

# RAPPORT ANNUEL **2017**



**INERIS**

maîtriser le risque  
pour un développement durable



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE

Créé en 1990, l'Ineris  
est un établissement public  
à caractère industriel  
et commercial,  
placé sous la tutelle  
du ministère de la Transition  
écologique et solidaire.

## Sommaire

Éditoriaux	2
Rétrospective 2017	4
Missions et organisation	8
Ressources humaines	9
Finances	10
Responsabilité sociétale et environnementale	11
Recherche et appui	14
Conseil aux entreprises	16
Certification	18

---

### SÉCURITÉ INDUSTRIELLE ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE 20

Une approche intégrée sur toute la chaîne du risque

---

Modélisation numérique	26
------------------------	----

---

### SUBSTANCES, PRODUITS, MILIEUX 28

La caractérisation des dangers et des impacts sur l'homme et l'environnement

---

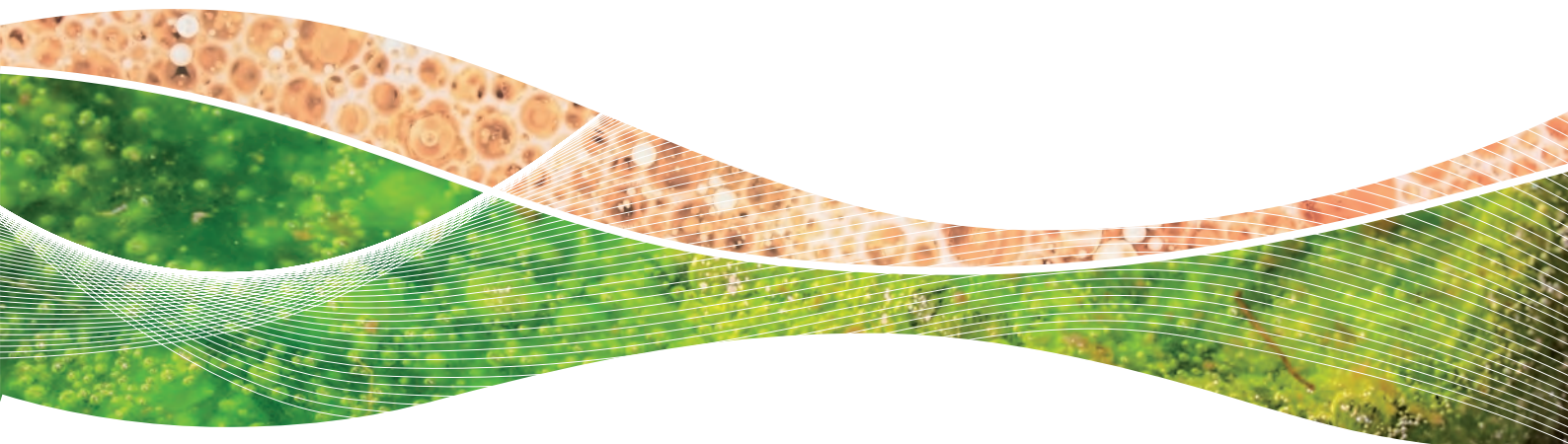
### SOLS ET SOUS-SOLS 36

Une expertise historique pour comprendre et maîtriser les risques  
du sol et du sous-sol

---

Annexes	42
---------	----

---



## Éditorial



**Alain Dorison**  
*Président du conseil d'administration*

Pour l'État et ses politiques de préservation de l'environnement, il est précieux et irremplaçable de disposer de l'appui technique d'un établissement public autonome, indépendant dans ses jugements et expert comme l'est l'Ineris. L'Institut est aussi un outil au service de l'économie du pays, en favorisant l'emploi de procédés et de technologies respectueux de l'environnement, ainsi que le développement d'une offre française compétitive en la matière. La conduite simultanée d'activités de recherche et de relations avec les industriels permet à l'Ineris d'être à la pointe des connaissances scientifiques et de l'évolution des technologies. L'Ineris doit s'adapter aux sources de risques dont la complexité, les enjeux et les facteurs grandissent, et rester à l'écoute de la société et mieux communiquer auprès d'elle. L'année 2017 a vu un taux de succès très important de l'Ineris aux appels d'offres européens. Cela confirme l'excellence de ses équipes et conforte son positionnement au niveau européen, où se définissent maintenant les grandes options réglementaires en matière de risques environnementaux ; la signature à la fin de l'année d'un accord avec le centre de recherche commun de la Commission européenne va dans ce sens.

**Alain Dorison a été nommé président du conseil d'administration de l'Ineris par le président de la République le 7 mars 2018 (Journal officiel n° 0057 du 9 mars 2018). Ingénieur général des Mines, il représente le ministère de l'Économie et des Finances au conseil d'administration de l'Ineris. Il est également président du comité de l'inspection du Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies (CGEIET) et membre du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) depuis 2013.**



## Éditorial



**Raymond Cointe**  
Directeur général

**L'**Ineris est l'expert public français pour la maîtrise des risques industriels et environnementaux.

Son modèle, basé sur une forte synergie entre recherche, appui aux politiques publiques et services aux entreprises, lui permet de faire progresser les connaissances et les pratiques en forte interaction avec le quotidien du terrain.

En 2017, l'Ineris a poursuivi son action sur les thématiques de son contrat d'objectifs et de performance 2016-2020. Au cœur de celles-ci, on retrouve les activités historiques de l'Institut comme la sécurité des sites industriels et de leurs riverains, qu'ils soient des entreprises ou des particuliers, ou l'évaluation des risques « après-mine ». L'Ineris renforce également son action sur le volet « risques » des grandes thématiques d'actualités en lien avec les transitions écologique et énergétique, comme les perturbateurs endocriniens, la qualité de l'air et de l'eau, les nouvelles filières énergétiques ou encore – même si son action en ce domaine est moins connue – la biodiversité.

À mi-parcours du contrat d'objectifs et de performance, il est naturel d'effectuer un premier bilan. Aujourd'hui, nous avons atteint la très grande majorité de nos objectifs et jalons annuels. Notre modèle est conforté avec une activité de recherche qui, même si elle a subi des baisses fortes de subvention, se maintient autour de 20 %, une activité commerciale autour de 26 % et une très grande satisfaction de notre tutelle vis-à-vis de notre activité d'appui aux politiques publiques.

Au moment où le gouvernement a engagé le chantier de la réforme de l'action publique, ce bilan satisfaisant doit nous conduire à regarder l'avenir avec optimisme et sérénité. C'est dans cet état d'esprit que l'Institut

a engagé, avec sa tutelle, une revue de ses missions. Cette revue est aussi une réelle opportunité pour réfléchir collectivement à l'Ineris de la prochaine décennie.

“ Je voudrais saluer une nouvelle fois les femmes et les hommes qui mettent leur talent et leur enthousiasme au service de l'Institut ”

Alors que l'Institut doit poursuivre son adaptation à un monde qui change, je voudrais saluer une nouvelle fois les femmes et les hommes qui mettent leur talent et leur enthousiasme au service de l'Institut et incarnent ainsi une facette essentielle du service public des transitions écologique et énergétique.

## Rétrospective 2017

## Retour sur les faits marquants de l'année

## JANVIER



### # « Tickets sans BPA » : un nouveau label étendu à d'autres phénols et bisphénols

Les fabricants et utilisateurs de papiers thermiques peuvent désormais bénéficier d'un label « sans phénol ajouté ». Cette démarche de labellisation des papiers thermiques garantit l'absence de quinze phénols, dont toute une famille de bisphénols.



### # Substitution des substances chimiques : le site ouvert à de nouvelles substances

Le site ne traite plus uniquement des alternatives au bisphénol A (BPA) dans les contenants alimentaires. Les acteurs économiques engagés dans une démarche de substitution durable peuvent désormais trouver des données sur la substitution des bisphénols et des phtalates. Pour en savoir plus : <https://substitution.ineris.fr/fr>



### # Premières Rencontres de la participation

L'Ineris était partenaire des premières Rencontres de la participation, deux journées dédiées aux acteurs de la participation, de la concertation, du débat public et du dialogue entre parties prenantes. Deux membres de la commission d'orientation de la recherche et de l'expertise (CORE) de l'Ineris et un expert de l'Institut présentaient un bilan de la démarche d'ouverture à la société de l'Ineris.

## MARS



### # Qualité de l'air intérieur - 1000<sup>e</sup> kit « ma classe respire » envoyé!

Le 1000<sup>e</sup> kit a été envoyé, un an après le lancement de l'opération « 1000 kits » par la ministre Ségolène Royal lors de sa venue à l'Ineris en février 2016.



## AVRIL

### # Les journées « Recherche Innovation biogaz méthanisation »

Ces journées, organisées par le Club Biogaz ATEE et UniLaSalle Beauvais les 11, 12 et 13 avril à Beauvais, visent à accroître le dialogue entre les acteurs de la recherche et ceux de la filière, afin d'identifier collectivement les besoins futurs. L'Ineris a présenté ses travaux de recherche sur la caractérisation des fauchages de bord de route pour la méthanisation.



## MARS

### # Un accord-cadre de partenariat avec Health and Safety Laboratory (HSL)

HSL constitue le département scientifique du « Health and Safety Executive » (HSE), situé en Grande-Bretagne. Cet accord vise à développer des connaissances et des mesures de prévention dans le domaine de la santé-sécurité au poste de travail, avec approche multidisciplinaire de la démarche sécurité.



### # Art & sciences

Depuis 2014, l'Ineris est partenaire des rencontres Binôme, créées à l'initiative de la compagnie de théâtre « Le sens des mots ». En 2017, l'auteur de théâtre Lucie Depauw a rencontré Isabelle Contrucci, expert en auscultation des sols, pour créer la pièce *Effondrement(s)*. Une représentation a été donnée le 15 mars 2017 à la Maison de la pierre de Saint-Maximin, dans l'Oise.



## MAI



### # Journées sites & sols pollués – Innovations pour les outils et méthodes de diagnostic

Les 10 et 11 mai, l'Ademe organisait deux journées intitulées « Quelles innovations pour les outils et méthodes de diagnostic ». L'Ineris présentait les résultats de deux projets de recherche financés par l'agence : TROPHé (transfert et risques des organiques persistants pour l'Homme et les écosystèmes) et PASSIFLUX (tests d'échantillonneurs passifs de flux dans les eaux souterraines).



### # Séminaire Ineris « Risques émergents, prévention et précaution ? »

Le séminaire d'orientation scientifique et technique est l'occasion chaque année de travailler sur un sujet structurant pour l'Ineris avec sa gouvernance, des représentants de la tutelle et d'autres organismes. Pour l'édition 2017, les réflexions ont été axées autour des risques émergents et de la mise en œuvre du principe de précaution. L'approche de l'Ineris sur les risques émergents a été discutée sur la base de trois « cas d'application » : les perturbateurs endocriniens, les nanotechnologies et nanomatériaux et les hydrocarbures non conventionnels.



## Rétrospective 2017

## Retour sur les faits marquants de l'année



JUIN

## # Une délégation européenne en visite sur le site de Verneuil

Le 13 juin, une délégation de la Direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI) de la Commission européenne visitait l'Institut pour une journée d'échanges sur nos actions et notre implication dans les projets européens.



## # Festival d'Avignon: la science autrement

Dans le cadre des rencontres Binôme, Clémence Weill a créé la pièce *SMOG - Et si tu n'existais pas* à la suite de sa rencontre avec Isaline Fraboulet, spécialiste des émissions de polluants à l'atmosphère à l'Ineris. Une représentation a été donnée le 13 juillet au festival d'Avignon



NOVEMBRE



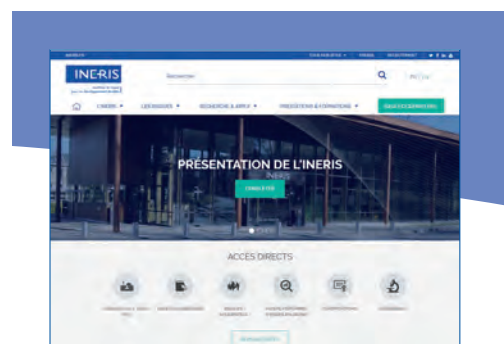
## # Accord de coopération avec le BJAAT

Le 9 novembre, l'Ineris et l'Institut de l'académie des sciences et technologies de Pékin (Beijing Academy of Sciences and Technologies - BJAAT) ont signé un accord de coopération. Il concerne essentiellement les domaines de la qualité de l'air; de la sécurité et de la transition énergétique; de l'exposition des travailleurs aux substances chimiques et nanomatériaux en milieu industriel.



## # Brune Poirson, secrétaire d'État, en visite à l'Ineris

Brune Poirson, secrétaire d'État auprès de Nicolas Hulot, ministre de la Transition écologique et solidaire, visitait l'Institut le 10 novembre, sur le thème des perturbateurs endocriniens. Elle a ainsi inauguré le nouveau laboratoire « toxicologie-écotoxicologie ».



## # Sortie du nouveau portail ineris.fr

L'Ineris a un nouveau portail depuis le 15 novembre. Rendez-vous sur [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)!



## SEPTEMBRE



### # Les installations expérimentales visitées par deux délégations

Les 14 et 15 septembre, l'Ineris a accueilli deux délégations, le conseil général de l'Environnement et du Développement durable (CGEDD) et des administrateurs du Parlement, pour leur faire découvrir les grandes installations expérimentales de l'Institut et échanger avec quelques-un(e)s de nos experts.



### # L'Ineris participe à la journée nationale de la qualité de l'air

« Mieux respirer c'est ça l'idée ! » Comme chaque année, l'Institut s'est mobilisé à l'occasion de cette journée nationale au travers de différentes actions, notamment : une exposition pédagogique du ministère dans le hall d'accueil de l'Institut, la diffusion d'une vidéo présentant de nouvelles représentations de la pollution de l'air sur l'ensemble de l'hémisphère nord grâce au modèle CHIMÈRE et une conférence de presse avec le LCSQA focalisant sur les tendances et les perspectives du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air.



## OCTOBRE

### # Accueil du BAM pour un séminaire de travail

Dans le cadre de l'accord de coopération scientifique et technique entre les deux organismes, l'Ineris a accueilli le BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung/ Institut pour la recherche et l'expérimentation sur les matériaux) les 23 et 24 octobre pour un séminaire de travail sur les risques liés aux nouvelles technologies.

## DÉCEMBRE

### # SFSE: l'Ineris partenaire du congrès 2017 consacré aux démarches économiques en santé environnement et en santé

Le congrès annuel de la Société française de santé et environnement (SFSE), intitulé « Tout a un coût ! L'apport des analyses économiques en santé environnement », a eu lieu les 7 et 8 décembre à l'Hôtel de ville de Paris. L'Ineris, partenaire, a présenté ses travaux menés sur l'analyse économique de la valorisation agricole des produits résiduels organiques et sur l'analyse économique des impacts sanitaires dans le cadre de l'élaboration du Programme national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA).



### # 2007-2017: Aquaref a 10 ans

Le 12 décembre, le laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques Aquaref organisait un colloque à l'occasion de ses 10 ans. Près de 130 participants se sont rendus à la Grande Arche de La Défense pour une journée d'échanges et de réflexions sur l'action menée par Aquaref en réponse aux besoins des acteurs de la surveillance des milieux aquatiques. L'Ineris est membre du consortium.



### # Un protocole d'accord européen

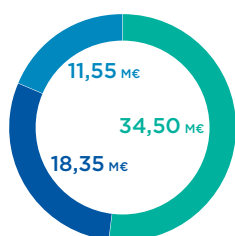
Le 14 décembre, l'Ineris et le Centre commun de recherche de la Commission européenne ont signé à Ispra (Italie) un nouveau protocole d'accord, afin de fixer les futurs axes de recherche communs. Les domaines de collaboration sont larges : nanosécurité, résilience des infrastructures face aux risques naturels, risques émergents, métrologie de la qualité de l'air, énergie (stockage).

## Missions et organisation

# Une expertise au service des pouvoirs publics et des entreprises

Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire, l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) est l'expert public national pour la maîtrise des risques que les activités économiques font peser sur l'environnement, la santé, la sécurité des personnes et des biens. Il met à la disposition des pouvoirs publics et des entreprises son expertise scientifique et ses recherches de haut niveau pour évaluer, prévenir et maîtriser les risques dans trois grands domaines : les risques accidentels, les risques chroniques et ceux relatifs au sol et au sous-sol.

L'Institut a poursuivi la modernisation engagée en 2016 dans le cadre de son contrat d'objectifs et de performance (COP) pour la période 2016-2020 qui vise à le conforter dans son rôle d'expert public national de référence.



### RÉPARTITION DE L'ACTIVITÉ

64,4 M€ de recettes en 2017

- Appui aux pouvoirs publics
- Services aux entreprises (hors recherche)
- Recherche

30 000 M<sup>2</sup>  
de laboratoires et de halles d'essais

Les orientations stratégiques fixées par le COP mettent l'accent sur sa vocation à évaluer les risques liés à la mise en œuvre de technologies nouvelles, dans le domaine de l'industrie notamment. L'Institut a également un rôle capital à jouer dans l'accompagnement des transitions énergétiques et écologiques, en particulier pour l'évaluation, la prévention et la maîtrise des risques émergents.

