

nātran
R&I

Recherche
& Innovation

20 25 RAPPORT D'ACTIVITÉS



SOM- MAIRE

03

Édito

04

Présentation de NaTran R&I

06

5 programmes de recherche pour des infrastructures énergétiques durables

08

L'innovation au service de notre transformation

10

5 dispositifs d'innovation complémentaires et un incubateur à start-ups

12

Une dimension internationale à travers nos clients et partenaires

14

Les faits marquants

17

Nos 5 programmes de recherche et innovation en détail

18

Maîtriser l'intégrité et la sécurité des infrastructures gazières

24

Réduire les impacts environnementaux de la chaîne gazière

32

Préparer les réseaux à l'arrivée des méthanes renouvelables

40

Adapter, modéliser et piloter les réseaux du futur

46

Préparer les réseaux à l'arrivée de l'H₂ et du CO₂



NaTran R&I : écrire le futur du transport des gaz renouvelables



Pierre Blouet
DIRECTEUR DE NATRAN R&I



ÉDITO

En 2025, NaTran a ouvert un nouveau chapitre de son histoire. À travers son projet NaTran2030, l'entreprise ambitionne désormais de devenir un acteur de référence du transport et de la logistique des gaz renouvelables et bas carbone, qui contribuent activement aux objectifs de politique énergétique nationale et européenne de décarbonation et de souveraineté. Cette transformation repose notamment sur NaTran R&I, son centre de recherche et d'innovation, qui joue un rôle clé dans l'accompagnement de la transition énergétique.

NaTran affiche également, à travers NaTran R&I, sa volonté de placer la recherche, l'innovation et l'accompagnement de nos clients et des filières au cœur des initiatives pour l'accueil des gaz verts sur son réseau. C'est pourquoi nos cinq programmes stratégiques sont alignés avec les objectifs du projet d'entreprise et évoluent en permanence pour répondre aux problématiques techniques que soulèvent ces objectifs. La plateforme d'essais SmHYre, unique en Europe, illustre cette stratégie : elle marque une avancée majeure dans le comptage à haute pression et haut débit en hydrogène, tout en intégrant la future compatibilité au CO₂. Trencitis, nouvelle filiale spécialisée dans la

maintenance verte des infrastructures gazières et détenue à 70 % par NaTran, s'inscrit également pleinement dans cette démarche.

À l'heure où les équilibres énergétiques se redessinent, la R&I doit aussi permettre d'anticiper les évolutions du marché pour renforcer la compétitivité de NaTran. Mais les mutations et l'agilité qu'exige la transition énergétique ne changent pas nos fondamentaux : des équipes expertes et engagées, l'excellence technique, la sécurité et le souci de l'intérêt général restent les piliers de notre action et de notre développement. Nous avons un rôle décisif à jouer pour fiabiliser les trajectoires stratégiques et accélérer les solutions opérationnelles. C'est cette ambition, à la fois technique, industrielle et collective, qui continuera de guider notre action dans les années à venir.

naTran

NaTran est le nouveau nom de GRTgaz. L'année 2025 marque les 20 ans de l'entreprise, qui ouvre une nouvelle page de son histoire en changeant de nom et en adoptant un projet d'entreprise NaTran2030 tourné vers la transition énergétique et la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Pour y parvenir, l'entreprise adapte son réseau et ses pratiques aux défis écologiques, économiques et numériques. Elle propose des infrastructures et une logistique adaptées aux gaz qui participent à la transition énergétique (biométhane, H₂ et CO₂). NaTran est le 2^e opérateur de transport de gaz en Europe et assure des missions de service public visant à garantir la sécurité d'acheminement à ses clients.

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

97

SITES BIOMÉTHANE
injectant dans le réseau NaTran,
soit une capacité
totale de 3,0 TWh/an

623 TWh

DE GAZ NATUREL
transporté en 2025

45 M€

BUDGET R&I
(hors R&D Elengy et NaTran Deutschland)

3 671

SALARIÉS

33 791 km

dont 32 622 km en France

2 545 M€

CHIFFRE D'AFFAIRES
en incluant Elengy et NaTran Deutschland



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

À ce titre, nous assurons la cohérence des efforts de R&I avec les objectifs du projet d'entreprise, sommes force de proposition sur les orientations R&I de NaTran, sommes à l'écoute des directions métiers et éclairons leurs prises de décision, coordonnons les activités de R&I de NaTran et en assurons le suivi, le reporting.

— NaTran R&I est le nouveau de nom de RICE (Research and Innovation Center for Energie).

124

FEMMES & HOMMES
Docteurs, ingénieurs, chefs de projet
et techniciens de recherche*

4

SITES
Villeneuve-la-Garenne (92),
Bois-Colombes (92), Alfortville (94)
et le démonstrateur Jupiter 1000
à Fos-sur-Mer (13)

40

MOYENS D'ESSAIS

40

CLIENTS EN FRANCE
ET À L'INTERNATIONAL

77

FAMILLES D'INTERVENTIONS
représentant **274** titres
de propriété intellectuelle

13

THÈSES EN COURS
dont **3** thèses CIFRE

5 Programmes de recherche pour des infrastructures énergétiques durables

Entre 2024 et 2025, les activités de Recherche, Développement et Innovation de NaTran R&I ont connu une nouvelle accélération, traduisant l'importance croissante de leur impact au service des enjeux industriels de performance et de sécurité et de la transition énergétique et écologique.

L'année 2025 s'est caractérisée tout d'abord par un **changement d'échelle du programme H₂ & CO₂**, avec un renforcement très significatif des ressources et des ambitions. Cette dynamique répond à la montée en puissance de projets structurants tels que MosaHYC, DKHarbo et GOCO₂, pour lesquels la R&I joue un rôle clé en appui aux décisions d'investissement et à la sécurisation technique. Les travaux engagés couvrent l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis la qualification des matériels et l'instrumentation des réseaux jusqu'à l'analyse de la qualité des gaz et la production de dossiers techniques et réglementaires associés.

Les actions préparatoires à MosaHYC illustrent particulièrement cette évolution, avec un niveau d'exigence accru en matière de compréhension des phénomènes physico-chimiques, de maîtrise de la qualité de l'hydrogène et d'évaluation de l'intégrité des infrastructures. Ces travaux s'inscrivent dans une logique d'anticipation, visant à lever les verrous techniques et à sécuriser les premières mises en œuvre à l'échelle industrielle.

En parallèle, les projets DKHarbo et GOCO₂ ont connu une montée en intensité notable, avec un élargissement des activités R&I sur les spécifications CO₂, les études de dangers et les problématiques liées au transport en phase gazeuse et dense. Ces projets contribuent à structurer l'offre CO₂ de NaTran et à positionner l'entreprise sur le développement de futurs réseaux dédiés au captage, transport et stockage de carbone.

Au-delà du programme H₂ & CO₂, l'année 2025 marque également une inflexion stratégique sur les activités liées à l'optimisation et à la sécurité des infrastructures existantes. **Le programme OPTISE évolue ainsi vers le programme SENTINEL**, recentré sur les enjeux de sécurité industrielle, d'intégrité et de surveillance des réseaux. Cette transformation s'accompagne de l'intégration de technologies innovantes, notamment issues de l'écosystème start-up, telles que les solutions de détection et de surveillance déployées à grande échelle (ballon dirigeable, drone longue distance, capteurs avancés), renforçant significativement les capacités d'inspection et de prévention des risques.

Par ailleurs, **l'asset management prend une place croissante au sein du programme PREPARE**, traduisant la

volonté de mieux articuler la R&I avec les enjeux de performance opérationnelle et de trajectoire long terme des infrastructures. Les travaux engagés visent à optimiser les stratégies de maintenance, à anticiper le vieillissement des actifs et à éclairer les choix d'investissement dans un contexte de mutation profonde des usages énergétiques. Cette évolution s'inscrit notamment en cohérence avec les analyses prospectives menées avec la Commission de Régulation de l'Énergie dans le cadre des travaux relatifs aux infrastructures à horizon 2050.

Enfin, ces transformations s'accompagnent d'un **renforcement global de la structuration des feuilles de route R&I** avec une meilleure articulation entre les programmes, une gouvernance consolidée et une orientation plus marquée vers des résultats opérationnels. L'ensemble de ces évolutions positionne la R&I comme un levier central de la stratégie de NaTran, à la fois pour **sécuriser les projets émergents, préparer les infrastructures de demain et accompagner la décarbonation de l'industrie à grande échelle**.

5 axes stratégiques confortés

Nos travaux de recherche s'articulent autour de cinq axes stratégiques, conçus pour éclairer nos partenaires, surmonter les obstacles technologiques et déployer des innovations créatrices de valeur :

SENTINEL maîtriser l'intégrité et la sécurité des infrastructures gazières ;

IMPACT réduire les impacts environnementaux de la chaîne gazière ;

NEW CH4 préparer les réseaux à l'arrivée des méthanes renouvelables ;

PREPARE adapter, modéliser et piloter les réseaux du futur ;

H₂ & CO₂ préparer les réseaux à l'arrivée de l'hydrogène et du CO₂.

NATRAN ASSURE LE PILOTAGE DE LA R&I SUR TOUTE LA CHAÎNE DE VALEUR

01

ÉTAT DEL'ART

Examen exhaustif et approfondi de la littérature, des connaissances ou des pratiques existantes.

02

ANALYSE DES ÉCARTS

À partir de l'état de l'art, identification des verrous technologiques résiduels pour répondre aux enjeux industriels et environnementaux de nos clients.

03

FEUILLE DE ROUTE R&I

Établissement d'un document stratégique décrivant les objectifs à long terme, les étapes intermédiaires et les actions spécifiques pour guider les activités de R&I, et favoriser ainsi l'augmentation des connaissances.

04

PARTENARIATS

Sécurisation des collaborations entre deux ou plusieurs entités (entreprises, institutions académiques, organismes gouvernementaux...), pour mener des activités de recherche et développement conjointes.

05

FINANCEMENT

Recherche de financements publics et privés pour couvrir les budgets de recherche, notamment auprès des guichets nationaux et européens.

06

EXÉCUTION

Réalisation des travaux de recherche définis dans la feuille de route, en maximisant la création de valeur.

07

DISSÉMINATION

Diffusion et communication des résultats, des connaissances et des avancées obtenus à partir des activités de R&I afin de promouvoir le déploiement et la mise en œuvre opérationnelle au sein de la filière.

L'INNOVATION

au service de notre transformation

Renforcer l'impact de l'innovation sur la transformation de NaTran en générant de la valeur et de la performance : telle est l'ambition de notre équipe Innovation pour 2025-2030. Et ce, via une approche proactive, fondée sur la veille, l'expérimentation et un écosystème ouvert. Recherche et Innovation concourent à un objectif commun : l'industrialisation au plus tôt des dossiers porteurs de transformation et performance.

Notre ambition : faire de l'innovation un moteur essentiel de la transformation de notre entreprise, en s'inscrivant dans la stratégie globale portée par nos Programmes de Recherche & Innovation. Et ce, en répondant à deux objectifs majeurs : l'amélioration durable de notre performance économique et environnementale, et le développement de notre business.

Atteindre ces objectifs implique une véritable transformation culturelle.



Le collectif Innovation avec ses partenaires.

Identifier, expérimenter, déployer

L'action de l'innovation s'est focalisée sur l'identification, l'expérimentation et l'accélération du déploiement de projets porteurs de valeur, qu'ils proviennent du challenge innovation interne, des initiatives de terrain ou encore de la veille stratégique.

Nous avons intensifié nos partenariats avec les start-ups et les acteurs innovants à travers notre incubateur Nova, nos appels à projets d'Open Innovation, ainsi que par la création d'une structure dédiée au benchmark des meilleures pratiques parmi les gestionnaires européens d'infrastructures gazières, le TSO Innovation Club.

Notre démarche proactive, axée sur l'ouverture à l'externe, l'expérimentation et une veille dynamique au service d'objectifs concrets de l'entreprise, vise à positionner durablement NaTran comme un acteur de référence et visionnaire dans le transport de gaz renouvelables.

