



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

INERIS

maîtriser le risque  
pour un développement durable

# Rapport annuel 2023



# Sommaire

2	7	10	14
Edito	Ressources humaines et déontologie	Finances	Conseil, certification et formation
3	8	11	15
Missions	Responsabilité sociétale au sein de l'Ineris	Astreinte du Conseil d'État	Ineris 2035
4	9	12	
Rétrospective 2023	Ouverture à la société	Appui	
6		13	
Organisation et gouvernance		Recherche	

16	38
Maîtriser les risques liés à la transition énergétique et à l'économie circulaire	Caractériser les dangers des substances et leurs impacts sur l'Homme et la biodiversité
28	48
Comprendre et maîtriser les risques à l'échelle d'un site industriel et d'un territoire	Annexes



**Nathalie HOMOBONO**  
Présidente du conseil  
d'administration



**Raymond COINTE**  
Directeur général

**L’Ineris à mi-parcours de son contrat d’objectifs et de performance.**

En 2023, l’Ineris est arrivé à mi-parcours du contrat d’objectifs et de performance (COP) signé fin 2020 avec la ministre chargée de l’environnement, et qui fixe les priorités de l’institut jusqu’en 2025.

Développement sécurisé de l’usage de l’hydrogène et des batteries, appui aux situations d’urgences dans les phases post-accidentelles, connaissance des impacts sanitaires et environnementaux de substances telles que les per et polyfluoroalkylés (PFAS)…, autant de priorités du COP en matière d’appui aux politiques publiques auxquelles les équipes de l’Ineris ont répondu en 2023.

En parallèle, l’institut a maintenu son activité d’expertise et de conseil aux entreprises à un niveau élevé, contribuant ainsi à sécuriser les innovations industrielles tout en renforçant son expertise sur les technologies émergentes, notamment au travers de projets de recherche partenariale avec l’industrie.

L’institut a par ailleurs lancé deux projets importants concernant ses installations expérimentales, qui doivent aboutir d’ici 2025 : la rénovation de la zone d’essais pyrotechniques et la création d’un laboratoire de caractérisation des dangers physiques et réactionnels des substances.

Pour la préparation de son prochain COP, l’Ineris s’appuiera sur l’évaluation à mi-parcours de son contrat d’objectifs et de performance que l’Inspection générale de l’environnement et du développement durable (IGEDD) et le Conseil général de l’économie (CGE) viennent de remettre au ministre chargé de la transition écologique. L’institut analysera également les conclusions de l’audit que doit conduire prochainement le Haut conseil de l’évaluation de la recherche et de l’enseignement supérieur (Hcéres). Il bénéficiera en outre des travaux de prospective interne, à l’horizon 2035, auquel les salariés de l’Ineris ont pu contribuer.

La problématique de l’articulation entre la recherche et l’expertise a resurgi dans le débat public en 2023. Ce fut l’occasion de réexaminer le positionnement de l’Ineris sur le sujet. L’expertise de l’institut est le fruit d’une construction dans le temps long qui résulte principalement de ses travaux de recherche et que vient compléter l’étude de situations pratiques, dans lesquelles les sujets à explorer et les verrous scientifiques importants se révèlent avec acuité. Les synergies entre recherche, expertise et appui aux politiques publiques, nous en sommes convaincus, sont un atout précieux pour l’Ineris sur lequel il prend appui pour répondre au mieux à sa mission et aux attentes de la société civile.

**MISSIONS**

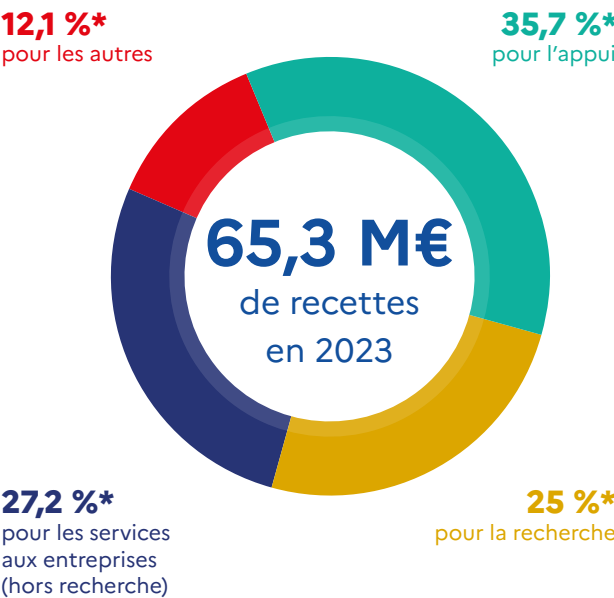
# L'expert public de référence en matière de maîtrise des risques technologiques

**Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, l’Institut national de l’environnement industriel et des risques (Ineris) a pour mission de 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.**

**Assurer le développement durable et sécurisé de l’industrie**

L’Ineris mène des travaux de recherche et d’expertise sur les risques technologiques pour mieux comprendre les phénomènes susceptibles de conduire aux situations d’atteintes à l’environnement, à la santé et aux biens. Opérateur indépendant, l’Institut est le référent technique de l’administration chargée de la prévention des risques et de ses services déconcentrés, les directions régionales de l’environnement, de l’aménagement et du logement (DREAL). Il accompagne aussi les entreprises afin de les aider à prendre les décisions les plus appropriées à une amélioration de la sécurité environnementale.

**Répartition de l’activité**



\*Cette répartition prend en compte un prélèvement sur fonds de roulement de 11 M€ sur SCSP intervenu en 2023. La répartition de l'activité sans ce prélèvement aurait été respectivement 45 % pour l'appui, 21,4 % pour la recherche, 23,3 % pour les services aux entreprises (hors recherche), 10,3 % pour les autres.



- 1** siège à Verneuil-en-Halatte (Oise)
- 2** filiales, Ineris formation et Ineris développement
- 4** implantations régionales
- 15** hectares dédiés aux plateformes d'essai



# Retour sur les faits marquants de l'année

17 JANVIER 2023

## Publication du plan d'action ministériel sur les PFAS



Le plan d'action PFAS, porté par le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, vise à renforcer la protection des populations

et de l'environnement contre les risques associés aux PFAS, des produits chimiques extrêmement persistants. L'Ineris est notamment chargé à travers ce plan de mener une veille sur les progrès des connaissances en matière d'analyse, d'évaluation des impacts et de traitement des PFAS et sur les moyens de les prendre en compte dans l'action des pouvoirs publics.

21 MARS 2023

## Geoderis a fêté ses 20 ans



Geoderis, l'expert public des risques liés à l'après-mine, a organisé le 21 mars 2023 à Metz, une cérémonie en l'honneur de ses 20 ans.

Cette visite a rassemblé les anciens experts et les personnels actuels de Geoderis, ainsi que des représentants de la préfecture de la Moselle et de la sous-préfecture de Forbach, de la DGPR, de la DREAL, du BRGM et de l'Ineris. Cette rencontre a également permis d'évoquer les perspectives, notamment en termes de sujets à développer pour maintenir et renforcer l'expertise.

<https://vu.fr/Lcpjw>



23 MAI 2023

## Séminaire des orientations scientifiques et techniques de l'Ineris - « Quels risques émergents à horizon 2040-2050 ? »

Urgence climatique, pandémies, instabilités géopolitiques... Dans le contexte actuel d'accélération et fortes incertitudes, l'Ineris a consacré son séminaire des orientations scientifiques et techniques à une réflexion sur les risques émergents dans des trajectoires de rupture à horizon 2040-2050. Le travail avec ses instances de gouvernance et ses partenaires scientifiques a permis à l'Institut de croiser les regards pour nourrir ses travaux de veille prospective et la réflexion « Ineris 2035 ».

19 JANVIER 2023

## L'Ineris et l'IRSN confortent leur partenariat dans le domaine des risques et pour la préservation de la biodiversité et de la santé



L'Ineris et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ont renforcé leur collaboration avec la signature d'un accord cadre, le 19 janvier 2023, pour une durée de cinq ans. Ce partenariat vise à coordonner les

actions menées par les deux établissements en réponse aux défis sociétaux majeurs que constituent la maîtrise des risques technologiques pour la préservation de la biodiversité et de la santé.

<https://vu.fr/TexRG>

11 AVRIL 2023

## L'Ineris et le CNETE concluent une convention de partenariat franco-canadienne



L'Ineris et le Centre national en électrochimie et en technologies environnementales (CNETE), situé au Québec, ont signé un accord cadre de partenariat pour une durée de cinq ans.

Cet accord vise à partager les connaissances et compétences, assurer une complémentarité entre les moyens d'essais respectifs et plus globalement développer des approches nouvelles pour un développement durable des technologies appliquées à la transition énergétique et l'économie circulaire.

<https://vu.fr/SZPvQ>

16 JUIN 2023

## Qualité de l'air : l'Institut nouveau co-pilote de la Task Force sur la Modélisation Intégrée (TFIAM)



La TFIAM regroupe des experts scientifiques internationaux de la Convention Air agissant sous l'égide de la Commission

Economique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-NU) dont l'objectif est de combiner des informations produites par les différents groupes de travail scientifique de la Convention Air et de contribuer, au moyen de modèles informatiques, à l'élaboration d'instruments juridiques destinés à définir des objectifs efficaces et équitables de réduction des polluants atmosphériques. Depuis une vingtaine d'années, l'Ineris y tient le rôle du point focal français pour le ministère de la Transition écologique (Bureau Qualité de l'air), et a accepté le 16 juin 2023 la coprésidence du groupe.

<https://vu.fr/mMguN>

26 SEPTEMBRE 2023

## Les cinquièmes rencontres de la sécurité fonctionnelle



L'Ineris a organisé, le 26 septembre 2023 à Lyon, une journée technique dédiée aux systèmes instrumentés

de sécurité (SIS). Les participants ont ainsi pu échanger autour de problématiques telles que les évolutions des exigences en sécurité fonctionnelle des systèmes instrumentés dans l'industrie de procédé (IEC) ; débattre de l'actualité en matière de certification de compétence de personnes (Quali-SIL), et enfin partager leurs expériences respectives. À cette occasion, l'Institut a remis le 2000<sup>e</sup> certificat de compétence Quali-SIL à Bastien Carpentier, ingénieur sûreté de fonctionnement / soutien logistique intégré chez Orano Projets.

<https://vu.fr/LTCut>

11 SEPTEMBRE 2023

## L'IMT Nord-Europe, l'Ineris et le LNE confortent leur partenariat dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'air au sein du groupe d'intérêt scientifique LCSQA



Forts de leurs complémentarités, l'IMT Nord-Europe, l'Ineris et le LNE ont signé, pour une période de dix ans, une nouvelle convention du Groupement

d'Intérêt Scientifique LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air). Ils poursuivent ainsi leur collaboration dans la coordination technique du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air en appui au ministère chargé de l'Environnement.

<https://vu.fr/ATCui>

5 DÉCEMBRE 2023

## Journée technique d'information et de retour d'expérience de la gestion des sites et sols pollués



Le 5 décembre 2023, l'Ineris a organisé avec le BRGM et en concertation avec le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des

territoires, la 19<sup>e</sup> journée technique d'information et de retour d'expérience de la gestion des sites et sols pollués. Une journée qui a été consacrée à l'actualité des sites et des sols pollués lors de sessions thématiques abordant de nombreux sujets tels que les nouveaux enjeux d'aménagement des friches, les substances et leur caractérisation ou encore un état des lieux de la bioaccessibilité orale et des pratiques, etc.

7 DÉCEMBRE 2023

## Réception du Président de la République pour l'avenir de la recherche

L'Ineris était invité à participer à la réception d'Emmanuel Macron pour l'avenir de la recherche. Le président de la République y a formulé plusieurs propositions pour transformer l'organisation de la recherche française et l'adapter aux défis à venir.





# Une gouvernance aux acteurs de la prévention des risques

L’Ineris se structure autour de quatre directions et cinq départements, sous la direction de Raymond Cointe, son directeur général. Nathalie Homobono préside le conseil d’administration constitué de représentants de l’État, de personnalités issues des secteurs économiques concernés par son champ d’action, de personnalités qualifiées ainsi que de représentants du personnel.

### CONSEIL D'ADMINISTRATION

#### Présidence

Présidente  
**Nathalie HOMOBONO**

Vice-Présidente  
**Manoëlle MARTIN**

**Commissaire du Gouvernement**  
Ministère chargé de l'environnement,  
commissaire du Gouvernement, directeur général  
de la Prévention des risques  
**Cédric BOURILLET**

**Administrateurs**  
**REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT** <sup>(1) (2)</sup>  
Ministère chargé du Travail  
**Virginie CHRESTIA-CABANNE**  
Ministère chargé de l'Industrie  
**Nathalie HOMOBONO**  
Ministère chargé de la Santé  
**Caroline PAUL**  
Ministère chargé de l'Environnement  
**Delphine RUEL**  
Ministère chargé de la Sécurité civile  
**Bruno BERTHET**  
Ministère chargé de la Recherche  
**Xavier MONTAGNE**  
Ministère chargé des Transports  
**Marc MORONI**

**PERSONNALITÉS DU SECTEUR ÉCONOMIQUE CONCERNÉES PAR L'ACTION DE L'INERIS**  
Expert sécurité industrielle France Chimie  
**Gaëlle DUSSIN**  
Chercheur à l'UPPA et Sorbonne université  
**Isabelle MORETTI**  
Géologue à SOLVAY SA  
**Céline TIBERGHIE**  
Ingénieur Civil des Mines  
**Benoît BIED-CHARRETTON**  
Ancien membre du conseil général de l'Économie,  
de l'Industrie, de l'Énergie et des Technologies  
**Alain DORISON**

**PERSONNALITÉS QUALIFIÉES**  
Vice-présidente du Conseil  
régional Hauts-de-France  
**Manoëlle MARTIN**  
Confédération nationale des associations  
familiales catholiques (Dpt consommation)  
**Antoine de FINANCE**  
Association Eau et rivières de Bretagne  
**Francis NATIVEL**

**REPRÉSENTANTS DU PERSONNEL** <sup>(1) (2)</sup>  
**Florence D'ALEXIS**  
**Lauriane GREAUD**  
**Marie PHILIPPE**  
**Bénédicte TROUILLER**  
**Rémy BEAUDOUIN**  
**Fabien FOUILLEN**  
**Sylvain NICOLAS**  
**Benoît TRIBOUILLOY**

**INVITÉS PERMANENTS**  
Adjoint au chef de département Direction  
Générale de la Prévention des Risques/DAGSI  
**François LEYRAT**  
Représentant du CSE  
**Sylvie RENAUD**  
Représentant du CSE  
**Simone SCHUCHT**

**PERSONNALITÉS PRÉSENTES DE DROIT OU ASSOCIÉES**  
Outre le Commissaire du Gouvernement,  
sont les membres de droit :  
Directeur général de l'Ineris  
**Raymond COINTE**  
Ministère chargé de l'Économie /  
Contrôleur budgétaire  
Contrôle Général Économique et Financier  
**Jean BÉMOL**  
Agent comptable de l'Ineris  
**Olivier MALFAIT**

### COMITÉ DE DIRECTION

- 1. Raymond Cointe**  
Directeur général
- 2. Frédérique Albert**  
Directrice du département Finances  
et achats (DFA)
- 3. Nicolas Alsac**  
Directeur du département des Services  
généraux (SGX)
- 4. Hafid Baroudi**  
Directeur de la direction Sites  
et territoires (SIT)
- 5. Marc Bégue**  
Directeur du département  
des Systèmes d'information (DSI)
- 6. Armelle Delécluse**  
Directrice du département Ressources  
humaines (DRH)

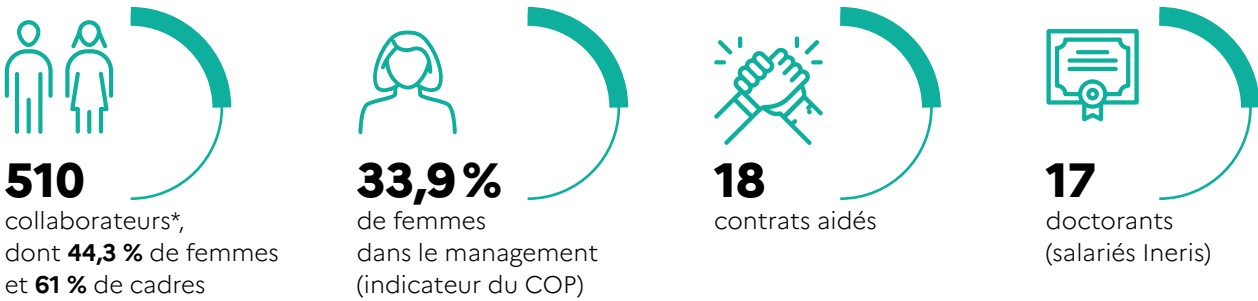
- 7. Anne Morin**  
Directrice de la direction Milieux  
et impacts sur le vivant (MIV)
- 8. Florence Oger**  
Directrice du département Maîtrise  
des risques internes (MRI)
- 9. Bernard Piquette**  
Directeur de la direction Incendie  
dispersion explosion (IDE)
- 10. Laurence Rouil**  
Directrice de la direction Stratégie,  
politique scientifique  
et communication (SCI)
- 11. Olivier Malfait**  
Agent comptable



<sup>(1)</sup> Durée du mandat : 5 ans à compter du 1<sup>er</sup> conseil d'administration ayant suivi la nomination soit du 30/11/2022 au 29/11/2027.  
<sup>(2)</sup> Les administrateurs peuvent se faire représenter par un autre administrateur. Celui-ci ne peut accepter qu'un seul pouvoir.

# Les collaborateurs, socle de l'excellence de l'Ineris

### Effectifs au 31 décembre 2023



### Répartition des effectifs par sites



\* Présents au 31/12/2023, hors doctorants et contrats aidés (apprentis, contrats de professionnalisation, contrats avenir).

### Budget de formation



# Déontologie et intégrité scientifique

### Renouvellement au sein du Comité de suivi de l'application de la Charte de déontologie

Une nouvelle membre du comité, Mme Isabelle Momas, a été nommée par la présidente du Conseil scientifique de l'Ineris.  
M. Michel Pascal a été nommé président du Comité lors de la réunion du 28 septembre 2023.

#### Composition du comité :

- Michel Pascal (président)
- Gérald Hayotte
- Benoît Lesaffre
- Isabelle Momas

### Réalisation du plan d'actions 2022

Les actions issues du diagnostic relatif à l'appropriation des règles de déontologie par les collaborateurs de l'Institut, réalisé en 2022, ont été mises en oeuvre :

- communication auprès du personnel ;
- conférence interne et atelier avec l'encadrement ;
- « accueil déontologie » trimestriel pour tout nouvel arrivant.

