres sur les postes de sectionnement et de livraison ou lors d'opérations de raclage des canalisations). Ces « poudres noires » présentent un potentiel d'auto-inflammation qu'il est important de pouvoir détecter dès leur extraction afin de prendre toutes les mesures de sécurité nécessaires.

Le lauréat du challenge, la société INGEN, a proposé une méthode de discrimination des poudres par densité pour confirmer la présence ou non de soufre, composé majeur impliqué dans ces réactions. Cette solution sera développée et validée dans un projet R&I avant d'être déployée sur le terrain si les tests se révèlent concluants.



2 - Déployer des solutions innovantes pour protéger les travailleurs isolés

L'OBJECTIF

Avec ce projet, la R&I vise à améliorer la protection des collaborateurs de Teréga, notamment lorsqu'ils sont amenés à travailler seuls ou qu'ils sont exposés à des risques divers sur le terrain (chutes, rencontres d'animaux sauvages, malaises...).



Prototype de semelle connectée.

La démarche

- Pour protéger les travailleurs isolés, une collaboration est en cours avec TotalEnergies et la start-up TRAXxs pour développer des semelles connectées capables de détecter une perte de verticalité et de déclencher un appel à l'aide, voire pour alerter en cas d'évacuation.

Les avancées

- Lancement des premiers tests de semelles connectées dans plusieurs cas d'applications.
- Début des travaux d'atexisation de la solution avant tests terrain.

Les développements à venir

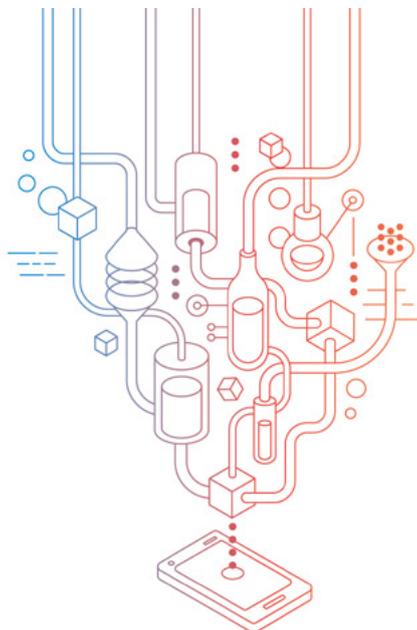
- Identification de nouvelles idées pour améliorer la sécurité des personnes.

Les bénéfices

- Amélioration de la protection des travailleurs isolés et réponse à une obligation réglementaire.



Collaboratrice Teréga travaillant sur le site de stockage de Lussagnet.



AMÉLIORER LA SÛRETÉ ET CYBERSÉCURITÉ DES ACTIVITÉS DE TERÉGA

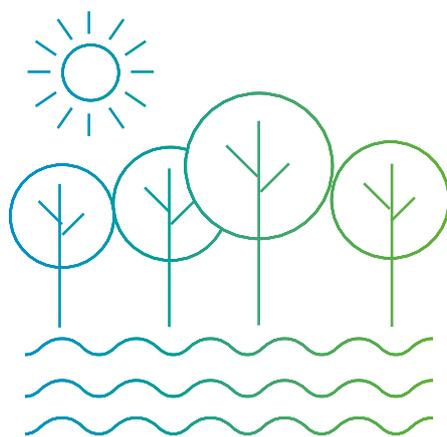
La recrudescence d'actes malveillants, notamment de type cyberattaques, concerne aussi Teréga. Étant donné la nature de ses activités, il est de son devoir d'engager des actions directes pour lutter contre ces nouvelles menaces afin d'assurer la sûreté des installations et la cybersécurité des systèmes industriels et informatiques.

C'est pourquoi les équipes R&I ont lancé un programme dédié à cette nouvelle priorité, avec comme objectif de déployer d'ici à 2025 des solutions innovantes pour anticiper, maîtriser, réduire les menaces et limiter l'impact que pourrait avoir un acte malveillant sur les équipes, les informations ou les biens.

RÉDUCTION DE NOS ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET DE NOTRE EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE

Mesurer, éviter, réduire et compenser les impacts

Budget OPEX : respectivement 9% et 5%
des enveloppes R&I validées
par la CRE sur l'ATRT7 et l'ATS2
Budget CAPEX R&I : 0,2 M€ en 2020
et 1,2 M€ en 2021



Parce que Teréga est un opérateur responsable, l'entreprise veille particulièrement à limiter son empreinte environnementale en appliquant la méthode ERC : éviter, réduire et compenser les impacts que peuvent avoir ses activités. L'ensemble des directions et la R&I sont ainsi mobilisées autour d'une démarche ambitieuse : BE POSITIF, à travers laquelle Teréga participe à la stratégie de neutralité carbone de la France à horizon 2050.

Pour contribuer à cet objectif, la R&I développe puis déploie, au travers de deux programmes R&I, des **méthodes innovantes de réduction des émissions de gaz à effet de serre, d'amélioration de l'efficacité énergétique et de réduction des impacts sur la biodiversité**. Des recherches sont également menées depuis plusieurs années pour démontrer l'innocuité du stockage de gaz naturel vis-à-vis du niveau piézométrique et de la qualité chimique de la nappe aquifère. Des actions indispensables pour favoriser l'acceptabilité sociétale des activités de l'entreprise.

« La R&I se donne pour objectifs d'accompagner et d'améliorer l'intégration territoriale des infrastructures et de limiter leur impact environnemental. À ce titre, le programme intègre plusieurs projets en lien avec BE POSITIF. »

Laëtitia Mahenc



Responsable du Département Environnement, Responsable du programme R&I « Intégration territoriale et Empreinte environnementale », Responsable du programme BE POSITIF en 2021

« Certifiée ISO 50001 depuis 2014, Teréga a fait de l'efficacité énergétique et de la réduction de ses émissions l'une de ses principales préoccupations. »

Éric Bouley



Responsable du Service Procédés, Responsable du programme R&I « Contrôle de nos émissions de gaz à effet de serre et Efficacité énergétique »

▷ Des projets R&I pour réduire l'impact environnemental des activités de Teréga

1 - Déployer des solutions de réduction des émissions de méthane

L'OBJECTIF

Avec ce projet, la R&I veut tester différentes technologies pour limiter et récupérer les émissions directes de méthane liées à l'exploitation du réseau, tout en maintenant un même niveau de service. Du fait de ses activités, les émissions de méthane sont la principale source de gaz à effet de serre (GES) chez Teréga et sont donc au cœur des actions menées par les équipes R&I. Les développements se concentrent d'abord sur les émissions les plus importantes (venting des compresseurs, décompressions de tronçons de canalisations pour travaux ou maintenance), puis les plus modérées (notamment détection et réduction des pertes diffuses).

