RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

INERIS

maîtriser le risque
pour un développement durable

LES ACTIVITÉS DE L'INERIS DANS LE DOMAINE DE L'HYDROGÈNE

Ineris - 205742 - 2727176 0.1

L'Ineris en bref…

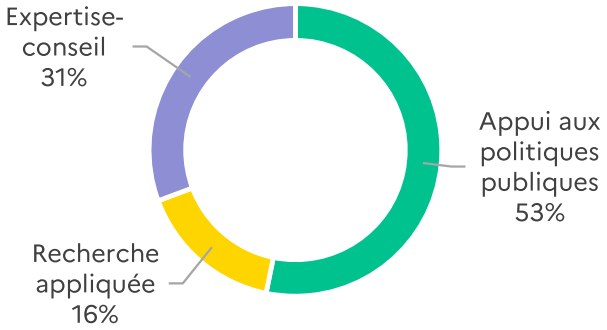
EPIC placé sous tutelle unique du ministère chargé de l'environnement

Créé en 1990 - 530 personnes (dont 350 ingénieurs/chercheurs/doctorants)

Mission : Contribuer à la prévention et à la maîtrise des risques liés aux activités économiques

- Risques sur la santé, la sécurité des personnes et des biens et l'environnement
- Risques accidentels (aigus) et risques chroniques (long-terme)

« Activités



Organisé en 3 directions opérationnelles + 1 direction de la Stratégie transversale

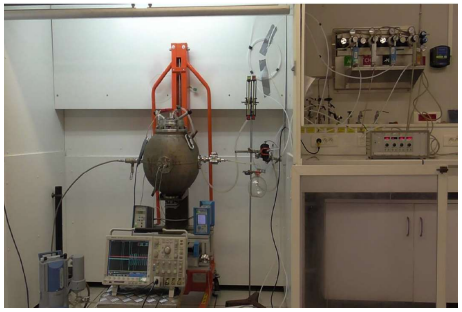
Situé à Verneuil-en-Halatte (Oise) + antennes à Lyon, Bourges, Aix, Nancy

25 ans d'expérience sur la sécurité de l'H2

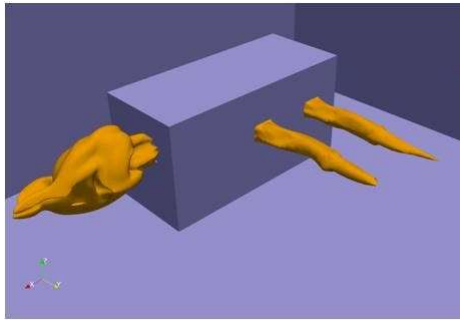
Compétences multidisciplinaires

- Analyse de risques
- Sécurité des procédés
- Mécanique
- Mécanique des fluides
- Chimie
- Modélisation numérique
- Ingénierie d'essais
- Géomécanique
- Economie
- Sociologie

Laboratoires



Outils numériques



Plateformes d'essais en grand

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

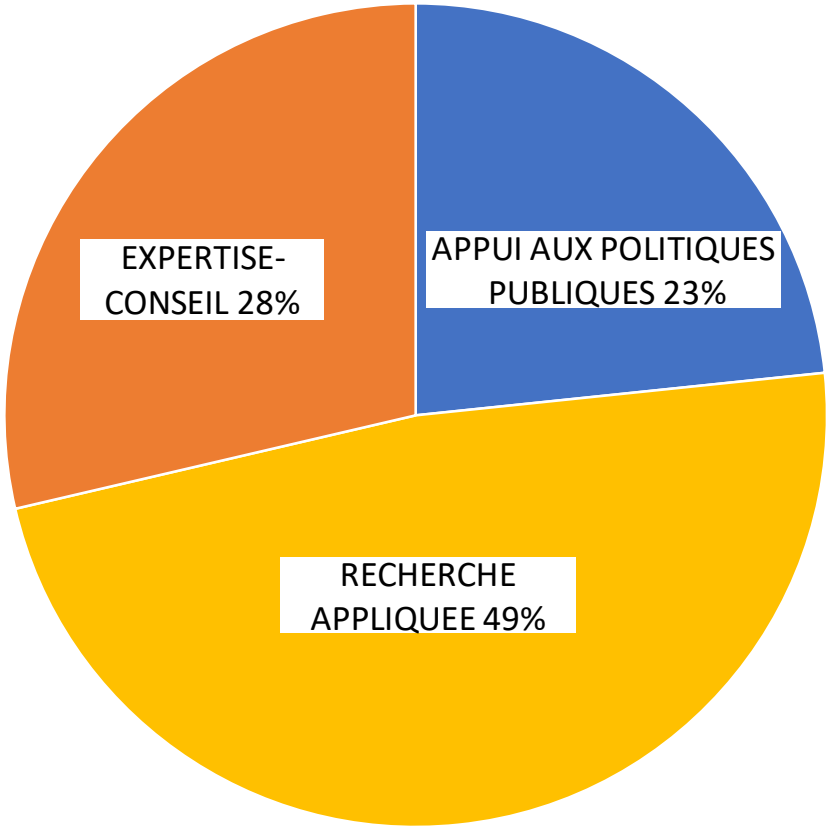
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Nos outils de calculs