Un support de formation à la déontologie pour les instances de gouvernance de l'Institut a été élaboré. Les membres du Conseil d'administration ont été formés par le référent de l'Ineris dans le cadre d'une matinée de formation pour les administrateurs des établissements publics le 29 mars 2023.

### Intégrité scientifique

L'Ineris a précisé en 2023 la mise en oeuvre des nouvelles obligations en matière d'intégrité scientifique issues de la loi de programmation de la recherche.

# Suivi du plan de sobriété énergétique pour l'Institut

Dans le contexte de la crise énergétique provoquée par la guerre initiée par la Russie en Ukraine ainsi que de la crise climatique, l'Ineris a élaboré un plan de sobriété déployé en 2022 afin de réduire sa consommation énergétique de 10 % d'ici la fin de l'année 2024.

Le but est de poursuivre une gestion efficiente et exemplaire de l'Institut durant la durée du Contrat d'objectifs et de performance. Ainsi, pour une consommation actuellement de l'ordre de 20 GWh, l'Institut vise une baisse de 2 GWh d'ici 2024.

L'Ineris a adopté dans son contrat d'objectifs et de performance 2021-2025 un indicateur de performance énergétique (EF en kWhEF/m².an) afin de suivre objectivement les économies d'énergie réalisées. Le résultat pour 2023 est de 87 en avance sur l'objectif initial attendu en dessous de 94.

Pour réaliser des économies d'énergie, quatre leviers ont été définis :

- mieux connaître nos consommations pour mieux les maîtriser ;
- agir sur nos bâtiments et nos équipements ;
- changer nos comportements et adapter notre organisation de travail ;
- mobiliser, former et associer les collaborateurs.

Parmi les actions d'économie d'énergie réalisées en 2023 qui illustrent ces leviers, l'Ineris a entrepris de faire évoluer certaines installations existantes afin de réduire les consommations d'énergie.

Parmi ces actions, la pose d'un châssis vitré pour une meilleure isolation, ou encore l'installation d'un groupe de pompes à chaleur en remplacement d'une

chaudière à gaz ont été réalisées. Ce dernier changement permet de réduire de 78 % la consommation en gaz et de diminuer de 93 % les émissions de CO<sub>2</sub> pour le bâtiment concerné.

L'Ineris entame également des actions de sensibilisation auprès des collaborateurs, avec pour exemple d'illustration une sensibilisation à l'utilisation des sorbonnes, ces hottes qui permettent grâce à un système d'aspiration d'évacuer les émanations toxiques des produits lors de la manipulation, et sont donc particulièrement économes. Le réflexe de fermer et d'éteindre les sorbonnes permet un gain sensible en termes de consommation d'énergie.

Le bilan des consommations d'énergie de 2023 montre une poursuite des économies (comparé à la moyenne des trois années passées, 2020-2022) :

- baisse de 10 % sur le gaz ;
- baisse de 8 % sur l'électricité.

## Performance du système de management de la qualité

L'Ineris a obtenu en 2023, le maintien de sa certification ISO 9001 ainsi que de ses accréditations et reconnaissances à la suite des audits de surveillance ISO 17025, ISO 17025 et BPL.

### Quelques chiffres RSE



26

jours en moyenne de délai de paiement



13 %\*

est l'économie réalisée sur la consommation d'énergie finale (EF) en 2023 par rapport à 2015



47 %

des marchés référencés intègrent des critères de développement durable,



et

25 %

d'entre eux intègrent des clauses sociales



157 071 K€

d'achats de prestations à des établissements et services d'aide par le travail (ESAT) ou entreprises adaptées de proximité

\* Consommation annuelle d'énergie finale associée aux activités tertiaires des sites de l'Ineris exprimée en kWhEF/m² an corrigée des variations climatiques.

# L'Ineris se fixe un cadre de veille prospective

L'année 2023 a été une année charnière pour les activités de veille de l'Ineris, avec la conduite d'une réflexion approfondie sur le développement de leur dimension prospective. L'Institut poursuit aussi sa réflexion, ouverte l'an passé, sur le renouvellement de sa démarche d'ouverture à la société.

En s'appuyant sur une approche participative, l'Ineris s'est donné des éléments de cadrage par le biais du rapport de veille prospective, qui constitue le jalon 38 du COP 2021-2025 (contrat objectif de performance).

Depuis 2016, l'anticipation des risques émergents est une dimension majeure de la réflexion stratégique de l'Institut. Dans la continuité de cette logique, l'Ineris a fait de l'approche prospective une des orientations de son COP sur la période 2021-2025. L'Institut s'est ainsi fixé comme objectif de structurer et développer son activité de veille prospective. La première étape, finalisée en 2023, a consisté à en baliser concrètement le périmètre : le rapport de veille prospective dresse un état des lieux de ce que l'Ineris se propose d'explorer. Il ne s'agit pas pour l'Institut d'être exhaustif, mais de balayer les principaux enjeux auxquels il estime devoir répondre.

Conformément au COP, le travail réalisé tout au long de l'année a été conduit avec un parti pris résolument participatif. La réflexion initiale a été partagée et débattue avec les instances de gouvernance et les partenaires scientifiques de l'Institut dans le cadre du séminaire annuel des orientations scientifiques et techniques, organisé le 23 mai. Le Conseil scientifique et la Commission d'orientation de la recherche et de l'expertise (Core) ont ensuite apporté leur regard sur le contenu du document en cours d'élaboration.

## Ouverture à la société : rentrer concrètement dans la « co-construction »

L'Institut s'attache, en particulier, à surmonter les difficultés à traduire la co-construction avec les parties prenantes de façon concrète dans ses travaux. Plusieurs actions 2023 font avancer cette question inscrite au COP 2021-2025.

En 2023, l'Institut a vu se concrétiser le fruit de travaux communs avec la Core. À la suite des échanges en groupe de travail sur les méthodes alternatives à l'expérimentation animale, l'Institut a publié une **note faisant un état des lieux de sa réflexion et des principaux enjeux dont il doit se saisir.**



Le dossier Ineris références sur l'héritage minier, diffusé sur [ineris.fr](http://ineris.fr), est l'aboutissement d'une étroite collaboration avec la Core tout au long de son élaboration. 2023 a permis à l'Ineris de continuer à associer la Core à la construction de ses programmes de travail sur la qualité de l'air, en lien avec le versement de l'astreinte décidée par le Conseil d'État. Enfin, un chantier commun a débuté sur la mise en œuvre de l'ouverture des données de l'Institut.

L'Institut a participé à des réflexions collectives sur les leviers et verrous des sciences et recherches participatives, en particulier dans le cadre des deux séminaires du réseau des signataires de la charte d'ouverture à la société, l'un organisé par l'INRAE et l'autre par l'Anses. Par ailleurs, l'Institut est partenaire du projet de recherche participative sur la multi-exposition environnementale ORRCH-IDEeS, retenu par l'ANR dans le cadre de son appel à projets « Science avec et pour la société ».

# Bilan finances 2023

Les tableaux ci-dessous résument l'évolution du compte de résultat et du bilan sur l'exercice 2023 (en K€ hors taxes), pour l'Ineris en tant qu'Epic, sans prendre en compte les filiales.

### Compte de résultat simplifié Ineris Epic

RECETTES	2020	2021	2022	2023	DÉPENSES	2020	2021	2022	2023
Prestations	17 718	21 658	19 694	18 747	Achats et charges externes	17 132	18 022	18 328	22 296
dont redevances du guichet unique	1 817	1 726	1 607	1 754	Impôts et taxes (dont IS)	14 637	4 707	4 454	4 248
dont contrats auprès des agences et ministères	2 989	4 458	4 526	3 846	Charges de personnel (dont intéressement)	40 157	39 465	40 680	41 073
Subventions	52 223	42 718	42 973	33 147	Charges d'amortissement et provisions	14 994	10 117	9 040	7 985
dont subventions pour charge de service public (*)	49 100	38 889	38 941	28 201	Autre charges	3	5	3	10
dont subventions européennes	1 420	1 810	1 768	2 029	TOTAL	86 922	72 316	72 505	75 612
Autres produits (**)	21 614	10 400	11 982	13 389	(*) En 2020, l'Ineris a été doté d'une SCSP de P181 exceptionnelle de 11 M€ afin de compenser la taxe sur les salaires pour la période 2016-2020. L'Ineris a également bénéficié d'une SCSP de P181 de 1,5 M€ afin de compenser une partie des pertes liées à la crise sanitaire.				
TOTAL	91 555	74 776	74 649	65 283	(**) Hors guichet unique.				
RÉSULTAT (***)	4 632	2 461	2 144	-10 329	(***) En 2023, l'Ineris a fait l'objet d'un prélèvement sur fonds de roulement sous forme de non-versement d'une quote part de 11 M€ de SCSP annuelle de programme 181.				

### Bilan simplifié Ineris Epic

ACTIF	2020	2021	2022	2023	PASSIF	2020	2021	2022	2023
Actifs incorporels	1 685	1 416	1 359	1 377	Capitaux propres	72 735	70 291	69 686	58 070
Actifs corporels	53 449	48 753	45 618	45 611	dont résultat (***)	4 632	2 461	2 144	-10 329
Actifs financiers	197	201	202	203	Provisions pour charges	8 758	9 513	8 285	6 678
Stocks et en-cours	3 429	3 021	3 313	3 004	Dettes financières	160	160	151	151
Créances	23 280	18 176	21 240	25 449	Dettes d'exploitation	16 538	16 450	21 699	21 689
Disponibilités	24 274	31 720	36 230	17 339	Dettes diverses	5 601	3 566	4 870	4 146
Charges const. d'avance	471	471	532	530	Produits const. d'avance	2 992	3 779	3 803	2 777
TOTAL	106 784	103 758	108 494	93 513	TOTAL	106 784	103 758	108 494	93 513


# Astreinte du Conseil d'État sur la qualité de l'air : les actions menées en 2023

Saisi par une association de défense de l'environnement, le Conseil d'État avait ordonné le 12 juillet 2017 au Gouvernement de mettre en œuvre des plans pour réduire dans le délai le plus court possible les concentrations de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et de particules fines (PM<sub>10</sub>) dans treize zones en France, afin de se conformer aux exigences de la directive européenne sur la qualité de l'air, qui fixe des valeurs limites à ne pas dépasser pour ces concentrations.


Par décision du 4 août 2021, le Conseil d'État avait jugé que, malgré les mesures prises et en dépit d'une réelle amélioration de la situation dans plusieurs régions en dépassement, les mesures prises par le Gouvernement n'étaient pas suffisantes pour considérer que cette décision était pleinement exécutée<sup>1</sup>. Il avait ainsi condamné l'État au paiement d'une astreinte de 10 millions d'euros pour le 1<sup>er</sup> semestre (11 janvier - 11 juillet 2021). L'astreinte a été répartie entre l'association Les Amis de la Terre, qui a saisi initialement le Conseil d'État, et plusieurs organismes et associations engagés dans la lutte contre la pollution de l'air, dont l'Ineris pour 1 million d'euros, les risques liés à la pollution atmosphérique faisant partie de sa mission institutionnelle.

Par sa décision du 17 octobre 2022, le Conseil d'État a renouvelé la condamnation de l'État à verser une astreinte de 20 millions d'euros pour les deux semestres de la période du 12 juillet 2021 au 12 juillet 2022 constatant que les mesures prises n'avaient pas permis de garantir le non-dépassement des valeurs limite de dioxyde d'azote dans les quatre zones de Paris, Lyon, Toulouse et Aix-Marseille. L'Ineris a reçu à ce titre 2 millions d'euros et a mis en place, avec l'appui de ses instances de gouvernance scientifique et technique, un nouveau programme de travail reposant, d'une part sur des travaux ou investissements réalisés en collaboration avec d'autres bénéficiaires de l'astreinte ou jugés prioritaires par l'Ineris, et d'autre part sur un appel à manifestation d'intérêt interne ouvert à ses équipes de recherche, avec la volonté de stimuler des travaux transversaux et pluridisciplinaires.


Par sa décision du 24 novembre 2023, le Conseil d'État a de nouveau condamné l'État à verser une nouvelle astreinte, réduite cependant de moitié par rapport à la décision de 2022. L'Ineris utilisera prioritairement ce budget supplémentaire pour accompagner sa politique d'investissements au service de ses travaux sur la qualité de l'air.




Les suites du projet interne SOTOX (lancé dans le cadre de la première astreinte) et sur la question de l'évaluation de la toxicité des composés particuliers émis par la combustion de biomasse




La cartographie nationale des dépôts de pollution particulaire



La contribution à un projet mené par Airparif sur le potentiel oxydant (PO) des particules mesurées à Paris et de leurs sources



La participation à un projet coordonné par Airparif sur l'impact des petites chaufferies bois en Île-de-France



L'étude de scénarios liés à la crise énergétique sur la qualité de l'air et l'analyse économique de leurs impacts sur la santé

1. En particulier, en 2019, cinq zones avaient enregistré des niveaux de dioxyde d'azote supérieurs aux seuils limites (Paris, Lyon, Marseille-Aix, Toulouse et Grenoble) et un dépassement concernant les particules fines (Paris).



# Un appui aux politiques publiques réactif, opérationnel et de qualité

**Les activités d'appui aux pouvoirs publics sont au cœur des missions de l'Ineris. L'Institut apporte une expertise forte et indépendante dans le domaine de la prévention des risques, appuyée par ses moyens expérimentaux et numériques, ses programmes de recherche et sa connaissance de l'industrie, pour l'élaboration, la révision et la mise en œuvre des politiques publiques. Le partage et la diffusion des connaissances sont une priorité de l'Institut.**

Les missions d'appui aux politiques publiques de l'Ineris sont menées, pour l'essentiel, en tant qu'opérateur de l'État du programme « prévention des risques » du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Elles sont organisées et formalisées dans 34 programmes, eux-mêmes articulés autour des trois grands thèmes structurants du contrat d'objectifs et de performance 2021-2025<sup>1</sup>. Les activités d'appui à la surveillance de la qualité de l'air relevant de sa participation au groupement LCSQA<sup>2</sup>, s'inscrivent dans le programme « énergie, climat et après-mine ».

Plus de 70 documents issus des travaux d'appui aux politiques publiques de l'Ineris ont été mis à disposition sur le site ineris.fr, en cohérence avec l'objectif de croissance des documents publiés de 25 % chaque année inscrit dans le COP.

## Accompagner les politiques publiques de maîtrise des risques et des pollutions

Cette mission primordiale de l'Ineris se décline dans tous ses domaines d'activité. Cette année encore, les équipes se sont mobilisées sur certains aspects de la transition énergétique, en particulier le développement de la filière hydrogène et les batteries. On pourra également citer la publication, en collaboration avec le BRGM<sup>3</sup>, d'un guide sur la maîtrise des risques de sismicité induite par la géothermie profonde (cf. page 18).

Concernant les pollutions environnementales, l'Ineris s'est largement mobilisé sur la question des substances per- et poly-fluoroalkylés (PFAS), identifiée comme sujet prioritaire de la stratégie européenne sur les substances chimiques et du plan zéro-pollution, et sujet de préoccupation croissante pour la société.

1. Les trois thèmes structurants du COP 2021-2025 sont 1- Maîtriser les risques liés à la transition énergétique et à l'économie circulaire 2- Comprendre et maîtriser les risques à l'échelle du site industriel et du territoire 3- Caractériser les dangers des substances et leurs impacts sur l'Homme et la biodiversité.  
2. Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air.  
3. Bureau des Recherches Géologiques et Minières.

# Viser l'excellence et la pertinence de la recherche appliquée

**L'Ineris mène une politique de recherche dynamique afin de produire les données et connaissances essentielles pour répondre au large spectre de défis scientifiques identifiés dans ses domaines d'activité. Elle met en œuvre d'importants moyens expérimentaux et numériques.**

## Une structuration en axes de recherche

La recherche à l'Ineris est organisée en axes pluriannuels ciblant des verrous scientifiques à lever dans les différents champs disciplinaires de l'Ineris. Des jalons et objectifs « recherche » du contrat d'objectifs et de performance fixent les priorités. Les axes de recherche ont été réorganisés, en 2022, afin de mieux mettre en exergue les priorités scientifiques, d'en faciliter le suivi, et de stimuler le travail transversal entre les équipes. Dix axes structurent désormais l'activité de recherche de l'Ineris, de la compréhension des phénomènes dangereux à la qualité de l'air, la toxicologie, l'écotoxicologie, la sécurité des substances, la caractérisation de leurs rejets et transferts dans l'environnement, en passant par la sécurité des procédés de la transition énergétique et la compréhension des mécanismes liés à l'usage du sous-sol. La recherche de l'Ineris est menée en partie en tant qu'opérateur de recherche et du programme « recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables », mais elle est également abondée par des financements de guichets externes liés à des projets de recherche nationaux et européens.

## Une bonne dynamique en 2023

En 2023, les activités de recherche représentent environ 25 % de son activité, 21 % en neutralisant l'effet du prélèvement sur le fonds de roulement, au-dessus de la cible du contrat d'objectifs et de performance. S'agissant de la réponse aux appels à projet de recherche, en 2023 on observe un léger repli avec 49 propositions de recherche dans lesquelles l'Ineris est impliqué comme partenaire ou coordinateur, dont 19 sur guichets européens. En particulier sept projets ont été acceptés en 2023 sur les guichets Horizon Europe et RFCS<sup>1</sup>. Enfin, l'Institut a activement participé à la mise en œuvre de programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR) exploratoires : le PEPR Risques (IRIMA) sur la maîtrise des risques naturels et technologiques et le PEPR Sous-sol Bien Durable sur les risques liés à

l'exploitation du sous-sol. En particulier dans le PEPR Risques : l'Ineris coordonne le projet ciblé Urban Natech. Il rassemble huit partenaires et vise à développer des méthodes innovantes pour une approche de l'évaluation des risques Natech sur trois territoires potentiellement exposés ; l'Ineris est partenaire du projet ciblé Plateformes, dédié au développement d'une infrastructure numérique pour la gestion des risques.

## Une politique de recherche ambitieuse

Le dynamisme de la politique de recherche de l'Ineris se traduit dans le suivi de ses indicateurs de performance. L'objectif de 90 publications dans des revues à comité de lecture a été atteint avec une part de 45,7 % en co-publications internationales. En dépit de subventions de recherche stables depuis plusieurs années, et donc de contraintes plus fortes, du fait de l'inflation, sur le temps alloué aux travaux de recherche, l'Ineris reste mobilisé avec le recrutements d'une dizaine de doctorants encore cette année, maintenant leur effectif total autour de 40. La mobilisation des équipes dans les réseaux et consortia de recherche, mais aussi dans le montage de projets innovants avec l'industrie dans une logique de recherche partenariale, participe largement à la reconnaissance de l'Ineris comme acteur majeur de la recherche française dans le domaine des risques.



