Cofinancé par
l'Union européenne

Projet HY-FEN

Webinaire « sécurité et sûreté des installations » – 03/11/2026

Concertation préalable du
28 septembre au **20 décembre 2026**

https://concertation.projet-hyfen.com/

CONCERTATION GARANTIE PAR
LA commission nationale du débat public CNDP



Introduction

01

Animateur



Séverine DUMONT

Déroulé de la réunion

1. LA CONCERTATION PRÉALABLE
2. TEMPS D'ÉCHANGES
3. QUI EST NATRAN ?
4. LE PROJET HY-FEN EN BREF
5. SEQUENCE 1 : COMPRENDRE LES RISQUES ET LEUR ENCADREMENT
6. TEMPS D'ÉCHANGES
7. SEQUENCE 2 : HYDROGÈNE ET CANALISATIONS EN ACIER : CE QUE NOUS APPREND L'EXPÉRIENCE INDUSTRIELLE
8. TEMPS D'ÉCHANGES
9. CONCLUSION

Les intervenants extérieurs

PRÉFET
DE LA RÉGION
PROVENCE-ALPES-
CÔTE D'AZUR
Liberté
Égalité
Fraternité

Hubert FOMBONNE

DREAL PACA

Chef de l'Unité Contrôle Industriel et Minier
Service Prévention des Risques

INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable

Sandrine DESCOURRIÈRE

INERIS

Responsable Etudes et Recherche « Canalisations à risques »

IS INSTITUT de SOUDURE GROUPE

Eric GOYHENECHE

Institut de soudure

Directeur Marchés Expertise Inspection

Les garants



Valérie TROMMETTER

Eric TAUFFLIEB

Garants de la CNDP

Temps d’échanges : les règles du jeu



Nous vous invitons à vous isolez dans un endroit calme. En cas de problème technique, nous sommes à votre écoute sur le chat.



Demander la parole

Utilisez l'outil **"Lever la main"** de Teams. L'animateur distribuera la parole. Merci d'être concis pour permettre à chacun de s'exprimer.



Gérer son micro

Nous vous invitons à **maintenir votre micro désactivé** en dehors de vos prises de parole pour éviter les bruits parasites.



Utiliser le chat

Le module **"Conversation"** est ouvert en continu. Posez-y vos questions par écrit ; elles seront relayées par l'équipe lors des sessions de réponses.

La concertation préalable

02

La Commission nationale du débat public

Canalisation de transport d’hydrogène reliant Fos-sur-Mer à Erching (HY-FEN)

Concertation préalable garantie par :

Mathias BOURRISSOUX, Éric TAUFFLIEB, Valérie TROMMETTER, Lucie VAN DER MEULEN

LA CNDP

Rôle et missions des garant.e.s

4 garant.e.s nommé.e.s : Mathias BOURRISSOUX, Éric TAUFFLIEB, Valérie TROMMETTER, Lucie VAN DER MEULEN

- **Prescrire des modalités d'information et de concertation**
- **Être présent** tout au long de la concertation et veiller à sa bonne mise en œuvre
- **Formuler des recommandations** au maître d'ouvrage
- Produire un **bilan de la concertation**, 1 mois après sa clôture (synthèse des arguments exprimés, demandes de précisions et recommandations)

Les garant.e.s n'expriment pas d'opinion sur le projet, ils ne se prononcent jamais sur le fond du dossier mais uniquement sur les aspects relatifs à la concertation

Valeurs et principes de la CNDP



INDÉPENDANCE
Vis-à-vis de toutes les parties prenantes



NEUTRALITÉ
Par rapport au projet



TRANSPARENCE
Sur son travail, et dans son exigence vis-à-vis du responsable du projet



ARGUMENTATION
Approche qualitative des contributions, et non quantitative



ÉGALITÉ DE TRAITEMENT
Toutes les contributions ont le même poids, peu importe leur auteur



INCLUSION
Aller à la rencontre de tous les publics

Le champ de la concertation

Le champ de la concertation est particulièrement large puisque l'article **L. 121-15-1 du code de l'environnement** précise que celle-ci doit permettre de débattre :

- de l'**opportunité**, des **objectifs** et des **caractéristiques du projet** ;
- des **enjeux socio-économiques** qui s'y attachent ainsi que de leurs **impacts** significatifs sur l'**environnement et l'aménagement du territoire** ;
- des **solutions alternatives** (non seulement techniques), y compris pour un projet, de l'absence de mise en œuvre ;
- des **modalités d'information et de participation** du public **après la concertation préalable**.

Suite au bilan des garant.e.s

Les obligations du porteur de projet :

- A la fin de la concertation, le porteur du projet doit **argumenter les réponses apportées aux contributions** du public et aux demandes de précisions des garant.e.s. Mais il n'est pas tenu de les retenir.

Le principe de continuité de la participation :

- Si le porteur de projet **décide de poursuivre** celui-ci, une **concertation continue garantie par la CNDP** est mise en place jusqu'à l'ouverture de l'enquête publique

Solliciter les garant.e.s

Vous avez des questions ou observations sur le déroulement de la concertation?

Les garant.e.s sont disponibles pour échanger



En direct lors des rencontres



concertation.hyfen@garant-cndp.fr

Les modalités de la concertation

Concertation préalable du lundi 28 septembre au dimanche 20 décembre 2026

Pour s'informer

- Dossier de concertation
- Synthèse du dossier
- Dépliant d'information
- Vidéo de présentation
- Panneaux d'exposition
- Site internet dédié

Pour participer

- Contributions et questions en ligne
- Cahiers d'acteurs
- Rendez-vous de la concertation

Les rendez-vous de la concertation

6 webinaires

11 réunions publiques locales

12 débats mobiles

https://concertation.projet-hyfen.com/



À vous la parole !

03



Vos questions/remarques sur le cadre et les modalités de la concertation

Qui est NaTran ?

04

Mathieu GILLET, directeur technique du projet HY-FEN – NaTran

NaTran en chiffres

2ÈME

opérateur d'infrastructures de transport par canalisation en Europe

32 500

km de canalisations en France

3 100

salariés en France

640

TWh de gaz transporté en 2025 en France

945

clients (expéditeurs, distributeurs, centrales et producteurs de biométhane)



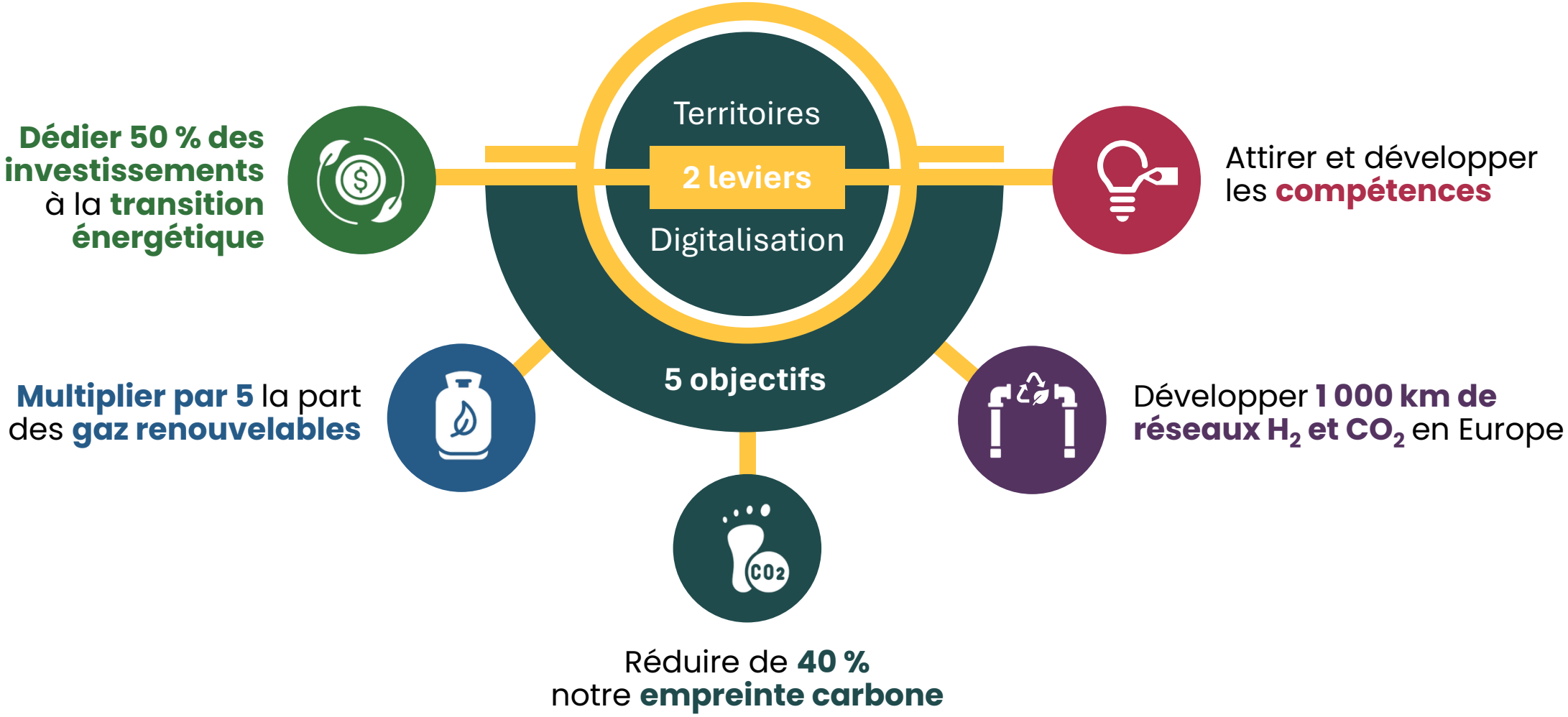
Le réseau NaTran

- 26 stations de compression (France)
- 4 sièges
- 7 interconnexions avec les réseaux adjacents
- 4 interconnexions avec les terminaux méthaniers
- FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) depuis septembre 2023
- Sens du flux du gaz naturel