La démarche

- Des solutions sont en cours de déploiement ou déjà en service pour limiter le « venting », la mise à l'atmosphère de gaz suite à l'arrêt d'un compresseur ou pour travaux sur un tronçon de canalisation.
- Des études sont menées pour limiter les pertes diffuses, des émissions fugitives issues d'équipements en fonctionnement normal (garnitures de compresseur, vannes ou brides par exemple). Ces fuites très disparates sont difficiles à mesurer, à quantifier et à récupérer.

Les bénéfices

- Amélioration de la responsabilité de Teréga qui diminue notablement son empreinte environnementale en respectant et en allant même au-delà de ses engagements réglementaires.

Les avancées

- Une unité de recompression mobile innovante (MOBILE COMP), totalement adaptée aux besoins de Teréga, a été construite et mise en service. Elle permet de récupérer plusieurs dizaines de milliers de tonnes eqCO₂ chaque année.

- Dans le cadre du projet BEST (Bas Emissions Stations de compression), quatre unités de recompression (RECOMP) ont été mises en service pour récupérer les émissions lors des venting des stations. Conjointement, un pilote de Système de Récupération des Gaz de Garnitures (SRGG) a été mis en service pour récupérer le gaz au niveau des garnitures des compresseurs. Le projet BEST permettra à terme d'éviter près de 15 % des émissions de GES de Teréga par rapport à 2019.

Les développements à venir

- Lancement d'études sur la récupération des émissions liées aux décompressions plus modérées.
- Installation puis tests d'une nouvelle technologie de garnitures étanches à l'azote (cf. encadré).
- Comparaison des performances technico-économiques des différentes solutions avant déploiement sur les autres stations de compression.



Mobile Comp, le camion de recompression de Teréga, sur une opération à Urgosse (32).

GARNITURE À L'AZOTE, UNE SOLUTION D'ÉTANCHÉITÉ POUR LES COMPRESSEURS ?

Les pertes diffuses sont un enjeu prioritaire pour réduire les émissions de GES de Teréga. C'est pourquoi, en parallèle du projet SRGG, une alternative est étudiée : la solution CodaDGS. Celle-ci consiste en une nouvelle technologie de garniture à l'azote, qui permettrait de supprimer totalement les fuites et, de fait, les émissions de méthane liées à l'activité normale des compresseurs.

2 - Poursuivre les efforts pour être référent sur la gestion environnementale

L'OBJECTIF 3 TRL

Ce projet R&I vise à tester, puis déployer des solutions pour améliorer les pratiques de Teréga dans la préservation de la biodiversité et de l'environnement, que ce soit sur les chantiers ou lors de l'exploitation des installations. Il est important pour Teréga de rester proactif en innovation afin de pérenniser et de renforcer la gestion environnementale de ses activités.

La démarche

- Des solutions plus respectueuses de l'environnement sont étudiées pour remédier à l'utilisation des produits phytosanitaires pour l'entretien des sites.
- Une méthodologie nommée MERCIe (Méthode d'Évaluation Rapide de Compensation des Impacts écologiques) a été développée avec l'Université de Montpellier et la DREAL Occitanie. Elle est utilisée pour évaluer les pertes et les gains écologiques résultant de projets d'aménagements et des mesures compensatoires associées.
- Des solutions innovantes sont étudiées pour mettre à profit les servitudes au service de la biodiversité mais aussi comme vecteur d'intégration sociétale.

Les bénéfiques

- Optimisation des coûts liés à l'entretien des installations.
- Anticipation de la réglementation et meilleure acceptabilité sociétale de la part des parties prenantes et des riverains.

Les avancées

- Début des tests de solutions alternatives aux produits phytosanitaires : paillage minéral, sable, chaux.
- Lancement d'un challenge d'innovation interne sur la valorisation des servitudes.

Les développements à venir

- Réalisation de tests complémentaires avec des produits alternatifs de biocontrôle et déploiement d'une ou plusieurs solutions sur les sites Teréga si les résultats sont concluants.
- Test avant mise en œuvre des idées lauréates du challenge innovation sur l'usage des servitudes.
- Investigation de nouveaux cas d'applications pour réduire les impacts des activités de Teréga.

LA R&I... VECTEUR D'INTÉGRATION SOCIÉTALE

En tant que gestionnaire d'infrastructures gazières de stockage en subsurface, Teréga doit travailler sur l'acceptabilité sociétale de cette activité. Une première ambition de la R&I porte sur le développement et la promotion de méthodes innovantes pour favoriser l'engagement des parties prenantes, notamment les populations, dans un dialogue constructif autour des filières exploitant les milieux souterrains (y compris avec des nouveaux gaz). Une démarche incarnée par le projet GÉFISS (Gouvernance Élargie pour les Filières d'Ingénierie du Sous-Sol).



LA R&I POUR PROUVER L'INNOCUITÉ DES STOCKAGES SOUTERRAINS

Afin de maîtriser l'impact de ses stockages sur la nappe aquifère et d'améliorer l'acceptabilité de ses activités, Teréga mène des travaux de recherche sur deux axes principaux.

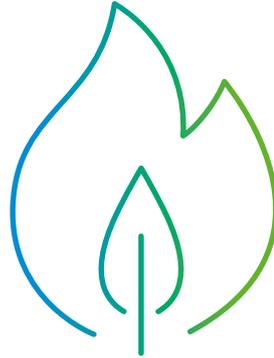
D'un côté, l'entreprise est associée depuis plus de 20 ans à l'UPPA et Storengy pour démontrer l'innocuité du stockage de gaz naturel vis-à-vis de la qualité chimique de la nappe aquifère. Finalisée en 2020, cette collaboration a mis en évidence l'existence de micro-organismes capables de biodégrader directement dans le sous-sol certains composés indésirables du gaz naturel. Avec la transition énergétique, de nouveaux axes de recherche ont été identifiés pour faire suite à ces études (notamment en lien avec l'arrivée de biométhane ou d'hydrogène).