NOS KPI ET KBI DE PERFORMANCE



**INNOVATIONS
ENVIRONNEMENTALES :
RÉDUCTION DES
ÉMISSIONS**



**TEMPS GAGNÉ
ET TRAJETS ÉVITÉS**

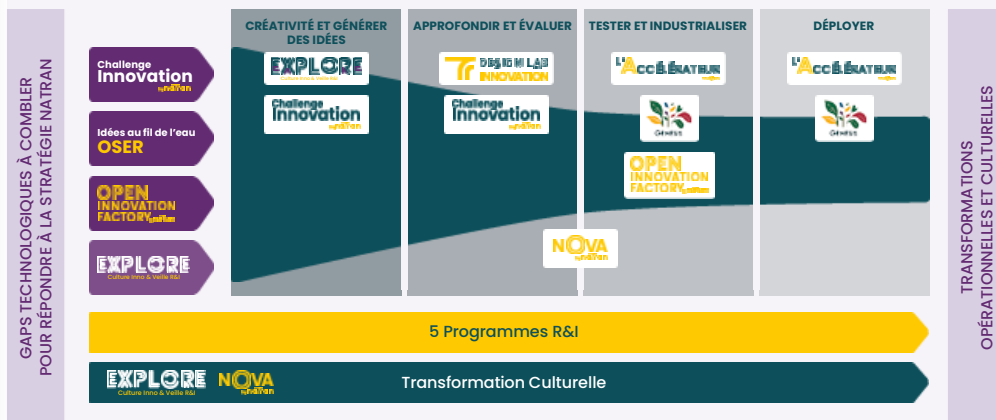


**ÉCONOMIES RÉALISÉES
ET NOUVEAU
BUSINESS CRÉÉ**



**COMPÉTENCES
ET MOTIVATION
DES SALARIÉS**

PROCESS D'AVANCEMENT DES INNOVATIONS CHEZ NATRAN



11 EXEMPLES PORTÉS SPÉCIFIQUEMENT PAR LE COLLECTIF INNOVATION

- | | | | |
|----|--|----|---|
| 01 | Maintenance différenciée des postes de détente | 07 | Wattway, panneaux solaires dans les enrobés de postes |
| 02 | Hapster, transmission des compétences techniques | 08 | Création du Fablab « La Forge » au service des salariés |
| 03 | Morice, optimiser le fonctionnement des électro-compresseurs | 09 | Memeir, réparation au lieu du remplacement de robinets |
| 04 | Miniskid de brûlage bleu | 10 | Crynomic, décapage au bio-CO ₂ |
| 05 | Bees, reconnaissance environnementale des sites principaux | 11 | Protect, protection des raccords vissés |
| 06 | Redresseur PC 2.0 pour assurer la qualité de la PC en courants vagabonds | | |

5 dispositifs d'innovation complémentaires et un incubateur de start-ups

PROJETS D'INNOVATION

PERFORMANCE ÉCONOMIQUE

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

TRANSFORMATION CULTURELLE

1 Challenge Innovation by nātran

DÉTECTER

valoriser et accompagner le déploiement des initiatives des salariés les plus prometteuses au travers d'un programme annuel

- Lancement des défis thématiques par direction
- Organisation du programme annuel d'innovation participative
- Accompagnement des équipes

3 EXPLORE Culture Inno & Veille R&I

DIFFUSER

la culture de l'innovation à tous les étages de l'entreprise et partager les nouvelles tendances de l'écosystème externe (techniques, organisationnelles, marché, startup...)

- Animation de collectifs d'innovation
- Production de veille R&I

2 DESIGN LAB INNOVATION

ACCOMPAGNER

les phases amont d'exploration et de conception des démarches d'innovation avec des méthodes d'innovation collaboratives



DESIGN PROSPECTIF



DESIGN DE SERVICES



DESIGN STRATÉGIQUE



DESIGN OPÉRATIONNEL



DESIGN D'IMPACT

Nos cinq dispositifs sont les chevilles ouvrières de l'expérimentation et du déploiement de nos projets d'innovation, en synergie avec les programmes R&I et au service des enjeux stratégiques de NaTran. Leur valeur ajoutée se mesure à travers des Key Performance Indicators (KPI) et des Key Behaviour Indicators (KBI), traduisant à la fois l'impact économique, la transition énergétique et la transformation culturelle qu'ils impulsent.

4

OPEN INNOVATION FACTORY by nātran

RÉPONDRE

à des problématiques métiers internes par la mise en place de partenariats avec des écosystèmes d'innovation et suivre la réalisation des projets

- Appels à projets
- Sourcing start-ups
- Contractualisation
- Suivi des projets
- Animation réseau des lauréats

5 L'ACCÉLÉRATEUR by nātran

ACCÉLÉRER

une innovation à enjeu par une offre de services adaptée, afin de lui faire franchir un palier et permettre une émergence plus rapide du projet

- Ateliers master plan
- Valorisation à l'externe
- Propriété intellectuelle
- Business model et dérisquage
- Appui expérimentation et industrialisation

NOVA by nātran

INCUBER

des start-ups dans la transition énergétique, avec une offre articulée autour de cinq axes :

- Expérimentations sur nos cas d'usage
- Accompagnement par nos experts
- Accès aux moyens de tests de nos laboratoires
- Accès à nos espaces de travail en région parisienne
- Mise en relation avec des fonds d'investissement

Une dimension internationale à travers nos CLIENTS et PARTENAIRES



EUROPE

Associations R&I



Gestionnaires d'infrastructures énergétiques



Partenaires institutionnels



Centres de R&I



ÉCOSYSTÈMES

Start-ups, entreprises innovantes...





FRANCE

Partenaires institutionnels et académiques



Groupes industriels



AMÉRIQUES

Centres de R&I



Associations R&I



Gestionnaires de réseaux transport / distribution



20 Les faits 25 marquants

JANVIER



Événement bilan de Jupiter 1000 à Fos-sur-Mer

Jupiter 1000 incarne une avancée majeure pour les filières hydrogène, gaz renouvelables et électriques. Le 15 janvier 2025, à l'invitation de NaTran R&I, partenaires et acteurs du projet se sont réunis pour dresser le bilan technique et opérationnel de cette initiative pionnière qui illustre le rôle central du *Power to Gas* dans la transition énergétique. Les discussions ont porté sur les avancées technologiques, perspectives d'avenir et enseignements clés du projet.

NaTran R&I accueille la 3^e promotion de l'incubateur Nova



L'incubateur Nova de NaTran est dédié à l'accompagnement de start-ups du secteur de

la transition énergétique. Il permet l'émergence de solutions innovantes, tout en favorisant les synergies industrielles et écologiques. À l'issue du 3^e appel à candidatures, Nova a sélectionné trois nouvelles start-ups particulièrement innovantes : LC-Engineering (mesure des gaz), Octométhra (méthanisation agricole) et Rift (drones longue portée).

FÉVRIER



NaTran R&I : une dynamique d'innovation au service de la transition énergétique

Le 30 janvier 2025, GRTgaz est devenu NaTran et son centre de recherche RICE a été renommé NaTran R&I. Un nouveau chapitre pour l'entreprise et une nouvelle ambition, portée par le projet NaTran2030 : devenir un acteur de référence du transport et de la logistique des gaz renouvelables et bas carbone en Europe. Une transformation dans laquelle NaTran R&I joue un rôle clé pour l'accompagnement de la transition énergétique.



Partenariat pour le nouveau projet européen H2FlowTrace

H2FlowTrace est un projet européen pour le développement d'une infrastructure métrologique à grande échelle permettant d'effectuer des étalonnages traçables du débit d'hydrogène pur pour les réseaux de gaz. NaTran R&I est fier de participer à ce projet ambitieux de 3 ans aux côtés de 16 autres partenaires, pour mettre à profit et développer ses installations en débitmétrie d'hydrogène dans le cadre du projet.

MARS



IFPEN et NaTran unissent leurs forces pour le transport de CO₂ et d'H₂

Le 20 mars 2025, NaTran et IFP Énergies nouvelles (IFPEN), acteur clé dans les solutions de transport innovantes, ont signé un Memorandum of Understanding. Cet accord marque le début d'une collaboration stratégique dédiée au développement de technologies de pointe pour le transport sécurisé, efficace et durable du CO₂ et de l'H₂.

Projet PilgrHYM : une nouvelle étape franchie

À l'initiative de NaTran R&I, coordinateur du projet, le consortium PilgrhyM s'est réuni à l'université de Burgos les 17 et 18 mars 2025 pour sa 4^e réunion. Les partenaires ont fait le point sur l'avancement du projet, les protocoles d'essais hydrogène, les tests matériaux et la modélisation numérique. Ils ont également visité le H₂Lab et Hiperbaric, spécialiste des hautes pressions. Les experts R&I de NaTran participent activement au projet, qui vise la reconversion des infrastructures gaz vers l'hydrogène pur.



JUILLET



Essais de brûlage d'hydrogène à haut débit : une première réussie pour NaTran R&I

Les 24 et 25 juin derniers, le site d'Alfortville a accueilli une campagne d'essais inédite menée par NaTran R&I. L'objectif : qualifier le matériel de brûlage bleu, développé par NaTran et mis en œuvre pour le gaz naturel depuis plusieurs années déjà, mais pour une utilisation avec de l'hydrogène à fort débit, jusqu'à 10 000 Nm³/h.

JUILLET



Canalisations composites : mise en service du premier ouvrage transport de gaz NaTran

Le 2 juillet dernier, un tronçon de 600 mètres de canalisations composites a été mis en service sur la commune de Gendrey (Jura). L'utilisation de ces nouvelles canalisations souples et déroulables en remplacement des tubes d'acier classiques permet de réduire drastiquement la durée et les impacts environnementaux des chantiers de pose. Une première en France.



AMI prometteur pour Jupiter 1000

Après 5 ans d'expérimentations, NaTran a lancé un appel à manifestation d'intérêts (AMI) pour donner un nouvel élan à Jupiter 1000, premier démonstrateur français industriel de *Power to Gas*. Résultat : 36 entités (entreprises, centres académiques) ont répondu, avec 40 projets associés. Un succès qui confirme la légitimité de l'unité de recherche et de son rôle moteur dans le développement des gaz renouvelables, et témoigne également de l'attractivité de la filière et de la capacité de Jupiter 1000 à fédérer un écosystème national autour de l'innovation énergétique.

SEPTEMBRE

NaTran R&I for Tomorrow 2025

Le 1^{er} juillet 2025, NaTran R&I a réuni ses clients, partenaires et start-ups au Museum national d'histoire naturelle pour une journée d'échanges et de réflexions dédiée à l'innovation et à la transition énergétique. Une journée entièrement axée autour des thèmes de la biodiversité et l'aménagement du territoire, la réduction des émissions de méthane et la décarbonation des activités industrielles.



NaTran R&I accélère sur le comptage de l'hydrogène et des gaz renouvelables

SmHYre est une plateforme de test unique en Europe, située sur le site centre de test NaTran R&I à Alfortville (94). En septembre 2025, NaTran a annoncé à la presse la mise en service d'un nouveau banc d'essai à l'hydrogène et à différents gaz renouvelables. Ce nouveau banc est dédié aux applications de comptage tertiaire ou domestique jusqu'à un débit de 16 Nm³/h et une pression de 500 mbar. Il est emblématique de l'intensification des efforts de recherche et d'innovation pour faire de NaTran un opérateur européen de transport de gaz de premier plan axé sur la transition énergétique.

NOVEMBRE

Édition 2025 de la rencontre du Club Comptes Clés de NaTran R&I

Elle a réuni dans les locaux de NaTran à Bois-Colombes une vingtaine de participants de Elengy, GRDF, NaTran, Storengy et Téréga. Cette journée, qui a combiné cette année interventions et séquences de co-construction, est l'occasion d'un point annuel sur les avancées et pistes de collaboration en matière de R&I dans des domaines clés tels que la maintenance prévisionnelle et le monitoring des émissions de méthane.



Nos 5 PROGRAMMES de recherche et innovation

SENTINEL

Maîtriser l'intégrité et la sécurité des infrastructures gazières



IMPACT

Réduire les impacts environnementaux de la chaîne gazière

NEW CH₄

Préparer les réseaux à l'arrivée des méthanes renouvelables



PREPARE

Adapter, modéliser et piloter les réseaux du futur

H₂ & CO₂

Préparer les réseaux à l'arrivée de l'hydrogène et du CO₂



SENTINEL

SENTINEL rassemble, en un programme R&I unique, tous les enjeux de NaTran liés à l'intégrité des canalisations et à la sécurité industrielle. Il s'appuie sur des solutions innovantes et des outils avancés pour mieux détecter, comprendre et maîtriser le risque industriel.



« Allier l'exigence du maintien au plus haut niveau de la sécurité industrielle de nos ouvrages, en intégrant et en tirant parti de toutes les opportunités technologiques émergentes. »

Carine Lacroix
COORDINATRICE DU PROGRAMME SENTINEL

100%

des traversées sous
sous-fluviales de NaTran
modélisées en condition
de crues.

10 000

kilomètres cumulés
de surveillance satellitaire
du réseau en 2025
à titre expérimental.