Opérateurs de transport adjacents et terminaux méthaniers

Groupe NaTran

NaTran 2030, un projet d'entreprise tourné vers la neutralité carbone



Données clés

LONGUEUR
Environ
820 KM

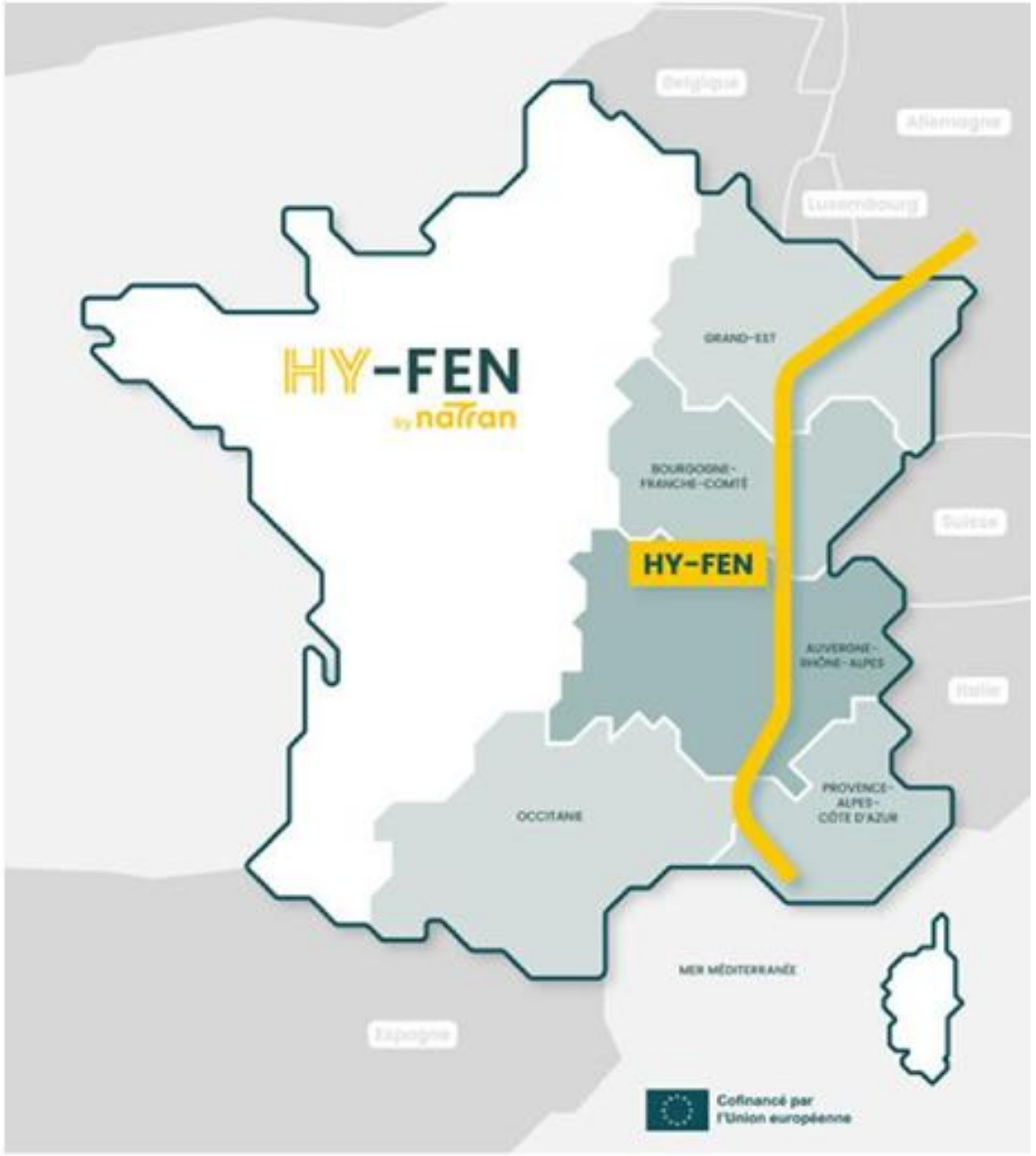
MISE EN SERVICE
2032

TYPE D'OUVRAGE
Canalisation enterrée en **acier**

RÉGIONS TRAVERSÉES
5

CAPACITÉ ESTIMÉE
2 **millions** de **tonnes/an**

DÉPARTEMENTS TRAVERSÉS
13



Construire le projet en croisant les expertises et les connaissances du territoire

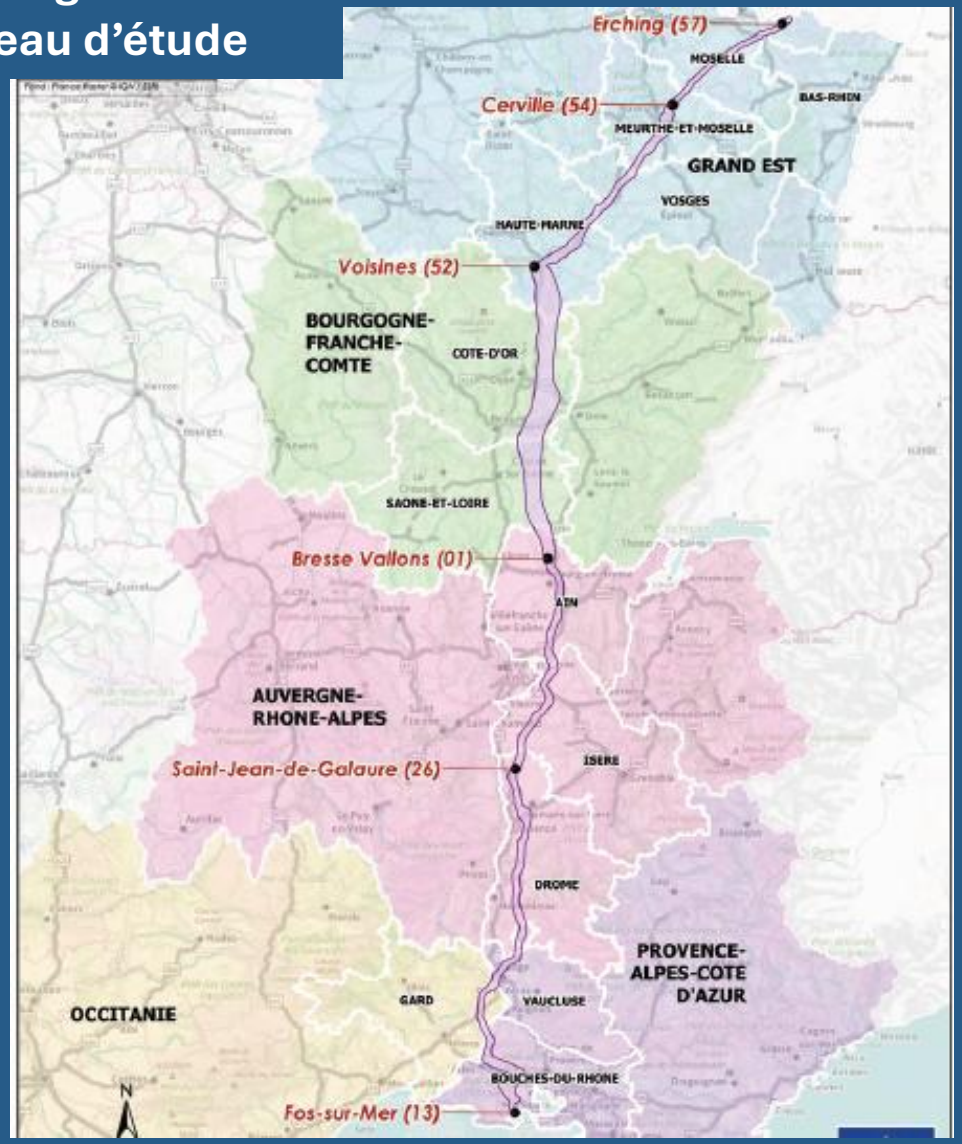
UNE DÉMARCHE PROGRESSIVE POUR ÉCLAIRER LES CHOIX

Fuseau d'étude présenté à la concertation :

- Longueur : 820 km
- Largeur : 4 à 6 km
- Des territoires divers

[ZOOM] Élus, collectivités, acteurs agricoles, associations, gestionnaires d'espaces naturels et d'infrastructures, acteurs économiques et habitants peuvent apporter une connaissance des usages, sensibilités et réalités locales complémentaire des données techniques.