Par ailleurs, Teréga souhaitait mieux connaître le fonctionnement des aquifères nord-pyrénéens dans la perspective d'une gestion harmonieuse avec les autres exploitants de la nappe (thermalisme, géothermie, production d'eau potable et irrigation). Pour cela, plusieurs études faisant appel à des disciplines diverses des sciences de la Terre ont été lancées pour faire progresser les connaissances du sous-sol. Via cette collaboration, nommée GAIA, avec le Bureau des Ressources Géologiques et Minières (BRGM) et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (AEAG), des outils de modélisation et d'aide à la décision ont été développés puis partagés en toute transparence, au bénéfice de tous.

NOUVEAUX GAZ : BIOMÉTHANE ET MÉTHANE DE SYNTHÈSE

Favoriser leur intégration, c'est travailler au mix énergétique de demain

Budget OPEX : respectivement 9% et 4%
des enveloppes R&I validées par la CRE
sur l'ATRT7 et l'ATS2
Budget CAPEX R&I : 0,8 M€ en 2020
et 0,6 M€ en 2021



Parce que Teréga veut affirmer le gaz comme une énergie d'avenir, en droite ligne avec les objectifs de la transition énergétique, les initiatives se poursuivent pour **favoriser l'intégration du biométhane et du méthane de synthèse dans les infrastructures de transport et de stockage.**

Il est en effet prioritaire de se préparer à l'arrivée croissante de ces nouveaux gaz dans les réseaux existants avec le développement de procédés comme la méthanisation, la pyrogazéification, la méthanation ou encore la gazéification hydrothermale.

Ainsi, la R&I étudie la composition de ces nouveaux gaz pour s'assurer qu'elle est bien compatible avec toutes les installations de transport et qu'elle ne remet pas en cause l'intégrité des structures géologiques des stockages souterrains. Les équipes R&I participent aussi à des projets collaboratifs visant à étudier différents procédés de production de gaz renouvelables pour s'assurer de la bonne qualité du gaz obtenu.

« Nous souhaitons être proactifs dans l'adaptation de nos infrastructures aux nouvelles technologies en lien avec les filières des gaz renouvelables. C'est l'une des priorités de notre démarche d'innovation et de notre plan d'entreprise. »



Guilhem Caumette

Ingénieur Environnement - Recherche - Énergie, Responsable du programme R&I « Biométhane et Méthane de synthèse »

▷ Des projets R&I pour favoriser l'intégration des gaz renouvelables

1 - Étudier les impacts du biométhane sur les installations

L'OBJECTIF



Teréga poursuit ses efforts de R&I afin de favoriser l'injection de biométhane dans les infrastructures gazières en surveillant l'impact à long terme sur les installations de transport et les stockages souterrains.

La démarche

- Des campagnes de mesures des composés traces du biométhane sont réalisées sur des sites d'injection (projet CARABIO avec GRTgaz, Storengy et GRDF).
- Un banc de prélèvement haute pression et des analyses spécifiques sont mises au point avec l'UPPA pour caractériser les éléments traces présents dans le biogaz et le biométhane.
- Des témoins de corrosion sont installés au niveau des postes d'injection de biométhane de Teréga pour tester l'impact de l'O₂ sur les canalisations.

RÉDUIRE LA TENEUR EN O₂ DU BIOMÉTHANE

Le biométhane présente des teneurs en oxygène supérieures à celles du gaz naturel. Fortement liées aux techniques de désulfuration du biogaz, c'est le principal facteur de corrosion présent dans le biométhane. Il est donc nécessaire de trouver des technologies permettant de maîtriser sa teneur sur la chaîne gazière. Les opérateurs de réseaux et de stockages GRTgaz, GRDF, Storengy et Teréga ont joint leurs efforts pour échanger sur cet enjeu technique et ont lancé un appel à projets Open Innovation afin d'identifier des solutions opérationnelles innovantes de désoxygénation qui pourront être déployées dès 2024.

- Des tests de corrosion sont menés en laboratoire pour déterminer l'intégrité des puits du stockage en présence d'O₂ (projet CorrO2 mené avec l'UPPA et Storengy).
- Les conditions d'un stockage aquifère sous pression sont reproduites en laboratoire afin d'évaluer les effets de l'O₂ à différents taux sur le réservoir géologique et les micro-organismes du sous-sol (projet RINGS-1 avec l'UPPA, Storengy, SNAM et Enagas).
- Après retrait des témoins de corrosion un an puis trois ans après leur installation, aucun impact de corrosion majeur n'a été observé sur l'acier du réseau de transport.
- Mise en évidence de vitesses de corrosion non nulles dans les conditions de stockage de Teréga mais qui pourraient être compatibles avec la durée de vie des puits, selon les premières estimations.
- Finalisation des expériences RINGS-1 : un impact a été identifié sur la microbiologie du sous-sol pour de fortes teneurs en O₂ (1 %) dans les conditions de stockage de Teréga.

Les bénéfices

- Amélioration de l'intégration de biométhane dans le réseau, en anticipant les potentielles contraintes opérationnelles.
- Assurance d'une qualité gaz conforme à la réglementation et aux spécifications techniques.

Les avancées

- Sur les 75 campagnes de mesures réalisées, plus de 500 composés traces ont été analysés. Pas d'impact sanitaire ou de perte d'intégrité identifiés sur les infrastructures.
- Finalisation de la construction du banc de prélèvement haute pression et co-dépôt d'un brevet sur la cartouche de prélèvement. Utilisation du banc pour les campagnes de mesures des métaux dans le gaz.

Les développements à venir

- Poursuite des campagnes d'analyse de nouveaux sites d'injection de biométhane.
- Interprétation des expériences complémentaires de RINGS-1 avec des teneurs plus faibles en O₂ afin d'affiner la compréhension des impacts potentiels.
- Préparation de la suite des expériences RINGS-1 avec le lancement d'une nouvelle thèse (RINGS-2).
- Lancement des travaux sur la désoxygénation (cf. encadré).



Banc de test de corrosion du projet CorrO2 dans le laboratoire de l'UPPA.

