

# Rapport d'activités 2021

Recherche, développement & innovation de GRTgaz



# Sommaire

03  
Édito

04

Présentation de GRTgaz et de RICE

06

Une RD&I organisée pour relever de grands enjeux

08

La direction Innovation

12

Les faits marquants

14

Nos cinq programmes de RD&I

16

Optimiser le fonctionnement, l'exploitation et la sécurité du système gazier

24

Réduire les impacts environnementaux de la chaîne gazière

30

Préparer les réseaux à l'arrivée des méthanes renouvelables

36

Prospective énergétique, pilotage et optimisation des réseaux

42

Préparer les réseaux à l'arrivée de l'hydrogène

## Édito



**Pierre Blouet,**  
Directeur de RICE

« Des programmes de RD&I restructurés pour mieux préparer la transition avec le monde décarboné de demain »

**Enjeu climatique, objectif bas carbone, mobilité durable... l'industrie gazière est entrée dans la troisième révolution du gaz et redessine son modèle à l'échelle européenne et mondiale.**

Depuis plusieurs années, RICE accompagne cette transformation et permet l'accélération de l'intégration des gaz renouvelables et de l'hydrogène dans le mix énergétique. Ainsi, nos compétences, nos moyens d'essais et nos outils de modélisation ouvrent la voie, lèvent les verrous technologiques et impulsent la transformation des infrastructures énergétiques d'aujourd'hui vers celles qui seront utiles demain.

Pour mieux répondre aux enjeux fondamentaux de la chaîne gazière et du transport en particulier, la RD&I de GRTgaz a été restructurée en 2021 en cinq programmes (contre 13 en 2020) recentrés et plus lisibles. Trois d'entre eux sont désormais directement en lien avec la transition énergétique : deux entièrement dédiés à la préparation des réseaux à l'arrivée de nouveaux gaz

décarbonés (méthanes renouvelables pour l'un, dihydrogène pour l'autre) ; le troisième consacré à la réduction de l'impact des activités gazières. Quant aux deux derniers programmes, ils préparent également le futur en se focalisant respectivement sur la sécurité des infrastructures gazières (OPTISE) et la conception des outils de pilotage et de dimensionnement de demain qui accompagneront cette mutation (PREPARE).

Ces programmes sont soutenus par des moyens d'essais exceptionnels qui se sont vus compléter en 2021 par l'inauguration de notre plateforme d'essais et de tests H<sub>2</sub> FenHyx (traction, perméation, vieillissement) qui vient compléter le démonstrateur de GRTgaz, Jupiter1000 (électrolyse et bientôt méthanation).

C'est cette transformation profonde que les Ingénieurs et techniciens de RICE rendent possible, avec, en ligne de mire, un avenir énergétique sûr, abordable et neutre pour le climat.

« RICE réalise des prestations pour GRTgaz et met aussi son expertise et ses savoir-faire au service d'autres opérateurs gaziers. »



**GRTgaz est l'un des leaders européens du transport de gaz et un expert mondial des systèmes gaziers.**

En France, l'entreprise exploite plus de 32 000 km de canalisations enterrées pour transporter le gaz des fournisseurs vers les consommateurs raccordés à son réseau (gestionnaires des distributions publiques qui desservent les communes, centrales de production d'électricité et plus de 700 sites industriels).

GRTgaz assure des missions de service public visant à garantir la continuité d'acheminement et propose à ses clients des prestations d'accès au réseau et d'amélioration de leur performance énergétique.

Acteur de la transition énergétique, GRTgaz investit dans des solutions innovantes pour accueillir sur son réseau un maximum de gaz renouvelables, y compris l'hydrogène, soutenir ces nouvelles filières et contribuer ainsi à l'atteinte de la neutralité carbone.

**32 527 km**  
à fin 2021 en France

**630 TWh**  
de gaz naturel  
transporté en 2021

**3 390 salariés**

**46 sites biométhane**

injectant dans le réseau GRTgaz  
soit une capacité totale  
de 1,2 TWh/an

**30,2 M€**  
Budget RD&I en 2021



**RICE, acronyme de Research & Innovation Center for Energy, est le centre de recherche créé le 31 décembre 2017 par GRTgaz.**

Ses missions : concevoir, piloter, réaliser des projets de Recherche, Développement & Innovation (RD&I) pour GRTgaz et/ou des clients externes, principalement des opérateurs d'infrastructures gazières.

À ce titre, RICE assure la cohérence des efforts de RD&I avec les objectifs de l'entreprise, est force de propositions sur les orientations RD&I de GRTgaz, est à l'écoute des directions métiers et éclaire leurs prises de décision, coordonne les activités de RD&I de GRTgaz et en assure le suivi, le reporting et la communication.

**100**  
docteurs, chercheurs  
et techniciens

**77 inventions**  
représentant  
350 brevets

**8 thèses**  
en cours en 2021

**3 sites de RD&I**  
(Villeneuve-La-Garenne,  
Alfortville et Fos-sur-Mer  
pour Jupiter 1000)

# Une RD&I organisée pour relever de grands enjeux

Tourné vers la transition énergétique, GRTgaz réalise des activités RD&I pour sécuriser, optimiser et préparer l'intégration des énergies renouvelables et bas carbone dans le mix énergétique. Et ce, à travers cinq programmes de recherche.



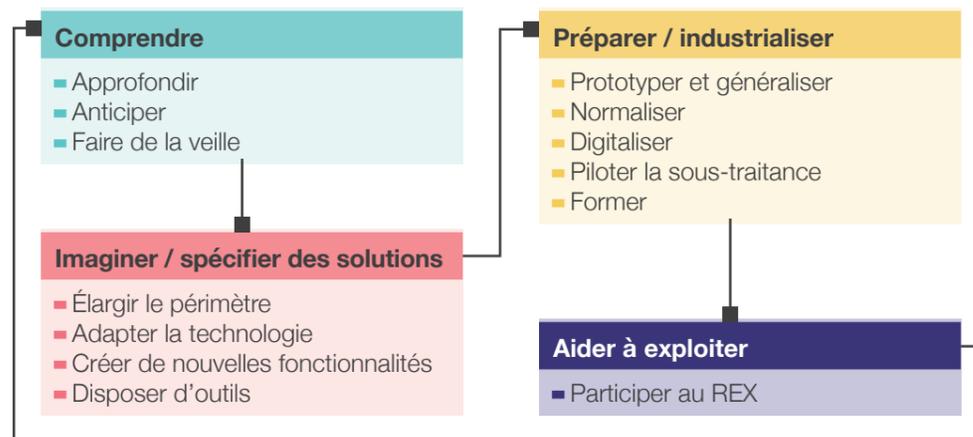
**Christophe Tastard**  
Responsable du portefeuille  
Recherche et Développement  
de GRTgaz

L'énergie gaz, qui est de plus en plus bas carbone, renouvelable, et issue des territoires, associée à ses infrastructures réseau apportant une flexibilité dans le temps (saisonnalité) et la distance (solidarité entre territoires), est un atout considérable pour rendre possible la transition énergétique et renforcer la sécurité d'approvisionnement nationale à moyen terme.

## Organisation générale de la RD&I

RICE est un centre innovant de Recherche Développement et Innovation (RD&I) et d'expertise opérationnelle. Intégré à GRTgaz et tourné vers des clients en France et à l'international, il coordonne les efforts RD&I à l'échelle de l'entreprise. RICE, ainsi que la direction Innovation, travaillent en étroite collaboration avec l'ensemble des directions métiers de GRTgaz pour les accompagner de la compréhension d'un phénomène jusqu'à l'industrialisation de solutions.

## Un phasage RD&I jusqu'à l'industrialisation sur le terrain



## LES 5 PROGRAMMES ET LEURS BUDGETS

Les activités de R&D de GRTgaz s'organisent autour de cinq programmes tournés vers la sécurité industrielle, la transition énergétique et l'exemplarité environnementale ainsi que la performance opérationnelle. Ces activités sont structurées en feuilles de route qui sont priorisées par une instance inter-programme disposant d'une vue d'ensemble des besoins de GRTgaz.

**36%** du budget de R&D



Optimiser le fonctionnement, l'exploitation et la sécurité du système gazier

**9%** du budget de R&D



Réduire l'impact environnemental des activités gazières

**15%** du budget de R&D



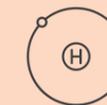
Préparer les réseaux à l'arrivée des méthanes renouvelables

**17%** du budget de R&D



Prospective énergétique, pilotage et optimisation des réseaux

**23%** du budget de R&D



Préparer les réseaux à l'arrivée de l'hydrogène

# La Direction Innovation : accompagner les projets de l'idée au déploiement industriel



**Philippe Mannoni**  
Directeur Innovation de GRTgaz  
philippe.mannoni@grtgaz.com

« En 2021, davantage de coopérations concrètes à l'interne et à l'externe pour booster l'innovation. »

La Direction de l'Innovation a été créée en 2020 en forte complémentarité avec le centre de RD&I RICE, pour accélérer et déployer des projets concrets qui répondent aux grands enjeux d'innovation de GRTgaz. Tout cela, au service de nos métiers, mais aussi et surtout au service de toutes les parties prenantes de nos réseaux.

L'équipe contribue à quatre enjeux majeurs :

- **La performance opérationnelle** (optimiser la performance de nos métiers traditionnels) ;
- **Les nouveaux gaz** (accélérer le développement et l'intégration des nouveaux gaz et réduire notre empreinte carbone) ;
- **La diversification** de nos activités (imaginer, en collaboration avec nos équipes de Business Développement, les offres de demain à proposer à nos clients et partenaires) ;
- **La transformation culturelle** (lever les freins psychologiques, faire évoluer certaines pratiques et process en lien avec la transition énergétique).

En 2021, nous avons optimisé nos offres existantes, priorisé notre portefeuille projets selon la matrice effort/valeur pour nous concentrer sur les innovations au potentiel le plus élevé et tester sur le terrain ces projets. Cela nous a conduit à la fois à des renoncements et à identifier quelques pépites que nous comptons co-financer afin de continuer à les améliorer et déployer. Par exemple, plusieurs projets d'innovation pour la décarbonation, regroupés sous la bannière « maintenance verte », ont été expérimentés avec succès au sein de GRTgaz. Le développement de ces projets sera accentué en interne auprès des équipes. Ils seront en parallèle présentés à des partenaires européens dans un objectif de démultiplication des innovations et de valorisation. Nous avons également renforcé notre présence au sein des écosystèmes externes, notamment les start-up, via notre dispositif *Open Innovation*. Une démarche de prospective a par ailleurs été lancée avec la Direction de la Stratégie pour imaginer les usages de demain, en rupture avec les modèles traditionnels.

## Un collectif agile et pluridisciplinaire

Au carrefour de l'ensemble des métiers de l'entreprise, la Direction Innovation a opté pour un mode de fonctionnement participatif et agile. Chaque membre de l'équipe, en plus de sa contribution à un dispositif, est l'interlocuteur privilégié d'une direction métier. Des comités d'innovation ont été mis en place avec chacune de ces directions pour définir leurs enjeux et besoins d'accompagnement, prioriser et co-financer les projets à potentiel. Avec ces dispositifs, l'ensemble du cycle de vie d'un projet d'innovation est couvert.



## Plus de 80 projets d'innovations accélérés en 2021

En 2021, plus de 80 projets d'innovation ont été accompagnés et accélérés par l'équipe de la Direction Innovation, de natures très variées : des innovations techniques au service de notre performance opérationnelle, des innovations environnementales visant à réduire notre empreinte environnementale, avec notamment des projets de développement des nouveaux gaz et de l'hydrogène qui sont au cœur de nos réflexions et de notre projet d'entreprise Cap24.

### Favoriser l'innovation participative

L'annuel *Challenge Innovation* et les défis thématiques au fil de l'eau ont capté et valorisé la créativité et la prise d'initiative des salariés. L'édition 2021 du *Challenge Innovation* a compté :

- 143 dossiers proposés ;
- 21 projets finalistes, dont 8 coups de cœur nationaux et 8 lauréats thématiques ;
- 4 coups de cœur terrain ;
- 86 membres de jury mobilisés.