Carte générale du fuseau d'étude



Les principales caractéristiques techniques

› **1 canalisation**, entre 914 et 1 219 mm de diamètre, enfouie à 1 m minimum sous le sol

› Un tronçon Cerville–Erching **à l'étude pour conversion** d'une canalisation existante

› Environ **50 postes** de **sectionnement**, répartis tous les 10 à 20 km, d'emprise moyenne au sol de 2500 m² chacun

› **6 postes d'interconnexion**, d'une emprise d'environ 15 000 m² chacun

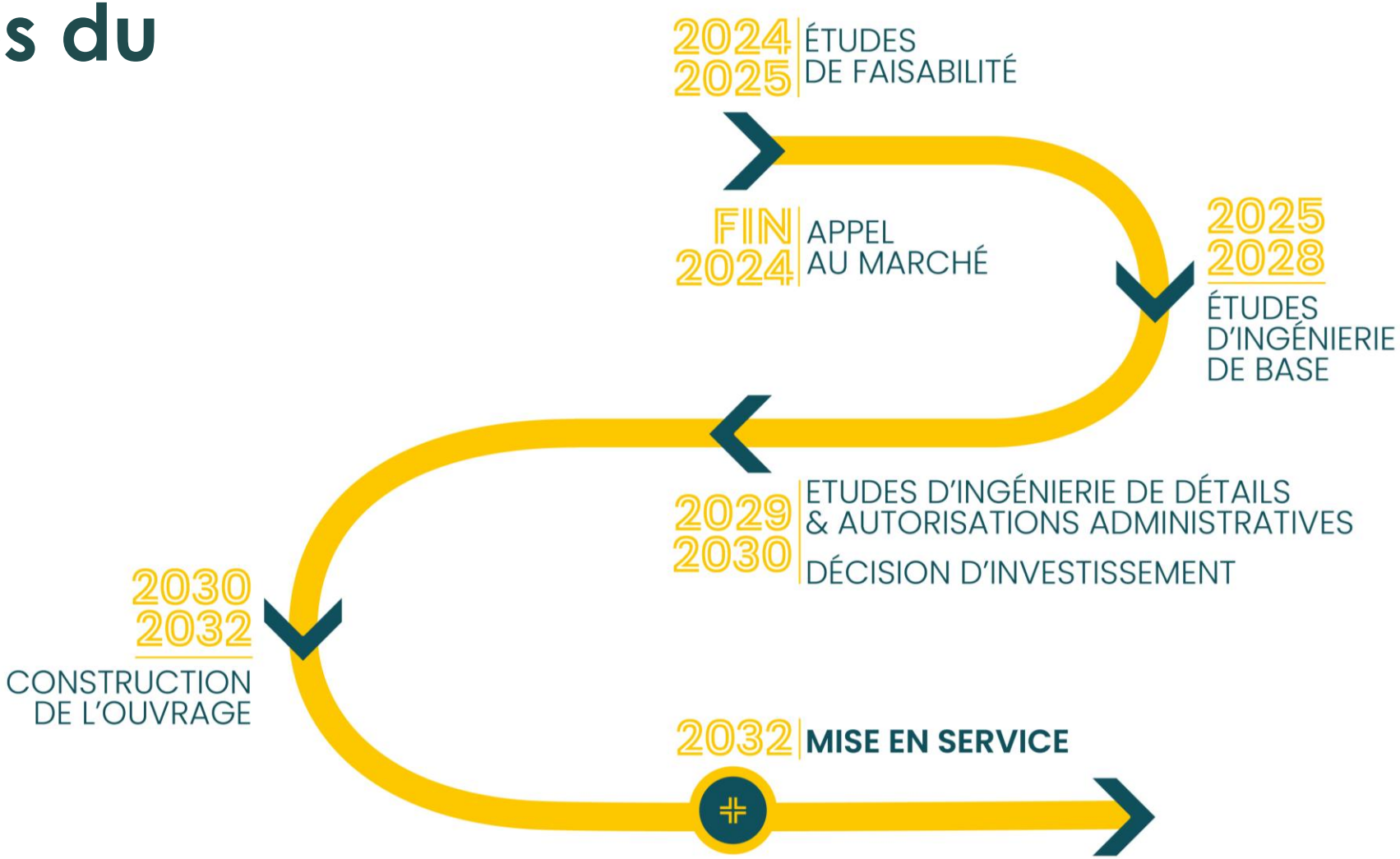
› **Des ouvrages d'interface**, d'une emprise au sol d'environ 2 hectares, entre la dorsale HY-FEN, le réseau local HYnframed et le projet BarMar.

Exemples de canalisations NaTran, avant enfouissement



[ZOOM] **POURQUOI L'ACIER ?**
Matériau le plus adapté pour le transport d'hydrogène :
› Résistance mécanique élevée ;
› Compatibilité avec l'hydrogène (résiste à la fragilisation) ;
› Durabilité (plusieurs décennies).

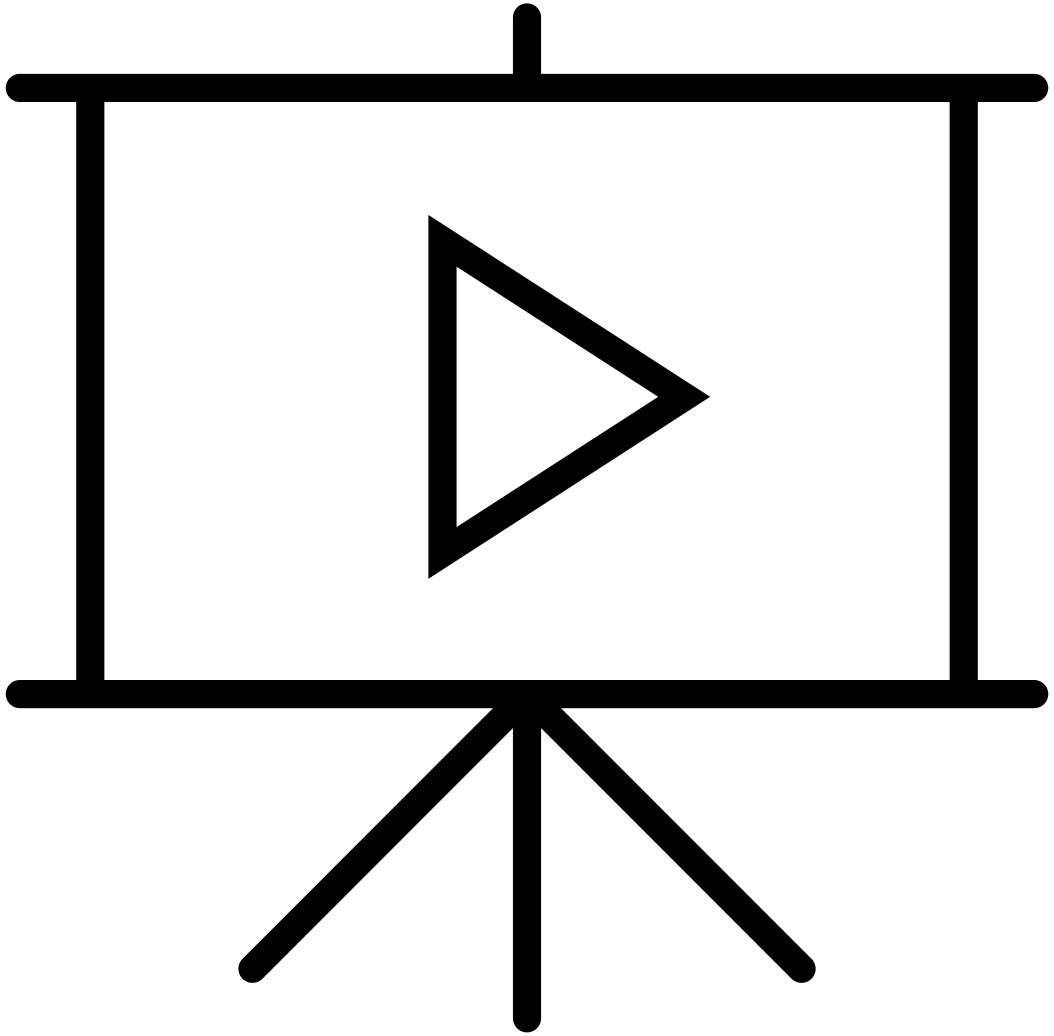
Les grandes étapes prévisionnelles du projet



Le projet HY-FEN en bref

05

UNE INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT D'HYDROGÈNE RENOUVELABLE ET BAS-CARBONE, reliant la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône) à Erching(Moselle).



Séquence 1 : Comprendre les risques et leur encadrement

06

Sandrine DESCOURRIERE, Responsable Etudes et Recherche « Canalisations à risques » - INERIS

Gilles CHATELET, Expert Sécurité Industrielle- NaTran

Hubert FOMBONNE, Chef de l'Unité Contrôle Industriel et Minier Service Prévention des Risques - DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur

Sandrine DESCOURRIÈRES, Responsable Etudes et Recherche « Canalisations à risques » – INERIS

Les risques liés au transport d'hydrogène (H2) par canalisation

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

INERIS

maîtriser le risque
pour un développement durable

LES RISQUES LIÉS AU TRANSPORT D'HYDROGÈNE PAR CANALISATION

Enjeux et état des lieux des connaissances

Concertation préalable autour du projet HY-FEN porté par NaTran
Webinaire - 3 novembre 2026

Sommaire

1. Présentation de l'INERIS
2. Retour d'expérience
3. Facteurs de risques pouvant affecter une canalisation de transport d'hydrogène et mesures compensatoires associées
4. Conséquences d'une perte de confinement sur une canalisation de transport d'hydrogène
5. Conclusion
6. Références et sources

1. Présentation de l'INERIS

Institut National de l'Environnement industriel et des Risques

- **Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial sous tutelle unique du ministère chargé de l'environnement**
  . Créé en 1990
  . Basé à Verneuil-en-Halatte (Oise), avec des équipes en région

- **Mission :** contribuer à la prévention des risques que les activités économiques font peser sur la santé, la sécurité des personnes et des biens, et sur l'environnement

- **Environ 550 personnes** (dont environ 30 doctorants).