2 - Étudier la qualité et les impacts du méthane de synthèse sur les installations

L'OBJECTIF 5 TRL

À travers ce projet, la R&I renforce ses connaissances des différents procédés de méthanation (biologique, catalytique ou autre). L'objectif est de faire l'évaluation technologique, économique et réglementaire de ces dispositifs susceptibles de contribuer aux Smart Grids multi-énergies. En participant à différents projets collaboratifs ancrés dans son territoire, Teréga promeut localement le développement des filières de production de gaz renouvelables.

La démarche

- Des études expérimentales (performance du procédé, impacts environnementaux, composition du gaz...) sont menées avec GRTgaz, Storengy et GRDF sur le site de pyrogazéification semi-industrielle de la plateforme GAYA de Saint-Fons.
- Différents projets innovants de méthanation sont lancés avec la participation de Teréga (voir encadré sur la plateforme SOLIDIA).

Les bénéfiques

- Promotion de l'injection de méthane de synthèse et développement d'une expertise en qualité gaz.
- Optimisation de la production de biométhane grâce à des solutions de valorisation énergétique du CO₂.

Les avancées

- Projet d'hydrogénation électrolytique (SOLARVI) : poursuite des essais en laboratoire avec de premières molécules d'H₂ produites, résultats encourageants et optimisation du pilote avant production de méthane.
- Projet de méthanation biologique (DEMETHA) : lancement des études en laboratoire et conception du pilote.
- Projet de méthanation renouvelable solaire (MARS) : identification des mécanismes réactionnels clés et conception de différents designs de réacteurs.
- Projet de méthanation catalytique (METHAMAG) : lancement du projet et conception du pilote.
- Projet de méthanation biologique de maturité plus avancée (CO2METH) : abandon car pas de viabilité économique pour le projet.

Les développements à venir

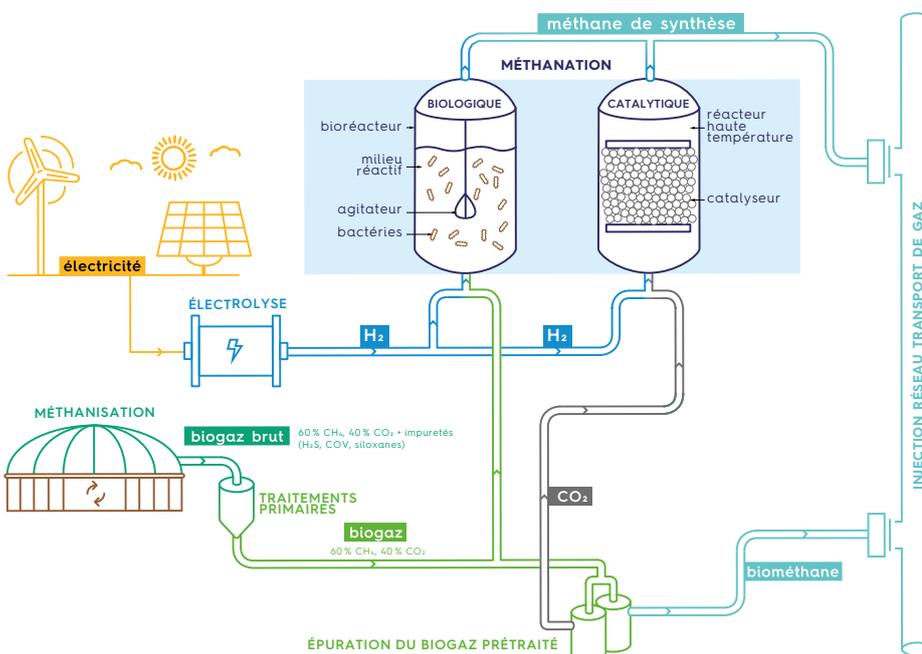
- Finalisation des essais sur la plateforme GAYA.
- Construction de la plateforme SOLIDIA et installation des pilotes DEMETHA et METHAMAG pour lancer les essais.
- Qualification technico-économique et réflexions quant à la réalisation de démonstrateurs à l'échelle supérieure des projets MARS et SOLARVI.



LA PLATEFORME SOLIDIA, « TERRE » DE PILOTES...

Située au cœur du territoire de Teréga, à Bélesta-en-Lauragais (31), la plateforme SOLIDIA aura pour objectif d'accueillir les pilotes de nouvelles technologies d'épuration du biogaz, de méthanation et de contrôle de la qualité gaz. Directement raccordée à l'arrivée de biogaz du site de méthanisation de Cler Verts, elle doit permettre de développer la filière des gaz renouvelables. SOLIDIA sera pilotée par l'INSA de Toulouse pour laquelle Teréga met à disposition son savoir-faire en matière de construction et d'exploitation d'infrastructures gazières, expertise indispensable pour la réussite d'un tel projet. La construction débutera en 2022.

BIOMÉTHANE ET MÉTHANE DE SYNTHÈSE

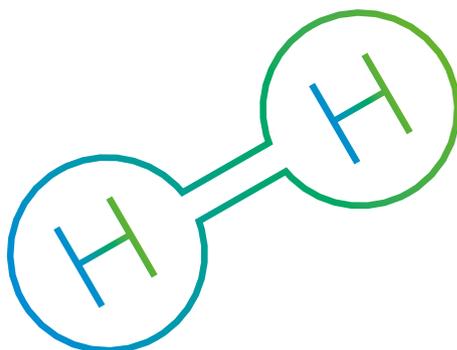


SOLIDIA
BIOGAZ

HYDROGÈNE

Participer au développement d'un nouveau vecteur énergétique

Budget OPEX :
respectivement 23% et 31%
des enveloppes R&I validées
par la CRE sur l'ATRT7 et l'ATS2



Parce que Teréga souhaite accompagner les stratégies nationales et européennes relatives à l'hydrogène décarboné, de nombreux projets R&I sont menés pour faciliter l'intégration de cette nouvelle molécule dans le réseau gazier, en mélange avec du gaz naturel ou à plus long terme dans des canalisations dédiées. Les études portent principalement sur la **compatibilité à l'hydrogène des infrastructures de transport et de stockage existantes**, mais aussi des équipements et des procédés associés. Ce travail doit permettre de définir les conditions d'acceptabilité, les potentiels verrous technologiques à résoudre et les éventuelles adaptations à envisager pour accompagner le développement du vecteur hydrogène. La proactivité de Teréga dans ce domaine est primordiale pour faciliter la décarbonation de l'énergie en permettant une circulation fiable et sécurisée de l'hydrogène entre producteurs et consommateurs, que ce soit en France ou à travers l'Europe.