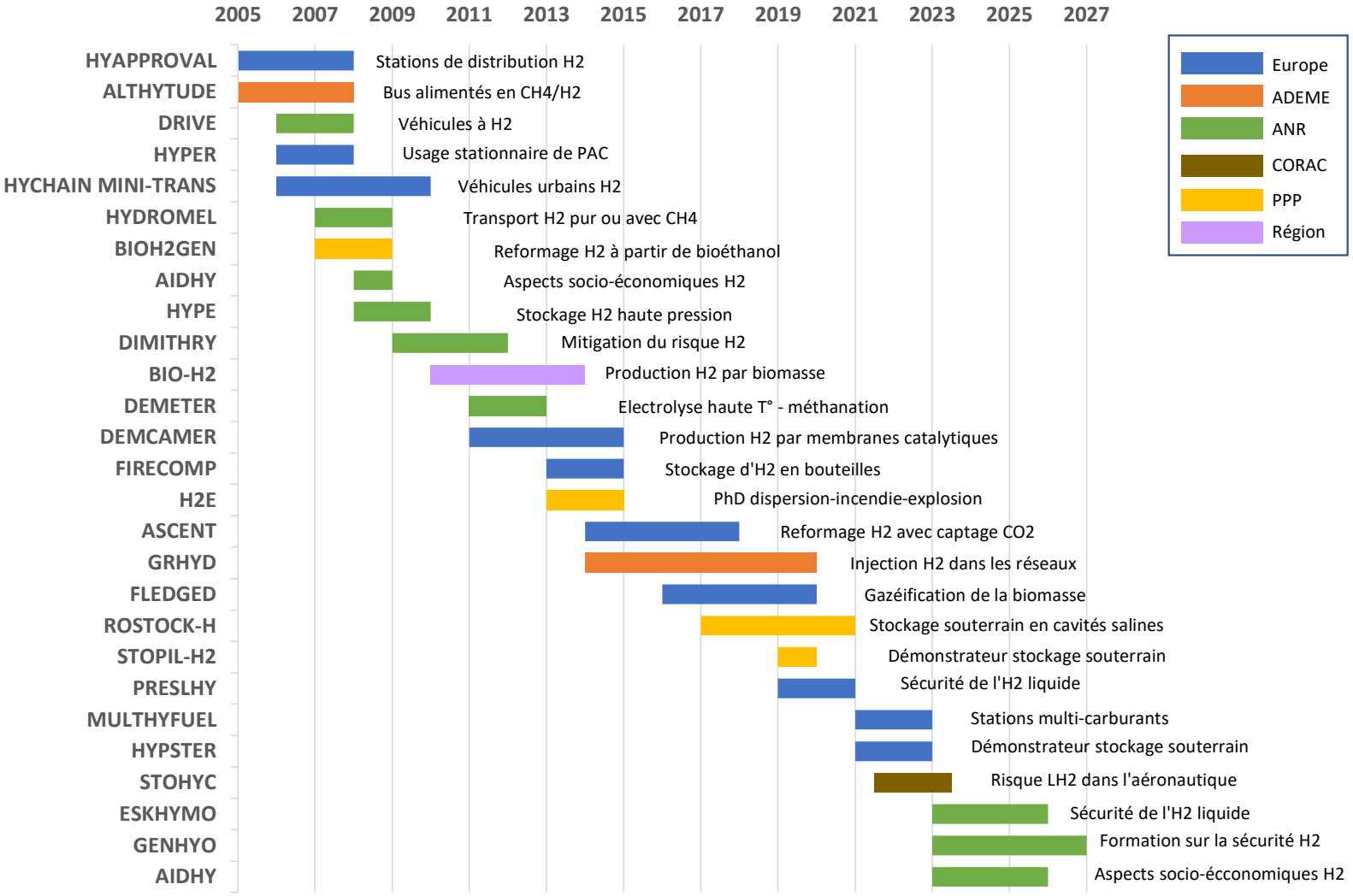
Domaine	Nom du code	Fournisseur / développeur	Applications
Analyse des risques	HYRAM	Sandia	Evaluation des risques liés à des systèmes à H2
	GRIF	EDF R&D	Analyse des systèmes - indicateurs de la sûreté de fonctionnement
	MIRA	Ineris	Evaluation dynamique des risques
	-	Ineris	Evaluation des risques liés aux canalisations de transport
Dispersion-incendie-explosion-projection	FDS (CFD)	NIST	Dispersion de gaz (GN/H2) – CFD (3D) – monophasique - gaz légers – débits faibles
	OPEN FOAM (CFD)	Open source	Dispersion de gaz (GN/H2) – CFD (3D) – polyphasique – gaz légers ou lourds Prédiction des effets d'une explosion de gaz (CH4/H2) en milieu libre ou confiné
	PHAST (Outil intégral)	DNV	Feu torche de gaz (GN/H2)
	EXPLO JET ; EXO JET EXO RIS (outils ingénieur)	Ineris	Prédiction des effets d'une explosion de gaz (GN/H2) en champ libre
	EFFEX (outil ingénieur)	Ineris	Prédiction des effets d'une explosion de gaz (GN/H2) en milieu confiné
	PROJEX (outil ingénieur)	Ineris	Eclatement de réservoir – effets de surpression et projections
	CIRCE-EX (outil ingénieur)	Ineris	Prédiction des paramètres thermochimiques d'une explosion de gaz (GN/H2) (détonation et déflagration)
Calculs de structure	Outil analytique 1	Ineris	Prédiction de l'épaisseur de pénétration d'un impact sur une bouteille d'H2 de type IV
	Outil analytique 2	Ineris	Prédiction du comportement de structures (bâtiments – équipements) à des sollicitations accidentelles
	ANSYS Autodyn	ANSYS	FEM - Prédiction du comportement de structures (bâtiments – équipements) à des sollicitations en pression
	LS DYNA	LS DYNA	FEM - Prédiction du comportement de structures (bâtiments – équipements) à des sollicitations thermiques
Géomécanique Transport de fluides dans le sous-sol	COMSOL Multiphysics	COMSOL	Modélisation du comportement géomécanique de cavités et ouvrages souterrains
	PHREEQC	USGS	Modélisations géochimiques
	TOUGHREACT	Berkeley	Transport réactif multiphasique de fluides en milieux poreux fracturés