- **Modèle fondé sur un trépied :**
  . Appui aux politiques publiques (≈ 50 %)
  . Recherche appliquée de haut niveau (≈ 15%)
  . Activités de service aux entreprises (≈ 35%) : conseil, tierce-expertise, formation, certification

Activités-clés

Risques liés aux substances

Risques liés au sous-sol

Impacts sur le vivant

Risques accidentels
Analyse des risques – Etudes de dangers
Sécurité - sûreté des systèmes industriels
Incendie - dispersion - explosion

Activités transversales

Activités en lien avec la sécurité des canalisations de transport avec la sécurité de l'hydrogène

Activités	Canalisations de transport	Hydrogène
Appui aux politiques publiques	Rédaction de guides méthodologiques Appui à la reconnaissance des guides professionnels Avis sur les projets d'évolutions règlementaires Avis techniques sur des document ou sujets spécifiques Risques émergents (transition énergétique)	Sécurité des installations de production d'hydrogène (ex. électrolyseurs) Sécurité des installations de stockage d'hydrogène (réservoirs aériens, stockages souterrains) Sécurité des usages de l'hydrogène (stations-services, mobilité)
Recherche appliquée	Participation à des projets de recherche sur la sécurité des canalisations de transport	Participation à de nombreux projets de recherche sur la sécurité de l'hydrogène (gazeux ou liquide)
Service aux entreprises	Etudes de dangers (rédaction, appui méthodologique) Tierce-expertise d'études de dangers Analyses de compatibilité de projets d'ERP Animation de formations	Etudes de dangers (rédaction, appui méthodologique) Tierce-expertise d'études de dangers Animation de formations

2. Retour d’expérience

Quelques événements significatifs

Date et lieu	Description	Conséquences	Causes
12/10/2007 **Binnenmaas (Pays-Bas)**	. Feu sur un « couloir » de pipelines, regroupant plusieurs canalisations : hydrogène, kérosène, oxyde d'éthylène … . Ouvrage fuyard de diamètre 150 mm transportant de l'hydrogène à 75 bar . Inflammation à l'occasion de travaux de soudage réalisés à proximité . Feu maîtrisé en quelques minutes, fuite colmatée 7 heures plus tard	. Aucune victime . Confinement préventif des riverains jusqu'à la confirmation de la non-toxicité du produit fuyard . Circulation fluviale interrompue sur un cours d'eau voisin	. Tassement différentiel du sol (terrain sablonneux) sur plusieurs années => mise en flexion de la canalisation au niveau d'un raccord, qui a fini par fuir . Flexion accentuée par le passage non-autorisé de véhicules lourds (travaux d'implantation d'une nouvelle canalisation à proximité)
18/04/2013 **Guarbecque (France, 62)**	Fuite sur un tronçon aérien d'un ouvrage de diamètre 80 mm à 75 bar, détectée lors de travaux de maintenance	. Aucune victime . Mise en sécurité immédiate du tronçon, et réparation	*Non indiquée dans les sources consultées*
21/03/2021 **Braine-le-Comte (Belgique)**	Inflammation d'un nuage d'hydrogène dans un champ traversé par une canalisation	. Aucune victime . Périmètre de sécurité établi . Deux habitations évacuées	Endommagement de la canalisation par des travaux de drainage (non déclarés)

Source : base ARIA (BARPI, DGPR)

3. Facteurs de risque pouvant affecter une canalisation de transport d'hydrogène et mesures compensatoires associées

Les principaux facteurs de risques génériques pouvant affecter une canalisation en acier et les mesures compensatoires associées

Facteur de risque	*Evénements redoutés*	*Mesures compensatoires*
1. Travaux de tiers	Enfoncement - Griffure	Pose d'un grillage avertisseur
	Brèche - Rupture	Signalisation du tracé
		Surveillance régulière du tracé
		Réglementation anti-endommagement des réseaux => *reseaux-et-canalisations.ineris.fr*
		Mesures physiques de protection (épaisseur, dalles)


[1]


[1]

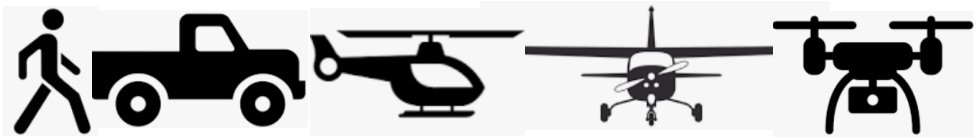

[2]


[3]



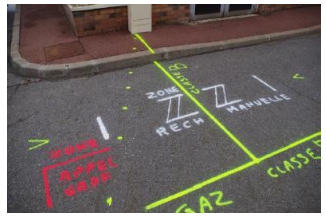




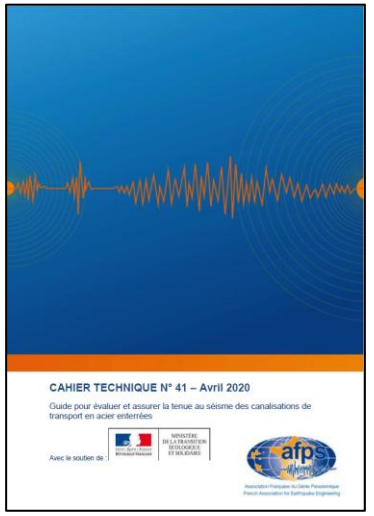








Les principaux facteurs de risques génériques pouvant affecter une canalisation en acier et les mesures compensatoires associées

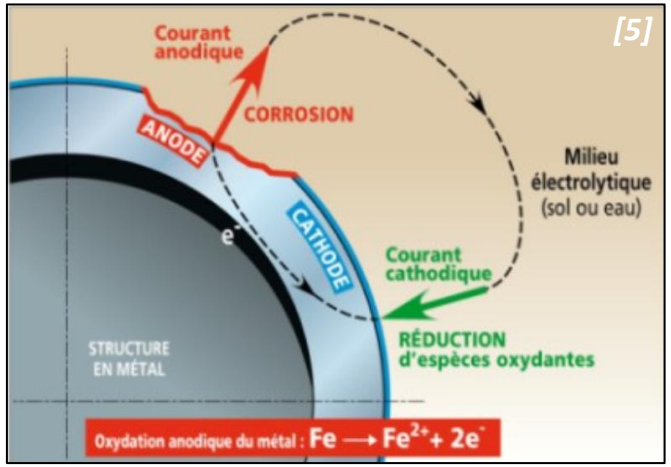
Facteur de risque	*Evénements redoutés*	*Mesures compensatoires*
2. Risques naturels 	Déformation  Rupture 	 Choix du tracé  Conception

Mesures locales (actions sur le sol à la pose, ancrage, drainage …)

Les principaux facteurs de risques génériques pouvant affecter une canalisation en acier et les mesures compensatoires associées

Facteur de risque

3. Corrosion externe



Evénements redoutés

Perte de métal

localisée

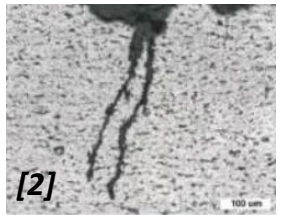


généralisée

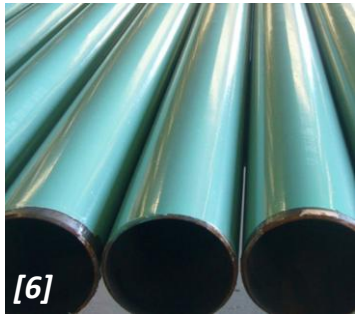


Fissures

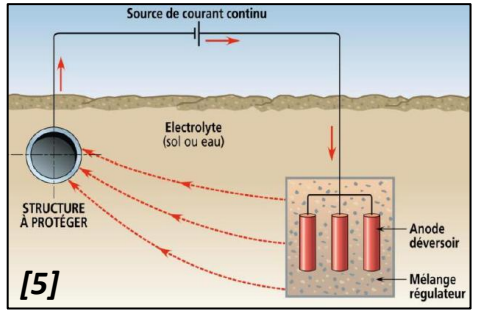
Colonies de fissures



Mesures compensatoires



Revêtement externe



Protection cathodique



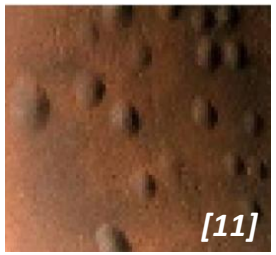


Programme de surveillance, maintenance et réparation de la canalisation (inspections régulières)

Les principaux facteurs de risques génériques pouvant affecter une canalisation en acier et les mesures compensatoires associées

Facteur de risque	*Evénements redoutés*	*Mesures compensatoires*
4. Défauts de matériau ou de construction	Perte de confinement	. Qualification des fournisseurs . Utilisation de tubes sans soudure . Contrôle à 100% des soudures sur chantier . Programme de surveillance, maintenance et réparation (inspections régulières)
5. Défaillance opératoire	Perte de confinement	. Formation des opérateurs . Procédures d'exploitation . Système de gestion de la sécurité
6. Facteurs de risques propres aux installations annexes . Corrosion externe . Défaut d'étanchéité . Agression mécanique, vibrations	Perte de confinement	. Revêtement externe contre la corrosion . Procédures d'exploitation . Programme de surveillance, maintenance et réparation (inspections régulières)