« La R&I est la clé de voûte pour mener à bien la première phase indispensable d'études, calculs, essais et tests qui nous permettront demain d'assurer en parfaite sécurité l'injection, le transport et le stockage d'hydrogène dans nos infrastructures. »



Émeline Quarin

Coordonnatrice des études Hydrogène

► Des projets R&I pour favoriser l'intégration de l'hydrogène dans les infrastructures gazières

1 - Étudier les impacts de l'injection d'hydrogène en mélange sur les installations de transport

L'OBJECTIF



Ce projet R&I a pour objectif de caractériser les impacts potentiels de l'injection d'H₂ dans les infrastructures de transport de Teréga afin de définir les zones propices à l'injection, le meilleur taux de mélange avec le gaz naturel et l'adaptation des spécifications gaz.

La démarche

- Des études et tests sont menés sur le mélange H₂/gaz naturel pour mieux comprendre son impact sur l'intégrité et la métallurgie des canalisations existantes.
- Des tests sont réalisés pour anticiper la compatibilité et l'étanchéité à l'H₂ des équipements, des matériels gaziers et des infrastructures annexes.
- De nombreux échanges avec les autres opérateurs gaziers français et européens sont organisés (veille réglementaire et technologique, définition de critères d'acceptabilité communs, partage des retours d'expérience).

Les bénéfices

- Maîtrise de la qualité des gaz injectés et étude des impacts associés.
- Anticipation de potentielles contraintes opérationnelles.
- Préparation à de futures sollicitations de clients pour injecter/transporter de l'H₂ dans les canalisations de Teréga.

Les avancées

- Production d'une cartographie permettant de visualiser la compatibilité des canalisations par seuils d'H₂ acceptables et en fonction de la PMS (Pression Maximale de Service).
- Poursuite des tests d'intégrité à différents taux d'H₂ avec l'Institut Pprime (ténacité, propagation des fissures...).
- Lancement d'essais d'étanchéité de divers équipements, notamment sur un banc de tests à l'hélium développé par Teréga et via un projet collaboratif CITEPH avec le CETIM (projet cofinancé avec ENGIE, Storengy, GRTgaz, SAIPEM, TotalEnergies et Cameron France).

- Lancement d'études sur la performance des autres équipements et matériels gaziers en collaboration avec les différents fournisseurs (notamment des compressoristes). De nombreux autres contacts/tests sont réalisés afin de mener une revue exhaustive avant de pouvoir fournir des conclusions adéquates quant à la compatibilité du réseau.

Les développements à venir

- Lancement d'un projet sur le test de matériels gaziers en présence d'H₂ sur la plateforme FenHyx avec GRTgaz.
- Finalisation des différents tests et essais, partage avec les autres opérateurs, publication des préconisations et définition des taux acceptables d'H₂ en fonction des conditions du réseau.
- Développement de solutions de mitigation et/ou de nouveaux matériels si nécessaire.

LES OPÉRATEURS S'ALLIENT AUTOUR DES THÉMATIQUES LIÉES À L'HYDROGÈNE

L'hydrogène a pris une place de plus en plus importante dans les projections énergétiques françaises et européennes. Afin d'anticiper au mieux l'intégration de cette molécule bas carbone dans les infrastructures gazières, les opérateurs d'infrastructures gazières français se sont réunis au sein d'un Groupe de Travail interopérateurs afin de se concerter sur une stratégie commune de R&D&I. Ce GT, composé de Elengy, GRDF, GRTgaz, Régaz, R-GDS, Storengy et Teréga, permet également de mutualiser/partager certains travaux, notamment les réflexions en cours sur le protocole de conversion des infrastructures existantes à l'H₂, qui pourrait faire l'objet d'un guide commun et qui serait validé par l'Administration. Des projets font l'objet de coopérations et de cofinancements portant sur des cahiers des charges et des offres communes, d'autres sont judicieusement répartis pour, ensuite, échanger les conclusions.



Enceinte sous pression d'hydrogène avec éprouvette de traction.

2 - Préparer et sécuriser l'injection d'hydrogène en mélange dans les stockages

L'OBJECTIF



Au travers de différents projets, la R&I a pour objectif de caractériser les impacts potentiels de l'H₂ sur les activités de stockage de Teréga, qu'il s'agisse des infrastructures de surface (puits, procédés...) ou des réservoirs géologiques (interactions géochimiques et biologiques avec les composantes du sous-sol ou la nappe aquifère). Ces études de compatibilité permettront, à terme, de déterminer les zones propices à l'injection d'H₂, ainsi que la pression et les taux de mélange les plus adaptés.

La démarche

- Les conditions d'un stockage aquifère sous pression sont reproduites en laboratoire afin d'évaluer les effets de l'adjonction d'H₂ à différents taux sur le réservoir géologique et les micro-organismes du sous-sol (projet RINGS-1 avec l'UPPA et Storengy).
- Le comportement mécanique des aciers des puits est évalué sous une atmosphère d'H₂ (sèche et humide), à température ambiante et avec des impuretés (projet TROPHY en collaboration avec Storengy, IFPEN et l'Institut de la Corrosion).

Les bénéfices

- Préparation à l'injection d'H₂ dans les stockages en garantissant leur intégrité et leur performance.
- Anticipation de potentielles contraintes opérationnelles.

Les avancées

- Finalisation des expériences RINGS-1 : simulation de l'impact de l'H₂ dans les conditions de stockage de Storengy.
- Intégration de SNAM (Italie) et ENAGAS (Espagne) dans le projet RINGS pour partage des résultats.
- Lancement de la collaboration TROPHY pour une durée de 3 ans.

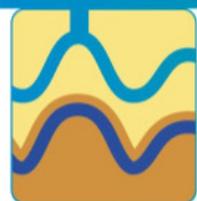
Les développements à venir

- Interprétation des expériences RINGS-1 et préparation de la suite des expériences avec le lancement d'une nouvelle thèse (RINGS-2).
- Réalisation des essais expérimentaux TROPHY et partage des résultats avec d'autres opérateurs.
- Recensement des matériels installés sur les puits et étude de leur compatibilité en collaboration avec les différents fournisseurs.