En 2021, le Challenge a évolué en profondeur : nouveaux jurys, planning condensé et optimisé pour réduire la durée entre dépôt des dossiers et remise des prix. De plus, un programme d'accompagnement sur mesure a été proposé aux finalistes, sous la forme de mises à disposition de contenus, de webinars, de sessions d'entraînement pour *pitcher* et d'un *bootcamp* de deux jours, en partenariat avec le *Village by CA*, accélérateur d'innovation du groupe Crédit Agricole. Des ateliers de mise en pratique et des moments d'inspiration ont permis aux équipes coachées de muscler leur projet et leur pitch, en amont de leur soutenance finale face au jury.

La plate-forme « Adopte une innovation », outil initialement conçu pour connecter les innov'acteurs et promouvoir les innovations des salariés de GRTgaz, va être refondue. Demain, elle permettra de consulter les innovations en phase de test ou de déploiement, et de mettre en relation les porteurs avec des bêta-testeurs, adopteurs ou contributeurs volontaires. Elle servira aussi à partager les avis et retours d'expériences.

### Valoriser et accélérer l'adoption des innovations internes

Parce que la proximité avec les territoires et la créativité des femmes et des hommes de notre entreprise font partie intégrante de son ADN, l'équipe « Culture Inno » a déjà réalisé une dizaine

de conférences « Rencontres Innovation Terrain ». L'occasion de mettre en lumière des pépites locales, de les faire connaître au plus grand nombre au sein de l'entreprise, et de favoriser la transversalité.

En parallèle, parce que la culture de l'innovation se diffuse également en explorant et en s'inspirant des bonnes pratiques de l'écosystème externe, deux formats ont été créés, ouverts à tous les salariés :

- Des conférences « Explor'Inno » où la parole est donnée à des pairs, des start-ups ou encore des partenaires du monde académique. Ils partagent leurs retours d'expérience en matière de transformation, d'accélération de projets innovants, de culture... ;
- Des chroniques bimensuelles, « Les jeudis de l'innovation », durant lesquelles l'équipe partage et décrypte des nouvelles tendances, des nouveautés (nouvelles technologies, nouveaux acteurs, événements à venir...).

### Accélérer les projets innovants à fort potentiel

L'équipe Accélérateur apporte son expertise méthodologique et technique pour booster des projets à potentiel : décrire ou approfondir la valeur de l'innovation, identifier les incertitudes et les risques à lever, tester et valider une innovation interne (faisabilité, bénéfices...) ou une nouvelle offre (marché, viabilité...), valider et organiser le déploiement d'une innovation (planning, parties prenantes, instances de décision...).

Elle a notamment accompagné différents projets pour la réduction des émissions lors des opérations :

- **Quick Booster Access**, un gas booster permettant le transfert d'un gaz d'un point du réseau à un autre (pression : 0,2 à 68 bars ; volume de 5 000 à 20 000 N m<sup>3</sup> ; débit de 125 à 500 Nm<sup>3</sup>/h) ;



- **Nouveau gas booster** en cours de développement (pression : 4 à 68 bars ; volume de 20 000 à 60 000 Nm<sup>3</sup>).
- **Détox ton réseau**, un mini gas booster permettant le transfert de gaz, à bas débit, d'un point du réseau à un autre ou de dépressuriser un poste gaz pour sauvegarder le gaz présent dans celui-ci (pression : 0,2 à 4 bars ; volume de 10 Nm<sup>3</sup> ; débit de 5 à 6 Nm<sup>3</sup>/h) ;



- **Brûlage bleu**, une torçère permettant une combustion complète du gaz générant une flamme invisible qui facilite l'acceptabilité, notamment pour les travaux en ville (pression : 1 à 68 bars ; volume de 0 à 60 000 Nm<sup>3</sup> ; débit de 10 à 8 000 Nm<sup>3</sup>/h) ;



### Accompagner les phases d'exploration et de conception avec une approche Design

Le *Design Lab* est un dispositif qui accompagne les phases d'exploration et de conception de solutions innovantes grâce à des outils collaboratifs, en mettant l'humain au cœur de la stratégie. Son positionnement a évolué en 2021, avec une déclinaison des offres pour apporter une réponse

rapide et efficace à la diversité des projets : repenser la stratégie, améliorer la conception d'un produit ou d'un service, préparer le futur et adopter les principes de la permaculture grâce à une approche systémique et circulaire. Les projets phares accompagnés en 2021 s'articulent autour de ce nouveau positionnement avec un enjeu de visibilité et de clarté des offres. Par exemple, dans le cadre de notre raison d'être, un programme de Design Permaculture a été lancé.



### Développer l'innovation ouverte

Activités de veille, partenariats : l'ouverture de la Direction Innovation sur l'externe enrichit les thématiques d'innovation et est source d'inspiration, notamment grâce au dispositif *Open Innovation Factory*, qui permet de trouver des réponses opérationnelles et innovantes à des problématiques techniques ou transverses rencontrées par les métiers GRTgaz.

En 2021, deux appels à projets ont été lancés :

- **Data science et fiabilité** : 20 dossiers reçus dont environ 90 % de TPE-PME ; 6 entreprises nominées pour pitcher ; 1 lauréat et 1 coup de cœur ; budget : 25 K€-30 K€ ;
- **Inspection et canalisations** : 5 dossiers reçus dont une co-candidature (soit 6 entreprises au total), issus à 100 % de TPE-PME ; 4 entreprises nominées pour pitcher (dont la co-candidature) ; 2 entreprises lauréates (co-candidature) et 1 coup de cœur ; budget : 20 K€.

Afin de concilier innovation et efficacité, GRTgaz a participé à des appels à projets regroupant plusieurs entreprises sur le thème de la teneur en O<sub>2</sub> dans les réseaux. Et un réseau des lauréats a été mis en place avec le Comité Richelieu : 23 entreprises inscrites et 4 événements organisés.

**Pour en savoir plus sur les appels à projets en cours :** <https://challenge-link.fr/grt-gaz/>

# Les faits marquants

## Février

→ Lancement d'un groupe de travail interne (collaboration équipe FOH de RICE, Design Lab et Direction Prévention et Maîtrise des Risques) autour des sciences cognitives et d'une première expérimentation autour du Nudge, au service de la sécurité, technique introduisant une petite modification dans l'environnement visant à inciter au bon choix.

## Mars

→ Réalisation, dans les laboratoires de RICE, d'une campagne d'essais de résistance mécanique sur des canalisations dites « composites ». Ces canalisations multicouches permettent de poser 200 m à 400 m de canalisations en limitant drastiquement le nombre de connexions entre tubes. Soit une installation bien plus rapide et aisée qu'avec les canalisations en acier, et sans risque de corrosion.

## Juillet

→ Accréditation COFRAC du banc d'essais compteurs BS2 de la station d'Alfortville (Val-de-Marne) selon la norme NF EN ISO/IEC 17025:2017 pour une période de quatre ans. Ce banc permet l'étude et l'étalonnage en air des compteurs domestiques, avec des pressions d'essai comprises entre 50 mbar et 50 bar.



→ Lancement de deux appels à projets *Open Innovation Factory* : "Datascience et Fiabilité" (collaboration avec la DSI de GRTgaz et RICE) et "Inspection & canalisations" (collaboration avec la Direction des Opérations et la Direction Technique de GRTgaz).

## Avril

→ Mise en œuvre de formations à la sécurité hydrogène co-construites par RICE et la Direction Technique, pour les salariés de GRTgaz et d'autres opérateurs d'infrastructures (Storengy, Terega). En effet, avec le développement des projets hydrogène, la sensibilisation des opérateurs de la chaîne gazière aux enjeux de sécurité de ce nouveau gaz s'avère primordiale.

## Mai

→ Nomination de Pierre Blouet comme Directeur de RICE. Fort de 25 années d'expérience (il a commencé sa carrière en 1996 au sein de la Direction de la Recherche de Gaz de France), il succède à Sandrine Meunier, nommée Directrice des Opérations de GRTgaz.

## Juin

→ Déploiement par RICE d'ateliers de sensibilisations aux Facteurs Organisationnels et Humains pour les équipes GRTgaz. Avec en ligne de mire, une amélioration de la performance, de la préparation des activités et une réduction de l'accidentologie.

→ Concertation RDI des acteurs de marché, sur demande de la CRE dans le cadre de l'ATRT7, en collaboration avec TEREKA

## Septembre

→ Mise en place de la nouvelle organisation des activités de RICE autour de cinq programmes de recherche.

→ Signature de partenariats avec APCI Promotion du Design, EIT Innoenergy, la FrenchTech Grand Paris, l'Université de la Sorbonne et l'École Polytechnique.



## Novembre

→ Conception, dans le cadre de l'édition 2022 de l'*Open Innovation Factory*, d'un appel à projets multipartites avec trois autres acteurs de l'énergie (Terega, Storengy, GRDF), sur le thème de la teneur en dioxygène (O<sub>2</sub>) dans les réseaux gaziers. Objectif : trouver, parmi les projets des candidats, les solutions techniques de demain pour réduire l'O<sub>2</sub> du biométhane sur la chaîne gazière.

→ RICE devient membre "Champion" de l'*Emerging Fuel Institute* créé au sein du *Pipeline Research Council International* (organisme de recherche américain).

→ Inauguration de FenHYx, plateforme unique d'expérimentation sur l'hydrogène et les gaz de synthèse, à Alfortville (Val-de-Marne). Avec ces nouvelles installations, RICE se dote de nouvelles capacités d'essais en présence d'hydrogène sous pression dans différents domaines : impact sur les matériaux, résistance mécanique des aciers, étude des phénomènes de corrosion, etc.



## Octobre

→ Participation de RICE au Salon HYvolution, le rendez-vous des acteurs de l'hydrogène en France et en Europe. Grand succès pour le stand de RICE, qui mettait en valeur les prestations de RD&I et d'ingénierie.

→ Participation de RICE à un projet scientifique européen du GERG (Groupe européen de recherches gazières) sur l'utilisation des nouvelles technologies pour quantifier les émissions de méthane. 14 gestionnaires d'infrastructures gazières et associations gazières européennes sont associés au projet : GERG, Enagás, GRTgaz, Storengy, Danish Gas Center, Gassco, Gasunie, Medgaz, National Grid, Open Grid Europe, Snam, Sedigas, Synergrid et Uniper. Enagás coordonne le projet ; RICE a piloté la phase amont du projet pour identifier les technologies les plus prometteuses à tester.



→ Inauguration du Programme de la Chaîre MESSIAH proposant d'utiliser des mini-éprouvettes métalliques pour évaluer et suivre la ténacité et le vieillissement d'ouvrages en service. Cette chaire pilotée par Mines ParisTech et associant divers industriels propose de développer des essais de mécanique de la rupture en régime ductile en prenant en compte l'effet de l'hydrogène.

## Décembre

→ Matinée portes-ouvertes au sein de RICE avec le réseau de partenaires de l'*Open Innovation Factory* et le Comité Richelieu.



Optimiser le fonctionnement, l'exploitation et la sécurité du système gazier



Réduire les impacts environnementaux de la chaîne gazière

## NOS 5 PROGRAMMES DE RD&I



Préparer les réseaux à l'arrivée des méthanes renouvelables



Prospective énergétique, pilotage et optimisation des réseaux

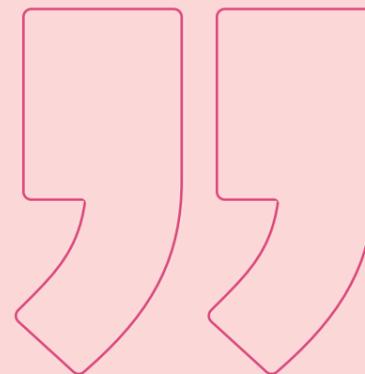


Préparer les réseaux à l'arrivée de l'hydrogène





## Optimiser le fonctionnement, l'exploitation et la sécurité du système gazier



RICE imagine, réalise et teste les solutions permettant d'acheminer le gaz en toute sécurité et d'optimiser ses techniques d'exploitation. Ces travaux visent à maîtriser les propriétés du gaz, des infrastructures et de leur environnement pour modéliser leur comportement et de fait organiser la gestion des actifs.

C'est l'une des priorités de GRTgaz : garantir le plus haut niveau de sécurité des infrastructures gazières dans des conditions d'exploitation et de disponibilité optimales en mettant en œuvre ses compétences, son savoir-faire et les technologies les plus abouties.