Les facteurs de risques spécifiques à l'hydrogène en phase gazeuse

Facteur de risque	*Evénements redoutés*	*Mesures compensatoires*
1. Perméation des matériaux à l'hydrogène Adsorption et diffusion de l'hydrogène dans le matériau Piégeage de l'hydrogène (aciers)	Mécanismes de dégradation spécifiques par l'hydrogène  *[11]*	Tronçons neufs : conception (choix de la nuance d'acier, épaisseur, …) Tronçons convertis : examen de l'état de la canalisation et évaluation de la criticité des défauts
2. Modification des propriétés mécaniques des aciers . Ténacité . Allongement à rupture . Paramètres de fatigue	Diminution de la tenue mécanique pour certaines sollicitations	

4. Les conséquences d'une perte de confinement sur une canalisation de transport d'hydrogène

Les propriétés de l'hydrogène en phase gazeuse

Les propriétés dangereuses de l'hydrogène et du gaz naturel

Gaz	Densité	Propriétés dangereuses	Limites d'inflammabilité / explosivité (dans l'air)	Energie minimale d'inflammation	Vitesse de combustion
Hydrogène	Très léger	Inflammable	De 4 à 75%	17 µJ	3,3 m/s
Gaz naturel	Léger	Inflammable	De 5 à 15% (méthane)	280 µJ	0,4 m/s

Les phénomènes dangereux en cas de perte de confinement

En présence d'une source d'inflammation d'énergie suffisante :

Avec inflammation immédiate

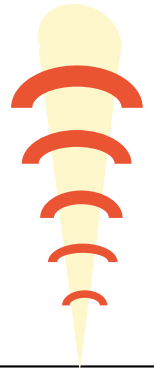
➡ **Feu torche**



Effets thermiques

Avec inflammation différée

➡ **Flash fire**
(si la source est en périphérie du jet)



Effets thermiques

➡ **Explosion de jet**
(si la source est au cœur du jet)



Effets thermiques
Effets de surpression

Modélisation d'une perte de confinement : la caractérisation du rejet

Rejet en phase gazeuse

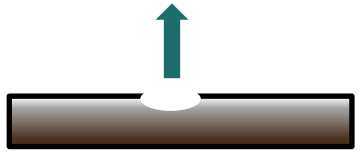
. Modélisation à l'aide de modèles physiques

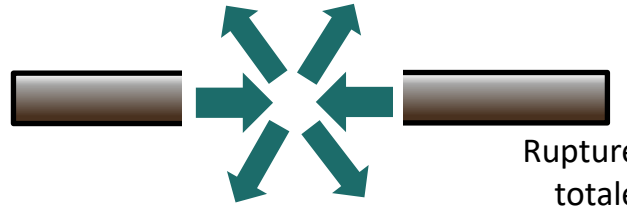
. Dépendant de plusieurs paramètres :
- dimensions et forme de la brèche
- diamètre de la canalisation
- température et pression du fluide transporté

. Intégrant les pertes de charge dans la canalisation

. Pour les fuites importantes : évolution temporelle du débit

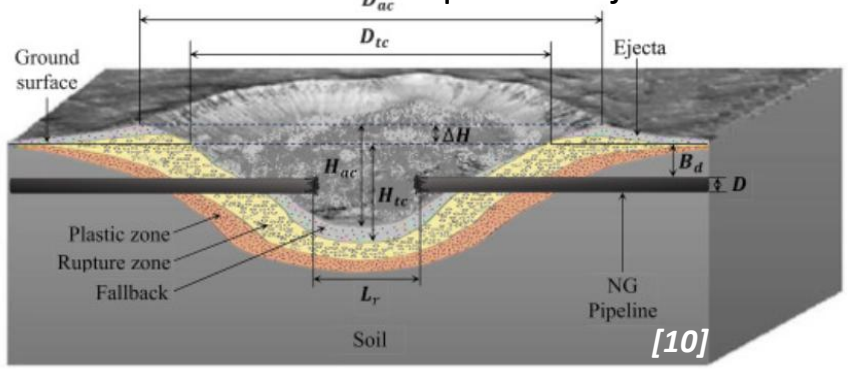
Température ?
Vitesse ?
Débit ?



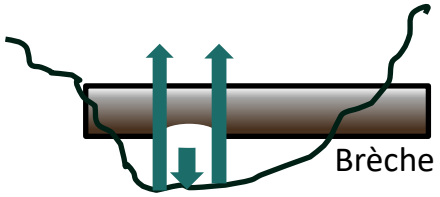


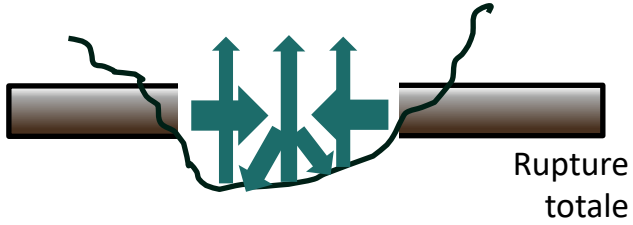
Spécificités des tronçons enterrés : formation d'un cratère

Le cratère modifie les caractéristiques du rejet



Direction globalement verticale du rejet
Mélange air – gaz dans le cratère



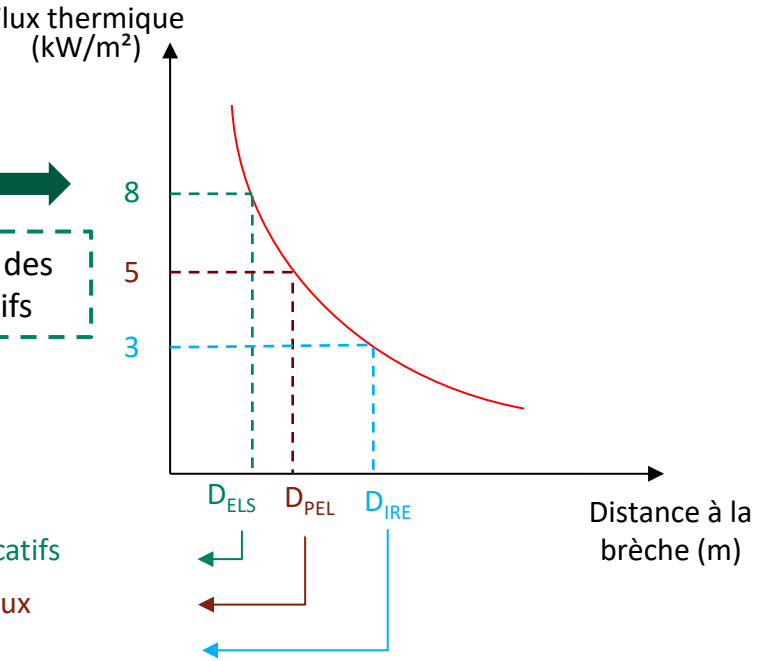


Modélisation d'une perte de confinement : les phénomènes dangereux

Feu torche



Modélisation des effets radiatifs



Distance aux Effets Létaux Significatifs

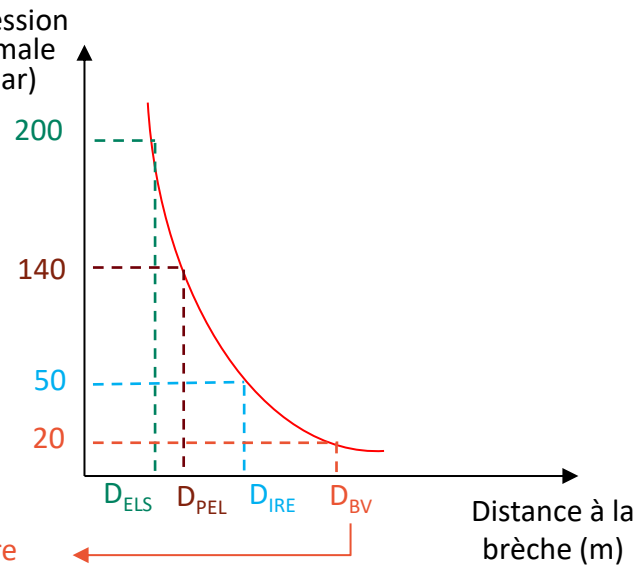
Distance aux Premiers Effets Létaux

Distance aux Effets Irréversibles

Explosion de jet



Modélisation des effets de surpression



Distance aux bris de vitre

Si flux thermique non constant, calcul de la dose thermique $E = \int_0^t \varphi^{4/3}(t).dt$

Seuils d'effets en dose thermique :

. 1800 $(kW/m^2)^{4/3}.s$

. 1000 $(kW/m^2)^{4/3}.s$

. 600 $(kW/m^2)^{4/3}.s$

Paramètres influençant la violence de l'explosion :

. Nature et réactivité du gaz

. Turbulence du jet

. Jet impactant / présence d'obstacles

. Localisation et caractéristiques de la source d'inflammation

5. Conclusion

Synthèse

Les principaux facteurs de risques pouvant affecter une canalisation de transport d'hydrogène

. Il existe des facteurs génériques aux canalisations de transport en acier : les travaux de tiers, les risques naturels, la corrosion externe, les défauts de matériau ou de construction et les défaillances opératoires
=> modalités de conception, construction, exploitation et mesures compensatoires génériques à tous les ouvrages.