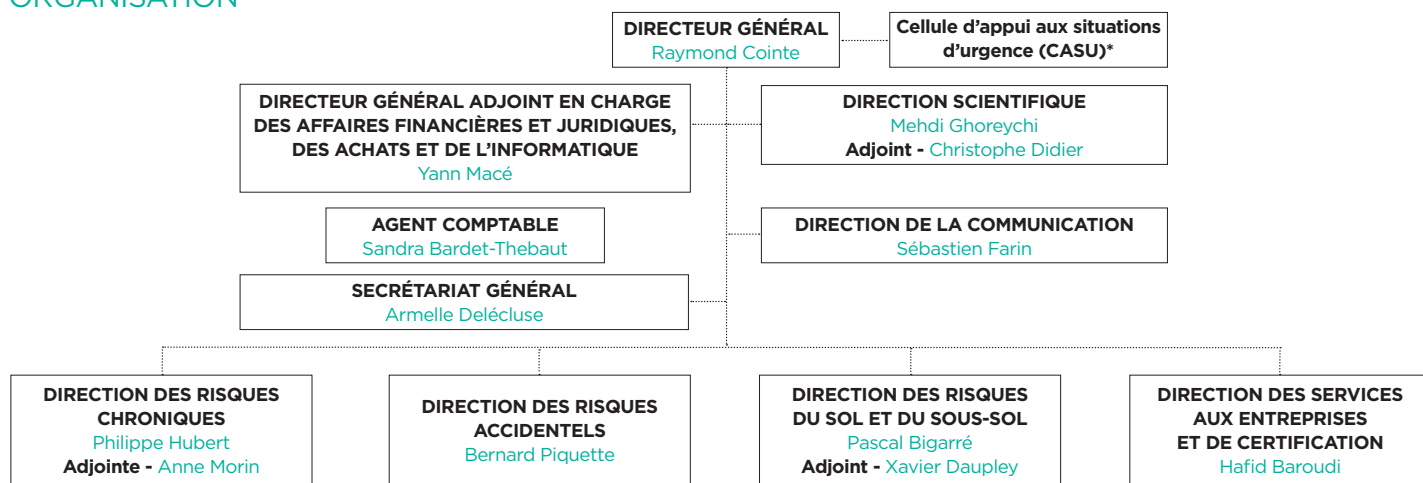
À la pointe de l'innovation et des attentes de la société, l'Ineris s'affirme comme un partenaire réactif et efficace qui fournit un appui adapté aux besoins spécifiques des pouvoirs publics et des entreprises.

**1 SITE PRINCIPAL**  
à Verneuil-en-Halatte (Oise)

**4 IMPLANTATIONS RÉGIONALES**  
à Nancy, Aix-en-Provence, Lyon et Bourges

**2 FILIALES**  
Ineris formation et Ineris développement

## ORGANISATION



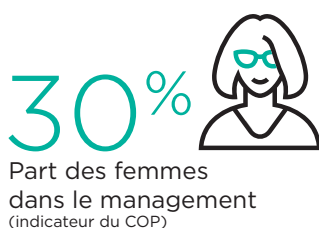
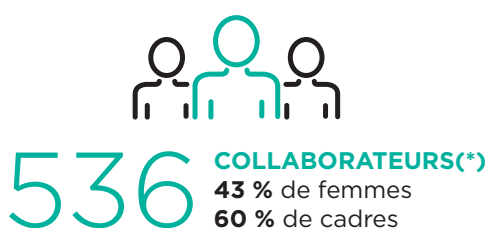
\* En cas d'activation de la cellule

## Ressources humaines

# Le capital humain, clé de la performance de l'Institut

Les femmes et les hommes qui travaillent chaque jour à l'Institut sont l'une de ses principales richesses. Rattachées au secrétariat général, les ressources humaines veillent à mettre en adéquation ce capital humain et les objectifs de l'Institut, en valorisant les talents et en développant les compétences scientifiques, techniques, et managériales de ses collaborateurs.

### EFFECTIFS AU 31 DÉCEMBRE 2017



### FORMATION

#### BUDGET 2017

**1 188 521 €**



soit **4,35%**  
de la masse salariale

### RÉPARTITION DES EFFECTIFS PAR SITE

VERNEUIL	NANCY	AIX	LYON	BOURGES	GÉODERIS
489	21	7	2	5	12 (mise à disposition sur les sites de Metz et Alès)

### ÉVOLUTION DEPUIS 2013(\*)

2013	2014	2015	2016	2017
589	579	575	552	536

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



## Finances

# Une gestion financière rigoureuse et transparente

Les tableaux ci-dessous résument l'évolution du compte de résultat et du bilan sur l'exercice 2017 (en k€ hors taxes), pour l'Ineris en tant qu'EPIC, sans prendre en compte les filiales.

## COMPTE DE RÉSULTAT SIMPLIFIÉ INERIS EPIC

RECETTES	2015	2016	2017	DÉPENSES	2015	2016	2017
<b>Prestations aux entreprises</b>	16 804	17 264	16 952	<b>Achats</b>	7 240	7 646	8 377
État et régions (*)	40 762	43 640	42 783	<b>Charges externes</b>	11 972	12 889	11 669
<i>dont programme 190</i>	6 244	6 087	6 188	Impôts et taxes	3 057	2 832	2 790
<i>dont contrats</i>	8 590	7 074	7 086	<b>Charges de personnel</b>	41 888	41 001	39 524
Union européenne	2 300	2 143	2 021	<b>Charges d'amortissement et provisions</b>	9 539	9 449	9 411
Autres produits (**)	9 242	11 439	11 093	Autres charges	151	532	938
<i>dont reprise de provisions</i>	1 622	1 581	1 443	Charges financières	5	1	1
<b>Total produits d'exploitation</b>	69 107	74 485	72 849	Charges exceptionnelles	1 001	0	0
Produits financiers	7	2	2	<b>TOTAL</b>	<b>74 854</b>	<b>74 350</b>	<b>72 710</b>
Produits exceptionnels	1 858	0	0				
<b>TOTAL</b>	<b>70 972</b>	<b>74 487</b>	<b>72 851</b>				
<b>RÉSULTAT</b>	<b>- 3 882</b>	<b>137</b>	<b>141</b>				

## BILAN SIMPLIFIÉ INERIS EPIC

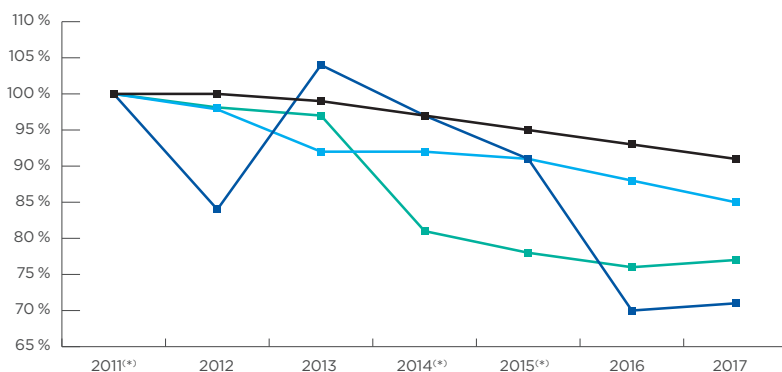
ACTIF	2015	2016	2017	PASSIF	2015	2016	2017
<b>Actifs incorporels</b>	1 989	1 646	1 425	<b>Capitaux propres</b>	94 546	90 432	85 271
<b>Actifs corporels</b>	73 829	73 128	70 926	<i>dont résultat (**)</i>	- 3 882	137	141
<b>Actifs financiers</b>	438	478	329	<b>Provisions pour charges</b>	4 894	4 098	3 781
<b>Stocks et en-cours</b>	2 304	1 957	1 991	<b>Dettes financières</b>	149	151	151
<b>Créances</b>	23 263	29 917	31 601	<b>Dettes d'exploitation</b>	16 320	20 870	17 271
<b>Disponibilités</b>	18 803	13 462	11 072	Dettes diverses	2 531	3 289	6 552
<b>Charges const. d'avance</b>	174	155	95	<b>Produits const. d'avance</b>	2 360	1 904	4 414
<b>TOTAL</b>	<b>120 801</b>	<b>120 744</b>	<b>117 440</b>	<b>TOTAL</b>	<b>120 801</b>	<b>120 744</b>	<b>117 440</b>

(\*) En 2015 l'Ineris a fait l'objet d'un prélèvement sur fonds de roulement d'un montant de 6 M€.

(\*\*) Hors guichet unique.

## ÉVOLUTION DES SUBVENTIONS ET DU PLAFOND D'EMPLOI

- Programme 190 Recherche
- Programme 181 Appui prévention des risques
- Programme 174 Appui énergie, climat
- Plafond ETPT

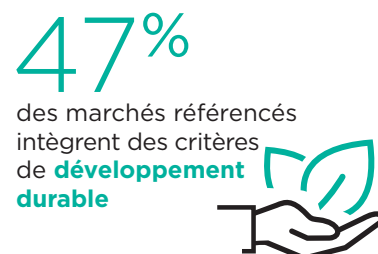
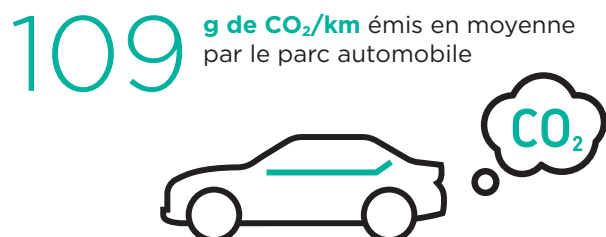


(\*) Montants de P181 hors prélèvement sur fonds de roulement de 8,10 M€ en 2011, 1 M€ en 2014 et 6 M€ en 2015.

## Responsabilité sociétale et environnementale

# Une démarche exemplaire et durable

De nombreuses mesures traduisent l'engagement de l'Ineris dans la démarche « administration exemplaire » et sa volonté constante de réduire ses impacts sur l'environnement. Ces actions sont relatives à la gestion durable des ressources et à la réduction de l'empreinte carbone. Elles se déploient également en matière de management en faveur d'une amélioration de la qualité de vie au travail des salariés.



### Améliorer les conditions de travail pour tous

Deux accords d'entreprise ont été signés en 2017. L'accord du 28 mars précise les modalités de mise en œuvre du télétravail, qui réduit les nuisances liées aux déplacements et apporte une qualité de vie aux salariés. Celui du 28 juillet porte sur la mise en place du contrat de génération qui vise à faciliter l'embauche des jeunes tout en maintenant dans l'emploi les salariés âgés.

### Contribuer à l'insertion des personnes handicapées

Comme chaque année, l'Ineris s'est mobilisé dans le cadre de la Semaine européenne pour l'emploi des personnes handicapées (SEEPH). Les 4 rendez-vous organisés fin novembre sur son site de Verneuil étaient destinés à sensibiliser les collaborateurs et à faire évoluer leur regard: conférence, prise de conscience de la réalité quotidienne du handicap dans le cadre d'un repas, tournoi de pétanque et vente de chocolats avec l'ESAT en charge du nettoyage des locaux de l'Institut. Par ailleurs, le site a fait l'objet de travaux pour améliorer l'accès des personnes à mobilité réduite et deux postes de travail ont été aménagés pour des travailleurs handicapés.

### Proposer des repas de qualité au quotidien

L'Ineris a renouvelé le contrat pour le restaurant d'entreprise. Au menu: davantage de produits bio, labellisés, régionaux et de saison; des plats végétariens chaque jour; des dégustations de fruits et légumes bio; et la mise en place d'un tri sélectif en fin de repas. Une évolution en faveur du bien-être des salariés et de l'environnement.

### Veiller au respect de la déontologie

Une charte de déontologie définit les principes que l'Institut entend respecter dans l'exercice de ses missions: indépendance de jugement, compétence, adaptation de moyens, transparence, qualité scientifique et technique. Le comité de suivi de l'application de cette charte s'est réuni à plusieurs reprises pour analyser les cas qui lui ont été soumis. Un dispositif de recueil de signalement des alertes professionnelles est en cours d'élaboration.

### Poursuivre l'amélioration continue de la qualité

L'Institut finalise le déploiement de la version 2015 de la norme ISO 9001 et la cartographie générale des risques a été établie dans ce cadre. Le manuel qualité est en cours de révision. En 2017, plusieurs audits externes ont été effectués (ISO 9001 V2008, ISO 17025, ISO 17043).

## Responsabilité sociétale et environnementale

# Un dialogue renforcé avec la société

**L'Ineris est engagé depuis bientôt dix ans dans une démarche d'ouverture et de dialogue avec la société. En 2017, cet engagement s'est à nouveau traduit par l'association de la Commission d'orientation de la recherche et de l'expertise à la réflexion stratégique de l'Institut et par l'organisation de plusieurs occasions d'échanges avec les ONG. Dans le cadre de la charte de l'ouverture à la société, l'Institut a par ailleurs partagé son expérience avec les autres organismes signataires.**

Illustration directe de la démarche d'ouverture de l'Ineris, la Commission d'orientation de la recherche et de l'expertise (CORE) a poursuivi sa mission en 2017. Celle-ci consiste à approfondir, au regard des attentes sociétales, les enjeux et les questionnements en matière d'orientation de la recherche et de l'expertise afin d'enrichir les dossiers et réflexions stratégiques de l'Institut.

### Les contributions de la CORE au sein de l'Ineris...

La CORE s'est réunie à deux reprises en 2017, notamment pour examiner les programmes d'appui de l'Institut (cf. encadré). Elle s'est également impliquée

dans le séminaire des orientations scientifiques et techniques de l'Institut du 17 mai 2017, consacré aux « risques émergents, prévention et précaution », où trois tables rondes ont permis d'aborder les thématiques des

perturbateurs endocriniens, des nanotechnologies et des nanomatériaux, et des hydrocarbures non conventionnels, mais également le rôle et la place des experts au regard de ces principes. La CORE, à travers Gérard Hayotte, son président, et Brice Laurent, suit également les travaux de Lucile Ottolini dans le cadre de sa thèse initiée en janvier 2017 sur l'ouverture des organismes de recherche à la société civile, et de l'Ineris en premier lieu (cf. interview).

l'ouverture à la société des organismes de recherche, d'expertise et d'évaluation des risques sanitaires et environnementaux, le partage des connaissances a été entamé avec les six autres établissements signataires<sup>2</sup>. Plusieurs réunions ont été tenues en 2017. Elles ont permis de présenter et discuter les activités d'ouverture de chaque établissement et d'identifier des pistes de collaboration possibles.

### Les échanges avec la société civile

L'organisation de réunions régulières avec des représentants de la société civile est un autre volet important de la démarche d'ouverture de l'Institut. Lieu d'échange et de partage, ces réunions sont construites autour de thématiques scientifiques. Trois débats ont ainsi réuni une trentaine de représentants d'ONG en 2017 sur les thèmes suivants :

\_ 11 mai : les 10 ans du réseau Norman : perspectives pour l'étude et la surveillance des substances émergentes dans l'environnement

### ... et à l'extérieur

La CORE a par ailleurs témoigné de la démarche d'ouverture de l'Institut lors des premières Rencontres de la participation à Bordeaux en janvier 2017. À la suite de cette manifestation, elle est également intervenue fin janvier 2017 lors du séminaire de l'ALLISS<sup>1</sup>, sur le thème de l'orientation pluraliste de la recherche en risques chroniques.

### Le partage d'expériences avec d'autres organismes de recherche

Après la nouvelle signature, fin 2016, de la Charte de

### # TÉMOIGNAGE

## « Une année riche pour la CORE »

*Gérard Hayotte, président de la CORE*



*« Cette année a vu le renouvellement des mandats de nos membres. Nous nous sommes par ailleurs prononcés sur les programmes d'appui de l'Institut et ses travaux en matière de risques chroniques, ainsi que sur les prochains dossiers de la collection Ineris*

*Références consacrés aux « Matériaux énergétiques » et à la problématique « Mine & Après-mine ». Nous avons proposé d'en consacrer un à la qualité de l'air. Nous avons aussi fait évoluer notre mode de fonctionnement en mettant en place des groupes de travail sur chacun des dossiers sur lesquels nous sommes impliqués. Enfin, nous avons particulièrement apprécié de contribuer aux échanges du séminaire scientifique consacré aux « risques émergents, prévention et précaution » et réfléchissons avec l'Institut à une éventuelle ouverture des prochaines éditions à un public plus large. »*

 **Pour en savoir plus sur la CORE :**  
<https://bit.ly/2xInrlm>



- \_ 21 juin : le phyto-management des sites pollués : une filière en développement
- \_ 18 novembre : la sécurité des nouvelles formes d'exploitation du sous-sol : risques, impacts et nuisances potentiels liés à la géothermie profonde et à la sismicité anthropique.