**Carine Lacroix**  
Coordinatrice du programme  
*OPTISE*

**« Préparer l'avenir  
en optimisant  
et sécurisant  
l'existant. »**

Premier axe de cet objectif : assurer l'intégrité des canalisations. En testant de nouvelles solutions d'inspection et de prévention de la corrosion des réseaux, RICE appuie les métiers du gaz dans leurs activités de protection des actifs. Les résultats qui en découlent permettent à nos clients de garantir en tout temps la fiabilité de leur réseau, de diminuer les coûts de maintenance et les contraintes opérationnelles en optimisant le nombre d'interventions nécessaires, de rendre possible la réhabilitation de certains ouvrages, et plus globalement de faciliter la prise de décision en maîtrisant au mieux l'incertitude.

De même, l'amélioration de la performance opérationnelle est clé. Nos équipes développent ainsi de nouvelles méthodes de travail, techniques et technologies innovantes, permettant, entre autres d'optimiser la gestion de ses actifs et la maintenance des infrastructures.

Enfin, un haut niveau de sécurité industrielle implique de maîtriser les accidents éventuels. De la surveillance du réseau à la modélisation du comportement du gaz selon son milieu, l'accélération des progrès techniques nous permet de faciliter la mise en œuvre de solutions en vue de réduire les risques industriels des activités gazières.





## Assurer l'intégrité du réseau

### Contexte et finalités des travaux

Pour maintenir la sécurité et l'opérabilité de son réseau, GRTgaz imagine et se dote des outils les plus performants et des méthodologies les plus robustes pour garantir l'intégrité des structures. Plusieurs facteurs doivent être pris en compte :

- La corrosion est un phénomène complexe pouvant évoluer selon différents mécanismes. L'enjeu est donc d'adapter au mieux la réponse ;
- Certains ouvrages ou certains types d'anomalies nécessitent encore des efforts de recherche en termes d'inspection et de contrôle non destructif ;
- L'évaluation de la criticité des anomalies et des défauts peut encore être améliorée, notamment grâce aux outils numériques et à une meilleure prise en compte des propriétés mécaniques des matériaux et des incertitudes liées aux données considérées pour l'analyse ;
- Des techniques de réparations avancées peuvent permettre une réhabilitation efficace de certains ouvrages ;
- Le réseau doit se préparer à l'arrivée des nouveaux gaz.

### Principaux challenges RD&I

- Corrosion
  - Monitorer le traitement de la corrosion ;
  - Fiabiliser les diagnostics et les mesures de protection cathodique (PC) pour justifier de la protection permanente des infrastructures ;
  - Comprendre, améliorer et développer les revêtements et peintures anticorrosion.
- Acier
  - Toujours affiner notre connaissance des aciers de nos réseaux et la précision de leurs propriétés mécaniques ;
  - Rendre le réseau inspectable par l'interne et développer/fiabiliser des technologies d'inspection par l'externe ;
  - Évaluer la criticité des défauts (défauts plans, défauts dans les soudures...) ;
  - Identifier/tester des techniques de réparations adaptées à la typologie de défaut rencontrée et leur tenue dans le temps.

### Réalizations 2021

- Influences électriques : essais en laboratoire pour analyser les influences électriques vis-à-vis des critères normatifs, essais terrain en présence de courants vagabonds (cf. Projet phare, en bas de page), évaluation de la pertinence des critères ;
- Protection des structures en cas de coupure de PC : essais en laboratoire, mise en évidence du phénomène de dépolarisation et de la formation d'un dépôt protecteur qui permet à la structure enterrée d'être protégée malgré la coupure de PC, et présentation des résultats en congrès international ;
- Peinture sans sablage sur canalisation aérienne : essais sur canalisation test et observations du comportement et du vieillissement, et essais de corrosion accéléré sur différents primaires (premières couches sur canalisation) ;
- Détermination des caractéristiques mécaniques des aciers de manière non destructive : essais *Small Punch Test* en collaboration avec Total ;
- Élaboration d'une cartographie d'inspectabilité du réseau ;
- Amélioration des critères d'analyses des défauts (enfouissements et effets de toit notamment).

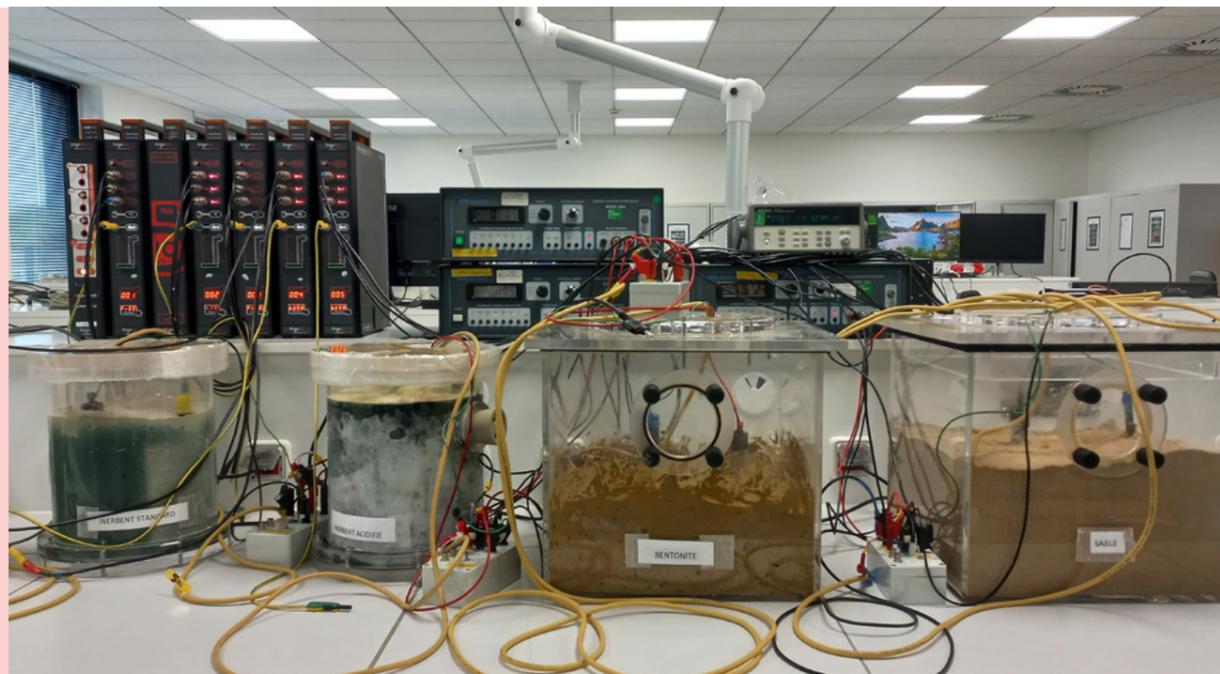
### Perspectives 2030

- Identification, tests et déploiement de nouveaux matériaux de remplissage limitant la corrosion des canalisations sous fourreaux ;
- Étude et prise en compte des effets de la surpolarisation sur le décollement des revêtements (veille sur les mécanismes, essais en laboratoire et déploiement de pratiques) ;
- Identification, tests et déploiement de nouveaux matériaux et technologies pour améliorer les propriétés anticorrosion des revêtements ;
- Augmentation de la portion du réseau inspectable par l'interne notamment via des outils d'inspection non conventionnels et identification de nouvelles technologies de détection par l'externe ;
- Détermination des caractéristiques mécaniques réelles des aciers via mini-éprouvettes ou méthodes non destructives ;
- Évaluation de la criticité des défauts : mise en place d'indicateurs (suivi du cyclage en pression des canalisations) et de modèles d'analyse de défauts moins conservatifs (modèles numériques).

### Projet phare

## Amélioration de la gestion des courants vagabonds sur le réseau

Une nouvelle norme (NF EN ISO 21857) a été mise en place pour la protection cathodique de structures enterrées en présence de courants vagabonds. Les travaux de RICE, en se basant sur nos retours d'expérience depuis 2016 et sur des essais menés à la fois en labo et sur le terrain, ont permis de fournir des recommandations quant à l'utilisation de cette norme. Nous avons ainsi défini un niveau de référence pour répondre au nouveau critère de la norme.



Partenariat	Résultat atteint à	Budget du projet
<b>GRTgaz, GRDF, Terega</b>	<b>100%</b>	<b>60 k€</b>



# Assurer un optimum coût/performance/sécurité pour l'exploitation et la maintenance du réseau

## Contexte et finalités des travaux

Avec une forte volonté de maîtriser les dépenses d'exploitation (OPEX), les missions de ce programme sont plurielles : tendre vers une exploitation et une maintenance à la fois optimales et efficaces, capables de s'adapter à un monde incertain et en perpétuelle transformation, tout en conservant le plus haut niveau de sécurité ; évaluer la fiabilité et le vieillissement des installations pour proposer les meilleures stratégies d'investissement qui vont permettre l'adaptation du réseau à la transition énergétique.

Ces objectifs reposent d'une part sur le développement de modèles et méthodes d'optimisation de la gestion des actifs de réseaux, et d'autre part sur l'intégration de nouvelles instrumentations et de nouveaux outils. Pour offrir les meilleures conditions de raccordement à ses clients en optimisant les coûts et les temps de pose des canalisations, les équipes RD&I de RICE définissent et développent de nouvelles solutions techniques comme les canalisations composites.

## Principaux challenges RD&I

- Gestion des actifs :
  - Garantir un haut niveau de disponibilité des infrastructures ;
  - Optimiser la gestion OPEX/CAPEX\* des actifs industriels ;
  - Améliorer les solutions de maintenance pour justifier la maîtrise des risques et des coûts des actifs industriels.
- Optimisation des coûts des travaux :
  - Identifier et tester de nouveaux matériaux pour augmenter la durée d'exploitation et réduire les coûts de pose de canalisations ;
  - Optimiser les phases avant-travaux et travaux permettant notamment de prévenir les dommages aux ouvrages.

\* OPEX : dépenses d'exploitation ;  
CAPEX : dépenses d'investissement

## Réalisations 2021

- Estimations de fiabilité des actifs : évolutions GMAO (méthode de gestion de la maintenance via un logiciel), ajout des matériels de compression aux indicateurs de fiabilité, développement d'indicateurs sur la maintenance et les coûts et mise à jour du modèle de propagation des fissures ;
- Révision des scores de risques des postes de détente pour prioriser les besoins de rénovation (cf. Projet phare, en bas de page) ;
- Développement de nouveaux modèles de maintenance et amélioration des outils de détection d'anomalies des compresseurs ;
- Canalisations composites : essais de simulation d'agression et projet de pose de canalisation de type RTP (*Reinforced Thermoplastic Pipe*) à Gendrey (Jura) ;
- Nouveaux revêtements : essais de peintures antigel ;
- Consolidation de la prise en compte de l'interaction sol/structure via le suivi d'une thèse dédiée et l'implémentation de nouveaux modules (SURCHARGE, remblais longitudinaux, cintre, dimensionnement de dalles de répartition des charges) dans l'outil RAMCES (Recueil d'Approches Mécaniques pour les Conduites sous Efforts Secondaires) ;
- Développement de technologies de construction et de réhabilitation plus efficaces : suivi des projets ORFEUS (*Operational Radar For Every drill string Under the Street* – développement d'une tête de forage dirigé équipée de radars permettant de détecter les obstacles, donnant ainsi

« la vue » à une technique de pose réputée « aveugle ») et *Opti'drilling* (outil d'aide à la décision pour le dimensionnement des revêtements de protection des canalisations posées en forages horizontaux dirigés et les calculs des contraintes mécaniques associées), et étude de réhabilitation d'une canalisation acier par une canalisation composite.

## Perspectives 2030

- Développement d'outils d'estimation des événements redoutés (interruption de fourniture, surpression, fuites...) par l'analyse des taux de défaillance matériel ;
- Développement de l'outil de gestion des matériels du réseau pour fiabiliser les scores de risque et aider à la décision ;
- Analyse de la pertinence de la GMAO pour estimer l'efficacité de la maintenance et industrialisation des solutions de maintenance prévisionnelle ;
- Poursuite des efforts sur la rédaction du guide édité par le GESIP (association ayant pour vocation d'aider ses membres à faire progresser la sécurité des personnes et des installations et la protection de l'environnement) et la dynamique RD&I pour permettre la pose et l'exploitation de canalisations composites.