DE LA MÉTHANOGENÈSE DANS LES STOCKAGES ?

Dans les aquifères profonds servant au stockage de gaz, on peut trouver du CO₂ présent naturellement dans l'eau et dans les minéraux carbonatés, mais aussi dans le gaz naturel qui en contient environ 1 %. Il est donc fort probable que des micro-organismes présents en subsurface aient la faculté de consommer l'H₂ et le CO₂ comme sources d'énergie et de carbone, et de les transformer en CH₄ : c'est la réaction de méthanogenèse. Teréga souhaite mieux comprendre ces mécanismes et les quantifier en vue d'évaluer les modifications générées par ce type de bactéries sur les propriétés du gaz restitué aux expéditeurs (modification du pouvoir calorifique et de la composition du gaz) mais aussi sur la performance du stockage (évolution de la pression de fond). À cette fin, un pilote de laboratoire va être co-construit et cofinancé avec l'UPPA pour réaliser ces expérimentations.

FEUILLE DE ROUTE HYDROGÈNE ET DOMAINES D'EXPERTISE



INFRASTRUCTURES STOCKAGE

- Métallurgie
- Procédés
- Design des installations

STOCKAGE ET PUIITS

- Métallurgie
- Réservoirs

CANALISATION ET MÉTALLURGIE

- Nouveaux réseaux et protocoles de conversion
- Acier, soudures et revêtements
- Soudage en charge
- Cartographie H₂
- Zones d'effets

COMPRESSION

- Compatibilité et design des compresseurs

MATÉRIELS GAZIERS

- Métallurgie
- Étanchéité et performances

EI2A*

- ATEX
- Compatibilité et étalonnage (analyseurs transactionnels, instrumentation, chaîne de comptage, détection F&G, odorisation, ...)

UTILISATEURS FINAUX

- Compatibilité réseau aval
- Sensibilité clients industriels
- Capacités réseaux

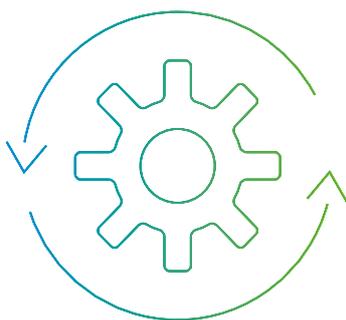
* EI2A : élec, instrum, automatisation, analyse.

DÉMONSTRATEURS MULTI-ÉNERGIES

Accélérer la transition
énergétique, c'est
préparer le futur...
aujourd'hui

Jupiter 1000 :
Budget CAPEX R&I régulé Teréga :
2,2 M€ dont 0,2 M€ en 2020

Impulse 2025 : Budget CAPEX R&I
régulé Teréga de la phase 1 :
0,3 M€ dont 0,2 M€ en 2020-2021



Parce que Teréga s'engage pour accélérer la transition énergétique, c'est logiquement que la R&I s'intéresse à **l'intégration des réseaux et aux Smart Grids multi-énergies**. Pour améliorer l'efficacité énergétique des territoires, les différents réseaux d'énergies (électricité, gaz naturel, chaleur, froid et/ou eau) ne peuvent plus être considérés indépendamment. Convaincu que les réseaux gaziers ont un rôle central à jouer dans l'équilibrage de la demande en énergie, Teréga est engagé depuis 2014 aux côtés de GRTgaz sur le premier démonstrateur français de Power-to-Gas, Jupiter 1000. En 2019, l'entreprise va plus loin en lançant la première phase d'IMPULSE 2025, son projet de grande ampleur sur les systèmes multi-énergies intelligents.

« En permettant le stockage massif d'électricité sous forme de gaz, le Power-to-Gas représente une véritable opportunité pour le développement des énergies renouvelables. »



Mathieu Russac

Responsable du département études et projets, Responsable du projet JUPITER 1000 pour Teréga

« Le réseau de gaz offre la possibilité de faire le lien entre les différentes énergies et de choisir la bonne énergie pour le bon usage au bon moment. Le multi-énergies c'est une nouvelle approche nécessaire à la transition énergétique. »

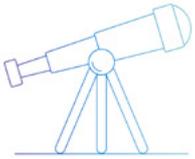


Antoine Simonnet

Responsable de projets multi-énergies, Responsable du projet IMPULSE 2025

▷ Des projets R&I pour préparer l'avenir du gaz

1 - Participer au premier démonstrateur français de Power-to-Gas : Jupiter 1000



L'OBJECTIF

Avec ce projet, Teréga affirme sa volonté – avec plusieurs autres partenaires dont GRTgaz – de démontrer la capacité des infrastructures gazières comme moyen d'équilibrage et de soutien aux réseaux électriques, via le Power-to-Gas. Ainsi, le projet Jupiter 1000 a pour but d'étudier la conversion des surplus d'électricité renouvelable en hydrogène vert via électrolyse de l'eau, puis en méthane de synthèse par combinaison avec du CO₂ capté sur des fumées industrielles. Un projet qui met en avant la complémentarité entre les réseaux de gaz et d'électricité en associant différentes briques technologiques (captage de CO₂, plusieurs technologies d'électrolyse, méthanation).

La démarche

- Des compétences sont acquises dans l'ensemble des domaines techniques et opérationnels liés au Power-to-Gas.
- Des tests vont permettre de valider les technologies d'injection d'hydrogène dans le réseau, la production et l'injection de méthane de synthèse, la capture et valorisation de CO₂.
- La viabilité du modèle économique du Power-to-Gas, le contexte réglementaire et le pilotage intelligent du système complet sont étudiés.

Les bénéfiques

- Intégration des énergies renouvelables maximisée et valorisation des surplus d'électricité.
- Garantie de la sécurité, de la qualité et de la continuité d'approvisionnement en énergies nouvelles.
- Anticipation des sollicitations de futurs clients.

Les avancées

- Tests d'injection d'H₂ en mélange dans différentes configurations.
- Installation de l'unité de méthanation.
- Premiers tests d'envoi de consignes à distance.

Les développements à venir

- Finalisation de la brique de captage de CO₂, construction de la canalisation CO₂ et début des tests de méthanation.
- Mise en service de l'installation complète, tests de pilotage à distance et caractérisation de l'optimum économique.



Électrolyseur.