<sup>1</sup> Association pour une alliance sciences société.

<sup>2</sup> ANSES, IRSN, BRGM, Irstea, Ifsttar, Santé publique France.

<sup>3</sup> Haut Conseil d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur.

<sup>4</sup> Laboratoire interdisciplinaire des sciences de l'innovation en société.

## Les avis de la CORE sur les programmes d'appui

Les membres de la CORE se sont réunis le 22 juin 2017 pour examiner les programmes d'appui de l'Ineris. Cette réunion a donné lieu à 3 avis :

### \_ S'assurer d'une expertise efficiente de l'Ineris dans la durée

Soulignant la richesse et la pertinence des programmes d'appui de l'Ineris, la CORE encourage l'Institut à poursuivre des objectifs ambitieux pour maintenir son niveau d'expertise, et s'inquiète des moyens qui lui sont alloués pour y parvenir.

### \_ Faire preuve de prudence dans l'établissement de valeurs toxicologiques repères

La CORE rappelle que cette mission ne relève pas de l'Ineris. Consciente de la nécessité parfois urgente de fournir de telles valeurs, elle recommande que celles-ci soient systématiquement soumises à l'ANSES et invite à une grande prudence quant à leur diffusion, en demandant qu'il soit précisé qu'il s'agit bien de valeurs repères et non de valeurs de référence.

### \_ Analyser des risques liés aux champs magnétiques des dispositifs de recharge sans contact

La CORE invite l'Institut à se saisir de ce sujet sans tarder afin de réaliser des études de risque en toute transparence et de les mettre à disposition du public et du législateur.

 Pour lire les comptes-rendus des débats : <https://bit.ly/2KV9JSf>

## # 3 QUESTIONS À

**Lucile Ottolini**, doctorante Inra/Ineris, en charge de la thèse intitulée « Les nouvelles leçons de l'expérience d'ouverture à la société de l'Ineris : vers de nouvelles interactions sciences-société. »

### > Dans quel contexte s'inscrit votre thèse ?

Dans son rapport d'évaluation de 2015, le HCERES<sup>3</sup> a souligné la singularité de la démarche d'ouverture à la société menée par l'Ineris et l'a invité à l'approfondir. Cela a incité l'Institut à mener un travail académique sur ce sujet, via une thèse de doctorat en sociologie cofinancée avec l'Inra. Une initiative appuyée par la CORE, qui participe à mon comité de thèse\* et placé sous la direction de Pierre-Benoît Joly, directeur de recherche à l'Inra et directeur du LISIS<sup>4</sup>. Corinne Gendron, présidente du Conseil scientifique de l'Institut, est également membre de mon comité de thèse, avec deux représentants de l'Institut.

### > Quel est l'objectif de ce travail ?

Il s'agit de mieux comprendre ces politiques d'ouverture à la société qui ont été jusqu'ici assez peu étudiées. Plusieurs questions seront abordées, liées à la représentation (qui est la société civile ? comment devient-on son représentant ?), à la délibération scientifique (comment ces politiques modifient-elles la manière dont on délibère sur un sujet scientifique ?) ou encore à l'organisation des agences scientifiques (comment intègrent-elles les instances d'ouverture à la société dans leur gouvernance ? comment les chercheurs y participent ?). Ces thèmes seront traités à travers l'analyse du cas de l'Ineris, complétée d'une approche

comparative d'autres organismes tels l'ANSES, l'IRSN, le BRGM, Santé publique France ou l'Inra.

### > Où en êtes-vous aujourd'hui ?

Tout au long de l'année 2017, deux enquêtes préparatoires ont été conduites. La première, menée avec l'ALLISS entre septembre 2016 et février 2017, visait à identifier et caractériser les démarches institutionnelles d'ouverture à la société conduites en France depuis le début des années 2000 dans le domaine de la recherche sur les risques chroniques.

La seconde enquête, de janvier à juin 2017, a consisté à dresser la généalogie de la démarche propre à l'Ineris. Aujourd'hui, je suis au tiers du parcours. Le plus gros du travail a été fait sur l'Ineris et, en 2018, je vais me consacrer davantage aux autres établissements. Deux communications orales sont prévues, l'une lors du colloque annuel de la société européenne de science et *technology studies* (STS) à Lancaster en juillet, une autre lors du colloque annuel de la société mondiale à Sydney en août.

\* Participation de Brice Laurent et Gérald Hayotte au titre de la CORE

 Retrouvez le texte intégral sur [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)



## Recherche et appui

# La recherche et l'appui aux politiques publiques, deux missions complémentaires

**L'expertise éprouvée de l'Ineris en matière de prévention et de maîtrise des risques industriels et environnementaux repose sur deux piliers essentiels : la recherche et l'appui aux politiques publiques. Le contrat d'objectifs et de performance (COP) 2016-2020 témoigne de la complémentarité de ses deux activités. Les thématiques étudiées – transition énergétique, économie circulaire, risques émergents et liés au changement climatique, risques à l'échelle des sites industriels ou d'un territoire, impacts des substances et produits sur l'environnement et la santé – reflètent les priorités de l'Institut et le fondement de sa mission : évaluer, prévenir, maîtriser.**

## UNE RECHERCHE DYNAMIQUE ET OUVERTE

**S**tructurée autour de 14 axes thématiques, la recherche bénéficie de trois sources de financement : le programme 190\*, les appels à projets de recherche européens, nationaux ou régionaux, et la recherche partenariale financée par des entreprises. En 2017, l'ensemble a représenté 19 % du budget de l'Institut, légèrement en dessous de

l'objectif fixé par le COP qui est de 20 %. Une diminution due notamment à la baisse des projets de recherche ANR, en partie compensée par les financements des entreprises. En revanche, les objectifs fixés par le COP ont été largement dépassés en ce qui concerne le taux de succès aux projets européens (43 % pour une cible de 25 %), en

forte hausse par rapport à l'année précédente. L'Institut est ainsi le 3<sup>e</sup> organisme européen financé dans le cadre de projets H2020 santé-environnement. Un succès qui repose notamment sur l'importante mobilisation des équipes, la qualité de ses plateformes d'essais et de modélisation et son vaste réseau de partenaires français et internationaux.

## La poursuite de trois projets exploratoires

Pour renforcer son positionnement sur quelques sujets prospectives, l'Ineris a décidé d'affecter pour la première fois en 2016 une partie de son crédit d'impôt pour la compétitivité et l'emploi (CICE) à trois projets exploratoires. Ils portent sur le concept d'exposome appliqué aux pesticides (CETAPHYTO), l'utilisation des drones pour la surveillance environnementale et la transition énergétique. Ces projets se sont poursuivis en 2017.

## Une stratégie d'alliances et des partenariats

Depuis la fin de l'année 2016, l'Institut apporte ses compétences en matière d'écotoxicologie à la Fondation pour la recherche sur la biodiversité, qu'il a intégrée en tant que membre fondateur. Il a conclu en décembre 2017 un partenariat avec le Centre commun de recherche de l'Union européenne (Joint Research Center) et participe par ailleurs à plusieurs alliances nationales de recherche (AllEnvi, ANCRE, AVIESAN) et au projet ISITE portés par les universités de Lorraine et de Paris-Est Marne-la-



Signature d'un accord-cadre entre Raymond Cointe, directeur général de l'Ineris, et Vladimir Šuša, directeur du CCR, le 14 décembre 2017 à Ispra (Italie).

Vallée (projet FUTURE sur les villes durables). Enfin, les unités mixtes de recherche auxquelles il est associé (Peritox avec l'université de Picardie Jules Vernes en toxicologie prénatale; et Sebïo avec les universités de Reims Champagne-Ardenne et Le Havre - Normandie, en écotoxicologie) ont fait l'objet d'une évaluation positive du Haut Conseil d'évaluation de la recherche et de l'enseignement dans son rapport 2017.

 **Pour lire les rapports:**  
**Sebïo :** <https://bit.ly/2LoqabE>  
**Peritox :** <https://bit.ly/2xiNFKL>

## UN APPUI MÉTHODOLOGIQUE, RÉGLEMENTAIRE ET OPÉRATIONNEL AUX POUVOIRS PUBLICS

La mission d'appui aux politiques publiques de l'Ineris représente environ la moitié de son activité. Elle s'articule autour d'une quarantaine de programmes qui couvrent l'éventail des expertises de l'Institut, de la sécurité des installations industrielles, à la caractérisation des dangers relatifs aux substances chimiques, en passant par la prévention des risques liés à l'après-mine et aux stockages souterrains, l'évaluation des conséquences des pollutions chroniques et accidentelles sur l'homme, l'environnement et la biodiversité.

### Une mobilisation sans faille

L'Institut met à la disposition des pouvoirs publics des outils opérationnels divers, et s'inscrit dans une démarche à la fois proactive et réactive. En 2017, il a ainsi élaboré 9 guides et outils

méthodologiques validés par les pairs. Il a également contribué à l'élaboration de plusieurs réglementations techniques, tout en continuant d'apporter un appui opérationnel en situation d'accidents, de post-accidents ou de crise, et en restant très impliqué dans le recueil, la gestion et le traitement des données relatives à la sécurité environnementale (bases de données, services nationaux d'assistance, veille réglementaire concernant les installations industrielles. Le niveau très élevé de l'indicateur de satisfaction des pouvoirs publics – qui a atteint 97,7 % en 2017 – témoigne de cet engagement. L'Institut a par ailleurs poursuivi l'ouverture de son activité d'appui au niveau européen (partenariats, parangonnages réglementaires...) et demeure très actif en termes de suivi réglementaire et normatif.

## La veille pour mieux anticiper les risques émergents




Depuis 2015, une veille prospective est réalisée en vue d'identifier et d'anticiper les risques émergents qui constituent un enjeu de plus en plus crucial pour les décideurs publics et économiques. Trois thématiques ont été ciblées : nouvelles énergies, économie circulaire et technologies de l'usine du futur. Les premiers résultats de cet exercice ont été présentés dans le premier numéro du bulletin de veille prospective paru en 2017. La problématique des risques biologiques relatifs au développement des biotechnologies a été plus spécifiquement investiguée en 2017.

 **Plus d'informations sur :**  
[www.ineris.fr/fr/lineris/missions/appui-aux-politiques-publiques/veille-prospective](http://www.ineris.fr/fr/lineris/missions/appui-aux-politiques-publiques/veille-prospective)

**19%**   
**de l'activité de l'Institut** consacrés  
 à la recherche en 2017 (cible COP : 20 %)

**36** **thèses de doctorat**  
 en cours fin 2017  
 et 16 soutenues dans l'année

**100** **publications** dans des revues  
 scientifiques référencées dans  
 la base ISI WoS (cible COP : 100)

**64**   
**projets de recherche déposés**, dont  
 33 nationaux (Ademe, ANSES, l'ANR)  
 et 31 européens (H2020, RFCS...) avec  
 respectivement 57 % et 43 % de taux de succès

**97,7%** **de satisfaction**  
 des pouvoirs publics  
 (objectif COP : 95 %)

\* Le programme 190 de la mission interministérielle Recherche et Enseignement supérieur contribue à la **recherche sur la transition écologique et énergétique** en finançant des actions dans le domaine de l'énergie, mais aussi de la **lutte contre le changement climatique**, de la **sûreté nucléaire** et des **transports**.



## Conseil aux entreprises

# Des prestations à forte valeur ajoutée pour les entreprises

Avec plus de 2000 clients, soit 300 nouveaux clients chaque année, l'activité de conseil et d'expertise de l'Ineris aux entreprises ne cesse de se développer. En 2017, l'Institut a atteint les principaux objectifs fixés dans son contrat d'objectifs et de performance 2016-2020

L'accroissement de l'activité commerciale de l'Institut se traduit par une hausse des prises de commandes de 2,5 % et un chiffre d'affaires à l'export qui continue sa progression (19,6 % en 2017 contre 16 % en 2016). Le chiffre d'affaires connaît par contre une légère baisse (-1,5 % par rapport à 2016), tout comme celui lié à la formation. Le nombre des schémas de certification volontaire actifs reste, lui, identique.

## UN DÉVELOPPEMENT CROISSANT DANS DES SECTEURS DIVERSIFIÉS

L'Institut effectue des prestations dans de nombreux secteurs industriels. Toutes ont augmenté de manière significative en 2017, à l'exception du traitement de l'eau et des déchets (8 % de l'activité), resté stable. Dans le secteur de l'énergie (environ 10 % du chiffre d'affaires de l'Institut), des expérimentations pour un consortium pétrolier ont ainsi généré une forte croissance. Il en va de même dans l'aéronautique, l'espace et la défense (4 % du chiffre d'affaires) avec des demandes en forte hausse, concernant notamment des essais pour des batteries, pour la substitution des substances et la

pyrotechnie. Le domaine de la certification et des études ATEX poursuit également son développement en France et à l'international en lien avec des projets industriels et des produits nouveaux comme les drones.

## UN TAUX DE SATISFACTION EN HAUSSE

La croissance de l'activité commerciale s'accompagne d'une hausse significative du taux de satisfaction client : à 94,7 % s'agissant des prestations effectuées (contre 92,4 % en 2016), à 90,6 % s'agissant du respect des délais de réalisation (90,4 % en 2016). Ces résultats attestent de la qualité de l'expertise fournie et de son adéquation avec les attentes du monde industriel.

2 000 clients  
et +300 nouveaux clients  
chaque année

+2,5 %  
de commandes

94,7 %  
de taux de satisfaction  
sur les prestations réalisées

90,6 %  
de taux de satisfaction  
sur les délais de réalisation  
des prestations

26,1 %  
de la part de l'activité  
consacrée aux prestations aux  
entreprises (18 M€ en 2017)

19,6 %  
du chiffre d'affaires  
réalisé à l'export

### 3 prestations à l'international en 2017

- Formations aux risques industriels et études ATEX pour des bureaux d'études, des industriels et les pouvoirs publics au Maroc.
- Expertise physico-chimique et essais d'inflammation et d'explosivité des nanomatériaux et nanoparticules pour l'Institut scientifique de service public (ISSEP) en Belgique.
- Attribution du label « sans phénol ajouté » à 4 catégories de papiers thermiques pour Mitsubishi Hitec Paper Europe en Allemagne



Séquence d'essai de création d'un cratère

## Analyse des conséquences d'une fuite de gaz sur un pipeline enterré

L'Ineris a été sollicité dans le cadre du projet de recherche partenariale CRATER initié par les industriels Air Liquide, NationalGrid, Petrobras et TIGF rassemblés au sein d'un *Joint industry program* (JIP). Objectif: évaluer les risques en cas de fuite sur des canalisations enterrées transportant des gaz inflammables sous pression. Des essais ont été mis en place en 2016 sur le site de l'Institut pour obtenir des données expérimentales (formation d'un cratère ou soulèvement du sol en fonction de la pression du gaz, du diamètre de la fuite et de la nature du sol). Les résultats, présentés au JIP en 2017, permettront aux industriels de disposer de scénarios et de méthodes de calculs harmonisés pour la détermination des distances de sécurité autour de leurs pipelines.

## Études dans le cadre de l'arrêt d'exploitation d'une mine de sel en Nouvelle-Aquitaine

Expert de référence, l'Institut s'est vu confier en 2017 par l'exploitant de la mine de sel d'Urcuit, les volets techniques et administratifs du dossier d'arrêt définitif de travaux miniers (DADT). Une étude du site relative aux aléas mouvements de terrain, aux risques résiduels et aux conséquences environnementales a été menée dans ce contexte. Grâce aux mesures *in situ* et aux techniques de modélisation, les spécificités liées à la méthode d'exploitation du sel (par dissolution) ont pu être prises en compte afin de définir les mouvements de terrains résiduels et de préconiser des mesures compensatoires.



Mesures de débit sur l'Hourgatxa

## Bilan de dix ans de suivi de la qualité de l'eau du bassin Adour Garonne

Avec 55 % de sa surface dédiée à l'agriculture, et 9 000 tonnes de produits phytosanitaires vendues pour la seule année 2015, le bassin Adour Garonne est soumis à une forte pression phytosanitaire. Devant les risques que ces substances et leurs produits de dégradation présentent pour la qualité et l'utilisation des eaux, l'agence de l'eau Adour Garonne a souhaité dresser un bilan du suivi phytosanitaire sur les dix dernières années. Elle a pour cela fait appel à l'Ineris et à l'Oleau, dans

le cadre d'un partenariat entre les deux instituts. L'étude s'est appuyée sur les données produites dans le cadre du suivi mis en place par l'agence de l'eau, soit 3,8 millions d'analyses sur 1500 points de mesure, couvrant 266 substances recherchées. Elle s'est décomposée en trois étapes: tout d'abord la collecte, l'organisation, l'intégration et la qualification des données et leur traitement sur une plateforme de visualisation; puis l'analyse et l'interprétation des résultats; et enfin la réalisation de

plusieurs supports de restitutions des résultats (synthèse technique, fiches substances synthétiques, plaquette d'information destinée au grand public).