## Projet phare

### Automatisation des scores de risque des postes de détente

Pour la gestion des actifs de ses 5 000 postes de détente/livraison, GRTgaz doit disposer d'un outil permettant de cartographier et suivre l'état de son parc, de hiérarchiser et prioriser les rénovations et d'orienter ses politiques de maintenance. Avec notamment l'implication des directions techniques et opérationnelles de GRTgaz, RICE a proposé une révision du « score de risque » des postes de détente/livraison afin d'inclure dans un indicateur global la conception générale des installations, la fiabilité, les risques et l'état audité des actifs. Le calcul de cet indicateur, devenu plus complet, plus transparent et mieux intégré, a ensuite été automatisé pour en faciliter l'exploitation et optimiser les politiques de maintenance et de rénovation, avec des contraintes de performance, de sécurité et de coût.



Partenariat



Résultat atteint à

100%

Budget du projet

87 k€

TRL 4<sub>2021</sub> → 7<sub>2022</sub>



## Prévenir les accidents gaz et prédire leurs conséquences

### Contexte et finalités des travaux

Installées sur le réseau de transport principal tous les 150 km environ, 26 stations de compression redonnent de l'énergie au gaz afin de lui permettre d'atteindre près de 4400 postes de livraison à la pression souhaitée. Ces infrastructures nécessitent une surveillance et une maintenance de haut niveau qui reposent sur trois valeurs primordiales :

- la maîtrise de la qualité des gaz transportés ;
- l'anticipation des évolutions réglementaires en incluant les risques émergents ;
- la maîtrise du risque industriel, tout en conservant un bon niveau de performance économique et en facilitant l'acceptation des sites.

La réduction des dommages aux ouvrages est le second pilier de ce programme. L'ambition de RICE : optimiser les techniques de surveillance actuelles, les techniques de détection de canalisation et identifier toute technologie permettant de limiter les dommages aux ouvrages pendant les travaux. Grâce aux technologies de visualisation en réalité augmentée, il sera par exemple possible de visualiser les canalisations enterrées à partir d'un smartphone ou d'une tablette.

### Principaux challenges RD&I

- Détection des fuites de gaz :
  - Réaliser les inspections requises par l'administration pour maintenir l'aptitude au service du réseau ;
  - Permettre une meilleure discrimination des fuites de méthane.
- Prédiction des conséquences des accidents gaz :
  - Améliorer la connaissance des phénomènes dangereux ;
  - Développer des outils de modélisation des conséquences post accidentelles (ou consécutives à un accident).
- Surveillance et prévention des dommages aux ouvrages :
  - Identifier et développer de nouvelles solutions de surveillance du réseau pour réduire les coûts opérationnels ;
  - Garantir un géoréférencement en classe de précision A de l'ensemble du réseau ;
  - Identifier et développer de nouvelles solutions de visualisation des réseaux enterrés.

### Réalisations 2021

- Détections de fuites : essais par hélicoptère, drone et VSR (véhicule de surveillance du réseau) ;
- Développement d'un analyseur de THT (tétrahydrothiophène, un odorisant ajouté au gaz pour détecter d'éventuelles fuites) en partenariat avec l'IFPEN ;
- Surveillance : essais sur le réseau GRTgaz de solutions de surveillance satellitaire (*Orbital Eye*), aérienne (ATDS) et terrestre (SPADE) ;
- Détection des canalisations enterrées : essais de technologies de géoréférencement par sondes gyroscopiques, réalisation du démonstrateur d'une solution de géolocalisation en milieu urbain (*E-Nails*, cf. Projet phare, en bas de page) et évaluation d'algorithmes de détection automatique d'hyperboles par géoradar.

### Perspectives 2030

- Recherche systématique de fuites (RSF) : amélioration des technologies de mesure ;
- Prévention des accidents : évolution des modes opératoires (de soudage à la flamme notamment) ;
- Mise en œuvre opérationnelle des solutions automatisées de surveillance satellitaire et terrestre, et certification des drones utilisés par la DGAC ;
- Commercialisation de la solution *E-Nails* permettant une géolocalisation centimétrique en milieu urbain ;
- Déploiement de solutions de géoréférencement des canalisations posées en sous-œuvre ;
- Visualisation sur chantier des réseaux enterrés par réalité augmentée.

### Projet phare

## Réalisation du démonstrateur d'une solution de géolocalisation en milieu urbain (*E-Nails*)

Le solution *E-Nails* doit permettre de géolocaliser à un niveau de précision centimétrique les réseaux enterrés. En 2021, un traitement de données de triangulation sans GPS a pu permettre de localiser un point à proximité d'antennes préalablement installées. La précision de localisation en planimétrie est positive, tandis qu'elle sera améliorée en altimétrie avant de planifier l'utilisation sur un site pilote en 2023.

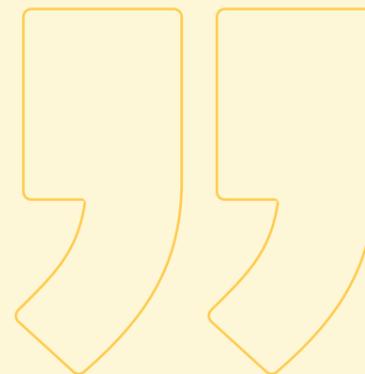


<b>Partenariat</b>	<b>Résultat atteint à</b>	<b>Budget du projet</b>
<b>GRTgaz, GRDF, Géospective, INGECOM</b>	<b>70%</b>	<b>2,4 M€ sur 36 mois</b>

TRL 1<sub>2017</sub> → 4<sub>2020</sub> → 7-8<sub>2025</sub>



## Réduire les impacts environnementaux de la chaîne gazière



Le programme de RD&I IMPACT contribue à l'un des objectifs principaux de GRTgaz, à savoir la réduction des impacts environnementaux de la chaîne gazière. L'empreinte carbone reste l'enjeu majeur vis-à-vis de l'environnement, et doit être maîtrisée tout en assurant la continuité et la qualité de l'activité de transport de gaz.

Le programme IMPACT agit principalement sur trois axes, qui visent les différentes sources d'émissions de gaz à effet de serre dans la chaîne gazière : les émissions directes de méthane (comme par exemple les fuites fugitives, les mises à l'évent, le brûlage...); les émissions indirectes liées à la consommation d'énergie pour les activités de transport de gaz; les émissions indirectes qui ont lieu en aval de la chaîne gazière, par les clients industriels de GRTgaz.



**Élodie Rousset**  
Coordinatrice du programme  
IMPACT

**«La RD&I est un levier majeur pour contribuer à la neutralité carbone et réaliser une transition énergétique de façon efficace.»**

De manière plus précise, IMPACT regroupe les projets dont l'objectif est :

- la réduction des émissions directes (GRTgaz) et indirectes (clients) de méthane ou de dioxyde de carbone, ainsi que des polluants atmosphériques,
- la réduction de la consommation énergétique,
- la récupération et valorisation des énergies fatales,
- le développement de nouvelles utilisations décarbonées du gaz (GNV, pyrolyse du méthane),
- la limitation de l'impact sur la biodiversité,
- la limitation de l'impact sur les riverains (encombrement des chantiers, bruits et nuisances...).

Pour ce faire, les équipes RD&I de RICE produisent différents travaux comme la fourniture d'états de l'art et de veilles afin d'améliorer les connaissances sur certains sujets nouveaux, le développement de méthodologies ou de matériel ou encore la réalisation d'essais d'évaluation de solutions pour fiabiliser la mesure des impacts ou pour les réduire. La majeure partie de l'activité 2021 se concentre autour de la détection, de la quantification des émissions de méthane et de la décarbonation de l'industrie.



## Réduire les émissions de méthane

### Contexte et finalités des travaux

GRTgaz, en tant qu'industriel et acteur éco-responsable du secteur énergétique, se doit de réduire les impacts environnementaux de son activité et, en priorité, son empreinte carbone. Le programme de RD&I mené par RICE contribue ainsi à réduire son empreinte écologique, via notamment une réduction des émissions directes de méthane. En pratique, les travaux entrepris visent ainsi à :

- fiabiliser les estimations des émissions de méthane et, en particulier, les mesures de quantification sur site, prenant en compte les émissions fugitives ;
- améliorer la performance des campagnes de détection de fuites diffuses, de quantification et de réparation afin de réduire les émissions de méthane.

### Principaux challenges RD&I

Améliorer les connaissances sur les technologies existantes pour la détection et la quantification de fuites et de leur performance selon divers facteurs comme :

- le débit de fuite,
- la configuration du site ou au niveau de la source de la fuite,
- les conditions (opérationnelles ou environnementales) dans lesquelles les résultats fournis s'avèrent les plus exacts.



### Réalisations 2021

- Réalisation de différents états de l'art sur les nouvelles techniques de quantification des émissions de méthane (satellites, méthodes Top Down dont drones, avions,...) pour le GERG ;
- Essais avec le *Leak Buster* (méthode *bottom-up* développée par RICE pour la quantification des émissions fugitives) et développement d'une version électrique plus performante et ergonomique ;
- Instrumentation des garnitures (joints d'étanchéité au niveau desquels peuvent être observées des fuites de méthane) de compresseur pour la quantification des émissions de méthane ;
- Suivi de développement de peinture colorimétrique pour la détection de fuites.

### Perspectives 2030

- Mise à disposition de moyens *bottom-up* (matériel équipant les opérateurs permettant de réaliser une mesure directe de débit ou une mesure de concentration d'une fuite) rapides, précis et économiques pour la quantification des fuites de méthane ;
- Intégration des moyens de détection et de quantification des émissions de méthane à distance dits *Top-Down* (méthodes de quantification d'émissions de méthane utilisant des mesures de concentration et un modèle ou algorithme de dispersion atmosphérique) dans les méthodes d'estimation et de reporting, comme par exemple, les véhicules, les drones... ;
- Implémentation de diverses solutions opérationnelles de réduction des émissions de méthane.

### Projet phare

## État de l'art *Top-Down*

L'enjeu pour les opérateurs : pouvoir mettre en place les mesures nécessaires pour atteindre le niveau 5 de reporting des émissions de méthane de l'Oil & Gas Methane Partnership (OGMP 2.0), une initiative lancée par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP) avec le soutien de la commission européenne. Son objectif est d'accompagner les entreprises du secteur gazier et pétrolier dans leur engagement à réduire les émissions de méthane liées à leur activité. Le niveau 5 du reporting inclut l'utilisation de technologies dites *Top-Down* (drones, aéronefs...).

Résultats atteints : RICE a réalisé pour le GERG des états de l'art sur différentes technologies *Top-Down* et nouvelles méthodologies de quantification des émissions de méthane. À travers ce projet, il a été établi un large panorama des techniques existantes ou en cours de développement et une évaluation qualitative basée sur les données et publications disponibles. Ce travail a permis de sélectionner les meilleures techniques disponibles pour de futurs tests dans une prochaine phase de travail dans le cadre du GERG.



### Partenariat

**GERG**  
(Groupe Européen  
de Recherches Gazières),  
15 entreprises européennes

### Budget du projet

**300 k€**



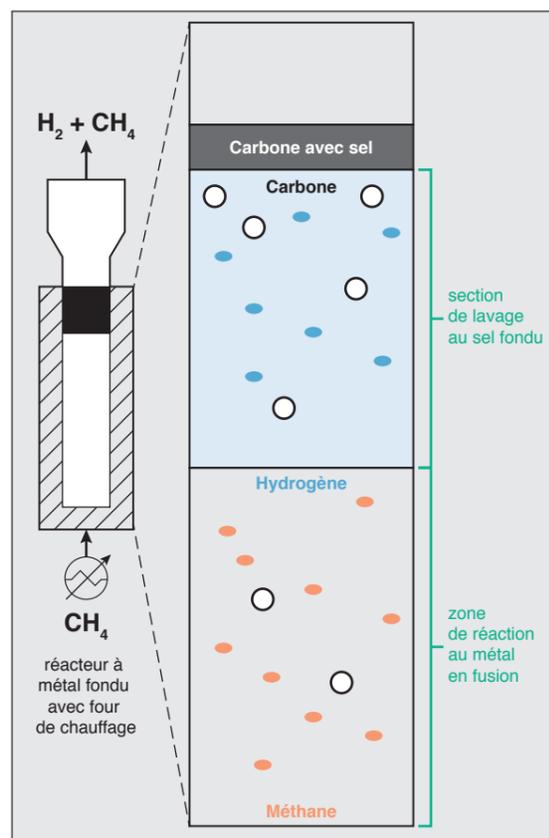
## Décarbonation de l'industrie

### Contexte et finalités des travaux

Afin d'être en adéquation avec les objectifs européens de neutralité carbone à l'horizon 2050, GRTgaz œuvre à décarboner sur le long terme, en participant au développement des usages performants du gaz. En plus de pérenniser l'utilisation du réseau de transport de gaz, il permet à GRTgaz de mieux connaître et mieux anticiper les besoins des clients GRTgaz, notamment en matière de qualité du gaz, de profils de consommation et de perspectives d'évolutions à moyen/long terme. Ces connaissances peuvent ensuite être intégrées dans l'adaptation et l'exploitation du réseau, afin de répondre au mieux aux besoins des clients et d'optimiser les coûts.