. A ces facteurs génériques s'ajoutent un facteur spécifique à l'hydrogène, lié à la perméation de l'hydrogène dans les aciers et la modification de certaines propriétés mécaniques
=> choix de la nuance d'acier et de l'épaisseur des tubes (tronçons neufs)
=> examen de l'état de la canalisation et évaluation de la criticité des défauts (tronçons convertis)

Les conséquences d'une perte de confinement sur une canalisation de transport d'hydrogène

. L'hydrogène est un gaz très léger et inflammable, avec une énergie minimale d'inflammation très basse.

. Les phénomènes dangereux redoutés en cas de perte de confinement sont :
- un feu torche,
- un Flash fire ou une explosion.

6. Références et sources

Références

- GESIP, Guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport (hydrocarbures liquides ou liquéfiés, gaz naturel ou assimilé et produits chimiques), rapport n°2008/01, Edition de juillet 2019
- INERIS, Enjeux de sécurité liés à l'injection d'hydrogène dans les réseaux de transport et distribution de gaz naturel : état des lieux et perspectives (rapport référencé DRA-19-178263-01884B en date du 19 septembre 2019)
- https://concertation.projet-hyfen.com/
- https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/35860/ (Binnenmaas)
- https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/57406/ (Braine-le-Comte)
- https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43705/ (Guarbecque)
- https://www.georisques.gouv.fr/minformer-sur-un-risque/canalisations-de-transport-de-matieres-dangereuses
- https://www.phmsa.dot.gov/pipeline/pipeline-construction/pipeline-construction
- https://www.ineris.fr/fr/projet-erp-igh-pres-canalisation-risques
- https://www.reseaux-et-canalisations.ineris.fr/gu-presentation/construire-sans-detruire/teleservice-reseaux-et-canalisations.html

Sources des illustrations

1. Guide d'application de la réglementation relative aux travaux à proximité des réseaux - Fascicules 1, 2 et 3
2. GESIP, Surveillance, Maintenance, Inspection et Réparation des canalisations de transport, Rapport GESIP n°2022/04, Edition de décembre 2022
3. Bureau de la Sécurité des Transports du Canada, Rapport d'enquête sur la sécurité du transport pipelinier P21H0143 (Minell Pipelines Ltd, 5/10/2021, McAuley, Manitoba, Canada)
4. a) Marathon Pipe Line LLC Pipeline Rupture and Crude Oil release – Edwardsville, Illinois – March 11, 2022 - Pipeline Investigation Report: PIR-23-02 – National Transportation Safety Board
   b) https://www.ntsb.gov/investigations/Pages/PLD20LR001.aspx (ENBRIDGE, 4/5/2020, Hillsboro, Kentucky, USA)
5. https://www.cefracor.org/
6. https://www.tubeacierrond.com
7. Société Lin Scan
8. https://blog.sintef.com/ocean/simulating-running-ductile-fracture-in-co2-pipelines/
9. https://www.uvu.edu/es/jack-rabbit
10. J. Giovanni Ramírez-Camacho *et al*, Analysis of crater formation in buried NG pipelines: A survey based on past accidents and evaluation of domino effect, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 58, March 2019, Pages 124-140
11. INERIS, Enjeux de sécurité liés à l'injection d'hydrogène dans les réseaux de transport et distribution de gaz naturel : état des lieux et perspectives (rapport référencé DRA-19-178263-01884B en date du 19 septembre 2019)

Gilles CHATELET, Expert Sécurité Industrielle - NaTran

Transport d'hydrogène : quels sont les risques et comment sont-ils maîtrisés ?

Classification GRTgaz : Public [ ] Interne [X] Diffusion limitée [ ] Confidentiel entreprise [ ]

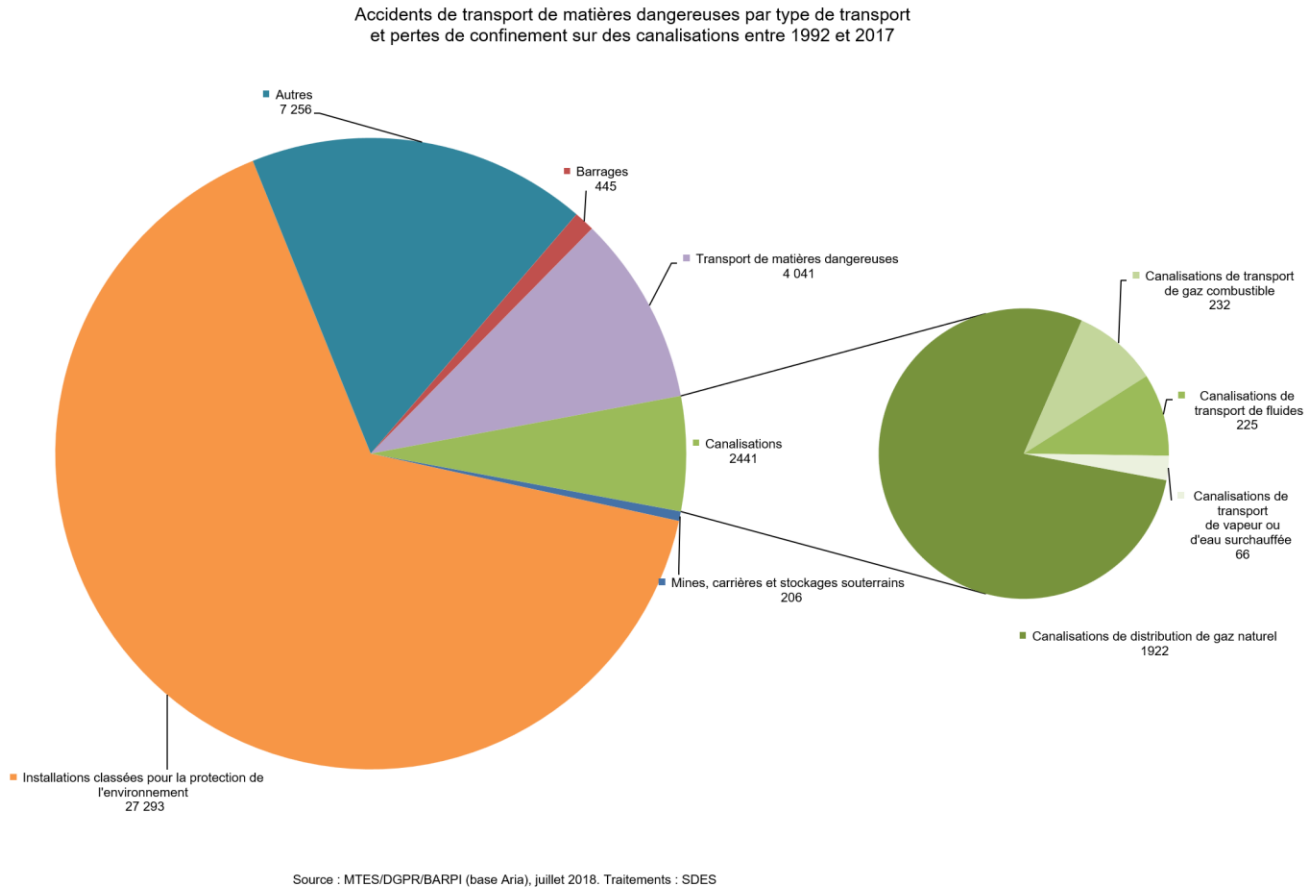
Le transport par canalisation est une activité sûre

Une étude du MTES publiée en 2019 indique que :

« Le transport par canalisation provoque presque deux fois moins d'accidents que le transport par route, par rail, par voie fluviale et maritime. »

Les canalisations de transport de gaz naturel et de gaz combustibles sont à l'origine de 0,5 % des pertes de confinement de matières dangereuses dans la base de données ARIA entre 1992 et fin 2017

Les canalisations sont le moyen le plus sûr pour le transport de matières dangereuses



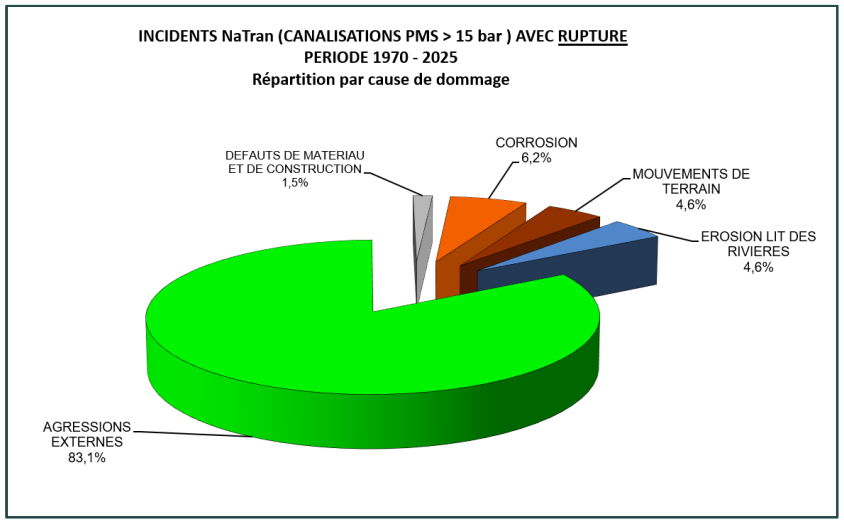
Classification GRTgaz : Public [ ] Interne [X] Diffusion limitée [ ] Confidentiel entreprise [ ]