SENTINEL

Maîtriser l'intégrité et la sécurité des infrastructures gazières

Le nouveau périmètre du programme SENTINEL consolide, dans une démarche unifiée, l'ensemble des enjeux R&I de NaTran relatifs à l'intégrité des canalisations et à la sécurité industrielle. Il couvre, de manière structurée, les thématiques suivantes : la corrosion des aciers, l'intégrité des matériaux métalliques, les techniques d'inspection, d'analyse et de réparation, mais aussi la connaissance et la modélisation des phénomènes dangereux, la détection des fuites ainsi que les différentes formes de surveillance du réseau, incluant notamment la prévention des risques liés aux travaux tiers.

SENTINEL est au service de l'ambition de NaTran de s'approprier et d'industrialiser rapidement les avancées technologiques et les opportunités porteuses de sécurité et de performance : essor de l'intelligence artificielle et du traitement massif de données, nouvelles technologies d'inspection, de détection et de

surveillance toujours plus précises. Ces technologies permettent également d'explorer de nouvelles approches, plus réactives, plus robustes et plus prédictives, au service d'une intégrité du réseau renforcée.

En alignement direct avec le Projet d'entreprise 2030, qui érige la Sécurité Intégrée en socle incontournable, le programme vise à porter un haut niveau technique sur ces sujets tout en accélérant l'innovation. SENTINEL s'inscrit ainsi dans une dynamique d'amélioration continue, mobilisant des solutions de pointe et une compréhension approfondie des risques pour optimiser durablement le fonctionnement, l'exploitation et la sécurité du système gazier.

ASSURER l'intégrité du réseau

Contexte et finalités de nos travaux



Banc d'essai pour mesurer l'impact de l'H₂ sur les phénomènes de corrosion.

Nous développons des solutions innovantes pour garantir l'intégrité des canalisations confrontées à des sollicitations variées : corrosion évoluant selon l'environnement, contraintes et sollicitations mécaniques liées à la pression, impacts climatiques ou agressions externes. Nos travaux portent sur la compréhension des propriétés mécaniques, l'analyse numérique des risques de dégradation et l'amélioration des méthodes d'inspection non destructives.

Principaux challenges

Corrosion

- Comprendre, améliorer et développer des solutions anticorrosion.
- Fiabiliser les diagnostics et les mesures de protection cathodique.
- Monitorer le traitement de la corrosion.

Intégrité des aciers

- Améliorer notre connaissance scientifique des comportements des matériaux.
- Évaluer et caractériser la criticité des défauts.
- Identifier, qualifier et tester des techniques de réparation adaptées au type de défauts.
- Identifier et tester des techniques d'inspection et de contrôle non destructif afin d'augmenter la part inspectable du réseau.

Réalisations 2025

Corrosion

- Caractérisation et limitation du décollement des revêtements hydrocarbonés.
- Évaluation et validation des performances du remblai biosourcé par rapport au poussier de coke conventionnel.
- Veille sur les jumeaux numériques dans la corrosion.
- Évaluation du risque de corrosion sur les tronçons de canalisation en service sous fourreaux non remplis.
- Essais d'abaissement du niveau de protection cathodique.
- Tests de revêtements qui empêcheraient la prise en glace des postes de détente.
- Évaluation du risque de corrosion en présence de courants vagabonds continus (DC).

Intégrité des aciers

- Capitalisation des données de caractérisation de l'ensemble des aciers utilisés sur les ouvrages.
- Suivi des développements de nouveaux outils d'inspection et de contrôle non destructif (technologies pistons ART Scan™ et CIGMA-x™, par exemple, inspection par magnétométrie de courant comme alternative aux mesures électriques de surface...).
- Outil d'automatisation des analyses de cycles de pression et des indicateurs de sévérité du cyclage pour la tenue en fatigue des canalisations sous pression.
- Création d'un chatbot IA répondant aux sollicitations sur les sujets d'intégrité.

« L'identification des traversées sous-fluviales pouvant atteindre leurs limites mécaniques en cas de crue extrême a permis d'adapter les mesures pour garantir la sécurité du réseau. »



Gérard Nespoulous
INGÉNIEUR DE RECHERCHE
CONFIRMÉ - INTÉGRITÉ

Perspectives 2030

Corrosion

- Caractérisation de la tenue des revêtements à divers polluants.
- Étude et application de techniques innovantes ayant pour objectif de mesurer l'efficacité de la protection cathodique.
- Étude des phénomènes de surpolarisation, de dépolarisation et de résistivité des sols sur l'intégrité des canalisations et établissement de méthodes pour limiter leur impact.
- Étude et maîtrise des facteurs de corrosion dans les canalisations (interférences électriques, environnement autour de la canalisation, niveau de PC efficace selon la résistivité des sols, etc.).
- Travaux sur l'exploitation, assistée par IA, de données pour l'analyse probabiliste des risques de corrosion.

Intégrité des aciers

- Utilisation de l'IA pour optimiser l'analyse des enfoncements.
- Développement d'une technique de caractérisation matériau sur le réseau de manière non destructive (du prélèvement terrain à la caractérisation mécanique).
- Veille permanente, étude et suivi des tests de nouveaux pistons et d'outils non conventionnels pour augmenter la part du réseau inspectable.
- Mise en place de techniques d'analyse de la criticité des défauts : indicateurs pour le suivi du cyclage en pression des canalisations, modèles d'analyse des types de défauts potentiels (ex : propagation des fissures), méthodologie de traitement des enfoncements.
- Identification et essais de techniques de réparation des défauts (ex : défauts de soudure).

PROJET PHARE

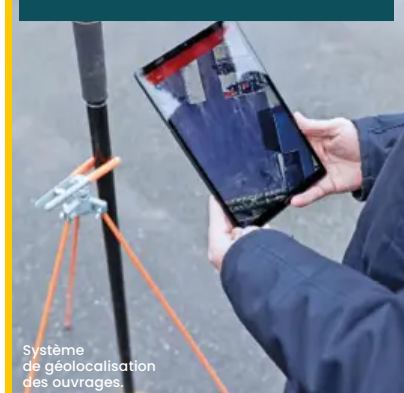
Modélisation des traversées sous-fluviales (TSF) exposées au risque de crue torrentielle



Face à des perspectives d'augmentation des crues torrentielles liées au changement climatique, l'étude évalue la sécurité industrielle et la résilience des traversées sous-fluviales, potentiellement déchaussées et exposées à la poussée du courant. Une modélisation des éléments finis a permis de tester 24 configurations représentatives. Les travaux ont permis d'identifier le nombre réduit de TSF qui approcheraient leurs limites mécaniques, révélant un risque d'endommagement structurel en cas de crue exceptionnelle. Ces résultats guident et éclairent les décisions d'inspection, de renforcement ou de reconfiguration (ex : forage dirigé), afin d'améliorer la résilience du réseau et de garantir la prévention des défaillances dans un contexte hydrologique de plus en plus contraint.

PRÉVENTION du risque industriel et maîtrise des phénomènes dangereux

Contexte et finalités de nos travaux



Le réseau de NaTran est exposé à divers aléas – travaux tiers, interventions humaines, conditions météorologiques extrêmes –, susceptibles d'altérer son intégrité et d'impacter la sécurité des personnes et des milieux.

Pour renforcer la maîtrise du risque industriel, le programme SENTINEL est acteur de l'intégration de nouvelles technologies avancées et développe de nouvelles méthodes et savoirs scientifiques visant à :

- optimiser la détection de fuites et la surveillance vis-à-vis des menaces pouvant affecter les ouvrages ;
- mieux comprendre le comportement du réseau et les conséquences des phénomènes dangereux à éviter, pour les prévenir et anticiper leurs conséquences potentielles, avec, pour finalité, la réduction de la vulnérabilité des infrastructures et un gain de sécurité industrielle.

Principaux challenges

Détection des fuites

- Optimiser la recherche systématique de fuites en identifiant et en testant des solutions de détection terrestres ou aériennes.
- Optimiser les techniques et la performance des systèmes d'odorisation.

Sécurité industrielle

- Améliorer la connaissance des phénomènes dangereux et développer les outils de simulation permettant d'évaluer les risques d'accidents.
- Apporter l'expertise technique et scientifique en analyse des accidents ou dans l'élaboration de la doctrine technique pour les opérations de mise en et hors gaz du réseau.

Surveillance et détection des ouvrages

- Améliorer la performance et la prévention de ces activités en identifiant, développant ou qualifiant pour leur industrialisation de nouvelles méthodes et technologies de surveillance terrestre, aérienne ou satellitaire du réseau et de détection et géoréférencement des canalisations.

Réalisations 2025

Détection des fuites et odorisation

- Identification et essais de nouveaux capteurs de fuite embarquables (technologies Hylight en drone dirigeable, Beagle par drone classique...).
- Qualification de l'hydrogène comme gaz vecteur, visant à renforcer notre résilience vis-à-vis d'une pénurie d'hélium.

Sécurité industrielle

- Encadrement d'une thèse visant à quantifier la menace des mégafeux de forêt sur les installations de transport.
- Phénoménologie et caractérisation des risques liés aux poussières pyrophoriques.
- Étude de la diffusion du gaz dans le sol en cas de fuite limitée.

Surveillance

- Expérimentations de la surveillance par avion ou drones : technologie Panvion GRT-7, RIFT...
- Expérimentation de la surveillance satellitaire des zones d'instabilité du sol.
- Essais de technologies de signalement en temps réel des accrochages de canalisations via des signaux vibratoires, acoustiques, etc. (technologies Spade et ThreatScan, notamment).

Détection des canalisations

- Travaux portant sur la facilitation et la fiabilisation de la géolocalisation des canalisations non métalliques.

Détection des fuites et odorisation

- Identification et tests de solutions embarquées (avion, drone) pour la détection de fuites.
- Veille sur les technologies de détection satellitaire.
- Étude des résidus et effluents liés à l'utilisation du THT.

Sécurité industrielle

- Amélioration de la quantification des surpressions liées à l'inflammation de jets de gaz.
- Études sur la diffusion du gaz dans le sol et les phénomènes de surpression associés.
- Analyse du gradient thermique dans le sol lors d'inflammations de gaz.
- Modélisation de la résistance des équipements au rayonnement thermique.
- Développement d'outils de simulation d'explosions.
- Contribution au programme « Sécurité de demain » de la Foncsi.

Surveillance

- Tests de solutions de monitoring en temps réel pour canalisations enterrées.
- Essais et déploiement de technologies de surveillance satellitaire ou aérienne.
- Développement d'une IA interne pour l'analyse d'images.

Détection des canalisations

- Étude de dispositifs de recalage de centrale inertielle.
- Développement de sondes gyroscopiques pour le géoréférencement en classe A des canalisations en sous-cœuvre.
- Suivi d'une technologie de visualisation en réalité augmentée pour chantiers.

« RIFT est une solution prometteuse tant par sa technologie Detect & Avoid, permettant de lever la contrainte des Zones Réglementées Temporaires et d'opérer à grande échelle hors de la vue du télépilote grâce à son cockpit reproduit au sol. »



Sylvain Poulain
CHEF DE PROJET
INNOVATION

PROJET INNOVATION

Le projet RIFT vise à déployer une solution de surveillance réseau par drone longue portée, capable de couvrir jusqu'à 300 km, avec cinq heures d'autonomie, pour détecter efficacement travaux tiers et situations à risque.

Incubée au sein de l'incubateur NOVA de NaTran, la start-up a atteint un niveau de maturité solide, confirmé par plusieurs démonstrations réussies. NaTran R&I joue un rôle clé dans l'accompagnement technique, l'évaluation opérationnelle et l'intégration de cette technologie. Les perspectives incluent des expérimentations terrain début 2026 et une possible industrialisation. Les gains attendus sont majeurs : réduction des coûts par rapport à des prestations aériennes classiques, surveillance plus réactive, diminution des déplacements, amélioration de la sécurité industrielle.



Base d'envol
des drones RIFT.

IMPACT



Le programme IMPACT structure notre action R&I autour de trois priorités : mesurer et réduire les émissions de méthane ; décarboner nos infrastructures et les procédés industriels connectés à notre réseau via l'efficacité énergétique, la valorisation de chaleur fatale et le captage CO₂ ; évaluer et limiter nos impacts sur la biodiversité et l'artificialisation des sols.



« Le programme IMPACT s'inscrit dans une approche globale, au service de notre objectif stratégique en faveur du climat et de la biodiversité. »

Élodie Rousset

COORDINATRICE DU PROGRAMME IMPACT

53

C'est le nombre d'espèces végétales que l'analyse des pollens par BeeOdiversity a identifiées sur le site d'Alfortville (94).

—58%

d'émissions de méthane pour NaTran entre 2019 et 2024.