**49**  
propositions  
de recherche



**7**  
projets ont  
été acceptés  
en 2023 sur  
les guichets  
Horizon  
Europe



**90**  
publications  
dans des  
revues à  
comité  
de lecture

1. Research Fund for Coal and Steel.

# Apporter aux entreprises des prestations à forte valeur ajoutée

**L'Ineris met ses compétences techniques et scientifiques au service des entreprises et veille à la diffusion des bonnes pratiques afin qu'elles puissent prendre les décisions les plus appropriées dans le domaine de la prévention des risques et de la sécurité environnementale et accompagner le développement d'innovations propres et sûres.**

L'activité commerciale de l'Ineris auprès des entreprises, et des agences et ministères se maintient à un bon niveau, en cohérence avec le cadre fixé par son contrat d'objectifs et de performance 2021-2025. Les secteurs liés à l'évaluation et la maîtrise des risques liés à la transition énergétique (hydrogène, sécurité des stockages électrochimiques, ...), les analyses de risques, études de dangers et études des rejets environnementaux des installations industrielles ainsi que la caractérisation des dangers physiques, toxicologiques et éco-toxicologiques des substances chimiques font l'objet du plus grand nombre de demandes. La multidisciplinarité de l'expertise scientifique et technique de l'Institut, et ses plates-formes numériques et expérimentales dédiées au risque industriel lui permettent de se positionner sur des travaux intégrateurs répondant à des questionnements très spécifiques.

La part de chiffre d'affaires commercial, réalisé à l'international, est légèrement supérieure à 2022 et représente 19 % du montant total en 2022. Une part significative provient de travaux d'expertise menés auprès d'instances européennes et internationales (Commission européenne, Banque mondiale, EFSA<sup>1</sup>, ECMWF<sup>2</sup>).

L'Ineris reste très actif dans les domaines de certification réglementaire (atmosphères explosibles, matériaux énergétiques) et volontaire (sécurité fonctionnelle, sécurité environnement) en France et à l'étranger pour les produits et équipements de sécurité et pour les compétences de personnes. En 2023, l'Institut a mis en place un nouveau référentiel pour la certification de turbines à hydrogène pour l'entreprise General Electric (cf. page 19). Ce travail a vocation à être étendu auprès d'autres industriels intéressés. De plus, la légitimité de l'Ineris à certifier des produits issus de la filière hydrogène selon le référentiel

international IECEx, a été validée à l'issue d'un audit mené par une équipe internationale (cf. page 19). Cette reconnaissance des capacités de l'Ineris est aussi un levier pour son activité commerciale.

Parmi les réalisations les plus marquantes de 2023, on notera que le savoir-faire des experts de l'Ineris et ses moyens expérimentaux uniques lui ont permis de réaliser l'évaluation des systèmes d'extinction mis en place lors de la reconstruction de la cathédrale Notre-Dame de Paris. Un élément de la charpente a été reproduit à l'identique à l'échelle 0.4 et son incendie simulé dans l'une des chambres de la galerie incendie de l'Institut. On pourra également citer des travaux pour plusieurs industriels du secteur de la chimie qui ont souhaité que l'Ineris mette en œuvre la ligne directrice qu'il a créée et validée auprès de l'OCDE en 2021, pour évaluer le caractère perturbateur endocrinien de substances chimiques par des bioessais sur des embryons de poissons zèbres. Ces travaux constituent une parfaite illustration du lien entre la recherche, les activités d'appui aux pouvoirs publics et d'expertises qui fait le socle du modèle économique de l'Ineris.

L'activité de formation, déployée par la filiale Ineris formation, s'est maintenue à d'excellents niveaux d'activité en 2023 avec le déploiement d'une offre mixte (« blended-learning »), alliant formation à distance et en présentiel. Après la formation à l'étude de dangers, cette offre digitale s'étend aux offres de formation liées aux nouvelles technologies énergétiques, comme celles de l'hydrogène ou des batteries électrochimiques.

1. European Food Safety Authority.  
2. European Centre for Medium-range Weather Forecasts.

# Une réflexion collective sur les évolutions et les priorités d'action de l'Institut à l'horizon de dix ans

**Le contexte de ruptures et de transitions, exacerbé depuis 2020, renforce la nécessité pour l'Ineris d'anticiper pour préparer l'avenir en intégrant dans sa réflexion des scénarios de rupture. L'Institut doit identifier les évolutions technologiques, sociétales et d'organisation de l'action publique possibles pour adapter et améliorer son fonctionnement. Il doit anticiper ces mêmes évolutions pour faire évoluer ses compétences et ses moyens expérimentaux afin de remplir ses missions futures : évaluer et contribuer à la maîtrise des risques de demain.**

Les orientations stratégiques de l'Ineris sont fixées par son contrat d'objectifs et de performance, d'une durée de cinq ans. En 2023, à mi-parcours du COP en vigueur, une réflexion sur les évolutions et les priorités d'action de l'Institut à l'horizon de dix ans a été organisée. Cet horizon a été choisi pour établir une vision à plus long terme sur des sujets spécifiques, pour organiser l'action de l'Institut à un terme plus rapproché, lorsque besoin en est dans le futur COP qui couvrira la période 2026-2030.

## Un exercice mené à travers un processus participatif

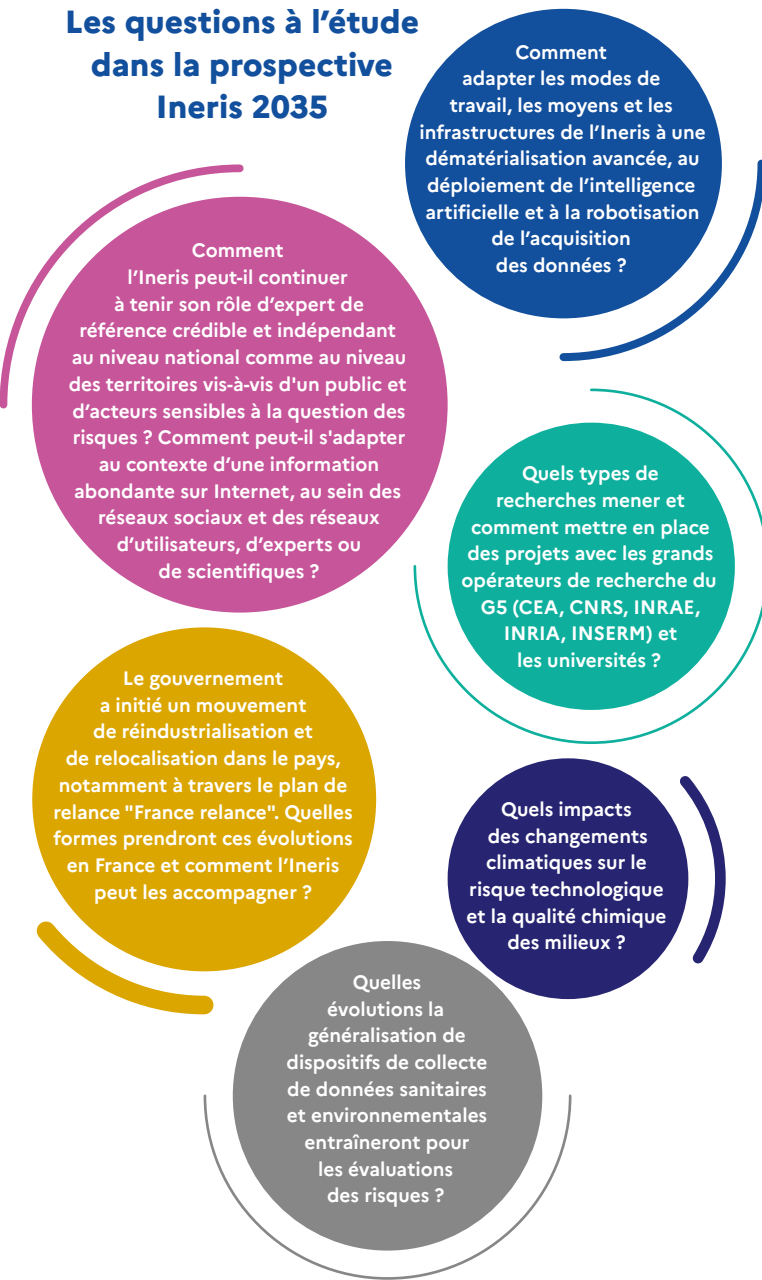
Pour lancer la réflexion, six questions prioritaires ont été choisies (voir ci-contre). Elles ont été sélectionnées par un sondage auprès du personnel de l'Ineris parmi 20 propositions du comité de direction.

Les travaux ont ensuite été menés avec des débats au sein de chaque équipe de l'Institut, puis la constitution et la réunion de groupes de travail dédiés. Pour alimenter les réflexions, un cycle de conférences a été organisé impliquant six personnalités qui, par leurs parcours professionnels et personnels, ont acquis une connaissance profonde des thématiques abordées.

## Les travaux seront finalisés en 2024

Au premier semestre 2024, les groupes de travail « Ineris 2035 » finaliseront leurs travaux en les synthétisant dans des notes. Après leur examen par les instances de gouvernance de l'Ineris, elles pourront être utilisées dans la préparation du prochain COP en 2025.

## Les questions à l'étude dans la prospective Ineris 2035





# Maîtriser les risques liés à la transition énergétique et à l'économie circulaire

Dans le cadre de sa mission d'appui aux pouvoirs publics, l'Institut est impliqué dans l'évaluation de systèmes industriels mettant en œuvre de nouvelles technologies de production, de distribution et de stockage d'énergie. Son expérience et sa connaissance des risques acquises via son activité de recherche font de lui un acteur indispensable dans l'accompagnement des filières industrielles en pleine mutation énergétique et écologique.

- › PAGE 17  
**Sécurité des énergies nouvelles**
- › PAGE 19  
**Sécurité des stockages liés à l'énergie**
- › PAGE 22  
**Post exploitation des mines et des énergies fossiles**
- › PAGE 24  
**Économie circulaire**

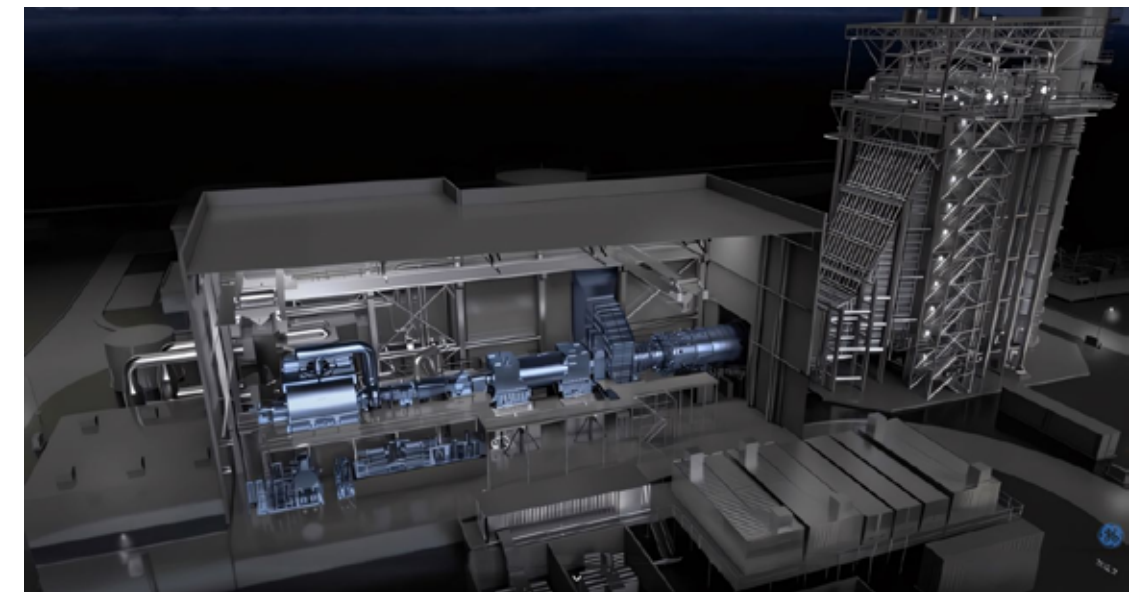


## Sécurité des énergies nouvelles

**Fort de son expertise en sécurité et prévention du risque, l'Ineris accompagne les acteurs publics et privés pour un développement sûr et une exploitation durable des nouvelles énergies.**

### Turbines à gaz et hydrogène vers une certification volontaire

Les industriels fabricants de turbines à gaz travaillent à leur adaptation pour que celles-ci puissent fonctionner à l'hydrogène, pur ou en mélange avec du gaz naturel. Dans ce contexte, General Electric et l'Ineris ont établi un partenariat en vue d'étudier les questions de sécurité posées par ce nouveau carburant. Sur la base d'une revue réglementaire et normative, d'une analyse de risques approfondie et de résultats de travaux de modélisation et d'expérimentation, un premier référentiel technique d'évaluation de la sécurité a été élaboré en 2023. Celui-ci permettra prochainement de certifier que de nouvelles turbines sont conformes pour l'utilisation d'hydrogène en toute sécurité.





## Nouvelle certification IECEx pour la sécurité des systèmes à l'hydrogène

L'émergence de l'hydrogène comme source d'énergie industrielle a impulsé une révolution dans les normes de sécurité. L'IECEx (*International Electrotechnical Commission System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Explosive Atmospheres*) a récemment lancé l'IECEx OD 290, un référentiel de certification dédié aux systèmes exploitant l'hydrogène. Ce référentiel définit les procédures de certification pour les appareils, composants et systèmes à destination des utilisateurs d'hydrogène, privés ou publics. Ce référentiel crée le lien entre la certification IECEx des appareils et l'expertise relative à l'hydrogène qui est défini dans les normes ISO/TC 197.

L'Ineris a déposé, en mars 2023, l'une des premières demandes parmi tous les organismes de certification reconnus par l'IECEx pour certifier ces systèmes.

Présentant des laboratoires et des moyens d'essais de pointe, l'Institut a été audité en septembre 2023 afin que l'IECEx le qualifie pour ce nouveau domaine de certification. Par ailleurs, l'Ineris réalise déjà des études de pré-certification, dont la conformité au marquage « CE » avec les principaux acteurs industriels du domaine.

L'IECEx reconnu mondialement permet d'éviter la multiplicité des certifications nationales tout en maintenant un niveau de sécurité optimal. Avec 36 pays membres, cette certification permet d'offrir un cadre global pour les équipements, les installations de réparation ou les compétences personnelles dans ce domaine.

## DIXIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LA SÉCURITÉ DE L'HYDROGÈNE

En septembre 2023, l'Ineris a participé à la 10<sup>e</sup> conférence internationale sur la sécurité de l'hydrogène (= ICHS) au Québec (Canada). L'Institut y a partagé ses connaissances en publiant six articles sur notamment les stations de recharge, les moyens innovants d'atténuation des explosions d'hydrogène, le cadre réglementaire du stockage souterrain de l'hydrogène et la sécurité de l'utilisation des mélanges hydrogène/gaz naturel dans les turbines à gaz.

Ainsi a été mis en avant le concours de deux installations de l'Ineris pour :

- l'acquisition de connaissances sur les feux torche à hydrogène, notamment la mesure de la température le long de la flamme du jet pour différentes pressions de rejet ;
- l'étude de l'impact du flux de chaleur issu d'une flamme d'hydrogène sur différents matériaux.

Toutes ces connaissances permettent d'enrichir l'ingénierie de la sécurité pour contribuer à un déploiement sûr de l'hydrogène pour la transition énergétique.

## Un guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par géothermie profonde

La réforme de 2021 du Code minier et de la loi climat et résilience a mené à une réflexion autour de la géologie du sous-sol et de la compréhension des phénomènes sismiques. Un guide de bonnes pratiques a été publié en ce sens, à destination des acteurs de la filière géothermique. Il résulte d'une collaboration étroite entre l'Ineris, le Bureau des recherches géologiques et minières (BRGM), la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) et la Direction générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) et a été présenté lors des journées dédiées les 11 et 13 octobre 2023.

Basé sur le retour d'expérience de nombreux projets et sur les connaissances scientifiques actuelles, ce guide présente un état de l'art sur la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde et sur les moyens pour la minimiser. Il propose notamment une méthodologie d'évaluation continue des aléas de sismicité induite, et la définition de protocoles opérationnels pour anticiper le comportement du réservoir, et la gestion d'un réseau et d'un protocole de surveillance sismique quand l'aléa le nécessite. Ce document, basé sur une compréhension approfondie des risques sismiques représente un jalon important afin de développer durablement cette source d'énergie.

**Pour télécharger le guide complet : <https://vu.fr/ksKE>**



## Cap sur la durabilité : l'Ineris organise un workshop à Singapour pour étudier les enjeux sécuritaires de l'ammoniac en tant que carburant maritime

Le transport maritime est responsable d'environ 3 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>. Pour réduire ces émissions, celui-ci mise de plus en plus sur des carburants alternatifs. L'un des carburant *a priori* les plus prometteurs et les plus matures est l'ammoniac. Ce produit est très largement transporté par les navires : il est relativement facile à stocker et ses risques sont bien connus. Des pays asiatiques, comme le Japon et Singapour, encouragent ouvertement le développement de ce carburant qui peut être brûlé directement dans un moteur à combustion interne et/ou transformé en hydrogène pour produire l'électricité servant à un moteur électrique.

À l'initiative de l'Ambassade de France, un workshop intitulé « *Managing accidents involving ammonia as fuel for ships* » a été organisé du 24 au 26 mai 2023 dans les locaux de l'Autorité portuaire et maritime (MPA) de Singapour. Ce workshop était animé par des représentants de l'Ineris, de la filiale Ineris développement, du Cedre et du bataillon de marins-pompiers de Marseille. Plus de 70 personnes, représentant douze pays différents, ont participé à cet événement incluant des autorités portuaires, des agences d'intervention d'urgence, des sociétés de classification maritime, des compagnies maritimes et affréteurs...

Après avoir notamment présenté les risques liés à l'ammoniac et les barrières possibles de mitigation, les animateurs ont fait travailler les participants sur deux scénarios fictifs d'accidents : une fuite dans la salle des machines d'un navire amarré au quai et une rupture de flexible lors d'une opération de ravitaillement du navire en pleine mer. L'objectif était que les participants appréhendent les risques liés à l'ammoniac et en tirent des enseignements sur la conception du navire, l'intervention des services de secours, les opérations de ravitaillement... À travers ce workshop organisé à Singapour, l'Ineris et les partenaires présents ont instauré les bases d'une collaboration internationale sur le sujet.