### Principaux challenges RD&I

- Identifier et accompagner les nouvelles technologies permettant une réduction de l'empreinte carbone des usages gaz, notamment dans des secteurs captifs (pas d'électrification possible) ;
- Agir sur les leviers technologiques pour renforcer la performance environnementale des usages gaz historiques (brûleurs bas NOx, solution de captage CO<sub>2</sub>...);
- Déployer de nouveaux usages du gaz naturel 100 % décarbonés comme la production d'hydrogène par pyrolyse du méthane ou la mobilité via le bioGNV ;
- Développer des partenariats RD&I avec des acteurs de la filière (CTMNC, Constellium, CEA, ALLICE, bureaux d'étude et fabricants de matériel) afin de favoriser le développement de nouveaux usages performants du gaz.



### Réalisations 2021

- Appui technique et suivi d'essais de démonstrateurs sur la pyrolyse du méthane, technologie de conversion du méthane en dihydrogène et carbone solide ;
- Appui au financement du développement d'une technologie de capture prometteuse - Consortium Chaudière Zéro Carbone - reposant sur l'oxycombustion qui génère des fumées très concentrées en CO<sub>2</sub>, facilitant son captage ;
- Étude de la qualité du CO<sub>2</sub> capté, transporté et utilisé selon les techniques de captage et les filières de valorisation du CO<sub>2</sub> ;
- Comparaison des études d'analyse de cycle de vie (LCA) existant dans la littérature entre un procédé d'oxycombustion et une technologie de capture de CO<sub>2</sub> post combustion ;
- Suivi du développement d'une technologie de production d'air comprimé via la récupération de la chaleur fatale du process ;
- Membre observateur au comité de pilotage du projet européen CH4EU sur la mesure des émissions de méthane dans les différents usages des gaz (cf. Projet phare, en bas de page) ;
- Étude bibliographique sur la sensibilité des usages à la variabilité du PCS/IW\* et benchmark des solutions de régulations existantes.

\* PCS : paramètre qui indique la quantité d'énergie issue de la combustion d'un mètre cube de gaz, servant à la facturation ; IW (indice de Wobbe) : paramètre de combustion permettant de donner une indication sur l'interchangeabilité de deux gaz.



### Perspectives 2030

- Développement de solutions de récupération et de valorisation de l'énergie fatale chez les clients industriels ;
- Accompagnement des clients industriels dans leur transition énergétique via la réalisation d'études et le soutien au développement d'outils et de matériels.

### Projet phare

## Partenariat avec le Danish Gas Center pour la réduction des émissions de méthane

GRTgaz et le Danish Gas Center ont conclu un partenariat contribuant à un projet plus global sur la réduction des émissions de méthane des usages du gaz.

L'objectif est double :

- Mesurer les émissions de méthane issues de différentes utilisations du gaz (résidentiel & commercial, industriel, mobilité gaz et production d'électricité) ;
- Lister l'ensemble des solutions de réduction existantes ou en développement pour réduire ces émissions selon les cas.

Les travaux doivent se terminer en fin d'année 2022.



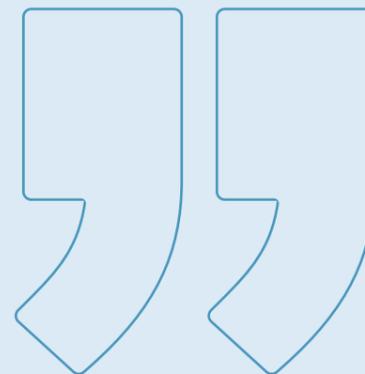
Partenariat  
**Danish Gas Center**

Résultat  
atteint à  
**90%**  
fin 2021

Budget du  
projet  
**400 K€**



## Préparer les réseaux à l'arrivée des méthanes renouvelables



**Dairo Ballestas Castro**  
Coordinateur du programme  
*NEW CH<sub>4</sub>*

« Un mix énergétique durable doit faire appel aux filières gaz les plus pertinentes d'un point de vue technique, économique et environnemental, en lien avec les ressources et les besoins des territoires. »

Avec 365 sites d'injection dans les réseaux de transport et de distribution de gaz naturel en France fin 2021, dont 46 dans le réseau de GRTgaz, le biométhane est un vecteur énergétique essentiel dans le mix énergétique français. Pour cette filière, déjà industrialisée, la RD&I réalisée par RICE et ses partenaires vise la diminution des coûts d'injection via des innovations, ainsi que l'optimisation de la maîtrise des impacts grâce à la connaissance de la matrice biométhane.

En parallèle, s'organisent des filières émergentes de pyrogazéification et de gazéification hydrothermale pour injecter des gaz renouvelables ou bas carbone. GRTgaz accompagne leurs pilotes RD&I en tant que solutions de valorisation des déchets, dans la droite ligne des politiques publiques de réduction des quantités de déchets et d'augmentation du recyclage. RICE et ses partenaires y contribuent avec des études autour de l'analyse des gaz issus de ces deux filières, ce qui permettra de connaître ces matrices pour préparer leur injection en toute sécurité dans les réseaux gaz. Ce programme englobe également la toute nouvelle filière du transport du CO<sub>2</sub>.

La RD&I de GRTgaz au sein de ce programme repose sur des valeurs fortes :

- la maîtrise des impacts de l'injection des méthanes renouvelables ;
- la diminution des coûts de l'injection de biométhane ;
- l'émergence de procédés pertinents de production de gaz renouvelables et bas carbone ;
- la maximisation des volumes de gaz renouvelables et bas carbone injectables via les réseaux ;
- le lancement d'études permettant d'éclairer l'écosystème technique du transport du CO<sub>2</sub>.





## Connaître les nouveaux méthanes et maîtriser leurs impacts

### Contexte et finalités des travaux

Le biométhane représente déjà un vecteur énergétique essentiel dans le mix énergétique français. S'y ajouteront demain des gaz renouvelables ou bas carbone issus de nouvelles filières de pyrogazéification et de gazéification hydrothermale. D'où l'importance de s'assurer de l'innocuité de ces méthanes renouvelables et bas carbone avant leur injection dans les réseaux et de maîtriser les risques potentiels sur une chaîne complète gaz, du transport aux usages.

### Principaux challenges RD&I

- Améliorer la connaissance de la qualité des méthanes renouvelables injectables, ainsi que des gaz intermédiaires (gaz de synthèse, méthane de synthèse brut) et étudier les impacts potentiels associés ;
- Développer et optimiser des méthodes analytiques en ligne ou en paillasse de laboratoire, permettant d'analyser des gaz représentatifs des procédés de production variés.



### Réalisations 2021

- Optimisation d'une méthode analytique de pointe et son application sur cinq nouvelles campagnes d'analyse de biométhane issu de méthanisation, renforçant ainsi la base de connaissances de la qualité des biométhanes en France ;
- Progrès dans le développement de méthodes analytiques pour des gaz bruts et intermédiaires issus des filières gazéification/méthanation, en partenariat avec l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris (ESPCI Paris). Application des méthodes sur deux campagnes d'analyse de gaz de synthèse (cf. Projet phare, en bas de page) ;
- Tests de contrôle de laboratoires qui réalisent les analyses de contrôle du biométhane et incorporation de l'analyse des siloxanes, composés pouvant être présents à l'état de trace.

### Perspectives 2030

- Matrices nouveaux méthanes issus des filières pyrogazéification et gazéification hydrothermale :
  - Contribution à la définition de la stratégie d'analyse en continu,
  - Accompagnement des premiers projets d'injection avec la réalisation des campagnes d'analyse des paramètres non suivis en continu,
  - Approfondissement de la connaissance des nouvelles matrices de gaz injectables.
- Consolidation des études d'impacts des nouvelles matrices gaz (impacts sur les infrastructures, sur les usages, sur la facturation, sanitaires, sur l'environnement, sur la sécurité) ;
- Étude des solutions pertinentes pour la séparation de l'oxygène du biométhane pour les clients potentiellement sensibles.



### Projet phare

## Développement de méthodes analytiques pour l'analyse des gaz renouvelables bruts et injectables

La qualité des nouveaux gaz dépend principalement du procédé de production/épuration employé (technologies, conditions opératoires) et de l'intrant. Pour les filières émergentes comme la pyrogazéification et la gazéification hydrothermale, GRTgaz établi des partenariats impliquant des pilotes RD&I de production de nouveaux gaz n'allant pas jusqu'à l'injection. Des projets commerciaux voient le jour en France autour du power-to-méthane.

RICE réalise une étude en partenariat avec l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris (ESPCI Paris) via un post-doctorat

en 2019 puis une thèse en cours. Au programme : le développement de méthodes analytiques pour le screening des composés traces dans les nouveaux méthanes. Cette connaissance est nécessaire pour garantir la maîtrise des impacts de ces nouveaux gaz sur toute la chaîne gaz. Les méthodes préliminaires ont été appliquées en 2021 sur des gaz issus de pyrogazéification de plusieurs types d'intrants. Certains composés identifiés ont pu être quantifiés. Les méthodes analytiques devront continuer à être optimisées, alimentées par des analyses des gaz réels.



Partenariat  
**ESPCI,  
GRTgaz**

Résultat  
atteint à  
**20%**

Budget  
du projet  
**Confidentiel**

TRL

6<sub>2021</sub>



9<sub>2024</sub>



## Catalyser l'émergence des filières nouveaux méthanes via la réalisation d'études et le soutien de pilotes de production pertinents

### Contexte et finalités des travaux

Via la participation à des partenariats RD&I avec différents secteurs (académique, industriel, territorial), GRTgaz soutient l'émergence des nouvelles filières de gaz renouvelables et bas carbone. A ce titre, GRTgaz appuie des pilotes RD&I de production basés sur des technologies innovantes. Objectif ultime : pouvoir compter, en France, sur des solutions industrialisables pertinentes d'un point de vue technique et économique.

Au cœur de son activité de transport, l'intérêt pour GRTgaz est de s'assurer, via ces partenariats, que les gaz produits par différents processus de conversion énergétique (méthanation, pyrogazéification, gazéification hydrothermale) respecteront les spécifications qualité des gaz requises pour une injection dans le réseau de ces gaz à l'avenir.

### Principaux challenges RD&I

Le couplage de technologies plus ou moins matures (différents niveaux de TRL, *Technology Readiness Level*), soumis à des aléas propres à la RD&I.

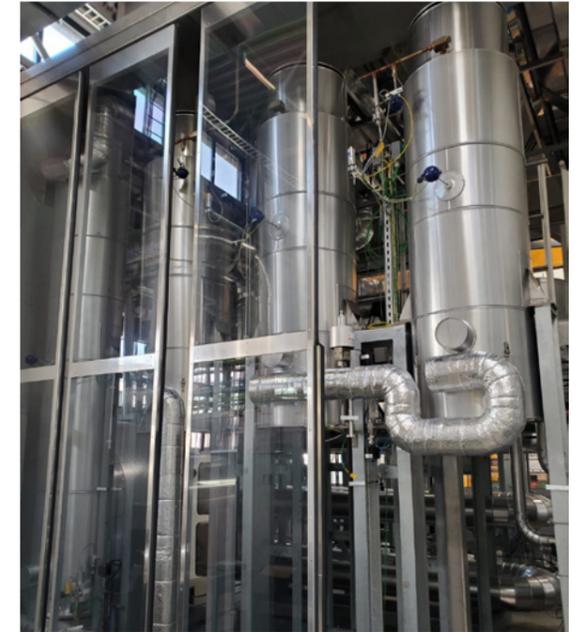


### Réalisations 2021

- Progrès des travaux de RD&I sur les partenariats de pyrogazéification : mise au point des réacteurs de méthanation biologique du projet Titan V (Nantes) ; conversion thermochimique d'intrants divers sur une unité de pyrogazéification au sein du projet Plainénergie ; démarrage du couplage des procédés de pyrogazéification et de méthanation catalytique au cœur du projet Synthane (cf. Projet phare, en bas de page) ;
- Poursuite des travaux de RD&I sur les partenariats de méthanation : poursuite des essais sur le projet Mars (méthanation photocatalytique activée par l'énergie solaire visant à transformer le CO<sub>2</sub> en méthane) ; démarrage de la seconde phase du projet Méthagrid (méthanation biologique) ;
- Avancement des étapes pour la conception du démonstrateur de gazéification hydrothermale GHAMA.