### Une approche pluridisciplinaire et innovante

Pour mener à bien ce projet, les partenaires ont mobilisé de nombreuses expertises: connaissance des substances et des méthodes de caractérisation, méthodologie de hiérarchisation, toxicologie, éco-toxicologie, agronomie,

hydrologie, systèmes d'information, géomatique. Pour appréhender la très grande richesse et la diversité des données recueillies sur une longue période, des méthodes et des outils innovants ont été déployés. L'utilisation d'une plateforme de travail et de visualisation a favorisé le travail collaboratif et a permis d'établir les bases d'un système d'information qui a vocation à être pérennisé. À partir de cette base, une plateforme de diffusion publique des données est à l'étude.

## Certification

# Garantir la sécurité des personnels et des produits mis sur le marché

L'Ineris a pour mission d'accompagner l'innovation en favorisant la mise sur le marché de produits ou procédés, plus propres et plus sûrs. L'activité de certification de l'Institut, largement reconnue en France et à l'international, s'est poursuivie en 2017. Elle consiste à fournir aux industriels une expertise de qualité propre à garantir un haut niveau de sécurité pour leurs personnels comme pour les utilisateurs des produits commercialisés.

L'Ineris est un organisme de certification de produits et d'équipements de sécurité conformément aux directives européennes (marquage CE pour les atmosphères explosibles ou les matériaux énergétiques) et selon des schémas de certification volontaire internationaux (IECEX) ou développés par l'Institut pour attester de la sécurité apportée aux utilisateurs (installateurs, réparateurs, opérateurs) et aux citoyens (papier sans phénol ajouté, protection foudre des installations industrielles). En 2017, l'activité de certification a représenté 26 % du chiffre d'affaires de l'Institut.

## SURVEILLANCE DES PRODUITS CERTIFIÉS

L'activité de certification intègre la surveillance des produits certifiés. Ainsi, dans le cadre de la certification des papiers « sans phénol ajouté », l'Ineris a poursuivi en 2017 ses prélèvements semestriels de produits auprès des fabricants pour vérifier leur conformité. De même dans le cadre du marquage CE des matériels de sécurité ATEX et des produits dangereux explosifs, l'Institut a réalisé comme chaque année plus de 300 audits d'entreprises



pour vérifier les process de fabrication et la sécurité des produits mis sur le marché.

## CERTIFICATION DES PERSONNES

La prévention des risques d'explosion, la protection des installations industrielles contre la foudre et la fiabilité des systèmes instrumentés de sécurité sont trois domaines qui requièrent une grande rigueur dans la conception du matériel, l'installation et la maintenance. Néanmoins, l'objectif recherché ne peut être atteint sans une organisation efficiente de l'entreprise et l'intervention

de professionnels qualifiés. La certification de la compétence des personnes intervenant dans ces installations est en fort développement à l'Ineris pour :

- le schéma IECEX concernant le commerce des appareils destinés à être utilisés en atmosphère explosive, qui regroupe 25 pays à travers le monde (lire ci-contre) ;
- la certification ISM ATEX pour les personnels des

entreprises intervenant dans la conception, la réalisation et/ou la maintenance d'installations électriques en atmosphères explosives, désormais reconnue au compte personnel de formation (CPF) ;

- et la certification Quali-SIL destinée aux personnes intervenant sur les systèmes instrumentés de sécurité, et pour laquelle le 1 000<sup>e</sup> certificat a été remis en 2017.

 Pour en savoir plus sur nos certifications : <https://bit.ly/2Myaxzl>



# Zoom sur trois nouvelles certifications en 2017

## L'exportation de minerai de nickel de Nouvelle-Calédonie sécurisée

L'activité historique de l'Ineris en certification des matières dangereuses, en particulier dans le cadre du règlement ONU pour les produits explosifs ou assimilés, s'est élargie en 2017 par la certification des exportateurs de minerai de nickel de Nouvelle-Calédonie. À la suite de plusieurs naufrages, à travers le monde, de navires pour lesquels le minerai s'est « liquéfié », la réglementation mondiale maritime (code IMSBC) et sa transcription

nationale imposent dorénavant qu'un organisme certifie les méthodes de caractérisation des minerais. L'Ineris a réalisé une importante campagne d'audit avec tous les mineurs de Nouvelle-Calédonie afin d'attester du respect des exigences réglementaires et d'évaluer la qualité des tests mis en œuvre. Cette action a permis de qualifier tous les opérateurs et exportateurs de nickel de Nouvelle-Calédonie pour la période 2017-2019.



## Le premier siège bébé équipé d'un airbag intégré certifié



La sécurité automobile bénéficie depuis plusieurs décennies de la technologie des systèmes airbag, qui continuent à trouver de nouvelles places dans nos véhicules ou plus exactement dans leurs accessoires. Forts de leur expérience de longue date dans le domaine de la certification des modules airbag, les experts du pôle Certification de l'Ineris ont pu réaliser en 2017 la certification du premier siège bébé au monde équipé d'un dispositif airbag intégré. Cette innovation, déjà disponible sur le marché, permet une réduction de plus de la moitié de la force du choc ressenti par le bébé au niveau de la tête et du cou en cas de collision. De plus en plus d'objets visant à protéger des personnes ou des biens intégrant la technologie des airbags sont en cours de développement. Les concepteurs de ces objets font régulièrement appel, à des stades plus ou moins avancés de leurs projets, à l'expertise de certification de l'Ineris.

## La certification des appareils utilisés en atmosphère explosive étendue

L'Ineris a reçu en 2017 un avis favorable pour l'extension de son domaine de certification concernant la commercialisation des appareils destinés à être utilisés en atmosphère explosive (schéma international IECEx), aux appareils particuliers et innovants n'entrant pas dans les standards de protection prédéfinis.

Ces certifications « Ex s » dites « spéciales », basées sur une expertise et une analyse des risques d'explosion, mettent en valeur les compétences particulières de l'Institut dans ce domaine et sa capacité à intégrer les différentes composantes techniques liées à la protection de ces appareils: classement de

zones à risque d'explosion, analyse de risque des sources d'inflammation relatives aux parties électriques et non électriques de l'appareil, sûreté de fonctionnement des dispositifs et des systèmes de protection contre les explosions. Une reconnaissance basée sur l'expérience acquise par l'Institut lors de

certifications réalisées dans le cadre de l'évaluation de la conformité à la directive européenne ATEX 2014/34/UE pour des équipements tels que des panneaux catalytiques, des ioniseurs antistatiques ou des compresseurs de gaz.

# SÉCURITÉ INDUSTRIELLE ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

## Une approche intégrée sur toute la chaîne du risque

L'Ineris bénéficie de plusieurs décennies d'expérience dans le domaine de l'évaluation et de la prévention des risques accidentels et malveillants liés aux activités industrielles. Il dispose d'une expertise pluridisciplinaire sur toute la chaîne du risque qui lui permet d'aborder la sécurité dans toutes ses dimensions, techniques, humaines et organisationnelles.



### Sécurité industrielle

#### 22 \_ SITE SEVESO

Un guide pour orienter la sécurité des entreprises riveraines

#### 23 \_ PHÉNOMÈNES DANGEREUX

Le traitement d'image au service de la détection des ondes de chocs

#### 23 \_ FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

Faire évoluer les pratiques

#### 23 \_ PHÉNOMÈNES DANGEREUX

Mieux comprendre la propagation d'ondes de grande énergie

### Transition énergétique

#### 24 \_ NOUVELLES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES

Caractériser la dangerosité des batteries lithium-ion

#### 24 \_ NOUVELLES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES

Accompagner le développement de la filière hydrogène





## Dangers des substances chimiques

### 25 \_ COMPOSÉS DE SUBSTITUTION

Une thèse Ineris/UTC primée sur des tensioactifs issus de ressources renouvelables

### 25 \_ MÉTHODES ALTERNATIVES D'ÉVALUATION

Évaluer les propriétés d'une substance sans passer par des essais

# 19

**fiches « méthodes »**  
ont été élaborées au sein  
du guide FOH publié en 2017

# 4

**thèses de doctorat** ont été  
soutenues au sein de la direction  
des risques accidentels en 2017

## Sécurité industrielle

### # SITES SEVESO

# Un guide pour orienter la sécurité des entreprises riveraines

**A**vec le concours du ministère de la Transition écologique et solidaire, l'Association nationale des collectivités pour la maîtrise des risques technologiques majeurs (AMARIS) et l'Ineris, en collaboration avec le Cerema et l'agence EDEL, ont élaboré un guide s'adressant aux dirigeants des entreprises riveraines des sites Seveso seuil haut. Entretien avec Agnès Vallée, responsable études et recherches à l'Ineris, et co-auteur du Résiguide, mis à disposition en juin 2017.



#### À quel besoin répond cet outil ?

Créés par la loi Risques du 30 juillet 2003, les plans de prévention des risques technologiques (PPRT) concernent environ 550 sites Seveso seuil haut et des milliers d'entreprises riveraines. Ces plans définissent les règles d'urbanisation autour des sites Seveso, avec des zones rouges (interdiction de construire) et des zones bleues (nouvelles constructions autorisées, sous conditions). Dans ces zones bleues, si les entreprises ont l'obligation de mettre en sécurité les personnes (salariés et visiteurs), la loi leur laisse le choix des mesures de protection à mettre en place en fonction des risques (incendie, explosion et/ou dispersion de toxiques). Le Résiguide a été élaboré afin de donner à leurs dirigeants des pistes pour choisir la politique de prévention adaptée à leur besoin.

#### Quelles sont les informations fournies dans ce Résiguide ?

Le Résiguide fournit d'abord des informations générales vulgarisées relatives aux risques technologiques, visant à sensibiliser un large public d'entreprises : PME, usines... Il donne également des repères pour aider les industriels à élaborer une politique de prévention. Pour les experts (bureaux d'études...), il propose des fiches techniques détaillées leur permettant d'aller plus loin dans la démarche et de mettre en place les mesures définies.

#### Quels types de mesures sont décrites ?

Les premières mesures concernent l'information du personnel sur les risques et les conduites à tenir en cas d'alerte, à mettre en œuvre dès lors que l'entreprise est informée d'un PPRT. Il y a aussi des mesures techniques préventives (travaux pour renforcer un bâtiment ou créer un local de protection) et

organisationnelles en cas d'accident (mise à l'abri dans un local de protection et/ou de confinement, dans une zone refuge à l'extérieur du bâtiment). Sans oublier des solutions intermédiaires, comme la réorganisation des espaces intérieurs et extérieurs, afin de limiter autant que possible l'exposition des personnes au risque technologique.

 **Pour consulter le Résiguide :** <https://bit.ly/2uiWcjp>

 **Pour voir le film de présentation sur le Résiguide :** <https://bit.ly/2LFr98q>





## # PHÉNOMÈNES DANGEREUX

**Le traitement d'image au service de la détection des ondes de choc**

*Explications de Yann Grégoire, ingénieur d'études et de recherche au sein de l'unité Expérimentation et modélisation en explosion (EMEX).*

**Les techniques de traitement d'image ont ouvert de nouvelles perspectives pour acquérir des informations. Le logiciel VIDERIS conçu par l'Ineris permet ainsi de détecter des ondes de choc et les fronts de flamme en se basant sur une technique issue de la compression vidéo.**

« Notre équipe conduit souvent des expérimentations consistant à réaliser des explosions à grande échelle. En pratique, ces expériences nécessitent la mise au point de disperseurs de poussières combustibles. Pour reproduire au mieux la situation industrielle, ces dispositifs doivent être paramétrés. La vitesse des nuages de particules est un élément clé à connaître. Certes, des capteurs peuvent être utilisés, mais leur présence peut modifier le phénomène. Ces dernières décennies, les techniques de traitements de l'image ont ouvert de nouvelles perspectives pour acquérir des informations. En particulier, la technique de mesure dite « du flot optique » est utilisée pour détecter des mouvements et en déduire le champ de vitesse dans le domaine de la compression d'image, de la robotique et de la vision par ordinateur. Nous nous sommes demandé pourquoi ne pas l'utiliser dans le champ des explosions. En 2015, nous avons montré que cela était possible avec un premier algorithme développé avec l'université de Poitiers, spécialiste du traitement d'image, et testé sur des essais réels. Le prototype a ensuite été optimisé en 2017



avec l'ENSI Caen. C'est ainsi qu'est né le logiciel VIDERIS, utilisé en avant-première dans le cadre d'une expérience à grande échelle à la carrière de Mont-la-Ville (Oise). C'est un outil complet qui permet de nombreux calculs sur les images. Il est notamment capable de détecter des ondes de choc et les fronts de flamme. Nous l'avons aussi mis à disposition des autres équipes du pôle Phénomènes dangereux et résistance des structures de l'Ineris. Ses capacités sont ainsi actuellement étudiées pour la mesure du déplacement des structures soumises à une explosion, ou celle de la taille d'un nuage à la suite d'un rejet accidentel. »

## # FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

**Faire évoluer les pratiques**

L'Ineris a élaboré un guide pour apporter aux professionnels des repères pour une approche plus structurée des facteurs organisationnels et humains (FOH) dans la sécurité industrielle. Le premier volet précise ce qu'est une démarche FOH. Différents outils sont ensuite proposés pour aider à définir les modalités d'intégration des FOH dans la politique sécurité de l'entreprise. Les démarches les plus répandues sont présentées sur la base de fiches « descriptives ». Enfin, une matrice d'ingénierie FOH est proposée pour aider les organisations à faire le point sur leur situation et à structurer leur réflexion afin de mettre en place un plan d'action pour l'avenir.

 **Pour consulter le guide :**  
<https://bit.ly/2kBOCLz>

## # PHÉNOMÈNES DANGEREUX

**Mieux comprendre la propagation d'ondes de grande énergie**

Financé par le programme ASTRID de l'Agence nationale de la recherche, le projet PROLONGE vise à étudier la propagation à longue distance d'ondes de grande énergie. Il s'agit d'ondes de choc, d'amplitude comparable à celle de grands accidents industriels, pour lesquels les modèles unidimensionnels de propagation (abaque TNT par exemple) ne donnent qu'au mieux des ordres de grandeur. En partenariat avec le CEA et la société de métallurgie Dynamics materials Nobelclad, l'Ineris a réalisé une centaine d'essais (tirs de 100 à 500 kg eq TNT) instrumentés dans des conditions météorologiques variées. Il a ainsi montré qu'au-delà d'une distance de l'ordre du kilomètre, les effets de pression dépendent largement des conditions météorologiques. En deçà de cette distance, l'effet de la charge est plus marqué, à parts égales avec le relief.

## Transition énergétique

### # NOUVELLES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES

## Caractériser la dangerosité des batteries lithium-ion

**E**n appui à la mission transport de matières dangereuses qui participe à l'élaboration de la réglementation du transport des matières dangereuses à l'échelon international, l'Ineris étudie la dangerosité des batteries au lithium vis-à-vis de leur comportement au feu en cas d'accident de transport.

L'Ineris contribue activement à un groupe de travail international de l'Organisation des nations unies visant à définir des catégories de batteries en fonction du type de technologies de ces dernières et des risques associés à leur transport, en tant que marchandises dangereuses. Sur la base de retours d'expériences de comportement au feu des batteries, comparativement

aux données issues d'essais réels et de modélisations de feux d'autres marchandises dangereuses ou non, l'Institut a d'abord démontré en 2015 et 2016 la pertinence d'une catégorisation des batteries lors de leur transport. Poursuivant ses travaux, l'Institut a montré en 2017 des variations très significatives sur les effets thermiques et les dégagements de gaz de batteries lithium-ion

soumises à différentes sollicitations. Une variabilité qui pourrait selon lui devenir plus importante encore avec la diversité des technologies attendues sur le marché dans les années à venir. À la suite de ces travaux, l'Institut a proposé au groupe de travail de mettre en place une campagne d'essais pour établir cette catégorisation. Une première étape de compilation des données disponibles chez

les différents experts a été initiée en 2017 et sera poursuivie en 2018. En parallèle, l'Ineris est fortement impliqué dans le comité technique TC120 de la Commission électrotechnique internationale (IEC). Il y assure la présidence du groupe de travail GT5 (WG5) : ce groupe traite des questions de sécurité des systèmes de stockage d'énergie électrique avec une approche systémique. L'Ineris a piloté le premier document normatif élaboré par ce groupe, qui a été publié en 2017 [TS62933-5-1].