# Sécurité des stockages liés à l'énergie

**Le stockage énergétique est indissociable de la transition énergétique et constitue un élément déterminant de la viabilité de la filière associée. L'Ineris intervient pour mieux caractériser les risques de ces technologies et bien dimensionner les dispositifs de sécurité nécessaires à leur maîtrise. En 2023, l'Institut, fort de ses moyens d'essai et numériques poursuit son engagement sur ces sujets, en France et à l'international.**

## Maîtrise des risques liés au stockage souterrain de l'hydrogène – Publication d'une synthèse de l'état des connaissances

Ce rapport, publié en mai 2023, vise à préciser les avancées récentes et les perspectives des techniques de stockage de l'hydrogène en souterrain. Il propose un historique du stockage d'hydrogène et un état des lieux des projets en cours en distinguant les différents types de stockage souterrain (cavités salines, gisements déplétés, aquifères poreux).

Selon le rapport, les choix d'un stockage souterrain incluent des critères géologiques, techniques, économiques, juridiques et sociaux. Les critères géologiques sont prioritaires lors de la sélection du site. Un stockage en cavité saline sera privilégié s'il est disponible. Le stockage en gisement déplété (ancien gisement d'hydrocarbure aujourd'hui épuisé) semble également être un bon choix sachant qu'une bonne connaissance du secteur est déjà disponible, que le caprock (couche géologique imperméable située au-dessus du réservoir et garantissant son intégrité) a déjà prouvé son efficacité, et que des installations sont déjà présentes en surface. Il y a toutefois un risque

possible de réaction de l'hydrogène avec l'huile résiduelle. Les aquifères salins pourraient ainsi être plus appropriés pour le stockage de grandes quantités d'hydrogène, cependant leurs structures géologiques sont moins bien connues.

Le stockage souterrain d'hydrogène a un fonctionnement cyclique (cycles alternés d'injection et de soutirage) qui s'adapte à la demande d'énergie en aval. L'efficacité du soutirage dépend de nombreux paramètres, et l'optimisation de ces paramètres, par modélisation, peut aider à améliorer l'efficacité du prélèvement d'hydrogène avec une production d'eau minimale. Une analyse préliminaire des risques est également proposée dans le cas d'un stockage en cavité saline ainsi qu'un recensement des barrières techniques (bonnes pratiques ; barrières de prévention ; mesures protectrices) pouvant être mises en place.

**Pour consulter le rapport : <https://vu.fr/xDXWR>**

## Une avancée dans le stockage massif de l'hydrogène avec l'inauguration du démonstrateur HyPSTER

Le projet européen HyPSTER, dont l'Ineris est partenaire, développe le premier démonstrateur français de stockage souterrain d'hydrogène. Soutenu par l'Union européenne via le Clean Hydrogen Partnership, le projet HyPSTER a été inauguré le 15 septembre 2023 à Bresse Vallons dans l'Ain (01) en présence d'élus, de représentants de l'administration et de la directrice générale d'Engie Catherine MacGregor. Le projet est coordonné par Storengy, filiale d'Engie et les autres partenaires du projet sont : Ineris (France), Armines - École Polytechnique (France), Inovyn (Royaume Uni), ESK (Allemagne), ERM (Royaume-Uni), Axelera (France), Brouard Consulting (France), et Equinor (Norvège).



Ce démonstrateur unique ouvre la voie à la création d'une filière industrielle du stockage souterrain d'hydrogène bas carbone et à une répliquabilité technico-économique sur d'autres sites européens. La production à échelle industrielle commencera en 2024, et devrait atteindre 50 tonnes en 2026 pour l'approvisionnement des industries et des stations de distribution régionales. Des études pour développer des capacités massives de stockage sont lancées, prévoyant quatre cavités pour stocker 6 700 tonnes d'hydrogène.

Les responsables d'Engie et de Storengy saluent ce projet qui facilite la transition énergétique. Mirela Atanasiu, Directrice exécutive du Clean Hydrogen Partnership souligne le rôle crucial du stockage souterrain pour adapter les énergies renouvelables aux besoins constants des utilisateurs. Le partenariat européen sur l'hydrogène qui co-finance ce démonstrateur, voit en Bresse Vallons un modèle européen qui contribue à la transition énergétique.

**Pour en savoir plus : <https://vu.fr/UHvMv>**

## Trois rapports d'appui sur les batteries conteneurisées & batteries Red-ox Flow

L'analyse des accidents impliquant des batteries Li-ion stationnaires a montré les limites de certains dispositifs de maîtrise des risques intégrés dans des containers de stockage batterie (ex : non-déclenchement du dispositif d'extinction, absence d'évent, etc.). L'Ineris a examiné les informations disponibles sur les dispositifs de sécurité à déployer et leurs performances dans les systèmes stationnaires, notamment les containers de batteries Li-ion<sup>1</sup>.

En parallèle, il est nécessaire de continuer à surveiller l'évolution des technologies de batterie pour anticiper les risques et définir les mesures de prévention et de protection adaptées à ces technologies nouvelles.

En 2023, l'Ineris a évalué les risques de deux technologies de stockage électrochimique alternatives au Li-ion conventionnel :

- les batteries au plomb à recombinaison ou VRLA (Valve Regulated Lead Acid)<sup>2</sup> : elles sont largement utilisées pour la production d'énergie renouvelable dans divers domaines tels que l'industrie, les télécommunications et le secteur médical en raison de leur durabilité et de leur petite taille. Comme les batteries conventionnelles au plomb, ces batteries présentent des risques de défaut en fonctionnement, issus de causes internes et externes à la batterie. Des mesures préventives de sécurité sont définies, notamment vis-à-vis de la ventilation appliquée à l'emplacement d'une batterie VRLA. La charge des batteries VRLA est régie par la rubrique ICPE 2925-1, lorsque la puissance maximale de courant continu utilisable pour la charge cumulée de l'ensemble des infrastructures des ateliers est supérieure à 50 kW.



1. <https://vu.fr/OVgp>
2. <https://vu.fr/jgdml>





• les batteries Red-ox flow<sup>3</sup>, également connues sous le nom de batteries à circulation électrochimique à flux Red-ox, sont apparentées à la fois à des batteries et des piles à combustible : les réactions électrochimiques se font à l'interface des deux phases liquides circulantes, dans un réacteur via une membrane solide échangeuse et sélectrice d'ions. Elles sont particulièrement présentes dans le secteur de l'énergie électrique. Du fait de leur nature intrinsèque, les batteries Red-ox flow aqueuses sont intrinsèquement moins exposées à des risques incendie et électrique. Les principaux risques des batteries Red-ox flow sont de nature chimique, et résident principalement dans la circulation de catholyte et d'anolyte. Cette circulation de liquides peut aboutir à des fuites de liquides corrosifs acides ou à des mélanges incompatibles produisant des gaz toxiques. Des recommandations sont proposées par l'Ineris pour améliorer la sécurité des batteries Redox flow : mettre en place des mesures de prévention des fuites, contrôler les risques chimiques et veiller à une conception appropriée des installations de stockage.



3. <https://vu.fr/HWsqT>  
4. <https://vu.fr/GTIPD>  
5. <https://vu.fr/xjxsX>

### Projet ENCASE : « A European Network of Research Infrastructures for CO<sub>2</sub> Transport and Injection »<sup>4</sup>

Le CCS (Carbon Capture and Storage : captage et stockage du carbone) est considéré comme une approche efficace pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> des gros émetteurs industriels (acier, verre, ciment, produits chimiques, etc.) et du secteur de l'énergie.

Le transport et l'injection du CO<sub>2</sub> sont les liens essentiels entre les sites de captage et les réservoirs de stockage.

En 2023, l'Ineris est l'une des sept infrastructures de recherche du projet européen ENCASE qui travaillent sur différents aspects du transport et de l'injection du CO<sub>2</sub>, et notamment le comportement chimique et physique des mélanges de CO<sub>2</sub> (présence et impact des impuretés, grande variabilité des concentrations, viscosité très variable, etc.).

L'Ineris s'appuiera dès 2024 sur sa plateforme expérimentale de Mont-la-Ville (60), référencée par le réseau ECCSEL ERIC<sup>5</sup>, pour développer en étroite collaboration avec les partenaires industriels et académiques, une boucle permettant de simuler des processus industriels pratiques tels que le remplissage et la vidange : un réservoir de 1 m<sup>3</sup> sera installé avec des tuyaux de 2 pouces, des pompes et différentes dérivations. Un stockage de CO<sub>2</sub> cryogénique alimentera ce système.

Une étape importante sera franchie dans les techniques de mesure pour comparer et étalonner les débitmètres industriels, et aussi pour fournir des données et des modèles utiles à l'ingénierie (thermodynamique, paramètres d'écoulement, voies de modélisation, méthodes de contrôle).

## Post exploitation des mines et des énergies fossiles

**L'Ineris poursuit ses travaux relatifs aux problématiques de l'après-mine, notamment avec la publication en 2023 d'un dossier consacré à l'héritage minier. L'Institut poursuit également son engagement dans l'amélioration de la connaissance et la maîtrise des risques liés à l'arrêt des exploitations d'hydrocarbures et aux nouveaux usages qui pourraient en découler.**

### Publication du dossier Ineris références sur l'héritage minier

Le dernier né de la collection Ineris références, qui s'adresse plus particulièrement aux parties prenantes de la société civile, met en lumière une partie des enjeux stratégiques de la gestion du passé minier français. A l'appui de l'expertise de l'Ineris sur l'après-mine, le dossier aborde les risques et les impacts qui persistent après l'arrêt de l'exploitation, et les enjeux de sécurité que pose la réutilisation des sites en lien avec la transition énergétique et la reconversion des ouvrages souterrains.

Pour consulter le dossier : <https://vu.fr/hmQey>



### Surveillance microsismique du sous-sol profond et intelligence artificielle : l'Ineris développe un outil d'analyse de données par machine learning

L'Ineris a développé un outil d'analyse de données par Machine Learning pour améliorer la surveillance microsismique, essentielle dans la prévention des risques naturels et industriels, notamment pour la gestion des anciennes mines souterraines. Cette technologie repose sur l'analyse de signaux provenant de stations de mesures de surface ou de forages. Pour classer ces signaux par famille, l'Ineris s'est appuyé sur les centaines d'événements présents dans la base de données du Cenaris pour tester différents réseaux neuronaux adaptés aux signaux temporels (CNN à convolutions 1D sur plusieurs couches, Long Short Term Memory (LSTM), réseaux de type Inception).

Les modèles optimisés permettent d'identifier ces événements en temps réel, en minimisant les faux négatifs pour assurer la sécurité des biens et des personnes. Ils sont capables de classer les événements détectés, en temps réel, avec une fiabilité supérieure à 98 %, constituant une aide précieuse à la surveillance opérationnelle du centre Cenaris opéré par l'Ineris.

### Analyse des risques des puits d'hydrocarbures, vers une reconversion géothermique sécurisée

Même si très peu d'incidents sont à déplorer en France, l'Ineris a souhaité développer une méthodologie pour évaluer les risques liés aux anciens puits d'hydrocarbures. Dans cette synthèse, l'analyse du retour d'expérience international a permis d'identifier les scénarios accidentels susceptibles de se produire après l'arrêt de l'exploitation des puits d'hydrocarbures à savoir : une remontée de gaz ou d'huile en surface, une contamination d'aquifères par de la saumure ou des hydrocarbures ou encore un mouvement de terrain. L'évaluation des risques a consisté ensuite à estimer, pour chaque puits, la vraisemblance de ces scénarios et la gravité de leurs potentielles conséquences.

Le Code minier prévoit que les anciens puits d'hydrocarbures peuvent être convertis ou cédés en vue de leur utilisation pour d'autres usages. Dans le but d'identifier les puits éligibles à ces reconversions, l'Ineris a également initié une évaluation des risques associés à la reconversion des puits d'hydrocarbures en puits géothermiques. Cette étude se poursuit actuellement en collaboration avec le BRGM dans le but de produire une note d'aide à la décision facilitant la sélection de puits éligibles à la reconversion pour la valorisation de ressources géothermiques.





## L'économie circulaire au cœur de l'Ineris : les dernières initiatives et les objectifs à venir

Julie Albrecht, chargée de mission économie circulaire à l'Ineris

La contribution de l'Ineris sur le sujet de l'économie circulaire s'articule autour de l'évaluation des risques liés aux filières de recyclage, du point de vue des procédés et des substances chimiques mis en jeu. L'Institut apporte une expertise unique en matière de maîtrise des risques pour accompagnement de nombreuses filières en développement (batteries, plastiques...).



Au sein de sa direction de la stratégie, de la politique scientifique et de la communication, l'Ineris s'appuie sur des cellules thématiques qui, depuis 2021, ont pour mission de décliner les thématiques transverses du contrat d'objectifs et de performance et de les développer à l'échelle de l'Ineris en assurant coordination et animation. Les chargés de mission de ces cellules orchestrent le développement transversal de leur thématique. Ma mission, en tant que chargée de mission « économie circulaire », a débuté avec l'élaboration d'une cartographie des activités de l'Ineris en les positionnant par rapport aux contextes nationaux et européens. Sur cette base, j'ai élaboré une feuille de route visant à développer la thématique dans un contexte de progrès réglementaires et technologiques foisonnants.

L'économie circulaire rassemble de nombreux sujets allant de la disponibilité des matières stratégiques à la fin de vie des produits, leur recyclage et leur valorisation en passant par des concepts tels que l'écologie industrielle et territoriale ou la seconde vie des produits. Dans ce vaste ensemble, l'Ineris apporte une expertise unique en matière de maîtrise des risques pour de nombreuses filières en développement telles que les batteries, les panneaux photovoltaïques, les plastiques, la valorisation de la biomasse, etc.

En rassemblant les compétences des équipes de l'Ineris identifiées autour des sujets de l'économie circulaire, je travaille de concert avec les experts pour proposer une offre de recherche et de prestation qui accompagne les industriels sur la maîtrise des risques de toute la chaîne de valeur de leur filière. À l'exemple des filières de recyclage, l'Ineris propose une offre de maîtrise des risques intégrée qui peut comprendre :

- dès la fin de vie des produits, un **classement en dangerosité des déchets** permettant de définir les règles de transport en lien avec le règlement **Transport de marchandises dangereuses (TMD)**.

Ce classement est également une des composantes permettant d'évaluer les risques en lien avec des **stockages** existants ou à venir notamment pour définir des **protocoles de stockage** ;

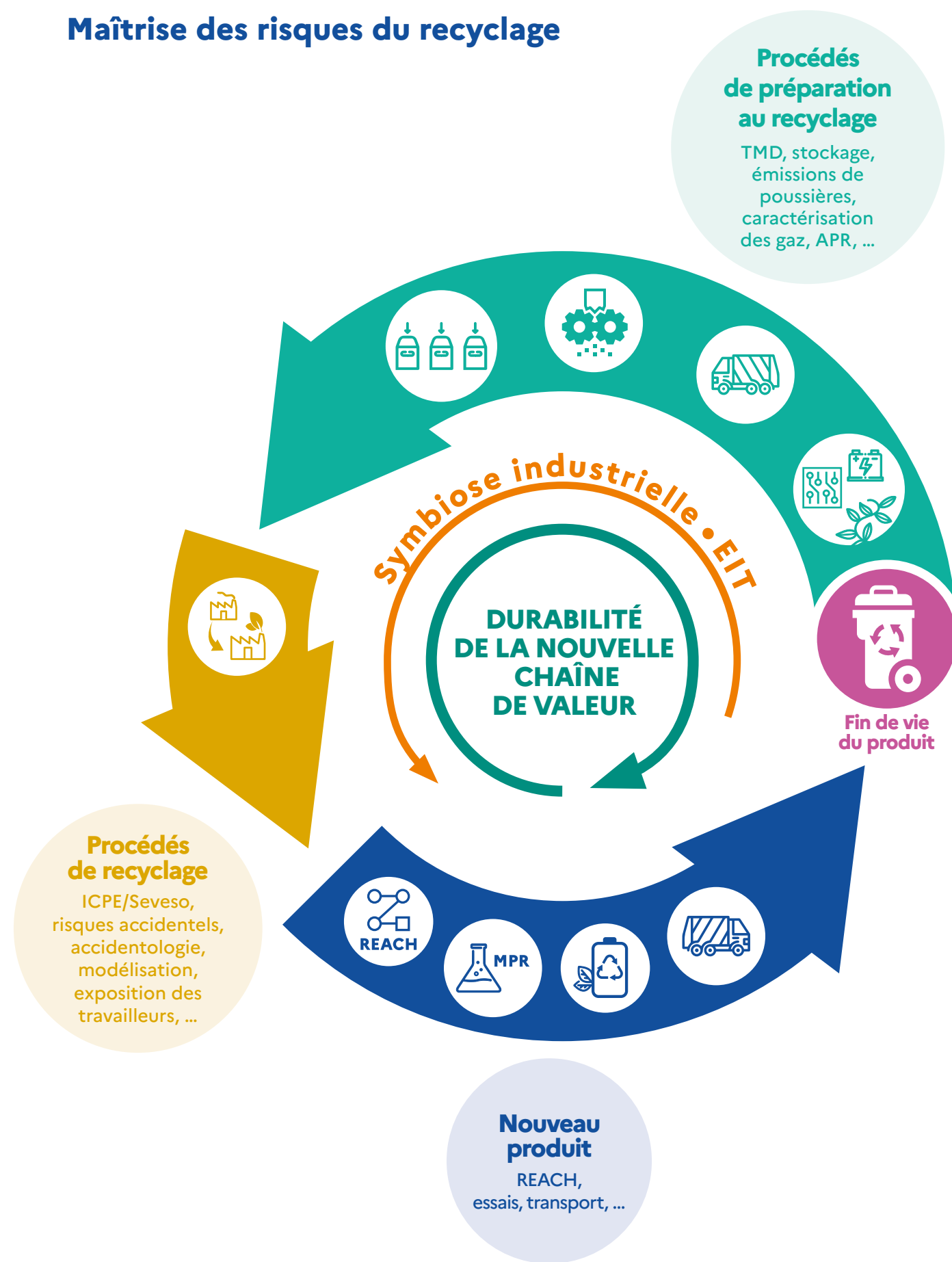
- pour la préparation des produits en fin de vie en vue du recyclage : mise en sécurité (batteries), démantèlement, **tri, broyage** etc., l'expertise de l'Ineris comprend des **analyses préliminaires des risques (APR)** permettant de définir les lieux d'implantation des étapes, des analyses d'**émissions de poussières** ou des **analyses de gaz** émis ;

- les procédés de recyclage comportent des étapes mécaniques, chimiques voire biologiques pour lesquelles l'Ineris évalue les **risques procédés** :
  - accidentels (inflammabilité, explosivité, risques électrostatiques) par des essais. Nos **modélisateurs** accompagnent l'identification de ces risques potentiels ;
  - sanitaires (**exposition des travailleurs**, contamination des milieux, exposition des riverains, toxicité aux substances produites) ;
  - environnementaux (impacts sur les milieux : air, eaux, sols, etc. et écotoxicité).