LES PREMIERS ENSEIGNEMENTS

Avec la mise en service des briques technologiques de production d'hydrogène, de mélange et d'injection sur le réseau gazier, les premiers tests ont pu être lancés. De premières données ont ainsi été obtenues sur le fonctionnement et la performance de l'électrolyseur alcalin. Elles pourront par la suite être comparées à celles de la technologie PEM, et être intégrées dans la modélisation de pilotage intelligent de production de ce gaz.

Les premiers travaux exploratoires visant à identifier et lever les verrous techniques liés à l'injection d'H₂ n'ont à ce stade démontré aucun impact sur les utilisations industrielles en aval du démonstrateur pour des faibles taux d'H₂ dans le gaz naturel (concentration inférieure à 2% vol.). L'étude environnementale menée en parallèle a également permis de préciser les bénéfiques du Power-to-Gaz en termes de bilan énergie et gaz à effet de serre.

Projet soutenu par :



Les partenaires du projet :



2 - Déployer un système multi-énergies intelligent : IMPULSE 2025 (Innover et Mobiliser Pour Unifier Les Systèmes Énergétiques)

L'OBJECTIF

Avec ce projet, Teréga veut déployer un « système multi-énergies intelligent » permettant d'optimiser en temps réel la consommation énergétique d'une plateforme industrielle en favorisant les échanges entre les différents acteurs via les réseaux. Il s'agit ainsi de valoriser toutes les énergies et d'utiliser la meilleure pour chaque usage, en maximisant l'intégration d'énergies renouvelables locales. IMPULSE 2025 est un projet R&I mené en partenariat avec l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), une référence internationale en matière d'optimisation multi-objectifs, et l'UPPA, reconnue pour ses compétences avancées en thermique et simulation dynamique de procédés.

PROCHAINE ÉTAPE : LE DÉMONSTRATEUR !

La Phase 2 d'IMPULSE 2025 consistera en la construction d'un démonstrateur pour prouver la faisabilité opérationnelle du concept de réseaux multi-énergies et confirmer les gains estimés. Le démonstrateur intégrera de plus l'ensemble des infrastructures numériques nécessaires pour offrir une solution de pilotage optimale et intelligente du système. Différents partenaires, notamment des acteurs industriels et des équipementiers, seront associés à cette phase, ce qui permettra de déployer les différentes briques technologiques identifiées pour optimiser le système. Par la suite, ce démonstrateur pourra également faire office de plateforme de test pour déployer des technologies encore peu matures à tester sur un périmètre bien défini.

La démarche

- En Phase 1 du projet (2019 à 2022), un outil d'optimisation et de modélisation est développé pour identifier les configurations optimales d'un système multi-énergies en fonction des objectifs de performance visés.
- De nombreuses briques technologiques sont étudiées et modélisées (Power-to-Gas, Heat-to-Power, cogénération...).
- Une solution numérique est développée en parallèle pour optimiser et piloter le système multi-énergies en temps réel.

Les bénéfices

- Montée en compétence sur la conception, l'exploitation et le pilotage d'un système multi-énergies.
- Identification des meilleures briques technologiques permettant l'intégration des réseaux.
- Identification du rôle à jouer dans l'écosystème multi-énergies et sur le rôle à venir des réseaux d'énergie.
- Développement de nouvelles filières.
- Décarbonation de plateformes industrielles et renforcement de leur attractivité.

Les avancées

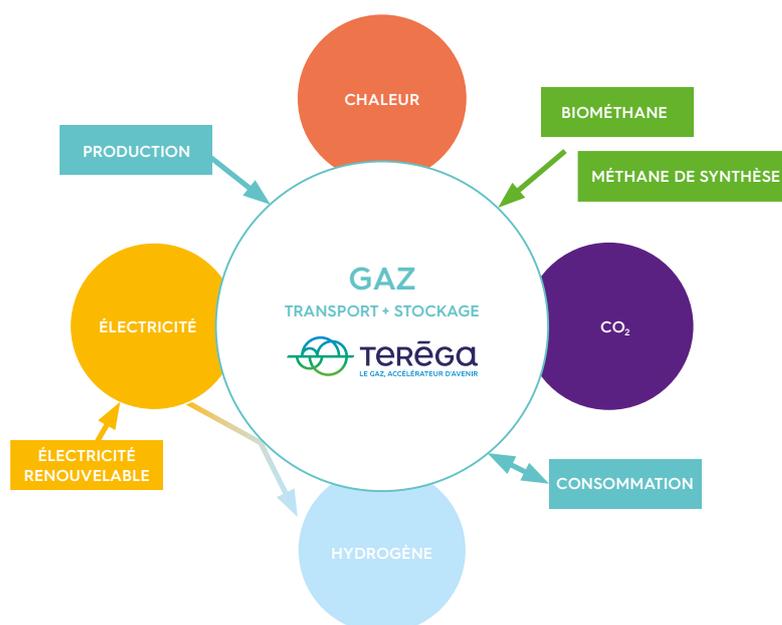
- Poursuite du travail conjoint avec l'EPFL et l'UPPA : intégration de nouvelles briques technologiques dans les modèles techniques en statique, montée en compétences sur le logiciel de simulation et optimisation du système.
- Premières études de modélisation dynamique.

Les développements à venir

- Finalisation de la phase 1 et utilisation des outils développés pour optimiser un écosystème industriel défini comme cas pilote.
- Préparation de la phase 2 du projet, validation du site de démonstration et application de la méthodologie IMPULSE 2025 en environnement opérationnel.



LES INFRASTRUCTURES DE TERÉGA AU CŒUR DES RÉSEAUX ÉNERGÉTIQUES



Projet soutenu par :



Projet labellisé par les pôles de compétitivité :



Projet intégré au contrat :



GLOSSAIRE



Atexisation

Certification d'un équipement, système ou composant afin de le rendre conforme aux normes européennes pour une utilisation en zones à ATmosphères EXplosives (ATEX).

Compensations environnementales

Ensemble d'actions en faveur de l'environnement permettant de contrebalancer les dommages causés par la réalisation d'un projet qui n'ont pu être évités ou réduits.

Corrosion

Processus électrochimique venant détériorer les canalisations en acier.

Courants vagabonds

Influences électriques liées aux voies ferrées électrifiées à proximité d'une canalisation. Dans ces conditions, la canalisation peut être soumise à une accélération significative des phénomènes de corrosion.