PROGRAMME IMPACT

Trois axes stratégiques

La transition énergétique ne peut se concevoir sans une transformation profonde de notre rapport à l'environnement. Pour NaTran, réduire drastiquement son empreinte écologique n'est pas seulement une obligation réglementaire, c'est un impératif stratégique qui conditionne la légitimité et la pérennité de nos infrastructures dans un monde décarboné.

Les résultats obtenus témoignent de notre détermination : entre 2019 et 2024, les émissions de méthane de l'entreprise ont baissé de 58 %. NaTran a ainsi démontré sa capacité à transformer ses opérations. L'année 2025 s'inscrit dans la continuité de cette dynamique, portée par un cadre réglementaire européen de plus en plus exigeant et par une conscience accrue des enjeux climatiques et de biodiversité.

Notre programme IMPACT incarne cette ambition à travers trois axes complémentaires et interdépendants. Le premier axe cible spécifiquement le méthane, gaz à effet de serre au pouvoir réchauffant 30 fois supérieur au CO₂. Mesurer avec précision et réduire nos

émissions fugitives demeure notre priorité absolue. Le second axe élargit notre action à l'ensemble de l'empreinte carbone, tant pour nos infrastructures de transport que pour les procédés industriels de nos clients. Efficacité énergétique, valorisation de la chaleur résiduelle et développement de solutions de captage du CO₂ constituent les leviers principaux de décarbonation des industries lourdes. Enfin, le troisième axe, consolidé en 2024, répond à un enjeu émergent mais fondamental : évaluer et minimiser notre impact sur les écosystèmes et l'artificialisation des sols, en nous appuyant sur des méthodologies scientifiquement robustes.

Ces travaux de R&I s'inscrivent pleinement dans l'objectif stratégique de NaTran : « développer nos pratiques en faveur du climat et de la biodiversité », confirmant notre engagement à être un acteur responsable et exemplaire de la transition énergétique.

MESURER ET RÉDUIRE les émissions de méthane

Contexte et finalités de nos travaux



Outil laser de mesurage des émissions de méthane.

La maîtrise des émissions de méthane constitue une priorité stratégique pour NaTran dans sa lutte contre le dérèglement climatique. Membre de l'Oil & Gas Methane Partnership 2.0 (OGMP 2.0) depuis 2020, plateforme pilotée par le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), l'entreprise s'engage dans un reporting transparent et volontaire de ses émissions. Le « Gold Standard » obtenu en 2023 et confirmé en 2024 et 2025, atteste de l'excellence de notre démarche. En 2025, le programme IMPACT poursuit cette dynamique en affinant nos méthodologies de mesure, en réduisant les incertitudes et en déployant les solutions les plus performantes, en pleine conformité avec le nouveau cadre réglementaire européen.

Principaux challenges

- Renforcer l'efficacité des campagnes LDAR (*Leak Detection and Repair*) pour identifier rapidement les émissions fugitives et accélérer les interventions correctives sur les équipements défectueux.
- Développer et valider de nouvelles méthodologies de mesure directe au niveau des sources (*Source Level*), permettant d'affiner les facteurs d'émission et de fiabiliser nos estimations réglementaires.
- Évaluer des technologies émergentes permettant de quantifier des fuites diffuses.
- Maîtriser les techniques de quantification à l'échelle site (*Site Level*) et assurer leur cohérence avec les données *source level*, conformément aux exigences du niveau supérieur OGMP 2.0 et du Règlement européen sur la réduction des émissions de méthane.
- Innover dans la conception, l'expérimentation et le déploiement opérationnel de solutions de réduction des émissions, en privilégiant des technologies éprouvées et des approches adaptées à nos infrastructures.

Réalisations 2025

- Campagne de mesures *site level* interopérateurs**
Réalisation de mesures *site level* via technologie drone sur diverses infrastructures gazières (stations de compression, stockages). Analyse des données et réconciliation avec les estimations *source level* pour améliorer la précision des bilans d'émissions. Implémentation sur sites concrets de technologies de monitoring continu.
- Groupe de travail interopérateurs sur la réduction des émissions des laboratoires**
La Task Force « Boucles rapides » réunit les principaux opérateurs gaziers français pour harmoniser les pratiques techniques des boucles de prélèvement laboratoire. Objectifs : partager les retours d'expérience, définir des standards opérationnels communs et porter une position technique cohérente auprès des autorités réglementaires.

« L'équipe détection de NaTran R&I est ravie de contribuer à la réduction des émissions de méthane de NaTran. Grâce à notre savoir-faire et à nos tests réalisés en interne et dans des groupes internationaux, nous avons contribué au renouvellement du « Gold Standard »⁽¹⁾ de NaTran cette année. »



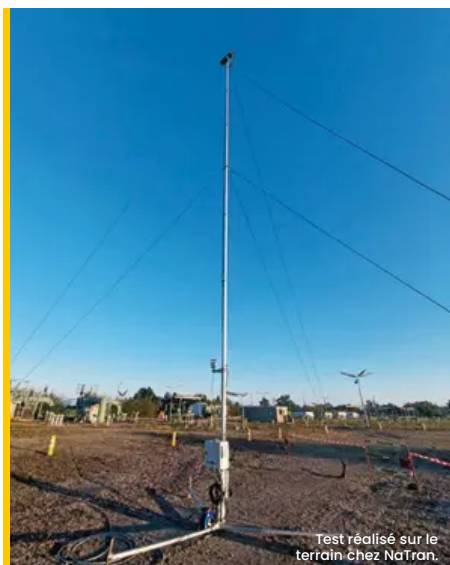
Cristina Lopez
PILOTE D'ACTIVITÉS R&I
 DÉTECTION DE GAZ

(1) Gold Standard OGMP : plus haut niveau du référentiel international de suivi des émissions de méthane du secteur gazier. Il reconnaît les entreprises capables de mesurer et déclarer leurs émissions avec un haut niveau de précision et de transparence.

Perspectives 2030

- Contribution à la production des groupes de normalisation, en cohérence avec nos convictions, notamment pour les laboratoires d'analyse.
- Mise à disposition de méthodes standardisées d'évaluation de techniques de quantification (projet METRONOME).
- Production de données de référence sur l'impact méthane de la filière méthanisation.
- Création d'une *task force* autour du monitoring continu pour les opérateurs *midstream/downstream*.
- Évolution de nos pratiques *site level* à travers de la prospection. Exemple : se doter d'un outil permettant d'automatiser la récolte des données *source* et *site level*.

PROJET PHARE



Test réalisé sur le terrain chez NaTran.

Fin 2025, NaTran a franchi une étape décisive dans l'évaluation des technologies de surveillance continue des émissions de méthane en passant des essais en conditions maîtrisées aux tests en conditions réelles.

Plusieurs technologies d'intérêt ont été soumises pendant plus d'un mois à un test dans la station de compression de Roussines, pour évaluer leurs performances en termes de détection, quantification et localisation d'émissions. Ce test a été réalisé en parallèle de mesures *source level* et de la campagne *site level* drone annuelle. Par ailleurs, cette analyse approfondie des performances réelles a guidé le Lab procédés et caractéristiques des gaz (PCG) dans l'acquisition en 2025 de deux caméras LiDAR, un choix validé par des tests menés en 2022 sur un complexe méthanier. Ces équipements seront déployés opérationnellement en 2026 sur plusieurs sites gaziers en ciblant les zones les plus émettrices, confirmant l'engagement de NaTran dans l'innovation technologique pour une gestion optimisée de ses émissions de méthane.

CONTRIBUER à la décarbonation (hors émissions de méthane)



Contexte et finalités de nos travaux

Pour atteindre les objectifs de neutralité carbone à horizon 2050, NaTran s'engage à réduire ses émissions directes de méthane et l'empreinte carbone de l'ensemble de ses activités. Le programme R&I IMPACT développe aussi des solutions de récupération et de valorisation des énergies fatales générées par nos installations industrielles, actuellement inexploitées. Nos travaux portent également sur la réduction des émissions en aval du réseau, c'est-à-dire celles issues des usages industriels du gaz naturel. Cette approche intégrée vise à transformer nos infrastructures en vecteurs de décarbonation, tant au niveau de nos opérations qu'à la maille de la chaîne de valeur gazière.

Principaux challenges

- Transformer nos infrastructures en sources de valorisation énergétique en développant des technologies innovantes de récupération de l'énergie de détente au niveau de nos postes de compression et de livraison, permettant de réinjecter cette énergie dans le réseau ou de la valoriser localement.
- Participer activement aux groupes de travail nationaux et internationaux dédiés à la décarbonation industrielle pour partager nos expertises, identifier les meilleures pratiques et contribuer à l'élaboration de standards techniques.
- Accompagner nos clients industriels dans leur transition énergétique en identifiant et évaluant les solutions d'amélioration et d'optimisation des procédés industriels afin de minimiser la consommation énergétique du site.
- Éclairer les choix stratégiques en matière de captage du CO₂ en évaluant les technologies les plus pertinentes applicables aux différents secteurs industriels utilisateurs de gaz naturel.
- Assurer une veille technologique sur les filières bas carbone émergentes, en contribuant à l'évaluation de procédés innovants comme la pyrolyse du méthane produisant hydrogène et carbone solide.

« Les émissions associées aux usages du gaz pèsent fortement dans notre scope 3. Accompagner nos clients industriels dans leur transition énergétique est essentiel. Décarboner l'industrie, c'est préparer l'avenir de NaTran. »



Alice Vatin
PILOTE R&I PROCÉDÉS &
USAGES DES GAZ

Réalisations 2025

- Étude technico-économique d'ampleur investiguant 25 procédés industriels de clients NaTran pour identifier les voies de décarbonation les plus pertinentes, les comparer entre elles et prioriser les efforts sur les secteurs où le gaz conserve un avantage compétitif face aux alternatives électriques.
- Chaudière gaz industrielle bas-carbone Poursuite du démonstrateur « Ch0c » reposant sur l'oxycombustion, qui remplace l'air par de l'oxygène lors de la combustion. Cette technologie améliore les performances de la chaudière et concentre le CO₂ produit, facilitant son captage et sa valorisation ultérieure.
- Étude approfondie des technologies de captage du CO₂ Après plusieurs années d'investigation des technologies de captage, nos travaux 2025 ont approfondi deux axes : l'impact des composés traces des fumées industrielles sur les différentes technologies (absorption, adsorption, membranes), et l'analyse des composés traces présents dans le flux de CO₂ capté, notamment ceux issus de la dégradation des solvants utilisés dans les procédés de lavage aux amines.

Perspectives 2030

- Participer activement aux groupes de normalisation sur les méthodes de comptabilisation carbone (GHG Protocol).
- Cartographier la composition des fumées industrielles pour lever les verrous techniques limitant l'accès aux solutions de décarbonation (valorisation de chaleur fatale, captage du CO₂).
- Projeter les consommations de gaz des clients industriels à l'horizon 2050 pour anticiper les évolutions du marché ainsi que celles de nos infrastructures.
- Développer des solutions de valorisation de l'énergie de détente applicables à nos infrastructures.

PROJET PHARE



Évaluation technico-économique des stratégies de décarbonation industrielle

Évaluation technico-économique des stratégies de décarbonation industrielle

- L'étude Procédés difficilement électrifiables s'inscrit dans un contexte où l'industrie française à l'origine de près de 20 % des émissions nationales des GES est particulièrement sollicitée pour atteindre les objectifs fixés par la SNBC, qui prévoit une réduction de 35 % des émissions d'ici 2030.
- Dans cette perspective, les procédés thermiques jouent un rôle clé : ils concentrent une part importante des consommations énergétiques et présentent un potentiel significatif de décarbonation, que ce soit par l'électrification, l'amélioration de l'efficacité énergétique, le captage et le stockage du CO₂, l'H₂ bas carbone ou encore la substitution des énergies carbonées...
- L'objectif de notre étude est d'évaluer, pour les procédés industriels des clients de NaTran, la compétitivité technico-économique de ces différentes filières, en intégrant à la fois leur maturité technologique, leurs contraintes opérationnelles et leur impact énergétique.
- La méthode repose sur l'identification des procédés prioritaires, l'analyse technique approfondie des solutions envisageables, puis la comparaison structurée de leurs performances technico-économiques et environnementales. Cette étude va permettre à NaTran d'anticiper les évolutions des usages afin d'adapter les réseaux.