- les étapes précédentes s'associent parfois au sein de systèmes mutualisés de **symbiose industrielle** ou d'écologie industrielle et territoriale (EIT) pour lesquelles l'Ineris identifie les étapes sources de danger, évalue les risques et propose des mesures permettant leur maîtrise. L'Ineris accompagne également le développement **réglementaire** de telles installations (**ICPE** ou **Seveso**), réalise des études de dangers et effectue des analyses de risques majeurs ;

- le recyclage permet la production de **Matières Premières Recyclées (MPR)**, bases des futurs produits pour lesquels l'Ineris accompagne l'enregistrement dans le cadre du **règlement REACH** et propose des essais spécifiques permettant de tester leur sécurité (ex : batteries).

## Maîtrise des risques du recyclage



Une part importante de ma mission consiste donc à développer la recherche autour de ces sujets. Je représente l'Ineris dans les réseaux européens et nationaux (GTN<sup>1</sup> Horizon Europe, pôles de compétitivité, partenariats européens, comité de normalisation etc.) ce qui permet à la fois de monter des projets de recherche mais également de suivre les évolutions technologiques, réglementaires et sociétales. D'autre part, j'assure la déclinaison de l'objectif 4 du Contrat d'objectifs et de performance, Sécuriser la transition vers une économie circulaire, en particulier par la réalisation de son jalon 7 sur les substances préoccupantes dans les filières de recyclage des plastiques. Une autre part de ma mission consiste à mettre en avant les offres de prestation de l'Ineris en lien avec l'économie circulaire au travers de groupes de travail, associations, pôles de compétitivité, conférences, etc. Enfin, je consolide nos relations avec le monde industriel et les autres instituts au travers d'accords de partenariats et communique autour de l'expertise de l'Ineris en matière d'économie circulaire.

L'année 2023 a été marquée par des collaborations positionnant l'Ineris comme acteur de la maîtrise des risques pour la filière de recyclage des batteries, notamment dans la vallée de la batterie, en Hauts-de-France. Le projet en cours SEPAR8 est emblématique de ce positionnement et met en avant la maîtrise des risques comme enjeu majeur du développement de l'industrie circulaire de la batterie (voir articles ci-contre).

La feuille de route économie circulaire identifie les points clés à développer pour la durée du COP afin d'assurer la cohérence entre les objectifs du COP, les programmes d'appui, la recherche et les prestations aux entreprises. L'offre dédiée à la maîtrise des risques en matière de recyclage doit être proposée et affichée sur le site Internet de l'Ineris à moyen terme. D'ici 2025 et au-delà, cette offre intégrée regroupant les compétences des directions en matière de recyclage et de valorisation sera consolidée afin de répondre aux besoins spécifiques des industriels. L'ambition de l'Ineris est de se positionner comme une référence en termes de maîtrise des risques sur l'ensemble de la chaîne de valeur du recyclage pour les filières stratégiques. La vision à long terme de l'Ineris pour l'économie circulaire s'étend au-delà de 2025. Elle entend suivre les développements technologiques et réglementaires nationaux et européens afin de répondre aux enjeux à venir l'Institut souhaite mettre en avant sa compétence unique en matière d'offre intégrée pour la maîtrise des risques des filières de recyclage et l'éprouve actuellement dans les consortia de recherche.

1. GTN : Groupes de travail nationaux.

Les développements technologiques actuels sont très rapides. La maîtrise des risques y est considérée de plus en plus tôt comme en témoignent les appels à projets de recherche européens dans lesquels les aspects de sécurité deviennent incontournables. Cet objectif de développement plus sécuritaire des filières résonne avec la mission de maîtrise des risques de l'Ineris. Le développement d'une offre intégrée répondant aux problématiques des différentes étapes de la chaîne de valeur du recyclage a pour but de répondre de manière globale au développement sûr de ces filières d'avenir.

L'Ineris est résolument engagé dans une transition vers une économie circulaire plus durable et sécurisée. Avec une approche proactive et une vision à long terme, notre institut se positionne comme un acteur clé pour répondre aux défis de demain.



## Projets financés et démarrés en 2023

### PYSOLO

(*Pyrolysis of biomass by concentrated SOLar pOwer*) : ce projet accepté en 2023 et coordonné par Politecnico di Milano (Polimi) vise la production de produits à haute valeur ajoutée par la combinaison de pyrolyse de biomasse et d'énergie solaire concentrée. L'Ineris coordonne un workpackage dédié aux aspects économiques, environnementaux et sociétaux de la technologie.

<https://www.pysolo.eu/>



### Circular Flooring

Le projet Circular Flooring a pour objectif de développer une solution de recyclage en boucle fermée de dalles de sol en PVC contenant des phtalates (ex : DEHP, classé SVHC<sup>2</sup>). L'Ineris participe au WP7 dédié l'analyse de cycle de vie et à l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux. En 2023, l'Ineris a finalisé et transmis plusieurs livrables : un rapport présentant les questionnaires permettant de conduire les tâches du WP7, une analyse réglementaire des substances chimiques dangereuses comprenant une étude de statut de sortie de déchet, ainsi qu'une évaluation de la sécurité des procédés.

Le projet arrivera à son terme en 2024.

[www.circular-flooring.eu](http://www.circular-flooring.eu)



### SEPAR8

Ce projet financé par le fonds européen pour une transition juste via la région Hauts-de-France vise la création d'un écosystème circulaire autour des batteries au lithium par l'organisation en boucle courte de leur recyclage et de leur valorisation. Prévu sur plusieurs années et en plusieurs phases, le projet SEPAR8 permettra de fournir des matériaux stratégiques et des produits de seconde vie par l'intermédiaire d'un procédé innovant et décarboné. L'Ineris participe à la création de cet écosystème depuis 2022 en apportant son expertise et en proposant des solutions en matière de maîtrise des risques sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la filière de recyclage des batteries.

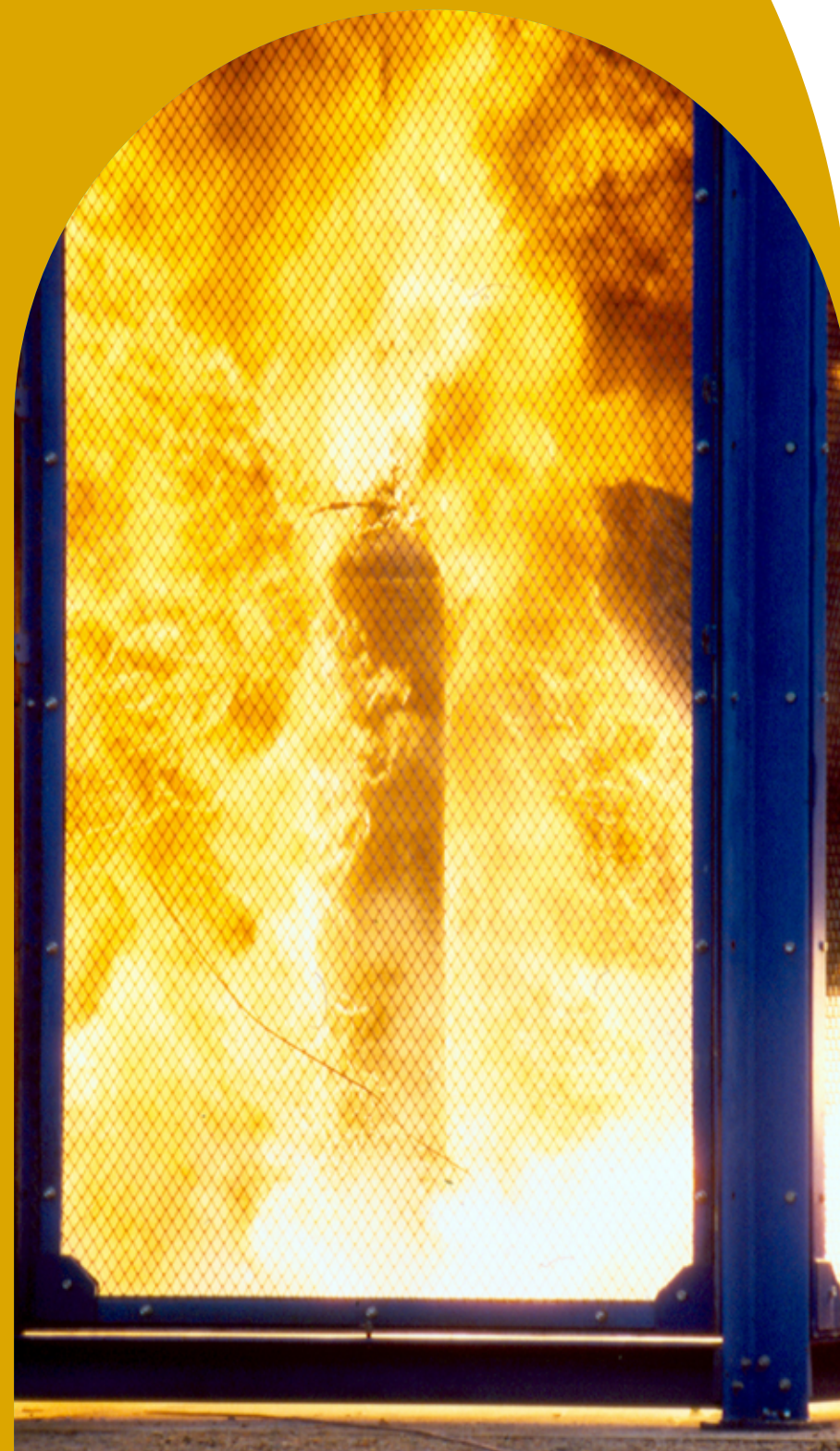
2. SVHC = Substances of very high concern = substances très préoccupantes.



# Comprendre et maîtriser les risques à l'échelle d'un site industriel et d'un territoire

Les risques liés aux activités industrielles représentent le cœur historique de l'expertise de l'Ineris. L'Institut dispose d'outils expérimentaux et numériques de premier plan afin d'offrir aux pouvoirs publics et aux entreprises des solutions d'évaluation, de prévention et de protection.

- › PAGE 27  
**Appui aux situations d'urgence et de crise environnementale**
- › PAGE 29  
**Compréhension des phénomènes d'explosion et d'incendie et évaluation des conséquences**
- › PAGE 30  
**Sécurité et sûreté des systèmes industriels et des facteurs organisationnels et humains**
- › PAGE 32  
**Rejets des systèmes industriels**
- › PAGE 34  
**Sécurité des carrières & cavités**
- › PAGE 35  
**Évaluation des expositions environnementales et des risques sanitaires**



## Appui aux situations d'urgence et de crise environnementale

L'Ineris est doté de capacités d'appui aux situations d'urgence et de crise environnementale. En 2023, l'Institut a notamment renforcé ses moyens de prélèvement et d'analyse projetables sur site, avec l'acquisition d'un camion-laboratoire qui contribuera à répondre efficacement aux urgences environnementales lors d'incidents industriels majeurs.

### Webinaire « 20 ans de la Cellule d'appui aux situations d'urgence - Quel appui de l'Ineris en cas d'accidents industriels ? » et réunion des anciens de la Casu

L'Ineris, sollicité dès sa création pour son expertise dans le domaine des accidents industriels, a créé il y a 20 ans la Cellule d'appui aux situations d'urgence (Casu), opérationnelle 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Le retour d'expérience de l'incendie de Rouen en 2019 ainsi que la prise en compte des conséquences différées sur la santé humaine et sur l'environnement des accidents ont fait évoluer les outils de la Casu et les pratiques de gestion de ces accidents. Le webinaire, organisé en septembre 2023, fut l'occasion de revenir sur le bilan de ces 20 années d'intervention et sur les moyens mis en place par l'Ineris pour appuyer les pouvoirs publics directement ou indirectement face aux accidents industriels.

Les membres actuels et anciens de la Casu se sont également retrouvés pour une journée d'échanges, le 18 octobre 2023. Au programme : bilan de la Casu, évolutions des ressources et visite des moyens mobiles de prélèvement et d'analyse et des laboratoires d'analyse.



### LANCEMENT DE LA PLATEFORME CARTAM

L'incendie de Rouen, en 2019, a mis en avant la nécessité de regrouper et diffuser l'ensemble des résultats de mesures et d'analyses de polluants, réalisées dans le cadre d'accident industriel de grande ampleur susceptible d'entraîner des conséquences différées sur la santé humaine et l'environnement. C'est dans ce but que la plateforme CARTAM, pour Cartographie des analyses et des mesures en cas d'accident industriel, a été élaborée par l'Ineris. Cette plateforme est mise à disposition des pouvoirs publics.





## L'engagement de l'Ineris dans la protection de l'environnement et des populations

*Hugues Biaudet, responsable de l'unité Méthodes et développement en analyses pour l'environnement au sein de l'Ineris*

L'unité Méthodes et développement en analyses pour l'environnement (ANAE) de l'Ineris a pour vocation d'analyser les contaminants et de développer de nouvelles méthodes d'analyses dans les matrices environnementales, principalement dans les matrices eaux de surface et de rejet, les prélèvements d'air ambiant et d'air à l'émission, et dans les sols.



L'incendie de Lubrizol / Normandie Logistique a notamment mis en exergue la nécessité de pouvoir disposer dans des délais très courts des teneurs en composés organiques volatils (COV), potentiellement toxiques, émis dans l'air lors d'un incendie. Le camion laboratoire, opérationnel en juillet 2024, contribuera, avec d'autres moyens de prélèvement et d'analyses, à améliorer notre capacité à répondre efficacement aux urgences environnementales lors d'incidents industriels majeurs.

Ce camion-laboratoire est destiné à être engagé dans des contextes d'événement nécessitant de nombreuses analyses lors d'incidents ayant une certaine durée (incendie de grandes ampleurs, feu couvant, émanations après extinctions...), hors proximité et/ou facilité d'acheminement vers un laboratoire. Il est équipé de deux lignes analytiques de chromatographie gazeuse couplées à trois types

de détecteur. Ces équipements permettent l'analyse quantitative, à de faibles niveaux de concentration, de plus de 40 composés organiques volatils susceptibles d'être émis en situation d'incendie (COV, COHV, soufrés) sur différents supports de prélèvement d'air (sacs, canisters, tubes). Ils permettent également des analyses qualitatives de screening (recherche et identification de composés organiques volatils non ciblés). Le camion-laboratoire est conçu pour pouvoir fonctionner en totale autonomie (électricité, eau, gaz) pendant une semaine.

En appui d'autres moyens de prélèvement et d'analyses, notre objectif avec ce camion-laboratoire est d'élargir nos capacités d'intervention lors de situations critiques. Le camion-laboratoire incarne l'engagement de l'Ineris dans la protection de l'environnement et des populations.



## Compréhension des phénomènes d'explosion et d'incendie et évaluation des conséquences

Pour mieux prévenir les risques d'accidents majeurs sur les sites industriels, l'Ineris fournit à l'ensemble des acteurs concernés une expertise, des outils et des méthodes d'évaluation de référence. Ce savoir-faire est rassemblé et compilé dans la collection de rapports Oméga, dont le numéro 16 a été publié en 2023.

### Extensions du logiciel Flumilog

Le logiciel Flumilog permet de calculer les distances d'effet thermiques liées à des incendies d'entrepôt. Afin d'optimiser les temps de simulation et favoriser son usage dans les phases de conception, l'Ineris a exploité des méthodes basées sur l'intelligence artificielle. Une base d'apprentissage utilisant des milliers de simulations a été utilisée pour construire différents méta-modèles, le plus pertinent utilise les réseaux de neurones. Le temps de calcul est, avec cette approche, réduit à moins d'une seconde.

En parallèle de ce développement, un lien a été créé entre l'outil Flumilog et le terme source pour le calcul de dispersion atmosphérique des fumées tels que décrits dans le rapport Ineris Ω16. Cette extension permet de fournir les caractéristiques du panache de fumée sur la base de l'évolution de la puissance estimée par l'outil Flumilog.

### Rapport Ω16 - Recensement des substances toxiques ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme susceptibles d'être émises par un incendie

L'Ineris a analysé les émissions potentielles de substances toxiques lors d'incendies majeurs comme celui de Lubrizol/Normandie Logistique en 2019. Les essais réalisés ont permis d'établir des ordres de grandeur sur les facteurs d'émission (FE), leur valeur précise étant fortement dépendante des conditions réelles de l'incendie. Les valeurs de facteurs d'émission fournies restent ainsi des estimations, classées par niveau d'émission pour différentes substances, et détaillées dans le rapport. Le rapport Oméga 16 présente également des méthodes pour évaluer les débits de fumées, leur dispersion et le comportement des polluants dans l'environnement.

Pour consulter le rapport : <https://vu.fr/HYzCy>

### Rénovation majeure des moyens d'essais pyrotechniques : des installations tournées vers l'avenir

L'Ineris mène un ambitieux projet pour rénover ses infrastructures d'essais pyrotechniques expérimentaux, devenues obsolètes après plus de 60 ans de service. La construction de nouveaux bâtiments dédiés aux activités expérimentales permettra du fait de sa conception de réaliser des essais simultanément dans différents laboratoires, et d'optimiser les quantités de matières mises en jeu. La réalisation de nouvelles voies de circulation permettra par ailleurs d'améliorer la circulation des personnes et des matières.

Ce projet marque un tournant, affirmant le rôle crucial de l'Ineris en tant qu'organisme notifié pour l'évaluation des articles pyrotechniques et des explosifs. Les études préliminaires, poursuivies en 2023, seront concrétisées avec une mise en service des installations fin 2025, renforçant le leadership de l'Ineris pour la sécurité et l'environnement en France.

### Élaboration d'une fiche Barrière technique de sécurité (B.T.S.) pour les événements d'explosion

Ce document Ineris présente des informations relatives aux événements d'explosion, utilisés afin d'évacuer des gaz chauds d'une enceinte en vue de décharger la pression d'explosion. Il expose les diverses technologies, leur fonctionnement et les conditions d'utilisation à respecter pour optimiser leur efficacité. Les défaillances et la fiabilité des événements sont abordées afin d'évaluer leur niveau de confiance. Des recommandations finales assurent le maintien optimal de leur performance.