### # NOUVELLES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES

#### Accompagner le développement de la filière hydrogène

L'utilisation du dihydrogène ( $H_2$ ) comme vecteur d'énergie pour la mobilité électrique est identifiée comme une solution clé pour la transition énergétique. Le véhicule électrique à hydrogène permet une recharge en 3 minutes pour

une autonomie de 600 km et est non polluant (ni particule, ni émission de  $CO_2$ , ni bruit). Sous réserve que l'hydrogène ait été produit à partir d'énergie renouvelable, il ne contribue pas au changement climatique lors de son utilisation. Le développement de cette technologie nécessite de mettre en place une infrastructure pour la distribution de l'hydrogène avec le déploiement de stations-service d'un genre nouveau. En 2017, l'Ineris a accompagné les pouvoirs publics pour l'analyse de risque de ces nouveaux systèmes. S'appuyant sur les acquis des projets de recherche européens et nationaux (H2E, FIRECOMP,

HYPE, HYCHAIN, DRIVE...), des travaux d'appuis réalisés dans le passé en lien avec les stations-service d'hydrogène et des groupes de normalisation auxquels il participe (ISO 197 WG24 et CEN 268 WG5), l'Institut a identifié les systèmes techniques qui permettent d'assurer la sécurité des consommateurs, des exploitants et des populations environnantes. Ces travaux ont constitué une des données d'entrée sur lesquelles les pouvoirs publics se sont basés pour élaborer un projet d'arrêtés de prescription générale applicables aux futures stations-service d'hydrogène, en consultation publique le 26 avril 2018.



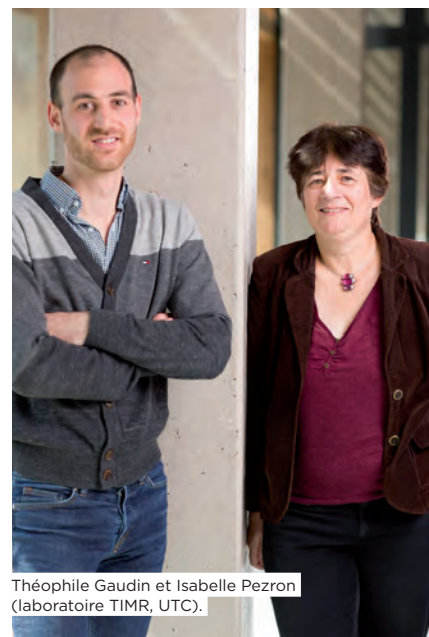
## Dangers des substances chimiques

### # COMPOSÉS DE SUBSTITUTION

#### Une thèse Ineris/UTC primée sur des tensioactifs issus de ressources renouvelables

La thèse de doctorat de Théophile Gaudin a reçu le prix d'excellence 2017 « Guy Daniélou » décerné par l'université de technologie de Compiègne (UTC). Consacrée à la prédiction des propriétés physico-chimiques de tensioactifs dérivés de sucre, elle a permis de développer des modèles mathématiques QSPR (*Quantitative Structure Property Relationship*) pour évaluer les performances de ces substances à partir de leur structure moléculaire. Ces modèles sont spécifiquement dédiés aux tensioactifs dérivés des sucres, afin d'encourager la substitution des tensioactifs issus du pétrole, non renouvelables qui sont majoritairement utilisés aujourd'hui. Ces tensioactifs renouvelables sont de plus en plus utilisés notamment comme ingrédients clés des détergents et des cosmétiques. Les travaux de thèse ont été réalisés sous la direction d'Isabelle Pezron (laboratoire Transformations intégrées de la matière renouvelable – TIMR, UTC), co-encadrés à la direction des risques accidentels de l'Ineris par Guillaume Fayet et Patricia Rotureau. Ces travaux se sont déroulés dans le cadre d'un projet intitulé AMPHIPRED (programme Genesys porté par l'ITE PIVERT / Investissements d'Avenir). Le prix « Guy Daniélou » est attribué à trois docteurs UTC ayant soutenu dans l'année et dont les travaux ont été remarqués par le jury. Il est parrainé par la région Hauts-de-France, l'agglomération de la région de Compiègne et un partenaire industriel (différent chaque année).

 Pour regarder la vidéo de l'UTC : <https://bit.ly/2IWChQP>



Théophile Gaudin et Isabelle Pezron (laboratoire TIMR, UTC).

### # MÉTHODES ALTERNATIVES D'ÉVALUATION


#### Évaluer les propriétés d'une substance sans passer par des essais

Depuis plusieurs années, l'Ineris évalue et développe des méthodes prédictives complémentaires aux essais pour déterminer les propriétés physico-chimiques dangereuses de substances chimiques (explosibilité, inflammabilité, stabilité thermique) à partir de leur seule structure moléculaire. Ces méthodes permettent d'accéder aux données nécessaires au classement des substances à moindre coût, dans un temps plus court et lorsque les quantités de produits nécessaires à la réalisation de l'essai posent des difficultés (disponibilité et/ou coût

des produits testés). Ces modèles QSPR doivent satisfaire les critères de validation de l'OCDE pour être utilisés dans un cadre réglementaire. De tels modèles sont disponibles dans la QSAR Toolbox, outil logiciel réglementaire développé par l'OCDE et destiné aux gouvernements et industriels de la chimie pour combler le manque de données nécessaires pour évaluer les dangers des produits chimiques. Un premier modèle de l'Ineris, dédié à la prédiction de la sensibilité à l'impact de composés nitrés, a été implémenté

en décembre 2014 dans la Toolbox. En 2017, ces démarches d'acceptabilité réglementaire ont été poursuivies avec pour objectif l'implémentation de deux nouveaux modèles. Le premier concerne la prédiction de la stabilité thermique de peroxydes organiques et le second la sensibilité à l'impact des nitramines, deux propriétés importantes pour le classement des substances explosives dans le cadre du transport de marchandises dangereuses et du règlement CLP. Les fichiers nécessaires à leur implémentation dans la Toolbox ont été transmis

au groupe d'experts internationaux qui les a évalués puis validés en novembre dernier. Les modalités pratiques de leur intégration seront discutées dans les prochains mois. Ces travaux constituent la première étape d'un jalon du contrat d'objectifs et de performance 2016-2020 de l'Ineris, qui porte sur la diffusion d'un nouveau modèle de prédiction des dangers d'explosion ou d'incendie de substances.

 Pour en savoir plus sur la QSAR Toolbox : [www.qsartoolbox.org/](http://www.qsartoolbox.org/)



## Modélisation numérique

# Comprendre, évaluer et prévenir les phénomènes

**Pollution atmosphérique, explosion, expositions environnementales... La modélisation numérique permet de mieux comprendre, évaluer et prévenir des phénomènes très variés dans le domaine des risques accidentels, chroniques ou liés au sol et sous-sol. Au sein de l'Ineris, elle représente une activité importante en termes d'enjeux, de perspectives et de compétences. Plusieurs équipes dans les trois directions opérationnelles de l'Institut développent et mettent en œuvre des outils numériques en partenariat avec des laboratoires de recherche académiques et leurs travaux de recherche sont à l'origine de nombreuses publications dans des revues scientifiques renommées. La modélisation vient ainsi compléter l'activité expérimentale de l'Institut, pilier essentiel de l'évaluation et de la maîtrise des risques.**

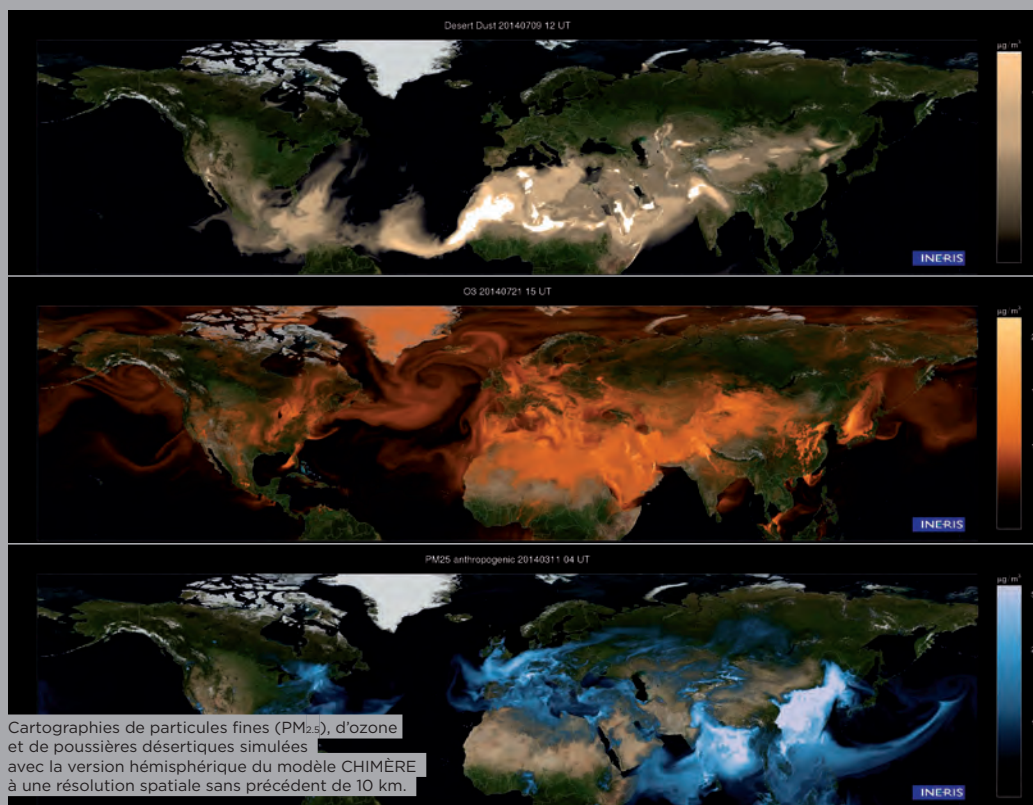
### PRÉVOIR LA QUALITÉ DE L'AIR PAR UNE MODÉLISATION À HAUTE RÉOLUTION

**C**HIMÈRE est un modèle de chimie-transport développé et mis en œuvre par l'unité de modélisation atmosphérique et cartographie environnementale de l'Ineris en collaboration avec le CNRS pour le suivi et la prévision des épisodes de pollution atmosphérique

et pour l'évaluation de stratégies de moyen et long terme de gestion de la pollution atmosphérique. Les modélisations CHIMÈRE sont ainsi utilisées par le système national de prévision de la qualité de l'air **www.prevoir.org** coordonné par l'Ineris en collaboration avec Météo-France, le CNRS et le Laboratoire

central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA). Sur le plus long terme, la modélisation vise à évaluer l'efficacité des politiques de gestion de la qualité de l'air en rétrospectif (pour des analyses de tendances) ou en projection (pour qualifier l'amélioration de qualité de l'air qui est attendue en réponse à des réductions

d'émissions programmées). CHIMÈRE est un modèle dit « régional » développé pour simuler la qualité de l'air sur des domaines s'étendant de quelques dizaines (agglomération) à quelques milliers de kilomètres (continent). Mais en 2016, le modèle a été déployé sur l'ensemble du globe par le CNRS. Pour cela, un travail important a été réalisé pour modifier les projections géographiques, prendre en compte la spécificité de l'utilisation des sols et du cycle de la végétation à l'échelle mondiale et adapter des inventaires d'émissions à l'échelle du globe. En 2017, l'Ineris a mis en œuvre cette nouvelle version dans une configuration inédite recouvrant l'ensemble de l'hémisphère Nord avec une résolution d'une dizaine de kilomètres. Une avancée rendue possible grâce aux ressources de calcul du Centre de calcul recherche et technologie (CCRT) et qui a abouti à la production de cartographies de pollution de l'air haute résolution sur tout l'hémisphère Nord : particules fines, ozones, dioxyde d'azote, panaches de poussières désertiques... Une première!





## SIMULER LES TRANSFERTS RADIATIFS AU SEIN DE NUAGES DE POUSSIÈRES

Les industries métallurgiques sont parfois confrontées à des explosions d'une violence difficile à comprendre sur la base des connaissances traditionnelles. Depuis longtemps, la communauté scientifique se demande si l'apport de transferts radiatifs à travers le front de flamme ne pourrait pas expliquer ce phénomène. Pour répondre à cette question, l'Ineris, l'université technologique de Compiègne et l'université Picardie Jules Verne ont collaboré dans le cadre du projet de recherche Radian. L'équipe a développé un outil numérique de simulation, couplant la méthode des éléments discrets (pour modéliser les échanges radiatifs entre particules) à la méthode des différences finies (pour la modélisation de la conduction/combustion). Des expériences ont ensuite été réalisées sur une installation d'essai permettant de produire des nuages de particules calibrés, d'observer les flammes et d'en mesurer les principales caractéristiques. Ces études ont mis en évidence que le rayonnement thermique peut conduire à une très forte accélération de la flamme (dans une proportion de 10) par rapport aux situations classiques, où seuls les échanges conductifs participent à la propagation.

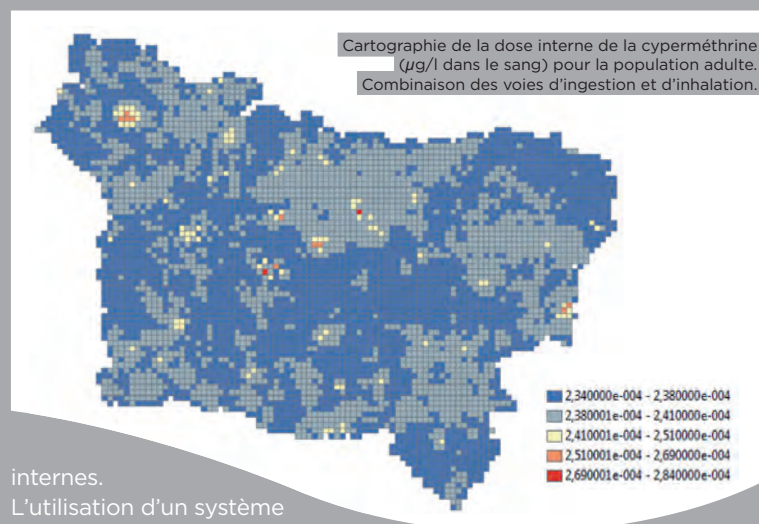
## MODÉLISER LE STOCKAGE SOUTERRAIN

En s'appuyant sur ses compétences historiques dans le domaine de la sécurité des ouvrages souterrains (mines et carrières), l'Ineris est sollicité sur des questions liées à la sécurité de stockages souterrains et leurs impacts environnementaux. Des travaux de recherche et d'appui aux politiques publiques sont réalisés dans le domaine de la modélisation des différents types de stockages souterrains de gaz naturel, d'hydrocarbures, d'énergie (dans le contexte de transition énergétique), de CO<sub>2</sub> et de déchets industriels et radioactifs (en collaboration avec l'Andra). Des modèles numériques prenant en compte le comportement mécanique des roches encaissant le stockage et les processus thermiques et hydrauliques intervenants sont développés. Ils permettent d'étudier les phénomènes liés aux risques d'endommagement de la paroi du stockage, son impact sur les transferts hydro-géochimiques en milieu géologique, les niveaux aquifères et la surface du sol. Parmi les travaux réalisés en 2017, citons l'exemple de développement d'un modèle de comportement mécanique testé dans le Laboratoire souterrain de recherche de Meuse/Haute-Marne de l'Andra. Ce modèle permet de simuler le comportement complexe d'un matériau de soutènement compressible des galeries souterraines. Ce modèle a été implanté dans un code de calcul numérique permettant à la fois des calculs prédictifs et de rétroanalyse.

## CARTOGRAPHIER LES EXPOSITIONS AUX SUBSTANCES PHYTOSANITAIRES DES POPULATIONS À L'ÉCHELLE D'UN TERRITOIRE

L'exposome englobe l'ensemble des expositions environnementales qui peuvent influencer la santé d'un individu tout au long de sa vie, en incluant la période prénatale. L'émergence de ce concept implique le développement de nouvelles méthodes pour évaluer les expositions. Face à cet enjeu, l'Ineris a lancé deux projets, CETAPHYTO et CartoExpo, dans l'objectif de tester la faisabilité d'une méthodologie intégrée pour cartographier les expositions aux substances phytosanitaires, en croisant les approches d'évaluation allant de la contamination des milieux environnementaux jusqu'à l'estimation des doses internes dans les matrices biologiques (fluides,

tissus, organes). Une étude pilote a été menée. Le calcul d'exposition a été réalisé en Picardie pour l'année 2013, pour deux classes d'âge, enfants et adultes, sur l'ensemble du territoire régional. Les usages de cinq phytosanitaires ont été intégrés, et les voies d'inhalation et d'ingestion ont été considérées. La modélisation a été réalisée en couplant plusieurs outils développés au sein de l'Ineris : modèle atmosphérique, modèle d'exposition multimédia (modélisation des transferts des pesticides entre les milieux environnementaux pour estimer l'exposition des populations), modèles toxicocinétiques basés sur la prédiction des expositions



internes. L'utilisation d'un système d'information géographique a permis de cartographier les inégalités d'exposition environnementales, sur une résolution fine, par la spatialisation des doses journalières d'exposition issues du modèle d'exposition multimédia.

Cette démarche intégrée d'évaluation de l'exposition a abouti à la réalisation de premières cartographies de l'exposition des populations aux substances phytosanitaires.