RÉDUIRE les impacts sur le vivant

Contexte et finalités de nos travaux



Exploitant près de 33 000 km de canalisations souterraines ainsi que 16 sites industriels de compression, NaTran exerce une pression maîtrisée mais néanmoins réelle sur les milieux naturels, notamment lors des travaux de pose ou en termes d'artificialisation des sols. Face à cet enjeu, l'entreprise déploie une politique environnementale ambitieuse alignée sur les objectifs de la COP15 Biodiversité visant à enrayer le déclin de la biodiversité d'ici 2030. Intégrée aux engagements RSE de l'entreprise, cette politique mobilise l'ensemble des métiers et s'appuie sur le programme IMPACT pour sa dimension recherche et innovation. Nos travaux visent à enrichir notre connaissance des écosystèmes traversés, lever les verrous techniques rencontrés et structurer un écosystème d'expertise robuste permettant de concilier continuité de service et préservation de la biodiversité.

« La R&I éclaire nos projets sur les impacts de nos activités sur la biodiversité, outille nos équipes et renforce notre crédibilité auprès de nos parties prenantes. »



Olivier Renaud
CHEF DE PROJET
BIODIVERSITÉ

Principaux challenges

NaTran poursuit et renforce ses actions pour concilier ses activités avec la préservation et la régénération des écosystèmes.

- Le premier enjeu consiste à construire une connaissance fine et cartographiée de la biodiversité présente sur nos infrastructures, s'appuyant sur des méthodologies scientifiques éprouvées pour objectiver nos impacts et mesurer nos progrès.
- Cette base de connaissances doit nourrir la transformation concrète de nos pratiques opérationnelles : repenser la gestion de nos bandes de servitudes pour en faire des corridors écologiques, adapter nos chantiers pour limiter la propagation d'espèces invasives, et intégrer systématiquement les enjeux écologiques dès la conception des projets.
- Au-delà des aspects techniques, le défi est également humain et organisationnel : mobiliser et former l'ensemble des collaborateurs concernés, structurer un réseau d'expertise partagée avec le monde scientifique, et développer des solutions innovantes permettant de restaurer activement la biodiversité plutôt que de simplement en limiter la dégradation.

Réalisations 2025

- Déploiement d'un plan de gestion écologique concertée (PGEc) à Alfortville. Appliqué à un site NaTran, le PGEc consiste à mettre en œuvre des pratiques d'entretien et des aménagements respectueux de l'environnement et de la biodiversité, de façon concertée avec des parties prenantes (voisinage écologique, institutions publiques).
- Expérimentation d'un bio-indicateur pollens avec BeeOdiversity sur le site d'Alfortville : les analyses de pollens contenus dans le miel ont permis d'identifier 53 espèces végétales dans et à proximité de la station. Des métaux lourds ont également pu être détectés.
- Expérimentation d'un suivi éco-acoustique avec BioPhonia sur le site d'Alfortville : l'analyse acoustique menée sur plusieurs mois a permis de recenser les espèces animales présentes, notamment oiseaux, criquets et amphibiens.
- Benchmark sur les indicateurs de mesure de la biodiversité et des labels pour valoriser nos actions en faveur de la biodiversité.

Perspectives 2030

- Tous les sites de plus de 3 ha sont labellisés LPO ou Ecojardin.
- NaTran dispose d'indicateurs de pilotage de biodiversité robustes et fiables qui lui permettent de maîtriser ses activités et valoriser ses actions.
- Disposer de la confiance des institutions publiques facilitant le lancement de nouveaux projets.
- Être un acteur reconnu dans le secteur de la recherche et de l'innovation en matière de biodiversité.

PROJET PHARE

Tester différentes technologies de mesures pour enrichir les données naturalistes des sites NaTran



Expérimentation d'un bio-indicateur à partir de pollens prélevés avec BeeOdiversity sur le site NaTran d'Alfortville.

- Le BeeOmonitoring, une méthode de suivi de la biodiversité végétale et de la pollution de nos sites réalisé avec le prestataire BeeOdiversity nous a permis d'identifier 53 espèces de plantes, des traces de pesticides trouvés dans le pollen (icaridine) et certains métaux lourds dans des seuils extrêmement bas (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, plomb, mercure et zinc). Cet outil pourrait nous permettre d'identifier et de mesurer dans le temps l'évolution de la diversité floristique et d'être un outil de concertation avec le voisinage.

Expérimentation d'analyse acoustique avec BioPhonia sur le site de NaTran d'Alfortville : l'IA au service de l'environnement

- Des micros ont été placés sur le site d'Alfortville du printemps à la fin de l'été 2025 pour effectuer une analyse acoustique de la faune environnante. Les enregistrements ont été analysés par l'IA, permettant de connaître les espèces d'oiseaux, de criquets et d'amphibiens recensés et de compléter les prospections terrains (63 espèces d'avifaune, 1 espèce d'amphibien et 7 espèces d'orthoptères). Cette analyse repose sur des technologies d'intelligence artificielle, mises au service de la connaissance et de la préservation de l'environnement.

New CH₄

Développer les méthanes renouvelables et bas carbone ("nouveaux méthanes") est essentiel pour un système énergétique durable. En 2025, 803 sites injectaient 15,5 TWh de biométhane dans les réseaux français. À l'horizon 2030, l'objectif est d'atteindre 44 TWh, tout en préparant le déploiement des filières émergentes : la pyrogazéification, la gazéification hydrothermale et le Power-to-Methane.



« NaTran R&I apporte son expertise et son énergie au développement des nouveaux méthanes, une énergie renouvelable, locale et circulaire. »

Alexandra Kostereva
COORDINATRICE DU PROGRAMME NEW CH₄

15,5 TWh

de biométhane injecté
dans les réseaux en 2025.

4

filières nouveaux méthanés
soutenues par NaTran R&I.

NEW CH₄

Décarbonation et résilience

L''accélération du développement des nouveaux méthanés transforme en profondeur le système gazier. Elle implique une augmentation rapide des volumes injectés, une diversification des gaz transportés et une évolution des usages, qui placent les réseaux gaziers au cœur de la décarbonation des territoires. NaTran porte un projet d'entreprise structurant pour 2030 : multiplier par cinq la part des gaz renouvelables dans les réseaux entre 2024 et 2030, pour atteindre 44 TWh conformément à la trajectoire inscrite dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2026-2035 publiée en février 2026.

Cette trajectoire se traduira, dans les années à venir, par un accroissement significatif du nombre d'unités raccordées, le déploiement de stations de rebours indispensables à l'absorption de ces flux, et l'arrivée progressive de nouveaux méthanés issus de filières encore émergentes.

Face à ces évolutions, le programme New CH₄ de NaTran R&I anticipe l'adaptation des réseaux et de leur exploitation afin de garantir une intégration sûre,

robuste et économiquement maîtrisée des volumes croissants de biométhane, notamment grâce au déploiement et à l'optimisation des rebours. La maîtrise de la qualité des gaz est également une priorité pour la compatibilité des nouveaux méthanés avec certains usages et infrastructures existants ; nous apporterons une attention particulière au programme de recherche consacré à la gestion du taux d'oxygène. Enfin, le programme vise à accompagner l'émergence des nouvelles filières de production, en levant les verrous techniques liés à la qualité des gaz, à leur épuration et à leur acceptabilité pour l'injection.

En combinant expertise analytique, modélisation, expérimentation terrain et partenariats avec l'écosystème industriel et académique, NaTran R&I prépare ainsi les réseaux à accueillir durablement les méthanés de demain, tout en soutenant le renforcement de la souveraineté énergétique des territoires.

PRÉPARER les réseaux à la croissance des volumes de gaz renouvelables

Contexte et finalités de nos travaux



Analyse de biométhane chez NaTran R&I.

Le développement rapide de la filière méthanisation constitue un levier majeur de la transition énergétique et conduit à une diversification croissante des gaz injectés dans les réseaux. Pour accompagner cette dynamique, NaTran adapte en profondeur ses infrastructures, ses modes d'exploitation et ses outils d'ingénierie afin de garantir une intégration sûre, fiable et économiquement maîtrisée des nouveaux méthanes. NaTran R&I mène des projets de recherche visant à s'assurer de la qualité des gaz renouvelables avant leur injection, à mieux comprendre leurs impacts sur les réseaux et à optimiser les conditions de transport. Ces travaux contribuent à renforcer la robustesse du système gazier, à maîtriser les coûts d'acheminement et à soutenir l'industrialisation durable de la filière méthanisation sur l'ensemble du territoire.

Principaux challenges

- L'accélération du développement de la filière méthanisation impose à NaTran d'adapter son réseau à des volumes croissants de nouveaux méthanes, tout en garantissant leur qualité, la sécurité des infrastructures et la maîtrise des coûts d'acheminement. La diversité des compositions de gaz rend indispensable la fiabilisation des chaînes d'analyse, des dispositifs d'odorisation et des référentiels associés, depuis les laboratoires jusqu'aux équipements déployés sur le terrain.
- En parallèle, la montée en charge rapide des rebours, avec un objectif d'environ 150 installations à l'horizon 2030, nécessite d'améliorer la compréhension de leur fonctionnement dynamique afin d'optimiser les réglages, d'optimiser la production de biométhane, et de dimensionner les équipements de manière optimale. Ces enjeux appellent un renforcement des capacités de modélisation, d'aide à la décision et d'appui opérationnel, en cohérence avec les travaux engagés en 2025 sur les études dynamiques, la veille technologique et la fiabilisation des équipements.

Réalisations 2025

- Évaluation des laboratoires pour le contrôle du biométhane : tests à l'aveugle menés en 2025 par NaTran R&I sur des laboratoires analysant des échantillons de biométhane, permettant de statuer sur leurs performances analytiques.
- Veille continue sur les dispositifs d'injection et d'odorisation afin d'anticiper les évolutions technologiques et d'orienter les choix industriels.
- Appui d'expertise et fiabilisation des skids d'odorisation, avec un accompagnement ciblé des équipes opérationnelles.
- Activité rebours – études dynamiques : réalisation de 25 études en 2025 (contre 8 en 2024), grâce à une restructuration complète de l'activité et au renforcement des ressources. Ces études visent à optimiser la création et les réglages des rebours.
- Veille analyseurs pour postes d'injection biométhane et méthane de synthèse : constitution d'une base de données techniques sur les analyseurs en matrice CH₄, support d'aide à la décision et lancement d'un Open Innovation pour les analyseurs de nouveaux méthanes.
- Synthèse BioSTAR2c : consolidation des résultats des travaux du GERG (2016-2024) démontrant que l'injection de biométhane en Europe ne présente pas de risque supplémentaire par rapport au gaz naturel, sous réserve de précautions adaptées, et ouvrant la voie à une possible révision de certains seuils normatifs.

Perspectives 2030

- Améliorer la modélisation et les critères de dimensionnement des rebours, afin de mieux anticiper les contraintes réseau et d'optimiser leur fonctionnement.
- Renforcer l'aide à la décision dans le choix des gammes de compresseurs, avec le lancement mi 2026 d'un projet d'optimisation énergétique intégrant des simulations multi modes de fonctionnement.
- Explorer les opportunités de maintenance conditionnelle et prévisionnelle, fondées sur l'analyse de criticité, pour améliorer la fiabilité et la disponibilité des postes d'injection.
- Poursuivre l'optimisation des infrastructures gazières afin de réduire les coûts d'acheminement, maîtriser les impacts des nouveaux méthanes et accompagner les projets d'innovation, notamment Octométha et Méthaboost.

ACCOMPAGNEMENT DE L'INNOVATION



Tests réalisés par Octométha dans les laboratoires UniLaSalle à Beauvais.



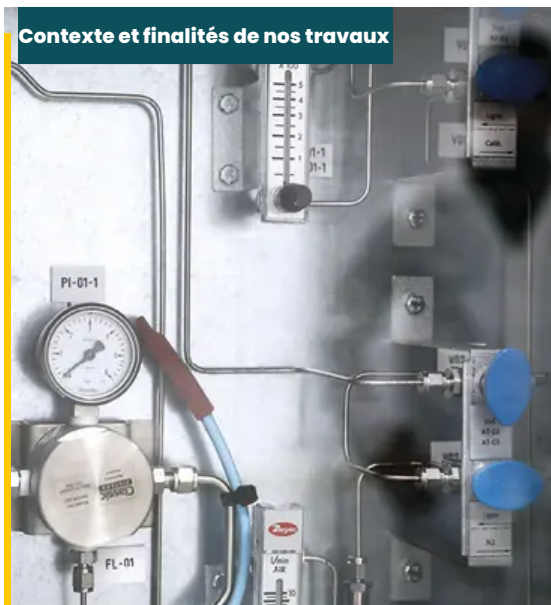
Lauréat de l'appel à candidatures lancé en janvier 2025 par NaTran R&I via l'incubateur Nova, Octométha développe une nouvelle génération d'unités de méthanisation agricole sans mécanique interne. Cette technologie innovante vise à améliorer la fiabilité, la simplicité d'exploitation et l'adaptabilité des installations à toutes les tailles d'exploitations agricoles. En accompagnant ce projet, NaTran R&I contribue à l'émergence de solutions industrielles favorisant la production de gaz renouvelable injectable.