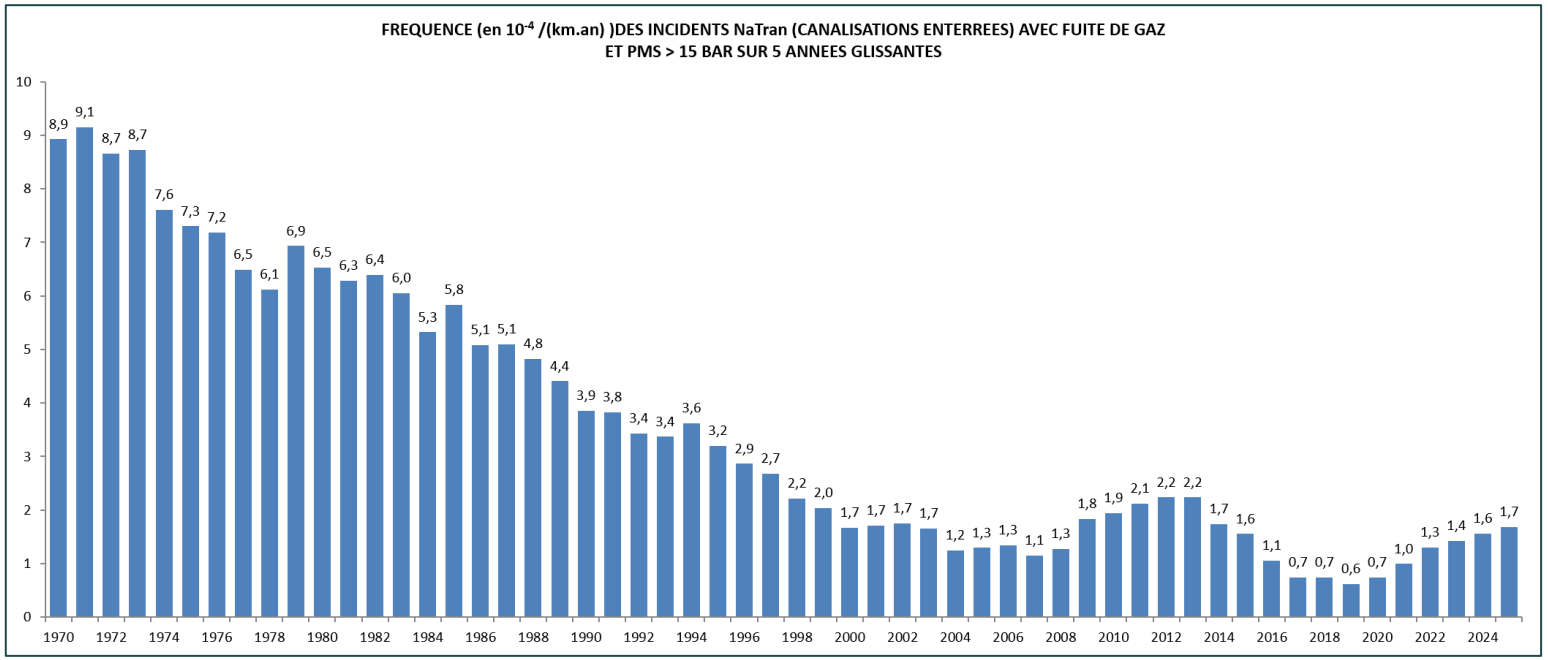
Le réseau NaTran : une fréquence de fuite qui diminue dans le temps

Les ruptures sont très rares en particulier pour les canalisations importantes

- De l'ordre de 1 évènement tous les 800 ans pour 100 km à partir d'un diamètre ≥ 600 mm

Et sont très majoritairement dues aux agressions externes (travaux publics)





		Fréquence à fin 2025 en 10-4/(km.an)			
Réseau de transport de NaTran		PETITE BRECHE	BRECHE MOYENNE	RUPTURES	TOTAL
DIAMETRE nominal	NOMBRE DE km.an	Brèche de 0 à 12mm	Brèche de 12 à 70mm	Brèche >= 70mm ou DN	
D < 200	623 681	2,58	1,27	0,61	4,46
200 ≤ DN < 400	384 069	1,09	0,39	0,44	1,93
400 ≤ DN < 600	222 951	0,90	0,13	0,31	1,35
DN ≥ 600	228 650	0,39	0,04	0,13	0,57
TOTAL	1 459 351	1,59	0,67	0,45	**2,71**

Classification GRTgaz : Public [ ] Interne [X] Diffusion limitée [ ] Confidentiel entreprise [ ]

NaTran a acquis une expérience significative sur les dangers associés au transport d'hydrogène par canalisations

Premières études à partir de 2017

Collaboration avec d'autres transporteurs pour réaliser deux campagnes d'essais à grande échelle de rupture de canalisation (2024 – 2026)

En cas de rupture d'une canalisation d'hydrogène, les conséquences sont du même ordre que celles occasionnées avec du gaz naturel

- L'inflammation est pratiquement immédiate et les effets des surpressions à l'inflammation restent cantonnés à proximité de la fuite
- Les distances les plus importantes sont liées au effets du rayonnement thermique (feu de jet)

Classification GRTgaz : Public [ ] Interne [X] Diffusion limitée [ ] Confidentiel entreprise [ ]

Les mesures de sécurité mises en œuvre pour le projet

Lors de la conception

- Pour une même pression maximale en exploitation, l'épaisseur d'une canalisation d'hydrogène est majorée d'un facteur pouvant aller jusqu'à 1,8 par rapport à une canalisation de gaz naturel
- L'étude de dangers analyse le risque présenté par l'ouvrage en fonction de son environnement naturel et humain et des mesures compensatoires de sécurité permettant de réduire encore la probabilité d'une perte de confinement sont mises en œuvre si nécessaire
- L'épaisseur prévue pour la canalisation (supérieure à 22 mm) la rend résistante à l'agression par une pelle mécanique de 32 tonnes ce qui conformément aux dispositions du guide GESIP permet de réduire la probabilité de rupture jusqu'à une valeur de l'ordre de 10^{-7} /(km.an)

Lors de la construction

- Les contrôles des tubes sont réalisés en usine afin d'éliminer tout risque de défaut de construction
- Les revêtements modernes appliqués en usine sont beaucoup plus performants que les revêtements hydrocarbonés utilisés par le passé ce qui garantit une meilleure protection contre la corrosion
- Les soudures sont contrôlées à 100 % et la qualité du revêtement est systématiquement vérifiée avant la mise en fouille de la canalisation
- Une inspection interne par piston instrumenté est réalisée avant la mise en service afin de vérifier l'aptitude au service de la canalisation

Pendant l'exploitation de l'ouvrage

- L'étude de dangers est réexaminée au moins une fois tous les 5 ans pour vérifier que le niveau de sécurité reste adapté aux évolutions éventuelles de l'environnement et de nouvelles mesures compensatoires de sécurité peuvent être mises en œuvre le cas échéant
- Des inspections par pistons instrumentés sont effectuées régulièrement

Classification GRTgaz : Public [ ] Interne [X] Diffusion limitée [ ] Confidentiel entreprise [ ]

Hubert FOMBONNE, Chef de l'Unité Contrôle Industriel et Minier Service Prévention des Risques - DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur

Cadre réglementaire et instruction : de l'étude de dangers (EDD) aux inspections en exploitation

Classification GRTgaz : Public [ ] Interne [X] Diffusion limitée [ ] Confidentiel entreprise [ ]

PRÉFET
DE LA RÉGION
PROVENCE- ALPES-
CÔTE D'AZUR
Liberté
Égalité
Fraternité

Cadre réglementaire

DREAL (Direction Régionale Environnement Aménag. Logement)

- Service de l'Etat déconcentré du Ministère de l'Environnement (transport, énergie, logement, biodiversité, prévention risques naturels et technologiques, …)

- Polices de l'Environnement (industriel)

- Transport de Fluides dangereux par canalisation :
  . activité réglementée
  . autorisation préalable

PRÉFET
DE LA RÉGION
PROVENCE- ALPES-
CÔTE D'AZUR
Liberté
Égalité
Fraternité

Instruction réglementaire

Sécurité et prévention des risques

- Code et police de l'environnement :
- Procédure d'autorisation ouverte et contradictoire (construction, exploitation, loi sur l'eau)
- Procédures conjointes (urbanisme, expropriation)
- SUP ou convention de passage : DUP ou amiable (construction et exploitation) et SUP de risques (maîtrise de l'urbanisation)

Instruction réglementaire

L'Etude de dangers pour les canalisations

- phénomènes dangereux
- mesures de réduction et de maîtrise des risques
- organisation, moyens d'intervention
- réexamen quinquennal
- maîtrise de l'urbanisation (SUP de risques)

Instruction réglementaire

La Maîtrise de l'urbanisation autour des canalisations

- Bandes de servitudes de risques : SUP1, SUP2, SUP3

  Scénarios majorant ou réduit / Distances d'effets des phénomènes dangereux

- Limitation Etablissements recevant du Public / immeubles de grande hauteur

  Analyses de compatibilité (maître d'ouvrage du projet)

  . Jointe à la demande de permis de construire

  . Avis favorable du transporteur ou préfet

Construction et Exploitation

Sécurité et prévention des risques

- Prescriptions de l'AP d'autorisation
- Dispositions constructives et de pose
- Suivi en service (Plan de Surveillance et de Maintenance)
  Règlement de sécurité (AM 05/03/14)
- Maintenance et réparation préventive
- Système gestion de la sécurité
- Plans d'urgence

À vous la parole !