# SUBSTANCES, PRODUITS, MILIEUX

## La caractérisation des dangers et des impacts sur l'homme et l'environnement

Les risques chroniques sont un volet majeur de l'activité de l'Ineris. Il s'agit d'étudier les phénomènes physiques et biologiques qui ont des impacts sur l'homme et l'environnement et de mettre en œuvre des mesures visant à les réduire et les prévenir. L'Institut dispose d'une expertise reconnue en modélisation prédictive, notamment en matière de qualité de l'air, qu'il soit ambiant ou intérieur, et dans l'évaluation de la qualité de l'eau et des milieux, avec les apports de la toxicologie et de l'écotoxicologie. Dans le cadre de sa mission d'appui aux pouvoirs publics, l'Ineris a poursuivi sa mobilisation afin de contribuer à la mise en œuvre des politiques publiques relatives à la santé des populations et à l'environnement (Plan national santé environnement 3, stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens). L'Institut continue également de mettre son expertise au service de la transition énergétique et de l'économie circulaire à travers notamment la caractérisation des risques liés aux déchets ou au développement de la filière méthanisation.



### Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens

#### 30 \_ SUBSTITUTION DE PRODUITS CHIMIQUES DANGEREUX

Un guide pour choisir  
des substitutions adaptées  
aux usages

#### 30 \_ LABEL

Des textiles garantis  
« sans PE » pour les enfants  
et les femmes enceintes

### 3<sup>e</sup> Plan national santé environnement

#### 31 \_ POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS

Évaluer les transferts  
et les risques pour l'homme  
et les écosystèmes

#### 31 \_ INDICATEURS D'EXPOSITIONS INTERNES

Évaluer les risques agrégés  
par un individu tout au long  
de sa vie

#### 31 \_ ÉVALUATION DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL

Trois rapports pour mieux  
caractériser l'exposition  
des populations

### Qualité de l'air

#### 32 \_ PREV'AIR

Des prévisions  
encore plus précises

#### 32 \_ ÉMISSIONS DE POLLUANTS

Le point sur le chauffage  
domestique au bois

#### 32 \_ AÉROSOLS

Zoom sur les travaux  
de recherche



## Qualité de l'eau

### 33 \_ MICROPOLLUANTS

Deuxième édition du guide de l'Agence de l'eau Seine Normandie

### 33 \_ ÉMISSIONS ET REJETS

Une méthode commune pour une action cohérente

### 33 \_ SOLS POLLUÉS ET EAUX SOUTERRAINES

Les composés aromatiques polycycliques oxygénés sous surveillance

## Économie circulaire

### 34 \_ FILIÈRE MÉTHANISATION

Un guide pour une méthanisation agricole propre, sûre et durable

### 35 \_ DÉCHETS

Bien les identifier, pour mieux les recycler

## Substances chimiques

### 35 \_ TOXICOLOGIE

Du nouveau sur le portail substances chimiques

### 35 \_ VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

Comment les définir, comment les choisir ?

### 35 \_ RÉGLEMENTATION

REACH 2018 : le tour de France des CCI

**10** **fiches de bonnes pratiques** pour une méthanisation sûre, propre et durable ont été élaborées par l'Ineris.

**4** **km de résolution** pour les prévisions de concentrations des polluants atmosphériques par le système de prévision de la qualité de l'air PREV'AIR.

**134** **nouveaux facteurs** de bioconcentrations déterminés dans le cadre du projet TROPHé, pour des polluants organiques présents dans les sols pour les végétaux.

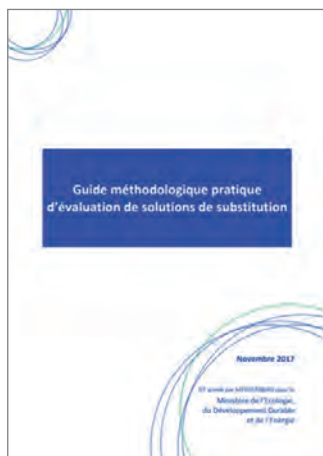


## Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens

### # SUBSTITUTION DE PRODUITS CHIMIQUES DANGEREUX

## Un guide pour choisir des substitutions adaptées aux usages

**S**ur demande du ministère en charge de l'environnement, un groupe de travail coprésidé par l'Ineris et le Medef a élaboré un guide méthodologique d'évaluation de solutions d'aide à la substitution de produits chimiques dangereux.



La substitution de produits chimiques, en particulier les perturbateurs endocriniens, fait l'objet de démarches volontaires engagées par les entreprises. Mais le retour d'expérience a montré que ces dernières ont besoin d'un soutien pour appréhender l'ensemble des dimensions à prendre en compte, qu'elles soient sanitaire, environnementale, technique, économique et sociale.

Conçu comme un outil d'aide à la décision, le guide élaboré par l'Ineris et le Medef propose des éléments méthodologiques pour comparer différentes alternatives potentielles et d'identifier un, et en général, plusieurs substituts car ils dépendent des usages. Il présente les étapes d'un projet de substitution depuis

sa définition jusqu'à sa mise en œuvre en passant par l'évaluation et la comparaison des alternatives. Ce guide s'adresse aux entreprises, mais aussi aux autres parties prenantes (associations) et aux pouvoirs publics qui peuvent avoir à évaluer cette démarche.

 **Pour consulter le guide:** <https://bit.ly/2u1610>

### # LABEL

## Des textiles garantis « sans PE » pour les enfants et les femmes enceintes

Dans le cadre de la stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens, l'Ineris a été chargé par le ministère de la Transition écologique et solidaire de mener une étude sur les perturbateurs endocriniens (PE) présents dans les articles textiles destinés aux enfants et femmes enceintes. Elle s'est déroulée en trois phases.

La première a consisté à sélectionner les articles et matériaux pour lesquels ces composés sont plus susceptibles d'être présents. Il s'agit du nylon dans les sous-vêtements destinés aux femmes enceintes, du polyester dans les matelas destinés aux enfants, du polypropylène dans les biberons, et du PVC dans les jeux d'éveil. Dans un deuxième temps,

un recensement des PE potentiellement présents dans ces articles et matériaux a été réalisé. La troisième étape a consisté à étudier les possibilités de gérer les risques des substances identifiées dans les articles textiles par l'intermédiaire d'un label. Après avoir inventorié les différents labels existant sur le marché (Naturlabel, Ecotextil, etc.) et dressé

la liste des substances proscrites par ces labels (PE, cancérogènes...), ces dernières ont été comparées à celles identifiées par l'Ineris. Plusieurs listes de substances qui pourraient être incluses dans le futur label « sans PE » ont été proposées, en fonction du niveau d'ambition souhaité pour celui-ci.



## 3<sup>e</sup> Plan national santé environnement

### # POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS Évaluer les transferts et les risques pour l'homme et les écosystèmes

Le point avec Karen Perronnet, coordinatrice du projet.

**Piloté par l'Ineris et cofinancé par l'Ademe, le projet TROPHÉ vise à améliorer les connaissances concernant le transfert des polluants organiques persistants, les polychlorobiphényles (PCB) et les polychlorodibenzo - dioxines/furannes (PCDD/F). En 2017, six rapports ont été publiés.**

« Dans un premier temps, de 2013 à 2015, nos expérimentations ont consisté à mesurer le transfert de ces deux familles de polluants vers des végétaux potagers cultivés en pot et des vers de compost, premiers maillons d'un écosystème terrestre, en utilisant de la terre prélevée sur un site pollué. Ces mesures ont montré qu'il y avait bien un transfert possible vers l'homme au travers de la consommation de végétaux et chez les vers de terre. Un résultat original, ces deux composés étant considérés jusqu'alors comme peu assimilés par les plantes quand ils sont présents dans les sols. Si le transfert reste faible, il est globalement plus élevé pour les PCB que pour les PCDD/F à la fois pour les végétaux et les invertébrés. À l'aide du logiciel Modul'ers de l'Ineris, nous avons ensuite évalué les expositions et les risques sanitaires sur la base de nos données expérimentales. Résultats : pour les PCB,



l'ingestion via les végétaux constitue une voie prépondérante d'exposition. Pour les PCDD/F, c'est l'ingestion non intentionnelle de sol qui est la voie prépondérante. Le risque a été évalué. Il existe mais reste acceptable selon les scénarios que nous avons développés. Enfin, nos données ont été intégrées dans Terrasys, logiciel commercial utilisé pour évaluer les risques pour les écosystèmes à partir d'un site réhabilité, afin d'émettre plusieurs recommandations pour limiter ces transferts. »

 Pour consulter les 6 rapports : <https://bit.ly/2LR2YUO>

### # INDICATEURS D'EXPOSITIONS INTERNES

#### Évaluer les risques agrégés par un individu tout au long de sa vie

Le terme « exposome » désigne l'ensemble des expositions auxquelles un individu est soumis tout au long de sa vie et qui sont susceptibles d'influencer sa santé. Cette notion implique de considérer toutes les voies d'exposition à un polluant. Pour évaluer les risques agrégés par un individu, l'Ineris s'est appuyé sur une approche de modélisation toxicocinétique. Celle-ci permet, en effet, d'élaborer des indicateurs de dose interne, sommant les expositions de plusieurs voies. Pour illustrer sa démarche, l'Ineris s'est appuyé sur quelques exemples, comme le calcul d'indicateurs en lien avec les effets de l'exposition d'enfants au plomb. Une initiative qui s'inscrit dans le cadre de l'action 34 du Plan national santé environnement 2015-2018 (PNSE3).

### # ÉVALUATION DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL

#### Trois rapports pour mieux caractériser l'exposition des populations

L'Ineris accompagne le ministère dans la mise en place du 3<sup>e</sup> Plan national santé environnement. Les actions qu'il mène dans ce cadre visent notamment à contribuer à la caractérisation et à la réduction des expositions des populations sur l'ensemble du territoire. En 2017, ses travaux ont notamment porté sur les données environnementales. Un inventaire des bases de données environnementales aux niveaux régional et local a ainsi été réalisé. Il a permis la mise à jour du rapport sur la caractérisation des inégalités environnementales<sup>1</sup>. Deux autres rapports, concernant d'une part le transfert des dioxines, furannes et polychlorobiphényles vers les végétaux et les matrices animales<sup>2</sup> et d'autre part le transfert de traces métalliques dans le sol vers les plantes<sup>3</sup>, ont été finalisés.

 Pour consulter les rapports :

<sup>1</sup> <https://bit.ly/2usg5E3>

<sup>2</sup> <https://bit.ly/2lmQ58V>

<sup>3</sup> <https://bit.ly/2LbEN2u>

## Qualité de l'air

### # AÉROSOLS

#### Zoom sur les travaux de recherche

Les particules fines ont des effets néfastes sur la santé humaine et les écosystèmes. Parmi elles, les aérosols organiques secondaires (AOS) occupent une place centrale. Leurs processus de formation sont complexes et parfois encore mal connus, en raison de la multiplicité de leurs précurseurs gazeux et des mécanismes physicochimiques mis en jeu. Des travaux en laboratoire et sur site ont permis de cibler de nouveaux marqueurs moléculaires spécifiques pour quantifier des familles d'AOS rarement étudiées jusqu'à présent. Ces données sont précieuses pour le développement de modèles numériques, tels que le code CHIMÈRE co-développé par l'Ineris et le CNRS. Affiner la connaissance et les simulations des processus de formation des particules atmosphériques permet de mieux prédire la qualité de l'air. Les travaux expérimentaux et métrologiques menés à l'Ineris contribuent à une meilleure description de ces phénomènes et permettent de les transcrire dans les modèles. La modélisation a fait l'objet de vingt publications ISI en 2017, les travaux expérimentaux et métrologiques ont été valorisés dans huit articles.

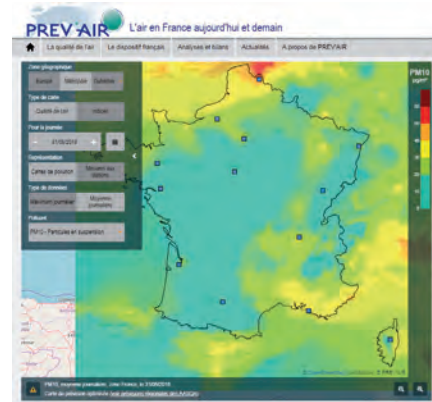
### # PREV'AIR

## Des prévisions encore plus précises

**D**epuis avril 2017, la plateforme de prévision de la qualité de l'air PREV'AIR fournit quotidiennement des cartographies de la qualité de l'air sur la France à 4 km de résolution. Une avancée technologique rendue possible grâce au portage PREV'AIR sur le supercalculateur de Météo-France à Toulouse.

Depuis 2003, le système national PREV'AIR développé et géré par l'Ineris fournit quotidiennement sur son site internet [www.prevoir.org](http://www.prevoir.org) des prévisions de la qualité de l'air pour les principaux polluants réglementés : ozone, dioxyde d'azote et particules  $PM_{10}$  et  $PM_{2.5}$ . Cette plateforme est le fruit du travail du consortium qui rassemble, aux côtés de l'Ineris et de Météo-France, le CNRS et le LCSQA. Les prévisions et cartographies de qualité de l'air à différentes échelles spatiales sont issues de modèles complexes de physico-chimie de l'atmosphère, couplés à des algorithmes de fusion de

Concentrations moyennes de  $PM_{10}$  pour la France le 31/05/2018



données qui intègrent dans les modèles les données d'observation mises à disposition quotidiennement à travers l'Europe par les réseaux de mesure. En 2017, afin de renforcer sa fiabilité et d'augmenter sa résolution, l'ensemble de la chaîne a été transférée sur le supercalculateur de Météo-France. Résultat, les cartes de pollution sont désormais produites en France à 4 km de résolution contre 10 km auparavant. Des cartes européennes à 10 km de résolution sont par ailleurs produites dans le cadre du service Copernicus de surveillance de l'atmosphère

de la Commission européenne. PREV'AIR est aussi désormais capable de fournir des prévisions à 3 jours d'échéance contre 2 dans le passé. Ces informations plus précises et plus fiables permettent de mieux anticiper les épisodes de pollution qui se développent en France tout au long de l'année. Compte tenu de la préoccupation du public sur les questions de la qualité de l'air et de l'émergence des startups désireuses d'élargir leurs prestations, le consortium PREV'AIR a décidé de mettre à disposition ses prévisions sur le site [data.gouv.fr](http://data.gouv.fr).

### # ÉMISSIONS DE POLLUANTS

#### Le point sur le chauffage domestique au bois

La combustion de bois dans les foyers domestiques (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.) contribue aux émissions annuelles nationales globales en France métropolitaine, tous secteurs confondus, d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) à hauteur de 59 %, de benzène pour 58 % et de particules fines primaires ( $PM_{2.5}$ ) pour 44 %. Ces dix dernières années, l'Ineris a mené différents travaux sur cette source de polluants, portant sur les facteurs influençant les performances environnementales et énergétiques des appareils, les émissions polluantes, et les différentes voies possibles pour les réduire. L'Institut a publié un document qui présente une synthèse des connaissances acquises ainsi que les pistes d'améliorations et perspectives. Parmi les enseignements tirés de ces travaux, on



notera l'importance du paramètre COVT (composés organiques volatiles totaux) en tant qu'indicateur de la qualité de la combustion et du potentiel de formation d'aérosols organiques secondaires (AOS); la nécessité de disposer de facteurs d'émission incluant les fractions solides des particules; le besoin de procédures tests des appareils vraiment représentatives des usages et l'importance d'informer les utilisateurs sur les bonnes pratiques.



## Qualité de l'eau

### # MICROPOLLUANTS

#### Deuxième édition du guide de l'Agence de l'eau Seine Normandie

Substances toxiques, polluants organiques persistants, composés cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques (CMR)... Quelles sont les sources d'émission de ces micropolluants dans les eaux du bassin Seine Normandie? Quel est leur comportement dans l'environnement? Quelle est leur toxicité envers l'homme et l'environnement? Comment se repérer dans une réglementation complexe? Pour mieux comprendre les enjeux et la nécessité de mener des actions de réduction de ces émissions, l'Agence de l'eau Seine Normandie (AESN) a publié la deuxième édition de son guide à destination des acteurs de l'eau et des usagers. L'Ineris, partenaire du projet, a apporté son expertise sur l'écotoxicité et la toxicité des substances et la connaissance des impacts sur les milieux aquatiques et l'homme.



 Pour consulter le guide: <https://bit.ly/2xuYla8>

### # SOLS POLLUÉS ET EAUX SOUTERRAINES

#### Les composés aromatiques polycycliques oxygénés sous surveillance

Friches d'anciennes cokeries, usines à gaz, usines de traitement de bois... En France, plus de 1500 sites sont pollués par des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Considérés comme polluants prioritaires en raison de leur grande toxicité, ces derniers ne sont pas les seuls contaminants sur ces sites. On y trouve également des composés aromatiques polycycliques oxygénés (CAP-O), issus de la transformation des HAP les plus persistants, et qui sont tout aussi préoccupants. Pour acquérir des connaissances scientifiques plus solides sur ces composés, leur présence dans les sols et leur transfert possible vers les eaux souterraines ainsi que leur toxicité vis-à-vis de l'environnement, l'Ineris a mené sur une durée de trois ans et demi (2013-2017) en collaboration avec l'université de Lorraine le projet de recherche MEMOTRACES, cofinancé par l'Ademe. Des expérimentations en laboratoire et sur sites ont montré un relargage préférentiel des CAP-O dans l'eau par rapport aux HAP, ainsi qu'une migration sous forme dissoute dans les eaux souterraines. Ainsi la poursuite des études concernant des composés est importante, afin de déterminer s'il est nécessaire de les inclure dans le diagnostic et les programmes de surveillance des sites pollués par les HAP.