Pour consulter la fiche complète : <https://vu.fr/vdOqO>

# Sécurité et sûreté des systèmes industriels

**L'Ineris mobilise son expertise en matière de sécurité et de sûreté industrielles pour accompagner les innovations et les mutations de l'industrie et contribuer au retour d'expérience et à l'amélioration continue pour la prévention des accidents majeurs.**

## Convention entre le BEA-RI et l'expertise Ineris : une convergence essentielle pour la sécurité industrielle

Le Bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels (BEA-RI), créé en décembre 2020 à la suite de l'incendie de Rouen en 2019, a pour mission de réaliser des enquêtes techniques sur les accidents industriels les plus importants pour en déterminer les causes et faire progresser la sécurité.

Le BEA-RI est en charge de la direction de l'enquête mais peut faire appel à des organismes d'expertise, tel que l'Ineris, qui ont la connaissance des installations concernées par les missions du bureau et dont la contribution est essentielle au bon déroulement de l'enquête. Son rôle est de coordonner ces ressources, de piloter les enquêtes de manière indépendante, puis de formuler des recommandations publiques pour renforcer la sécurité industrielle.

L'Ineris joue un rôle crucial dans cet écosystème en apportant régulièrement son expertise technique. Cette collaboration, faisant l'objet d'une convention, renforce les capacités du BEA-RI, permettant une meilleure compréhension des incidents industriels et la formulation de recommandations efficaces pour leur prévention. Elle permet aussi à l'Ineris de renforcer son expertise par les connaissances acquises lors de sa participation.

Cette alliance témoigne de l'importance de rassembler les compétences variées et complémentaires pour assurer une analyse approfondie des incidents industriels et favoriser ainsi la sécurité des sites et des populations.

**Pour en savoir plus sur l'appui de l'Ineris au BEA-RI : <https://vu.fr/AFbqH>**

## État des connaissances et guide pratique de l'Ineris pour l'évaluation sociotechnique des risques

En 2024, l'Ineris publiera un guide basé sur les développements de la recherche en Sciences humaines et sociales (SHS) portant sur les risques technologiques des installations industrielles. Fruit de travaux de synthèses en 2023, de nombreuses années de collaborations académiques et industrielles, de travaux empiriques et de réflexions théoriques étayées par de nombreuses publications scientifiques, ce guide fournit aux entreprises et aux régulateurs des repères pratiques et théoriques sur le sujet de l'évaluation sociotechnique des risques.

Trois familles d'approches sont distinguées dans ce document afin de positionner l'évaluation sociotechnique : les approches orientées par la technique, les approches basées sur les référentiels et les approches ancrées dans une perspective sociotechnique. Cette présentation se veut accessible aux non-spécialistes tout en conservant une certaine exigence méthodologique et d'analyse sur un sujet fort complexe : la prévention des accidents catastrophiques, c'est-à-dire des événements aux conséquences importantes mais à la probabilité faible. Procédant de manière didactique par étapes, des principes aux modèles, en passant par la méthode et un cas, le tout appuyé par des visualisations, une bibliographie et une annexe sur la complexité sociotechnique, ce document constitue une référence pour accéder aux avancées récentes de la recherche appliquée de l'Ineris.

## Certification de compétence Quali-SIL Cyber : garantir la sécurité des systèmes critiques face aux menaces cybernétiques

Lors des 5<sup>èmes</sup> rencontres de la sécurité fonctionnelle le 26 septembre 2023, l'ANSSI (Agence nationale de la Sécurité des systèmes d'information) a invité les organisations industrielles à être vigilantes et à prendre des mesures pour prévenir les risques de cyberattaque sur les Systèmes instrumentés de sécurité (SIS) qui protègent leurs procédés dangereux.

Dans ce cadre, la certification Quali-SIL Cyber est une avancée essentielle dans un contexte de plus en plus exposé. Conçue par l'Ineris et ses partenaires, cette certification répond aux impératifs normatifs et réglementaires visant à protéger les installations industrielles. Elle s'adresse aux personnes ayant des compétences en sécurité fonctionnelle, et s'acquiert après avoir suivi une formation délivrée par un organisme habilité par l'Ineris. Elle atteste leur capacité à intégrer la cybersécurité tout au long du cycle de vie des SIS qui englobe l'analyse des menaces et vulnérabilités, la conception et la mise en œuvre des mesures de réduction des risques, la maintenance, la surveillance et la planification de la continuité d'activité.

40 certificats ont déjà été délivrés et six nouvelles sessions de formation préparant à la certification sont planifiées au cours de l'année 2024.

## Obtention du projet européen DIREKTION

Le projet Horizon Europe DIREKTION (Disaster Resilience Knowledge Network) vise la création d'un réseau européen de résilience face aux catastrophes pour le partage et la consolidation des connaissances, la promotion de technologies innovantes et la coopération entre les différentes parties prenantes (pouvoirs publics, industriels, premiers répondants, organismes de recherche...). L'objectif est d'accompagner les primo intervenants, services de secours et médicaux impliqués dans la gestion de crise pour identifier des solutions innovantes et abordables pour leurs interventions. Ce projet coordonné par Ineris développement, filiale de l'Ineris, implique seize contributeurs européens représentants d'organismes de recherche, de fédérations et associations de répondants pompiers, dont l'Ineris est aussi partie prenante.

Il s'agit également d'appuyer la Commission européenne dans l'élaboration de feuilles de route de recherche et innovation à court, moyen et long terme (identification des défis et besoins de développements technologiques sur la base de scénarios réalistes au-delà de 2035). Le projet vise à évaluer, dans les projets européens, le niveau de maturité des technologies développées ou ce qu'il reste à parcourir pour parvenir à des solutions à maturité et déployables dans l'Union européenne notamment en identifiant les leviers et barrières à l'adoption de nouvelles solutions, les manques pour les professionnels et les besoins normatifs. Il ambitionne également d'aider les organisations utilisatrices (État, industriels...) dans le choix des solutions proposées. Pour le long terme, les défis et besoins stratégiques de développements technologiques seront identifiés sur la base de l'élaboration de scénarios réalistes au-delà de 2035 et la mise en situation d'intervenants (serious game) pour alimenter l'agenda de recherche sur des technologies à bas TRL (Technology Readiness Level).





# Rejets des systèmes industriels

**La connaissance et la maîtrise des émissions industrielles constituent un domaine d'expertise spécifique de l'Ineris depuis leur mesure, en passant par l'acquisition, la mise à disposition et l'interprétation de nouvelles données, jusqu'à la formulation de préconisations pour les réduire.**

## **PFAS et rejets aqueux d'installations classées pour la protection de l'environnement**

En 2022 et 2023, l'Ineris a fourni un appui technique au ministère chargé de l'Environnement dans le cadre de son programme d'appui et du programme Aquaref, pour la rédaction de l'arrêté ministériel du 20 juin 2023<sup>1</sup> (AM) et de la note d'application associée du 18 juillet 2023, relatifs au lancement d'une campagne exploratoire de recherche de substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) dans les rejets aqueux d'installations classées pour l'environnement relevant du régime de l'autorisation.

Les éléments techniques synthétisés, basés sur une bibliographie et un parangonnage aux niveaux européen et international, ont porté à la fois sur le contexte réglementaire concernant les PFAS, l'identification des principaux secteurs d'activité émetteurs, la surveillance déjà en place en Europe, l'état des connaissances sur la métrologie de ces composés, et la capacité des laboratoires en France pour la mise en place d'une surveillance des PFAS dans les rejets aqueux.

À la suite de la publication de l'arrêté ministériel et de sa note d'application, les questionnements des parties prenantes sur la faisabilité et les modalités de la surveillance (organismes de prélèvements et d'analyses, bureaux d'études) ont été examinés par l'Ineris et ses partenaires d'Aquaref, conduisant à des recommandations pour la révision de la note d'application.

L'état des lieux sur la présence de PFAS dans les rejets aqueux prévu par l'arrêté, concerne environ 5 000 installations industrielles relevant de 31 rubriques de la nomenclature des installations classées, ainsi que toute autre installation utilisant, traitant ou pouvant rejeter des PFAS.

La caractérisation des rejets aqueux implique trois campagnes de mesures sur trois mois consécutifs, et vise une liste obligatoire de 20 composés

PFAS (composés réglementés par la directive eau potable), ainsi que, dans la mesure de la faisabilité analytique, toute autre substance PFAS utilisée, produite, traitée ou rejetée par l'installation. Elle est complétée par une estimation de la quantité totale de substances PFAS présente, en équivalent fluorures, par l'utilisation d'une méthode indiciaire. La mise en œuvre des campagnes est échelonnée selon les rubriques, avec les premières campagnes de mesures à partir septembre 2023 et la finalisation des mesures en mai 2024.

Afin de fiabiliser les résultats, l'arrêté ministériel exige de la part des laboratoires de prélèvement et d'analyse, des reconnaissances d'accréditations et/ou d'agrément, ainsi que le respect de limites de quantification analytiques. L'Ineris, dans le cadre du programme scientifique Aquaref<sup>2</sup>, a organisé en 2023 une comparaison interlaboratoires analytique pour 30 composés PFAS dans les eaux douces et les eaux de rejets. Les résultats permettront d'une part aux seize participants d'évaluer leurs performances et d'autre part d'apprécier la dispersion des résultats pouvant potentiellement impacter les résultats de la campagne exploratoire mise en œuvre dans le cadre de l'arrêté. En parallèle, une étude collaborative portant sur plusieurs méthodes indiciaires, a également été lancée en 2023, pour apprécier la comparabilité des différentes méthodes existantes.

La mobilisation de l'Ineris pour la mise en œuvre de la surveillance des PFAS dans les rejets aqueux se poursuivra en 2024, avec notamment l'exploitation des résultats de deux opérations décrites ci-dessus, mais aussi avec la poursuite de travaux pour l'amélioration des méthodes de mesure des PFAS (actions du programme Aquaref menées en collaboration avec les partenaires du consortium), et le pilotage de l'analyse des données issues de la campagne exploratoire.

## **Garantir la fiabilité des mesures d'émissions industrielles : trois sessions de comparaisons inter-laboratoire organisées à l'Ineris**

Du 20 juin au 6 juillet 2023, l'Ineris a accueilli trois sessions de comparaisons inter-laboratoire (CIL) sur son banc d'essais à l'émission, réunissant 12 camions laboratoires français. Ces sessions ont porté sur la détermination des concentrations en acide chlorhydrique (HCl), dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), ammoniac (NH<sub>3</sub>), et vapeur d'eau émises par des installations industrielles.

Le banc d'essais de l'Ineris, accueille chaque année des CIL pour les organismes en charge du contrôle des émissions atmosphériques. Outil unique en Europe, il permet aux participants de mettre en œuvre des mesurages dans des conditions proches des conditions réelles. En effet, grâce à un dispositif de dopage des gaz issus d'une chaudière au gaz naturel, des effluents représentatifs de matrices industrielles sont générés, de façon homogène dans chacune des douze trappes de prélèvement du banc d'essai. Cette méthode permet aux organismes de contrôle participants de vérifier et de valider leur capacité à mesurer conformément aux normes de référence en vigueur. À la fin des essais, chaque organisme reçoit un rapport de synthèse qui lui permet de situer ses performances et de mettre en place des plans d'actions pour corriger d'éventuel biais de mesurage. L'efficacité de ces plans est ensuite évaluée par le Comité français d'accréditation (Cofrac) lors des audits de ces organismes.

Ces sessions représentent une démarche essentielle pour assurer la fiabilité des mesures des émissions atmosphériques industrielles, soulignant l'engagement continu de l'Ineris dans la promotion de normes de mesure rigoureuses pour un contrôle efficace de ces rejets.

## **Surveillance des rejets atmosphériques : l'Ineris intervient à la conférence CEM**

L'Ineris joue un rôle clé à la 15<sup>e</sup> conférence internationale CEM qui s'est déroulée du 20 au 22 septembre 2023 à Barcelone, axée sur la surveillance des rejets atmosphériques. CEM (Conference and Exhibition dedicated to Emission Monitoring), est la principale conférence internationale dédiée à la surveillance des rejets atmosphériques, elle rassemble des instituts de recherche, des industriels, des donneurs d'ordres et des constructeurs de matériel de surveillance de la matrice air.

L'Ineris, membre du comité scientifique de CEM, y animera des sessions et présentera ses travaux les plus récents en matière de caractérisation des émissions atmosphériques industrielles et du milieu air à proximité de sources, au travers de quatre présentations orales et un poster.

Les présentations ont inclus la caractérisation des émissions des chaufferies biomasse de faible puissance, la détection des dioxines bromées issues d'incinération de déchets dangereux, et l'évaluation des méthodes de caractérisation dans un contexte de réduction des émissions, notamment pour l'acide chlorhydrique. La stratégie de surveillance des retombées atmosphériques des installations industrielles, formalisée dans le Guide national de surveillance, a également été abordée. De plus, l'Ineris a exposé ses travaux sur la caractérisation des émissions d'aérosols des procédés métallurgiques à haute température.

Ces contributions démontrent l'expertise de l'Ineris dans la caractérisation des émissions industrielles et la surveillance de la qualité de l'air à proximité des sources industrielles, renforçant son engagement envers des méthodes innovantes pour une surveillance environnementale efficace et une réduction des impacts atmosphériques des activités industrielles.



1. AM relatif à l'analyse des substances per- et polyfluoroalkylées dans les rejets aqueux des installations classées pour la protection de l'environnement relevant du régime de l'autorisation.

2. <https://vu.fr/pvpNv>

## Sécurité des carrières et cavités

**Les risques liés aux carrières de l'industrie extractive et aux cavités abandonnées sont historiquement dans le domaine d'expertise de l'Ineris. L'Institut accompagne les autorités administratives sur ces sujets en tant qu'opérateur référent pour anticiper et gérer les risques cavités à l'échelle du territoire.**

### **La plateforme e.cenaris s'étend à la surveillance environnementale de sites industriels sensibles**

La plateforme web, e.cenaris, dédiée à la surveillance des risques géologiques et géotechniques du sous-sol a intégré en 2023 des paramètres de surveillance environnementale de la qualité de l'air en temps réel, en complément d'une surveillance réglementaire périodique. Un essai grandeur nature de suivi des poussières dans l'air et du bruit avec différents systèmes de télémessures et capteurs a permis de valider la faisabilité sur une carrière en exploitation. L'intérêt d'e.cenaris pour les exploitants d'installations classées pour la protection de l'environnement a été démontré pour la connaissance de leurs émissions et de leurs impacts environnementaux qui leur permettent de prendre les décisions d'adaptation en temps réel de leurs conditions d'exploitation afin de maîtriser et minimiser les nuisances sur les riverains et l'environnement.

### **L'Ineris contribue à la prévention des risques liés aux cavités souterraines grâce à un plan de prévention des risques naturels (PPRN)**

Le 10 janvier 2023, lors d'une réunion publique à Châtellerault, l'Ineris a présenté le projet de règlement du Plan de Prévention des risques naturels (PPRN) sur les mouvements de terrain, pour donner suite à la prescription de la préfecture en 2018. L'Institut, ayant répondu et remporté l'appel d'offres de la direction départementale des territoires, a réalisé l'inventaire des cavités souterraines, évalué les risques de mouvements de terrain liés à ces cavités et proposé des principes d'aménagement du territoire dans les zones exposées. Cette réunion fait suite à une première présentation publique en octobre 2021, où l'Institut avait exposé les phases de collecte d'informations et d'évaluations des risques.

Dans cette phase finale du PPRN, les experts de l'Ineris ont exposé les principes du règlement : les interdictions, les autorisations sous réserve de prescriptions et les recommandations, ainsi que le zonage réglementaire associé.

Cet engagement démontre l'expertise de l'Ineris dans la sécurisation des zones à risques et dans la sensibilisation des parties prenantes pour une gestion davantage durable du territoire.

### **Participation à un workshop scientifique sur la sismicité minière et post-minière**

L'Ineris a participé, en septembre 2023, à un workshop scientifique en Suède sur la sismicité minière et post-minière. À cette occasion, l'Institut a animé une table ronde et présenté deux cas d'étude de surveillance de mines.

Le premier cas d'étude concerne la mine en exploitation de Garpenberg. Dans le cadre du projet ANR- FIMOPTIC (Fault Instabilities Monitored by innovative OPTICal instruments) (2022-2025), de nouvelles technologies optiques de haute résolution sont testées en combinaison avec la surveillance standard des déformations *in-situ* pour détecter les processus lents et transitoires, précurseurs de ruptures sismiques. Il s'agit de mieux appréhender les processus mécaniques contrôlant la dynamique des failles à court terme et la sismicité induite par l'activité industrielle à grande profondeur.

Le second cas d'étude concerne le bassin minier de Gardanne. Les réseaux de surveillance sismiques sont souvent démantelés à la fermeture des mines. Le retour d'expérience d'une surveillance en continu grâce à e.cenaris, mise en place depuis quatorze années met en évidence différents événements sismiques à des différentes profondeurs (50 à 200 m) et l'importance de la variation du niveau des eaux souterraines dans les effondrements progressifs ou la réactivation de failles.

## Évaluation des expositions environnementales et des risques sanitaires

**Avec la recherche et le développement de nouveaux indicateurs d'exposition, la valorisation des données croisées sanitaires et environnementales, ou encore le déploiement de nouveaux outils d'analyses, l'Ineris affine ses méthodes et expertises dans l'évaluation des risques sanitaires.**

### **Journée technique d'information et de retour d'expérience de la gestion des sites et sols pollués**

Le 5 décembre 2023, l'Ineris organisait avec le BRGM et en concertation avec le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, la 19<sup>e</sup> journée technique d'information et de retour d'expérience de la gestion des sites et sols pollués. Cette journée a permis d'aborder l'actualité des sites et des sols pollués ainsi que divers sujets au cours de sessions thématiques : les nouveaux enjeux d'aménagement des friches, les bases de données et outils, les substances et leur caractérisation ainsi que des travaux de groupe au sujet de la bioaccessibilité orale.

### **L'Institut au coeur du projet Green Data for Health**

Action du quatrième plan national santé-environnement 2021-2025, le projet Green Data For Health (GD4H) travaille à la valorisation des données environnementales au service de la recherche en santé-environnement. Il développe une offre de service destinée aussi bien à aider les producteurs dans la mise à disposition de leurs données qu'à appuyer les utilisateurs dans l'exploitation de ces données. Partie prenante du GD4H, l'Ineris a été consulté pour aider à définir les conditions de cette offre de service.