Répartition de l'activité de l'Ineris sur l'hydrogène

Une forte composante recherche



Nos projets de recherche récents

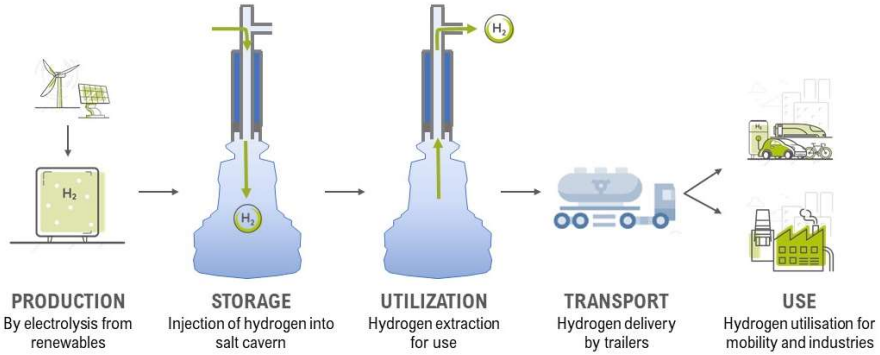


Exemples de projets impliquant l'Ineris

2021-2023

1er démonstrateur UE de stockage souterrain d'hydrogène vert

1 MW | 2-3 tonnes phase exp. 44 tonnes à terme | 400 kg/jour | 16 bus H2



2021-2023

Développement d'une stratégie d'implantation de stations-service délivrant des multi-carburants : essence, diesel, électrique, GPL, GNL, GN incluant l'hydrogène

1. Etat de l'art des textes réglementaires et normatifs
2. Analyse des risques - identification des données manquantes
3. Etude détaillée des risques de plusieurs configurations
4. Elaboration d'un guide de bonnes pratiques

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Une présence historique dans les réseaux et CTN

Réseaux

Echelon	Réseau	Objet
Européen	HySafe	Réseau d'excellence sur la sécurité de l'H2
	HIPS NET	Réseau européen sur l'injection d'H2 dans les réseaux de gaz naturel
National	France Hydrogène	Association des acteurs français de l'H2
	GTN Clean H2	Groupe miroir du Clean Hydrogen Partnership (ex-FCH JU)
	FdR H2	Fédération de Recherche sur l'H2
	ANCRE	Alliance des organismes publics de recherche dans le domaine de l'énergie
	SFPG	Société Française de Génie des Procédés
Régional	DinamHySE	Réseau régional du Grand-Est sur l'H2
	Tenerrdis	Pôle de compétitivité de la transition énergétique en région Auvergne-Rhônes-Alpes
	Axelera	Pôle de compétitivité Chimie - Environnement en région Auvergne-Rhônes-Alpes

Comités de normalisation

Instance	Thématique
ISO/TC 197	Technologies de l'H2
IEC TC 31	ATEX dont sous-groupe « Détection de gaz inflammable »
CEN/TC 234	Infrastructures gazières
CEN/TC 268	Récipients cryogéniques et applications spécifiques aux technologies de l'H2
CEN TC 305	Potentially explosive atmospheres - explosion prevention and protection
CEN/CLC/JTC 6	Hydrogène dans les systèmes énergétiques
CEN/CLC/SFEM	Working Group Hydrogen
AFNOR CN E29D	Hydrogène énergétique

Publications…

Une **centaine de publications scientifiques** sur l'hydrogène depuis 1996

19 articles en revues ISI, dont les deux-tiers dans la revue International Journal of Hydrogen

Implication active de l'Ineris dans l'organisation de l'**ICHS** (dernière édition en sept 2021)

Documents en ligne et en accès public :

- **Benchmark stations services hydrogène** (2014) https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/dra-71-rapport-benchmark-station-service-hydrogene--diffusion-1-1427110132.pdf
- **Guide d'information sur les risques et les mesures de sécurité liés à la production décentralisée d'hydrogène** (2015) : https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-information-securite-production-decentralise-hydrogene-8505.pdf
- **Etude comparative des réglementations, guides et normes concernant les électrolyseurs et le stockage d'H2** (2016) https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/dra-71-benchmark-sur-les-electrolyseurs-et-stockage-hydrogene-vf-1469010848.pdf
- **Enjeux de sécurité liés à l'injection d'hydrogène dans les réseaux** (2019) https://www.ineris.fr/fr/enjeux-securite-lies-injection-hydrogene-reseaux-transport-distribution-gaz-naturel-etat-lieux
- **Guide pour l'évaluation de la conformité et la certification des systèmes à hydrogène** (2021) https://www.ineris.fr/fr/ineris/actualites/certification-systemes-hydrogene-publication-guide

Nos principaux domaines de compétences sur l'H2

1- Sécurisation des systèmes H2 à leur conception

- **Sécurité des procédés :** procédés innovants d'électrolyse, compression, liquéfaction, déshydrogénation…
- **Caractérisation des dangers liés à de nouveaux vecteurs d'énergie** : LOHC, stockage sous forme solide…
- **Evaluer la performance des barrières de sécurité**: ventilation, détection d'H2, évents d'explosion, mousse d'extinction, murs de protection…
- **Développement de certifications** pour les systèmes et composants
- **Evaluation des impacts économiques et environnementaux** des technologies H2 : qualité de l'air, santé, climat…