07



Vos questions/remarques sur cette séquence

Séquence 2 : Hydrogène et canalisations en acier : Ce que nous apprend l'expérience industrielle

08

Eric GOYHENECHE, Directeur Marchés Expertise Inspection– Groupe Institut de Soudure

Gilles CHATELET, Expert Sécurité Industrielle- NaTran

Mathieu GILLET, Directeur technique du projet HY-FEN– NaTran



ACIER & HYDROGÈNE

Une technologie ancienne, sûre sous conditions

Transport par canalisation sous pression

Retour d'expérience, risques matériaux et conditions de maîtrise.

RECHERCHE EXPERTISE | FORMATION ENSEIGNEMENT | INSPECTION CND-ESSAIS | CERTIFICATION PRODUCTION

isgroupe.com

INSTITUT de SOUDURE GROUPE

Oui, l’acier transporte l’H_2 depuis des décennies

Un retour d’expérience industriel réel, dans des réseaux spécialisés et encadrés.



Illustration photographique générée par IA

Depuis 1970 les canalisations H_2 sont réglementées par la PHMSA aux États-Unis.

Usage historique

Réseaux de pipeline dédiés aux transport et aux raffineries et à la chimie, généralement en aciers ferritiques non ou faiblement alliés

Stockage

Les réservoirs et bouteilles métalliques sont courants. Pour le stockage massif, les cavités salines disposent déjà d’un retour industriel.

La nouveauté est surtout le changement d’échelle, la pression, le cyclage et la reconversion d’actifs gaz

Hydrogène et acier non ou faiblement allié : les principales menaces

Mécanisme	Conditions / origine de l'hydrogène
Œil de poisson (fisheye)	Hydrogène résiduel d'élaboration ou de soudage, piégé sur des inclusions ; sollicitation plastique lente.
Fissuration à froid au soudage	Hydrogène diffusible, structure dure ou martensitique et contraintes de retrait ; apparition jusqu'à environ 48 h après soudage.
Rupture différée par l'hydrogène	Hydrogène introduit lors du décapage, du zingage ou d'un traitement électrolytique, puis chargement mécanique.
Fragilisation sous hydrogène gazeux	Exposition à l'hydrogène sous pression, généralement à température ambiante ou modérée.
Attaque par l'hydrogène à haute température (HTHA)	Hydrogène sous pression partielle et température élevée, typiquement au-delà d'environ 200 °C.
HIC — fissuration induite par l'hydrogène	Milieu H_2S humide ; hydrogène formé par corrosion et piégé sur inclusions ou ségrégations.
SWC — fissuration en gradins	Développement et interconnexion de fissures HIC.
Blistering — cloquage	Recombinaison de l'hydrogène atomique en H_2 près de la surface.
SSC — fissuration sous contrainte en milieu sulfuré	Milieu H_2S humide combiné à des contraintes de traction et à une dureté élevée.
SOHIC — fissuration HIC orientée par les contraintes	Combinaison d'un endommagement HIC et de contraintes élevées ou multiaxiales.
HSC liée à la surprotection cathodique	Potentiel de protection trop négatif générant de l'hydrogène à la surface de l'acier.
Corrosion sous contrainte assistée par l'hydrogène	Environnement corrosif, contraintes de traction et production locale d'hydrogène en pointe de fissure.
Dégradation de la tenue en fatigue	Chargements cycliques en présence d'hydrogène.
Décollement de revêtement (disbonding)	Accumulation d'hydrogène à l'interface lors du refroidissement après service à chaud.

Les menaces très dépendantes de conditions de services.

Dans le cadre du transport d'H2, seules 2 menaces sont retenes

IS INSTITUT de SOUDURE GROUPE

L’acier est un choix sûr en sélectionnant le matériau de construction

Pour le transport à temperature ambiante, l’hydrogène agit surtout sur la ténacité et la propagation des fissures en fatigue.

1. TENACITE

Impact de l’H2 sur la fragilité de l’acier

2. FATIGUE

Impact de l’H2 sur la vitesse de propagation des fissures



Illustration photographique générée par IA

L’impact sur la tenacité et sur la fatigue reste fortement dépendant des caractéristiques du matériau

L’impact est mesurable, en laboratoire par des essais dédiés sous conditions H2

Conclusion : une solution sûre si l’intégrité est démontrée

La bonne question : quel acier, quel historique et quelles conditions d’exploitation ?



Illustration photographique générée par IA

1 **QUALIFIER** — Nuance, soudure, dureté et ténacité en environnement H_2.

2 **ÉVALUER** — Défauts, contraintes, pression, température, pureté et cyclage.

3 **SURVEILLER** — CND ciblés, suivi des cycles, détection de fuite et inspection par le risque.

4 **ENCADRER** — Conception et exploitation suivant les référentiels applicables.

OUI, solution mature et sûre si chaque actif est qualifié

INSTITUT de SOUDURE GROUPE

Reconversion gaz naturel → H_2 : démontrer l'aptitude au service

Démarche documentée conduite tronçon par tronçon : les 6 étapes clés de la justification d'aptitude au service.

1. **Cadrer les exigences**

   Identifier les règles applicables et les menaces à traiter.

2. **Établir l'état initial**

   Inspecter, réaliser des fouilles et traiter les défauts critiques.

3. **Vérifier les matériaux**

   Confirmer par essais leur compatibilité avec l'hydrogène.

4. **Retenir un défaut de référence**

   Supposer une fissure pénalisante, même non détectée.

5. **Calculer la tenue dans le temps**

   Évaluer son évolution et la durée de service avec des marges.

6. **Conclure et organiser le suivi**

   Statuer sur l'aptitude au service et fixer sa réévaluation.



Illustration photographique générée par IA

GO / GO CONDITIONNEL / NO-GO

IS INSTITUT de SOUDURE GROUPE

Qualification H_2 : essais, CND et aptitude à l'emploi

Croiser les propriétés sous H_2 et l'état réel de la conduite pour justifier le domaine d'exploitation.

1. CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS

Piston instrumenté (ILI)

Cartographier les pertes de métal et rechercher les éventuelles fissures

Contrôles en fouille

Confirmer et dimensionner les indications par CND

Fiabilité de l'inspection

Intégrer les seuils de détection et les incertitudes de dimensionnement

2. ESSAIS SPÉCIFIQUES H_2

Matériaux représentatifs

Métal de base, soudures et zones affectées thermiquement (ZAT)

Essais sous hydrogène gazeux

Ténacité à la rupture et propagation des fissures en fatigue

Conditions représentatives

Pression partielle H_2, température et cyclage du service visé

3. CALCULS D'APTITUDE À L'EMPLOI

Données d'entrée

Défauts mesurés ou de référence, propriétés sous H_2 et chargements réels.

Mécanique de la rupture

Vérifier la tenue des défauts, leur propagation en fatigue avec marges de sécurité

Décision et suivi

Définir pression et cyclage admissibles, durée de vie résiduelle et réinspection

Conclusion documentée : aptitude à l'emploi, conditions d'exploitation ou actions correctives

IS INSTITUT de SOUDURE GROUPE

Après conversion : exploiter dans une enveloppe H_2 maîtrisée

Le dossier de conversion devient le référentiel du plan de gestion d'intégrité.



Illustration photographique générée par IA

ENVELOPPE D'EXPLOITATION
Limiter pression et cyclage selon la démonstration d'intégrité.

INSPECTION PAR LE RISQUE
ILI/CND des fissures et soudures ; fouilles et réévaluation.

GESTION DES TRANSITOIRES
Tracer cycles, surpressions, arrêts et écarts de qualité du gaz.

RÉÉVALUATION PÉRIODIQUE
Actualiser la durée de vie résiduelle avec les données réelles.

Toute évolution de pression, cyclage, composition ou mode opératoire déclenche une revue d'intégrité

UN GROUPE APPORTEUR DE SOLUTIONS DEPUIS 1905



RECHERCHE EXPERTISE | FORMATION | INSPECTION CONTRÔLES | CERTIFICATION

isgroupe.com

INSTITUT de SOUDURE GROUPE

CE QUI NOUS LIE NOUS REND PLUS FORTS

À vous la parole !

09



Vos questions/remarques sur cette séquence

CONCLUSION

10

Les prochaines recontres de la concertation

- **Débat mobile à Morelmaison**, jeudi 5 novembre — de 14h à 18h
- **Débat mobile à Langres**, vendredi 6 novembre — de 9h à 12h
- **Débat mobile à Genlis**, samedi 7 novembre — de 9h à 12h
- **Réunion publique à Dijon,** mardi 10 novembre — de 18h à 20h

Concertation préalable du
28 septembre au **20 décembre 2026**

https://concertation.projet-hyfen.com/

CONCERTATION GARANTIE PAR

LA commission nationale du débat public CNDP

Les garants



Valérie TROMMETTER

Eric TAUFFLIEB

Garants de la CNDP

Cofinancé par
l'Union européenne

Le contenu de cette publication relève de la seule responsabilité de
NaTran et ne reflète pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne

Concertation préalable du
28 septembre au **20 décembre 2026**

https://concertation.projet-hyfen.com/

CONCERTATION GARANTIE PAR
LA commission nationale du débat public CNDP

naTran

Siège social
Immeuble Bora
6, rue Raoul Nordling
92270 Bois-Colombes

Tél. : 01 74 65 76 87
contact@natrangroupe.com
www.natrangroupe.com