L'Institut s'est également investi dans le Challenge Green Data for Health en proposant et en assurant le suivi d'un défi relatif au contrôle de la qualité de données géographiques. En collaboration avec Santé publique France, l'Ineris a répondu à l'appel à projets lancé conjointement par le GD4H et le Health Data Hub. Le projet proposé, (« Bassins industriels et Santé » en partenariat avec Santé Publique France et lauréat, a pour objectif de déterminer l'existence d'une association entre proximité de grands bassins industriels et santé de la population riveraine.

**Pour en savoir plus sur le projet : <https://vu.fr/TaBjh>**

### **Sites pollués : l'Institut membre des réseaux européens COMMON FORUM et Nicole**

Le COMMON FORUM on contaminated land et NICOLE constituent deux réseaux européens de collaboration relatifs à la gestion des sites pollués et à la gestion durable des terres dont l'Ineris est membre actif. L'Ineris participe ainsi aux ateliers semestriels qui servent de plateforme d'échange de connaissances et d'expériences sur les questions législatives, techniques et organisationnelles et de suivi de projets internationaux dans ces domaines.

L'Ineris a notamment participé en juin 2023, aux côtés du ministère en charge de l'Environnement et du BRGM, à un atelier organisé par le COMMON FORUM consacré à la gestion des sédiments. Au cours de l'atelier, le guide sur les types d'usages en gestion des sites et sols pollués a fait l'objet d'une présentation de la part de l'Ineris.

**Pour consulter le guide : <https://vu.fr/ZADjy>**

### **Travaux sur les approches d'évaluation des risques pour les écosystèmes terrestres**

L'Ineris poursuit ses travaux visant à développer les approches d'évaluation des risques pour les écosystèmes (ERE) terrestres. L'Institut est précurseur quant à l'utilisation de la démarche ERE "Triade" et endosse jusqu'en 2025 le rôle d'animateur du groupe d'experts en charge de la révision de la norme ISO 19204 « Procédure d'évaluation des risques écologiques spécifiques au site de la contamination des sols (approche TRIADE de la qualité du sol) ». Avec l'objectif de fournir aux acteurs du domaine des sols pollués des outils harmonisés et opérationnels, l'Ineris coordonne ou participe à des projets en lien avec cette méthode (projets Ademe Tripode et Reve, projet européen Edaphos). La connaissance des descripteurs de l'état des sols a par ailleurs été mise à profit pour commenter le projet de la directive cadre sur la surveillance des sols.



# Caractériser les dangers des substances et leurs impacts sur l'Homme et la biodiversité

L'Ineris évalue les impacts des activités industrielles sur l'air, l'eau et les sols, la biodiversité et l'Homme. Ses travaux permettent de faire progresser les connaissances sur la dangerosité des produits et substances chimiques. L'Institut fait évoluer les méthodes utilisées pour leur caractérisation, et accompagne leur intégration dans la réglementation nationale et internationale.

› PAGE 37  
**Qualité de l'air**

› PAGE 40  
**Impact des pollutions sur la biodiversité**

› PAGE 41  
**Dangerosité des substances chimiques**



## Qualité de l'air

**La qualité de l'air, enjeu majeur de santé publique et de protection de l'environnement, est un domaine dans lequel l'Ineris a développé une expertise de haut niveau reconnue en France et au niveau international. C'est un acteur-clé dans le domaine de la surveillance, comme membre du Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA), de la compréhension, de la simulation et de la prévision des phénomènes de pollution atmosphérique et de l'évaluation des stratégies de mitigation.**

### **Construction d'une base de données pour capitaliser les travaux de l'Institut sur la qualification des émissions chroniques et accidentelles**

L'Ineris mène depuis plusieurs années des travaux de recherche et d'expertise sur la caractérisation des émissions atmosphériques liées d'une part, aux incendies en milieu ouvert, et d'autre part aux secteurs d'activité tels que le résidentiel (chauffage domestique, biomasse), l'industriel, le transport, etc. Ces travaux portent sur la caractérisation et l'évaluation des quantités des polluants émises, au plus près des conditions réelles de fonctionnement. Pour ce faire, l'Institut dispose de moyens d'essais de pointe, souvent uniques en France, tels que le banc d'essais à l'émission, le banc vertical de test pour les travaux sur le chauffage domestique au bois et la plateforme incendie.

Avec les résultats obtenus des facteurs d'émission (FE) ont été produits. Ils correspondent à la quantité de polluant émise par unité de masse de produit consommée. Ils sont notamment utilisés dans le cadre de l'élaboration d'inventaires des émissions atmosphériques. En 2023, l'Institut s'est donné comme objectif de capitaliser sous la forme d'une base de données, tous les FE produits depuis plus d'une dizaine d'années concernant par exemple les incendies en milieu ouvert, les foyers ou poêles à bûches, les chaudières à granulés, etc. Cette base compte à ce jour plus de 3000 FE correspondant à environ 180 substances. En 2024, la base sera mise à disposition du public sur le site web de l'Ineris.

### **Chauffage domestique au bois : publication de deux rapports sur les poêles à granulés et les évolutions de la méthodologie de prise en compte des facteurs d'émission dans l'inventaire national**

En 2023, une étude financée par l'Ademe et menée par l'Ineris en collaboration avec le CSTB, SOLAGRO et WIGWAM Conseil, a évalué les performances réelles des poêles à granulés dans 20 logements équipés d'appareils récents et labellisés Flamme Verte 7\*1. Les mesures ont porté sur le fonctionnement des poêles, leur rendement énergétique, leurs consommations et les émissions polluantes. Les résultats ont montré des performances élevées des poêles à granulés et des recommandations ont été formulées pour améliorer leur fonctionnement réel. Elles concernent notamment l'ajustement de la puissance des appareils, le dimensionnement adéquat des conduits pour assurer un tirage suffisant sans générer d'émissions polluantes.

D'autre part, une note présentant une nouvelle méthodologie pour évaluer les émissions de particules émises par le chauffage au bois<sup>2</sup> en France proposée par l'Ineris en collaboration avec le CITEPA a été publiée sur le site Internet de l'Ineris. Cette méthodologie repose sur l'inclusion des fractions solides et condensables des particules émises par la combustion du bois, contrairement à de nombreux pays qui ne rapportent que la fraction solide, et sur une nouvelle classification des appareils et niveaux d'émission associés. Ces propositions ont été incluses à l'inventaire national des émissions par le CITEPA. L'impact de cette mise à jour méthodologique indique une augmentation de la part des émissions dues au chauffage domestique au bois mais sans remettre en cause les objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques.

1.<https://vu.fr/KrvGG>  
2.<https://vu.fr/sWNMI>

## L'Ineris invité à explorer l'avenir de la surveillance de la qualité de l'air grâce aux données satellitaires

Les membres du groupement LCSQA et le CNES ont organisé en décembre une journée d'échange axée sur l'exploitation des données satellitaires pour la surveillance de la qualité de l'air, qui a réuni 90 acteurs institutionnels, de la recherche et de l'opérationnel.

Des exemples concrets et des travaux de recherche sur l'utilisation opérationnelle de ces données ont été partagés, notamment les apports et enjeux des observations satellites pour la prévision de la qualité de l'air dans des systèmes tel que Prev'air.

L'appui à l'utilisation des données satellitaires a été abordé à travers le Plan d'applications satellitaires 2023-2027 du pôle ministériel, les données et services pour l'atmosphère AERIS, et l'Initiative France 2030 sur les données spatiales pour la qualité de l'air présentée par le CNES. La journée s'est conclue par des tables rondes avec des représentants du Ministère, des membres du LCSQA dont l'Ineris, du CNES, des AASQA, du CITEPA et du monde de l'entreprise et de la recherche.

## Astreinte du Conseil d'État sur la qualité de l'air : résultats de l'appel à manifestation d'intérêt interne

Le Conseil d'État a renouvelé la condamnation de l'État à verser une astreinte de 20 millions d'euros (cf. page 11). L'Ineris a reçu à ce titre 2 millions d'euros et a mis en place un nouveau programme de travail reposant sur des travaux ou investissements réalisés en collaboration avec d'autres bénéficiaires de l'astreinte et d'autre part, sur un appel à manifestation d'intérêt interne ouvert à ses équipes de recherche, avec la volonté de stimuler des travaux transversaux et pluridisciplinaires.

L'achat d'un spectromètre de masse aérosol (ACSM) pour caractériser en temps réel la composition chimique des particules a été ainsi validé de même que quatre projets.

- Étude de l'impact des émissions induites par un rack de batteries en conditions abusives (incendie) sur la qualité de l'air ;
- Impact des incendies de forêts sur la qualité de l'air et la santé : étude du comportement des polluants émis ;
- Cartographies haute résolution de la qualité de l'air par krigeage et fusion de données ;
- Méthodes d'évaluation par la mesure et la modélisation inverse des sources diffuses et fuites de méthane.

L'ensemble de ces travaux s'achèveront en 2024 et leurs résultats donneront lieu à des communications sur le site Internet de l'Ineris.

À noter que le Conseil d'État a de nouveau condamné l'État à verser une nouvelle astreinte, réduite cependant de moitié, par sa décision du 24 novembre 2023. L'Ineris utilisera prioritairement ce budget supplémentaire pour accompagner sa politique d'investissements au service de ses travaux sur la qualité de l'air.

## Le mot de l'expert



## Épisode de pollution : l'Institut élabore un protocole d'aide à la décision

**Frédéric Meleux, ingénieur modélisation – qualité de l'air au sein de l'Ineris**

Les activités humaines sont à l'origine de la formation de polluants atmosphériques dont les effets sur la santé et l'environnement sont au cœur des préoccupations des Français. L'Ineris est un acteur majeur des dispositifs de surveillance de la qualité de l'air, en France et à l'international. Dans le cadre de l'objectif 5 du contrat d'objectifs et de performance, qui consiste à renforcer l'appui aux pouvoirs publics dans le cadre de situations d'urgence et de crise environnementale, nous rencontrons Frédéric Meleux, membre de l'unité Modélisation et cartographie environnementale (MOCA) à l'Ineris.



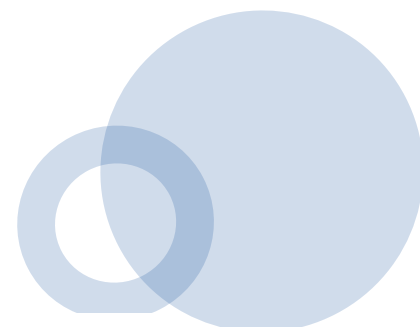
Mon rôle principal consiste à coordonner techniquement et opérationnellement la plateforme Prev'air (<http://www2.prevair.org/>). Cette dernière représente un pilier majeur dans la gestion des épisodes de pollution atmosphérique. Je suis également impliqué dans différents services Copernicus en charge de la surveillance de l'atmosphère.

Notre projet majeur en 2023 s'est articulé autour de l'élaboration d'un protocole d'aide à la décision lors des épisodes de pollution, pour consolider notre expertise en regroupant une vaste pluralité de sources d'informations. Des observations atmosphériques aux données de modélisation (fournies par des outils ou systèmes spécifiques comme GEOD'AIR ([www.geodair.fr](http://www.geodair.fr)), CARA (composition des aérosols) ou CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Services). Ce protocole vise à offrir une description exhaustive de l'origine et des caractéristiques des épisodes de pollution et à renforcer la capacité des décideurs à anticiper et à agir face à ces situations environnementales critiques. Nous souhaitons aussi renforcer la communication de l'Ineris lors de ces épisodes d'envergure en diffusant plus largement les expertises complémentaires réalisées par l'équipe Prev'air lors des épisodes de pollution.

Prev'air, notre plateforme nationale de qualité de l'air, est un des éléments de ce protocole. Actuellement, elle offre des prévisions à court terme pour plusieurs polluants réglementés : O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> et les particules fines (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>), permettant une anticipation des épisodes de pollution.



Toutefois, nous sommes actuellement en phase de refonte du site web de cette plateforme pour lancement premier semestre 2024. L'objectif principal est de renforcer nos outils de surveillance et d'expertise pour mieux répondre aux défis actuels liés à la qualité de l'air. Cette démarche de refonte représente une étape cruciale pour mieux appréhender les enjeux environnementaux contemporains et pour fournir des informations de qualité aussi bien aux pouvoirs publics qu'aux acteurs engagés dans la protection de notre environnement, afin de mieux informer et sensibiliser le grand public à la qualité de l'air.





# Ecotoxicologie et biodiversité

**L’Ineris travaille à prévenir, évaluer et caractériser les risques que l’usage des substances chimiques par l’Homme fait peser sur la biodiversité. De l’expertise papier à l’accompagnement pour la conception et la mise en œuvre de réglementations et de normes, en passant par des travaux de recherche et d’expertise en laboratoire, sur plateformes expérimentales ou numériques, l’Ineris conforte une expérience reconnue à la disposition de la préservation de la qualité des milieux aquatiques.**

## **Aquaref : organisation d’essais d’intercomparaison nationale**

Les travaux du consortium Aquaref, laboratoire national de référence pour la surveillance chimique et biologique des milieux aquatiques, visent à renforcer l’expertise française dans le domaine et ainsi la qualité des données produites. L’un des objectifs du nouveau programme scientifique et technique 2023-2026 est d’améliorer les pratiques d’échantillonnage des eaux. Le partenariat Aquaref a notamment orchestré en septembre 2023 un essai d’intercomparaison sur le lac de Saint-Etienne-Cantalès (15). Sept équipes d’organismes de prélèvement y ont participé. Ce projet vise à vérifier la bonne applicabilité des référentiels, mesurer l’évolution des pratiques par rapport à l’essai précédent organisé en 2010. Il permet également d’évaluer les risques de contamination durant les opérations d’échantillonnage sur la recherche des micropolluants tels que les métaux, les BTEX, ou encore les perfluorés. Les résultats de cet essai contribueront à

renforcer les normes actuelles et à sensibiliser les organismes de prélèvement aux risques de contamination, et appréhender les incertitudes de mesure.

## **Vers une meilleure prise en compte de la perturbation endocrinienne dans les normes de qualité environnementale (NQE)**

Les perturbateurs endocriniens (PE) inquiètent en raison de leurs impacts sur la santé humaine et la faune aquatique. La Directive-cadre sur l’eau européenne établit des normes de qualité environnementale (NQE) à ne pas dépasser pour protéger les milieux sur la base d’essais classiques de laboratoire. Une analyse révèle que pour 70 % des substances suspectées ou connues comme PE, ce caractère n’a pas été pris en compte lors de l’élaboration des NQE. L’Ineris propose une méthode pour une réglementation plus efficace et protectrice et recommande par ailleurs l’utilisation d’essais spécifiques des PE.

**Pour consulter le rapport : <https://vu.fr/yAEZc>**

## **Lancement du projet EDAPHOS**

Coordonné par l’université de Bourgogne Franche-Comté, le projet Horizon-Europe EDAPHOS a démarré en septembre 2023. Il a pour objectif de mettre en œuvre des technologies innovantes de surveillance des sols pollués et de restauration basées sur la nature pour accélérer leur remise en état et garantir que les procédés développés débouchent sur une évolution des pratiques des bureaux d’études et des sociétés de dépollution des sols.

Il est doté de 7 millions d’euros sur quatre ans dans le cadre de la mission « Santé des sols et alimentation ».

L’Ineris coordonne le WP2 de ce projet qui vise à améliorer et démocratiser les méthodes d’évaluation des risques écologiques (ERE) et d’analyses des services écosystémiques, et à développer des outils innovants pour la caractérisation de l’écotoxicité des sols. En lien avec les actions des programmes 190 (Ecotoxicologie) et MIV34, ce projet permettra à l’Ineris de continuer à renforcer son expertise sur l’ERE, considérant notamment la démarche Triade.

**Pour plus d’informations : <https://vu.fr/nipBb> et <https://vu.fr/vvGaD>**

## **Impacts de la pollution chimique sur les écosystèmes : l’Ineris contribue à deux études publiées par l’Agence européenne pour l’environnement**

L’Ineris appuie l’Agence européenne pour l’environnement (AEE) en ayant intégré les deux centres thématiques européens Santé et environnement (ETC HE) et Biodiversité et écosystèmes (ETC BE). Il a notamment contribué à deux études récentes relatives aux impacts de la pollution chimique sur les écosystèmes. L’une visait à définir un cadre méthodologique pour la construction d’un indicateur de risque pour les écosystèmes terrestres<sup>1</sup>. L’autre concernait les effets de l’ozone sur la végétation. L’Ineris a développé un outil permettant de calculer la dose phytotoxique d’ozone (indicateur POD) pour plusieurs espèces végétales agricoles à partir de données de modélisation de la qualité de l’air. Utilisé depuis plusieurs années par l’AEE, cet outil a été étendu au calcul d’un indicateur POD cartographique pour l’hêtre et l’épicé<sup>2</sup>.

1. <https://vu.fr/jrNFA>  
2. <https://vu.fr/PHUAY>

## **Rapportage NEC : la 2<sup>ème</sup> phase aboutie concernant la surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes**

La surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes fait l’objet tous les quatre ans d’un rapportage auprès de la Commission européenne, au titre de la Directive concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques. L’année passée, le groupement du Laboratoire central de surveillance de la qualité de l’air (LCSQA) dont l’Ineris est membre, est chargé de cette mission et a identifié près de 300 sites d’observation répartis sur les quatre zones biogéographiques françaises (atlantique, continentale, alpine, méditerranéenne) et différents types d’écosystèmes (terrestres, eaux douces). En 2023, les données de mesure associées, recueillies auprès du Muséum national d’histoire naturelle, de l’Office national des forêts et de l’Office français de la biodiversité, ont été transmises à la Commission européenne.



# Dangerosité des substances chimiques

**Fort de son réseau européen, l'Ineris mène des travaux innovants sur les dangers physiques, toxiques et écotoxiques des substances chimiques, en employant lorsque possible des méthodes alternatives à l'expérimentation animale. En 2023, l'Institut a poursuivi sa forte mobilisation auprès des pouvoirs publics pour fournir un appui technique sur la pollution aux substances perfluoroalkylées (PFAS).**

## **L'Ineris étudie les alternatives et défis de substitution des biocides dans le traitement du bois en France**

Les espèces de bois cultivées en France ne possèdent pas une durabilité naturelle suffisante pour résister aux contraintes biologiques auxquelles elles sont soumises lors de leur utilisation prolongée, notamment dans les domaines de la construction et de la logistique. Le traitement du bois est utilisé pour garantir la durabilité souhaitée. Parmi les différentes options, le traitement avec des fongicides et des insecticides est le plus courant. Mais les produits de préservation du bois sont réglementés et les producteurs ne peuvent utiliser que des substances actives validées, dont l'approbation est périodiquement réévaluée à la lumière des connaissances nouvelles sur leur dangerosité et de critères socio-économiques.