Issu du programme d'intrapreneuriat Genesis, Méthaboost est un accélérateur de projets de méthanisation destiné aux agriculteurs souhaitant devenir méthaniseurs. Lancé en région Centre-Val de Loire en 2024, le dispositif propose un accompagnement de 18 mois, structuré en trois phases, couvrant les dimensions techniques, réglementaires, financière et humaine jusqu'à la mise en œuvre du projet. En s'inspirant des méthodes des incubateurs de start-ups, Méthaboost renforce les chances de succès des porteurs de projets et contribue à l'émergence d'un biométhane territorial, facteur de décarbonation et de souveraineté énergétique. Un déploiement de l'accélérateur dans plusieurs nouvelles régions est prévu pour la prochaine promotion de projets en 2026.

FOCUS sur la gestion du taux d'O₂ dans le biométhane

Contexte et finalités de nos travaux



Le biométhane injecté dans les réseaux présente potentiellement des teneurs en oxygène supérieures à celles du gaz naturel, du fait de l'utilisation d'oxygène dans les procédés d'épuration du biogaz, notamment pour la désulfuration biologique. Cette solution, robuste et économiquement attractive, a fortement contribué à l'essor de la filière biométhane.

Avec la montée en puissance des volumes injectés, la maîtrise du taux d'O₂ devient toutefois un enjeu structurant pour garantir la compatibilité du biométhane avec l'ensemble de la chaîne gazière. Les travaux menés par NaTran R&I visent à sécuriser cette trajectoire de développement en identifiant et en qualifiant des solutions permettant de réduire, contrôler ou éliminer l'oxygène, tout en accompagnant durablement les producteurs.

Principaux challenges

- Compatibilité réseau et usages sensibles : certains maillons de la chaîne gazière (stockages souterrains, réseaux adjacents, certains industriels utilisant le gaz comme matière première) nécessitent une maîtrise stricte du taux d'O₂.
- Croissance rapide de la filière biométhane : l'augmentation des volumes injectés amplifie les risques associés à l'oxygène et rend insuffisantes les approches historiques fondées sur des régimes dérogatoires.
- Besoin de solutions techniquement robustes et économiquement soutenables : les solutions envisagées doivent être industrialisables, compatibles avec la diversité des sites de production et acceptables pour l'ensemble des parties prenantes.

NaTran R&I pilote ainsi, pour le compte de NaTran et en lien avec les autres opérateurs de réseaux, l'évaluation et le développement de solutions alternatives d'épuration et de gestion de l'oxygène.

Cette technologie offre des perspectives robustes et économiques pour la gestion de l'O₂ tout en facilitant l'abattement de l'H₂S.



Corentin Dussenne
INGÉNIEUR DE
RECHERCHE QUALITÉ ET
DETECTION DES GAZ

Réalisations 2025

- NaTran R&I a animé un groupe de travail inter-opérateurs incluant opérateurs de transport, de distribution et de stockage sur la gestion de l'oxygène, afin d'optimiser l'effort de recherche et d'innovation et d'intégrer les diverses perspectives des opérateurs.
- Projet Vouziers : retour d'expérience sur les pratiques d'exploitation permettant de limiter les dérives de teneur en O_2 à l'injection.
- Projet Mines / Voltigital : développement et premiers tests de solutions de régulation automatique de l'oxygène avec un solution d'intelligence artificielle.
- Désulfuration par sels ferriques : poursuite des études visant à réduire le recours à l'oxygène dans les procédés de traitement du biogaz.
- Désulfuration par lavage : évaluation de solutions alternatives, notamment Clairion et Starklab, démontrant le potentiel de réduction significative d'injection d' O_2 .
- Étude des seuils de sensibilité à l' O_2 d'utilisateurs industriels ; mise en évidence du besoin de structurer une approche collective avec les industriels et les fabricants.

Perspectives 2030

- Déployer à l'échelle nationale des solutions de gestion de l' O_2 robustes et industrialisables.
- Poursuivre l'étude de technologies combinant réduction de l' O_2 dans les procédés et solutions de désoxygénation en aval.
- Amplifier les travaux sur les sels ferriques, Mines-Voltigita et les bonnes pratiques d'exploitation issues des sites pilotes.
- Renforcer le dialogue avec les industriels et les fabricants afin de qualifier les seuils acceptables, fiabiliser la mesure de l' O_2 et évaluer les stratégies d'adaptation des procédés ou de désoxygénation dédiée.

PROJET PHARE

Désulfuration par sels ferriques

- Afin de répondre à l'enjeu stratégique de maîtrise du taux d'oxygène dans le biométhane, NaTran R&I développe depuis 2024 une solution innovante de désulfuration alternative reposant sur l'utilisation de sels ferriques ($Fe(OH)_3$). Cette approche vise à réduire significativement le recours à l'injection d' O_2 dans les procédés de traitement du biogaz, tout en assurant un abattement performant du H_2S .
- Après une première phase de validation en laboratoire, le projet a franchi un cap majeur en 2025. Les travaux ont porté sur la conception, la réalisation et le déploiement d'un réacteur pilote de désulfuration aux sels ferriques, des tests industriels sur le site de méthanisation de Méthamoly (Loire), ainsi que des essais d'optimisation en laboratoire confirmant la faisabilité technique et économique de la solution. Les résultats montrent des abattements élevés du H_2S (jusqu'à 99,9 %) et de l' O_2 , des gains d'OPEX significatifs et une intégration possible paretrofit des installations existantes.
- Ce projet emblématique illustre l'ambition du programme : proposer des solutions robustes, économiquement compétitives et directement industrialisables pour sécuriser la croissance du biométhane en France, en cohérence avec les exigences réseau et les usages sensibles. Une nouvelle campagne d'essais est prévue en 2026 pour confirmer et amplifier ces performances.



Contrôle qualité du biométhane par le laboratoire mobile NaTran R&I sur site.

ACCOMPAGNER les nouvelles filières de méthane renouvelable et bas carbone

Contexte et finalités de nos travaux



NaTran accompagne le développement de filières émergentes de production de gaz renouvelables et bas carbone, telles que la pyrogazéification, la gazéification hydrothermale et la méthanation, qui permettent de valoriser des déchets et des ressources non concurrentes de la biomasse agricole. Ces filières complètent la méthanisation dans la trajectoire de décarbonation du système gazier.

Toutefois, le passage à l'échelle industrielle de ces technologies nécessite une accélération. Dans ce contexte, NaTran R&I contribue à préparer l'accueil de ces nouveaux méthanes sur les réseaux en développant des méthodes et des outils pour garantir la qualité des gaz produits et leur compatibilité avec les infrastructures. La connaissance fine des gaz, y compris à l'état brut, constitue un levier essentiel pour anticiper les conditions d'injection. Ces travaux s'appuient sur un écosystème de partenaires associant porteurs de technologies, académiques, territoriaux, gestionnaires de déchets et opérateurs gaziers.

Principaux challenges

- L'accompagnement des filières émergentes repose d'abord sur la capacité à réussir le couplage de technologies complexes au sein de projets pilotes, en particulier pour la pyrogazéification, malgré les aléas inhérents aux phases de R&I et de démonstration. La performance des technologies de traitement de gaz, à haute comme à basse pression, doit être démontrée dans des conditions représentatives, en lien étroit avec les porteurs de procédés.
- Un enjeu central concerne également la capacité à analyser de manière fiable et exhaustive des gaz non encore épurés issus de procédés de pyrogazéification, de méthanation ou de gazéification hydrothermale, afin de caractériser leur composition, d'anticiper les impacts sur les réseaux et de définir les besoins d'épuration. Enfin, le développement de ces filières nécessite de disposer de données robustes et complètes pour mener des analyses de cycle de vie (ACV) multicritères, intégrant les performances environnementales, les co-produits et les impacts potentiels sur l'ensemble de la chaîne de valeur.

« Ces premiers travaux investiguent les procédés de gazéification comme solutions aux problèmes des PFAS. »



Alice Vatin

PILOTE DES ACTIVITÉS
R&I PROCÉDÉS
ET USAGES DES GAZ

Réalisations 2025

- **Pyrogazéification** – projet COMETHA : réalisation de campagnes d'analyses des gaz et d'évaluation des données procédés sur le démonstrateur COMETHA (pyrogazéification, WGS et méthanation biologique). Deux campagnes ont été menées sur le terrain en 2025. Les résultats consolidés très prometteurs, feront l'objet d'un rapport d'analyses en 2026.
- **Power-to-Methane** – projet DENOBI0 : campagnes de prélèvements et d'analyses exhaustives en octobre 2025 sur le méthane de synthèse brut après séchage et sur le méthane injectable. Ces travaux ont permis de caractériser finement les flux gazeux du procédé de méthanation biologique et de vérifier la conformité du gaz injectable aux exigences d'injection.
- **Caractérisation multi matrices des nouveaux gaz** : réalisation par NaTran R&I de prélèvements et d'analyses avant et après épuration afin d'évaluer le comportement des procédés en conditions réelles d'exploitation.
- **Jupiter 1000** : campagne de prélèvements sur le procédé Power-to-Methane réalisée lors du fonctionnement du captage de CO₂ industriel.
- **Préparation des couplages futurs** : travaux engagés en vue du couplage du démonstrateur de méthanation biologique Titan V avec l'unité de pyrogazéification Inov'Energy (Leroux & Lotz) à l'horizon 2026.

Perspectives 2030

- Finaliser les projets d'expérimentation sur les pilotes de pyrogazéification existants en partenariat avec NaTran et sur des pilotes tiers.
- Participer activement aux tests des technologies pertinentes de gazéification hydrothermale, notamment sur les aspects de qualité de gaz et de traitement des polluants émergents, dont les PFAS.
- Structurer les référentiels techniques nécessaires à l'industrialisation et à l'intégration réseau de ces nouveaux méthanes.

PROJET PHARE



Traitement des PFAS

- En 2025, NaTran R&I a initié un travail structurant consacré aux PFAS, ces « polluants éternels » présents dans de nombreux déchets et intrants mobilisés par les filières de pyrogazéification et de gazéification hydrothermale. Dans ce travail de consolidation de données de littérature, un premier volet a permis de dresser un état des lieux approfondi de l'origine et des niveaux de PFAS dans les potentiels intrants.
- Un second volet a porté sur l'analyse du devenir des PFAS dans les procédés thermochimiques. Les travaux montrent que la méthanisation ne permet pas leur destruction, tandis que la pyrolyse et la pyrogazéification présentent un potentiel de dégradation prometteur. La gazéification hydrothermale apparaît comme la filière la plus efficace pour la destruction des PFAS, tout en soulevant des enjeux qui nécessitent une recherche plus approfondie.
- NaTran R&I recommande donc une approche combinée associant maîtrise des intrants et optimisation des procédés. Les perspectives portent sur la validation expérimentale de ces leviers, l'étude des PFAS à chaîne courte et l'évaluation technico-économique de filières couplées pour garantir, à terme, des gaz sûrs et injectables.

PREPARE

PREPARE est un programme de R&I résolument tourné vers l'avenir du système gazier. Il mobilise des outils, modèles et compétences de pointe afin d'éclairer NaTran dans un contexte de transition, tout en engageant l'adaptation de l'infrastructure CH₄ sur toutes les dimensions de son cycle de vie, dans une logique de soutenabilité, de performance et de neutralité carbone.



« Éclairer la décision en appuyant les schémas directeurs multi-énergies, en outillant les métiers et la gestion d'actifs et en adaptant l'infrastructure et les pratiques. »

Christophe Olry
COORDINATEUR DU PROGRAMME PREPARE

600

mètres de canalisations
composites actuellement
testés en exploitation.

1,5 Md€/an

de gains pour le système
énergétique, permis par
une infrastructure H₂ flexible.

PREPARE

Adapter, modéliser et piloter les réseaux du futur

Dans un contexte de transition écologique à la fois technique et sociétale, le système énergétique évolue d'une logique "d'extension des usages" vers une logique "d'optimisation, d'adaptation et de soutenabilité". Pour NaTran, ce changement de paradigme se traduit par un double impératif : anticiper les trajectoires des systèmes multi-énergies et adapter en profondeur un patrimoine industriel en mutation, tout en répondant aux enjeux de neutralité carbone et de performance du réseau.