### # ÉMISSIONS ET REJETS

## Une méthode commune pour une action cohérente

**É**laboré par l'Ineris en partenariat avec l'Agence française de la biodiversité (AFB) et avec le soutien du ministère de la Transition écologique et solidaire, le guide pour l'inventaire des émissions, rejets et pertes de micropolluants vers les eaux de surface fournit une aide opérationnelle aux agences et offices de l'eau et gestionnaires de bassin, sur les méthodes et les sources d'information. Il a été mis à jour en 2017.

L'édition 2017 a été enrichie de méthodes de calcul pour différentes sources d'émissions, notamment les retombées atmosphériques sur les eaux de surface, le ruissellement depuis les terres perméables, le ruissellement depuis les sols imperméabilisés, les eaux usées non épurées des ménages, et les émissions liées à la navigation intérieure. La démarche

proposée a vocation à être appliquée pour l'ensemble des inventaires réalisés au niveau local afin d'assurer leur cohérence et leur comparabilité. La réalisation d'inventaires des émissions, rejets et pertes de micropolluants par district hydrographique est exigée par la réglementation (directive 2008/105/CE de la directive cadre sur l'eau). Elle permet de fixer

des objectifs de réduction ciblés en identifiant les principales sources ou voies de transfert et leurs contributions respectives, de préparer des programmes de mesures à prendre et d'évaluer leur efficacité. Elle permet aussi d'identifier le manque de connaissances ou encore la nécessité de mettre en œuvre d'autres stratégies de surveillance ou de rapportage ou de faire

évoluer la réglementation. Ces objectifs justifient que la réalisation d'inventaires d'émissions à l'échelle des grands bassins nationaux s'appuie sur une méthode commune afin de calculer les émissions de façon cohérente et donc comparable entre les différents lieux de mise en œuvre.

 Pour consulter le guide: <https://bit.ly/2xATude>



## # FILIÈRE MÉTHANISATION

**Un guide pour une méthanisation agricole propre, sûre et durable**

*Entretien avec Karine Adam (direction des risques chroniques)  
et Sébastien Evanno (direction des risques accidentels), co-rédacteurs.*

**Rédigé par l'Ineris à la demande du ministère de la Transition écologique et solidaire, et destiné aux exploitants agricoles, concepteurs, et inspecteurs des installations classées, ce guide de bonnes pratiques est le point d'orgue d'un important travail transversal. Il s'appuie sur une collaboration d'experts issus de deux directions de l'Ineris.**

**> Dans quel contexte a été publié le guide ?**

**Sébastien Evanno :** Le guide a été remis en mars 2017 au groupe de travail méthanisation mis en place par le ministère qui réfléchit aux conditions de déploiement de la filière méthanisation agricole dans le cadre de la politique de transition énergétique. Cette filière a pris son envol depuis une dizaine d'années et compte aujourd'hui 529 installations.

L'Ineris accompagne le ministère afin d'identifier les risques et les émissions qu'elle est susceptible de générer.

**> Comment a-t-il été conçu ?**

**Karine Adam :** Durant deux ans, de 2014 à 2016, nous avons rendu visite à des exploitants afin de recueillir des informations sur les difficultés qu'ils rencontrent dans l'application de la réglementation environnementale et dans la maîtrise des risques. Nous leur avons apporté des réponses techniques, un éclairage autour de la sécurité et des impacts environnementaux. Ainsi est née l'idée de rédiger ce guide qui propose dix fiches de bonnes pratiques et des informations concrètes.

**> Quelle est sa valeur ajoutée ?**

**K. A. :** Le guide s'appuie sur des retours d'expérience issus des échanges avec les exploitants. Une première. Il n'existait jusqu'à présent pas de document issu des problématiques et des constats de terrain sur les risques associés à ces installations.

**S. E. :** L'idée est d'inciter les exploitants à prendre conscience des aspects environnementaux, à être plus exigeants en termes de sécurité. C'est un document phare qui a vocation à devenir un outil de référence et un support d'échanges pour la profession autour de la sécurité et de la maîtrise des émissions gazeuses et des rejets aqueux.



**Pour consulter le guide : <https://bit.ly/2GivFXr>**

## Substances chimiques

### # DÉCHETS

#### Bien les identifier, pour mieux les recycler

La transition vers une économie plus sobre est sous-tendue par une politique nationale de prévention et de gestion des déchets ambitieuse, qui privilégie le recyclage au stockage ou à l'incinération. Encore faut-il bien identifier les risques liés à la valorisation de sous-produits susceptibles de contenir des substances dangereuses. C'est l'une des missions de l'Ineris, qui vise à la fois à apporter une assistance technique à la réglementation et à évaluer les ressources contenues dans les déchets et les obstacles à leur utilisation (teneurs en substances valorisables/ressource, teneurs en contaminants indésirables, émissions potentielles lors des traitements et des usages).

Ainsi, les travaux sur le classement en dangerosité des déchets (propriétés « infectieuses » et « écotoxiques ») se sont poursuivis avec, en particulier la proposition d'une méthode d'évaluation de la propriété HP 9 relative au risque infectieux.

Des travaux ont également été menés afin de proposer une procédure nationale pour la sortie de statut de déchets « combustibles », afin de favoriser la valorisation des gisements disponibles tout en définissant un cadre clair pour assurer la maîtrise des pollutions potentielles. Le guide qui en résulte fera prochainement l'objet d'une large diffusion.

Au-delà des enjeux liés à la caractérisation des déchets en amont de la valorisation, la maîtrise des risques dans les filières de recyclage des déchets contenant des substances dangereuses est au cœur des travaux de l'Institut. En particulier, la présence de polluants tels que les retardateurs de flamme bromés (RFB) dans les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) représente un défi majeur : comment valoriser ces plastiques tout en limitant la dispersion de substances dangereuses dans l'environnement ? L'Ineris, qui a démarré ses travaux autour de cette problématique en 2014, vient de publier une synthèse des enseignements acquis. Les études ont permis de confronter la réalité des pratiques actuelles aux enjeux environnementaux et aux contraintes réglementaires apportant des clarifications bénéfiques pour la filière. Celles-ci ont donné lieu à la rédaction de textes de référence sur les bonnes pratiques de la profession. En outre, elles ont permis de soulever un certain nombre de problématiques, en particulier le fait que la majorité des RFB présents dans les DEEE n'est pas identifiée et qu'une caractérisation des plastiques de gros électroménagers (GEM) est nécessaire pour permettre le développement d'une économie circulaire dans un cadre maîtrisé.

 Pour consulter le rapport : <https://bit.ly/2J5yFvF>

### # TOXICOLOGIE

#### Du nouveau sur le portail substances chimiques

L'une des missions de l'Ineris est de diffuser des connaissances sur les substances chimiques. Le portail dédié met des informations sur les substances à disposition du grand public et des utilisateurs professionnels, en regroupant les valeurs estimées par l'Institut et celles des grandes institutions internationales (EPA, OSHA, Santé Canada) et nationales (INRS). En 2017, l'Ineris a

modifié la structuration de l'onglet « toxicologie » du portail. L'objectif ? Une meilleure lisibilité des informations. Ainsi, les valeurs toxicologiques pour la population générale et les expositions professionnelles sont définies et différenciées selon leur statut (valeur réglementaire, valeur guide, ou valeur de référence) et les principaux organismes ou agences chargés de les développer sont présentés.

 Visiter le portail : [www.ineris.fr/substances/fr/](http://www.ineris.fr/substances/fr/)

### # VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

#### Comment les définir, comment les choisir ?

La démarche d'évaluation des risques sanitaires permettant de protéger les populations en cas d'exposition à des substances chimiques s'appuie notamment sur la comparaison entre des données d'exposition et une valeur toxicologique de référence (VTR), élaborée

à partir des connaissances disponibles. L'Ineris a publié en 2017 une synthèse des choix de VTR sur son portail substances chimiques. Ces choix ont été réalisés à partir d'une méthodologie développée par l'Institut et soumis à l'expertise d'un groupe d'experts externe.

 Pour consulter le rapport : <https://bit.ly/2xyJkVJ>

### # RÉGLEMENTATION

#### REACH 2018: le tour de France des CCI

L'Ineris assure le service national d'assistance sur les aspects réglementaires et techniques du règlement européen REACH et sur les obligations qui en découlent pour les industriels. La dernière échéance d'enregistrement était le 1<sup>er</sup> juin 2018 pour les substances fabriquées

ou importées en très petite quantité (entre 1 et 100 tonnes/an). Pour accompagner les industriels dans leurs démarches, l'Ineris a réalisé en 2017 un 'Tour de France des CCI' sous forme de journées d'information.

**29** réunions d'information organisées dans les CCI



# SOLS ET SOUS-SOLS

## Une expertise historique pour comprendre et maîtriser les risques du sol et du sous-sol

Le savoir-faire historique de l'Ineris en prévention des risques liés aux activités industrielles du sol et du sous-sol en fait un expert public de référence au service de l'ensemble des acteurs de l'industrie extractive, de l'après-mine, du stockage souterrain, des forages profonds et, plus généralement, des opérations industrielles menées à ciel ouvert, en subsurface comme dans le milieu souterrain profond. Les risques naturels de mouvement de terrains rentrent aussi dans le champ d'expertise de l'Institut.

L'Ineris rassemble des compétences pluridisciplinaires au service d'une expertise résolument tournée vers les enjeux majeurs de la transition énergétique et de l'impact du changement climatique. Ancrée à la fois sur l'expérience de terrain, la modélisation numérique et l'observation instrumentale, cette expertise couvre le cycle de vie des projets industriels dans les territoires, de leur conception à leur fermeture, ainsi que leur mise en sécurité avec, si nécessaire, leur surveillance à long terme. Les plateformes d'essai géotechniques ainsi que l'infrastructure de surveillance e.cenaris constituent des moyens uniques.



### Risques et enjeux des nouveaux usages du sol et du sous-sol

- 38 \_ GÉOTHERMIE PROFONDE**  
Le point sur les risques réels, les impacts et les nuisances
- 38 \_ OUVRAGES SOUTERRAINS**  
Modéliser la fissuration de la roche
- 39 \_ SISMICITÉ ANTHROPIQUE**  
Une synthèse sur l'état des connaissances
- 39 \_ CAPTAGE ET STOCKAGE DU CO<sub>2</sub>**  
Quels freins et quelles perspectives en Europe ?

### Risques après-mine

- 39 \_ ÉMISSIONS GAZEUSES DU SOL**  
Un référentiel pour le flux naturel de CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> au sol
- 40 \_ DÉSORDRES MINIER**  
Un guide pour gérer les risques post-exploitation
- 40 \_ SISMICITÉ INDUITE**  
Les mécanismes d'évolution à long terme du bassin houiller de Gardanne décryptés





## Risques naturels & territoires

### 41 \_ DISSOLUTION NATURELLE DU GYPSE

Un guide complet sur les aléas  
mouvements de terrain

### 41 \_ STABILITÉ DES OUVRAGES

Le processus d'érosion interne modélisé

### 41 \_ CAVITÉS SOUTERRAINES

Vibrations: quels impacts sur leur stabilité?

# 260

**études de cas** ont été  
analysées par l'Ineris  
dans le cadre de son rapport  
sur la sismicité anthropique  
liée à l'exploitation des  
ressources du sous-sol

# 20

**ans de collectes de données  
expérimentales** ont permis  
à l'Ineris de définir les valeurs  
de référence des émissions  
naturelles de CO<sub>2</sub> et de CH<sub>4</sub>  
du sol



## Risques et enjeux des nouveaux usages

### # OUVRAGES SOUTERRAINS

#### Modéliser la fissuration de la roche

Les phénomènes de vieillissement et de rupture des ouvrages souterrains sont une problématique majeure dans de nombreux domaines (génie civil, exploitation minière, génie pétrolier, stockage de déchets radioactifs, du CO<sub>2</sub>...). Pour mieux les prévoir, l'Ineris a développé une modélisation numérique permettant de simuler l'initiation et la propagation des fissures. Pour concevoir un modèle adapté aux milieux granulaires et discontinus, comme les roches, les chercheurs ont utilisé une approche originale, dite énergétique. Son principe : l'utilisation de l'activité micro-sismique enregistrée dans la zone d'intérêt pour la corréler à l'énergie dissipée par la fissuration calculée par le modèle. L'Ineris a d'abord testé son modèle lors d'essais acoustiques en laboratoire sur des échantillons de minerai de fer lorrain. L'approche a ensuite été utilisée avec succès à échelle réelle pour étudier l'endommagement d'ouvrages souterrains. Ces résultats offrent aujourd'hui des perspectives pour mieux comprendre les mécanismes de la propagation de la fracturation à plus grande échelle.



### # GÉOTHERMIE PROFONDE

## Le point sur les risques réels, les impacts et les nuisances

**M**icroséismes, risques accidentels, bruit, impact sur la faune... L'Ineris a produit une analyse globale de l'ensemble des risques, nuisances et impacts potentiels liés à la géothermie profonde. Une filière encore peu exploitée et qui peut susciter des inquiétudes au sein de la population locale.

La géothermie profonde utilise l'énergie thermique du sous-sol pour produire de la chaleur et de l'électricité. Source d'énergie renouvelable non intermittente contrairement à l'éolien ou le solaire, elle peut contribuer à une transition vers un « mix » énergétique moins carboné et moins émetteur de gaz à effet de serre. En dépit de ses atouts pour le climat, son potentiel reste largement inexploité dans le monde, y compris en France, où elle ne représente que 0,9 % de la production d'énergie renouvelable, loin derrière l'hydraulique (20 %), l'éolien (8 %) ou le solaire (3,4 %). Alors que de nombreux pays, dont la France, entendent développer cette filière dans les prochaines décennies, le

développement de certains projets de géothermie profonde a suscité l'inquiétude des populations locales, basée sur les risques potentiels de cette industrie pour les hommes et l'environnement. L'Ineris présente dans un rapport l'état des connaissances sur les risques, impacts et nuisances potentiels liés à la géothermie profonde, en s'appuyant sur la littérature, sur son expertise dans le domaine des risques liés à d'autres secteurs d'activité comme les forages pétroliers, mais également sur le retour d'expérience des accidents et incidents survenus dans ce domaine. En synthèse, l'Institut a constaté que la géothermie semble bénéficier d'une

accidentologie faible : 32 événements jugés pertinents pour les conditions actuelles de sécurité ont été recensés sur 1700 centrales thermiques actuellement en fonctionnement dans le monde, sur trois décennies. Par ailleurs, l'Institut a fourni une appréciation pour les risques, nuisances et impacts répertoriés sur le plan de leur probabilité de survenue et de la gravité de leurs conséquences, et selon les différentes phases de vie d'un site géothermique (foration, essai, exploitation, post-abandon). En couvrant au mieux les sources d'information disponibles, l'Institut a ainsi livré une analyse complète des principaux enjeux de sécurité et d'environnement liés à cette filière.



Pour consulter le rapport : <https://bit.ly/2kA4gXB>



## # SISMICITÉ ANTHROPIQUE

### Une synthèse sur l'état des connaissances

Depuis la révolution industrielle, la demande mondiale en énergie et en matières premières a conduit à une augmentation considérable de l'exploitation des ressources du sous-sol. De 2000 à 2010, l'extraction mondiale de matières premières a été multipliée par 10. Selon l'OCDE, elle pourrait être multipliée par 15 d'ici 2030.

Or la multiplication des projets, leur envergure croissante et les nouvelles utilisations du sous-sol augmentent la probabilité de générer une sismicité dite « anthropique ». En appui aux pouvoirs publics, l'Ineris a finalisé un rapport de synthèse sur l'état des connaissances et des recherches actuellement menées sur la sismicité


anthropique. Au total, l'Institut a analysé 260 études de cas, fait le point sur différentes démarches d'évaluation de l'aléa utilisées, et présenté les méthodes et solutions de surveillance mises en œuvre. Dans ce rapport, l'Institut a également décrit les stratégies visant à atténuer les effets potentiels de séismes anthropiques.

 Pour consulter le rapport: <https://bit.ly/2sgOVjg> (disponible en version anglaise)

## # CAPTAGE ET STOCKAGE DU CO<sub>2</sub>

### Quels freins et quelles perspectives en Europe ?

Malgré des financements publics importants, la filière CCS (*Carbon Capture and Storage*) peine à jouer son rôle dans la lutte contre le changement climatique. À l'heure actuelle, dans le monde, entre 4 et 5 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an sont stockées en aquifère, avec deux sites en Norvège, deux en Amérique du Nord et un au Japon. On est très loin des objectifs visés par la filière: 6 gigatonnes en 2050. En appui au ministère, l'Ineris a étudié l'évolution des émissions en Europe et dans le monde, dressé un bilan des projets menés dans la filière depuis une vingtaine d'années, analysé les freins rencontrés sur les plans technologiques et socio-économiques, les leçons à en tirer, ainsi que les perspectives possibles d'évolution en Europe.