Cette étude porte en particulier sur quatre substances actives qui pourraient être interdites en raison de leurs propriétés de danger : créosote, propiconazole, acide borique, et tébuconazole. Une analyse fine des usages attendus de ces substances ainsi que des solutions alternatives existant sur le marché a permis de montrer que leur substitution était possible : il existe des alternatives ne vérifiant aucun critère d'exclusion. Néanmoins les alternatives les plus sûres, qu'elles soient chimiques ou non, émanent d'un faible nombre d'entreprises. Et l'interdiction des substances mentionnées plus haut aurait un impact important sur les principaux acteurs de la filière qui, en raison de faibles investissements dans la recherche de solutions de substitution reste fortement dépendante de ces substances, notamment du propiconazole.

**Pour consulter le rapport :** <https://vu.fr/RENKq>

## **PFAS : bilan des actions menées par l'Institut en 2023**

Si l'Ineris a réalisé des travaux sur les composés per- et poly-fluoroalkylés (PFAS) dès les années 2010, les questionnements, aussi bien au niveau des programmes d'appui que des projets de recherche européens sont croissants depuis 2021. Les travaux de l'Institut concernent l'expertise réglementaire dont la substitution, l'exposition et l'évaluation des risques, la surveillance environnementale ainsi que l'étude des impacts.

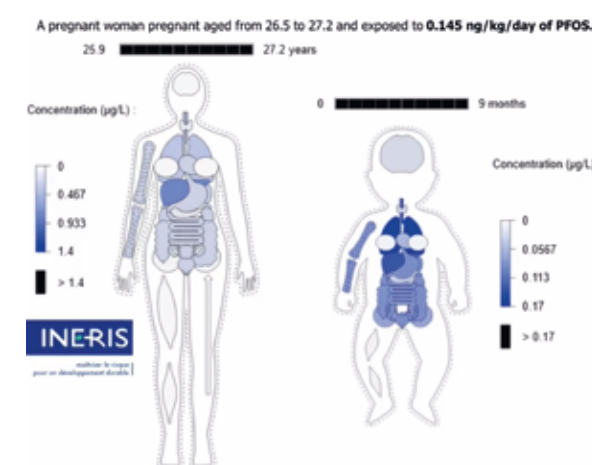
En 2023, l'Ineris a poursuivi ses travaux sur la substitution en alimentant, d'une part, le site Substitution de l'Ineris dédié aux PFAS<sup>1</sup> et en publiant, d'autre part, un rapport sur l'état des lieux des usages des PFAS et alternatives documentées. Un modèle toxicocinétique PBPK (Physiologically-Based Pharmacokinetic) basé sur la physiologie a aussi été développé afin d'estimer l'exposition interne aux PFAS pendant la grossesse. Une étude bibliographique concernant l'incinération de déchets contenant des PFAS, la température de destruction et la nature des déchets concernés a également été produite en 2023, et des travaux pour la mise en œuvre de la méthode de mesurage (prélèvement et analyse) des PFAS (méthode OTM-45) dans les émissions atmosphériques de PFAS ont été menés. Une étude sur le comportement des substances per et polyfluoroalkylées (PFAS) dans les sols et les eaux souterraines a aussi été démarrée en 2023 et sera poursuivie en 2024.

Enfin, l'Ineris a poursuivi sa contribution aux trois projets européens traitant des PFAS obtenus en 2022 : PARC, PROMISCES et UPWATER.

## **VICKY : un outil pour visualiser l'évolution temporelle des concentrations de substances chimiques**

Les modèles pharmacocinétiques basés sur la physiologie (PBPK) sont des outils mathématiques cruciaux pour évaluer les risques des substances chimiques sur la santé humaine. Ils permettent de quantifier l'exposition interne à une substance, notamment dans les organes cibles en prenant en compte les phénomènes d'absorption, de distribution, de métabolisme et d'excrétion. Afin de prédire la toxicité dans les organes en lien avec l'exposition externe, ces modèles peuvent être combinés à des données *in vitro* (ce qu'on appelle l'extrapolation *in vitro* - *in vivo*), ou alors couplés avec des modèles de toxicodynamie (TD). Dans le domaine de la biosurveillance, les PBPK peuvent être appliqués pour estimer l'exposition d'une population à une substance à partir de biomarqueurs mesurés par exemple dans les urines.

Pour rendre les modèles PBPK plus accessibles, l'Ineris a conçu « Vlew Chemical Kinetics in the body » (VICKY), un outil de visualisation représentant l'évolution temporelle des concentrations internes prédites. VICKY présente un schéma corporel où les changements de couleur des organes reflètent les variations de concentration au fil du temps pour une substance donnée. Cette plateforme, en cours de développement, vise à faciliter l'interprétation des résultats et la communication des prédictions des modèles PBPK aux chercheurs et aux évaluateurs du risque.



**Concentrations internes en PFOS prédites par un modèle PBPK (Brochot et al. 2019) chez la femme exposée par voie orale depuis l'enfance et le fœtus à neuf mois de gestation.**

## **L'Ineris dans le développement et la promotion des méthodes alternatives à l'expérimentation animale**

L'Ineris, en tant qu'acteur institutionnel, œuvre activement pour la recherche et le développement afin de limiter le recours à l'animal de laboratoire, tout en répondant aux enjeux liés aux dangers et risques émergents des polluants pour la santé humaine et l'environnement.

Depuis plus de quinze ans, l'Institut coordonne au niveau national le programme des lignes directrices de l'OCDE, contribuant au développement de méthodes et de stratégies d'essai en toxicologie et écotoxicologie, et est impliqué dans divers réseaux et projets nationaux et européens. En 2023, deux experts de l'Institut ont été nommés par le ministère de la Recherche comme représentants nationaux au sein des réseaux européens PARERE et EURL-NETVAL pour l'évaluation préliminaire de la pertinence réglementaire des méthodes alternatives. Au niveau national, l'Institut anime la plateforme Francopa, qui promeut les méthodes alternatives à l'expérimentation animale. Fin 2023, la charte des acteurs Francopa était en cours de signature par les différents partenaires.

Pour renforcer la visibilité de ses activités en toxicologie (*vivo*, *vitro*, *in silico*), l'Ineris a obtenu la labellisation du groupement d'intérêt scientifique IBiSA en décembre 2022 et a signé en 2023 l'accord de consortium France Exposome, infrastructure nationale de recherche sur l'exposome à laquelle l'Institut apporte tout particulièrement ses compétences en toxicocinétique.

Enfin, l'Ineris reste un acteur majeur de la recherche sur les perturbateurs endocriniens (PE). Outre le renforcement de ses activités historiques sur l'embryon de poisson zèbre, l'évaluation du potentiel PE d'une substance chimique ou d'une matrice environnementale évolue vers le développement de techniques bio-analytiques innovantes et alternatives, déployées dans différentes actions au niveau national et européen (SNPE2, PARC).

**Voir :** <https://vu.fr/KVEkh>

1. <https://vu.fr/gUApo>





### Étude de l'évolution de l'exposition aux réseaux 5G en Corée du Sud : constatations et perspectives

Les réseaux hertziens sont aujourd'hui promis à une évolution majeure avec l'introduction des technologies mobiles 5G-NR répondant aux attentes des utilisateurs, désireux d'accéder à des services à très haut débit et à faible latence. Une étude récente, finalisée en 2023 au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris et menée en Corée du Sud, avait pour but de caractériser le niveau de l'exposition aux rayonnements radiofréquences des réseaux 5G, offrant des conclusions et des pistes prometteuses pour les investigations futures.

L'étude s'est déployée sur deux phases distinctes, en 2019 et en 2022, dans un contexte où la 5G était en fort déploiement commercial. Les mesures effectuées en Corée du Sud suggèrent que le déploiement de la 5G ne s'accompagne pas d'une élévation notable du niveau environnemental de champs électromagnétiques pour le public. Cette étude devient une référence pour orienter les futures recherches, notamment l'exposition aux champs de radiofréquences de ces technologies en France, et élargir la compréhension des implications de l'introduction de la 5G sur l'exposition humaine aux rayonnements non ionisants.

Pour consulter le rapport : <https://vu.fr/fYRXp>

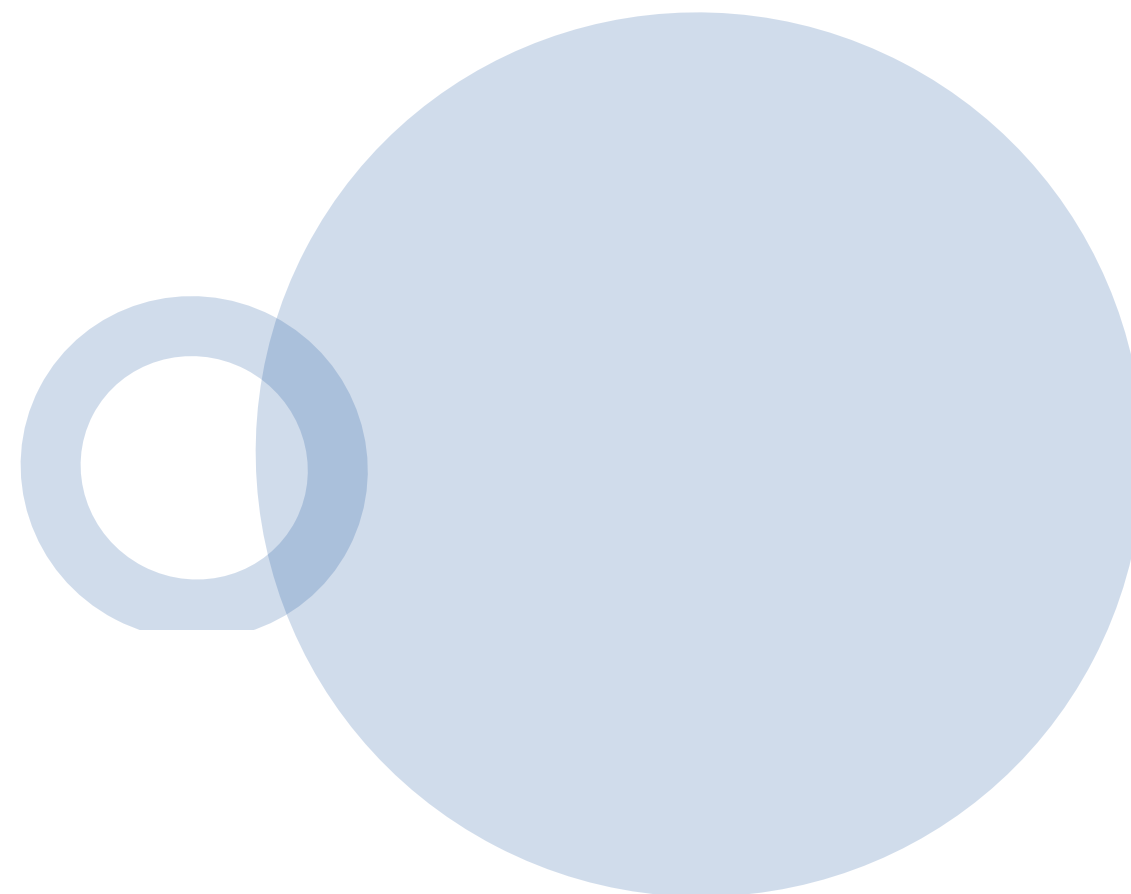
### Une étude 2023 réalisée sur le véritable risque d'inflammabilité des gaz et liquides fluorés pour une utilisation en toute sécurité

L'Ineris a réalisé, pour donner suite à une demande d'appui, des travaux de recherche sur les substances fluorées à faible impact environnemental, dont la présence est de plus en plus prégnante sur le marché international depuis quelques années, et annoncées très souvent comme produit « non inflammable » par les fabricants et distributeurs de solvants de nettoyage, décapants, fluides frigorigènes, et autres générateurs d'aérosols. L'accent est mis sur les limites de certaines méthodes d'essais normalisées, auxquelles se réfèrent diverses réglementations internationales et européennes, pour déterminer le caractère inflammable ou non de ces substances et aboutissant à une classification *in fine* souvent biaisée. Les liquides fluorés classés non inflammables (les hydrofluoroethers notamment) peuvent générer des atmosphères explosives malgré l'absence de point d'éclair. Les tests de point d'éclair sont réalisés dans des volumes d'essai restreints, qui sous-estiment le risque en termes de combustibilité. D'autres paramètres, non retenus pour la détermination de la propriété d'inflammabilité, tels que les limites explosives et le point inférieur d'explosion seraient à considérer pour une meilleure évaluation de la combustibilité de ces liquides et le risque d'incendie subséquent qui en découle. L'énergie minimale d'inflammation élevée et la grande distance d'extinction de flamme

rendent difficile une évaluation juste de leur dangerosité intrinsèque selon des méthodes normalisées/réglementaires. D'autres facteurs, tels que l'humidité relative de l'air ambiant conditionnent également leur combustibilité. Il est donc crucial de ne pas seulement considérer le point d'éclair pour juger si les liquides fluorés sont inflammables ou non, tout comme il est important de sélectionner la bonne méthode normalisée pour évaluer l'inflammabilité des gaz fluorés (notamment les fluides frigorigènes de quatrième génération de type hydrofluoroléfine remplaçant les hydrofluorocarbures – HFC).

De plus, la combustion de ces liquides génère des substances toxiques, comme le fluorure d'hydrogène et le fluorure de carbonyle, ce qui s'ajoute au danger physique et amplifie ainsi leur dangerosité. Ces travaux soulignent l'importance d'une évaluation approfondie de ces substances pour assurer leur utilisation sécuritaire, et montrent qu'une réelle expertise est nécessaire pour choisir parmi les nombreux protocoles de test disponibles<sup>1</sup>.

Pour consulter le rapport : <https://vu.fr/KprIC>



<sup>1</sup>. Référence : Assessing genuine flammability hazard of halogenated species for their safe processing and use: Case studies (B. Tribouilloy, G. Binotto , F. Flécheux , A. Vignes a, G. Marlair).



# Suivi du contrat d'objectifs et de performance 2021-2025

Le contrat d'objectifs et de performance 2021-2025 formalise les orientations stratégiques et les objectifs de l'Institut fixés avec le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, dans le but de conforter l'Institut dans son rôle d'expert public national de référence. Les réalisations accomplies dans le cadre du COP font l'objet d'un suivi annuel.

N°	INDICATEUR COP	2023		2022	
		Cible	Réalisé	Cible	Réalisé
1	Nombre d'activations de la Casu	≥ 40	62 dont 26 en situations réelles	≥ 40	64 dont 29 en situations réelles
2	Nombre d'avis rendus par la Core	≥ 3	5	≥ 3	3
3	Part de l'activité de l'Institut consacrée à la recherche	≥ 20 %	25 %*	≥ 20 %	22 %
4	Nombre de projets acceptés à l'Europe	≥ 8	7	≥ 8	13
5	Nombre de publications dans des revues à comité de lecture référencées ISI	≥ 90	90	≥ 90	73
6	Part des copublications internationales	≥ 47 %	46 %	≥ 47 %	54 %
7	Taux de satisfaction des pouvoirs publics	≥ 95 %	99%	≥ 95 %	98 %
8	Nombre de documents publiés sur le site ineris.fr	≥ 59	75	≥ 47	53
9	Taux de satisfaction des clients	≥ 93 %	96 %	≥ 93 %	95 %
10	Part du chiffre d'affaires consacrée à l'international	≥ 15 %	19 %	≥ 15 %	18,2 %
11	Consommation annuelle d'énergie finale (base 100 en 2015)	94	87	96	92
12	Part des femmes dans le management	≥ 30 %	34 %	≥ 30 %	31,7 %
13	Coût complet (base 100 en 2020)	≤ 106	88	≤ 104	87
14	Nombre de mois de fonctionnement en trésorerie	≥ 2 mois	3,1	≥ 2 mois	7
15	Part des ressources variables parmi l'ensemble des ressources	≥ 40 %	46 %*	≥ 40 %	42 %

\* En 2023, le suivi des indicateurs sur la part de l'activité consacrée à la recherche et la part des ressources variables parmi l'ensemble des ressources est biaisé par un prélèvement sur fonds de roulement de 11 M€ de SCSP. Les résultats de ces indicateurs lorsqu'ils sont corrigés de ce prélèvement sont respectivement de 25 % pour la part de l'activité consacrée à la recherche et de 39 % pour la part des ressources variables dans l'ensemble des ressources.



# Suivi de la réalisation des jalons du contrat d'objectifs et de performance en 2023



## JALON N°1 • EN COURS

Document de référence : « Maîtrise des risques liés à l'hydrogène depuis sa production et son stockage, y compris souterrain, jusqu'à son utilisation sous forme gazeuse ou liquide ».



## JALON N°12 • EN COURS

Protocole d'aide à la décision sur les épisodes de pollution.



## JALON N°20 • EN COURS

Dans le cadre d'un partenariat, publication de l'état des connaissances sur l'évaluation sociotechnique des organisations présentes sur les sites industriels.



## JALON N°34 • EN COURS

Analyse des co-bénéfices et risques des stratégies de gestion de la qualité de l'air et du changement climatique, notamment pour la prospective énergétique.



## JALON N°6 • ATTEINT

Production d'un outil innovant d'analyse de données par Machine Learning pour la surveillance microsismique du sous-sol profond.



## JALON N°14 • EN COURS

Extension de Flumilog aux calculs d'impact environnemental (fumées et eaux) et identification automatique, via une approche de type intelligence artificielle, des singularités des entrepôts à destination de l'inspection.



## JALON N°22 • ATTEINT

Extension de la plateforme e.cenaris à l'observation, la surveillance et la gestion de données géotechniques et environnementales.



## JALON N°38 • ATTEINT

Rapport de veille prospective.



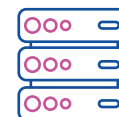
## JALON N°7 • EN COURS

Synthèse des connaissances sur les enjeux de maîtrise des risques liés aux substances préoccupantes dans les filières de recyclage des plastiques.



## JALON N°15 • EN COURS

Rénovation des moyens d'essais pyrotechniques pour maintenir et développer la capacité à caractériser le comportement et les effets des explosifs, articles pyrotechniques, matières explosibles (peroxyde organique, produit à base de nitrate d'ammonium...).



## JALON N°32 • ATTEINT

Capitaliser les travaux de l'Ineris sur la qualification des émissions (chroniques et accidentelles) par la construction d'une base de données sur la présence de substances dans l'air et les émissions atmosphériques dans les domaines d'intervention de l'Institut.

# Organigramme de l'Ineris