Le programme PREPARE s'inscrit pleinement dans cette ambition par une démarche de R&I intégrée et structurée autour de deux axes complémentaires : d'un côté, le développement de schémas directeurs prospectifs et de chaînes de modélisation multi-énergies pour éclairer les décisions d'investissement et de planification des réseaux de demain ; de l'autre, l'optimisation et la modernisation de l'actif industriel – sur tout son cycle de vie – par l'exploitation de la donnée,

des outils avancés d'aide à la décision, des approches de maintenance différenciée, ainsi que l'intégration de matériaux alternatifs et de systèmes innovants.

À l'interface entre prospective, stratégie et opérations, le programme vise à outiller les métiers, à transformer durablement les pratiques d'*asset management*, ainsi qu'à renforcer la capacité de NaTran à décider de manière éclairée sur tous les horizons de temps. Pour cela, PREPARE mobilise à la fois des expertises historiques en modélisation et simulation des réseaux, ainsi que des compétences et moyens stratégiques pour l'avenir (matériaux alternatifs, géomatique, IOT...).

ÉCLAIRER les décisions et outiller la prospective

Contexte et finalités de nos travaux



Modèles de simulation prospective

Nous appuyons NaTran dans sa prospective en contribuant aux schémas directeurs prospectifs multi-énergies et en concevant les chaînes de modélisation et simulation requises. Nous développons des modèles de consommation et production long terme et étudions les équilibres offre-demande multi-énergies à l'horizon 2035 – 2050. Nous faisons évoluer en synergie les outils de dimensionnement réseau, à la description physique fine, avec les objectifs :

- d'optimiser les coûts d'investissement et de fonctionnement dans les scénarios analysés ;
- de perfectionner les stratégies de pilotage et configuration du réseau actuel.

Principaux challenges

- Projeter les consommations de CH_4 , d' H_2 et d'électricité à 2035 et 2050, en tenant compte du réchauffement climatique et des changements d'usages.
- Modéliser les infrastructures de gaz renouvelables (canalisations, stockages, terminaux méthaniers...) et leurs interactions avec les autres vecteurs énergétiques dans les modèles de marché et d'investissement.
- Intégrer la chaîne CO_2 et ses usages dans les modèles multi-énergies.
- Assurer la descente d'échelle du national au territorial, via des outils de régionalisation et intégrer les impacts locaux de l'injection de gaz renouvelables (biométhane, e-méthane...).
- Coupler les outils de dimensionnement et de conduite avec les modèles prospectifs multi-énergies (dont ceux de marché) pour étudier plus finement les coûts d'exploitation des réseaux de demain et valider la conformité des écoulements au prescrit.

« Les outils et l'expertise en prospective de NaTran R&I appuient la stratégie de l'entreprise dans la projection des infrastructures de demain. »



Mathis Rigaud
PILOTE D'ACTIVITÉS
PROSPECTIVE

Réalisations 2025

- Réalisation de modélisation et simulations multi-énergies pour l'élaboration des schémas directeurs 2050 et plan de développement décennal (PDD) de NaTran,
- Amélioration des outils de profilage des consommations long terme et de la capacité à régionaliser les études,
- Contribution à des projets collaboratifs français et européens sur la modélisation des systèmes énergétiques et le couplage entre modèles, notamment avec ceux dits "physiques",
- Enrichissement de l'outil ANTARES par la capacité à prendre en compte les effets du "stock en conduite" permis par le réseau gaz (projet collaboratif PlaneTerr),
- Accroissement des performances et fonctionnalités sur divers outils d'optimisation réseau, notamment CAPAFLEX permettant de quantifier et d'optimiser la flexibilité disponible au regard des capacités et limites d'utilisation du réseau de transport.

Perspectives 2030

- Déploiement d'une chaîne de modélisation multi-énergies globale, intégrant des modèles de marché et d'équilibre offre-demande, chroniques de production EnR, ainsi que modèles physiques et d'exploitation ;
- Flexibilité des outils prospectifs et/ou de dimensionnement, en termes de descente d'échelle (régionalisation), d'horizons temporels et de pas de simulation ;
- Modélisation de nouvelles composantes dans les études prospectives : chaîne CO₂, vecteur chaleur...
- Élargissement de l'écosystème (partenariats...) et contribution au dialogue prospectif national ;
- Étude de l'IA dans les modèles de conduite et de dimensionnement des réseaux, pour réduire les temps de calcul et améliorer les solutions.

PROJET PHARE



Électrolyseurs sur le site Jupiter 1000

Étude technico-économique sur les électrolyseurs et effet de flotte : architectures, paramètres de fonctionnement, fiabilité et flexibilité

- Cette étude vise à enrichir les connaissances de NaTran sur les technologies PEM et alcaline d'électrolyseurs, ainsi que sur leur degré de flexibilité ; c'est-à-dire la capacité à adapter leur consommation électrique pour optimiser leurs coûts de production d'H₂, tout en assurant une continuité d'approvisionnement.
- Ce travail s'est appuyé sur une analyse bibliographique approfondie (littérature scientifique, rapports, spécifications techniques...), complétée par des interviews d'experts et acteurs clés : équipementiers, opérateurs de systèmes, REX Jupiter 1000... Des simulations ont aussi été conduites avec divers profils électriques, afin d'étudier la fiabilité des électrolyseurs, en mono-stack et en multi-stacks. Cela a permis de caractériser finement les effets en termes de consommation électrique, de vieillissement et de production d'H₂.
- Ces résultats sur les conditions de flexibilité des électrolyseurs et leurs surcoûts sur le *Levelised Cost of Hydrogen* ont alimenté NaTran dans ses concertations et dans l'élaboration de son plan décennal de développement.

ADAPTER les actifs et optimiser leur cycle de vie

Contexte et finalités de nos travaux



Chantier de pose de canalisations composites.

Dans un contexte de transition énergétique, d'évolution réglementaire et de modernisation des réseaux, nos travaux de R&I visent à renforcer la connaissance des infrastructures et l'anticipation des défaillances et ainsi permettre la juste prise de décision. Par la science des données et la simulation, nous appuyons et outillons l'évolution des méthodes de gestion d'actifs de NaTran et l'excellence opérationnelle.

Pour contribuer dès aujourd'hui aux objectifs de performance tout en préparant les conditions de soutenabilité de demain, nous explorons aussi de nouvelles approches techniques pour optimiser toutes les dimensions du cycle de vie des actifs : exploitation, construction, instrumentation, fiabilité...

Principaux challenges

Gestion des actifs industriels

- Développer des modèles et outils pour analyser la fiabilité des équipements, anticiper les défaillances et orienter les interventions.
- Renforcer les techniques de maintenance, notamment prévisionnelle, pour cibler précisément les actions.
- Optimiser les politiques de maintenance en intégrant coûts, performance, sécurité et impacts environnementaux.
- Faire évoluer certains actifs et les méthodes de gestion pour piloter efficacement OPEX et CAPEX sur tout le cycle de vie.

Optimisation des coûts des travaux et nouveaux matériaux

- Identifier, tester et qualifier des matériaux non métalliques, prolongeant la durée de vie des ouvrages et réduisant les coûts de pose.
- Améliorer la préparation et l'exécution des travaux afin de prévenir les dommages et renforcer l'efficacité opérationnelle.

Réalisations 2025

Gestion des actifs industriels

- Développement de l'outil RelAmat pour analyser la fiabilité des actifs industriels, intégrant l'IA pour exploiter les données de maintenance,
- Optimisation de la maintenance prévisionnelle des postes de détente à partir des données des enregistreurs de pression connectés,
- Essais de maintenance prédictive sur des régulateurs avec caractérisation fine des grandeurs physiques (pression, vibrations...) pour identifier les principales anomalies,
- Développement d'un modèle d'optimisation des tournées de surveillance (industrialisation en préparation),
- Expérimentations terrain de solutions de téléajustage des régulateurs visant à augmenter la résilience et la flexibilité du réseau (injection biométhane, qualité de comptage...).

Optimisation des coûts des travaux et nouveaux matériaux

- Support au chantier expérimental de pose de canalisation composite à Gendrey, de l'étude à la mise en service et retour d'expérience complet,
- Développement et tests de technologies de contrôle non destructif (CND) adaptables aux canalisations composites (détection de défauts multicouches),
- Identification et tests de qualification de canalisations polyamides et de leurs soudures.

« L'exploitation des données expérimentales avec une première approche IA permet déjà de distinguer les paramètres physiques caractéristiques de régulateurs présentant un risque de dérive. »



Yann Gaillu-Laguerre
CHEF DE PROJET IOT

Gestion des actifs industriels

- Développement de cas d'usage mobilisant l'IA, à forte valeur pour la gestion des actifs.
- Enrichissement de ReliAmat et accompagnement des métiers à son utilisation.
- Déploiement des techniques de maintenance prévisionnelle sur les postes de détente/livraison, les compresseurs et les rebours.
- Optimisation globale des tournées de maintenance en combinant les actes de surveillance du réseau et ceux de maintenance périodique des postes et des événements non planifiés.
- Adaptation à moyen et long terme des politiques de maintenance face aux changements climatiques.

Nouveaux matériaux

- Contribution au développement de la réglementation portant sur l'utilisation des matériaux non métalliques pour le transport par canalisation (guide Gesip ISO).
- Identification et tests de technologies permettant la détection et le suivi de défauts au sein des canalisations en matériaux non métalliques, notamment composites.
- Suite des études portant sur le développement des usages du PE et du polyamide pour les canalisations de gaz naturel.

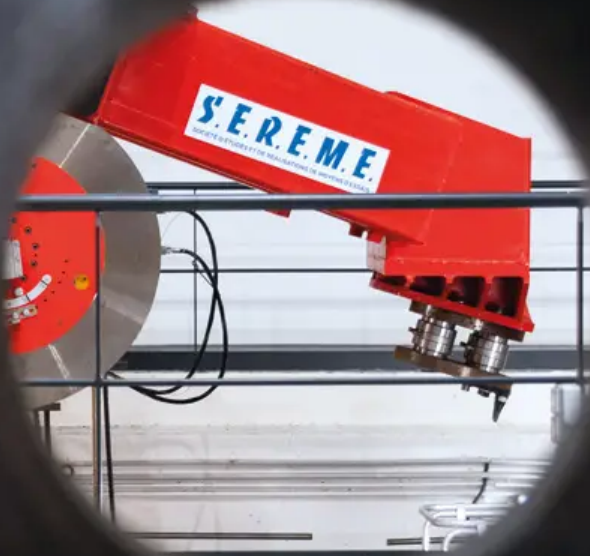
PROJET PHARE



Simulation de défaillances sur régulateurs et mesures physiques sur conséquences

- Le projet porte sur le développement de la maintenance prédictive des régulateurs en s'appuyant sur la plateforme PEPITO (plateforme d'essai pour l'instrumentation des ouvrages), capable de reproduire des conditions réelles et diverses défaillances.
- Les campagnes menées en 2025 ont permis de tester plusieurs modèles de régulateurs, de créer des défauts contrôlés (impuretés, grattage de joint) et d'enregistrer des mesures détaillées de pression, débit, vibrations et acoustique. Caractériser ces grandeurs physiques, révélatrices d'anomalies, fournit une base solide pour l'analyse de données. Les jalons atteints en 2025 incluent la caractérisation fine des comportements, l'identification de signaux pertinents pour la détection précoce et la préparation d'algorithmes robustes. À terme, il s'agira de généraliser les méthodes à un parc plus large de régulateurs pour, in fine, viser un gain de performance opérationnelle par la réduction des interventions inutiles, et l'anticipation des dérives et l'amélioration de la disponibilité, de la sécurité et de la performance des postes.

H₂ & CO₂



En lien direct avec son nouveau projet d'entreprise, NaTran mobilise son expertise en recherche, développement et innovation afin de participer activement à la mise en place de nouveaux réseaux dédiés à l'hydrogène (H₂) et au dioxyde de carbone (CO₂).



Nos activités permettent de lever les verrous techniques pour la construction et l'opération des réseaux de transport H₂ & CO₂, avec des solutions adaptées aux évolutions de l'écosystème industriel et du contexte réglementaire.



Romain Jambut

COORDINATEUR DU PROGRAMME H₂ & CO₂

10

projets européens
majeurs financés par
l'UE et dans lesquels
NaTran R&I est engagé.

1000 km

de réseaux H₂ et CO₂ en
développement en 2030.

H₂ & CO₂

Préparer les réseaux à l'arrivée de l'H₂ et du CO₂

L'année 2025 a marqué un jalon dans l'avancement des projets de NaTran avec le dépôt des dossiers administratifs du projet MosaHYc, la création du consortium BarMar et la tenue des réunions publiques de la concertation préalable sur le projet GOCO₂. Dans ce cadre, le programme R&I H₂ & CO₂ poursuit deux objectifs clairs : assurer la sécurité et l'intégrité des actifs industriels, tout en maintenant un haut niveau de qualité des missions d'opérateur du réseau de transport.