 Pour consulter le rapport: <https://bit.ly/2sp7W26>

## Risques après-mine

### # ÉMISSIONS GAZEUSES DU SOL

### Un référentiel pour le flux naturel de CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> au sol

Zbigniew Pokryszka, ingénieur et référent technique à la direction des risques du sol et du sous-sol

« Le méthane (CH<sub>4</sub>) et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) sont naturellement émis à la surface du sol selon différents processus biologiques. Jusqu'à présent, les valeurs de références de ces émissions gazeuses n'avaient pas été clairement établies dans les conditions climatiques et géologiques du territoire français métropolitain. Aussi dans le cadre de nos travaux d'expertise visant à déterminer les émissions gazeuses sur des sites donnés – historiquement les sites miniers – nous ne pouvions pas nous prononcer sur la normalité des résultats obtenus. Pour déterminer des valeurs de références, nous nous sommes appuyés sur

une masse de données expérimentales très importante acquise par l'Institut depuis plus de vingt ans sur de nombreux sites très différents. L'analyse de ces données nous a permis de confirmer l'absence d'un flux significatif de CH<sub>4</sub> sur un sol suffisamment drainé et la présence généralisée d'un flux naturel largement mesurable de CO<sub>2</sub> sur presque tous les sols non imperméabilisés. Nous avons constaté aussi que le flux de CO<sub>2</sub> varie selon les saisons (avec un pic en été et un minimum en hiver) et l'occupation du sol. Un traitement statistique des données nous a permis de définir les domaines des valeurs normales, moyennes et hautes ainsi

que des limites basses et hautes en été et en hiver. Le référentiel ainsi établi est très utile pour identifier et évaluer les émissions gazeuses "non naturelles", et mettre en évidence des émissions "anormales" par exemple pour l'évaluation de l'aléa "gaz de mine" dans le contexte minier et post-minier, mais aussi en cas de pollution industrielle ou de stockage souterrain. »



Les mesures prises en compte ont été réalisées au moyen de la méthode spécifique CARE (Chambre à accumulation et à recirculation externe) mise au point et brevetée par l'Ineris.

## Risques après-mine

### # DÉSORDRES MINIERES

## Un guide pour gérer les risques post-exploitation

**P**PRM, PLU, carte communale... Pour faciliter la mise en œuvre des outils juridiques et opérationnels mis en place par l'État, l'Ineris, le Cerema et Geoderis ont conçu un guide à destination de l'ensemble des acteurs de la gestion du risque après-mine.

La cessation de l'activité minière en France n'a pas fait disparaître les phénomènes susceptibles d'affecter les terrains en surface situés à l'aplomb d'anciennes exploitations. Mouvements de terrain, remontées de gaz potentiellement toxiques, perturbations des circulations souterraines et superficielles des eaux... Durant la période qui suit

l'exploitation, de nombreux désordres peuvent se développer, parfois dès l'arrêt des travaux, mais également plus tardivement. Afin de gérer ces risques, l'État a mis en place un ensemble d'outils juridiques et opérationnels. Leur vocation ? Rassembler les connaissances des risques miniers résiduels sur un territoire donné, délimiter les zones qui y sont exposées et définir les conditions de construction, d'occupation et d'utilisation des sols, ainsi que les mesures relatives à l'aménagement, à l'utilisation ou à l'exploitation des biens existants. Afin d'accompagner et faciliter la mise en œuvre de ces outils, un guide a été conçu par l'Ineris en partenariat avec le Cerema et le GIP

Geoderis. Destiné aux acteurs de la gestion du risque minier, services de l'État, collectivités, bureaux d'études, le guide constitue un document opérationnel pour identifier les outils les plus adaptés aux problématiques locales. Il comporte une analyse comparée des différents outils de prise en compte des risques miniers dans l'urbanisme et l'aménagement (plan local d'urbanisme, carte communale, secteurs d'information des sols...) selon leur échelle d'application (parcelle, commune, échelle supra-communale), le contexte de leur élaboration (État, commune), et leur contenu (prescriptions d'urbanisme, prescriptions constructives, orientation d'aménagement du territoire).



Pour consulter le rapport : <https://bit.ly/2JdK3F1>

### # SISMICITÉ INDUITE

## Les mécanismes d'évolution à long terme du bassin houiller de Gardanne décryptés

À la suite de l'arrêt de l'exploitation du bassin houiller de Gardanne en 2003, les édifices miniers ont été progressivement ennoyés. Depuis, entre 2008 et 2016, plus de 2 200 événements micro-sismiques ont été enregistrés par le réseau de surveillance permanent opéré par l'Ineris et le réseau temporaire déployé sur place par le BRGM. Les événements les plus forts ont été localisés et ressentis au sud-ouest de la ville de Fuveau. L'Ineris a évalué différentes hypothèses sur l'origine de cette sismicité en prenant en compte les mécanismes liés aux désordres dans les anciens travaux miniers, la circulation des eaux souterraines, le contexte tectonique et géologique local. Selon l'hypothèse la plus probable, la sismicité proche de Fuveau serait due à la remobilisation d'un réseau de failles préexistantes situées à quelques centaines de mètres en dessous des travaux miniers. Toutefois les mouvements de terrain dans l'ancien réseau d'ouvrages miniers sont présents. Pour mieux étudier ces deux mécanismes, l'Ineris a proposé de renforcer l'instrumentation à la fois microsismique et hydrogéologique. La connaissance des mécanismes exacts à l'origine de cette sismicité induite est en effet fondamentale pour réévaluer de manière fiable l'aléa sismique local.

## Risques naturels et territoires



### # DISSOLUTION NATURELLE DU GYPSE Un guide complet sur les aléas mouvements de terrain

Témoignage d'Amélie Lecomte, ingénieur  
à la direction des risques du sol et du sous-sol

« Lorsque du gypse est présent dans le sous-sol, une dissolution naturelle ou liée à une activité humaine peut créer des vides souterrains et conduire à des mouvements de terrain en surface, de type effondrement ou affaissement, potentiellement dangereux pour les biens et les personnes. Fruit de plusieurs années de recherche et d'expertise, le guide que nous avons élaboré avec le Cerema est destiné aux gestionnaires confrontés à cette problématique sur leur territoire, pour les aider à définir les aléas et prévenir le risque. Première étape: pour évaluer les aléas, il faut comprendre le processus depuis la création du vide jusqu'à l'évolution vers un

désordre en surface. Le guide présente ainsi les mécanismes en jeu. Ils font appel à la géologie, à la géotechnique et à l'hydrogéologie. Cette dernière joue un rôle clé car c'est l'eau qui va dissoudre le gypse. Le guide définit ensuite les critères géologiques et hydrogéologiques à acquérir (profondeur, épaisseur du massif gypseux, conductivité de l'eau, etc.), et les croise dans un schéma qui permet d'évaluer une prédisposition à l'apparition de mouvements de terrain. L'aléa est alors déterminé par l'association de la prédisposition et de l'intensité du phénomène. Une dernière partie est consacrée aux mesures de prévention et de protection. »



Pour consulter le guide: <https://bit.ly/2uiLp8L>

### # STABILITÉ DES OUVRAGES

#### Le phénomène d'érosion interne modélisé

Barrages en terre, digues et tunnels... Le phénomène d'érosion interne qui peut impacter la stabilité des ouvrages géotechniques fait l'objet de recherches au sein de l'Ineris, visant à développer une modélisation numérique du processus. L'érosion interne se produit lorsque des particules fines du sol sont arrachées par les forces d'infiltration de fluides. La perte de particules fines affecte significativement le comportement mécanique du matériau. Cela se traduit par un changement de porosité qui affecte la perméabilité du matériau et donc le comportement hydraulique du sol. Dans de telles circonstances, l'Institut a mis au point un modèle numérique qui tient compte à la fois du processus hydraulique et du processus mécanique d'érosion interne.

### # CAVITÉS SOUTERRAINES

#### Vibrations: quels impacts sur leur stabilité?

Quels sont les impacts des vibrations sur la stabilité des cavités souterraines? Une question à laquelle il est difficile de répondre, sachant que le territoire français est potentiellement exposé à ce risque. Pour y répondre, l'Ineris a mené une étude qui a d'abord consisté à répertorier les différentes sources vibratoires susceptibles d'influencer la stabilité des cavités ou tout autre ouvrage souterrain du même type: séismes, tirs de mine, trafic urbain... L'Institut a ensuite étudié les phénomènes dynamiques mis en jeu. Résultats: si un séisme de forte intensité a le potentiel de déstabiliser les cavités souterraines durant un seul événement, des vibrations plus faibles mais répétées, tels des tirs de mines, peuvent endommager un peu plus un massif ou un ouvrage déjà fracturé. Des modèles mécaniques permettent d'estimer cet impact et la probabilité de rupture d'un pilier ou du toit d'une carrière en fonction de la profondeur et de l'intensité du séisme ou de l'explosion. L'étude révèle par ailleurs que les véhicules et engins de chantier peuvent induire des sollicitations significatives, lorsqu'elles sont situées à proximité immédiate. Quant au trafic routier, même à très faibles distances, il ne peut affecter que les ouvrages très sensibles ou déjà proches de la ruine. L'ensemble de ses résultats a fait l'objet d'un rapport qui présente également les actions de prévention de sollicitations sismiques.



Pour consulter le rapport: <https://bit.ly/2H273BO>



# Indicateurs 2017

## du contrat d'objectifs et de performance

Le contrat d'objectifs et de performance 2016-2020 formalise les orientations et les objectifs fixés avec le ministère de la Transition écologique et solidaire, dans le but de conforter l'Institut dans son rôle d'expert public national de référence. Les indicateurs sont suivis et compilés annuellement.

TYPE	INDICATEUR	2016		2017	
		Cible	Réalisé	Cible	Réalisé
RECHERCHE	Part de l'activité de l'Institut consacrée à la recherche	> 20 %	19,30 %	> 20 %	19 %
	Taux de succès à l'Europe	25 %	20 %	25 %	43 %
	Nombre de publications dans des revues à comité de lecture référencées ISI	100	105	100	100
	Nombre de coordinations de projets européens par l'Ineris	Sans cible	3	Sans cible	3
	Nombre de doctorants	Sans cible	39	Sans cible	36
	Nombre de titulaires d'une HDR	Sans cible	17	Sans cible	18
	Nombre d'unités mixtes de recherche	Sans cible	2	Sans cible	2
APPUI	Taux de satisfaction des pouvoirs publics	> 95 %	98,10 %	> 95 %	97,70 %
	Nombre de visites (en million) des sites Internet de l'Ineris	croissant	5,0	croissant	6,6
	Parution d'un bulletin annuel de veille prospective	Oui	Non	Oui	Oui
	Nombre d'appuis directs aux instances européennes et internationales	Sans cible	6	Sans cible	2
	Nombre de guides et d'outils méthodologiques produits par l'Ineris, validés par les pairs puis diffusés	Sans cible	11	Sans cible	9
	Nombre d'activations de la CASU	Sans cible	42	Sans cible	44
	Nombre de normes publiées auxquelles l'Ineris a contribué	Sans cible	50	Sans cible	42
	Nombre d'essais réalisés sur la plateforme expérimentale S-Nano avec des équipes extérieures	Sans cible	2	Sans cible	1
	Nombre d'appuis aux collectivités locales pour la mise en œuvre des décrets d'application de la loi sur la sobriété des expositions	Sans cible	2	Sans cible	1
	Nombre d'appuis à la mise en œuvre de plans d'action PAPRICA sur la maîtrise des risques des cavités souterraines	Sans cible	1	Sans cible	1
	Nombre de parangonnages réglementaires internationaux en lien avec les sujets du COP	Sans cible	4	Sans cible	4

TYPE	INDICATEUR	2016		2017	
		Cible	Réalisé	Cible	Réalisé
<b>EXPERTISE CONSEIL ET EXPERTISE RÉGLEMENTAIRE</b>	Taux de satisfaction relatif au délai de réalisation de la prestation	> 90 %	0,904	> 90 %	0,906
	Part de l'activité consacrée aux prestations aux entreprises	25-30 %	26	25-30 %	26,1
	Part du chiffre d'affaires consacrée à l'international	> 15 %	16	> 15 %	21,8
	Nombre de schémas de certification volontaire actifs	13	14	13	14
	Taux de satisfaction des clients	Sans cible	0,926	Sans cible	0,947
	Nombre de réunions par an avec des partenaires associant financeur/incubateur/cluster sur une thématique donnée	Sans cible	4	Sans cible	6
	Nombre de formations certifiantes ou qualifiantes délivrées	Sans cible	2	Sans cible	2
<b>MANAGEMENT ET FONCTIONS SOUTIEN</b>	Présentation annuelle des résultats de la mise en œuvre du dispositif d'administration exemplaire	Oui	Oui	Oui	Oui
	Part des femmes dans le management	25 %	28 %	25 %	30 %
	Coût complet (base 100 en 2015)	< 102	103,2	< 104	103,3
	Nombre d'avis rendus par la CORE	3	4	3	3
	Budget consacré à la qualité de vie au travail	Sans cible	258	Sans cible	259
	% postes pourvus par mobilité interne	Sans cible	72 %	Sans cible	45 %
	Nombre d'actions destinées à l'accompagnement des managers	Sans cible	31	Sans cible	37
	Taux de financement propre de l'Ineris	Sans cible	0,453	Sans cible	0,455
	Nombre de citations dans la presse suite aux initiatives engagées par l'Institut	Sans cible	65	Sans cible	40

## Conseil d'administration au 20/06/2018

### PRÉSIDENCE

Alain DORISON

### COMMISSAIRE DU GOUVERNEMENT

Cédric BOURILLET,  
ministère chargé  
de l'environnement,  
commissaire du gouvernement,  
directeur général de la prévention  
des risques

### ADMINISTRATEURS

#### Représentants de l'État

- [Vacant], ministère chargé de l'environnement
- Alain DORISON, ministère chargé de l'industrie
- [Vacant], ministère chargé de la sécurité civile
- Frédéric TEZE, ministère chargé du travail
- Claire SALLENAVE, ministère des transports
- Xavier MONTAGNE, ministère chargé de la recherche
- Caroline PAUL, ministère chargé de la santé

#### Personnalités du secteur économique concernées par l'action de l'Ineris

- Benoît BIED-CHARRETON, ingénieur civil des Mines
- Isabelle MORETTI, directrice des technologies à Engie
- Philippe PRUDHON, directeur des affaires techniques de l'Union des industries chimiques
- Céline TIBERGHIEN, Solvay SA
- Claire TUTENUIT, délégué général de l'Association française des entreprises pour l'environnement

#### Personnalités qualifiées

- Marianick CAVALLINI-LAMBERT, Familles rurales
- Manoelle MARTIN, vice-présidente du conseil régional des Hauts-de-France
- Daniel VIGIER, France nature environnement

#### Représentants du personnel

- Céline BOUDET-DEVIDAL
- Isabelle COUTURE
- Rodolphe GAUCHER
- Didier JAMOIS
- Reine LANDA
- Anne MORIN
- Martine RAMEL
- Benoît TRIBOUILLOY

### PERSONNALITÉS PRÉSENTES DE DROIT

Outre le commissaire du gouvernement, sont membres de droit :  
Raymond COINTE, directeur général  
Sandra BARDET-THEBAUT, agent comptable de l'Ineris  
Philippe DEBET, ministère chargé de l'économie et des finances -  
contrôleur budgétaire - contrôle général économique et financier  
Laure GEOFFROY, secrétaire du comité d'entreprise de l'Ineris



 [www.grouperougevif.fr](http://www.grouperougevif.fr) - ROUGE VIF ÉDITORIAL - 25243

**Conception et réalisation :** Rouge Vif - **Rédaction :** Rouge Vif, Ineris

**Crédits photos :** Antoine Vangrunderbeck / Ineris - GettyImages / Sohl / Alan64 (couverture) - GettyImage / Danez / image2roman (p. 1) - Karine Grimault / Ineris (p. 3) - DR / Ineris (pp. 4; 5; 6; 7; 12; 14; 18; 19; 26; 27; 30; 32; 40) - Antoine Vangrunderbeck / Ineris (pp. 13; 23; 34; 39; 41) - Maxime Agnes / UniLasalle (p. 4) - Ministère de la Transition écologique et solidaire (p. 7) - AxissFix Air, Bébé Confort, Dorel Juvenile (p. 19) - GettyImages / JanakaMaharageDharmasena (p. 20) - Ineris / Vic Prod 2018 (p. 22) - GettyImages Tramino (p. 24) - Eric Nocher / UTC (p. 25) - GettyImages / Anatoliy Berislavskiy (p. 28) - Olivier Peron / Ineris (p. 31) - GettyImages / toneteam (p. 33) - GettyImages / Charly\_Morlock (p. 36) - Ronald Rogge / Fotolia (p. 38)

ISSN 1777-6147