### Perspectives 2030

- Consolidation de l'industrialisation de la gazéification hydrothermale et de la pyrogazéification avec la montée en échelle des projets pilotes RD&I vers des projets commerciaux, par les porteurs de ces projets.



### Projet phare

## Synthane®

Le projet Synthane couple deux technologies complémentaires (la pyrolyse et la méthanation) pour produire un gaz renouvelable et bas carbone de qualité injectable dans les réseaux de gaz en France. L'installation de pyrolyse haute température « Biogreen® » éprouvée depuis plusieurs années par ETIA (groupe français d'ingénierie spécialisée en ecotechnologies), permet de chauffer en continu les intrants en absence d'oxygène pour les décomposer en molécule gazeuse. Cette installation est complétée par un dispositif d'épuration et une unité de méthanation catalytique pour maximiser la quantité de méthane injectable.

En 2021, le couplage et l'instrumentation de l'installation de tests ont été finalisés. En 2022, le projet réalisera des campagnes de tests pour analyser le gaz produit à partir de différentes catégories de résidus solides : biomasse forestière, plastiques non recyclables et combustibles solides de récupération issus d'ordures ménagères.

La filière pyrogazéification, dont la construction des premiers projets à taille industrielle est attendue à partir de 2023, contribuera, aux côtés des autres filières de gaz renouvelables et bas carbone, à l'atteinte de la neutralité carbone à horizon 2050.



Partenariat  
**ETIA,  
GRTgaz**

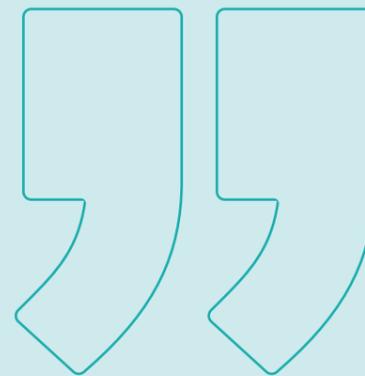
Résultat  
atteint à  
**50%**

Budget  
du projet  
**Confidentiel**

TRL 7<sub>2021</sub> → 9<sub>2023</sub>



## Prospective énergétique, pilotage et optimisation des réseaux



Dans un contexte de transition énergétique empreint de fortes incertitudes, GRTgaz doit dès à présent se projeter dans l'avenir afin d'anticiper les évolutions possibles de son réseau et la nature des gaz qui y circuleront.

Pour ce faire, GRTgaz s'appuie sur des études prospectives multi-énergies à l'horizon 2050 permettant de représenter différents scénarios de mix énergétiques. L'impact de ces scénarios sur les infrastructures peut ensuite être étudié afin que des actions résilientes soient identifiées.



**Christophe OLRY**  
Coordinateur du programme  
*PREPARE*

« **GRTgaz prépare l'avenir en développant les smart grids, en explorant la place des gaz dans les mix énergétiques futurs et en concevant les outils de pilotage et de dimensionnement de demain.** »

Les modèles de dimensionnement permettant de réaliser ces études d'impact sur le long-terme sont d'ores et déjà en mutation. Pour répondre à la multiplication des points d'injection biométhane, des postes rebours et à l'arrivée des nouveaux gaz, ces outils s'orientent vers des fonctionnements plus dynamiques ainsi que vers une résolution temporelle plus fine.

Le réseau de GRTgaz de demain sera également un réseau optimisé :

- par l'évolution des logiciels d'optimisation utilisés, notamment par le *Dispatching National* ;
- par un pilotage plus agile du réseau, reposant sur une instrumentation ciblée de celui-ci et sur une intégration de schémas d'exploitation locaux plus variables et réactifs face aux besoins de consommation.





# Explorer les scénarios multi-énergies 2050, dimensionner et optimiser le réseau de transport

## Contexte et finalités des travaux

Face aux enjeux et incertitudes de la transition énergétique, disposer de scénarios multi-énergies (méthane, hydrogène, électricité,...) à l'horizon 2050 constitue un levier important permettant d'éclairer les feuilles de routes à mettre en œuvre.

Au sein de ces scénarios, l'intégration d'une représentation fine du vecteur gaz et de ses interactions avec les autres vecteurs énergétiques permet alors d'adapter les outils de dimensionnement et d'optimisation du réseau aux infrastructures de demain.

## Principaux challenges RD&I

- Intégrer les nouveaux gaz ainsi qu'une résolution temporelle plus fine au sein des outils de pilotage et de dimensionnement des réseaux ;
- Développer de nouveaux modèles et coupler certains modèles existants pour réaliser des études prospectives multi-énergies à l'horizon 2050.



## Réalisations 2021

- Intégration des pompes à chaleur hybrides dans la modélisation TIMES-ANTARES. Cet investissement dans les PAC hybrides réduit significativement la défaillance observée dans le modèle d'équilibre offre-demande ANTARES pour les mix énergétiques 2050 calculés par le modèle d'investissement long-terme TIMES utilisé par RICE pour modéliser les trajectoires permettant d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 ;
- Outil M&Ms : optimisation des limites minimales et maximales de stock en conduite permettant d'opérer un schéma de transit journalier en prenant en compte les ouvrages disponibles et les contraintes de pression s'appliquant sur le réseau public de transport ; modélisation plus fine des compressions dans l'outil. L'outil M&Ms est utilisé pour le dimensionnement quotidien des limites minimales et maximales opérationnelles exploitation du réseau public de transport ;
- Preuve de concept de l'outil MinOPEX 3T : développement d'un prototype basé sur le cœur de calcul MinOPEX permettant de prendre en compte les changements de contraintes d'exploitation en intra-journalier. Cela permet d'obtenir une programmation optimisée des

configurations au niveau des interconnexions sur trois pas de temps au lieu d'un pas de temps journalier. L'outil MinOPEX permet de minimiser les coûts d'exploitation du réseau public de transport ;

- Outil OptimSimone : optimisation des réglages des pressions de consigne des postes régionaux pour satisfaire l'équilibre offre-demande ; élaboration d'une cartographie d'inspectabilité du réseau et essais de pistons pour détecter les fissures ; amélioration des critères d'analyses des défauts (enfouissements et effets de toit notamment). OptiSimone est un module complémentaire de l'outil de simulation Simone<sup>®</sup>, permettant de modéliser le fonctionnement du réseau en régime dynamique.

## Perspectives 2030

- Travailler au développement de partenariats autour des outils prospectifs et des interactions entre les différents vecteurs énergétiques ;
- Raffiner les modèles de projection de la demande à l'horizon 2050 ;
- Disposer d'outils de dimensionnement et d'optimisation à la fois dynamiques, multi-gaz et au pas horaire.

## Projet phare

### Biozone

RICE a développé un outil d'optimisation technico-économique au service des équipes assurant le pilotage du réseau de GRTgaz : Biozone.

L'objectif de Biozone est de déterminer le meilleur raccordement possible pour chaque unité de production de biométhane au réseau de transport. L'outil peut également choisir de poser des rebours et des compresseurs sur le réseau de transport lorsque localement, les volumes des unités s'y raccordant le nécessitent. Les résultats sont obtenus en quelques minutes, afin de répondre aux exigences opérationnelles des utilisateurs.

Plusieurs défis d'envergure ont dû être relevés lors des développements de l'outil comme la mise en place d'une optimisation globale sur tout le territoire couvert par GRTgaz. Afin de déterminer une solution minimisant l'investissement global, Biozone n'optimise pas les raccordements localement, région par région, mais réalise une optimisation globale sur l'ensemble du territoire couvert par les réseaux de GRTgaz. Cela représente environ les trois quarts de la France.



Partenariat

—

Résultat  
atteint à  
**90%**

Budget  
du projet  
**Confidentiel**

TRL

3<sub>2019</sub>



9<sub>2021</sub>



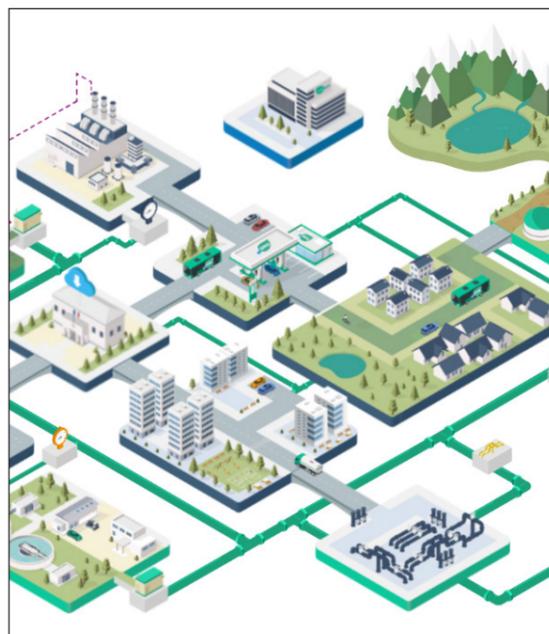
## Piloter un réseau plus agile

### Contexte et finalités des travaux

GRTgaz pilote et exploite un réseau avec de multiples acteurs et des qualités de gaz différentes dans un contexte de transition rapide, où il est nécessaire de maîtriser les risques, les coûts, les émissions de gaz à effet de serre, tout en assurant transparence et non-discrimination.

### Principaux challenges RD&I

- Maximiser l'intégration de gaz renouvelables et bas carbone en optimisant les flux, et maîtriser la qualité du gaz ;
- Mettre en place un pilotage local et réactif en instrumentant, en adaptant le parc d'équipements et en développant les solutions numériques.



### Réalisations 2021

- Premier poste de distribution publique en France équipé avec une solution de télé réglage en collaboration avec un gestionnaire de réseau de distribution (GRD). Le réseau a été modélisé et des capteurs ont été installés pour suivre la dynamique du réseau. Des tests complémentaires sont envisagés à l'été 2022 pour modifier les consignes du poste en fonction des cas d'usages. D'autres solutions de télé réglage sont à l'étude pour 2022 ;
- Première étude réalisée concernant une plateforme d'échange de données entre les parties prenantes du réseau permettant, par exemple d'anticiper les risques d'écrêtement des productions grâce à ce partage.

### Perspectives 2030

- Évaluer les passages de consignes automatisés asservis à la production de biométhane ;
- Informer les clients et parties prenantes de la qualité du gaz en temps réel et de façon prédictive ;
- Renforcer les interactions avec les opérateurs adjacents, les producteurs, les industriels, ainsi qu'avec les différents vecteurs énergétiques.



### Projet phare

## Télé réglage RAF

Les essais de qualification réalisés en 2020 ont validé que le système RAF permet de convertir un régulateur de pression classique, commandé par un pilote mécanique (composé d'une membrane associée à un ressort) en vanne de régulation, commandée par un pilote électronique (régulateur PID). Cela permet d'ouvrir le régulateur à plus de flexibilité et à plus d'usages, tels que la régulation en débit, le télé réglage, le raccordement à une intelligence artificielle (IA) basée sur de l'analyse prédictive... À la suite de ces essais en laboratoire, le matériel a été installé courant 2021 sur le poste de Trémentines-le-Mesnil en Pays de la Loire. En 2022, des tests complémentaires sont envisagés pour modifier les consignes du poste en fonction de cas d'usages et en coordination avec les principales parties prenantes du réseau.



Partenariat  
**GRDF**

Résultat  
atteint à  
**80%**

Budget  
du projet  
**Confidentiel**

TRL

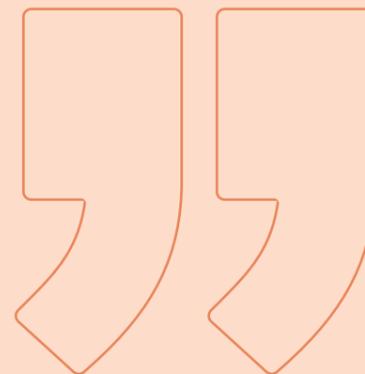
6<sub>2020</sub>



8<sub>2021</sub>



## Préparer les réseaux à l'arrivée de l'hydrogène



Dans un contexte de lutte contre le réchauffement climatique et de relance économique, la France a engagé depuis 2020 une ambitieuse stratégie de développement de la filière hydrogène la plaçant dans le peloton de tête des pays. À ce titre, l'hydrogène occupe une place de premier plan dans le programme d'investissement national France 2030 : 1,9 milliard d'euros seront mobilisés pour accélérer le développement de la filière.