Électrolyse

Procédé de conversion d'une énergie électrique en énergie chimique. L'électrolyse de l'eau permet la production d'hydrogène.

Éléments traces

Composés présents dans le gaz à de très faibles concentrations mais présentant de potentiels risques pour les activités de Teréga.

Gaine

Fourreau en acier ou en béton qui permet de protéger les canalisations enterrées des différentes contraintes mécaniques engendrées par l'environnement externe en certains points singuliers du réseau (les voies ferrées, les autoroutes ou les fleuves).

Garniture

Composant d'un compresseur qui assure l'étanchéité dynamique entre les parties tournantes (arbre rotatif) et l'enceinte sous pression de l'équipement.

Gazéification hydrothermale

Procédé thermochimique à haute pression (210 à 350 bars) et haute température (360 à 700 °C) qui permet de convertir des déchets organiques liquides en gaz de synthèse. Ce procédé peut servir à traiter les digestats de méthanisation.

Guide GESIP

Guide méthodologique professionnel édité par le GESIP (Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques) que Teréga utilise pour la construction, la surveillance et la maintenance de son réseau de canalisations.

Hydrogénation électrolytique

Procédé qui permet de transformer directement, de façon presque instantanée, dans un électrolyseur haute pression et haute température, de l'hydrogène produit in situ et du CO₂ en différents produits chimiques (dont du méthane).

Imagerie satellitaire radar

Technique d'imagerie embarquée sur un satellite qui utilise le domaine des micro-ondes. Par rapport à l'imagerie satellitaire optique, cette technique permet de travailler quelles que soient les conditions météorologiques (peu sensible aux nuages) et à toute heure du jour et de la nuit.

Machine learning

Technologie relevant de l'intelligence artificielle qui permet à un ordinateur d'apprendre de façon automatique, de faire des prédictions statistiques à partir d'un ensemble de données qu'on lui fournit.

Maintenance prédictive

Maintenance prévisionnelle basée sur l'anticipation de pannes et défaillances qui permet de donner l'état de dégradation d'un équipement avant sa détérioration complète.

Méthanation

Procédé industriel (biologique ou catalytique) qui consiste à faire réagir du dioxyde de carbone ou du monoxyde de carbone avec de l'hydrogène, afin de produire de l'eau et du méthane. Ce dernier est appelé méthane de synthèse.

Outils géochimiques

Méthodes de détermination, d'analyse et de quantification des éléments chimiques présents dans les roches, les minéraux, les eaux et les gaz terrestres. C'est une méthode basée sur une combinaison d'expertises en géologie et en chimie.

Poste de détente

Matériel ayant pour fonction d'abaisser la pression du gaz acheminé par le réseau de transport à des niveaux de pression utilisables par les clients (réseaux de distribution publique, industriels).

Power-to-Gas

Procédé industriel qui consiste à transformer les surplus d'électricité issue d'énergies renouvelables en hydrogène par électrolyse. Cet hydrogène peut être soit injecté directement dans le réseau de gaz naturel en mélange, soit utilisé en tant que tel, soit transformé par méthanation en méthane de synthèse en le combinant avec du dioxyde de carbone capturé par ailleurs.

Proof of Concept (POC)

Méthode qui permet d'évaluer rapidement le potentiel et la faisabilité dans un contexte réel d'une idée, d'un outil ou d'un produit.

Protection cathodique

Technique de « protection active » contre la corrosion. Elle est obtenue par l'application d'une tension à la surface métallique de la canalisation pour diminuer son potentiel de corrosion, jusqu'à un niveau suffisamment faible et acceptable où la vitesse de corrosion du métal est réduite de manière significative.

Pyrogazéification

Procédé thermochimique qui consiste à chauffer des déchets (biomasse sèche) à très haute température (de 800 à 1500 °C) en absence ou en défaut d'oxygène afin de produire des gaz de synthèse.

Revêtement icephobique

Revêtement qui réduit l'adhérence de la glace sur une surface.

Servitudes

Bandes de terrain de 6 à 10 mètres de largeur centrées sur l'axe des canalisations de transport. Elles sont entretenues fréquemment et toutes constructions ou plantations de plus de 2,7 mètres y sont interdites.

Test de ténacité

Caractérisation du comportement d'un matériau à la rupture en présence d'une entaille. Cela correspond à la quantité d'énergie qu'un matériau peut absorber avant de rompre.

THT

TétraHydroThiophène, molécule utilisée pour l'odorisation du gaz naturel.

Tomographie magnétique

Technologie d'inspection qui permet de détecter des anomalies sur des canalisations enterrées à partir d'un signal magnétique depuis la surface.

Travaux de tiers Non Déclarés (TND)

Travaux effectués par des tiers à proximité des canalisations n'ayant pas fait l'objet de Déclarations réglementaires de projet de Travaux (DT) ou de Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT).

Traversée Spéciale sur Ouvrages ou à l'Air libre (TSOA)

Section de canalisation non enterrée (protégée ou non par une gaine) constituant des points singuliers au sens de l'étude de danger (canalisation accrochée sur une structure de génie civil, en autoportée, dans un caniveau, en galerie ou tunnel...).

TERÉGA remercie la CRE pour son soutien en matière de R&I lui permettant ainsi de préparer l'avenir des activités de transport et de stockage de gaz.

Conception et réalisation : SEQUOIA Textes : TERÉGA Photographies : Luc Hautecœur, Jean-Michel Ducasse, Philippe Boulze, Éric Traversié, Fonroche Biogaz, PPRIME, Febus Optics, Thales, Skipper NDT, DR. **Ont contribué à ce rapport** : Cécile Boesinger, Alexy Heduin, Aurélia Taupin, Rémi Lancien, Natacha Merlet, Ludovic Jobin, Pierre Chiquet, Anne Chauvancy, Vincent Verquère, Laëtitia Mahenc, Éric Bouley, Guilhem Caumette, Émeline Quarin, Mathieu Russac, Antoine Simonnet et Géraldine Planas ainsi que la Direction Communication de TERÉGA. **Juin 2022**



Siège social : 40, avenue de l'Europe • CS 20522 • 64010 Pau Cedex • France
8, rue de l'Hôtel de Ville • 92200 Neuilly-sur-Seine • France
Tél. +33 (0)5 59 13 34 00 •  @Teregacontact • www.terega.fr