2- Analyse, évaluation et maîtrise des risques

- **Identification des scénarios accidentels** : HAZID, HAZOP, nœuds papillon…
- **Evaluation de la probabilité d'événements accidentels** à partir du REX d'incidents, de données expérimentales et du dire d'expert
- **Evaluation des conséquences d'événements accidentels** à partir de la modélisation (simple ou CFD) dans des espaces ouverts, confinés ou encombrés
- **Appréciation de l'acceptabilité des risques** et préconisation de mesures complémentaires
- **Zonage ATEX**

3- Adaptation du cadre réglementaire et normatif lié à la sécurité de l'H2

- **Etat de l'art des réglementations et normes** applicables aux nouvelles technologies H2
- **Recommandations sur les travaux réglementaires, normatifs ou prénormatifs** à prévoir

4- Contribuer à la formation et à la sensibilisation sur la sécurité de l'H2

- **Développer des programmes de formation, des modules de E-learning et des bancs d'essais pédagogiques sur la sécurité de l'H2** pour différents types de publics
- **Développer un programme de certification des compétences** pour les techniciens opérant sur des systèmes à H2

Note : L'Ineris est également intéressé, en partenariat, par la thématique intégrité et fragilisation des matériaux

Quelques applications d'intérêt

Production

- Electrolyse haute P/T°
- Pyrolyse du méthane (par torche plasma)
- Extraction d'H2 naturel
- Procédés de production biologique (algues, bactéries)

Stockage

- Stockage haute pression en containers (> 500 bar >1 Tonne)
- Stockage sous forme liquide : LH2, LOHC
- Stockage sous forme solide : adsorption ou absorption
- Stockage souterrain en cavités salines, en formations poreuses (100% ou en mélange) ou en cavités minées

Infrastructures de transport

- Tunnels, parkings souterrains, ports, aéroports
- Conversion des réseaux de gaz à l'H2 (100% or en mélange)

Distribution

- Stations de recharge grande capacité haute pression pour la mobilité lourde (camions, trains, bateaux, avions)
- Avitaillement des bateaux en LH2 ou en ammoniac

Usages

- Réduction directe du fer
- Chauffage industriel (aciéries, cimenteries)
- Utilisation de l'H2 dans les turbines à gaz, brûleurs, et chaudières
- Applications stationnaires

Formation « Maîtriser le risque hydrogène »

Parcours de formation professionnelle sur 3 jours*

Module 1 : LES TECHNOLOGIES DE L'HYDROGENE ET LA DEMARCHE DE MAITRISE DES RISQUES

- Présentation des technologies de l'H2
- Accidentologie
- Présentation générale des dangers/risques liés à l'H2 : phénoménologie, scénarios
- Démarche de maîtrise des risques
- Cadre réglementaire et normatif

Module 2 : CONNAITRE ET QUANTIFIER LES PHENOMENES DANGEREUX ET LEURS MOYENS DE MITIGATION

- Fuites et dispersion de l'hydrogène
- Inflammation de l'hydrogène
- Eclatement de capacités
- Explosion d'hydrogène
- Techniques de mitigation

Module 3 : ENJEUX DE CERTIFICATION - APPLICATION DE L'ANALYSE DES RISQUES

- Panorama des normes existantes
- Démarche d'évaluation de la conformité
- Etudes de cas génériques : stations H2, électrolyseurs, etc.

→ **RENSEIGNEMENTS, DATES ET INSCRIPTIONS :**

Maîtriser le risque hydrogène (RA 106)
Maîtriser le risque hydrogène (RA 107)
Maîtriser le risque hydrogène (RA 108)

* Chaque module d'1 journée peut cependant être suivi de manière indépendante

Nous contacter…

M. Franz Lahaie
Chargé de mission hydrogène
Direction de la Stratégie, de la politique scientifique et de la communication
06 20 86 81 85
Franz.Lahaie@ineris.fr