**Tanguy MANCHEC**  
Coordinateur du programme  
HYDROGÈNE

« En 2021, avec la mise en service de FenHYx, RICE se positionne en leader européen de la RD&I Hydrogène. »

La dynamique autour de la filière de l'hydrogène décarboné se retrouve également à l'échelle continentale, avec le projet de réseau *European Hydrogen Backbone* notamment. Cette projection aux horizons 2030 et 2040 souligne l'intérêt technico-économique de réutiliser les infrastructures gazières existantes pour acheminer l'hydrogène à travers 28 pays européens.

GRTgaz est pleinement engagé dans cette dynamique et prépare la mobilisation de son réseau sûr, flexible et compétitif pour assurer l'acheminement de l'hydrogène en mélange avec le méthane ou pur (100 %) dans des canalisations dédiées. En témoigne le projet MosaHYc (Moselle Sarre HYdrogène Conversion) de conversion de canalisations entre l'Allemagne, la France et le Luxembourg.

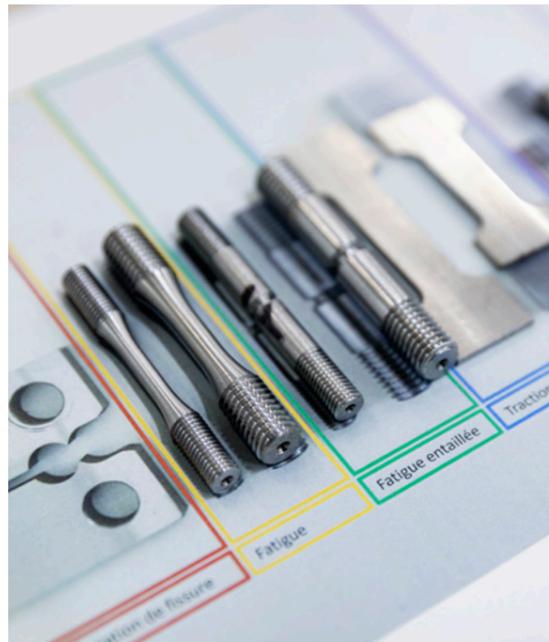
RICE s'affirme en tant que porteur de projets H<sub>2</sub> à grande échelle, que ce soit par le pilotage de l'installation de Power-to-Gas Jupiter 1000 (Fos-sur-Mer), ou par le déploiement de la plateforme collaborative européenne FenHYx (Alfortville) qui propose des bancs d'essais à haute valeur ajoutée spécifiquement dédiés à l'hydrogène.

Enfin, en 2021, RICE a renforcé sa présence internationale : pilotage de la construction de la roadmap R&D au sein du GERG (Groupe Européen de Recherches Gazières) ; seul acteur européen invité à participer au projet de référence américain HyBlend sur les mélanges gaz naturel / hydrogène.





## Tester l'impact de l'hydrogène, à différentes teneurs, sur l'intégrité des infrastructures gazières



### Contexte et finalités des travaux

L'exigence de sécurité, historiquement appliquée au transport de méthane, doit désormais être transposée à l'ensemble des activités impactées par l'intégration croissante d' $H_2$  dans les réseaux. Ainsi, les bancs d'essais développés par RICE (plateforme FenHYx d'Alfortville) permettent de tester l'impact des molécules d' $H_2$  sur les matériaux constituant les infrastructures gazières et le bon fonctionnement des équipements de pilotage et de mesure.

### Principaux challenges RD&I

- Modéliser l'impact de l' $H_2$  sur les aciers constitutifs des canalisations dans le but d'élaborer les guides techniques de design, exploitation et maintenance des infrastructures gazières amenées à recevoir de l' $H_2$  pur ou en mélange ;
- Confirmer l'opérabilité et la performance des matériels de réseau et chaînes de comptage pour valider la compatibilité avec l'injection d' $H_2$  et optimiser les programmes de maintenance prédictive ;
- Accompagner les développeurs de matériels dans la conception de nouveaux équipements optimisés pour l'acheminement, le stockage et la distribution d' $H_2$ .

### Réalisations 2021

- Partenariat avec General Electric (GE), McPhy, l'Ineris et le réseau des Universités Technologiques de Compiègne, Troyes et Belfort-Montbéliard pour encadrer des travaux de recherche sur les nouveaux process et outils de pilotage du réseau pouvant contribuer à la massification de l'injection d' $H_2$  ;
- Mise en service des nouveaux bancs d'essais FenHYx dédiés aux matériaux et équipements de réseaux. Ces essais sont conduits à différentes teneurs d' $H_2$  afin d'évaluer la compatibilité des matériaux (aciers, joints polymères, polyéthylènes) présents sur le réseau de GRTgaz (cf. Projet PipelHYne, voir en bas de page) ;
- Déploiement d'un protocole de tests permettant de simuler le vieillissement accéléré des équipements du réseau gazier en atmosphère  $H_2$ . Ces matériels feront ensuite l'objet de tests d'étanchéité et de performance permettant de valider leur fonctionnement à long terme.

### Perspectives 2030

- Élargissement du programme de tests des matériaux et de qualification des équipements sur toutes les plages de concentration en  $H_2$  pour couvrir l'ensemble du réseau de GRTgaz ;
- Tests de compatibilité des matériaux et matériels de réseaux en « dynamique » avec un flux d' $H_2$  représentant les conditions d'exploitation du réseau ;
- Suivi des expérimentations d'injection d' $H_2$  dans les réseaux qui permettra de préparer le lancement du projet MosaHYc prévu pour 2026 et de compléter une cartographie des retours d'expérience, inspections, prélèvements d'échantillons, qualifications complémentaires...

### Projet phare

## Projet PipelHYne

Avec quatre partenaires français et européens, RICE a élaboré un programme d'essais de pointe sur la plateforme FenHYx. Objectif : mieux anticiper les interactions entre les molécules d'hydrogène et les nuances d'acier représentatives des réseaux européens puis développer de nouveaux aciers optimisés pour le transport longue distance.

**Phase 1 :** définition des protocoles de tests pour les matériaux existants et conduite des premiers essais inter-comparatifs d'intégrité entre métal de base, soudures et zones affectés thermiquement.

**Phase 2 :** mesure de l'impact inhibiteur de l'oxygène lorsqu'il est présent dans un flux d'hydrogène issu

d'électrolyse ou naturellement présent dans les canalisations (couche d'oxyde native). Ces tests permettront d'évaluer les concentrations optimales d'inhibiteurs pour maîtriser les éventuels impacts de l' $H_2$  sur les canalisations existantes.

**Phase 3 :** élargissement des qualifications mécaniques d'essais à de nouveaux matériaux proposés par des fabricants européens de canalisation.

D'autres opérateurs européens sont en cours de discussion pour rejoindre le projet et enrichir le périmètre des essais prévus.



Partenariat  
**GRTgaz,  
Engie, Fluxys,  
National Grid**

Résultat  
atteint à  
**33%**

Budget  
du projet  
**2 M€**

TRL **3**<sub>2021</sub> → **5**<sub>2024</sub>



## Maîtriser la qualité gaz et anticiper les usages industriels de l'hydrogène en mélange avec le gaz naturel

### Contexte et finalités des travaux

Le réseau de transport opéré par GRTgaz permet d'alimenter directement 750 consommateurs industriels en gaz naturel. Afin d'identifier les besoins de ces acteurs en matière de qualité gaz et de sensibilité à l'H<sub>2</sub>, Teréga et GRTgaz ont lancé la première consultation nationale du marché H<sub>2</sub> bas-carbone et renouvelable en juin 2021.

RICE appuie la construction d'une cartographie recensant l'ensemble des process industriels utilisant du gaz naturel (brûleurs, fours...) ou de l'H<sub>2</sub> (piles à combustible...) pour évaluer la qualité du mélange H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> requis, tout en tenant compte des infrastructures existantes de transport et de stockage de gaz.

### Principaux challenges RD&I

- Comprendre l'impact des mélanges H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> (et la variabilité de ces mélanges) sur les installations du client selon la pureté de l'H<sub>2</sub> requis par les process et la sensibilité aux composés traces ;
- Développer des technologies de mesure efficaces et compétitives grâce à des chromatographes adaptés à l'analyse de gaz hydrogénés ;
- Développer des systèmes d'épuration de l'H<sub>2</sub> ou, au contraire, des équipements permettant la séparation de l'H<sub>2</sub> dans un gaz en mélange afin de protéger les process des clients sensibles.

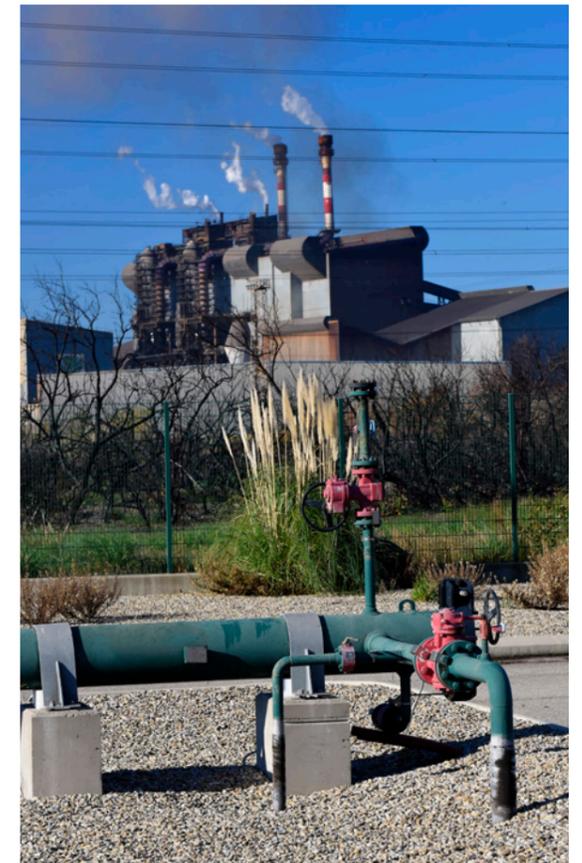


### Réalisations 2021

- Forte contribution à l'élaboration des orientations stratégiques dans le cadre du Prime Movers Group de l'Entsog (association des transporteurs gaziers européens) sur les sujets de qualité des gaz et « *Hydrogen handling* ». Ces travaux sont conduits auprès des filières consommatrices de gaz pour évaluer la sensibilité des process à l'H<sub>2</sub> ;
- Participation, dans le cadre d'EASEE-Gas (association représentant la filière gaz européenne, du producteur à l'utilisateur), à l'harmonisation des spécifications techniques appliquées à l'H<sub>2</sub> à l'échelle européenne ;
- Évaluation en conditions réelles, avec le démonstrateur Jupiter 1000 (technologie innovante de conversion d'électricité renouvelable, hydrogène ou méthane de synthèse, pour l'injecter dans les réseaux existants), des éventuels impacts d'un mélange H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> sur les process et la qualité des produits finis des trois sites industriels situés en aval de la plateforme.

### Perspectives 2030

- Étude plus approfondie, avec le déploiement des sites de production d'H<sub>2</sub>, des composés traces relargués dans l'H<sub>2</sub> selon les technologies de production (électrolyse, pyrogazéification, SMR, pyrolyse du méthane...). En fonction des résultats observés, il sera possible de déduire les besoins d'épuration et de séparation adaptés ;
- Déploiement d'un démonstrateur (validation technique, construction de modèles technico-économiques...) pour éprouver les différentes technologies de séparation et d'épuration en conditions de fonctionnement représentatives du réseau (cf. Projet phare, en bas de page).



### Projet phare

## Étude de performance des technologies de séparation H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> et appui au développement d'un démonstrateur

En 2021, RICE a conduit une étude sur les principales technologies de perméation gazeuse appliquées à la séparation de l'hydrogène du gaz naturel, avec un focus spécifique sur les membranes polymères. Ces technologies ont fait l'objet d'une étude d'intégration pour des applications de protection des usages avec la modélisation de différents scénarios reflétant les conditions opératoires du réseau (plages de pression, variation des débits...).