En 2025, NaTran R&I a poursuivi son intégration dans un écosystème en constante évolution, en consolidant son expertise et son influence dans le domaine du transport de l'hydrogène et du dioxyde de carbone. L'un des axes majeurs a consisté en la mise en place d'une chaîne de traçabilité en Europe pour la qualification des compteurs transactionnels hydrogène dans le cadre du projet européen H2FlowTrace et le développement d'une nouvelle méthode de comptage en partenariat avec des start-ups incubées dans le

cadre du dispositif Nova. Dans le même temps, de nombreux travaux R&I sur le CO₂ ont été menés pour mieux comprendre l'impact des impuretés présentes dans les flux de CO₂ afin de prendre les décisions structurantes sur la maîtrise de l'intégrité des canalisations et la conduite des futurs réseaux. Ces actions montrent l'engagement de NaTran R&I à contribuer au développement des technologies et des normes pour ces nouvelles molécules à transporter, en proposant des solutions adaptées aux évolutions du secteur et à ses contraintes réglementaires et industrielles.

ASSURER la sécurité et l'intégrité des actifs industriels

Contexte et finalités de nos travaux



Banc d'essais intégrité H2 FenHYx à Alfortville.

En élargissant son expertise à l' H_2 et au CO_2 , NaTran doit garantir que les opérations menées se déroulent dans des conditions de sécurité équivalentes à celles du transport de gaz naturel, tant pour les exploitants que pour les infrastructures. Ces exigences de sécurité doivent être respectées, quel que soit le type d'infrastructure, qu'elle soit neuve ou reconvertie, et pour l'ensemble des éléments du réseau de transport. Pour assurer ces conditions de sécurité, NaTran R&I mène des activités dans six domaines d'expertise nécessitant des compétences spécifiques et des bancs d'essais dédiés.

- Intégrité mécanique des canalisations, corrosion et perméation : analyser et caractériser les interactions entre l' H_2 ou le CO_2 et la structure cristalline des aciers utilisés dans les canalisations du réseau.
- Matériels de réseau : valider le bon fonctionnement des équipements du réseau (vannes, régulateurs, clapets, joints, etc.) en présence d' H_2 ou de CO_2 .
- Sécurité : comprendre et modéliser les risques potentiels et proposer des solutions pour la conception et l'exploitation des réseaux.
- Détection de fuite : qualifier les différents types de matériels pour la détection de fuites potentielles.
- Nouveaux matériaux : explorer des alternatives à l'acier (PE, polymères et nouveaux matériaux) en vue de la réhabilitation du réseau (par tubing, par exemple) ou du déploiement de nouveaux réseaux.
- Qualité du gaz : déterminer l'impact des impuretés présentes dans les flux de CO_2 sur la corrosion, l'intégrité des aciers et les enjeux de sécurité industrielle.

Principaux challenges

- Qualifier les différentes nuances d'aciers compatibles avec l' H_2 ou le CO_2 en réalisant des essais mécaniques (traction, ténacité, fatigue, propagation de fissure, étanchéité, agression, éclatement rapide, cyclage).
- Qualifier l'impact des formulations de revêtements existantes ou nouvelles, et des inhibiteurs, sur le phénomène de perméation de l'hydrogène dans les aciers.
- Renforcer la compréhension et la capacité à gérer l'effet de l' H_2 et du CO_2 , en phase gazeuse et en phase dense, sur les phénomènes dangereux, afin d'adapter la conception des installations.
- Évaluer la compatibilité des équipements du réseau avec l'injection d' H_2 ou CO_2 via des tests de vieillissement et de fonctionnement (vannes, compteurs, etc.) dans les conditions d'exploitation prévues.
- Définir une spécification appropriée pour le CO_2 en phase gazeuse ou dense, pour les différents hubs des projets de NaTran afin de limiter l'impact des impuretés sur la corrosion des canalisations.



Essais de rupture de canalisation pour le projet GateH2pipe

Réalisations 2025

- Qualification de vannes, régulateurs et joints sur les bancs d'essais FenHYx en 2025, en vue des commandes pour le projet MosaHYc. Ces essais consistent à soumettre les équipements à un vieillissement en environnement hydrogène pour évaluer leur bon fonctionnement.
- Évaluation de la perméation de l'hydrogène à travers l'acier pour différentes formulations de revêtement internes, afin d'identifier celles limitant le mieux la diffusion.
- Sélection de détecteurs de fuites d'H₂ fixes, mobiles et individuels, suivie d'une qualification en laboratoire de ces équipements et d'essais terrain.
- Qualification des outils et des méthodes d'évaluation des risques pour le transport du CO₂ avec impuretés en interne et via des projets avec des partenaires internationaux, comme le Pipeline Research Council International (PRCI). NaTran R&I a en particulier piloté les travaux de modélisation des scénarios accidentels CO₂ dans le cadre du GT Gesip sur l'ajout de CO₂ dans le guide pour la réalisation des études de dangers.

Perspectives 2030

- Identifier et qualifier les technologies permettant la conception et l'exploitation des ouvrages hydrogène et CO₂ neufs et convertis,
- Lever les verrous techniques (intégrité, qualité du gaz, sécurité industrielle, etc.) en lien avec la conception et l'exploitation des réseaux neufs et convertis H₂ et CO₂,
- Disposer de moyens d'essais de pointe pour lever les verrous en lien avec l'intégrité, la corrosion et les autres enjeux de sécurité industrielle pour le transport du CO₂ avec impuretés.



Mesure d'émissions de méthane OPTHYCS.



Cristina Lopez
CHEFFE DE PROJET
 DÉTECTION

Le projet OPTHYCS nous a permis d'évaluer la pertinence de l'utilisation de la fibre optique pour la détection de fuites H₂ et également d'approfondir nos connaissances en détection acoustique. Premier projet européen arrivé à terme au sein de NaTran R&I, il a montré qu'il est très enrichissant de travailler dans des consortiums internationaux.



Essais OpthyCS sur la site Jupiter 1000.

PROJET PHARE

OPTHYCS

- OPTHYCS - Projet européen pour le développement et la qualification de nouvelles technologies de détection des fuites d'hydrogène par fibre optique.
- Démarré en 2023, le projet OPTHYCS visait à développer un nouveau système de détection continue des fuites, basé sur des technologies de capteurs à fibre optique pour garantir la sécurité des réseaux hydrogène.
- Ce projet de 2,5 millions d'euros, coordonné par Enagás et comprend des centres de R&I et des entreprises, dont NaTran R&I (avec une subvention de 319 k€).
- Dans ce contexte, NaTran R&I a réalisé des tests de qualification de ces technologies sur le site de Jupiter 1000 (Fos-sur-Mer) grâce à un banc d'essais reproduisant une canalisation à échelle réelle et différents types de fuites. Les fibres ont été installées selon plusieurs configurations pour évaluer leur performance pour des rejets aériens puis enterrés. Ces tests ont été complétés par des cas d'usage : équipements *midstream* par Enagás et station de remplissage H_2 par Fundación Hidrógeno Aragón.

MAINTENIR la qualité des missions assurées par l'opérateur de transport

Contexte et finalités de nos travaux

En se positionnant comme opérateur national des futurs réseaux de transport d'hydrogène et de CO₂, NaTran élargit le périmètre de ses activités. Toutefois, ces nouvelles missions restent alignées avec la mission première du transporteur : garantir l'acheminement en toute sécurité d'un gaz conforme aux attentes des clients et des opérateurs d'infrastructures raccordés au réseau.

Les activités de mesurage, de pilotage des réseaux et de maintenance doivent ainsi être maintenues avec le même niveau d'exigence :

- Matériel de comptage destiné à valider et à qualifier le bon fonctionnement des équipements du réseau (étanchéité, intégrité, validation de la métrologie).
- Qualité du gaz : primordiale pour l'hydrogène afin d'assurer une facturation précise, basée sur le Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS). Contrairement à l'hydrogène ou au gaz naturel, le CO₂ sera facturé non pas sur un indice énergétique mais sur un indice massique, impliquant des exigences de mesure et de contrôle nouvelles.



- Pilotage du réseau : définir les paramètres spécifiques de supervision à suivre lors de l'exploitation de l'hydrogène ou du CO₂, ainsi que de préciser les nouveaux besoins et données nécessaires.
- Maintenance : adapter nos référentiels et matériels pour la réalisation des actes de maintenance sur les futurs réseaux.

Principaux challenges

- Fournir les différents paramètres d'importance pour la supervision de l'exploitation des futurs réseaux H_2 et CO_2 (cyclages, température, pression, etc.), et pour traiter les questions relatives à la reconstruction des flux de gaz (PCS de l' H_2 ou densité massique du CO_2). Ces éléments auront un impact direct sur les outils SI utilisés pour la gestion du réseau.
- Établir un référentiel commun au niveau européen sur les spécifications de l' H_2 et du CO_2 , incluant le niveau de pureté minimal à atteindre pour les acteurs du transport. L'objectif est de limiter les impacts négatifs potentiels, tout en recherchant un optimum technico-économique permettant de réduire les coûts sur l'ensemble de la chaîne de valeur. NaTran doit être en mesure de garantir la qualité du fluide transporté et sa compatibilité avec les spécifications techniques des consommateurs.



Le projet Torch H_2 , mené avec succès grâce à une forte collaboration entre équipes et directions, a permis de qualifier un brûleur à $10\,000\text{ Nm}^3/\text{h}$ pour sécuriser les opérations de maintenance des futurs réseaux hydrogène en brûlant l' H_2 plutôt que de le rejetant à l'atmosphère. Il s'inscrit dans la continuité des technologies de "brûlage bleu" développées pour le CH_4 .



Raphael Hauguel

CHARGÉ DE MISSION
TECHNIQUE CHEZ NATRAN

Tests de compteurs en H₂ à Alfortville.

Réalisations 2025

- Premiers travaux de développement d'une méthode corrélative pour la détermination du pourcentage d'H₂ ou de CO₂ pour une utilisation dans le comptage transactionnel.
- Développement de méthodes d'analyse des matrices H₂ et CO₂ et essais de qualifications d'analyseurs des impuretés présentes en matrice hydrogène.
- Réalisation de campagnes d'analyses de CO₂, issu d'unités de captage, et d'hydrogène, issu de la production par électrolyseur sur le site de Jupiter 1000.
- Mise à disposition de NaTran d'un cœur de calcul permettant d'optimiser les interconnexions et les schémas d'exploitation en environnement 100 % H₂.
- Qualification dynamique des outils de dimensionnement des réseaux de transport de CO₂ gazeux et dense.

Perspectives 2030

- Développement d'outils d'optimisation des schémas d'exploitation et d'interconnexion de l'H₂ et du CO₂, dans le but de réduire les OPEX et les CAPEX. Cela passera par l'optimisation des diamètres internes des canalisations en fonction des contraintes du réseau, la gestion des stockages en conduite, et la minimisation des pertes de charges.
- Mesurer avec précision la qualité de l'H₂ ou du CO₂ transporté et identifier spécifiquement les composés traces et impuretés pouvant provenir de la désorption des réseaux convertis ou des sites d'injection.

PROJET PHARE

Essais de brûlage d'hydrogène à haut débit sur torche mobile

- Dans le cadre des travaux de conception et du futur référentiel technique hydrogène, NaTran a choisi de recourir aux opérations de brûlage de l'hydrogène plutôt qu'à sa mise à l'évent pour des raisons environnementales et de sécurité. Ces opérations seront mises en œuvre lors des maintenances sur les réseaux H₂ et lors d'interventions de sécurité. NaTran utilisera les matériels de brûlage mobile déjà disponibles pour le gaz naturel (torche bleue).
- En 2025, NaTran R&I a mené une campagne d'essais de qualification du matériel de brûlage à haut débit sur le site d'Alfortville, avec des essais allant jusqu'à 10 000 Nm³/h de débit, incluant des mesures de débit, du rayonnement thermique mais aussi d'UV et de bruit.
- Cette qualification inédite, par ses enjeux logistiques et de sécurité, a permis de valider les principes de mise en sécurité des futurs ouvrages H₂ et contribue à structurer le référentiel technique tout en renforçant l'expertise terrain de NaTran sur les opérations de brûlage.



Visualisation d'une flamme H₂ sur caméra thermique.

NaTran

Siège — Immeuble Bora
6, rue Raoul-Nordling
92277 Bois-Colombes Cedex
01 55 66 40 00

NaTran R&I

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

<https://ri.natrangroupe.com/>



@NaTran_RI



<https://fr.linkedin.com/company/natran-ri>