En parallèle de ces travaux de modélisation, RICE s'est associé à un consortium développant une installation de séparation de l'hydrogène par membrane. Localisé au nord de Berlin (Allemagne), à Prenzlau, ce démonstrateur aura pour objectif de caractériser la performance de différentes membranes de séparation, d'étudier leur stabilité à long terme, de quantifier l'impact de composés traces (soufre, eau, hydrocarbures) et d'en déduire des pistes d'optimisation (matériaux, agencement, régimes d'exploitation...) pour garantir une protection optimale des clients sensibles à l'hydrogène.



Partenariat  
**Ontras,  
DBI GUT,  
GRTgaz,  
Mitnetz,  
DVGW,  
Enertrag**

Résultat  
atteint à  
**70%**

Budget du projet  
**Confidentiel**

TRL **3**<sub>2021</sub> → **5**<sub>2023</sub>



## Plateforme Jupiter 1000 : préparer l'émergence de la filière Power-to-Gas française

### Contexte et finalités des travaux

Le projet collaboratif Jupiter 1000 prépare l'émergence de la filière Power-to-Gas française en mettant en œuvre à l'échelle industrielle :

- une installation de production d'hydrogène de 1MWe via deux technologies différentes d'électrolyse : alcaline et PEM (*Proton Exchange Membrane*) ;
- une unité de captage et valorisation de CO<sub>2</sub> industriel pour alimenter la réaction de méthanation ;
- une unité de méthanation pour convertir l'hydrogène produit en méthane de synthèse.

Il s'agit également de tester l'injection de l'hydrogène et du méthane produits dans le réseau de transport de GRTgaz et la capacité de celui-ci à servir de stockage pour gérer les variations des productions électriques renouvelables.

Le pilote est localisé à Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône), sur une plateforme Innovex du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) dédiée à l'accueil de démonstrateurs préindustriels en lien avec avec l'innovation et la transition énergétique.

### Principaux challenges RD&I

- Valider les procédés (méthanation, deux types d'électrolyse, captage et transport du CO<sub>2</sub>) et l'intégration d'un nouveau gaz dans les systèmes gaziers (effets de l'hydrogène dans les réseaux de gaz et chez les consommateurs) ;
- Construire un business model et identifier les obstacles d'un déploiement à grande échelle ;
- Lancer la filière Power-to-Gas en région Sud et en France.



### Réalisations 2021

- **Électrolyseur alcalin** : arrêt en juillet 2021 à la demande de McPhy, afin de procéder à une évolution de sa conception après 1,5 an de fonctionnement opérationnel. Sa remise en service est prévue mi 2022 ;
- **Électrolyseur PEM** : mis en service en novembre 2021, premiers essais fin 2021 démontrant des performances globales conformes aux attentes. La modélisation fine de ses caractéristiques est en cours, sous pilotage du CEA ;
- **Unité de capture du CO<sub>2</sub>** : installation dans l'usine d'Asco Industries en juillet 2021, pour un captage du CO<sub>2</sub> à partir de mi 2022 ;
- **Pose fin 2021 de la canalisation de CO<sub>2</sub>**, sous pilotage du GPMM, en vue d'un achèvement en avril 2022 ;
- **Achèvement de tous les travaux** sous la responsabilité de GRTgaz, y compris l'installation du compresseur pour le méthane de synthèse ;

### Perspectives 2030

- L'année 2022 marquera la mise en service de la méthanation, complétant ainsi le projet. Les essais seront réalisés en 2022 et 2023.
- Les équipes réfléchissent également à l'usage futur du site, une fois le projet Jupiter 1000 achevé, afin d'accroître la connaissance sur l'hydrogène et les équipements industriels associés.



### Plus d'informations :

- [www.jupiter1000.eu](http://www.jupiter1000.eu)
- Twitter : @Jupiter1000PtG
- Le reportage « L'aventure du Power to Gas - Jupiter 1000 »



### Projet phare

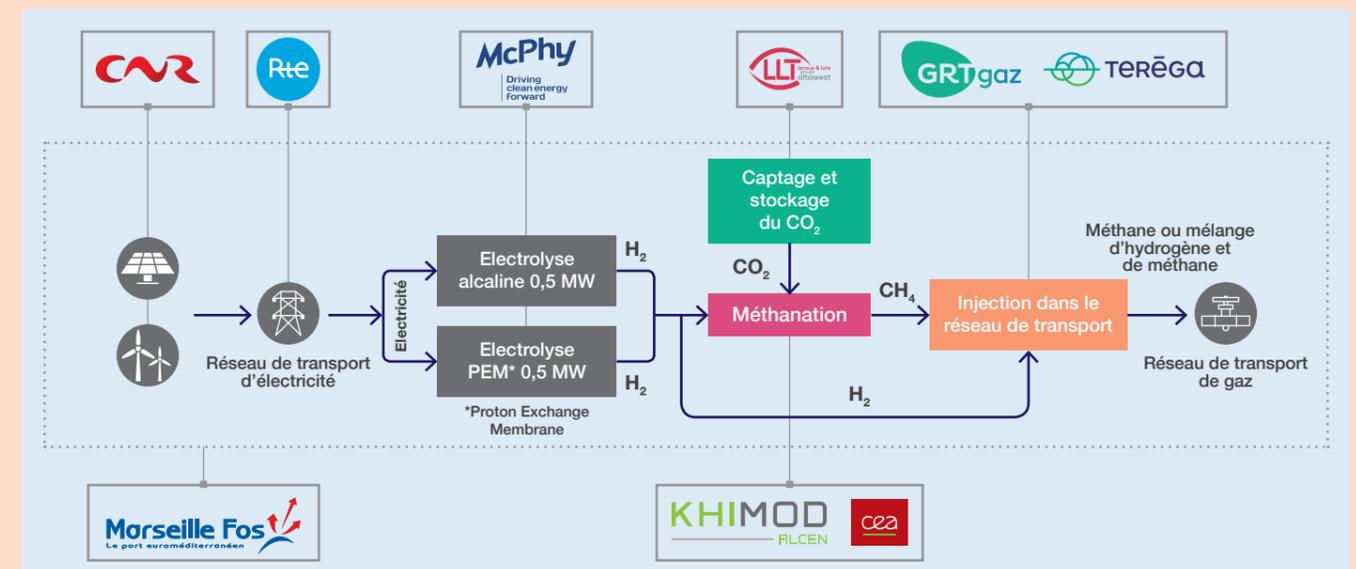
## Un projet collaboratif

Plusieurs partenaires sont activement associés au projet Jupiter 1000 :

- McPhy est en charge de la conception et de l'installation des électrolyseurs ;
- Leroux & Lotz construit l'unité de captage de CO<sub>2</sub>, sur le site d'Ascométal, à moins de 2 km de Jupiter 1000 ;
- Khimod assure la conception et l'installation de l'unité de méthanation ;
- la CNR fournit l'électricité renouvelable nécessaire au fonctionnement du site et sera également partie prenante dans les tests de pilotage du site ;
- le CEA assure la conduite des tests et la modélisation technico-économique du démonstrateur ;

- le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) est en charge de la mise à disposition de la plateforme pour le projet, de sa viabilisation, ainsi que de la construction de la canalisation de CO<sub>2</sub> entre l'unité de captage et le site ;
- TEREga et RTE participent au financement et apportent leur expertise.

GRTgaz est en charge de l'intégration globale du projet, de la conception et la construction de la plateforme avec notamment un poste de mélange et d'injection, et de l'exploitation.





## Plateforme de R&D FenHYx : préparer les infrastructures à l'injection d'hydrogène

### Contexte de déploiement de la plateforme d'essai

La plateforme de recherche FenHYx (Future Energy Networks for Hydrogen and miX) vise à tester la capacité des infrastructures gazières existantes, comme nouvelles, à transporter et intégrer l'hydrogène. En s'implantant à Alfortville (Val-de-Marne), cet ambitieux projet profite de l'expertise des équipes de GRTgaz et RICE déjà opérationnelles sur le site et également du dynamisme de l'écosystème francilien en matière de RD&I.

Le projet démontre l'engagement de GRTgaz à devenir l'un des leaders mondiaux de la RD&I pour l'injection d'hydrogène dans les infrastructures de transport, distribution, stockage et les terminaux méthaniers.

### Challenges adressés par la plateforme FenHYx

En regroupant des moyens d'essais innovants et des chercheurs aux compétences reconnues, la plateforme FenHYx permettra de conduire des essais de pointe pour les opérateurs d'infrastructures et les acteurs de la filière hydrogène afin d'accélérer :

- la recherche pour la transformation des infrastructures gazières comme pilier clé du développement de l'hydrogène en Europe ;
- la mise en place de collaborations avec des partenaires académiques, des start-up industrielles françaises et européennes pour accélérer cette transition vers l'hydrogène.



### Capacités d'essais

La plateforme FenHYx a vocation à évoluer et à progressivement se doter de nouveaux moyens d'essais afin de répondre aux besoins émergents des acteurs engagés sur la filière hydrogène. Actuellement, FenHYx propose trois modules de tests :

- **Module intégrité** pour réaliser des essais mécaniques sur les matériaux des réseaux gaziers, dont l'acier (test de fatigue, ténacité, propagation de fissure, traction), pour répondre notamment aux interrogations concernant les effets de l'H<sub>2</sub> sur les matériaux ;
- **Module corrosion** pour réaliser des essais électrochimiques et des tests de corrosion sous pression (évaluation de l'impact de l'H<sub>2</sub> sur les revêtements, les peintures, l'efficacité de la protection cathodique du réseau...);
- **Module vieillissement et matériels de réseau** pour vérifier le bon fonctionnement des équipements du réseau (robinets, vannes, compteurs...) dans le cadre d'une exposition prolongée à un fluide contenant de l'H<sub>2</sub>.

### Perspectives 2030

Dès 2020, RICE a initié des échanges avec des partenaires, pour développer des prestations liées aux bancs d'essais FenHYx. Ces programmes portent notamment sur :

- l'intégrité à travers le projet PipelHYne de caractérisation mécanique des aciers en atmosphère hydrogène (jusqu'à 100 %) ;
- le vieillissement de soupapes, régulateurs et vannes du réseau actuel afin de vérifier leur bonne étanchéité quand ils sont exposés à l'hydrogène.

La compatibilité des matériaux et matériels qui seront sollicités dans le cadre du projet de réseau de transport européen 100 % H<sub>2</sub> appelé MosaHYc.



### Projet phare

## Inauguration FenHYx

Mardi 23 novembre 2021, Thierry Trouvé, directeur général de GRTgaz, Marie-Ève Perru, conseillère régionale de la Région Île-de-France et Pierre Blouet, directeur du centre de RD&I RICE ont inauguré les nouvelles installations FenHYx à Alfortville.

FenHYx a bénéficié du soutien financier de la Région Ile-de-France, à hauteur de 440 000 euros, dans le cadre de l'appel à manifestation d'intérêt « Innovation et structuration de la filière hydrogène », lancé en mars 2020.

Pour Pierre Blouet, « FenHYx est un développement stratégique des moyens d'essais de RICE pour répondre aux questions fondamentales et pragmatiques que pose l'arrivée de l'hydrogène dans le mix énergétique et les infrastructures associées ».



**Rédaction, conception et réalisation purplepop**

**Ont contribué à ce rapport :** Pierre Blouet, Dairo Ballestas Castro, Marie Dève, Carine Lacroix, Tanguy Manchec, Philippe Mannoni, Christophe Olry, Elodie Rousset, Christophe Tastard,

ainsi que l'équipe communication de RICE.

**Crédits photos :** Résothèque GRTgaz, Christophe Boulze, Grégory Brandel, Franck Dunouau, Philippe Dureuil, Hamid Azmoun, Cedric Helsly

[researchbyrice.com](http://researchbyrice.com)  
[grtgaz.com](http://grtgaz.com)  
[gazenergiesdespossibles.fr](http://gazenergiesdespossibles.fr)

  
[twitter.com/@grtgaz](https://twitter.com/grtgaz)  
[twitter.com/@RICE\\_Energy](https://twitter.com/RICE_Energy)



  
[linkedin.com/company/  
rice-research-innovation-center-for-energy/](https://linkedin.com/company/rice-research-innovation-center-for-energy/)

**Direction de l'Innovation**

Siège social GRTgaz — Immeuble Bora — 6 rue Raoul Nordling — 92277 Bois-Colombes cedex — 01 55 66 40 00

**RICE**

1-3 rue du commandant d'Estienne d'Orves — 92390 Villeneuve-la-Garenne — 01 41 11 59 30